

可计算一般均衡建模初级教程

潘浩然

2016-06-16

自从 2010 年回国任教以来,我这些年评阅过的经管类学生论文累积起来已不下千余篇,一个发现或者感慨是这些论文,无论博士、硕士还是本科论文,几乎清一色都要套用一些数量方法来分析论证问题,却不见有任何一篇运用到可计算一般均衡模型这种方法。在与同行们的交流接触中,偶尔提到可计算一般均衡模型或 CGE 这些名词时,遇到的反应也基本都是一片茫然。这让我回想起三十多年前在国内上学时的类似情景,那个时代的国内经济学界对数量经济学这一概念也是一片茫然,分不清什么是数理经济学、什么是计量经济学、什么是数量经济学。当然,今天也仍旧有很多人分不太清这三者间的异同,有人甚至以为计量经济学等同于数量经济学。然而,计量经济学固然已成长为数量经济分析的一个最重要学科,但它还不能是数量经济学的全部,它还有很多局限性,同时也还有许多其他数量经济方法发挥着不容忽视的作用。可计算一般均衡模型方法就是这其中的重要一支。

可计算一般均衡模型是基于一般均衡理论、宏观经济结构关系和国民经济核算数据而建立起来的一套全景描述经济系统运行的数量模拟系统,其英文原文是 Computable General Equilibrium models,简称 CGE。CGE 模型研究的是总体经济的长期、确定性行为及其对于外部冲击的变动反应。

CGE 模型的发展历程其实并不短于计量经济学,辉煌程度也不逊于计量经济学。一般均衡模型方法的发展主要基于两个学科,一是一般均衡理论,二是国民经济核算方法。前者由 Walras (1874) 提出一般均衡假说,Arrow、Debreu (1954) 给出一般均衡存在的严格数学证明。后者以 Kuznets(1937)提出的国民收入账户以及 Leontief(1941)提出的投入产出方法为基础,由 Stone (1947) 等人扩展构建国民经济核算体系及社会核算矩阵,为模型提供数据基础。可计算一般均衡模型的发展始于 Johansen (1960) 提出的要素替代模型及线性化解法。世界银行经济学家 Adelman 和 Robinson(1978),Dervis, de Melo 和 Robinson (1982) 等人沿这一方向开发出大规模模型并提出了可计算一般均衡模型即 CGE 的概念。与此同时,随着 Scarf (1973) 利用不动点算法证明出一般均衡价格解的存在性和可得性,Shoven 和 Whalley 等(1977, 1984, 1992)基于 Harberger(1962)

的两部门税收和贸易模型开发出国际贸易应用一般均衡模型，简称 AGE (Applied General Equilibrium models)。AGE 与 CGE 相比，前者注重学术理论探讨，模型设计简单抽象，后者则面向实际应用，一般都规模较大，内容具体。实践证明，CGE 今天已经成为一般均衡模型方法的绝对主流，AGE 的提法反而不太常见。

计量经济学方法体系庞大，适用范围广，既可以是宏观经济也可以是微观经济，而可计算一般均衡模型方法主要适用于宏观经济政策研究，尤其擅长于评价经济政策对于总体经济的影响情况，这方面恰恰是计量经济学的弱项。CGE 模型以微观经济学的消费者追求效用最大化和生产者追求利润最大化行为理论为基础，模拟自由竞争市场条件下的价格对于产品及要素市场平衡的调节机制，通过宏观经济结构关系完整地描述经济系统的运行，能够将各种各样的政策纳入数量分析框架中评价政策在总体经济范围内的实施和影响，近三十年来在税收政策、结构调整、国际贸易、经济增长、气候变化、资源环境政策等方面得到广泛的发展和应用，已成为政策研究的主流工具。

CGE 模型的特点和强项决定了它的研究对象通常聚焦于国民经济发展的重大战略或政策问题，因而其研究和应用工作在国内外通常受到顶尖高等院校、科研机构或决策部门的青睐。计量经济学目前我国已经相当普及，多数经管类院校都讲授至少初、中级水平的课程，各种应用也比比皆是，而可计算一般均衡模型的课程教学和应用研究却凤毛麟角，只见少数顶尖学术科研机构有所报道，仅为少数专家学者掌握和承担。另一方面，CGE 模型的现实应用却相当广泛，是国际国内重大战略问题和政策研究不可或缺的工具。同时，CGE 模型也是经济学界普遍认可的一种规范研究工具，其成果在高质量国际学术期刊上占据不小的比例，被接纳率较高。

CGE 模型方法仅为顶尖学术科研和决策机构的少数专家学者所掌握的事实一方面表明其稀缺性和高层次性，另一方面也说明掌握这种方法并非易事，是一项难度很大的挑战，往往令人望而却步。这有几个方面的原因。首先，CGE 模型要求较高的知识准备，这包括经济学、统计学、政策分析、数学和计算机等方面，缺一不可。其次，CGE 模型要求严格的现代经济理论基础、精细的系统结构安排、创新性的政策设计和分析技巧、系统完整的数据准备、有效的估计和计算方法以及正确的计算机编程，不能有任何差错，否则模型就无法运行。再次，关于 CGE 模型的正规教学或训练较少，初学者往往需要自学来掌握，而关于 CGE 模型的参考资料五花八门，介绍的内容和方式因人而异，没有统一的标准版本，自学起来往往事倍功半。最后，目前关于 CGE 建模的介绍文献基本都遵循一个类似的模式，即从基本原理出发，按照经济系统结构分别介绍或讨论各部分的建模过程，再依据一个完整的模型讲解建模、编程、运行和应

用等过程。实践证明，这种方法并不能给初学者带来有效的帮助，学习者在学习过程中会遇到很多难以理解、发现和解决的具体问题，更不能形成自己独立设计和建造模型的能力。

本书就是针对初学者学习 CGE 过程中可能遇到的难关难点而设计，尝试通过一些简单实用的方法帮助初学者既能尽快入门又能打下坚实的基础。为此，本书尽量简化理论内容的介绍，力图通过大量简单的模型范例由简至繁地一步步将初学者领入 CGE 建模的门槛。具体来说，与其他 CGE 参考资料相比，本书具有如下几个特色。第一，本书的各模型范例首先按照单一技术建模，由最简单的 Leontief 技术开始，依次过渡到较为复杂的 Cobb-Douglas 技术和更为复杂的 CES 技术，其次才考虑最为复杂、实际应用的多种技术混合情形。而其他文献一般都是直接从混合技术模型开始介绍，容易给初学者带来混乱。第二，每一套假定技术情形下的模型范例均包含几种模型类型，从最简单的基本情形模型开始，逐渐增加内容，及至复杂情形模型。每一种模型均基于相应的社会核算矩阵表建立。第三，本书对于每一个模型范例均尽可能详尽地给出各个方程的完全推导过程以及其他可选择的推导方式，这种不厌其烦的叙述最方便初学者深入理解和掌握。而其他文献一般都是省略掉大量的中间环节或过程，让读者摸不着头脑。第四，本书的所有模型范例均附带能正常运行的 GAMS 程序，供读者学习、验证、练习和发展。

最后，需要声明的是，本书为了阅读方便对于英文人名一般直接给出原名，不用中文译名。也是为了阅读方便，本书对于相同结构不同技术的模型的叙述有意保留一些重复。总而言之，精练并不是本书的第一要义，本书追求的是自简及繁、举例示范、不厌其烦。

第一章 总论	1
第一节 可计算一般均衡模型的特色优势	1
第二节 可计算一般均衡模型基本原理	3
第三节 投入产出表与社会核算矩阵	14
第四节 可计算一般均衡模型基本结构	24
第五节 可计算一般均衡模型建模程序	26
第六节 可计算一般均衡模型建模疑难	27
第七节 GAMS 软件及建模程序	32
第八节 本书其他章节的安排	33
本章作业	34
第二章 Leontief 技术模型系列	35
第一节 LT1 模型	35
第二节 LT2 模型	43
第三节 LT3 模型	52
第四节 LT4 模型	63
本章作业	80
第三章 Cobb-Douglas 技术模型系列	81
第一节 CDT1 模型	81
第二节 CDT2 模型	92
第三节 CDT3 模型	102
第四节 CDT4 模型	117
本章作业	136
第四章 CES 技术模型系列	138
第一节 CEST1 模型	138

第二节 CEST2 模型	155
第三节 CEST3 模型	169
第四节 CEST4 模型	186
本章作业	208
第五章 混合技术模型系列	210
第一节 MT1 模型	210
第二节 MT2 模型	231
第三节 MT3 模型	252
第四节 MT4 模型	275
本章作业	298
第六章 递推动态模型系列	300
第一节 RD1 模型	300
第二节 RD2 模型	328
第三节 RD3 模型	359
第四节 RD4 模型	392
本章作业	428
第七章 跨期动态模型系列	430
第一节 ID1 模型	431
第二节 ID2 模型	466
第三节 ID3 模型	495
第四节 ID4 模型	522
本章作业	549
参考文献	551

第一章

总 论

第一节 可计算一般均衡模型的特色优势

现代经济学已经发展成为一门技术性很强的学科，关键之一在于其通过与其他科学的交叉和渗透吸纳进大量的实证思想和数量分析技术。经济研究中运用的数量方法有的是从统计学、数学、物理学、生物学等其他学科拿来直接利用，有的经过与经济理论和实践相结合而发展起来，如计量经济学、经济统计学、投入产出分析和 CGE 模型等方法。我们可以将前者统称为非数量经济方法，而将后者统称为数量经济方法。很显然，数量经济方法以经济理论为基础，根据经济运行规律和特点而建立，具有明确的经济含义，最适合经济问题的研究。

CGE 模型是一种典型的数量经济方法。它基于严格的微观经济学理论，构建自由竞争的市场环境，模拟宏观经济系统运行及价格调节机制，适合考察各种各样的政策工具在总体经济范围的效应和影响。正是因为这一特色，CGE 模型近三十年来流行于国际应用经济学界，逐渐成为主流规范的数量经济分析工具，在经济增长、结构调整、国际贸易、公共财政、收入分配、农业、气候变化、资源环境等政策分析领域得到广泛应用。

一个标准的 CGE 模型应具有这么一些主要特征：

1. 基于社会核算矩阵呈现的现实数据建立，并可复制出实际情形；
2. 通过相对价格调节商品及要素市场平衡，描述实体经济系统的调整和动态；
3. 假定同质主体、异质部门、自由竞争市场、规模收益不变技术、同类偏好，并遵从瓦尔拉斯法则；
4. 允许特定部门、产品或生产要素在不同层次水平进行替代；
5. 受相对价格变动的影响，生产技术灵活变动。

CGE 模型基于一般均衡理论和社会核算矩阵的结构关系构建，似乎简单规范，便于建立标准的模型范式，但实际上却并不如此。CGE 模型几乎有无穷多种变化，总的来说大致分为这么几种类型：

1. 按照研究目的划分，CGE 模型可分为规范模型和实证模型，或者理论模型和实验模型。具体来说，AGE 属于前者，而 CGE 属于后者。

2. 按照研究时间划分，CGE 模型可分为静态模型和动态模型。前者适用于静态比较分析，后者则适用于动态分析或外推预测。动态模型又可进一步分为递推动态模型和跨期动态模型。前者注重眼前当期行为，而后者则注重长远预期行为。

3. 按照基于的经济理论，CGE 模型可分为新古典主义模型、凯恩斯或 Johansen 模型等。前者注重要素完全就业、价格的调节作用和储蓄驱动等经济特征，后者则主张不完全就业、价格粘性或刚性和投资驱动等经济特征。

4. 按照研究区域划分，CGE 模型可分为单区域模型和多区域模型，或一个国家模型和全球模型。多地区模型由于需要考虑地区间的关联关系，比单地区模型要复杂。

5. 根据不同的模型设计，CGE 模型可以有不计其数的变异。从结构内容上看，CGE 模型不外乎包含产业部门、商品、要素、收入、消费、投资、贸易、居民、企业和政府等几个方面，但这些方面的搭配组合却有千变万化种形式，能形成各种各样的不同模型。

6. 从用途上看，CGE 模型可根据不同用途分别构建成公共财政模型、收入分配模型、劳动力转移模型、结构调整模型、国际贸易模型、经济增长模型、区域经济发展模型、环境资源政策模型、可持续发展模型，等等。一个 CGE 模型可以用于一种用途或多种用途，用途越多，模型就变得越复杂。

第二节 可计算一般均衡模型基本原理

一、一般均衡理论

一般均衡理论的核心可简化为由一对经济主体、一对主体行为和一对市场构成（见图 1-1）。这一对经济主体即是生产者和消费者，如图 1-1 左侧长方块所示；他们的经济行为分别为生产者追求利润最大化和消费者追求效用最大化，如图 1-1 右侧长方块所示。在主体及主体行为之间存在一对市场，即是要素市场和商品市场。生产者与消费者间对于要素的需求和供给必须平衡，这种平衡需要要素价格的调节来实现。类似地，在利润最大化和效用最大化行为驱动下，生产者和消费者共同作用形成商品的总供给和总需求，其中消费者是商品的最终需求者，生产者既是中间消耗商品的需求者又是供给者（如图 1-1 中折线所示）。商品市场的总供给和总需求也必须平衡，这种平衡需要商品价格的调节来实现。

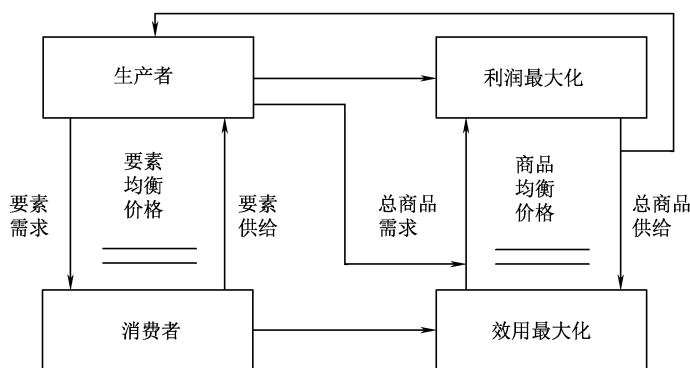


图 1-1 一般均衡理论的核心经济关系

二、瓦尔拉斯法则与相对价格变动

一般均衡假说最早由 Walras（1874）正式提出，因此也叫瓦尔拉斯均衡（Walras equilibrium）。一般均衡理论的一个重要原理是瓦尔拉斯法则（Walras' Law），它指一个经济体的所有市场如果除一个市场之外其他各个市场的供需均达到平衡，那么这最后一个市场也一定达到了供需平衡，因为整个经济体的总供需是天然平衡的。该原理的逻辑简单，不难用数学推演出来。

假设在一个无生产、纯交换的经济中，存在 N 种不同的商品（ $i = 1, 2, 3, \dots, N$ ）， H 个不同的消费者或交换者（ $h = 1, 2, 3, \dots, H$ ）； N 种商品的数量和价格分别为， $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ 和 $p = (p_1, p_2, \dots, p_N)$ ，每个交换者的财富为 w_h ，拥有的各种商品的数量为 e_{ih} 。

假定需求服从关于价格零阶齐次的连续非负函数， $d_{ih}(p, w_h)$ ，即：

$$d_{ih}(\lambda p, \lambda w_h) = \lambda^0 d_{ih}(p, w_h) = d_{ih}(p, w_h)$$

该条件意味着需求不随价格及财富的等比例变化而改变，如美元变为人民币。

对于每个交换者来说，全部消费的价值（方程的左边）要等于其全部财富的价值（方程的右边），即：

$$\sum_{i=1}^N p_i \cdot d_{ih}(p, w_h) = w_h = \sum_{i=1}^N p_i \cdot e_{ih}$$

对于整个经济体来说，全部消费的价值也要等于其全部财富的价值，即：

$$\sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^N p_i \cdot d_{ih}(p, w_h) = \sum_{h=1}^H w_h = \sum_{h=1}^H \sum_{i=1}^N p_i \cdot e_{ih}$$

将上面两方程合并变换，即得出瓦尔拉斯法则（Walras' Law），即：

$$\sum_{i=1}^N p_i \sum_{h=1}^H (d_{ih}(p, w_h) - e_{ih}) = \sum_{i=1}^N p_i \left(\sum_{h=1}^H d_{ih}(p, w_h) - \sum_{h=1}^H e_{ih} \right) = \sum_{i=1}^N p_i \cdot (d_i(p) - e_i) = 0$$

瓦尔拉斯法则意味着在所有价格条件下全部市场过度需求之和的价值为 0。这是瓦尔拉斯均衡的必要但不充分条件，即在一般均衡状态下总过度需求一定为零。

瓦尔拉斯均衡的充分条件是：

$$d_i(p^*) - e_i = 0$$

该条件说，在 N 个商品市场中，如果给定 N 个正的均衡价格，则每种商品市场的供需一定相等，每个市场只存在一个均衡价格。

一个稍弱些的要求条件是：

$$d_i(p^*) - e_i < 0$$

即在 N 个商品市场中，如果存在 N 个等于 0 的均衡价格，则每种商品市场的需求不会超过供给。

因此，根据瓦尔拉斯法则，我们可以推出，如果 $N-1$ 个商品市场达到供需平衡，则剩下的一个市场也一定是平衡的。证明如下。

假定剩下的一个未知是否平衡的市场是市场 N ，根据瓦尔拉斯法则，我们有：

$$p_N(d_N(p^*) - e_N) = 0$$

既然 $p_N > 0$ ，则

$$d_N(p^*) - e_N = 0$$

因而瓦尔拉斯法则使得第 N 个市场的平衡条件成为冗余条件，也就是说只存在 $N-1$

个独立的条件。我们实际只需要 $N-1$ 个独立的条件方程来求解 $N-1$ 个价格，剩余的一个价格无法求解。不被求解的那个价格需要作为被求解的 $N-1$ 个价格的基准价格外生给定，最终导致被求解的 $N-1$ 个价格其实只是相对于基准价格的相对价格。

尽管 Walras 提出一般均衡假说，其存在性的严格数学证明得益于 Arrow 和 Debreu (1954) 的工作，Scarf (1973) 运用不动点算法证明了一般均衡价格解的存在性和可得性。另一方面，理论上证明一般均衡解存在的唯一性却因模型而异，难度较大。实践中，一般通过测试给定不同初始值的情况下模型解的异同来判断模型解的唯一性。Kehoe 和 Whalley (1985) 从实验的角度出发研究了大量的应用一般均衡模型，均没有发现多重解的存在。

三、生产技术

尽管生产技术和效用偏好的式样很多，CGE 模型最常用的只有少数几种。特别地，通常只采用三种生产技术，即 Leontief、Cobb-Douglas 和 CES 生产技术。Varian (1992) 对这三种技术的形式和特性做了详细的介绍和讨论。

(一) Leontief 生产技术

Leontief 生产技术描述生产的完全无替代或完全互补情形，即生产按照固定投入比例相互搭配进行，不存在各项投入间相互替代的可能。一个典型的 Leontief 生产技术函数有如下形式：

$$X = \min \{ \alpha Q, \beta V \}$$

式中， X 表示产出， Q 和 V 分别表示两种生产投入， α 和 β 分别表示单位投入的产出系数。由于该式不可微分，无法直接代数求解，但从图形看出其最优解。如图 1-2 所示，只有在 L 形等产量曲线的拐点处，即 $Q^*(X) = \frac{X}{\alpha}$ 及 $V^*(X) = \frac{X}{\beta}$ 时，两种投入才能以最小的投入生产出同样产量的产出。否则，在曲线上任何其他点都会有一种投入出现过度使用的情况，因而不是最优选择。这也说明不仅仅在最优解情形时不会出现替代，既使在出现投入过度使用的情况时也不会发生替代。

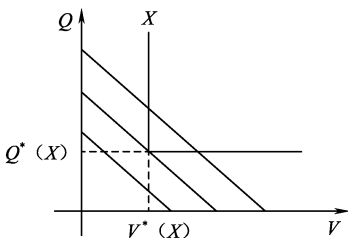


图 1-2 Leontief 生产技术函数图

令 C 和 P 分别代表生产成本和投入品的价格, 则 Leontief 成本函数有如下的形式:

$$C(X) = P_Q \cdot Q^*(X) + P_V \cdot V^*(X) = P_Q \cdot \frac{X}{\alpha} + P_V \cdot \frac{X}{\beta} = X \cdot \left(\frac{P_Q}{\alpha} + \frac{P_V}{\beta} \right)$$

(二) Cobb-Douglas 生产技术

Cobb-Douglas 生产技术描述生产投入的一种可部分替代情形, 即生产的各项投入间存在一定程度的相互替代的可能。在规模收益不变假设条件下, 一个典型的 Cobb-Douglas 生产技术函数有如下形式:

$$X = A \cdot Q^\alpha \cdot V^{1-\alpha}$$

式中, A 代表技术效率系数, α 表示替代系数。该生产函数中各项投入之间的替代比率, 亦即图 1-3 中的等产量曲线的曲率, 由技术替代率 TRS 表示, 即:

$$TRS = -\frac{\frac{dX}{dQ}}{\frac{dX}{dV}} = -\frac{dV}{dQ} = -\frac{A \cdot \alpha \cdot Q^{\alpha-1} \cdot V^{1-\alpha}}{A \cdot (1-\alpha) \cdot Q^\alpha \cdot V^{-\alpha}} = -\frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{V}{Q}$$

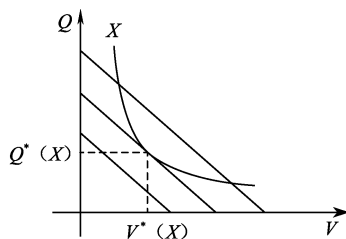


图 1-3 Cobb-Douglas 生产技术函数图

进一步地, 根据替代弹性的定义并用 σ 表示替代弹性, 则有:

$$\sigma = \frac{\frac{\Delta \frac{V}{Q}}{\frac{V}{Q}}}{\frac{\Delta TRS}{TRS}} = \frac{\frac{\Delta \frac{V}{Q}}{\frac{V}{Q}}}{-\frac{\frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \Delta \frac{V}{Q}}{-\frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \frac{V}{Q}}} = \frac{\frac{\Delta \frac{V}{Q}}{\frac{V}{Q}}}{\frac{\Delta \frac{V}{Q}}{\frac{V}{Q}}} = 1$$

因此, Cobb-Douglas 生产技术的替代弹性为 1, 亦即一种投入变动一个百分比则另一种投入也变动同样的百分比。

令 PX 表示生产价格或单位生产成本, Cobb-Douglas 生产技术的解可以从利润最大化问题求出:

$$\text{Max } \pi = PX \cdot X - PQ \cdot Q - PV \cdot V$$

$$\text{Subject to } X = A \cdot Q^\alpha \cdot V^{(1-\alpha)}$$

该问题的最优解分别是：

$$Q = \alpha \cdot \frac{PX \cdot X}{PQ}$$

和

$$V = (1-\alpha) \cdot \frac{PX \cdot X}{PV}$$

将这些解代入原生产函数方程中得：

$$\begin{aligned} X &= A \cdot Q^\alpha \cdot V^{1-\alpha} = A \cdot \left(\alpha \cdot \frac{PX \cdot X}{PQ} \right)^\alpha \cdot \left((1-\alpha) \cdot \frac{PX \cdot X}{PV} \right)^{1-\alpha} \\ &= A \cdot PX \cdot X \cdot \alpha^\alpha \cdot PQ^{-\alpha} \cdot (1-\alpha)^{1-\alpha} \cdot PV^{\alpha-1} \end{aligned}$$

则 Cobb-Douglas 单位成本函数有如下的形式：

$$PX = \frac{(1-\alpha)^{\alpha-1}}{\alpha^\alpha} \cdot A^{-1} \cdot PQ^\alpha \cdot PV^{1-\alpha}$$

或者 Cobb-Douglas 成本函数为：

$$C(X) = PX \cdot X = \frac{(1-\alpha)^{\alpha-1}}{\alpha^\alpha} \cdot A^{-1} \cdot PQ^\alpha \cdot PV^{1-\alpha} \cdot X$$

(三) CES 生产技术

CES 生产技术描述生产投入的可替代的一般情形，即生产的各项投入间可以有不同程度的相互替代可能。在规模收益不变假设条件下，一个典型的 CES 生产技术函数有如下形式：

$$X = A \cdot (\alpha_Q \cdot Q^\rho + \alpha_V \cdot V^\rho)^{\frac{1}{\rho}}$$

式中， A 代表技术效率系数， ρ 表示替代系数， α 表示每一项生产投入占产出价值的比重。该生产函数中各项投入之间的替代比率，亦即图 1-4 中的等产量曲线的曲率，由技术替代率 TRS 表示，即：

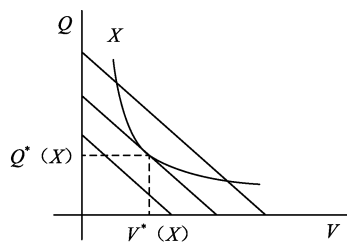


图 1-4 CES 生产技术函数图

$$TRS = -\frac{dV}{dQ} = -\frac{A \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \alpha_Q \cdot \rho \cdot Q^{\rho-1} \cdot (\alpha_Q \cdot Q^\rho + \alpha_V \cdot V^\rho)^{\frac{1}{\rho}-1}}{A \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \alpha_V \cdot \rho \cdot V^{\rho-1} \cdot (\alpha_Q \cdot Q^\rho + \alpha_V \cdot V^\rho)^{\frac{1}{\rho}-1}} = -\frac{\alpha_Q}{\alpha_V} \cdot \left(\frac{Q}{V}\right)^{\rho-1} = -\frac{\alpha_Q}{\alpha_V} \cdot \left(\frac{V}{Q}\right)^{1-\rho}$$

或者

$$\frac{V}{Q} = \left(\frac{\alpha_V}{\alpha_Q} \cdot TRS \right)^{\frac{1}{1-\rho}}$$

两边取对数得：

$$\ln\left(\frac{V}{Q}\right) = \frac{1}{1-\rho} \cdot \left(\ln \frac{\alpha_V}{\alpha_Q} + \ln |TRS| \right)$$

进一步地，根据替代弹性的定义并用 σ 表示替代弹性，则有：

$$\sigma = \frac{\frac{\Delta \frac{V}{Q}}{\frac{V}{Q}}}{\frac{\Delta TRS}{TRS}} = \frac{\frac{d \ln\left(\frac{V}{Q}\right)}{d \ln |TRS|}}{\frac{d \ln |TRS|}{d \ln |TRS|}} = \frac{1}{1-\rho} \cdot \frac{d \ln |TRS|}{d \ln |TRS|} = \frac{1}{1-\rho}$$

上式显示，当 $\rho \rightarrow -\infty$ 时， $\sigma = 0$ ，表示无替代情形，即 Leontief 生产技术；当 $\rho = 1$ 时， $\sigma \rightarrow +\infty$ ，表示完全替代情形，即线性生产技术；当 $\rho = 0$ 时， $\sigma = 1$ ，表示 Cobb-Douglas 替代情形；当 ρ 取任何其他值时，即为一般情形的 CES 生产技术。

与 Cobb-Douglas 生产技术的情形类似，CES 生产函数的解也可以从利润最大化问题求出：

$$\text{Max} \quad \pi = PX \cdot X - PQ \cdot Q - PV \cdot V$$

$$\text{Subject to} \quad X = A \cdot (\alpha_Q \cdot Q^\rho + \alpha_V \cdot V^\rho)^{\frac{1}{\rho}}$$

该问题的最优解分别是：

$$Q = \left(A \cdot \alpha_Q \cdot \frac{PX}{PQ} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\frac{X}{A} \right)$$

和

$$V = \left(A \cdot \alpha_V \cdot \frac{PX}{PV} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\frac{X}{A} \right)$$

将这些解代入原生产函数方程中得：

$$\begin{aligned} X &= A \cdot (\alpha_Q \cdot Q^\rho + \alpha_V \cdot V^\rho)^{\frac{1}{\rho}} = A \cdot \left(\alpha_U \cdot \left(A \cdot \alpha_U \cdot \frac{PX}{PU} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\frac{X}{A} \right)^\rho + \alpha_V \cdot \left(A \cdot \alpha_V \cdot \frac{PX}{PV} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\frac{X}{A} \right)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ &= A^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot PX^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot X \cdot \left(\alpha_U^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot PU^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + \alpha_V^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot PV^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \end{aligned}$$

从 $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$ 知， $1-\sigma = \frac{-\rho}{1-\rho} = \frac{\rho}{\rho-1}$ 且 $\frac{1}{\rho} = \frac{\sigma}{\sigma-1}$ ，于是上式可变成：

$$PX = A^{-1} \cdot (\alpha_Q^\sigma \cdot PQ^{1-\sigma} + \alpha_V^\sigma \cdot PV^{1-\sigma})^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

即 CES 单位成本函数。而 CES 成本函数为：

$$C(X) = PX \cdot X = A^{-1} \cdot (\alpha_Q^\sigma \cdot PQ^{1-\sigma} + \alpha_V^\sigma \cdot PV^{1-\sigma})^{\frac{1}{1-\sigma}} \cdot X$$

四、效用偏好

CGE 模型中使用的效用函数形式很多，但常用的基本就是 Cobb-Douglas、CES 和 Stone-Geary 这三种，也有 Leontief 和其他线性效用函数等但不常用。由于本书没有用到 Stone-Geary 效用函数，这里仅介绍 Cobb-Douglas 和 CES 两种效用函数。此外，对于动态模型来说，还有 CEIS (Constant Elasticity of Intertemporal Substitution)，即不变跨期替代弹性效用函数。

(一) Cobb-Douglas 效用函数

Cobb-Douglas 效用函数描述效用偏好的一种可部分替代情形，即消费需求间存在一定程度的相互替代的可能。在规模效用不变假设条件下，一个典型的 Cobb-Douglas 效用函数有如下形式：

$$U = A \cdot FD_1^\alpha \cdot FD_2^{1-\alpha}$$

式中， A 代表效用度量系数，可以设置为 1，否则可以将效用的价格设置为 1， α 表示替代系数。令 Y 表示总收入水平，Cobb-Douglas 效用函数的解可以从效用最大化问题求出：

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & U = A \cdot FD_1^\alpha \cdot FD_2^{1-\alpha} \\ \text{Subject to} \quad & Y = P_1 \cdot FD_1 + P_2 \cdot FD_2 \end{aligned}$$

该问题求解得马歇尔 (Marshallian) 需求方程，表示在既定的价格和收入水平下为实现最大效用所需要的商品需求水平：

$$FD_1 = \alpha \cdot \frac{Y}{P_1}$$

$$FD_2 = (1-\alpha) \cdot \frac{Y}{P_2}$$

将这些解代入原效用函数中可得间接效用函数 V , 表示在既定的价格和收入水平下可实现的最大效用, 即:

$$U = A \cdot FD_1^\alpha \cdot FD_2^{1-\alpha} = A \cdot \left(\alpha \cdot \frac{Y}{P_1} \right)^\alpha \cdot \left((1-\alpha) \cdot \frac{Y}{P_2} \right)^{1-\alpha} = Y \cdot A \cdot \left(\frac{\alpha}{P_1} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{1-\alpha}{P_2} \right)^{1-\alpha} = V$$

将上式翻转可变为总支出函数 E , 表示为达到既定的效用水平所必须花费的最低成本, 即:

$$Y = U \cdot A^{-1} \cdot \left(\frac{P_1}{\alpha} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{P_2}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} = E$$

总支出函数的最小化情形称为希克斯 (Hicksian) 需求函数, 表示以最小的支出达到既定的效用水平所需要的商品需求水平, 即:

$$\frac{dE}{dP_1} = U \cdot A^{-1} \cdot \left(\frac{\alpha \cdot P_2}{(1-\alpha) \cdot P_1} \right)^{1-\alpha} = FD_1$$

$$\frac{dE}{dP_2} = U \cdot A^{-1} \cdot \left(\frac{(1-\alpha) \cdot P_1}{\alpha \cdot P_2} \right)^\alpha = FD_2$$

(二) CES 效用函数

CES 效用函数描述效用偏好的一般可替代情形, 即消费需求间存在不同程度的相互替代的可能。在规模效用不变假设条件下, 一个典型的 CES 效用函数有如下形式:

$$U = A \cdot (\alpha \cdot FD_1^\rho + (1-\alpha) \cdot FD_2^\rho)^{\frac{1}{\rho}}$$

式中, A 代表效用度量系数, 可以设置为 1, 否则可以将效用的价格设置为 1, ρ 表示替代系数, α 表示每一种商品需求的价值比重。令 Y 表示总收入水平, CES 效用函数的解可以从效用最大化问题求出:

$$\text{Max } U = A \cdot (\alpha \cdot FD_1^\rho + (1-\alpha) \cdot FD_2^\rho)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$\text{Subject to } Y = P_1 \cdot FD_1 + P_2 \cdot FD_2$$

该问题求解得马歇尔 (Marshallian) 需求方程, 表示在既定的价格和收入水平下为实现最大效用所需要的商品需求水平 (推导过程较为繁琐, 这里略去, 但第四章中给出详细过程)。

$$FD_1 = \frac{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{1}{1-\rho}} \cdot Y}{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} = \frac{\alpha^\sigma \cdot P_1^{-\sigma} \cdot Y}{\alpha^\sigma \cdot P_1^{1-\sigma} + (1-\alpha)^\sigma \cdot P_2^{1-\sigma}}$$

$$FD_2 = \frac{(1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{1}{1-\rho}} \cdot Y}{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} = \frac{(1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{1-\sigma} \cdot Y}{\alpha^{\sigma} \cdot P_1^{1-\sigma} + (1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{1-\sigma}}$$

将这些解代入原效用函数中可得间接效用函数 V , 表示在既定的价格和收入水平下可实现的最大效用, 即:

$$\begin{aligned} U &= A \cdot (\alpha \cdot FD_1^{\rho} + (1-\alpha) \cdot FD_2^{\rho})^{\frac{1}{\rho}} \\ &= A \cdot \left(\alpha \cdot \frac{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{1}{1-\rho}} \cdot Y}{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} + (1-\alpha) \cdot \frac{(1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{1}{1-\rho}} \cdot Y}{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ &= A \cdot Y \cdot \left(\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \frac{P_1^{-\frac{1}{1-\rho}}}{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \frac{P_2^{-\frac{1}{1-\rho}}}{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ &= A \cdot Y \cdot \left(\frac{\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}}}{\left(\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\ &= A \cdot Y \cdot \left(\alpha^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_1^{-\frac{\rho}{1-\rho}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_2^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \\ &= A \cdot Y \cdot \left(\alpha^{\sigma} \cdot P_1^{1-\sigma} + (1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{1-\sigma} \right)^{\frac{-1}{1-\sigma}} = V \end{aligned}$$

将上式翻转可变为总支出函数 E , 表示为达到既定的效用水平所必须花费的最低成本, 即:

$$Y = U \cdot A^{-1} \cdot \left(\alpha^{\sigma} \cdot P_1^{1-\sigma} + (1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} = E$$

总支出函数的最小化情形称为希克斯 (Hicksian) 需求函数, 表示以最小的支出达到既定的效用水平所需要的商品需求水平, 即:

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dP_1} &= U \cdot A^{-1} \cdot \alpha^{\sigma} \cdot P_1^{-\sigma} \cdot \left(\alpha^{\sigma} \cdot P_1^{1-\sigma} + (1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{1-\sigma} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} = FD_1 \\ \frac{dE}{dP_2} &= U \cdot A^{-1} \cdot (1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{-\sigma} \cdot \left(\alpha^{\sigma} \cdot P_1^{1-\sigma} + (1-\alpha)^{\sigma} \cdot P_2^{1-\sigma} \right)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} = FD_2 \end{aligned}$$

(三) CEIS 跨期动态效用函数

静态效用函数表示在同一时间点上不同种商品间的替代情形，而跨期动态效用函数则表示在不同时间点间同一种商品的替代情形。跨期动态效用函数由不同时间点上的效用偏好组成，即：

$$U = U(c_1, c_2, c_3, \dots, c_T) = \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t u(c_t)$$

式中， ρ 表示时间偏好率。在同类偏好条件下，时间点 t 和 $t+1$ 间的替代弹性可按如下公式获得：

$$\sigma_{t,t+1} = \frac{\frac{\Delta \frac{c_{t+1}}{c_t}}{\frac{c_{t+1}}{c_t}}}{\frac{\Delta \frac{U_{c_{t+1}}}{U_{c_t}}}{\frac{U_{c_{t+1}}}{U_{c_t}}}} = - \frac{\frac{d \ln \left(\frac{c_{t+1}}{c_t} \right)}{\frac{c_{t+1}}{c_t}}}{\frac{d \ln \left(\frac{U_{c_{t+1}}}{U_{c_t}} \right)}{\frac{U_{c_{t+1}}}{U_{c_t}}}}$$

式中， $U_{c_{t+1}}$ 和 U_{c_t} 分别表示在时间点 t 和 $t+1$ 的边际效用。

令 $U(c_t) = \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta}$ ，则 CEIS 跨期动态效用函数有其可加可分（additively separable utility）基本形式：

$$U = U(c_1, c_2, c_3, \dots, c_T) = \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta}$$

式中， θ 表示替代系数，替代弹性为：

$$\sigma_{t,t+1} = - \frac{\frac{d \ln \left(\frac{c_{t+1}}{c_t} \right)}{\frac{c_{t+1}}{c_t}}}{\frac{d \ln \left(\frac{U_{c_{t+1}}}{U_{c_t}} \right)}{\frac{U_{c_{t+1}}}{U_{c_t}}}} = - \frac{\frac{d \ln \left(\frac{c_{t+1}}{c_t} \right)}{\frac{c_{t+1}}{c_t}}}{\frac{d \ln \left(\frac{c_{t+1}^{-\theta}}{c_t^{-\theta}} \right)}{-\theta d \ln \left(\frac{c_{t+1}}{c_t} \right)}} = \frac{1}{\theta}$$

令 $U(c_t) = \ln(c_t)$ ，则 CEIS 跨期动态效用函数变成替代系数 $\theta=1$ 时的一种特殊的简化形式：

$$U = U(c_1, c_2, c_3, \dots, c_T) = \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \ln c_t$$

其替代弹性为 1。

五、嵌套系统

在 CGE 应用建模中, 由于涉及多种产品和要素投入, 生产和消费系统往往不是基于单一技术或偏好而是混合使用多种技术或偏好, 并且这些技术或偏好构成多层次的嵌套系统, 以反映各种产品和要素投入间的不同替代关系。Johansen (1960) 首次使用了 Cobb-Douglas 生产技术描述劳动和资本间的替代关系, 同时保持中间投入不变。这一方法沿用至今, 几乎现今所有的 CGE 模型都使用可灵活变化的 Cobb-Douglas 或 CES 等函数形式表现要素间、要素与产品间以及主要产品间的替代关系, 而将众多的中间投入用 Leontief 固定比例来描述。这是因为可灵活变化的函数形式仅适于表现种类较少的要素或产品间的替代, 无法同时表现多种要素或产品间的替代。Uzawa (1962) 和 McFadden (1963) 等发现, 多种要素或产品情形时, 这些要素或产品间的替代弹性几乎都相等, 因而不够合理。

在 Cobb-Douglas 与 CES 函数形式间的选择上, 前者是后者在替代弹性等于 1 时的一种特殊形式, 数学使用上比较方便, 因而适宜于学术探讨。而后者由于能表现替代的一般情形, 更适宜于应用研究工作。

第三节 投入产出表与社会核算矩阵

CGE 模型的原理来自一般均衡理论，而其结构和数据却基于社会核算矩阵，因为社会核算矩阵某种程度上是一般均衡理论的一种现实体现，是经济系统处于一般均衡状态时的一种静态展示，它能够明确刻画各经济主体、生产和消费行为以及要素和商品市场间的相互关联关系。因此理解和掌握社会核算矩阵的原理和编制是 CGE 建模不可或缺的一个先行步骤。在学习社会核算矩阵之前，还需要对投入产出表有个基本的认识，因为投入产出表构成社会核算矩阵的核心，而社会核算矩阵是投入产出系统的一种扩展。

一、投入产出表

投入产出分析，或称投入产出经济学，曾经流行于 20 世纪后半叶的经济学界，对经济政策的制定产生过重要影响。投入产出分析的核心内容包括三部分，即投入产出表、投入产出系数和投入产出模型。投入产出分析的最显著特点是在产业部门的层次考察经济体的运行情况，将其按照产业部门进行合并则可转换到宏观总量层次。

（一）投入产出表

投入产出表，也称部门联系平衡表或产业关联表，由 Leontief (1941) 提出，它以矩阵形式描述国民经济各部门在一定时期（通常为一年）生产活动的投入来源和产出使用去向，反映出一个经济体中各产业部门之间的数量关联关系和程度。如表 1-1 所示，一个投入产出系统主要由三个象限构成，即产业关联、初始投入和最终使用等象限。第Ⅰ象限，即产业关联象限，位于产业部门与产业部门间的交叉项，是投入产出表的核心。假定总共有 n 个产业部门，则象限中的 x_{ij} ，从纵向看表示第 j 个产业部门的生产活动需要投入使用的第 i 个产业部门生产的产品的数量，称为中间投入；从横向看表示第 i 个产业部门的产品用于第 j 个产业部门的生产活动所消耗的数量，称为中间使用或中间需求。投入产出表中产业部门与产品是一一对应的关系，这是基于投入产出表的一个基本假设，即产品部门的假设，意指每个产业部门只生产本产业的产品，即每个产业只生产一种产品。第Ⅱ象限，即最终使用或最终需求象限，位于产业部门与最终使用间的交叉项，象限中的 Y_i 表示第 i 个产业部门的产品用于最终使用的数量，这主要包括消费与投资。第Ⅲ象限，即初始投入象限，位于产业部门与初始投入间的交叉项，象限中的 V_j 表示第 j 个产业部门的生产活动需要投入使用的初始要素的数量，也称为增加值，这主要包括劳动力和资本。表中的行和列合计项分别称为总产出和总投入。

表 1-1 投入产出表的基本结构

	产业部门 1...n	最终使用	总产出
产业部门 1...n	$x_{i,j}$	Y_i	X_i
初始投入	V_j		
总投入	X_j		

投入产出关系原理即投入产出表含有的关系式为：

行平衡关系：中间使用 + 最终使用 = 总产出

$$\sum_j x_{ij} + Y_i = X_i$$

列平衡关系：中间投入 + 初始投入 = 总投入

$$\sum_i x_{ij} + V_j = X_j$$

总量平衡关系：总投入 = 总产出

$$\sum_j X_j = \sum_i X_i$$

部门平衡关系：每个部门的总投入 = 该部门的总产出

$$X_j = X_i$$

中间投入与使用平衡关系：中间投入合计 = 中间使用合计

$$\sum_i \sum_j x_{ij} = \sum_j \sum_i x_{ij}$$

初始投入与最终使用平衡关系：总初始投入或增加值 = 总最终使用

$$\sum_j V_j = \sum_i Y_i$$

(二) 投入产出系数

依据投入产出表的数据可以计算一些投入产出结构关系系数，这主要包括中间消耗系数、初始投入系数和最终使用系数等。其中，中间消耗系数，也称直接消耗系数、生产系数或投入产出技术系数，记为 a_{ij} ($i, j=1, 2, \dots, n$)，构成投入产出分析的核心，

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

该系数表示第 j 部门单位总生产投入中需要直接投入第 i 部门产品的比例，或第 j 部门单位总产出中需要直接消耗第 i 部门产品的比例。直接消耗系数矩阵通常用字母 A 表示。

初始投入系数表示部门生产投入中要素投入的比例，记为 S_{hj} ($h=1, 2, \dots, H$)， H 表示要素的类型，如劳动力和资本等：

$$S_{hj} = \frac{V_{hj}}{X_j}$$

最终使用系数表示各种最终使用中对各部门产品最终使用的比例，记为 d_{if} ($f=1, 2, \dots, F$)， F 表示最终使用的类型，如消费、投资和出口等：

$$d_{if} = \frac{y_{if}}{Y_f}$$

(三) 投入产出模型

如果假定中间消耗系数固定不变，则可建立著名的 Leontief 投入产出模型：

$$X = A \cdot X + Y$$

$$X = (I - A)^{-1} \cdot Y$$

上式中， X 为总产出，内生变量，列向量； Y 为最终需求，外生变量，列向量； A 为投入产出中间消耗系数矩阵，固定系数； I 为 n 阶单位矩阵， n 为产业部门的数量或产品的种类。

Leontief 投入产出模型也称为投入产出需求拉动模型，按投入产出行平衡关系建立，表示最终需求每增加一个单位引起总产出相应增加的数量。模型的核心是称为 Leontief 逆矩阵的 $(I-A)^{-1}$ ，它捕捉了由最终需求变动所引起的所有产业部门间的全部直接和间接反应，或乘数效应。

投入产出模型也可以按投入产出列平衡关系建立，称为 Ghosh 分配模型或供给驱动模型，其相应的结构系数包括中间分配系数、初始分配系数和最终分配系数。由于这部分内容与本书的主题关系不大，这里就不做详细介绍。投入产出方法除基本投入产出模型之外，还得到了更广泛的发展，这包括动态投入产出模型、投入产出价格模型、区域间投入产出模型、部门间关联分析、资源环境投入产出分析、全要素生产率分析以及一般均衡投入产出分析，等等，本书也不做一一介绍。有兴趣的读者可进一步阅读 Miller 和 Blaire (2009) 或滕亚 (2012) 等参考文献。

(四) GDP 核算

投入产出表中的最终需求项可以进一步分解成消费 (C)、投资 (I)、出口 (Ex) 和进口 (Im) 等项，即 $Y = C + I + Ex - Im$ 。将其代入投入产出行平衡关系式，则

$$X = AX + Y = AX + C + I + Ex - Im$$

将上式做适当变换，得：

$$(X - AX) = C + I + Ex - Im$$

如果将上式中的各项按产业部门进行加总，则加总后的总量关系式为：

$$e (X - AX) = e (C + I + Ex - Im) \quad (1)$$

式中， e 为所有元素均为 1 的行向量， $e = (1, 1, 1, \dots, 1)$ ； e^T 为 e 的转置向量， $e^T = (1, 1, 1, \dots, 1)'$ 。

根据投入产出总量平衡关系，

$$E (C + I + Ex - Im) = (r K + w L) \cdot e^T \quad (2)$$

式中， K 为资本投入； R 为资本回报率； L 为劳动投入； w 为劳动补偿率或劳动薪酬率。

并且 $(r K + w L) \cdot e^T \equiv (M + D + T + S) \cdot e^T$ ，恒等式左边为初始投入或要素投入的理论表达，右边给出投入产出表中初始投入象限中的各项数据，分别是： M 为劳动补偿； D 为资本折旧； T 为净生产税； S 为经营剩余。

合并式 (1) 和式 (2)，得出理论关系式：

$$E (X - AX) = e (C + I + Ex - Im) = (r K + w L) \cdot e^T$$

上式显示，投入产出关系式实际上是国民收入核算等式的分部门形式，将其按照产业部门合并则可转化成国民收入核算等式，而上式恰恰显示出 GDP 的三种核算形式，即生产法、支出法（或称使用法）和收入法（或称要素法）。

1. 生产法计算的 GDP： $GDP1 = e (X - AX)$ ，即 GDP 是总产出扣除掉中间消耗部分后的剩余部分；

2. 支出法或使用法计算的 GDP： $GDP2 = e (C + I + Ex - Im)$ ，即 GDP 等于消费、投资和净出口之和；

3. 收入法或要素法计算的 GDP： $GDP3 = (r K + w L) \cdot e^T \equiv (M + D + T + S) \cdot e^T$ ，即 GDP 是增加值，等于资本回报加劳动补偿。在中国投入产出表中，增加值又被表现为劳动补偿、资本折旧、净生产税和经营剩余之和。

理论上，这三种方法计算出来的 GDP 数值应该完全相等，即 $GDP1 = GDP2 = GDP3$ 。如果三者不相等，则意味着 GDP 核算发生了错误。

（五）投入产出分析的应用与局限

投入产出表及投入产出模型虽然看起来简单直观，但其用途却十分广泛，可以用来分析需求拉动效应、供给驱动效应、区域经济发展、国际贸易政策、收入分配政策、产业结构调整、产业关联关系、产业影响作用、全要素生产率变动、劳动力替代和转移、资源政策、环境政策、能源政策、技术进步、交通运输等国民经济方方面面的问题。

最近二三十年来，投入产出分析已经逐渐淡出经济学的主流数量分析工具之列，投入产出理论和方法的研究仅限于少数专注于这个领域的投入产出经济学家，投入产出方法的应用工作则主要为农业、资源、环境、能源等领域的非经济学专业的研究人员所从事，而经济学家一般都转而运用可计算一般均衡模型替代投入产出模型。这主要有两个原因，一是投入产出方法本身带有严重的局限性或缺陷，二是国民经济核算、社会核算矩阵和可计算一般均衡模型的出现和崛起，显示出比投入产出方法更多更好的优势和功能。投入产出分析的局限性或缺陷主要表现在几个方面：一是产品部门假设，即每个生产部门只生产本部门的产品，这显然不符合现实情况和需要；二是投入产出技术系数被假定固定不变，无法反映技术变动和替代的可能；三是最终使用外生给定，不由经济系统内部产生，这虽然与凯恩斯主义的政府干预理论相符合，但却不能反映收入分配对于最终需求的影响；四是投入产出系统是一个半闭环系统，只表现出产业部门间的关联关系，却没有反映出收入分配与支出间的关系；五是投入产出分析通常假定价格不变，只涉及实物关系，因而无法考虑价格调整机制，不适应政策分析的需求。

二、国民经济核算体系

国民经济核算以账户形式对一个经济体运行状况进行的记录和核算。国民经济核算体系（System of National Accounts，简称 SNA）通过一系列宏观经济账户、平衡表和数据表等对国民经济的运行状况做出完整描述。早期的国民经济核算体系（SNA，1968）依据投入产出表建立，之后的发展逐步添加进扩展内容（SNA，1993），最新的版本已经扩展包括环境和金融等卫星账户（SNA，2008，2012）。

国民经济核算体系基于国际上公认的概念、定义、分类和核算规则建立，便于国际比较。其宏观经济账户反映经济活动、流量和发生的先后顺序等内容，平衡表反映经济资产和负债的存量水平，数据表则给出更为详细的细分类信息。宏观经济账户分为经常账户和累积账户两种。经常账户又分为生产账户和收入账户两种，分别记录商品和服务的生产、收入的产生、收入的初始要素分配和机构间再分配以及用于消费或储蓄的收入使用，等等。经常账户又细分为生产活动账户、商品账户、生产要素账户、机构账户以及国外账户等。累积账户分为资本账户、金融账户和其他账户三种，分别记录机构部门通过交易或其他事件引起的金融和非金融资产和负债的获得和清算。

平衡表表示机构或生产部门在期初期末所持有的资产和负债的存量的价值，分为开始、变动和收尾等账户。数据表的核心是供给表、使用表和其他投入产出数据表，

此外还包括金融交易表、金融资产和负债表、完全平衡表、资产负债账户、职能分析表、人口和劳动力投入表，等等。其中，使用表和供应表修改了投入产出表的产品部门假设，允许一个部门生产多种产品，一种产品由多个部门生产，将投入产出表的产业关联内容一分为二，是投入产出表的一种修正和扩展形式，符合实际情形和应用的需求。

三、社会核算矩阵的结构和原理

社会核算表也叫社会核算矩阵（Social Accounting Matrix，简称 SAM）是国民经济核算体系的矩阵表现形式，它将社会经济系统的各个组成部分以及它们间的相互关联同时展现在一张纵横交错的矩阵形式的表格内，从而可以对一个经济体在一定时期的社会经济状况做出全景式的描述，为宏观经济分析提供必要的的数据准备和基本工具，是可计算一般均衡模型及其他大规模数量经济结构模型建模的数据基础。如表 1-2 所示，社会核算表将国民经济核算体系六大账户整合于一张纵横交错的矩阵表内。这些账户依次是生产活动账户、商品账户、生产要素账户、机构账户、资本账户以及国外账户。每一个账户又依次细分为各产业部门、各种商品、劳动和资本要素、居民和政府、投资和存货以及进口和出口等项目。

表中的第 1 列给出全部生产活动，同时第 1 行显示全部生产活动所产生的全部产品。表中的第 2 列给出本国吸收的全部商品及其构成，包括本国产品及进口，同时第 2 行展示本国全部产品的使用去向，包括用于生产活动的中间消耗，用于机构部门的最终消费，用于投资活动的消耗，以及用于出口。表中的第 3 列给出全部要素收入在机构部门中的分配情况，同时第 3 行显示出要素使用从生产活动中取得的收入。表中的第 4 列表示机构部门收入的支出情况，包括对商品的消费，以及剩余收入的储蓄，同时第 4 行则表示机构部门从生产税、进口税和要素收入中取得的收入情况。表中的第 5 列给出投资活动对于产品的消耗情况以及对于国外的净投资，同时第 5 行表示机构部门的储蓄情况。表中的第 6 列给出本国产品的出口情况以及来自国外的转移支付，同时第 6 行显示国外商品的进口情况以及国外净投资。

社会核算矩阵表中的行和与对应的列和之间存在相等的平衡关系。表 1-2 中，总生产成本等于本国总生产，本国市场上的总商品吸收等于本国市场总商品供给，生产要素的全部补偿等于总要素收入，机构部门收入的总支出等于其总收入，总投资等于总储蓄，最后总国外交换获得等于总国外交换支出。

表 1-2 社会核算矩阵表的结构

	生产	产品	要素	机构	投资	国外	总收入
生产		本国产品供给					总本国生产
产品	中间投入			消费	投资	出口	总市场供给
要素	要素补偿收入						总要素收入
机构	净税收	进口税	要素收入			来自国外的转移支付	总机构收入
投资				储蓄			总储蓄
国外		进口			国外净投资		总国外交换支出
总支出	总生产成本	总吸收	总补偿	总支出	总投资	总国外交换获得	

如表 1-2 所示，社会核算矩阵的有些元素格表示相应账户间的关系，另一些元素格为空白，表示账户间不存在关系。从表的第 1 列生产项来看，其与第 1 行生产项不存在任何关系，交叉项为空白。事实上，社会核算矩阵的对角线上的所有项均为空白，不记录项目自身与自身间的关系。第 1 列生产项与第 2 行产品项的交叉项为中间投入矩阵，即投入产出表中的使用表，表示生产活动需要投入的中间产品数量。第 1 列生产项与第 3 行要素项的交叉项为要素补偿收入行向量或矩阵（多要素时为矩阵），即投入产出表中的初始投入部分，表示生产活动需要投入的生产要素的数量。第 1 列生产项与第 4 行机构项的交叉项为净税收，也是投入产出表中的初始投入的一部分，表示生产税扣除补贴后的净值。第 1 列生产项与第 5 行投资项和第 6 行国外项的交叉项均不存在，表示生产活动不与投资和国外发生直接关系。

从表的第 2 列产品项来看，其与第 1 行生产项的交叉项为本国产品供给矩阵，即投入产出表中的供给表或制造表，表示本国生产活动所产生的产品数量。在投入产出表的产品部门假设条件下，该矩阵只有对角线上的各元素格非空白，其余元素格均为空白，表示生产部门与产品间的一一对应关系。如果没有产品部门假设，则该矩阵就不仅仅对角线上元素格非空白，非对角线上元素格有的也非空白。第 2 列产品项与第 4 行机构项的交叉项为进口税行向量，表示政府对进口品征缴的关税。该列与第 6 行国外项的交叉项为进口品的数量。

第 3 列要素项与第 4 行机构项的交叉项为要素收入在机构部门间的再分配。第 4 列机构项与第 2 行产品项的交叉项为消费需求矩阵，表示机构部门对本国市场上商品的消费数量。本国市场上的商品指本国生产并供应到本国市场的产品以及进口品。该列与第 5 行投资项的交叉项为机构部门储蓄的数量。第 5 列投资项与第 2 行产品项的交叉项为投资需求列向量或矩阵（当投资分为各产业部门时为矩阵），表示投资活动对本国市场上商品的需求数量。本国市场上的商品指本国生产并供应到本国市场的产品

以及进口品。该列与第 6 行国外项的交叉项为国外净投资的数量,表示本国资本对国外投资与国外资本对本国投资的净额,前者大于后者。如果后者大于前者,则该项为负数。为避免表中出现负值,这时需要将此项移动调整到第 6 列与第 5 行的交叉项。另一种方法是,将这两种投资分别列出,不计算净值,即第 5 列与第 6 行的交叉项为本国资本对国外投资,第 6 列与第 5 行的交叉项为国外投资与国外资本对本国投资。表中第 6 列与第 2 行的交叉项为出口列向量或矩阵,表示本国生产的产品供应到国外市场的部分。该列与第 4 行机构部门项的交叉项表示来自国外的转移收入。同样,第 4 列与第 6 行的交叉项也可以表示本国机构部门对国外的转移支付。

四、社会核算矩阵的设计和编制

社会核算矩阵的数据主要来自于政府部门的官方统计数据,有的国家或地方政府直接提供编制完成的宏观社会核算矩阵表,有的国家或地方政府则只发布国民经济核算的数据并不直接发布社会核算矩阵表。此外,官方统计部门提供的国民经济核算数据或者社会核算矩阵表注重于对于宏观经济总体状况的描述,往往不能直接满足专门研究的需要,因此实际应用中一般都需要自己动手设计和编制符合研究需要的社会核算矩阵表。

社会核算矩阵的基本结构由国民经济核算账户及其关系组成,但其具体形式却多种多样,主要表现为各个账户内容的展示程度。事实上,表 1-2 中的六大账户每个都可以继续细分。譬如,生产活动可以细分为各个产业部门的生产活动,商品可以细分为各种商品,生产要素可以细分为劳动力和资本,机构可以细分为居民和政府,投资可以细分为新增资本和存货变动,国外可细分为各地区或洲、各共同体或联盟、各国国家,等等。其中,每一项又可以继续细分。譬如,劳动力分为各类型,资本分为各种类,居民分为城镇居民和农村居民,政府分为中央政府和地方政府,新增资本可分为各产业部门的新增资本,存货变动分为各种商品的存货变动,等等。理论上,这种自顶向下的细分可以一直继续下去,直到与微观经济活动相吻合,达到自顶向下与自底向上的衔接。社会核算矩阵的行和列越多,反映的信息量就越多,但行列之间的关系也变得更加复杂,数据收集难度增大。

实际工作中,社会核算矩阵的具体形式主要依据研究目的而设计。如果要研究某个产业部门的生产活动及其与经济总体的关系,则可对该部门做详细刻画,而对经济体的其余部分做适当的简化处理。譬如,研究农业、林业、钢铁行业、制造业、能源部门、金融、房地产、服务业等。如果要研究产业结构变动情况,则需要尽可能地细化产业部门的分类。如果要研究国际贸易情况,则需要细化进出口、关税、汇率和国

际投资等内容。如果要研究就业、劳动力替代与转移、工资以及收入分配等问题，则需要详细刻画劳动力的种类。如果要研究技术进步的作用，则需要注重刻画投资、资本种类等内容。如果要研究经济发展与资源环境保护间的关系，则需要将资源环境等内容增添进社会核算矩阵中构建扩展的资源环境经济社会核算矩阵。

社会核算矩阵的架构形式设计完成后，下一步的编制工作就是在表中相关的位置上填充数据。这种编制一般采取自顶向下的方式，即主要依据投入产出表和国民经济核算其他账户以及一些相关统计年鉴的数据，将生产、产品、要素、机构、投资和贸易这几个账户串起来，并达到各行列的平衡。如果表的设计包含有微观经济数据，则需要采取自底向上的方式填充数据，但同时也不能完全脱离自顶向下的宏观经济结构。微观数据的汇总需要与宏观数据保持一致，实际编制中几乎做不到二者间的完美协调，这时不可避免地需要依据一定的假设做一些适当的调整。

社会核算矩阵的编制没有统一的定式和程序，一个简便的方法是从左至右、自上而下编制。具体步骤如下：

1. 从表的最左端的生产部门各列开始编制使用表的数据。依据投入产出表及其他相关信息提供的数据，自上而下填进每个生产部门的生产中间投入结构数据。

2. 继续编制生产部门的生产要素投入、税和补贴等数据，分别在要素、机构部门等行与生产部门各列形成的各行向量的相应位置填进数据。

3. 在表的汇总行即最后一行与各生产部门形成的行向量处按行汇总得各部门总投入，完成关于生产投入的全部编制。

4. 从表的产品列的最上方开始编制供给表或制造表的数据。依据投入产出表及其他相关信息提供的数据，在生产部门各行与产品各列形成的供给矩阵的相关位置填进相应的每个生产部门的产品供给数据。最简单的情形是产品部门假设情形，即每个部门只生产一种产品，这时只需将第一步中汇总得来的各部门的总投入数据填到供给矩阵的对角线的相应位置上。

5. 从表的产品列继续自上而下编制产品供给数据。依据投入产出表或进口数据，在国外及机构部门行与产品列形成的进口和进口税等行向量的相关位置填进相应的每种商品的进口及进口税数据。

6. 在表的汇总行与各产品列形成的行向量处按行汇总得各商品总供给，完成关于商品供给来源的全部编制。

7. 在表的要素列与机构部门行的交叉项填进要素收入在机构部门间的分配数据。这部分数据未包含在投入产出表中，需要从其他来源或估算获得。

8. 在表的机构列与产品行的交叉项、与投资行的交叉项分别填进消费和储蓄的数据。这部分数据可以从投入产出表及其他来源获得。该列的汇总之和即为机构部门的总支出。

9. 在表的投资列与产品行的交叉项、与国外行的交叉项分别填进投资和对国外净投资的数据。这部分数据可以从投入产出表及其他来源获得。该列的汇总之和即为总投资。

10. 在表的国外列与产品行的交叉项、与机构行的交叉项分别填进出口和来自国外的转移支付的数据。这部分数据可以从投入产出表及其他来源获得。该列的汇总之和即为国外对本国的总支出。

11. 从表的各列分别填入相应数据后，便可对各行按列进行汇总。生产部门、产品、要素、机构、投资和国外各行的汇总数据分别表示各部门的总产出、本国市场的总产品需求、要素收入、机构总收入、储蓄收入和国外从本国取得的总收入。

社会核算矩阵表的各项数据填入后并不能保证其行和列的完全自动平衡，往往需要通过适当的调整来达到最终完全平衡。常用的平衡调整方法有两种，一种是机械方法，另一种是人工方法。前者包括 RAS(Bacharach, 1970)和交叉熵(Robinson et al, 2001)等方法，操作简便，缺点是其过程和结果反映不出经济涵义。后者指编制者根据相关经济理论和信息资源对平衡项做出必要的判断、估算和假定，操作略为复杂和麻烦，但优点是其过程和结果有明确的经济涵义。因此，在条件允许的情况下，一般以运用第二种方法即人工调整方法为好。

第四节 可计算一般均衡模型基本结构

可计算一般均衡模型的核心骨架由三组基本条件方程构成，其余方程则用于求解衍生变量、评价指标、政策工具变量以及经济系统外扩展应用变量等。这三组基本条件分别是零利润条件、无过度需求或市场出清条件以及收支平衡条件。对于动态模型，还有一组资本动态积累条件。

一、零利润一般均衡条件

对于生产企业 j , $p_j - cs_j \leq 0$ ，即生产价格不能大于生产成本。

其松弛互补格式为： $S_j \cdot (p_j - cs_j) = 0$ ，指如果生产价格等于生产成本，则生产活动或供给量为正；如果生产价格小于生产成本，则生产供给量为零。如果没有生产价格不能大于生产成本的限制条件并且生产价格大于生产成本，则生产供给量趋于无穷大。由此可见，该条件决定着生产供给量水平。

对于消费者 h , $pu_h - cu_h \leq 0$ ，即效用价格不能大于效用成本。

其松弛互补格式为： $U_h \cdot (pu_h - cu_h) = 0$ ，指如果效用价格等于效用成本，则效用供给量为正；如果效用价格小于效用成本，则效用供给量为零。如果没有效用价格不能大于效用成本的限制条件并且效用价格大于效用成本，则效用供给量趋于无穷大。由此可见，该条件决定着效用供给量水平。

二、无过度需求或市场出清一般均衡条件

对于商品 i , $D_i - S_i \leq 0$ ，即生产需求量不能大于生产供给量。

其松弛互补格式为： $p_i \cdot (D_i - S_i) = 0$ ，指如果生产需求量等于生产供给量，则生产价格为正；如果生产需求量小于生产供给量，则生产价格为零。如果没有生产需求量不能大于生产供给量的限制条件并且生产需求量大于生产供给量，则生产价格趋于无穷大。由此可见，该条件决定着生产价格水平。

对于要素 f , $D_f - S_f \leq 0$ ，即要素需求量不能大于要素供给量。

其松弛互补格式为： $p_f \cdot (D_f - S_f) = 0$ ，指如果要素需求量等于要素供给量，则要素价格为正；如果要素需求量小于要素供给量，则要素价格为零。如果没有要素需求量不能大于要素供给量的限制条件并且要素需求量大于要素供给量，则要素价格趋于无穷大。由此可见，该条件决定着要素价格水平。

需要注意的是，商品市场与要素市场的一般均衡条件虽然看起来类似但并不完全相同。商品市场的供需双方均由市场内生决定，商品价格调节双方直到均衡为止。要

素市场的需求由市场内生决定而供给既可以由市场内生决定也可以外生给定。如果是前者,则要素价格调节供需双方直到达到平衡为止;如果是后者,则要素价格调节需求直到与外生的供给达到平衡为止。

对于消费者 h , $Y_h / pu_h - U_h \leq 0$, 即效用需求量不能大于效用供给量。

其松弛互补格式为: $pu_h \cdot (Y_h / pu_h - U_h) = 0$, 指如果效用需求量等于效用供给量,则效用价格为正;如果效用需求量小于效用供给量,则效用价格为零。如果没有效用需求量不能大于效用供给量的限制条件并且效用需求量大于效用供给量,则效用价格趋于无穷大。由此可见,该条件决定着效用价格水平。

三、平衡条件

关于消费者 h , $Y_h = \sum_f Y_{hf}$, 即消费者的支出等于其收入,居民收支平衡。该条件决定着居民总支出水平。

关于政府, $Y_g = \sum_r Y_{gr}$, 即政府的支出等于其收入,政府收支平衡。该条件决定着政府总支出水平。

关于储蓄与投资, $SAV = \sum I_j$, 即投资等于储蓄,储蓄投资平衡。该条件决定着总投资水平,属于新古典主义假设条件,对于凯恩斯主义则相反,即储蓄由投资决定。

关于国外, $Total EMP = Total IMP + FI$, 即国外对本国的支出等于其从本国取得的收入,国际收支平衡。或者反过来看,本国从国外取得的收入等于其对国外的支出。该条件决定着汇率水平。

四、资本积累条件

对于生产企业 j , $K_{j,t+1} = (1 - \sigma_j) \cdot K_{j,t} + I_j$, 指 $t+1$ 时期初的资本积累水平亦即 t 时期末的资本积累水平,等于 t 时期初的资本积累水平减去其当期自然损耗加上投资活动在当期形成的新增资本。

五、其他变量计算方程

模型基于一般均衡条件求出均衡变量后,便可以通过一些其他非核心方程进一步计算其他价格、数量和收支等衍生变量,如计算 GDP、福利、CPI、增长、影响等评价指标变量,计算配额、限额、定量、征税、收费、补贴、交易、拍卖、技术进步、创新等政策变量,以及计算自然、社会、金融等系统扩展变量,等等。

第五节 可计算一般均衡模型建模程序

1. 明确表达所要研究的问题及其与 CGE 模型的相关性；
2. 确定模型的维度、分类和规模；
3. 选择生产技术和偏好类型；
4. 以数学方式写出完整的 CGE 模型，确定内生变量、外生变量和参数；
5. 将 CGE 数学模型转化为以 GAMS 软件写成的计算机程序；
6. 依据模型要求构建对应的 SAM 表；
7. 在 CGE 模型计算机程序中写出数据导入指令，将 SAM 表数据读入计算机；
8. 依据读入的数据给外生和内生变量赋初始值；
9. 依据外生和内生变量的初始值校准各参数；
10. 检验模型运行结果是否能够复制原数据；
11. 改变外生变量或参数的值考察模型结果的变动情况；
12. 分析模型结果变动的意义及原因。

第六节 可计算一般均衡模型建模疑难

一、如何确定模型设置是否正确？

这需要从几个方面来检验：

1. 一个正确的 CGE 模型应该是一个方阵系统，有 n 个独立条件方程对应 n 个内生变量；
2. 模型应该包含全部一般均衡条件；
3. 模型输入读取的数据与原始数据一致；
4. 模型的变量赋值和参数校准没有问题；
5. GAMS 程序显示模型正常运行；
6. 模型运行的结果应该能够复制原始数据；
7. 变动参数或外生变量的值，模型仍旧能够产生合理的结果。

二、如何鉴别模型运行是否正常？

鉴别模型运行状况的方法很多，没有固定程序遵循。一般可设置一些检验指标，观察其是否异常。具体地，可以采用如下办法：

1. 模型运转完成后，分别采用计算 GDP 的生产法、收入法和使用法这三种方法计算 GDP 值。理论上这三个值应该完全相等，如果任意一对之间不相等则说明模型未正常运行。
2. 改变一些变量的初始值来观察模型解是否发生相应的变化。如果不同的初始值产生不同的模型解，说明模型存在问题。
3. 变动基准价格的数值。观察名义变量是否发生相应的改变，实物变量是否保持不变，否则模型存在问题。
4. 设置一些平衡检验项。如果这些项不为零则说明模型未正常运行。

三、如何确定标准化价格、基准价格、相对价格及基期价格？

CGE 模型各变量的初始值主要来源于 SAM 表，表中的数值仅表示各变量在当期的价值量，并未给出其价格或实物量。如果各变量的价格已知，则可相应地计算其实物数量。反之，如果各变量的实物量已知，则可相应地计算其价格。实际应用中，一般很难独立于 SAM 表系统地收集各变量的价格或实物量的数据，为简便起见通常都将价格标准化，即假定每个原始变量的价格均为 1。譬如，假定一升汽油的实际价格是 4 元钱，标准化后的价格变成每 0.25 升汽油 1 元钱；一吨钢材的实际价格是 2000 元钱，

标准化后的价格变成每 0.5 千克钢材 1 元钱，等等。标准化后的价格即为标准化价格。随着价格的标准化，各变量的实物量在数值上就等同于价值量了。标准化后各变量的实物量与价值量的单位仍旧不同，前者是物理单位，如升、吨、千克等，后者是以元表示的货币单位，而以物理单位表示的不同变量的实物量无法直接加总和比较。

CGE 模型通过价格变量的调节来达到一般均衡状态，因而需要依据一般均衡条件计算一般均衡价格变量。根据瓦尔拉斯法则， n 个一般均衡价格变量无法由 $n-1$ 个独立的一般均衡条件解出，需要将其中的一个价格变量固定下来作为基准价格，将其余 $n-1$ 个价格与其比较计算相对价格，而模型能够解出的只是 $n-1$ 个相对价格。基准价格的选择不仅限于 n 个商品价格之一，还可以是综合价格指数等变量，只要这些变量能够实质有效地将 n 个商品价格的一个固定下来即可。

对于多时期动态模型来说，价格变量还表现为时期的不同，这时就需要将一个时期一般是最初时期的价格作为基期价格，而视其他时期的价格为价格指数变化。

四、如何设置闭合？

CGE 模型为了保证存在唯一解，需要独立约束条件的数目等于内生变量的数目，即各独立约束条件与相应的内生变量间存在一一对应的关系。闭合，顾名思义就是指模型的各平衡项双方的对接，是一种通过外生变量和内生变量的设定使得 CGE 模型独立约束条件数目与内生变量数目相等的方法。对于商品市场和要素市场平衡的对接称为微观闭合，对于宏观平衡的对接称为宏观闭合。闭合的形式多种多样，没有固定的模式，主要依据经济现实、研究问题和模型设置的需要而确定。

闭合与基准价格的选择并不是一回事却又相关。如果选择一种商品的价格（或者综合价格指数）作为基准价格，则该种商品的供需平衡关系不再需要价格来调节，平衡约束条件也不复存在，瓦尔拉斯法则确保在一般均衡状态下该商品的供需将相等。这时，其他商品的供需平衡关系、要素供需平衡关系以及宏观平衡关系则需要调节变量来调节以达到对接、平衡或闭合。对于其他商品的供需平衡对接来说，商品价格是其调节变量，商品供需双方均由商品价格来调节实现对接平衡或微观闭合，因此商品的供给、需求和价格三个变量全部为内生变量。

要素供需平衡的对接比较复杂，主要有三种情形。第一种情形是，要素价格是调节变量，要素供需双方均由要素价格来调节实现对接平衡或微观闭合，因此要素的供给、需求和价格三个变量全部为内生变量。这时要素可以完全或不完全利用。第二种情形是要素价格仍是调节变量，要素供给外生给定，要素需求由要素价格调节与要素供给实现对接平衡或微观闭合，因此要素的供给是外生变量，而要素需求和价格均为

内生变量。这是要素完全利用情形。第三种情形是，要素价格外生给定，要素需求由生产内生决定，而要素供给则与要素需求实现对接平衡或微观闭合，因此要素价格是外生变量，而要素需求和供给均为内生变量。内生的要素供给也许小于要素禀赋，因此这是要素不完全利用情形。

宏观平衡对接更为复杂，其中储蓄投资平衡的对接分为三种情形。第一种情形是，利率作为调节变量，储蓄投资双方均由利率来调节实现对接平衡或宏观闭合，因此储蓄、投资和利率三个变量全部为内生变量。这是利率调节情形。该情形通常不会发生，因为建立储蓄或投资的利率调节方程比较困难。因此，CGE 模型几乎都假定储蓄与投资间存在等式关系，或者投资等于储蓄，或者储蓄等于投资，即下面的第二种和第三种情形。第二种情形是，利率外生给定，储蓄由收入支出产生，投资与储蓄实现对接平衡或宏观闭合，因此利率是外生变量，而储蓄和投资均为内生变量。这种情形称为储蓄驱动情形。第三种情形是，利率外生给定，投资由消费支出决定，储蓄与投资对接实现宏观闭合，因此利率是外生变量，而储蓄和投资均为内生变量。这种情形称为投资驱动情形。

上面，要素供需平衡完全利用情形与储蓄投资平衡的储蓄驱动情形合并统称为新古典主义闭合 (Neoclassical closure)，要素供需平衡完全利用情形与储蓄投资平衡的投资驱动情形合并统称为约翰森 (Johansen closure) 闭合，要素供需平衡不完全就业情形与储蓄投资平衡的投资驱动情形合并统称为凯恩斯闭合 (Keynesian closure)，其余还有很多种闭合，如新凯恩斯闭合或卡尔多闭合 (Kaldorian closure)，等等。如果要素进一步分为劳动和资本，并且劳动供需平衡完全就业，资本不完全利用，则构成刘易斯闭合 (Lewis closure)。

如果选择利率作为基准价格，则储蓄投资平衡关系变得简单，平衡约束条件不复存在，不再需要任何形式的对接或闭合，瓦尔拉斯法则确保在一般均衡状态下储蓄等于投资。这也正好解决了储蓄投资平衡关系第一种情形的难题，即不再需要利率来调节储蓄与投资间的平衡，储蓄与投资间按照瓦尔拉斯法则自动平衡。因而，CGE 模型经常选择利率作为基准价格。

在开放经济中，国际收支平衡关系由汇率调节，同时经常账户余额即国外投资与储蓄投资平衡相关。如果选择固定汇率作为基准价格，则国际收支按照瓦尔拉斯法则自动平衡，系统自动闭合，不存在宏观闭合的问题。如果汇率不是基准价格，并且假定国外投资外生给定，则汇率作为调节变量实现国际收支对接平衡或宏观闭合。

除此之外，如果机构部门分成居民和政府，政府支出也有两种宏观闭合选择。一

一种是假定政府储蓄外生给定，政府消费内生，政府收入作为内生调节变量通过收入调节达到政府收支平衡或宏观闭合。另一种是假定政府消费外生给定，政府收入内生，政府储蓄作为内生调节变量通过储蓄调节达到政府收支平衡或宏观闭合。

五、如何校准参数？

参数校准是 CGE 建模的一个重要环节，确保其操作的正确性和准确性是实现模型运转的关键步骤。参数校准的过程并不深奥，但却较为复杂，极易出错，需要细心和耐心。具体来说，参数校准的过程可以分为五个步骤：

1. 首先区分全部未知参数中哪些由外生给定，哪些需要估计或推算，哪些可以校准获得；
2. 将变量区分为价值量、价格和实物量三种指标，将价格标准化，然后根据 SAM 表提供的价值量数据计算出各变量的实物量。
3. 给需要校准的参数所在的方程中的所有变量赋值，包括价值量、实物量和价格，同时也给方程中不需要校准的参数依据外生给定值或估计值赋值，使得需要校准的参数成为方程中唯一的未知数；
4. 在方程中求得未知参数的解，完成该参数值的校准；
5. 对下一个参数重复从第 3 步至第 4 步的校准过程。

六、如何确定模型解的存在性、唯一性和稳定性？

CGE 模型需要存在稳定的唯一解才能被用来研究实际问题。然而，由于 CGE 模型的形式多种多样，对于每一个模型都试图运用数学方法从理论上严格证明其解的存在性、唯一性和稳定性，费时费力，难度很大，阻碍了模型的应用工作。实际应用中，一个简便的办法是通过改变变量的初始值来观察模型解是否发生相应的变化。如果 CGE 模型构建合理，其解必然存在，而且唯一、稳定，改变变量的初始值不会给模型解带来变化。如果 CGE 模型构建错误，改变变量的初始值将会产生不同的模型解。

七、如何衡量和评价 CGE 模型的模拟结果？

首先，CGE 模型要能够模拟再造它的初始状态，即在基本情形下模型的输出结果要与输入数据完全吻合，否则模型存在问题。这个输出结果通常就被作为基准情形。其次，要将政策冲击等外生变动引起的偏离基准情形的结果与基准情形进行对比，考察各项指标或各个变量的变动情况。再次，设置一些综合衡量和评价指标，如 GDP、福利变动、CPI 和其他影响指标等。其中，GDP 与福利的变动并不一定一致，GDP 增加不一定意味着福利也一定增加，反之亦然。在考察 CGE 模型的模拟结果时，经济学

家往往更看重福利的变化，这是因为分清楚谁是一项政策的受益者或受害者对于政策的制定和实施至关重要。

对于福利变化的衡量，最常用的方法是测算等价性变化量（Equivalent Variation, EV）和补偿性变化量（Compensating Variation, CV）这两个指标。等价性变化量测算一项特定的效用变动引起的按现价格计算的支出的变化量，表示消费者为达到一个新的效用水平所需要相应（预备）增加的收入量，其式为：

$$EV = E(U_1, P_0) - E(U_0, P_0) = \frac{(U_1 - U_0)}{U_0} \cdot Y_0 = (U_1 - U_0) \cdot PU_0$$

式中 E 、 U 、 P 、 Y 和 PU 分别表示支出函数、效用、商品价格、收入和效用价格，下标 0 和 1 分别代表福利变动之前和之后。

类似地，补偿性变化量测算一项特定的效用变动引起的按新价格计算的支出的变化量，表示消费者为达到一个新的效用水平所需要相应（过后）补偿的收入量，其式为：

$$CV = E(U_1, P_1) - E(U_0, P_1) = \frac{(U_1 - U_0)}{U_1} \cdot Y_1 = (U_1 - U_0) \cdot PU_1$$

第七节 GAMS 软件及建模程序

GAMS 软件是 CGE 建模的最流行软件之一，可以说正是因为 GAMS 的出现才使得 CGE 模型在最近二十几年里得到了广泛的认知和应用。关于 GAMS 的详情，读者可查找相关的参考资料，本书不做详细介绍。需要说明的一点是，GAMS 软件可以运用 NLP（非线性规划）、CNS（受约束非线性系统）和 MCP（混合松弛互补规划）等方法建立 CGE 模型，但本书仅使用 MCP 方法，因为这种方法能够明确列出模型的独立条件方程与其所求解的变量，便于初学者理解掌握。

第八节 本书其他章节的安排

本书的其余部分包括六章,每章分别呈现并讲解四个不同的模型,总共 24 个模型,均附有 GAMS 程序(可通过链接下载)。其中,第二、三、四章分别讨论单一 Leontief 技术、Cobb-Douglas 技术和 CES 技术模型的静态情形,每章由浅入深包括四个模型。第五章,探讨多种技术混合模型,仍旧是静态模型。第六章和第七章分别讲述递推动态和跨期动态两种模型。

本章作业

作业 1. 搜集中国 2007 年投入产出表

(1) 利用其 Excel 版文件将 42 部门的投入产出表压缩依次整理成下面四种表的形式。

表 IO1: 将 42 个产业部门合并成三次产业部门, 将“固定资产折旧”项与“营业盈余”项合并为“资本收入”项, 将“农村居民消费”项和“城镇居民消费”项合并为“居民消费”项, 将“其他”项即表的平衡调整项归入“出口”项当中;

表 IO2: 将表 IO1 中的“固定资本形成总额”项与“存货增加”项合并成“资本形成总额”项;

表 IO3: 将表 IO2 中的“资本收入”项与“生产税净额”项合并成“资本增值”项, 将“居民消费支出”项与“政府消费支出”项合并成“消费支出”项, 将“资本形成总额”项加“出口”项减“进口”项, 合并成“资本形成及贸易”项;

表 IO4: 将表 IO3 中的“劳动报酬”项与“资本增值”项合并成“要素初始投入”项, 将“消费支出”项与“资本形成及贸易”项合并成“最终使用支出”项。

(2) 解释各种数量平衡关系。

(3) 计算相应的投入产出系数。

(4) 计算当社会总最终需求增长 1% 时对于要素投入的拉动。

(5) 计算当要素投入增加 1% 时对于社会总最终需求的推动。

作业 2. 查阅相关参考文献, 了解社会核算矩阵的编制方法和理论依据

(1) 依据作业 1 编制的四张简化中国 2007 年投入产出表, 设计自己的编制方法(有理有据), 将其依次编制转化成相应的社会核算矩阵表, 分别为表 SAM1、SAM2、表 SAM3、表 SAM4。

(2) 依据 2007 年宏观社会核算矩阵对中国 2007 年的经济运行状况做出简要分析。

作业 3. 搜集中国 2012 年投入产出表

(1) 将该表按照作业 1 中表 IO1、表 IO2、表 IO3 和表 IO4 的格式简化汇总成四张 42 部门投入产出表(产业部门不需要合并成三个部门)。

(2) 将简化后的投入产出表按照作业 2 中表 SAM1、SAM2、SAM3 和 SAM4 的格式编制转化成四张 42 部门及产品的 SAM 表。

第二章

Leontief 技术模型系列

Leontief 技术模型（Leontief Technology models，简称 LT 模型）系列由四个模型组成，分别是 LT1、LT2、LT3 和 LT4 模型。

本章假想一个 Leontief（列昂惕夫）经济，在其中一切经济活动均按照固定比例来进行。特别地，生产者按照 Leontief 技术即固定投入比例进行生产，消费者按照固定商品比例进行消费，投资活动按照固定商品比例购买商品，国际贸易按照固定商品比例进口或出口，等等。

第一节 LT1 模型

LT1 模型（即 Leontief Technology 1 的缩写）描述了 Leontief 经济的一个最简单的情形。如表 2-1 所示，该经济由三个产业构成，每个产业只生产一种产品，生产需要投入一种要素，仅机构部门一个经济主体。

表 2-1 LT1 模型依据的 SAM 表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	要素	机构部门	总计
第一产业				488 930 000	0	0			488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0			5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139			1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448					145 490 320	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745					1 543 244 915	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375					971 702 875	1 923 851 139
要素	286 591 738	1 344 952 802	1 028 893 572						2 660 438 111
机构部门							2 660 438 111		2 660 438 111
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	2 660 438 111	2 660 438 111	21 698 055 461

一、模型依据的假设

1. 产业部门或生产者的生产按照 Leontief 技术进行，即按菜谱式的固定比例投入中间产品和要素；
2. 机构部门的需求按照列昂惕夫偏好实现，即按菜谱式的固定比例分配对各种商品的需求；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品的价格或要素价格可被作为基准价格固定下来。

二、模型的维度分类

PS	三个产业部门
CC	三种商品

三、模型的参数

$SAMI(RSAM, CSAM)$	表 2-1 社会核算矩阵数据
$ut(CC, PS)$	使用表，表示各产业部门投入中间产品的固定比例
$vt(PS, CC)$	供给表，表示各产业部门生产的产品的固定比例
$fi(PS)$	要素投入固定比例
$fu(CC)$	最终需求支出固定比例

四、模型的外生变量

FE	要素供给量
------	-------

五、模型之外的辅助变量

TFD	总最终需求
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

Y	机构部门的总收入
$FD(CC)$	机构部门的最终需求量
$X(PS)$	本国生产活动的产出量
$QX(CC, PS)$	中间生产投入量
$V(PS)$	要素投入量

$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
PF	要素价格
BT	平衡检验项

七、LT1 模型的变量关系流程

图 2-1 描绘了经济运行的一个闭环系统，变量之间环环相扣，没有起点也没有终点。假如首先从生产活动的角度观察生产行为，可以看出生产活动量 X 的水平取决于商品价格 P 和要素价格 PF ，同时它又决定生产的中间商品使用量 QX 和要素使用量 V 以及产出的商品量 Q 。另一方面，从需求的角度出发，可以看出消费者的最终需求 FD 由其收入 Y 和商品价格 P 决定，而收入取决于要素使用（在充分就业假设下，要素使用等于要素供给 FE ）和要素价格 PF 。现在，在商品供给 Q 和商品需求 $FD+QX$ 间以及要素供给 FE 和要素需求间分别出现了两个缺口，供需双方之间没有流动关系相贯通，这时就需要通过商品价格 P 和要素价格 PF 的变动来调节供需双方达到平衡。因而也可以说，是商品和要素市场的供需双方的平衡关系分别决定了商品和要素的价格。

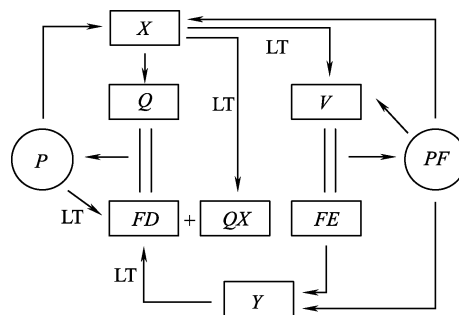


图 2-1 LT1 模型变量关系流程

根据 Walras 法则，如果上述的商品供需间或要素供需间关系中除了一个未确定，其余全部相通的话，那么剩下的这一个关系也一定是相通的，是自动平衡的，就不需要通过价格调节来达到平衡，因而相应的价格变量就无法由系统内生确定，这时就需要把该价格设为外生给定。而一旦设定了一个外生价格，那么这个价格就变成了基准价格，其他内生价格就全部表现为相对于该基准价格的相对价格，这时的相对价格已失去货币单位意义，仅表现为对实物量的衡量。譬如，假定鸡蛋、鸭蛋和鹅蛋的价格分别为每个 1 元、2 元和 4 元，也就是说 1 个鸭蛋等于 2 个鸡蛋，1 个鹅蛋等于 2 个鸭蛋或 4 个鸡蛋。如果假定鸡蛋的价格不变，鸭蛋和鹅蛋分别涨价为每个 3 元和 5 元，这时 1 个鸭蛋可以换 3 个鸡蛋，1 个鹅蛋可以换 5 个鸡蛋，分别上涨了 1.5 和 1.25 倍。

因此，鸭蛋和鹅蛋价格的变动只是相对于鸡蛋价格的变动，仅表现为实物间交换关系的变动。基准价格尺度的大小不影响相对价格的变动。譬如，假定鸡蛋的原始价格为每个 2 元而不是 1 元，为了发生以上的相对价格关系变动，鸭蛋和鹅蛋的价格就得分别是每个 6 元和 10 元。

除商品和要素价格以及供需之间关系外，图中其他变量间的关系均为等式关系，其中 LT 表示 Leontief 形式的固定比例等式关系，即生产和消费分别按照 Leontief 技术和偏好进行。

八、模型结构方程

1. 机构部门的最终需求量 ($FD(CC)$)

机构部门按照固定比例分配总支出，再除以价格，即得最终需求实物量：

$$FD(CC) = \frac{fu(CC) \cdot Y}{P(CC)}$$

2. 机构部门的总收入 (Y)

机构部门的总收入等于要素使用量乘以要素价格：

$$Y = PF \cdot FE$$

或者通过要素收支相等方程确定：

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) = PF \cdot FE$$

3. 零利润条件决定生产活动量 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的生产活动水平：

$$\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = \sum_{CC} ut(CC, PS) \cdot P(CC) + fi(PS) \cdot PF$$

4. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格（其中任一价格可被作为基准价格），

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} ut(CC, PS) \cdot X(PS) + FD(CC)$$

或

$$\sum_{PS} XQ(PS, CC) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + FD(CC)$$

5. 要素平衡或出清条件 (PF)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的要素价格 PF （可被作为基准价格），式为：

$$\sum_{PS} f(PS) \cdot X(PS) = FE$$

或

$$\sum_{PS} V(PS) = FE$$

6. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

7. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDP1、GDP2 和 GDP3)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = PF \cdot FE$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

九、LT1 模型的 GAMS 程序

```

* -----
* This is the Leontief Technology (LT) series
* LT1 model
* This is the simplest case based on the SAM1 table where 3 sectors
* or/and commodities, 1 factor and 1 institution are considered.
* Assumptions:
* 1) Producers' productions follow Leontief technology and institution's
demands
* follow Leontief preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is taken as numeraire
* -----
$ONLISTING
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry

```

```

02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Factor
08 Institution
09 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM1 (RSAM,CSAM)      SAM1 data
  ut(CC,PS)             Use Table of intermediate inputs or uses
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  fi(PS)                Factor Input
  fu(CC)                Final Use of commodity by institution
  FE                    Factor Endowment
  TFD                   Total Final Demand
  GDP1                  GDP by production method
  GDP2                  GDP by income method
  GDP3                  GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  FD(CC)                Final Demand of commodity by institution
  X(PS)                 Domestic produciton
  QX(CC,PS)             Intermediate Use
  V(PS)                 Factor Input
  XQ(PS,CC)             Output Product
  P(CC)                 Price of domestic commodity
  PF                    Price of Factor
  BT                    Balance of Trade
  Y                     Income of institution
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM1 SAM2007.xls SAM1!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
QX.L(CC,PS) = SAM1(CC,PS);
X.L(PS) = SAM1("09",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM1(PS,CC);
V.L(PS) = SAM1("07",PS);

```

```

FD.L(CC) = SAM1(CC,"08");
TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
FE = SUM(PS,V.L(PS));
Y.L = FE;
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/X.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
fi(PS) = V.L(PS)/X.L(PS);
fu(CC) = FD.L(CC)/TFD;

P.L(CC) = 2;
PF.L = 3;
BT.L = 4;
P.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EFD(CC)
EY
EX(PS)
EP(CC)
EPF
EW
ER
EBT
;
EFD(CC)..
    FD(CC) =E= fu(CC)*Y/P(CC)
;
EY..
    * Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
    * or Y =E= PF*FE
        SUM(CC,P(CC)*FD(CC)) =E= PF*FE
;
    * Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= SUM(CC,ut(CC,PS)*P(CC))+fi(PS)*PF
;
    * Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC)..
    SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)) =E= SUM(PS,ut(CC,PS)*X(PS))+FD(CC)
;
    * Constraint of factor, or factor market clearance, to determine price of
factor
EPF..
    SUM(PS,fi(PS)*X(PS)) =E= FE
;
    * Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,P(CC)*SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)))

```



```

        -SUM((PS,CC),P(CC)*ut(CC,PS)*X(PS))
        -SUM(CC,P(CC)*FD(CC))
;
Model LT1
/
EFD.FD
EY.Y
EX.X
EP.P
EPF.PF
EBT.BT
/;
LT1.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE LT1 USING MCP;

TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*UT
(CC,PS)*X.L(PS));
GDP2 = PF.L*FE;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*FD.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE LT_1 /LT1.CSV/;
put LT_1;
LT_1.PC=5;LT_1.ND=6;LT_1.NZ=1.E-6;LT_1.NW=20;LT_1.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'FD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT FD.L(CC);PUT/;);
PUT 'TFD';PUT TFD;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Price of Factor';PUT PF.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;
* -----

```

第二节 LT2 模型

LT2 模型是 LT1 模型的进一步扩展。如表 2-2 所示，与 LT1 模型不同的是，LT2 模型将要素分成了劳动和资本两种要素，同时新增加了储蓄投资账户。

表 2-2 LT2 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	机构部门	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0					488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0					5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139					1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						114 976 729	30 513 592	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	114 775 3038	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						806 966 764	164 736 111	1 923 851 139
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806								1 100 473 000
资本	14 775 468	885 010 877	660 178 765								1 559 965 110
机构部门							1 100 473 000	1 559 965 110			2 660 438 111
储蓄									1 343 002 740		1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	1 100 473 000	1 559 965 110	2 660 438 111	1 343 002 740	23 041 058 202

一、LT2 模型依据的假设

LT2 模型依据的假设，比 LT1 模型增加了一个：

1. 产业部门或生产者的生产按照 Leontief 技术进行，即按菜谱式的固定比例投入中间产品和要素；
2. 机构部门的需求按照列昂惕夫偏好实现，即按菜谱式的固定比例划分对各种商品的需求；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
5. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$SAM2(RSAM, CSAM)$	表 2-2 社会核算矩阵数据
$ut(CC, PS)$	使用表，产业部门投入中间产品的固定比例
$vt(PS, CC)$	供给表，产业部门生产的产品的固定比例
$li(PS)$	劳动投入系数
$ki(PS)$	资本投入系数
$fu(CC)$	最终需求系数
sv	机构部门的储蓄倾向
$iv(CC)$	投资活动需求的商品结构

四、模型的外生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量

五、模型之外的辅助变量

TFD	总最终需求
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

Y	机构部门的总收入
$FD(CC)$	机构部门的最终需求量
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资活动量
$X(PS)$	本国生产活动量
$QX(CC, PS)$	中间生产投入量
$L(PS)$	劳动投入量
$K(PS)$	资本投入量
$XQ(PS, CC)$	产品产出量
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
W	工资薪酬率

R	资本租赁率
BT	平衡检验项

七、LT2 模型的变量关系流程

如图 2-2 所示, LT2 模型将 LT1 模型中的要素分为劳动和资本两种要素并增加了储蓄和投资这一资本账户。其中, 总储蓄和总投资间的关系也表现为一种缺口, 需要利率作为价格调节变量来实现二者平衡。由于很难建立起总储蓄和总投资关于利率的函数关系, 实践中通常把总储蓄和总投资这一对变量间的关系设定为 Walras 法则自动平衡的关系, 相应地利率即被设定为基准价格。更通常地, 这一对变量被设定为等式关系, 或者总储蓄决定总投资, 或者总投资决定总储蓄。前者称为新古典主义闭合, 后者称为凯恩斯或 Johansen 闭合。由于投资活动对商品需求 INV 的存在, 本模型中的总需求为 $INV+FD+QX$ 。

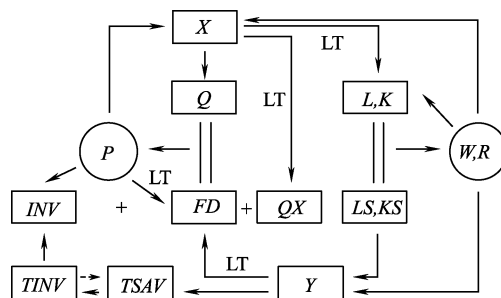


图 2-2 LT2 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 机构部门的最终需求量 ($FD(CC)$)

机构部门按照固定比例分配总支出, 再除以价格, 即得最终需求实物量。

$$FD(CC) = \frac{fu(CC) \cdot Y}{P(CC)}$$

2. 机构部门的总收入 (Y)

$$Y = W \cdot LS + R \cdot KS$$

或者通过要素收支相等方程确定:

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + TSAV = W \cdot LS + R \cdot KS$$

3. 总储蓄 ($TSAV$)

总储蓄按照机构部门总支出及储蓄倾向算出, 这里机构部门总支出等同于总收入, 式为:

$$TSAV = sv \cdot Y$$

4. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。如果总投资与总储蓄间的平衡关系由利率调节实现，则该条件变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

5. 投资活动对商品的需求量 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求是按照总投资的固定比例并除以商品价格算出，式为：

$$INV(CC) = \frac{iv(CC) \cdot TINV}{P(CC)}$$

6. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平 $X(PS)$ 。

$$\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = \sum_{CC} ut(CC, PS) \cdot P(CC) + li(PS) \cdot W + ki(PS) \cdot R$$

7. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格 $P(CC)$ （其中任何一种商品的价格均可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} ut(CC, PS) \cdot X(PS) + FD(CC) + INV(CC)$$

8. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格 W （可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} li(PS) \cdot X(PS) = LS$$

9. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格 R （可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} ki(PS) \cdot X(PS) = KS$$

10. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) - \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

11. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

九、LT2 模型的 GAMS 程序

```
*-----
* This is the Leontief Technology (LT) series
* LT2 model
* This is an extension of the simplest case. It is based on the SAM2 table
* where 3 sectors or/and commodities, 2 factors, 1 institution, and
* savings and investment are considered.
* Assumptions:
* 1) Producers' productions follow Leontief technology and institution's
demands
* follow Leontief preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is taken as numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* -----
$OFFLISTING
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital
09 Institution
10 Saving or investment
11 Sum
/
;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
```

```

CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM2 (RSAM,CSAM)      SAM2 data
  ut(CC,PS)             Use Table of intermediate inputs or uses
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  li(PS)               Labour Input
  ki(PS)               Capital Input
  fu(CC)               Final Use of commodity by institution
  sv                   Savings by institution
  iv(CC)               Investment use of commodity
  LS                   Labour Endowment
  KS                   Capital Endowment
  TFD                  Total Final Demand
  GDP1                 GDP by production method
  GDP2                 GDP by income method
  GDP3                 GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  FD(CC)               Final Demand of commodity by institution
  Y                   Income of institution
  TSAV                 Total SAVings of institution
  TINV                 Total INVestment of institution
  INV(CC)              Investment by commodity
  X(PS)                Domestic produciton
  QX(CC,PS)            Intermediate Use
  L(PS)                Labour Input
  K(PS)                Capital Input
  XQ(PS,CC)            Output Product
  P(CC)                Price of domestic commodity
  W                   Wage rate
  R                   Rental rate
  BT                   Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM2 SAM2007.xls SAM2!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
QX.L(CC,PS) = SAM2(CC,PS);
X.L(PS) = SAM2("11",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM2(PS,CC);
L.L(PS) = SAM2("07",PS);
K.L(PS) = SAM2("08",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));

```

```

FD.L(CC) = SAM2(CC,"09");
TFD = SAM2("11","09");
TSAV.L = SAM2("10","09");
TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = SAM2(CC,"10");
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/X.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
li(PS) = L.L(PS)/X.L(PS);
ki(PS) = K.L(PS)/X.L(PS);
fu(CC) = FD.L(CC)/TFD;
sv = TSAV.L/TFD;
iv(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
Y.L = LS+KS;

P.L(CC) = 1;
W.L = 12;
R.L = 13;
BT.L = 1;
P.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EFD(CC)
EY
ETSAV
ETINV
EINV(CC)
EX(PS)
EP(CC)
EW
ER
EBT
;
EFD(CC)..
    FD(CC) =E= fu(CC)*Y/P(CC)
;
EY..
    * Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
    * or Y =E= W*LS+R*KS
    SUM(CC,P(CC)*FD(CC))+TSAV =E= W*LS+R*KS
;
ETSAV..
    TSAV =E= sv*Y
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= iv(CC)*TINV/P(CC)
;
    * Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X

```



```

EX(PS)..
    SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= SUM(CC,ut(CC,PS)*P(CC))+li(PS)*W+ki(PS)*R
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC) ..
    SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)) =E= SUM(PS,ut(CC,PS)*X(PS))+FD(CC)+INV(CC)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,li(PS)*X(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,ki(PS)*X(PS)) =E= KS
;
* Balance
EBT ..
    BT =E= SUM(CC,P(CC)*SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)))-SUM((PS,CC),P(CC)*ut(CC,
PS)*X(PS))-SUM(CC,P(CC)*FD(CC))-SUM(CC,P(CC)*INV(CC))
;
Model LT2
/
EFD.FD
EY.Y
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.INV
EX.X
EP.P
EW.W
ER.R
EBT.BT
/;
LT2.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE LT2 USING MCP;

TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*UT(CC,
PS)*X.L(PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*FD.L(CC))+SUM(CC,P.L(CC)*INV.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE LT_2 /LT2.CSV/;
put LT_2;
LT_2.PC=5;LT_2.ND=6;LT_2.NZ=1.E-6;LT_2.NW=20;LT_2.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'FD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT FD.L(CC);PUT/;);

```

```
PUT 'TFD';PUT TFD;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;
*-----
```

LT3 模型是 LT2 模型基础上的进一步扩展。它基于表 2-3 的结构和数据建立, 与 LT2 模型不同的是它将机构部门账户分成居民和政府两个账户。

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0						488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0						5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139						1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	30 513 592	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	1 147 753 038	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	164 736 111	1 923 851 139
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806									1 100 473 000
资本	142 974 48	614 907 975	545 572 456									1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878				2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310									385 187 233
储蓄									1 309 724 694	33 278 047		1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	1 343 002 740	2 265 870 969

LT3 模型依据的假设，比 LT2 模型又增加了一个：

1. 产业部门或生产者的生产按照 Leontief 技术进行，即按菜谱式的固定比例投入中间产品和要素；
2. 机构部门的需求按照列昂惕夫偏好实现，即按菜谱式的固定比例划分对各种商品的需求；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
5. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
6. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入。

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$SAM3(RSAM, CSAM)$	表 2-3 社会核算矩阵数据
$ut(CC, PS)$	使用表, 产业部门投入中间产品的固定比例
$vt(PS, CC)$	供给表, 产业部门生产的产品的固定比例
$li(PS)$	劳动投入系数
$ki(PS)$	资本投入系数
$it(PS)$	间接税率或生产税率
$ch(CC)$	居民消费结构
$cg(CC)$	政府消费结构
sh	居民储蓄倾向
sg	政府储蓄倾向
$iv(CC)$	投资活动需求的商品结构

四、模型的外生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
THE	居民总支出
TGE	政府总支出
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
HY	居民收入
GY	政府收入
HS	居民储蓄

LT3 模型比 LT2 模型稍显复杂, 主要在于将机构部门分成了居民和政府并且引入了间接税。图 2-3 中, 生产活动的价格 PX 由商品价格 PC 决定, 因而只是一个衍生价格, 不是一般均衡价格。此外, 该图还展示了居民和政府的收入和支出的全部流程。

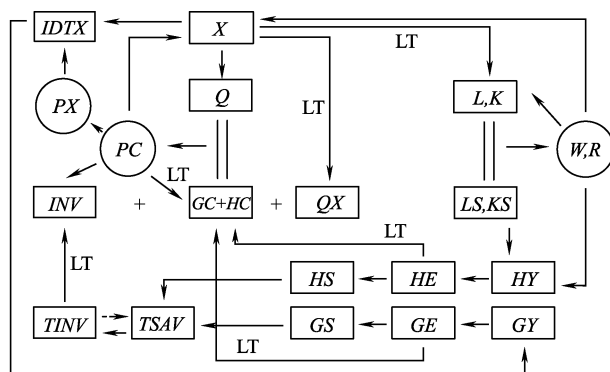


图 2-3 LT3 模型变量关系流程

1. 居民消费量 ($HC(CC)$)

居民总支出等同于总收入，居民消费支出按照总支出的固定比例分配，再除以价

格，即得居民消费实物量。

$$HC(CC) = \frac{ch(CC) \cdot HY}{P(CC)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

政府总支出等同于总收入，政府消费支出按照总支出的固定比例分配，再除以价格，即得政府消费实物量。

$$GC(CC) = \frac{cg(CC) \cdot GY}{P(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和，式为：

$$HY = W \cdot LS + R \cdot KS$$

或者通过要素收支相等方程确定：

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入，式为：

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 ($TSAV$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动对商品的需求量 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{iv(CC) \cdot TINV}{P(CC)}$$

10. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。

$$(1 - it(PS)) \cdot \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = \left(\sum_{CC} ut(CC, PS) \cdot P(CC) + li(PS) \cdot W + ki(PS) \cdot R \right)$$

11. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格 $P(CC)$ (其中任何一种商品的价格均可选为基准价格)。

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} ut(CC, PS) \cdot X(PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

12. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

式为：

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC)$$

13. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格 W (可被作为基准价格)。

$$\sum_{PS} li(PS) \cdot X(PS) = LS$$

14. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格 R (可被作为基准价格)。

$$\sum_{PS} ki(PS) \cdot X(PS) = KS$$

15. 间接税 ($IDTX(PS)$)

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) X(PS)$$

16. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC)) - \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

17. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC)) + \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

九、LT3 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is the Leontief Technology (LT) series
* LT3 model
* This is a further extension of the LT1 and LT2 models. It is based on the
* SAM3 table where 3 sectors or/and commodities, labor and capital,
* household and government, and savings and investment are considered.
* Assumptions:
* 1) Producers' productions follow Leontief technology and institution's
demands
* follow Leontief preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is taken as numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
* -----
$OFFLISTING
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour

```



```

08 Capital
09 Household
10 Government
11 Saving or investment
12 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  sam3 (RSAM,CSAM)      sam3 data
  ut(CC,PS)             Use Table of intermediate inputs or uses
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  li(PS)               Labour Input
  ki(PS)               Capital Input
  it(PS)               Indirect Tax
  ch(CC)               Composition of Household consumption
  cg(CC)               Composition of Government consumption
  sh                   Saving propensity of Household
  sg                   Saving propensity of Government
  iv(CC)               Investment use of commodity
  LS                   Labour Endowment
  KS                   Capital Endowment
  THC                 Total Household consumption
  TGC                 Total Government consumption
  THE                 Total Household Expenditure
  TGE                 Total Government Expenditure
  GDP1                 GDP by production method
  GDP2                 GDP by income method
  GDP3                 GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  HC(CC)               Household Consumption
  GC(CC)               Government Consumption
  HY                   Household Income
  GY                   Government Income
  HS                   Household Savings
  GS                   Government Savings
  TSAV                 Total SAVings
  TINV                 Total INVestment
  INV(CC)              Investment by commodity
  X(PS)                Domestic produciton

```

QX(CC, PS)	Intermediate Use
L(PS)	Labour Input
K(PS)	Capital Input
IDTX(PS)	Indirect tax or production tax
XQ(PS, CC)	Output Product
P(CC)	Price of domestic commodity
PX(PS)	Price for activity of domestic produciton
W	Wage rate
R	Rental rate
BT	Balance of Trade

;

*-----

*The Data Files

*-----

\$libinclude xlexport sam3 sam2007.xls sam3!a1:p16

*-----

* SAM data and calibration

*-----

QX.L(CC, PS) = SAM3(CC, PS);

X.L(PS) = SAM3("12", PS);

XQ.L(PS, CC) = SAM3(PS, CC);

L.L(PS) = SAM3("07", PS);

K.L(PS) = SAM3("08", PS);

IDTX.L(PS) = SAM3("10", PS);

LS = SUM(PS, L.L(PS));

KS = SUM(PS, K.L(PS));

HC.L(CC) = sam3(CC, "09");

GC.L(CC) = sam3(CC, "10");

HY.L = LS+KS;

GY.L = SUM(PS, IDTX.L(PS));

HS.L = sam3("11", "09");

GS.L = sam3("11", "10");

THE = sam3("12", "09");

TGE = sam3("12", "10");

TSAV.L = HS.L+GS.L;

TINV.L = TSAV.L;

INV.L(CC) = SAM3(CC, "11");

ut(CC, PS) = QX.L(CC, PS) / X.L(PS);

vt(PS, CC) = XQ.L(PS, CC) / X.L(PS);

li(PS) = L.L(PS) / X.L(PS);

ki(PS) = K.L(PS) / X.L(PS);

iv(CC) = INV.L(CC) / TINV.L;

it(PS) = IDTX.L(PS) / X.L(PS);

ch(CC) = HC.L(CC) / THE;

cg(CC) = GC.L(CC) / TGE;

sh = HS.L / THE;

sg = GS.L / TGE;

```

P.L(CC) = 1;
PX.L(PS) = 1;
W.L = 12;
R.L = 13;
BT.L = 1;
P.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EHY
EGY
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EINV(CC)
EX(PS)
EP(CC)
EPX(PS)
EW
ER
EIDTX
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= ch(CC)*HY/P(CC)
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= cg(CC)*GY/P(CC)
;
EHY..
    * Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
    * or HY =E= W*LS+R*KS
    SUM(CC,P(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDTX(PS))
;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY

```

```

;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= iv(CC)*TINV/P(CC)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= SUM(CC,ut(CC,PS)*P(CC))+li(PS)*
W+ki(PS)*R
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC) ..
    SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)) =E= SUM(PS,ut(CC,PS)*X(PS))+HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC))
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,li(PS)*X(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental rate
ER..
    SUM(PS,ki(PS)*X(PS)) =E= KS
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,P(CC)*SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)))-SUM((PS,CC),P(CC)*ut(CC,
PS)*X(PS))-SUM(CC,P(CC)*(HC(CC)+GC(CC)))-SUM(CC,P(CC)*INV(CC))
;
Model LT3
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS

```

```

ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.INV
EX.X
EP.P
EPX.PX
EW.W
ER.R
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;

LT3.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE LT3 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*ut(CC,
PS)*X.L(PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)))+SUM(CC,P.L(CC)*INV.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE LT_3 /LT3.CSV/;
put LT_3;
LT_3.PC=5;LT_3.ND=6;LT_3.NZ=1.E-6;LT_3.NW=20;LT_3.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/;);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/;);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'IDTX(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT IDTX.L(PS);PUT/;);
PUT 'it(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT it(PS);PUT/;);
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;

```

第四节 LT4 模型

LT4 模型是 LT3 模型基础上的进一步扩展。它基于表 2-4 的结构和数据建立，与 LT3 模型不同的是它新增加了国外账户。

表 2-4 LT4 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0							488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0							5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139							1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	20 416 358	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	1 016 447 965	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	38 732 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	72 329 892	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806										1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456										1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878					2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310										385 187 233
国外				23 279 609	65 864 406	58 281 931						233 808 526	974 014 073
储蓄									1 309 724 694	3 327 804 7			1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	634 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	24 370 090 588

一、LT4 模型依据的假设

LT4 模型依据的假设，与 LT3 模型没有变化：

1. 产业部门或生产者的生产按照列昂惕夫技术进行，即按菜谱式的固定比例投入中间产品和要素；
2. 机构部门的需求按照列昂惕夫偏好实现，即按菜谱式的固定比例划分对各种商品的需求；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
5. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
6. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入。

二、模型的维度分类

PS	产业部门
CC	商品

三、模型的参数

$SAM4(RSAM, CSAM)$	表 2-4 社会核算矩阵数据
$ut(CC, PS)$	使用表, 产业部门投入中间产品的固定比例
$vt(PS, CC)$	供给表, 产业部门生产的产品的固定比例
$li(PS)$	劳动投入系数
$ki(PS)$	资本投入系数
$it(PS)$	间接税率或生产税率
$ch(CC)$	居民消费结构
$cg(CC)$	政府消费结构
$sqd(CC)$	本国生产本国使用的商品占本国生产的商品的比重
$si(CC)$	进口占本国市场全部商品的比重($QD+IMP$)
sh	居民储蓄倾向
sg	政府储蓄倾向
$iv(CC)$	投资活动需求的商品结构

四、模型的外生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量
$wpi(CC)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
THE	居民总支出
TGE	政府总支出
$TOBS(CC)$	总吸收 ($Q+IMP$)
$GDPI$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP

GDP_3 按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
HY	居民收入
GY	政府收入
HS	居民储蓄
GS	政府储蓄
TS_{AV}	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资活动的商品需求量
$INVF$	对国外的投资
$X(PS)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS)$	中间生产投入量
$L(PS)$	劳动投入量
$K(PS)$	资本投入量
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$Q(CC)$	本国生产的产品量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成产品量
$PX(PS)$	本国生产活动的价格
$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品量

$IMP(CC)$ 进口品量

BT 平衡检验项

七、LT4 模型的变量关系流程

LT4 模型是本 LT 模型系列中最复杂的模型,因为它引入了国际市场账户。如图 2-4 所示,国际收支平衡关系是本环流图比之前各模型新增加的一个缺口,本国的国际收入为出口额,即出口品数量 EXP 与出口品价格 $PEXP$ (为简洁起见图中未展示)之积,国际支出包括进口额和国际投资 $INVF$ 两部分。进口额为进口品数量 IMP 与进口品价格 $PIMP$ (为简洁起见图中未展示)之积。该项平衡的价格调节变量是汇率 EXR ,如果该平衡按照 Walras 法则自动平衡,则汇率需要固定下来作为基准价格。由于进口品的存在,图中的总产品供给 OC 表现为本国生产本国使用的产品 OD 与进口品的合成商品。

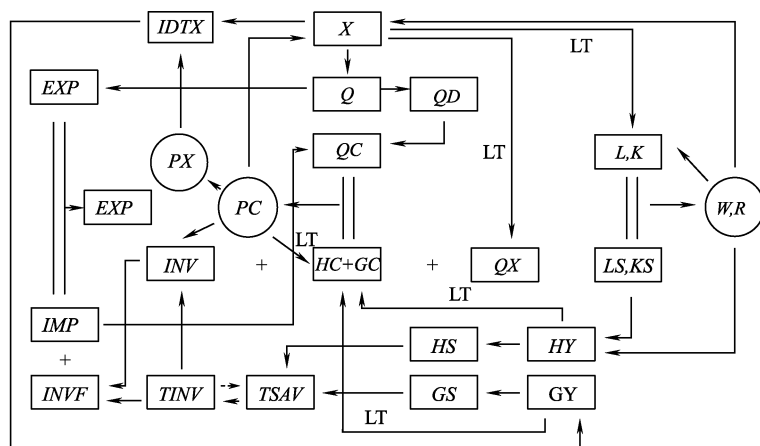


图 2-4 LT4 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC)$)

居民总支出等同于总收入，居民消费支出按照总支出的固定比例分配，再除以价格，即得居民消费实物量。

$$HC(CC) = \frac{ch(CC) \cdot HY}{PC(CC)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

政府总支出等同于总收入，政府消费支出按照总支出的固定比例分配，再除以价格，即得政府消费实物量。

$$GC(CC) = \frac{cg(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和, 式为:

$$HY = W \cdot LS + R \cdot KS$$

或者通过要素收支相等方程确定。

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 (TINV)

这不是一个一般均衡条件, 而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式, 因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论, 总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现, 这时该条件则变成一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格, 则此关系式消失, 平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动的商品需求量 (INV(CC))

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{iv(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

10. 对国外投资 (INVF)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额, 是一个价值量指标。

$$INVF = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC)$$

11. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。

$$(1-it(PS)) \cdot \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC) = \left(\sum_{CC} ut(CC, PS) \cdot PC(CC) + li(PS) \cdot W + ki(PS) \cdot R \right)$$

12. 本国生产的商品量 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

13. 本国生产在本国销售的商品量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标，是本国生产的商品的一个固定部分。

$$QD(CC) = sqd(CC) \cdot Q(CC)$$

14. 出口品数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的商品与本国生产在本国销售的商品间的差。

$$Q(CC) = QD(CC) + EXP(CC)$$

15. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标，基于本国生产本国销售的的商品的数量等于本国市场全部商品扣除进口品之后的数量这一关系导出。

$$QD(CC) = (1-si(CC)) \cdot QC(CC)$$

16. 进口品数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标，等于本国市场全部商品与本国产品之差。

$$QC(CC) = QD(CC) + IMP(CC)$$

17. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

由外生的世界市场进口价格与汇率决定，式为：

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

18. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC) = \sum_{PS} ut(CC, PS) \cdot X(PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

或者由全部商品平衡关系即总市场吸收等于总市场供给决定，即：

$$Q(CC) + IMP(CC) = \sum_{PS} ut(CC, PS) \cdot X(PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + EXP(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

19. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

本国生产活动的价格等于全部成本投入以及间接税之和，或者如下由产品价格换算求得。

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC)$$

20. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PQ(CC) \cdot Q(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PEXP(CC) \cdot EXP(CC)$$

或者

$$PQ(CC) \cdot Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格，式为：

$$PQ(CC) = PQD(CC)$$

21. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格，式为：

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

22. 以本国货币表示的出口品价格（ $PEXP(CC)$ ）

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，式为：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

23. 国际贸易闭合（ EXR ）

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INV F$$

24. 劳动力市场平衡或出清条件（ W ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格 W （可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} li(PS) \cdot X(PS) = LS$$

25. 资本市场平衡或出清条件（ R ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格 R （可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} ki(PS) \cdot X(PS) = KS$$

26. 间接税（ $IDTX(PS)$ ）

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) X(PS)$$

27. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot PX(PS) \cdot X(PS) + \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \\ \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC)) - \\ \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC) - \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC)$$

28. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDP1、GDP2 和 GDP3)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot ut(CC, PS) \cdot X(PS) \\ GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY \\ GDP3 = \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC)) + \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC) + \\ \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

九、LT4 模型的 GAMS 程序

```
*-----
* This is the Leontief Technology (LT) series
* LT4 model
* This is a further extension from the LT3 model. It is based on the SAM4b
* table where 3 sectors or/and commodities, labor and capital, household
* and government, savings and investment, and export and import are considered.
* Assumptions:
* 1) Producers' productions follow Leontief technology and institution's
demands
* follow Leontief preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is taken as numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
*-----
$OFFLISTING
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
```

```

SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 Saving or investment
13 Sum
/
;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
sam4 (RSAM,CSAM)      sam4 data
ut(CC,PS)              Use Table of intermediate inputs or uses
vt(PS,CC)              Make Table of production supply
li(PS)                 Labour Input
ki(PS)                 Capital Input
it(PS)                 Indirect Tax
ch(CC)                 Composition of Household consumption
cg(CC)                 Composition of Government consumption
sqd(CC)                Share of Domestically-used commodity in total domestic
commodity
si(CC)                 Share of Import in total domestic supply (QD+IMP)
sh                     Saving propensity of Household
sg                     Saving propensity of Government
iv(CC)                 Investment use of commodity
LS                     Labour Endowment
KS                     Capital Endowment
THC                     Total Household consumption
TGC                     Total Government consumption
THE                     Total Household Expenditure
TGE                     Total Government Expenditure
TOBS(CC)               Total Obsorption
wpi(CC)                World Price of Import at foreign currency
wpe(CC)                World Price of Export at foreign currency
GDP1                   GDP by production method

```

```

GDP2                GDP by income method
GDP3                GDP by expenditure method
;
VARIABLES
HC(CC)              Household Consumption
GC(CC)              Government Consumption
HY                  Household Income
GY                  Government Income
HS                  Household Savings
GS                  Government Savings
TSAV                Total SAVings
TINV                Total INVestment
INV(CC)             Investment by commodity
INVF                Investment to abroad
X(PS)               Activity of domestic produciton
QX(CC,PS)           Intermediate Use
L(PS)               Labour Input
K(PS)               Capital Input
IDTX(PS)            Indirect tax or production tax
XQ(PS,CC)           Output Product
Q(CC)               Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC)              Quantity of domestical commodity sold in domestic market
QC(CC)              Quantity of Composite commodity supplied to domestic
market
PX(PS)              Price for activity of domestic produciton
PQ(CC)              Price of domestically-produced commodity
PQD(CC)             Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
PC(CC)              Relative Price of Composite commodity sold in domestic
market
PEXP(CC)            Price of EXPort at local currency
PIMP(CC)            Price of IMPort at local currency
EXR                 EXchange Rate
W                   Wage rate
R                   Rental rate
EXP(CC)             EXPort
IMP(CC)             IMPort
BT                  Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport sam4 sam2007.xls sam4!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
QX.L(CC,PS) = SAM4(CC,PS);
X.L(PS) = SAM4("13",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM4(PS,CC);
L.L(PS) = SAM4("07",PS);

```



```

K.L(PS) = SAM4("08",PS);
IDTX.L(PS) = SAM4("10",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));
HC.L(CC) = SAM4(CC,"09");
GC.L(CC) = SAM4(CC,"10");
HY.L = LS+KS;
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS));
HS.L = SAM4("12","09");
GS.L = SAM4("12","10");
THE = SAM4("13","09");
TGE = SAM4("13","10");
TSAV.L = HS.L+GS.L;
TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = SAM4(CC,"12");
INVF.L = SAM4("11","12");
EXP.L(CC) = sam4(CC,"11");
IMP.L(CC) = sam4("11",CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
QD.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC);
TOBS(CC) = sam4("13",CC);
QC.L(CC) = TOBS(CC)-EXP.L(CC);
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/X.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
li(PS) = L.L(PS)/X.L(PS);
ki(PS) = K.L(PS)/X.L(PS);
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
iv(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
ch(CC) = HC.L(CC)/THE;
cg(CC) = GC.L(CC)/TGE;
sh = HS.L/THE;
sg = GS.L/TGE;
sqd(CC) = (SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC))/SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
si(CC) = IMP.L(CC)/(SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC)+IMP.L(CC));

wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
PX.L(PS) = 10;
PC.L(CC) = 11;
PQ.L(CC) = 12;
PQD.L(CC) = 13;
PEXP.L(CC) = 14;
PIMP.L(CC) = 15;
EXR.L = 2;
W.L = 12;
R.L = 13;
BT.L = 1;
PC.FX("04") = 1;
Equations
EHC(CC)

```

```

EGC(CC)
EHY
EGY
EINV(CC)
EINVF
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EX(PS)
EQ(CC)
EQD(CC)
EEXP(CC)
EIMP(CC)
EQC(CC)
EPIMP(CC)
EPC(CC)
EPX(PS)
EPQ(CC)
EPQD(CC)
EPEXP(CC)
EEXR
EW
ER
EIDTX
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= ch(CC)*HY/PC(CC)
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= cg(CC)*GY/PC(CC)
;
EHY..
    * Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
    SUM(CC,PC(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDTX(PS))
;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;

```

```

ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= iv(CC)*TINV/PC(CC)
;
EINVF..
    INV =E= TINV-SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC)) =E= SUM(CC,ut(CC,PS)*PC(CC))+li
(PS)*W+ki(PS)*R
;
EQ(CC)..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC)..
    QD(CC) =E= sqd(CC)*Q(CC)
;
EEXP(CC)..
    Q(CC) =E= QD(CC)+EXP(CC)
;
EQC(CC)..
    QD(CC) =E= (1-si(CC))*QC(CC)
;
EIMP(CC)..
    QC(CC) =E= QD(CC)+IMP(CC)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC)..
    PIMP(CC) =E= EXR*wpi(CC)
;
EPC(CC)..
    QC(CC) =E= (SUM(PS,ut(CC,PS)*X(PS))+HC(CC)+GC(CC)+INV(CC))
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC))
;
EPQ(CC)..
    PQ(CC)*Q(CC) =E= PQD(CC)*QD(CC)+PEXP(CC)*EXP(CC)
;
EPQD(CC)..
    PC(CC)*QC(CC) =E= PQD(CC)*QD(CC)+PIMP(CC)*IMP(CC)
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;

```

```

* Trade closure
EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INVF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,li(PS)*X(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,ki(PS)*X(PS)) =E= KS
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*PX(PS)*X(PS)))+SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))
        -SUM((PS,CC),PC(CC)*ut(CC,PS)*X(PS))-SUM(CC,PC(CC)*(HC(CC)+GC(CC)))
        -SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))-SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC))
;
Model LT4
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EINV.INV
EINVF.INVF
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EX.X
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EIMP.IMP
EQC.QC
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R

```

```

EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;
LT4.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE LT4 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*PC.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),PC.L(CC)*ut
(CC,PS)*X.L(PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,PC.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)))+SUM(CC,PC.L(CC)*INV.L(CC))
+SUM(CC,PEXP.L(CC)*EXP.L(CC))-SUM(CC,PIMP.L(CC)*IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE LT_4 /LT4.CSV/;
put LT_4;
LT_4.PC=5;LT_4.ND=6;LT_4.NZ=1.E-6;LT_4.NW=20;LT_4.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;
PUT 'HS';PUT HS.L;PUT/;
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT Q.L(CC);PUT/);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QD.L(CC);PUT/);
PUT 'EXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT EXP.L(CC);PUT/);
PUT 'IMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT IMP.L(CC);PUT/);
PUT 'QC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QC.L(CC);PUT/);
PUT 'PIMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PIMP.L(CC);PUT/);

```

```

PUT 'PX(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PX.L(PS); PUT/;);
PUT 'PC(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PC.L(CC); PUT/;);
PUT 'PQ(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PQ.L(CC); PUT/;);
PUT 'PQD(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PQD.L(CC); PUT/;);
PUT 'PEXP(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PEXP.L(CC); PUT/;);
PUT 'EXR'; PUT EXR.L; PUT/;
PUT 'Wage'; PUT W.l; PUT/;
PUT 'Rent'; PUT R.l; PUT/;
PUT 'IDTX(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT IDTX.L(PS); PUT/;);
PUT 'it(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT it(PS); PUT/;);
PUT 'Budget'; PUT BT.l; PUT/;

```

本章作业

将本章依据 2007 年三部门 SAM 表建立的 LT1、LT2、LT3 和 LT4 模型分别依据 2012 年 42 部门 SAM 表建立四个更新模型。

第三章

Cobb-Douglas 技术模型系列

Cobb-Douglas 技术模型（Cobb-Douglas Technology models，简称 CDT 模型）系列由四个模型组成，分别是 CDT1、CDT2、CDT3 和 CDT4 模型。

本章假想一个 Cobb-Douglas 经济，其中的一切经济活动均按照 Cobb-Douglas 函数形式进行。特别地，生产者按照 Cobb-Douglas 技术进行生产，消费者按照 Cobb-Douglas 偏好进行消费，投资活动按照 Cobb-Douglas 形式购买商品，国际贸易按照 Cobb-Douglas 形式进口或出口，等等。

第一节 CDT1 模型

CDT1 模型（即 Cobb-Douglas Technology 1 的缩写）描述了 Cobb-Douglas 经济的一个最简单情形。该经济基于表 3-1 的结构和数据建立。表 3-1 与表 2-1 所示完全相同，由三个产业构成，每个产业只生产一种产品，生产需要投入一种要素，仅机构部门一个经济主体。为了阅读方便并保持每个模型的独立完整性，这里再次列出该表。

表 3-1 CDT1 模型依据的 SAM 数据

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	要素	机构部门	总计
第一产业				488 930 000	0	0			488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0			5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139			1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448					145 490 320	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745					1 543 244 915	5 775 808 480

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	要素	机构部门	总计
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375					971 702 875	1 923 851 139
要素	286 591 738	1 344 952 802	1 028 893 572						2 660 438 111
机构部门							2 660 438 111		2 660 438 111
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	2 660 438 111	2 660 438 111	21 698 055 461

1. 产业部门或生产者的生产按照 Cobb-Douglas 技术进行；
2. 机构部门的需求按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来。

PS	三个产业部门
CC	三种商品

$SAMI(RSAM,CSAM)$	表 3-1 社会核算矩阵数据
$alpha(CC)$	机构部门最终需求商品的价值比重
$beta(CC,PS)$	生产部门中间需求商品的价值比重
$gamma(PS)$	生产部门要素投入的价值比重
$vt(PS,CC)$	供给表，表示各产业部门生产的产品的固定比例
AC	Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AP(PS)$	Cobb-Douglas 生产函数的缩放系数

要素供给量

TFD	总最终需求量
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

Y	机构部门用于消费的收入
$FD(CC)$	机构部门的最终需求量
$X(PS)$	本国生产活动的产出量
$QX(CC,PS)$	中间产品投入量
$V(PS)$	要素投入量
$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
PF	要素价格
BT	平衡检验项

七、消费者行为

消费者的效用 U , 以 Cobb-Douglas 效用函数的形式与商品消费需求相关联, 式为:

$$U = AC \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)}$$

假定一个代表性主体在给定用于消费的收入 Y 和商品价格 P 的情况下通过选择不同商品的消费水平来实现效用最大化, 其最大化问题如下:

$$\text{Max } U = AC \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)}$$

$$\text{Subject to } Y = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

令 λ 为拉格朗日因子, 于是有:

$$L = AC \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)} + \lambda \left(Y - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) \right)$$

$$\frac{\partial L}{\partial FD} = \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} AC \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)} - \lambda \cdot P(CC) = \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot U - \lambda \cdot P(CC) = 0$$

$$\lambda = \alpha(CC) \cdot \frac{U}{P(CC) \cdot FD(CC)}$$

$$\frac{\alpha(CC1)}{P(CC1) \cdot FD(CC1)} = \frac{\alpha(CC2)}{P(CC2) \cdot FD(CC2)} = \frac{1 - \alpha(CC1)}{Y - P(CC1) \cdot FD(CC1)}$$

$$\frac{Y - P(CC1) \cdot FD(CC1)}{P(CC1) \cdot FD(CC1)} = \frac{1 - \alpha(CC1)}{\alpha(CC1)}$$

$$\frac{Y}{P(CC1) \cdot FD(CC1)} - 1 = \frac{1}{\alpha(CC1)} - 1$$

$$\frac{Y}{P(CC1) \cdot FD(CC1)} = \frac{1}{\alpha(CC1)}$$

$$\alpha(CC1) = \frac{P(CC1) \cdot FD(CC1)}{Y}$$

$$\alpha(CC) = \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{Y}$$

于是得马歇尔（Marshallian）需求函数，式为：

$$FD(CC) = \frac{\alpha(CC) \cdot Y}{P(CC)}$$

令 P_U 表示效用价格，将 $Y = U \cdot P_U$ 代入上式即可得希克斯（Hicksian）需求函数，式为：

$$FD(CC) = \frac{\alpha(CC) \cdot P_U \cdot U}{P(CC)}$$

或者，同样地可以假定该问题等同于消费者的一种生产活动，过程中代表性消费者最大化“效用商品 U ”的生产利润，其产出由消费产生，价格为总消费的边际效用，可以被作为基准价格。结果，以上效用最大化问题可以转化为消费利润最大化问题，即：

Max

$$\pi = P_U \cdot U - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

Subject to

$$U = AC \cdot \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)}$$

及

$$Y = P_U \cdot U$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\pi = P_U \cdot AC \cdot \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)} - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

求解该问题产生代表性消费者关于商品最终需求的需求函数，式为：

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{dFD} &= P_U \cdot \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot AC \cdot \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha(CC)} - P(CC) = P_U \cdot \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot U - P(CC) \\ &= \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot Y - P(CC) = 0 \end{aligned}$$

于是求出马歇尔（Marshallian）需求为：

$$FD(CC) = \alpha(CC) \cdot \frac{Y}{P(CC)}$$

变换上式得：

$$\alpha(CC) = \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{Y}$$

该式表明，效用函数的指数幂可以被理解为是每种商品的消费支出占总消费支出的比重。

八、生产者行为

代表性生产者假定采用 Cobb-Douglas 生产技术。第 PS 产业部门的产出 $X(PS)$ ，即为合并了各种中间投入 x 和各种要素投入 v 的 Cobb-Douglas 函数形式的配方，式为：

$$X(PS) = AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)}$$

在此生产技术约束下，每个生产者均通过选择各种中间投入和要素投入的水平来实现利润 π 最大化。第 PS 生产者的利润最大化问题于是有如下形式：

Max

$$\pi_{PS} = P(PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot x(CC, PS) - \sum_f w(f) \cdot v(f, PS)$$

Subject to

$$X(PS) = AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\begin{aligned} \pi_{PS} = & P(PS) \cdot AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} - \\ & \sum_{CC} P(CC) \cdot x(CC, PS) - \sum_f w(f) \cdot v(f, PS) \end{aligned}$$

通过分别对上式中的 x 和 v 求导解得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial x} = & P(PS) \cdot \frac{\beta(CC, PS)}{x(CC, PS)} \cdot AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} - P(CC) \\ = & P(PS) \cdot \frac{\beta(CC, PS)}{x(CC, PS)} \cdot X(PS) - P(CC) = 0 \\ \frac{\partial \pi}{\partial v} = & P(PS) \cdot \frac{\gamma(f, PS)}{v(f, PS)} \cdot AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} - P(CC) \\ = & P(PS) \cdot \frac{\gamma(f, PS)}{v(f, PS)} \cdot X(PS) - P(CC) = 0 \end{aligned}$$

这些结果产生生产者对于中间投入和要素投入的需求，式为：

$$x(CC, PS) = \beta(CC, PS) \cdot \frac{P(PS) \cdot X(PS)}{P(CC)}$$

$$v(f, PS) = \gamma(f, PS) \cdot \frac{P(PS) \cdot X(PS)}{w(f)}$$

或者可将上式写成 Cobb-Douglas 生产函数的指数幂的形式，式为：

$$\beta(CC, PS) = \frac{P(CC) \cdot x(CC, PS)}{P(PS) \cdot X(PS)}$$

$$\gamma(f, PS) = \frac{w(f) \cdot v(f, PS)}{P(PS) \cdot X(PS)}$$

这些参数代表各种生产投入价值占总产出价值的比重。

将解出的商品和要素需求代入原生产函数中，可得生产者的活动量和价格，式为：

$$\begin{aligned} X(PS) &= AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} \\ &= AP(PS) \prod_{CC} \left(\beta(CC, PS) \cdot \frac{P(PS) \cdot X(PS)}{P(CC)} \right)^{\beta(CC, PS)} \cdot \\ &\quad \prod_f \left(\gamma(f, PS) \cdot \frac{P(PS) \cdot X(PS)}{w(f)} \right)^{\gamma(f, PS)} \\ X(PS) &= P(PS) \cdot X(PS) \cdot AP(PS) \prod_{CC} \left(\frac{\beta(CC, PS)}{P(CC)} \right)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f \left(\frac{\gamma(f, PS)}{w(f)} \right)^{\gamma(f, PS)} \\ P(PS) &= \frac{1}{AP(PS)} \cdot \prod_{CC} \left(\frac{P(CC)}{\beta(CC, PS)} \right)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f \left(\frac{w(f)}{\gamma(f, PS)} \right)^{\gamma(f, PS)} \end{aligned}$$

九、CDT1 模型的变量关系流程

CDT1 模型与 LT1 模型变量关系图唯一的不同是 Leontief 技术 LT 换成了 Cobb-Douglas 技术 CDT，这里不再赘述。见图 3-1。

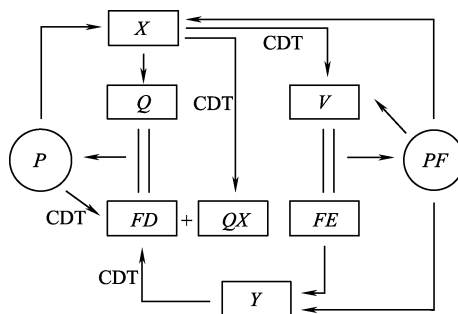


图 3-1 CDT1 模型变量关系流程

十、模型结构方程

这里, $QX(PS)=x(PS)$, $PF=w(f)$, $V=v(f,PS)$, $alpha(CC)=\alpha(CC)$, 等式的左边为模型计算机程序中的变量或参数名, 右边为模型数学表达式中的变量或参数名。

1. 机构部门的最终需求量 ($FD(CC)$)

机构部门按照固定比例分配总支出, 再除以价格, 即得最终需求实物量。

$$FD(CC) = \frac{\alpha(CC) \cdot Y}{P(CC)}$$

2. 机构部门的总收入 (Y)

机构部门的总收入等于要素使用量乘以要素价格,

$$Y = PF \cdot FE$$

或者通过要素收支相等方程确定。

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) = PF \cdot FE$$

3. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的生产活动水平。

$$\sum_{CC} v_t(PS, CC) \cdot P(CC) = \left(\frac{1}{AP(PS)} \right) \prod_{CC} \left(\frac{P(CC)}{\beta(CC, PS)} \right)^{\beta(CC, PS)} \prod_{CC} \left(\frac{PF}{\gamma(PS)} \right)^{\gamma(PS)}$$

4. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的商品价格 (其中任一价格可被作为基准价格), 式为:

$$\sum_{PS} v_t(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} \beta(CC, PS) \cdot P(CC) \cdot X(PS) + \alpha(CC) \cdot Y$$

或者

$$\sum_{PS} v_t(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} \beta(CC, PS) \cdot X(PS) + FD(CC)$$

5. 要素平衡或出清条件 (PF)

这是一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的要素价格 PF (可被作为基准价格)。

$$\sum_{PS} \frac{\gamma(PS) \cdot \sum_{CC} v_t(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS)}{PF} = FE$$

6. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot \beta(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

7. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDP1、GDP2 和 GDP3)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot \beta(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = PF \cdot FE$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

十一、CDT1 模型的 GAMS 程序

```
*-----
* This is the case with a Cobb-Douglas economy
* but basically is identical to a Leontief economy
* Cobb-Douglas Technology (CDT) series
* CDT1 model
* This is the simplest case based on the SAM1 table where 3 sectors
* or/and commodities, 1 factor and 1 institution are considered.
* Assumption:
* 1) Producers' production follows Cobb-Douglas technology and institution's
*    demand follow Cobb-Douglas preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Factor
08 Institution
09 Sum
/
;
SETS
```

```

PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS(RSAM,CSAM)
ALIAS(PS,PS1)
ALIAS(CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM1(RSAM,CSAM)    SAM1 data
  alpha(CC)          Value share of final use of commodity by institution
  beta(CC,PS)         Value share of intermediate inputs or uses
  gamma(PS)          Value share of factor input
  vt(PS,CC)           Make Table of production supply
  AC                 Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
  AP(PS)              Scaling parameter of Cobb-Douglas produciton function
  FE                 Factor Endowment
  TFD                 Total Final Use
  GDP1                GDP by production method
  GDP2                GDP by income method
  GDP3                GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  FD(CC)              Final Demand of commodity by institution
  X(PS)                Domestic produciton
  QX(CC,PS)           Intermediate Use
  V(PS)                Factor Input
  XQ(PS,CC)           Output Product
  P(CC)                Price of domestic commodity
  PF                  Price of Factor
  BT                  Balance of Trade
  Y                   Income of institution
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xliimport SAM1 SAM2007.xls SAM1!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
QX.L(CC,PS) = SAM1(CC,PS);
X.L(PS) = SAM1("09",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM1(PS,CC);
V.L(PS) = SAM1("07",PS);
FD.L(CC) = SAM1(CC,"08");
TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
FE = SUM(PS,V.L(PS));
Y.L = FE;
alpha(CC) = FD.L(CC)/TFD;
beta(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/X.L(PS);
gamma(PS) = V.L(PS)/X.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
AC = TFD/PROD(CC,FD.L(CC)**alpha(CC));

```



```

AP(PS) = X.L(PS) / (PROD(CC, SAM1(CC, PS)**beta(CC, PS)) * V.L(PS)**gamma(PS));

P.L(CC) = 21;
PF.L = 2;
BT.L = 1;
P.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EFD(CC)
EY
EX(PS)
EP(CC)
EPF
EW
ER
EBT
;
EFD(CC)..
    FD(CC) =E= alpha(CC)*Y/P(CC)
;
EY..
    * Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
    SUM(CC, P(CC)*FD(CC)) =E= PF*FE
;
    * Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    SUM(CC, vt(PS, CC)*P(CC)) =E= (1/AP(PS))*PROD(CC, (P(CC)/beta(CC, PS))**beta
(CC, PS))*((PF/gamma(PS))**gamma(PS))
;
    * Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC)..
    SUM(PS, vt(PS, CC)*X(PS)*P(CC)) =E= SUM(PS, beta(CC, PS)*X(PS)*P(CC))+
alpha(CC)*Y
;
    * Constraint of factor, or factor market clearance, to determine price of
factor
EPF..
    SUM(PS, gamma(PS)*SUM(CC, vt(PS, CC)*X(PS)*P(CC))/PF) =E= FE
;
    * Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC, SUM(PS, vt(PS, CC)*P(CC)*X(PS))) - SUM((PS, CC), beta(CC, PS)*
P(CC)*X(PS)) - SUM(CC, P(CC)*FD(CC))
;
Model CDT1
/
EFD.FD
EY.Y

```

```

EX.X
EP.P
EPF.PF
EBT.BT
/;
CDT1.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CDT1 USING MCP;

TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vf(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*beta
(CC,PS)*X.L(PS));
GDP2 = PF.L*FE;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*FD.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE CDT_1 /CDT1.CSV;
put CDT_1;
CDT_1.PC=5;CDT_1.ND=6;CDT_1.NZ=1.E-6;CDT_1.NW=20;CDT_1.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'FD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT FD.L(CC);PUT/;);
PUT 'TFD';PUT TFD;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Price of Factor';PUT PF.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;

```

第二节 CDT2 模型

CDT2 模型是 CDT1 模型的进一步扩展。如表 3-2 所示，与 CDT1 模型不同的是，CDT2 模型将要素分成了劳动和资本两种，同时新增加了储蓄和投资账户。

表 3-2 CDT2 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	机构部门	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0					488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0					5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139					1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						114 976 729	30513592	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	1 147 753 038	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						806 966 764	164 736 111	1 923 851 139
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806								1 100 473 000
资本	14 775 468	885 010 877	660 178 765								1 559 965 110
机构部门							1 100 473 000	1 559 965 110			2 660 438 111
储蓄									1 343 002 740		1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	1 100 473 000	1 559 965 110	2 660 438 111	1 343 002 740	23 041 058 202

一、CDT2 模型依据的假设

CDT2 模型依据的假设，比 CDT1 模型增加了一个假设：

1. 产业部门或生产者的生产按照 Cobb-Douglas 技术进行；
2. 机构部门的需求按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
5. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形。

二、模型的维度分类

PS	产业部门
CC	商品

三、模型的参数

$SAM2(RSAM, CSAM)$	表 3-2 社会核算矩阵数据
$alphac(CC)$	机构部门的消费结构
sv	机构部门的储蓄倾向
$alphai(CC)$	投资的商品需求结构
$beta(CC, PS)$	生产部门的中间需求结构
$gammal(PS)$	生产部门的劳动投入
$gammak(PS)$	生产部门的资本投入
$vt(PS, CC)$	供给表, 表示各产业部门生产的产品的固定比例
AC	Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS)$	Cobb-Douglas 生产函数的缩放系数

四、模型的外生变量

LS	劳动禀赋
KS	资本禀赋

五、模型之外的辅助变量

TFD	总最终需求量
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$FD(CC)$	机构部门的最终需求量
Y	机构部门的总收入
$TSAV$	总储蓄额
$TINV$	总投资额
$INV(CC)$	投资的商品需求量
$X(PS)$	本国生产活动的产出量
$QX(CC, PS)$	中间生产投入量
$L(PS)$	劳动投入量
$K(PS)$	资本投入量

$XQ(PS, CC)$	产品产出量
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
W	工资报酬率
R	资本回报率
BT	平衡检验项

七、消费者行为

消费者优化行为下的需求条件与 CDT1 模型中的推导过程相同，最终可导出：

$$FD(CC) = \alpha_c(CC) \cdot \frac{Y}{P(CC)}$$

和

$$\alpha_c(CC) = \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{Y}$$

八、投资者行为

投资者的收益 W ，以 Cobb-Douglas 效用函数的形式与投资的商品需求相关联，式为：

$$W = AI \prod_{CC} INV(CC)^{\alpha_i(CC)}$$

假定一个代表性投资者在给定总投资 $TINV$ 和商品价格 P 的条件下通过选择不同商品的投资需求水平来实现收益最大化，其最大化问题如下：

Max

$$W = AI \prod_{CC} INV(CC)^{\alpha_i(CC)}$$

Subject to

$$TINV = \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

或者，同样地可以假定该问题等同于投资者的一种生产活动，生产过程中代表性投资者最大化“收益商品 W ”的生产利润，其产出由投资产生，价格 P_w 为总投资的边际收益，可以被作为基准价格。结果，以上收益最大化问题可以转化为投资利润最大化问题，如下：

Max

$$W = P_w \cdot W - \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

Subject to

$$INV(CC) = \alpha_i(CC) \frac{TINV}{P(CC)}$$

变换上式得:

$$\alpha_i(CC) = \frac{P(CC) \cdot INV(CC)}{TINV}$$

该式表明，收益函数的指数幂可以被理解为是每种商品的投资需求占总投资的比重。

九、生产者行为

生产者优化行为下的需求条件与 CDT1 模型中的推导过程和结果完全相同。

十、CDT2 模型的变量关系流程

与 LT2 模型的变量关系流程图相同，唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CDT 技术，这里不再赘述。见图 3-2。

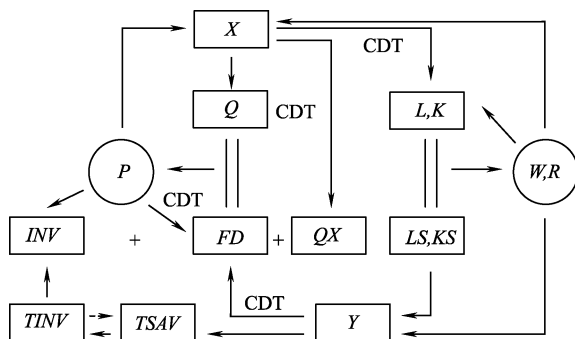


图 3-2 CDT2 模型变量关系流程

十一、模型结构方程

这里， $\alpha_c(CC)=\alpha_c(CC)$ ， $\alpha_i(CC)=\alpha_i(CC)$ ， $\beta(CC,PS)=\beta(CC,PS)$ ， $\gamma_l(PS)=\gamma_l(PS)$ 及 $\gamma_k(PS)=\gamma_k(PS)$ ，等式的左边为模型计算机程序中的变量或参数名，右边为模型数学表达式中的变量或参数名。

1. 机构部门的最终需求 ($FD(CC)$)

机构部门按照固定比例分配总支出，再除以价格，即得最终需求实物量。

$$FD(CC) = \frac{\alpha_c(CC) \cdot Y}{P(CC)}$$

2. 机构部门的总收入 (Y)

机构部门的总收入通过要素收支相等方程确定。

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + TSAV = W \cdot LS + R \cdot KS$$

3. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄按照机构部门总支出及储蓄倾向算出,这里机构部门总支出等同于总收入。

$$TSAV = sv \bullet Y$$

4. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。如果总投资与总储蓄间的平衡关系由利率调节实现，则该条件变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

5. 投资活动对商品的需求 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求是按照总投资的固定比例并除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{P(CC)}$$

6. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的生产活动水平。

$$\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = \left(\frac{1}{AP(PS)} \right) \prod_{CC} \left(\frac{P(CC)}{\beta(CC, PS)} \right)^{\beta(CC, PS)} \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

7. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格（其中任一价格可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} \beta(CC, PS) \cdot P(CC) \cdot X(PS) + \alpha_c(CC) \cdot Y + \alpha_i(CC) \cdot TINV$$

或者

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} \beta(CC, PS) \cdot X(PS) + FD(CC) + INV(CC)$$

8. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} \gamma_l(PS) \frac{\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS)}{W} = LS$$

9. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格 R （可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} \gamma_k(PS) \frac{\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS)}{R} = KS$$

10. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。

如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot \beta(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) - \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

11. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot \beta(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

十二、CDT2 模型的 GAMS 程序

```
-----
* This is the case with a Cobb-Douglas economy
* but basically is identical to a Leontief economy
* Cobb-Douglas Technology (CDT) series
* CDT2 model
* This is an extension of the simplest case. It is based on the SAM2 table
* where 3 sectors or/and commodities, 2 factors, 1 institution, and savings
* and investment are considered.
* New: labour and capital, savings and investment
* Assumption:
* 1) Producers' production follows Cobb-Douglas technology and institution's
* demand follows Cobb-Douglas preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
```



```

07 Labour
08 Capital
09 Institution
10 Saving or investment
11 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM2 (RSAM,CSAM)    SAM2 data
  alphac(CC)          Composition of consumption by institution
  sv                  Saving propensity of institution
  alphai(CC)          Investment use of commodity
  beta(CC,PS)         Use Table of intermediate inputs or uses
  gammal(PS)          Labour Input
  gammak(PS)          Capital Input
  vt(PS,CC)           Make Table of production supply
  AC                  Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
  AI                  Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
  AP(PS)              Scaling parameter of Cobb-Douglas produciton function
  LS                  Labour Endowment
  KS                  Capital Endowment
  TFD                 Total Final Use
  GDP1                GDP by production method
  GDP2                GDP by income method
  GDP3                GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  FD(CC)              Final Demand of commodity by institution
  Y                   Income of institution
  TSAV                Total SAVings of institution
  TINV                Total INVestment of institution
  INV(CC)             Investment by commodity
  X(PS)               Domestic produciton
  QX(CC,PS)           Intermediate Use
  L(PS)               Labour Input
  K(PS)               Capital Input
  XQ(PS,CC)           Output Product
  P(CC)               Price of domestic commodity
  W                   Wage rate
  R                   Rental rate
  BT                  Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files

```

```

*-----
$libinclude xliimport SAM2 SAM2007.xls SAM2!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
QX.L(CC,PS) = SAM2(CC,PS);
X.L(PS) = SAM2("11",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM2(PS,CC);
L.L(PS) = SAM2("07",PS);
K.L(PS) = SAM2("08",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));
FD.L(CC) = SAM2(CC,"09");
TFD = SAM2("11","09");
TSAV.L = SAM2("10","09");
TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = SAM2(CC,"10");
alphac(CC) = FD.L(CC)/TFD;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
beta(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/X.L(PS);
gammal(PS) = L.L(PS)/X.L(PS);
gammak(PS) = K.L(PS)/X.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
sv = TSAV.L/TFD;
AC = TFD/PROD(CC,FD.L(CC)**alphac(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(PROD(CC,SAM2(CC,PS)**beta(CC,PS))*L.L(PS)**gammal(PS)*
K.L(PS)**gammak(PS));
Y.L = LS+KS;

P.L(CC) = 10;
W.L = 2;
R.L = 3;
BT.L = 1;
P.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EFD(CC)
EY
ETSAV
ETINV
EINV(CC)
EX(PS)
EP(CC)
EW
ER
EBT
;
EFD(CC) ..

```

```

        FD(CC) =E= alphac(CC)*Y/P(CC)
;
EY..
* Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
        SUM(CC,P(CC)*FD(CC))+TSAV =E= W*LS+R*KS
;
ETSAV..
        TSAV =E= sv*Y
;
ETINV..
        TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
        INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/P(CC)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
        SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= (1/AP(PS))*PROD(CC,(P(CC)/beta(CC,PS))**
beta(CC,PS))
                                *((W/gammal(PS))**gammal(PS))
                                *((R/gammak(PS))**gammak(PS))
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC) ..
        SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)*P(CC)) =E= SUM(PS,beta(CC,PS)*X(PS)*P(CC))+alphac
(CC)*Y+alphai(CC)*TINV
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
        SUM(PS,gammal(PS)*SUM(CC,vt(PS,CC)*X(PS)*P(CC))/W) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
        SUM(PS,gammak(PS)*SUM(CC,vt(PS,CC)*X(PS)*P(CC))/R) =E= KS
;
* Balance
EBT ..
        BT =E= SUM(CC,P(CC)*SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)))
                -SUM((PS,CC),P(CC)*beta(CC,PS)*X(PS))
                -SUM(CC,P(CC)*FD(CC))
                -SUM(CC,P(CC)*INV(CC))
;
Model CDT2
/
EFD.FD
EY.Y
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.INV
EX.X
EP.P

```

```

EW.W
ER.R
EBT.BT
/;

CDT2.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CDT2 USING MCP;

TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*beta(CC,
PS)*X.L(PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*FD.L(CC))+SUM(CC,P.L(CC)*INV.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE CDT_2 /CDT2.CSV/;
put CDT_2;
CDT_2.PC=5;CDT_2.ND=6;CDT_2.NZ=1.E-6;CDT_2.NW=20;CDT_2.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'FD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT FD.L(CC);PUT/;);
PUT 'TFD';PUT TFD;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;

```

表 3-3 CDT3 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	支出											
	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0						488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0						5 775 808 480
第三产业				0	0	192 385 1139						1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	30 513 592	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	1 147 753 038	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	164 736 111	1 923 851 139
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806									1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456									1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878				2 275 250 878
政府	478 020	270102903	114606310									385 187 233
储蓄									1 309 724 694	33 278 047		1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	192 385 1139	488 930 000	5 775 808 480	192 385 1139	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	1 343 002 740	2 265 870 969

CDT3 模型依据的假设，比 CDT2 模型增加了一个假设：

1. 产业部门或生产者的生产按照 Cobb-Douglas 进行；
2. 机构部门的需求按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
5. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
6. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入。

PS	产业部门
CC	商品

三、模型的参数

$SAM3(RSAM, CSAM)$	表 3-3 社会核算矩阵数据
$alphah(CC)$	居民消费结构
sh	居民储蓄倾向
$alphag(CC)$	政府消费结构
sg	政府储蓄倾向
$alphai(CC)$	投资的商品需求结构
$beta(CC, PS)$	生产部门的中间需求结构
$gammal(PS)$	劳动投入系数
$gammak(PS)$	资本投入系数
$vt(PS, CC)$	供给表, 表示各产业部门生产的产品的固定比例
$it(PS)$	间接税率或生产税率
AH	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AG	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AI	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS)$	Cobb-Douglas 生产函数的缩放系数

四、模型的外生变量

LS	劳动禀赋
KS	资本禀赋

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
THE	居民总支出
TGE	政府总支出
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
HY	居民总收入

GY	政府总收入
HS	居民储蓄
GS	政府储蓄
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资的商品需求量
$X(PS)$	本国生产活动的产出量
$QX(CC,PS)$	中间生产投入量
$L(PS)$	劳动投入量
$K(PS)$	资本投入量
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
$PX(PS)$	本国生产活动的价格
W	工资报酬率
R	资本回报率
BT	平衡检验项

七、居民行为

居民效用 U ，以 Cobb-Douglas 效用函数的形式与商品需求 HC 相关联，式为：

$$U = AC \prod_{CC} HC(CC)^{\alpha_c(CC)}$$

假定一个代表性居民在给定用于消费的收入 Y 和商品价格 PC 的情况下通过选择不同商品的消费水平来实现效用最大化，其最大化问题如下：

Max

$$U = AC \prod_{CC} HC(CC)^{\alpha_c(CC)}$$

Subject to

$$Y = \sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC)$$

或者，同样地可以假定该问题等同于消费者的一种生产活动，过程中代表性消费者最大化“效用商品 U ”的生产利润，其产出由消费产生，价格为总消费的边际效用，可以被作为基准价格。结果，以上效用最大化问题可以转化为消费利润最大化问题，如下：

Max

$$\pi = P_U \cdot U - \sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC)$$

Subject to

$$U = AC \prod_{CC} HC(CC)^{\alpha_c(CC)}$$

及

$$Y = P_U \cdot U$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\pi = P_U \cdot AC \cdot \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha_c(CC)} - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

求解该问题产生代表性消费者关于商品最终需求的需求函数，式为：

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{dFD} &= P_U \cdot \frac{\alpha_c(CC)}{FD(CC)} \cdot AC \cdot \prod_{CC} FD(CC)^{\alpha_c(CC)} - P(CC) = P_U \cdot \frac{\alpha_c(CC)}{FD(CC)} \cdot U - P(CC) \\ &= \frac{\alpha_c(CC)}{FD(CC)} \cdot Y - P(CC) = 0 \end{aligned}$$

于是可得马歇尔（Marshallian）需求函数：

$$HC(CC) = \alpha_c(CC) \cdot \frac{Y}{PC(CC)}$$

变换上式得：

$$\alpha_c(CC) = \frac{PC(CC) \cdot HC(CC)}{Y}$$

该式表明，效用函数的指数幂可以被理解为是每种商品的消费支出占居民总消费支出的比重。

八、政府行为

与居民情形类似，有：

$$\alpha_g(CC) = \frac{PC(CC) \cdot GC(CC)}{GY}$$

该式表明，政府支出函数的指数幂为政府对每种商品的消费支出占政府总消费支出的比重。

其中，

$$GY = \sum_{CC} dt(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot PC(CC) \cdot X(PS)$$

九、投资者行为

投资者优化行为下的需求条件与 CDT1 模型中的推导过程和结果基本相同，唯一的区别是本模型的价格由 PC 而不再是 P 来表示。

十、生产者行为

代表性生产者假定采用 Cobb-Douglas 生产技术。第 PS 产业部门的产出 $X(PS)$ ，即为合并了各种中间投入 x 和各种要素投入 v 的 Cobb-Douglas 函数形式的配方，式为：

$$X(PS) = AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)}$$

在此生产技术约束下，每个生产者均通过选择各种中间投入和要素投入的水平来实现利润 π 最大化。第 PS 生产者的利润最大化问题于是有如下形式：

Max

$$\pi_{PS} = PX(PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} PC(CC) \cdot x(CC, PS) - \sum_f w(f) \cdot v(f, PS) - it(PS) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)$$

Subject to

$$X(PS) = AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\begin{aligned} \pi_{PS} = & (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} - \\ & \sum_{CC} PC(CC) \cdot x(CC, PS) - \sum_f w(f) \cdot v(f, PS) \end{aligned}$$

通过分别对上式中的 x 和 v 求导解得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial x} = & (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot \frac{\beta(CC, PS)}{x(CC, PS)} \cdot AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} - PC(CC) \\ = & (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot \frac{\beta(CC, PS)}{x(CC, PS)} \cdot X(PS) - PC(CC) = 0 \\ \frac{\partial \pi}{\partial v} = & (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot \frac{\gamma(f, PS)}{v(f, PS)} \cdot AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} - PC(CC) \\ = & (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot \frac{\gamma(f, PS)}{v(f, PS)} \cdot X(PS) - PC(CC) = 0 \end{aligned}$$

这些结果产生生产者对于中间投入和要素投入的需求，式为：

$$\begin{aligned} x(CC, PS) = & \beta(CC, PS) \cdot \frac{(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)}{PC(CC)} \\ v(f, PS) = & \gamma(f, PS) \cdot \frac{(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)}{w(f)} \end{aligned}$$

或者可将上式写成 Cobb-Douglas 生产函数的指数幂的形式，为：

$$\beta(CC, PS) = \frac{PC(CC) \cdot x(CC, PS)}{(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)}$$

$$\gamma(f, PS) = \frac{w(f) \cdot v(f, PS)}{(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)}$$

这些参数代表各种生产投入价值占总产出价值的比重。

将解出的商品和要素需求代入原生产函数中, 可得生产者的活动量和价格, 如下:

$$\begin{aligned} X(PS) &= AP(PS) \prod_{CC} x(CC, PS)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f v(f, PS)^{\gamma(f, PS)} \\ &= AP(PS) \prod_{CC} \left(\beta(CC, PS) \cdot \frac{(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)}{PC(CC)} \right)^{\beta(CC, PS)} \cdot \\ &\quad \prod_f \left(\gamma(f, PS) \cdot \frac{(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)}{w(f)} \right)^{\gamma(f, PS)} \\ X(PS) &= (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) \cdot X(PS) \cdot AP(PS) \prod_{CC} \left(\frac{\beta(CC, PS)}{PC(CC)} \right)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f \left(\frac{\gamma(f, PS)}{w(f)} \right)^{\gamma(f, PS)} \\ (1 - it(PS)) \cdot PX(PS) &= \frac{1}{AP(PS)} \cdot \prod_{CC} \left(\frac{PC(CC)}{\beta(CC, PS)} \right)^{\beta(CC, PS)} \cdot \prod_f \left(\frac{w(f)}{\gamma(f, PS)} \right)^{\gamma(f, PS)} \end{aligned}$$

十一、CDT3 模型的变量关系流程

与 LT3 模型的变量关系流程图相同, 唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CDT 技术, 这里不再赘述。见图 3-3。

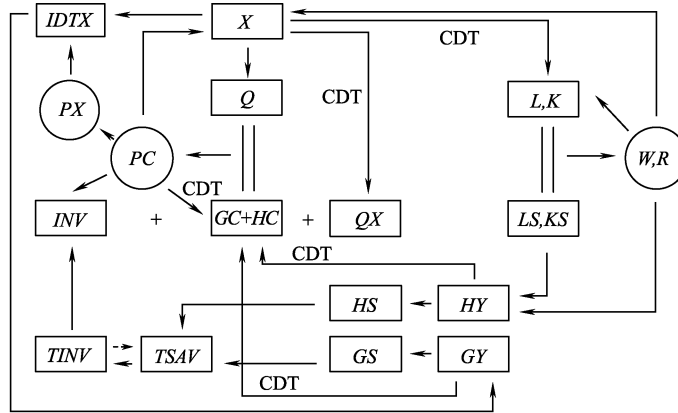


图 3-3 CDT3 模型变量关系流程

十二、模型结构方程

这里, $\text{alphac}(CC) = \alpha_c(CC)$, $\text{alphah}(CC) = \alpha_h(CC)$, $\text{alphag}(CC) = \alpha_g(CC)$, $\text{beta}(CC, PS) = \beta(CC, PS)$, $\text{gammal}(PS) = \gamma_l(PS)$, $\text{gammak}(PS) = \gamma_k(PS)$, 等式的左边为模

型计算机程序中的变量或参数名，右边为模型数学表达式中的变量或参数名。

1. 居民消费 ($HC(CC)$)

居民消费按照固定比例分配总支出，再除以价格，即得居民消费实物量。

$$HC(CC) = \frac{\alpha_h(CC) \cdot HY}{P(CC)}$$

2. 政府消费 ($GC(CC)$)

政府消费按照固定比例分配总支出，再除以价格，即得政府消费实物量。

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{P(CC)}$$

3. 居民总收入 (HY)

居民总收入通过居民收支相等方程确定，等式如下：

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府总收入 (GY)

政府总收入等于间接税之和。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄按照居民总支出及储蓄倾向算出，这里居民总支出等同于总收入。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄按照政府总支出及储蓄倾向算出，这里政府总支出等同于总收入。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 ($TSAV$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。如果总投资与总储蓄间的平衡关系由利率调节实现，则该条件变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动对商品的需求 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求是按照总投资的固定比例并除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{P(CC)}$$

10. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的生产活动水平。

$$(1-it(PS)) \cdot \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = \left(\frac{1}{AP(PS)} \right) \prod_{CC} \left(\frac{P(CC)}{\beta(CC, PS)} \right)^{\beta(CC, PS)} \\ \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

11. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格（其中任一价格可被作为基准价格），式为：

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} (1-it(PS)) \cdot \beta(CC, PS) \cdot P(CC) \cdot X(PS) + \\ \alpha_h(CC) \cdot HY + \alpha_g(CC) \cdot GY + \alpha_i(CC) \cdot TINV$$

或者

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} (1-it(PS)) \cdot \beta(CC, PS) \cdot X(PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

12. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC)$$

13. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} (1-it(PS)) \cdot \gamma_l(PS) \cdot \frac{\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS)}{W} = LS$$

14. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} (1-it(PS)) \cdot \gamma_k(PS) \cdot \frac{\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) \cdot X(PS)}{R} = KS$$

15. 间接税 ($IDTX(PS)$)

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) X(PS)$$

16. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} (1 - it(PS)) \cdot P(CC) \cdot beta(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC))$$

17. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDP1、GDP2 和 GDP3)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} (1 - it(PS)) \cdot P(CC) \cdot beta(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC))$$

十三、CDT3 模型的 GAMS 程序

```

-----
* This is the case with a Cobb-Douglas economy
* but basically is identical to a Leontief economy
* Cobb-Douglas Technology (CDT) series
* CDT3 model
* This is a further extension of the CDT2 models. It is based on the SAM3
table
* where 3 sectors or/and commodities, labor and capital, household and
* government, and savings and investment are considered.
* New: household and government
* Assumption:
* 1) Producers' production follows Cobb-Douglas technology and institution's
* demand follows Cobb-Douglas preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF

```

```

Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital
09 Household
10 Government
11 Saving or investment
12 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  sam3 (RSAM,CSAM)      sam3 data
  alphah(CC)            Composition of Household consumption
  sh                    Saving propensity of Household
  alphag(CC)            Composition of Government consumption
  sg                    Saving propensity of Government
  alphai(CC)            Investment use of commodity
  beta(CC,PS)           Use Table of intermediate inputs or uses
  gammal(PS)            Labour Input
  gammak(PS)            Capital Input
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  it(PS)                Direct Tax
  AH                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function for
household
  AG                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function for
government
  AI                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
for investor
  AP(PS)                Scaling parameter of Cobb-Douglas produciton function
for producer
  LS                    Labour Endowment
  KS                    Capital Endowment
  THC                  Total Household consumption
  TGC                  Total Government consumption

```

```

THE          Total Household Expenditure
TGE          Total Government Expenditure
GDP1         GDP by production method
GDP2         GDP by income method
GDP3         GDP by expenditure method
;
VARIABLES
HC(CC)       Household Consumption
GC(CC)       Government Consumption
HY           Household Income
GY           Government Income
HS           Household Savings
GS           Government Savings
TSAV         Total SAVings
TINV         Total INVestment
INV(CC)      Investment by commodity
X(PS)        Domestic produciton output
QX(CC,PS)   Intermediate Use
L(PS)        Labour Input
K(PS)        Capital Input
IDTX(PS)     Indirect tax or production tax
XQ(PS,CC)   Output Product
P(CC)        Price of domestic commodity
PX(PS)       Price for activity of domestic produciton
W            Wage rate
R            Rental rate
BT           Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlexport sam3 sam2007.xls sam3!a1:p16
*-----
* SAM data nad calibration
*-----

QX.L(CC,PS) = SAM3(CC,PS);
X.L(PS) = SAM3("12",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM3(PS,CC);
L.L(PS) = SAM3("07",PS);
K.L(PS) = SAM3("08",PS);
IDTX.L(PS) = SAM3("10",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));
HC.L(CC) = sam3(CC,"09");
GC.L(CC) = sam3(CC,"10");
HY.L = LS+KS;
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS));
HS.L = sam3("11","09");
GS.L = sam3("11","10");

```

```

THE = sam3("12","09");
TGE = sam3("12","10");
TSAV.L = HS.L+GS.L;
TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = SAM3(CC,"11");

alphah(CC) = HC.L(CC)/THE;
sh = HS.L/THE;
alphag(CC) = GC.L(CC)/TGE;
sg = GS.L/TGE;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(CC,PS) = SAM3(CC,PS)/(X.L(PS)*(1-it(PS)));
gammal(PS) = L.L(PS)/(X.L(PS)*(1-it(PS)));
gammak(PS) = K.L(PS)/(X.L(PS)*(1-it(PS)));
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
AH = THE/PROD(CC,HC.L(CC)**alphah(CC));
AG = TGE/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(PROD(CC,QX.L(CC,PS)**beta(CC,PS))*L.L(PS)**gammal(PS)*
K.L(PS)**gammak(PS))
;
P.L(CC) = 2;
PX.L(PS) = 10;
W.L = 3;
R.L = 2;
BT.L = 1;
P.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EHY
EGY
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EINV(CC)
EX(PS)
EP(CC)
EPX(PS)
EW
ER
EIDTX
EBT
;

```



```

EHC(CC)..
    HC(CC) =E= alphah(CC)*HY/P(CC)
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= alphag(CC)*GY/P(CC)
;
EHY..
    * Consumer budget constraint that National Product = National Income or
P*FDD=W*L+R*K
    SUM(CC,P(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDX(PS))
;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/P(CC)
;
    * Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= (1/AP(PS))*PROD(CC,(P(CC)/beta
(CC,PS))*beta(CC,PS))
                                *(W/gammal(PS))*gammal(PS))
                                *(R/gammak(PS))*gammak(PS))
;
    * Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC) ..
    SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)*P(CC)) =E= SUM(PS,(1-it(PS))*beta(CC,PS)*X(PS)*
P(CC))+alphah(CC)*HY+alphag(CC)*GY+alphai(CC)*TINV
;
    * Price of production
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC))
;
    * Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,(1-it(PS))*gammal(PS)*SUM(CC,vt(PS,CC)*X(PS)*P(CC))/W) =E= LS
;

```

```

* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS, (1-it(PS)) * gammak(PS) * SUM(CC, vt(PS, CC) * X(PS) * P(CC)) / R) =E= KS
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS) * PX(PS) * X(PS)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC, P(CC) * SUM(PS, vt(PS, CC) * X(PS))) - SUM((PS, CC), (1-it(PS)) *
P(CC) * beta(CC, PS) * X(PS)) - SUM(CC, P(CC) * (HC(CC) + GC(CC))) - SUM(CC, P(CC) * INV(CC))
;
Model CDT3
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.INV
EX.X
EP.P
EPX.PX
EW.W
ER.R
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;
CDT3.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CDT3 USING MCP;

THC = SUM(CC, HC.L(CC));
TGC = SUM(CC, GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS, SUM(CC, vt(PS, CC) * P.L(CC) * X.L(PS)) - SUM((CC, PS), (1-it(PS)) *
P.L(CC) * beta(CC, PS) * X.L(PS)));
GDP2 = W.L * LS + R.L * KS + GY.L;
GDP3 = SUM(CC, P.L(CC) * (HC.L(CC) + GC.L(CC))) + SUM(CC, P.L(CC) * INV.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE CDT_3 /CDT3.CSV;
put CDT_3;
CDT_3.PC=5; CDT_3.ND=6; CDT_3.NZ=1.E-6; CDT_3.NW=20; CDT_3.PW=450
PUT 'GDP1'; PUT GDP1; PUT /;
PUT 'GDP2'; PUT GDP2; PUT /;

```

```
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/;);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/;);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;
```

第四节 CDT4 模型

CDT4 模型是 CDT3 模型基础上的进一步扩展。它基于表 3-4 的结构和数据建立，与 CDT3 模型不同的是它新增加了国外账户。

表 3-4 CDT4 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0							488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0							5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139							1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	20 416 358	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	1 016 447 965	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	72 329 892	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806										1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456										1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878					2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310										385 187 233
国外				23 279 609	65 864 406	58 281 931						233 808 526	974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047			1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	634 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	24 370 090 588

一、CDT4 模型依据的假设

CDT4 模型依据的假设构建如下：

1. 产业部门或生产者的生产按照 Cobb-Douglas 技术进行；
2. 居民或政府的需求按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
3. 投资活动的商品需求按照 Cobb-Douglas 结构实现；
4. 居民或政府的总收入等同于总支出；
5. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
6. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
7. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
8. 进口按照 Cobb-Douglas 形式的 Armington（Armington）函数；
9. 出口按照 Cobb-Douglas 形式的 CET 函数。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$SAM4(RSAM, CSAM)$ 表 3-4 社会核算矩阵数据

$alphah(CC)$ 居民消费结构

sh 居民储蓄倾向

$alphag(CC)$ 政府消费结构

sg 政府储蓄倾向

$alphai(CC)$ 投资的商品需求结构

$beta(CC, PS)$ 生产部门的中间需求结构

$gammal(PS)$ 劳动投入系数

$gammak(PS)$ 资本投入系数

$delta(CC)$ Armington 假设的替代率

$epsilon(CC)$ CET 假设的替代率

$vt(PS, CC)$ 供给表, 表示各产业部门生产的产品的固定比例

$it(PS)$ 间接税率或生产税率

AH 居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数

AG 政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数

AI Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数

$AP(PS)$ Cobb-Douglas 生产函数的缩放系数

$AA(CC)$ Armington 进口函数的缩放系数

$AT(CC)$ CET 出口函数的缩放系数

$sqd(CC)$ 本国生产并使用的商品占本国生产商品的比重

$si(CC)$ 进口占本国市场全部商品的比重($QD+IMP$)

四、模型的外生变量

LS 劳动供给量

KS 资本供给量

$wpi(CC)$ 以外币表示的进口品的世界市场价格

$wpe(CC)$ 以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
THE	居民总支出
TGE	政府总支出
$TOBS(CC)$	总吸收 ($Q+IMP$)
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
HY	居民收入
GY	政府收入
HS	居民储蓄
GS	政府储蓄
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资活动量
$INVF$	对国外的投资
$X(PS)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS)$	中间生产投入量
$L(PS)$	劳动投入量
$K(PS)$	资本投入量
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$Q(CC)$	本国生产的产品数量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成产品数量
PU	效用或总消费的价格
$PX(PS)$	本国生产活动的价格

$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品的数量
$IMP(CC)$	进口品的数量
BT	平衡检验项

七、关于进口的 Armington 假设 (Armington assumption)

Armington 假设认为, 本国产品与国外同类产品不存在完全替代的关系。本国商品可以被认为是国内国外同类产品的合成商品, 合成的形式遵从 Cobb-Douglas 函数, 式为:

$$QC(CC) = AA(CC) \cdot QD(CC)^{\delta(CC)} \cdot IMP(CC)^{1-\delta(CC)}$$

假定在合成商品形式约束条件下, 一个代表性本国需求者试图通过决定本国产品与国外同类进口品的结构数量实现生产或消费成本最小化, 则该需求者的最小化问题为:

Min

$$c(CC) = PC(CC) \cdot QC(CC) - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

Subject to

$$QC(CC) = AA(CC) \cdot QD(CC)^{\delta(CC)} \cdot IMP(CC)^{1-\delta(CC)}$$

将约束条件代入目标函数中得:

$$c_{CC} = PC(CC) \cdot AA(CC) \cdot QD(CC)^{\delta(CC)} \cdot IMP(CC)^{1-\delta(CC)} - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

通过分别对上式中的 QD 和 IMP 求导解得:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c}{\partial QD} &= PC(CC) \cdot \frac{\delta(CC)}{QD(CC)} \cdot AA(CC) \cdot QD(CC)^{\delta(CC)} \cdot IMP(CC)^{1-\delta(CC)} - PQD(CC) \\ &= \frac{\delta(CC)}{QD(CC)} \cdot PC(CC) \cdot QC(CC) - PQD(CC) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial c}{\partial IMP} &= PC(CC) \cdot \frac{1-\delta(CC)}{IMP(CC)} \cdot AA(CC) \cdot QD(CC)^{\delta(CC)} \cdot IMP(CC)^{1-\delta(CC)} - PIMP(CC) \\ &= \frac{1-\delta(CC)}{IMP(CC)} \cdot PC(CC) \cdot QC(CC) - PIMP(CC) = 0\end{aligned}$$

这些结果产生需求者对于本国产品和国外同类进口品的需求，式为：

$$\begin{aligned}QD(CC) &= \delta(CC) \cdot \frac{PC(CC) \cdot QC(CC)}{PQD(CC)} \\ IMP(CC) &= (1-\delta(CC)) \cdot \frac{PC(CC) \cdot QC(CC)}{PIMP(CC)}\end{aligned}$$

或者可将上式写成 Cobb-Douglas 函数的指数幂的形式，如下：

$$\begin{aligned}\delta(CC) &= \frac{PQD(CC) \cdot QD(CC)}{PC(CC) \cdot QC(CC)} \\ 1-\delta(CC) &= \frac{PIMP(CC) \cdot IMP(CC)}{PC(CC) \cdot QC(CC)}\end{aligned}$$

该参数代表本国产品或国外同类进口品占本国市场商品的比重。

将解出的本国产品和进口品需求代入 Armington 合成商品函数中，可得本国商品的数量和价格，式为：

$$\begin{aligned}QC(CC) &= AA(CC) \cdot \left(\delta(CC) \cdot \frac{PC(CC) \cdot QC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{\delta(CC)} \cdot \left((1-\delta(CC)) \cdot \frac{PC(CC) \cdot QC(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{1-\delta(CC)} \\ QC(CC) &= PC(CC) \cdot QC(CC) \cdot AA(CC) \cdot \left(\frac{\delta(CC)}{PQD(CC)} \right)^{\delta(CC)} \cdot \left(\frac{1-\delta(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{1-\delta(CC)} \\ PC(CC) &= \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\frac{PQD(CC)}{\delta(CC)} \right)^{\delta(CC)} \cdot \left(\frac{PIMP(CC)}{1-\delta(CC)} \right)^{1-\delta(CC)}\end{aligned}$$

八、关于出口的不变转换弹性假设（CET assumption）

不变转换弹性假设认为，本国产品用于本国使用与出口间不存在完全转换的关系。本国产品可以按照 Cobb-Douglas 函数形式成本国使用和出口，式为：

$$Q(CC) = AT(CC) \cdot QD(CC)^{\varepsilon(CC)} \cdot EXP(CC)^{1-\varepsilon(CC)}$$

假定在转换形式约束条件下，一个代表性本国供给者试图通过决定本国使用与出口的结构数量实现利润最大化，则该供给者的最大化问题为：

Max

$$\pi(CC) = PQ(CC) \cdot Q(CC) - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC)$$

Subject to

$$Q(CC) = AT(CC) \cdot QD(CC)^{\varepsilon(CC)} \cdot EXP(CC)^{1-\varepsilon(CC)}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\begin{aligned} \pi(CC) = & PQ(CC) \cdot AT(CC) \cdot QD(CC)^{\varepsilon(CC)} \cdot EXP(CC)^{1-\varepsilon(CC)} - \\ & \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) \end{aligned}$$

通过分别对上式中的 QD 和 EXP 求导解得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial QD} = & PQ(CC) \cdot \frac{\varepsilon(CC)}{QD(CC)} \cdot AT(CC) \cdot QD(CC)^{\varepsilon(CC)} \cdot EXP(CC)^{1-\varepsilon(CC)} - PQD(CC) \\ = & \frac{\varepsilon(CC)}{QD(CC)} \cdot PQ(CC) \cdot Q(CC) - PQD(CC) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial EXP} = & PQ(CC) \cdot \frac{1-\varepsilon(CC)}{EXP(CC)} \cdot AT(CC) \cdot QD(CC)^{\varepsilon(CC)} \cdot EXP(CC)^{1-\varepsilon(CC)} - PEXP(CC) \\ = & \frac{1-\varepsilon(CC)}{EXP(CC)} \cdot PQ(CC) \cdot Q(CC) - PEXP(CC) = 0 \end{aligned}$$

这些结果产生供给者对于本国使用与出口品的供给，即：

$$\begin{aligned} QD(CC) = & \varepsilon(CC) \cdot \frac{PQ(CC) \cdot Q(CC)}{PQD(CC)} \\ EXP(CC) = & (1-\varepsilon(CC)) \cdot \frac{PQ(CC) \cdot Q(CC)}{PEXP(CC)} \end{aligned}$$

或者可将上式写成 Cobb-Douglas 函数的指数幂的形式，如下：

$$\begin{aligned} \varepsilon(CC) = & \frac{PQD(CC) \cdot QD(CC)}{PQ(CC) \cdot Q(CC)} \\ 1-\varepsilon(CC) = & \frac{PEXP(CC) \cdot EXP(CC)}{PQ(CC) \cdot Q(CC)} \end{aligned}$$

该参数代表本国使用或出口占本国产品的比重。

将解出的本国使用和出口品供给代入不变转换弹性函数中，可得本国产品的数量和价格，式为：

$$Q(CC) = AT(CC) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot \frac{PQ(CC) \cdot Q(CC)}{PQD(CC)} \right)^{\varepsilon(CC)} \cdot \left((1-\varepsilon(CC)) \cdot \frac{PQ(CC) \cdot Q(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{1-\varepsilon(CC)}$$

$$Q(CC) = PQ(CC) \cdot Q(CC) \cdot AT(CC) \cdot \left(\frac{\varepsilon(CC)}{PQD(CC)} \right)^{\varepsilon(CC)} \cdot \left(\frac{1 - \varepsilon(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{1 - \varepsilon(CC)}$$

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\frac{PQD(CC)}{\varepsilon(CC)} \right)^{\varepsilon(CC)} \cdot \left(\frac{PEXP(CC)}{1 - \varepsilon(CC)} \right)^{1 - \varepsilon(CC)}$$

九、CDT4 模型的变量关系流程

与 LT4 模型的变量关系流程图相同，唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CDT 技术，这里不再赘述。见图 3-4。

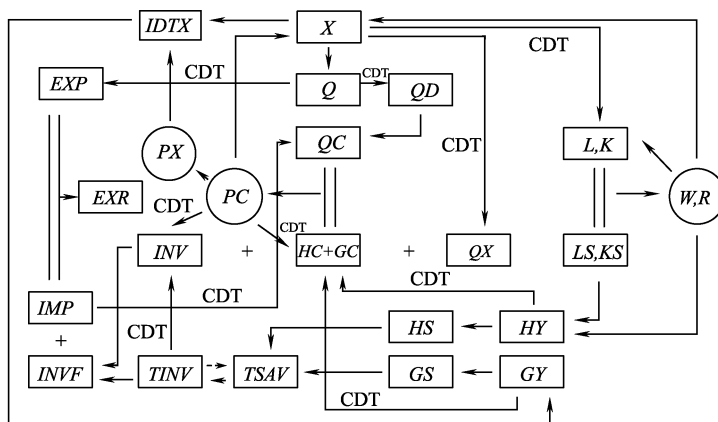


图 3-4 CDT4 模型变量关系流程

十、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC)$)

居民总支出等同于总收入，居民消费支出按照总支出的固定比例分配，再除以价格，即得居民消费实物量。

$$HC(CC) = \frac{\alpha_h(CC) \cdot HY}{PC(CC)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

政府总支出等同于总收入，政府消费支出按照总支出的固定比例分配，再除以价格，即得政府消费实物量。

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和，即：

$$HY = W \cdot LS + R \cdot KS$$

或者通过要素收支相等方程确定。

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 (TINV)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动对商品的需求量 (INV(CC))

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

10. 对国外投资 (INVF)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC)$$

11. 零利润条件 (X(PS))

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。

$$\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC) = PX(PS)$$

12. 本国生产的商品数量 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出，式为：

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

13. 本国生产在本国销售的商品的数量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标，是本国生产的商品的一个固定部分，式为：

$$QD(CC) = sqd(CC) \cdot Q(CC)$$

14. 出口品的数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的商品与本国生产在本国销售的商品间的差，式为：

$$Q(CC) = QD(CC) + EXP(CC)$$

或从 CET 函数导出，即：

$$Q(CC) = AT \cdot QD^{\varepsilon(CC)} \cdot EXP^{1-\varepsilon(CC)}$$

15. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标，基于本国生产本国销售的的商品的数量等于本国市场全部商品扣除进口品之后的数量这一关系导出。

$$QD(CC) = (1 - si(CC)) \cdot QC(CC)$$

16. 进口品的数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标，等于本国市场全部商品与进口品所占比重之积，式为：

$$IMP(CC) = si(CC) \cdot QC(CC)$$

或者从 Armington 函数导出，即：

$$QC(CC) = AA \cdot QD^{\delta(CC)} \cdot IMP^{1-\delta(CC)}$$

17. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

18. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国

生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡，等式为：

$$QC(CC) = \sum_{PS} (1 - it(PS)) \cdot \beta(CC, PS) \cdot X(PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

或者由全部商品平衡关系即总市场吸收等于总市场供给决定，即：

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = \sum_{PS} (1 - it(PS)) \cdot \beta(CC, PS) \cdot PC(CC) \cdot X(PS) + \alpha_h(CC) \cdot HY + \alpha_g(CC) \cdot GY + \alpha_i(CC) \cdot TINV$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

19. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

本国生产活动的价格等于全部成本投入以及间接税之和。

$$(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) = \left(\frac{1}{AP(PS)} \right) \prod_{CC} \left(\frac{PC(CC)}{\beta(CC, PS)} \right)^{\beta(CC, PS)} \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

20. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\frac{PQD(CC)}{\varepsilon(CC, PS)} \right)^{\varepsilon(CC)} \cdot \left(\frac{PEXP(CC)}{1 - \varepsilon(CC, PS)} \right)^{1 - \varepsilon(CC, PS)}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格。

$$PQ(CC) = PQD(CC)$$

21. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\frac{PQD(CC)}{\delta(CC, PS)} \right)^{\delta(CC)} \cdot \left(\frac{PIMP(CC)}{1 - \delta(CC, PS)} \right)^{1 - \delta(CC, PS)}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格。

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

22. 以本国货币表示的出口品的价格（ $PEXP(CC)$ ）

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，即：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

23. 国际贸易闭合（ EXR ）

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INVF$$

24. 劳动力市场平衡或出清条件（ W ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} (1 - it(PS)) \cdot \gamma_l(PS) \cdot \frac{\sum_{CC} \gamma_t(PS, CC) \cdot PC(CC) \cdot X(PS)}{W} = LS$$

25. 资本市场平衡或出清条件（ R ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} (1 - it(PS)) \cdot \gamma_k(PS) \cdot \frac{\sum_{CC} \gamma_t(PS, CC) \cdot PC(CC) \cdot X(PS)}{R} = KS$$

26. 间接税 ($IDTX(PS)$)

式为:

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) X(PS)$$

27. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot PX(PS) \cdot X(PS) + \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \sum_{PS} \sum_{CC} (1 - it(PS)) \cdot PC(CC) \cdot beta(CC, PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)) - \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC)$$

28. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} (1 - it(PS)) \cdot PC(CC) \cdot beta(CC, PS) \cdot X(PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC)) + \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC) + \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

十一、CDT4 模型的 GAMS 程序

```

-----
* This is the case with a Cobb-Douglas economy
* but basically is identical to a Leontief economy
* Cobb-Douglas Technology (CDT) series
* CDT4 model
* This is a further extension from the CDT3 model. It is based on the SAM5
table
* where 3 sectors or/and commodities, labor and capital, household and
* government, savings and investment, and export and import are considered.
* New: export and import
* Assumption:
* 1) Producers' production, household's consumption, government consumption,
* investor's investment, Armington function for import, and Constant
* Elasticity Transformation (CET) function for export follow Cobb-Douglas
form
* 2) Institutions total income and expenditure are identity

```

* 3) Commodity 1 is numeraire
 * 4) Total savings and investment are identity
 * 5) Household gets income from labour and capital, government gets income only from taxes

```

*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=3, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 Saving or investment
13 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  sam4 (RSAM,CSAM)    sam4 data
  alphah(CC)          Composition of Household consumption
  sh                  Saving propensity of Household
  alphag(CC)          Composition of Government consumption
  sg                  Saving propensity of Government
  alphai(CC)          Investment use of commodity
  beta(CC,PS)         Use Table of intermediate inputs or uses
  gammal(PS)          Labour Input
  gammak(PS)          Capital Input
  delta(CC)           Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC)         Substitution rate of transformation assumption
  vt(PS,CC)           Make Table of production supply
  it(PS)              Direct Tax
  AH                  Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function for

```



```

household
  AG                      Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function for
government
  AI                      Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
for investor
  AP(PS)                 Scaling parameter of Cobb-Douglas production function
for producer
  AA(CC)                 Scaling parameter of Armington function
  AT(CC)                 Scaling parameter of Transformation function
  sqd(CC)                Share of Domestical commodity in total domestic commodity
  si(CC)                 Share of Import in total domestic supply (QD+IMP)
  LS                     Labour Endowment
  KS                     Capital Endowment
  THC                    Total Household consumption
  TGC                    Total Government consumption
  THE                    Total Household Expenditure
  TGE                    Total Government Expenditure
  TOBS(CC)               Total Obsorption
  wpi(CC)                World Price of Import at foreign currency
  wpe(CC)                World Price of Export at foreign currency
  GDP1                   GDP by production method
  GDP2                   GDP by income method
  GDP3                   GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  HC(CC)                 Household Consumption
  GC(CC)                 Government Consumption
  HY                     Household Income
  GY                     Government Income
  HS                     Household Savings
  GS                     Government Savings
  TSAV                   Total SAVings
  TINV                   Total INVestment
  INV(CC)                Investment by commodity
  INVf                   Investment to abroad
  X(PS)                  Activity of domestic produciton
  QX(CC,PS)              Intermediate Use
  L(PS)                  Labour Input
  K(PS)                  Capital Input
  IDTX(PS)               Indirect tax or production tax
  XQ(PS,CC)              Output Product
  Q(CC)                  Quantity of domestically-produced commodity
  QD(CC)                 Quantity of domestical commodity sold in domestic market
  QC(CC)                 Quantity of Composite commodity supplied to domestic market
  PU                     Price of Utility or aggregate consumption
  PX(PS)                 Price for activity of domestic produciton
  PQ(CC)                 Price of domestically-produced commodity
  PQD(CC)                Price for domestically-produced commodity sold in domestic
market
  PC(CC)                 Relative Price of Composite commodity sold in domestic market
  PEXP(CC)               Price of EXPort at local currency
  PIMP(CC)               Price of IMPort at local currency

```

```

EXR                EXchange Rate
W                  Wage rate
R                  Rental rate
EXP(CC)            EXPort
IMP(CC)            IMPort
BT                  Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport sam4 sam2007.xls sam4!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
QX.L(CC,PS) = SAM4(CC,PS);
X.L(PS) = SAM4("13",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM4(PS,CC);
L.L(PS) = SAM4("07",PS);
K.L(PS) = SAM4("08",PS);
IDTX.L(PS) = SAM4("10",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));
HC.L(CC) = SAM4(CC,"09");
GC.L(CC) = SAM4(CC,"10");
HY.L = LS+KS;
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS));
HS.L = SAM4("12","09");
GS.L = SAM4("12","10");
THE = SAM4("13","09");
TGE = SAM4("13","10");
TSAV.L = HS.L+GS.L;
TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = SAM4(CC,"12");
INV.F.L = SAM4("11","12");
EXP.L(CC) = sam4(CC,"11");
IMP.L(CC) = sam4("11",CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
QD.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC);
TOBS(CC) = sam4("13",CC);
QC.L(CC) = TOBS(CC)-EXP.L(CC);

alphah(CC) = HC.L(CC)/THE;
sh = HS.L/THE;
alphag(CC) = GC.L(CC)/TGE;
sg = GS.L/TGE;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/(X.L(PS)*(1-it(PS)));
gammal(PS) = L.L(PS)/(X.L(PS)*(1-it(PS)));
gammak(PS) = K.L(PS)/(X.L(PS)*(1-it(PS)));
delta(CC) = (sum(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC))/(TOBS(CC)-EXP.L(CC));
epsilon(CC) = (sum(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC))/sum(PS,XQ.L(PS,CC));

```

```

vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);

AH = THE/PROD(CC,HC.L(CC)**alphah(CC));
AG = TGE/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(PROD(CC,SAM4(CC,PS)**beta(CC,PS))
               *L.L(PS)**gammal(PS)
               *K.L(PS)**gammak(PS))
;
AA(CC) = (TOBS(CC)-EXP.L(CC))/( (SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC))**delta(CC)
               *IMP.L(CC)**(1-delta(CC)))
;
AT(CC) = sum(PS,XQ.L(PS,CC))/( (SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC))**epsilon(CC)
               *EXP.L(CC)**(1-epsilon(CC)))
;
sqd(CC) = (SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC))/SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
si(CC) = IMP.L(CC)/(SUM(PS,XQ.L(PS,CC))-EXP.L(CC)+IMP.L(CC));

wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
PX.L(PS) = 1;
PC.L(CC) = 2;
PQ.L(CC) = 3;
PQD.L(CC) = 4;
PEXP.L(CC) = 5;
PIMP.L(CC) = 6;
EXR.L = 2;
W.L = 2;
R.L = 3;
BT.L = 1;
PC.FX("04") = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EHY
EGY
EINV(CC)
EINVF
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EX(PS)
EQ(CC)
EQD(CC)
EEXP(CC)
EIMP(CC)
EQC(CC)
EPIMP(CC)

```

```

EPC(CC)
EPX(PS)
EPQ(CC)
EPQD(CC)
EPEXP(CC)
EEXR
EW
ER
EIDTX
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= alphah(CC)*HY/PC(CC)
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= alphag(CC)*GY/PC(CC)
;
EHY..
    SUM(CC,PC(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDTX(PS))
;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/PC(CC)
;
EINVF..
    INV =E= TINV-SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC)) =E= PX(PS)
;
EQ(CC)..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC)..
    QD(CC) =E= sqd(CC)*Q(CC)
;

```

```

EEXP(CC)..
    Q(CC) =E= AT(CC)*QD(CC)**epsilon(CC)*EXP(CC)**(1-epsilon(CC))
;
EQC(CC)..
    QD(CC) =E= (1-si(CC))*QC(CC)
;
EIMP(CC)..
    QC(CC) =E= AA(CC)*QD(CC)**delta(CC)*IMP(CC)**(1-delta(CC))
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC)..
    PIMP(CC) =E= EXR*wpi(CC)
;
EPC(CC)..
    PC(CC)*QC(CC) =E= SUM(PS,(1-it(PS))*beta(CC,PS)*X(PS)*PC(CC))+alphah
(CC)*HY+alphag(CC)*GY+alphai(CC)*TINV
;
EPX(PS)..
    (1-it(PS))*PX(PS) =E= (1/AP(PS))*PROD(CC,(PC(CC)/beta(CC,PS))**beta(CC,PS))
    *((W/gammal(PS))**gammal(PS))
    *((R/gammak(PS))**gammak(PS))
;
EPQ(CC)..
    PQ(CC) =E= (1/AT(CC))*(PQD(CC)/epsilon(CC))**epsilon(CC)*(PEXP(CC)/(1-
epsilon(CC))** (1-epsilon(CC))
;
EPQD(CC)..
    PC(CC) =E= (1/AA(CC))*(PQD(CC)/delta(CC))**delta(CC)*(PIMP(CC)/(1-delta
(CC))** (1-delta(CC))
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;
* Trade closure
EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INVF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,(1-it(PS))*gammal(PS)*SUM(CC,vt(PS,CC)*X(PS)*PC(CC))/W) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,(1-it(PS))*gammak(PS)*SUM(CC,vt(PS,CC)*X(PS)*PC(CC))/R) =E= KS
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance

```

```

EBT..
    BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*PX(PS)*X(PS)))+SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))
        -SUM((PS,CC),(1-it(PS))*PC(CC)*beta(CC,PS)*X(PS))-SUM(CC,PC(CC)*
(HC(CC)+GC(CC)))
        -SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))-SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC))
;
Model CDT4
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EINV.INV
EINVF.INVF
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EX.X
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EIMP.IMP
EQC.QC
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;
CDT4.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CDT4 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*PC.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),(1-it(PS))*PC.L
(CC)*beta(CC,PS)*X.L(PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,PC.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)))+SUM(CC,PC.L(CC)*INV.L(CC))
        +SUM(CC,PEXP.L(CC)*EXP.L(CC))-SUM(CC,PIMP.L(CC)*IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE CDT_4 /CDT4.CSV;
put CDT_4;

```

```

CDT_4.PC=5;CDT_4.ND=6;CDT_4.NZ=1.E-6;CDT_4.NW=20;CDT_4.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/;);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/;);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/;);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;
PUT 'HS';PUT HS.L;PUT/;
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT Q.L(CC);PUT/;);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QD.L(CC);PUT/;);
PUT 'EXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT EXP.L(CC);PUT/;);
PUT 'IMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT IMP.L(CC);PUT/;);
PUT 'QC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QC.L(CC);PUT/;);
PUT 'PIMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PIMP.L(CC);PUT/;);
PUT 'PX(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PX.L(PS);PUT/;);
PUT 'PC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PC.L(CC);PUT/;);
PUT 'PQ(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PQ.L(CC);PUT/;);
PUT 'PQD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PQD.L(CC);PUT/;);
PUT 'PEXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PEXP.L(CC);PUT/;);
PUT 'EXR';PUT EXR.L;PUT/;
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;

```

本章作业

将本章依据 2007 年三部门 SAM 表建立的 CDT1、CDT2、CDT3 和 CDT4 模型分别依据 2012 年 42 部门 SAM 表建立四个更新模型。

第四章

CES 技术模型系列

CES 技术模型（Constant Elasticity of Substitution Technology models，简称 CEST 模型）系列由四个模型组成，分别是 CEST1、CEST2、CEST3 和 CEST4 模型。

本章假想一个 CES（不变替代弹性）经济，在其中一切经济活动均按照 CES 函数形式进行。特别地，生产者按照 CES 技术进行生产，消费者按照 CES 偏好进行消费，投资活动按照 CES 形式购买商品，国际贸易按照 CES 函数形式进口或出口，等等。

第一节 CEST1 模型

CEST1 模型（即 Constant Elasticity of Substitution Technology 1 的缩写）描述了 CES 经济的一个最简单情形。该经济基于表 4-1 的结构和数据建立。表 4-1 与表 2-1 所示完全相同，由三个产业构成，每个产业只生产一种产品，生产需要投入一种要素，仅机构部门一个经济主体。为了阅读方便并保持每个模型的独立完整性，这里再次列出该表。

表 4-1 CEST1 模型依据的 SAM 数据

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	要素	机构部门	总计
第一产业				488 930 000	0	0			488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0			5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139			1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448					145 490 320	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745					1 543 244 915	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375					971 702 875	1 923 851 139
要素	286 591 738	1 344 952 802	1 028 893 572						2 660 438 111
机构部门							2 660 438 111		2 660 438 111
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	2 660 438 111	2 660 438 111	21 698 055 461

一、CEST1 模型依据的假设

1. 产业部门或生产者的生产按照 CES 技术进行；
2. 机构部门的需求按照 CES 偏好实现；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来。

二、模型的维度分类

PS	三个产业部门
CC	三种商品

三、模型的参数

$SAMI(RSAM, CSAM)$	表 4-1 社会核算矩阵数据
su	效用替代弹性
$sp(PS)$	生产替代弹性
$alpha(CC)$	机构部门最终需求商品的价值比重
$beta(CC, PS)$	生产部门中间需求商品的价值比重
$gamma(PS)$	生产部门要素投入的价值比重
$vt(PS, CC)$	供给表，表示各产业部门生产的产品的固定比例
AC	CES 效用函数的缩放系数
$AP(PS)$	CES 生产函数的缩放系数

四、模型的外生变量

FE	要素供给量
------	-------

五、模型之外的辅助变量

TFD	总最终需求
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

UY	效用
Y	机构部门的总收入
$FD(CC)$	机构部门的最终需求量
$X(PS)$	本国生产活动的产出量

$QX(CC,PS)$	中间生产投入量
$V(PS)$	要素投入量
$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$PUY(CC)$	效用或总消费的价格
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
$PX(PS)$	生产活动的价格
$CX(PS)$	生产活动的成本
PF	要素价格
BT	平衡检验项

七、消费者行为

消费者的效用 U ，以 CES 效用函数的形式与商品需求相关联，式为：

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

假定一个代表性主体在给定可消费收入 Y 和商品价格 P 的情况下通过选择不同商品的消费水平来实现效用最大化，其最大化问题如下：

Max

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

Subject to

$$Y = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

令 λ 为拉格朗日因子，于是有：

$$L = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} + \lambda \left(Y - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) \right)$$

$$\frac{\partial L}{\partial FD} = AC \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \frac{1}{\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho} \cdot \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot \rho \cdot FD(CC)^\rho \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} -$$

$$\lambda \cdot P(CC) = \frac{FD(CC)^\rho}{\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho} \cdot \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot U - \lambda \cdot P(CC) = 0$$

$$\lambda = \frac{\alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho}{\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho} \cdot \frac{U}{P(CC) \cdot FD(CC)}$$

$$FD(CC)^{\rho-1} = \lambda \cdot \frac{P(CC)}{\alpha(CC) \cdot U} \cdot \sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^{\rho} = \lambda \cdot \frac{P(CC)}{\alpha(CC) \cdot U} \cdot \frac{U^{\rho}}{AC^{\rho}} = \lambda \cdot \frac{P(CC)}{\alpha(CC)} \cdot \frac{U^{\rho-1}}{AC^{\rho}}$$

$$FD(CC)^{\rho} = \lambda \cdot \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\alpha(CC)} \cdot \frac{U^{\rho-1}}{AC^{\rho}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot \lambda \cdot \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\alpha(CC)} \cdot \frac{U^{\rho-1}}{AC^{\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$= U^{\frac{\rho-1}{\rho}} \cdot \lambda^{\frac{1}{\rho}} \cdot Y^{\frac{1}{\rho}}$$

$$1 = U^{\frac{-1}{\rho}} \cdot \lambda^{\frac{1}{\rho}} \cdot Y^{\frac{1}{\rho}}$$

$$\lambda = \frac{U}{Y}$$

将上式代入需求函数得：

$$FD(CC)^{\rho} = \lambda \cdot \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\alpha(CC)} \cdot \frac{U^{\rho-1}}{AC^{\rho}} = \frac{U}{Y} \cdot \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\alpha(CC)} \cdot \frac{U^{\rho-1}}{AC^{\rho}} = \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\alpha(CC) \cdot Y} \cdot \frac{U^{\rho}}{AC^{\rho}}$$

$$FD(CC)^{\rho-1} = \frac{P(CC)}{\alpha(CC) \cdot Y} \cdot \frac{U^{\rho}}{AC^{\rho}} = \frac{P(CC)}{\alpha(CC) \cdot PU \cdot U} \cdot \frac{U^{\rho}}{AC^{\rho}} = \frac{1}{\alpha(CC) \cdot AC^{\rho}} \cdot U^{\rho-1} \cdot \frac{P(CC)}{PU}$$

于是可求得希克斯（Hicksian）需求函数：

$$FD(CC) = \frac{1}{\alpha(CC)^{\frac{1}{\rho-1}} \cdot AC^{\frac{\rho}{\rho-1}}} \cdot U \cdot \left(\frac{P(CC)}{PU} \right)^{\frac{1}{\rho-1}} = (\alpha(CC))^{\frac{1}{\rho-1}} \cdot (AC)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{-\frac{1}{\rho-1}}$$

$$= \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}}$$

将 $U = \frac{Y}{PU}$ 代入上式可求得马歇尔（Marshallian）需求函数，即：

$$FD(CC) = \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} = \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot \frac{Y}{PU} \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}}$$

$$= \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot Y \cdot PU^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot P^{-\frac{1}{1-\rho}}$$

令 $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$ ，则希克斯（Hicksian）和马歇尔（Marshallian）需求函数相应变成下式：

$$FD(CC) = \alpha(CC)^{\sigma} \cdot AC^{\sigma-1} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\sigma} = \alpha(CC)^{\sigma} \cdot AC^{\sigma-1} \cdot Y \cdot PU^{\sigma-1} \cdot P^{-\sigma}$$

将希克斯（Hicksian）商品需求代入效用函数中得：

$$\begin{aligned}
 U &= AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot \alpha(CC)^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho\rho}{1-\rho}} \cdot U^\rho \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\
 &= AC^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot U \cdot PU^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P(CC)^{\frac{-\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\
 PU^{\frac{1}{\rho-1}} &= AC^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P(CC)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \\
 PU &= AC^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC)^{-\frac{1}{\rho-1}} \cdot P(CC)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}} = AC^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC)^\sigma \cdot P(CC)^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}
 \end{aligned}$$

另一方面，该最大化问题可以从对偶规划求解，即最小化成本

Min

$$c = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

Subject to

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

令 λ 为拉格朗日因子，于是有：

$$L = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + \lambda \left(U^\rho - AC^\rho \cdot \sum_{CC} \left(\alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right) \right)$$

$$\frac{\partial L}{\partial FD} = P(CC) - \lambda \cdot AC^\rho \cdot \frac{\alpha(CC)}{FD(CC)} \cdot \rho \cdot FD(CC)^\rho = 0$$

$$P(CC) \cdot FD(CC) = \lambda \cdot \alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot \rho \cdot FD(CC)^\rho$$

$$FD(CC)^\rho = \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\lambda \cdot \alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot \rho}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$U^\rho = AC^\rho \cdot \sum_{CC} \left(\alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right) = AC^\rho \cdot \sum_{CC} \left(\alpha(CC) \cdot \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\lambda \cdot \alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot \rho} \right) = \frac{Y}{\lambda \cdot \rho}$$

$$\lambda = \frac{Y}{\rho \cdot U^\rho}$$

将上式代入需求函数得：

$$FD(CC)^\rho = \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\lambda \cdot \alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot \rho} = \frac{\rho \cdot U^\rho}{Y} \cdot \frac{P(CC) \cdot FD(CC)}{\alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot \rho}$$

$$FD(CC)^{\rho-1} = \frac{U^\rho}{Y} \cdot \frac{P(CC)}{\alpha(CC) \cdot AC^\rho}$$

$$FD(CC)^{1-\rho} = \frac{Y}{U^\rho} \cdot \frac{\alpha(CC) \cdot AC^\rho}{P(CC)}$$

$$\begin{aligned} FD(CC) &= \left(\frac{\alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot Y}{P(CC) \cdot U^\rho} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} = \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot \left(\frac{Y}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \\ &= \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U^{-\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U^{\frac{1}{1-\rho}} \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \\ &= \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} = \alpha(CC)^\sigma \cdot AC^{\sigma-1} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^\sigma \\ &= \alpha(CC)^\sigma \cdot AC^{\sigma-1} \cdot \frac{Y}{PU} \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^\sigma \end{aligned}$$

或者，同样地可以假定该问题等同于消费者的一种生产活动，过程中代表性消费者最大化“效用商品 U ”的生产利润，其产出由消费产生，价格为总消费的边际效用，可以被作为基准价格。结果，以上效用最大化问题可以转化为消费利润最大化问题，有如下形式：

Max

$$\pi = P_U \cdot U - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

Subject to

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\pi = P_U \cdot AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

求解该问题产生代表性消费者关于商品最终需求的需求函数，如下：

$$\begin{aligned} \frac{d\pi}{dFD} &= P_U \cdot \frac{1}{\rho} \cdot \frac{1}{\left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}} \cdot \alpha(CC) \cdot \frac{\rho}{FD(CC)} \cdot FD(CC)^\rho \cdot AC \cdot \\ &\quad \left(\sum_{CC} \alpha(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} - P(CC) \\ &= P_U \cdot \frac{AC^\rho}{U^\rho} \cdot \alpha(CC) \cdot \frac{1}{FD(CC)} \cdot FD(CC)^\rho \cdot U - P(CC) \\ &= P_U \cdot AC^\rho \cdot \alpha(CC) \cdot FD(CC)^{\rho-1} \cdot U^{1-\rho} - P(CC) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
FD(CC)^{\rho-1} &= \frac{P(CC)}{P_U \cdot AC^\rho \cdot \alpha(CC) \cdot U^{1-\rho}} \\
FD(CC)^{1-\rho} &= \alpha(CC) \cdot AC^\rho \cdot U^{1-\rho} \cdot \frac{P_U}{P(CC)} \\
FD(CC) &= \alpha(CC)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U \cdot \left(\frac{P_U}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} = \left(\frac{\alpha(CC)}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_U^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U \\
&= \left(\frac{\alpha(CC)}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_U^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_U^{\frac{-1+\rho}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot U \cdot P_U \\
&= \left(\frac{\alpha(CC)}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \cdot P_U^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot AC^{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot Y = \left(\frac{\alpha(CC)}{P(CC)} \right)^\sigma \cdot P_U^{\sigma-1} \cdot AC^{\sigma-1} \cdot Y \\
&= \left(\frac{\alpha(CC) \cdot AC \cdot P_U}{P(CC)} \right)^\sigma \cdot \frac{Y}{AC \cdot P_U}
\end{aligned}$$

变换上式得：

$$\alpha(CC) = \frac{FD(CC)^{1-\rho}}{AC^\rho \cdot U^{1-\rho}} \cdot \frac{P(CC)}{P_U} = \frac{FD(CC)^\sigma}{AC^{1-\sigma} \cdot Y} \cdot \frac{P(CC)^\sigma}{P_U^{1-\sigma}}$$

八、生产者行为

假定代表性生产者采用 CES 生产技术。第 PS 产业部门的产出 $X(PS)$ ，即为合并了各种中间投入 x 和各种要素投入 v 的 CES 函数形式，式为：

$$X(PS) = AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

在此生产技术约束下，每个生产者均通过选择各种中间投入和要素投入的水平来实现利润 π 最大化。第 PS 生产者的利润最大化问题于是有如下形式：

Max

$$\pi_{PS} = P(PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot x(CC, PS) - \sum_f w(f) \cdot v(f, PS)$$

Subject to

$$X(PS) = AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\begin{aligned}
\pi_{PS} &= P(PS) \cdot AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} - \\
&\quad \sum_{CC} P(CC) \cdot x(CC, PS) - \sum_f w(f) \cdot v(f, PS)
\end{aligned}$$

通过分别对上式中的 x 和 v 求导解得：

$$\begin{aligned}\frac{\partial \pi}{\partial x(CC, PS)} &= P(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{1}{\rho(PS)} \cdot \\ &\quad \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1-\rho(PS)}{\rho(PS)}} \cdot \\ &\quad \alpha(CC, PS) \cdot \rho(PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)-1} - P(CC) = P(PS) \cdot \\ &\quad AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1-\rho(PS)}{\rho(PS)}} \cdot \\ &\quad \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)-1} - P(CC) = 0 \\ &\quad P(PS) \cdot AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1-\rho(PS)}{\rho(PS)}} \cdot \\ &\quad \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)-1} = P(CC) \\ x(CC, PS)^{1-\rho(PS)} &= \frac{P(PS)}{P(CC)} \cdot \alpha(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \\ &\quad \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1-\rho(PS)}{\rho(PS)}} \\ x(CC, PS) &= \left(\alpha(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{P(PS)}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot \\ &\quad \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} \\ x(CC, PS) &= \left(\alpha(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{P(PS)}{P(CC)} \right)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \\ v(f, PS) &= \left(\alpha(f, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{P(PS)}{w(f)} \right)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)\end{aligned}$$

令 $\sigma(PS) = \frac{1}{1-\rho(PS)}$ 代表生产的替代弹性，则可将中间商品和要素需求写成：

$$\begin{aligned}x(CC, PS) &= \left(\alpha(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{P(PS)}{P(CC)} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \\ v(f, PS) &= \left(\alpha(f, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{P(PS)}{w(f)} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)\end{aligned}$$

既然替代弹性 σ 外生给定，则 CES 生产函数的比重可通过反转需求函数获得，式为：

$$\alpha(CC, PS) = \frac{P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{AP(PS) \cdot P(PS) \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

并且

$$\alpha(f, PS) = \frac{w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{AP(PS) \cdot P(PS) \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

既然

$$\begin{aligned} \alpha(CC, PS) + \alpha(f, PS) &= \frac{P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{AP(PS) \cdot P(PS) \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}} + \frac{w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{AP(PS) \cdot P(PS) \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}} \\ &= \frac{P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{AP(PS) \cdot P(PS) \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}} = 1 \end{aligned}$$

$$AP(PS) \cdot P(PS) \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} = P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}$$

于是，

$$\begin{aligned} \alpha(CC, PS) &= \frac{P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}} \\ \alpha(f, PS) &= \frac{w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot x(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + w(f) \cdot v(f, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}} \end{aligned}$$

上式表示每一项生产投入占产出价值的比重。

进一步地，

$$AP(PS) = X(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{-\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将商品和要素需求代入生产函数中得：

$$\begin{aligned}
 X(PS) &= AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} \\
 &= AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot \alpha(CC, PS)^{\frac{\rho(PS)}{1-\rho(PS)}} \cdot AP(PS)^{\frac{\rho(PS) \cdot \rho(PS)}{1-\rho(PS)}} \cdot X(PS)^{\rho(PS)} \cdot \left(\frac{P(PS)}{P(CC)} \right)^{\frac{\rho(PS)}{1-\rho(PS)}} + \right. \\
 &\quad \left. \sum_f \alpha(f, PS) \cdot \alpha(f, PS)^{\frac{\rho(PS)}{1-\rho(PS)}} \cdot AP(PS)^{\frac{\rho(PS) \cdot \rho(PS)}{1-\rho(PS)}} \cdot X(PS)^{\rho(PS)} \cdot \left(\frac{P(PS)}{w(f)} \right)^{\frac{\rho(PS)}{1-\rho(PS)}} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} \\
 &= AP(PS)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot X(PS) \cdot P(PS)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot P(CC)^{\frac{-\rho(PS)}{1-\rho(PS)}} + \right. \\
 &\quad \left. \sum_f \alpha(f, PS)^{\frac{1}{1-\rho(PS)}} \cdot w(f)^{\frac{-\rho(PS)}{1-\rho(PS)}} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}
 \end{aligned}$$

$$1 = AP(PS)^\sigma \cdot P(PS)^\sigma \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS)^\sigma \cdot P(CC)^{1-\sigma} + \sum_f \alpha(f, PS)^\sigma \cdot w(f)^{1-\sigma} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

$$P(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS)^\sigma \cdot P(CC)^{1-\sigma} + \sum_f \alpha(f, PS)^\sigma \cdot w(f)^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

将商品和要素需求的价值比重代入生产函数中得：

$$\begin{aligned}
 (PS) &= AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC, PS) \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \sum_f \alpha(f, PS) \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} \\
 &= AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} x(CC, PS)^{1-\rho(PS)} \cdot AP(PS)^{-\rho(PS)} \cdot X(PS)^{\rho(PS)-1} \cdot \frac{P(CC)}{P(PS)} \cdot x(CC, PS)^{\rho(PS)} + \right. \\
 &\quad \left. \sum_f v(f, PS)^{1-\rho(PS)} \cdot AP(PS)^{-\rho(PS)} \cdot X(PS)^{\rho(PS)-1} \cdot \frac{w(f)}{P(PS)} \cdot v(f, PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} \\
 &= X(PS)^{\frac{\rho(PS)-1}{\rho(PS)}} \cdot P(PS)^{-\frac{1}{\rho(PS)}} \cdot \left(\sum_{CC} x(CC, PS) \cdot P(CC) + \sum_f v(f, PS) \cdot w(f) \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} \\
 P(PS)^{\frac{1}{\rho(PS)}} &= X(PS)^{-\frac{1}{\rho(PS)}} \cdot \left(\sum_{CC} x(CC, PS) \cdot P(CC) + \sum_f v(f, PS) \cdot w(f) \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}
 \end{aligned}$$

$$P(PS) = \sum_{CC} \frac{x(CC, PS)}{X(PS)} \cdot P(CC) + \sum_f \frac{v(f, PS)}{X(PS)} \cdot w(f)$$

九、CEST1 模型的变量关系流程

与 LT1 模型的变量关系流程图相同，唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CEST 技术，这里不再赘述。具体见图 4-1。

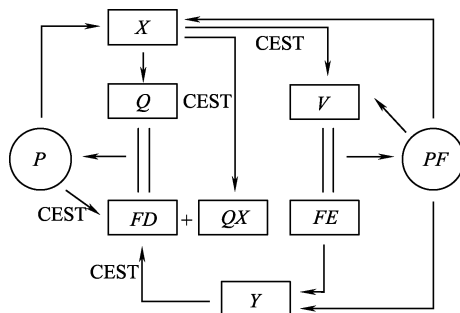


图 4-1 CEST1 模型变量关系流程

十、模型结构方程

这里， $UY=U$ ， $PUY=PU$ ， $PF=w(f)$ ， $FE=v(f,PS)$ ， $\alpha(CC)=\alpha(CC)$ ，等式的左边为模型计算机程序中的变量或参数名，右边为模型数学表达式中的变量或参数名。

1. 机构部门的最终需求 ($FD(CC)$)

$$FD(CC) = \alpha(CC)^{su} \cdot AC^{su-1} \cdot \frac{Y}{PU} \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{su}$$

2. 效用 (UY)

$$UY = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC) \cdot FD(CC)^{\frac{1}{su}} \right)^{\frac{su}{su-1}}$$

3. 机构部门的总收入 (Y)

机构部门的总收入通过要素收支相等方程确定。

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) = PF \cdot FE$$

4. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的生产活动水平。

$$\sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = CX(PS)$$

5. 生产的中间产品投入 ($QX(CC, PS)$)

$$QX(CC, PS) = \left(\beta(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{P(CC)} \right)^{sp(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

6. 生产的要素投入 ($V(PS)$)

$$V(PS) = \left(\gamma(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PF} \right)^{sp(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

7. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格（其中任一价格可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + FD(CC)$$

8. 生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC)$$

9. 要素平衡或出清条件 (PF)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的要素价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} V(PS) = FE$$

10. 效用或总消费的价格 (PUY)

$$PUY = AC^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha(CC)^{su} \cdot P(CC)^{1-su} \right)^{\frac{1}{1-su}}$$

11. 生产活动成本 ($CX(PS)$)

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS)^{sp(PS)} \cdot P(CC)^{1-sp(PS)} + \gamma(PS)^{sp(PS)} \cdot PF^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

12. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

13. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = PF \cdot FE$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

十一、CEST1 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* Constant Elasticity of Substitution Technology (CEST) series
* CEST1 model
* This is the simplest case based on the SAM1 table where 3 sectors or/and
* commodities, 1 factor and 1 institution are considered.
* Assumption:
* 1) Producers' production follows CES technology and institution's demand
*    follows CES preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Factor
08 Institution
09 Sum
/
;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
SAM1 (RSAM,CSAM) SAM1 data
su Substitution elasticity of Utility
sp(PS) Substitution elasticity of Production

```

```

alpha(CC)          Value share of final use of commodity by institution
beta(CC,PS)        Value share of intermediate inputs or uses
gamma(PS)          Value share of factor input
vt(PS,CC)          Make Table of production supply
AC                 Scaling parameter of CES utility function
AP(PS)            Scaling parameter of CES produciton function
FE                 Factor Endowment
TFD                Total Final Use
GDP1               GDP by production method
GDP2               GDP by income method
GDP3               GDP by expenditure method
;
VARIABLES
UY                 Utility
Y                 Income of institution
FD(CC)            Final Demand of commodity by institution
X(PS)             Domestic produciton
QX(CC,PS)         Intermediate demand of commodity by producer
V(PS)             Factor demand of commodity by producer
XQ(PS,CC)         Output Product
PU                Price of Utility or aggregate consumption
P(CC)             Price of domestic commodity
PX(PS)            Price of producer
CX(PS)            Cost of producer
PF                Price of Factor
BT                Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlexport SAM1 SAM2007.xls SAM1!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
P.L(CC) = 1;
PF.L = 1;
PU.L = 1;
su = 0.5;
sp(PS) = 0.5;

QX.L(CC,PS) = SAM1(CC,PS);
X.L(PS) = SAM1("09",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM1(PS,CC);
V.L(PS) = SAM1("07",PS);
FD.L(CC) = SAM1(CC,"08");
TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
FE = SUM(PS,V.L(PS));
Y.L = FE;

alpha(CC) = FD.L(CC)/TFD;
beta(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/X.L(PS);

```

```

gamma(PS) = V.L(PS)/X.L(PS);
beta(CC,PS) = (P.L(CC)*QX.L(CC,PS)**(1/sp(PS)))/(SUM(CC1,P.L(CC1)*QX.L(CC1,
PS)**(1/sp(PS)))+PF.L*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gamma(PS) = (PF.L*V.L(PS)**(1/sp(PS)))/(SUM(CC1,P.L(CC1)*QX.L(CC1,PS)**
(1/sp(PS)))+PF.L*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
AC = (1/PU.L)*SUM(CC,(alpha(CC)**su)*(P.L(CC)**(1-su))**(1/(1-su)));
AP(PS) = X.L(PS)/(SUM(CC,beta(CC,PS)*QX.L(CC,PS)**(1-1/sp(PS)))
+gamma(PS)*V.L(PS)**(1-1/sp(PS))
)**(sp(PS)/(sp(PS)-1))
;
P.L(CC) = 2;
PF.L = 3;
PU.L = 4;
CX.L(PS) = 1;
BT.L = 1;
P.FX("04") = 1;
* when taking price index as numeraire
*PU.FX = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EFD(CC)
EUY
EY
EX(PS)
EQX(CC,PS)
EV(PS)
EP(CC)
EPX(PS)
EPF
ECX(PS)
EPU
EBT
;
EFD(CC)..
    FD(CC) =E= (alpha(CC)/P(CC))**su*PU**(su-1)*AC**(su-1)*Y
;
EUY..
    UY =E= AC*SUM(CC,alpha(CC)*(FD(CC)**(1-1/su))**(su/(su-1))
;
EY..
    SUM(CC,P(CC)*FD(CC)) =E= PF*FE
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= CX(PS)
;
EQX(CC,PS)..
    QX(CC,PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(CC,PS)*AP(PS)*CX(PS)/P(CC))**sp(PS)
;

```

```

EV(PS)..
    V(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gamma(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PF)**sp(PS)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC)..
    SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+FD(CC)
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC))
;
* Constraint of factor, or factor market clearance, to determine price of
factor
EPF..
    SUM(PS,V(PS)) =E= FE
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPU..
    PU =E= (1/AC)*SUM(CC,(alpha(CC)**su)*(P(CC)**(1-su)))**(1/(1-su))
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(SUM(CC,(beta(CC,PS)**sp(PS))*(P(CC)**(1-sp(PS))))+
gamma(PS)**sp(PS)*(PF**(1-sp(PS))))**(1/(1-sp(PS)))
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*P(CC)*X(PS)))-SUM((PS,CC),P(CC)*QX(CC,
PS))-SUM(CC,P(CC)*FD(CC))
;
Model CEST1
/
EFD.FD
EUY.UY
EY.Y
EX.X
EQX.QX
EV.V
EP.P
EPX.PX
EPF.PF
EPU.PU
*EPU.PF
ECX.CX
EBT.BT
/;
CEST1.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CEST1 USING MCP;

TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*QX.L
(CC,PS));
GDP2 = PF.L*FE;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*FD.L(CC));
*-----

```



```
* File in which the Results are put
*-----
FILE CEST_1 /CEST1.CSV/;
put CEST_1;
CEST_1.PC=5;CEST_1.ND=6;CEST_1.NZ=1.E-6;CEST_1.NW=20;CEST_1.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'FD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT FD.L(CC);PUT/;);
PUT 'TFD';PUT TFD;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Price of Factor';PUT PF.l;PUT/;
PUT 'Price of Utility';PUT PU.l;PUT/;
PUT 'Y';PUT Y.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;
```

第二节 CEST2 模型

CEST2 模型是 CEST1 模型的进一步扩展。如表 4-2 所示，与 CEST1 模型不同的是，CEST2 模型将要素分成了劳动和资本两种要素，同时新增加了储蓄投资账户。

表 4-2 CEST2 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	机构部门	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0					488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0					5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139					1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						114 976 729	30 513 592	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	1 147 753 038	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						806 966 764	164 736 111	1 923 851 139
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806								1 100 473 000
资本	14 775 468	885 010 877	660 178 765								1 559 965 110
机构部门							1 100 473 000	1 559 965 110			2 660 438 111
储蓄									1 343 002 740		1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	1 100 473 000	1 559 965 110	2 660 438 111	1 343 002 740	23 041 058 202

一、CEST2 模型依据的假设

CEST2 模型依据的假设，比 CEST1 模型增加了一个假设：

1. 产业部门或生产者的生产按照 CES 技术进行；
2. 机构部门的需求按照 CES 偏好实现；
3. 机构部门的总收入等同于总支出；
4. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
5. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$SAM2(RSAM, CSAM)$	表 4-2 社会核算矩阵数据
su	效用替代弹性
si	投资替代弹性
$sp(PS)$	生产替代弹性
$alphac(CC)$	机构部门的消费结构
sv	机构部门的储蓄倾向
$alphai(CC)$	投资的商品需求结构
$beta(CC, PS)$	生产部门的中间需求结构
$gammal(PS)$	劳动投入系数
$gammak(PS)$	资本投入系数
$vt(PS, CC)$	供给表，表示各产业部门生产的产品的固定比例
AC	CES 效用函数的缩放系数
AI	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS)$	CES 生产函数的缩放系数

四、模型的外生变量

LS	劳动禀赋
KS	资本禀赋

五、模型之外的辅助变量

TFD	总最终需求
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

UY	效用
Y	机构部门的总收入
$FD(CC)$	机构部门的最终需求量
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资的商品需求量

$X(PS)$	本国生产活动的产出量
$QX(CC,PS)$	中间生产投入量
$L(PS)$	劳动投入量
$K(PS)$	资本投入量
$XQ(PS,CC)$	产品产出量
$PU(CC)$	效用或总消费的价格
$P(CC)$	本国市场上商品的价格
$PX(PS)$	生产活动的价格
$CX(PS)$	生产活动的成本
W	工资报酬率
R	资本回报率
BT	平衡检验项

七、消费者行为

消费者的效用 U ，以 CES 效用函数的形式与商品需求相关联，式为：

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

假定一个代表性主体在给定收入 Y 和商品价格 P 的情况下通过选择不同商品的消费水平来实现效用最大化，其最大化问题如下：

Max

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

Subject to

$$(1-sv) \cdot Y = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

按照 CEST1 的推导方式，并且令 $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$ ，则有：

$$FD(CC) = \alpha_c(CC)^\sigma \cdot AC^{\sigma-1} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^\sigma = \alpha_c(CC)^\sigma \cdot AC^{\sigma-1} \cdot U^{1-\sigma} \cdot \left(\frac{(1-sv) \cdot Y}{P(CC)} \right)^\sigma$$

并且

$$\frac{FD(CC1)}{FD(CC2)} = \left(\frac{\alpha_c(CC1)}{\alpha_c(CC2)} \cdot \frac{P(CC2)}{P(CC1)} \right)^\sigma$$

另一方面，该最大化问题可以从对偶规划求解，即最小化成本，如下：

Min

$$c = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

Subject to

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

$$FD(CC) = \alpha_c(CC)^\sigma \cdot AC^{\sigma-1} \cdot \frac{(1-sv) \cdot Y}{PU} \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^\sigma$$

或者，同样地可以假定该问题等同于消费者的一种生产活动，过程中代表性消费者最大化“效用商品 U ”的生产利润，其产出由消费产生，价格为总消费的边际效用，可以被作为基准价格。结果，以上效用最大化问题可以转化为消费利润最大化问题，如下：

Max

$$\pi = P_U \cdot U - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC)$$

Subject to

$$U = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC) \cdot FD(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

将约束条件代入目标函数中得

$$FD(CC) = \left(\frac{\alpha_c(CC) \cdot AC \cdot PU}{P(CC)} \right)^\sigma \cdot \frac{(1-sv) \cdot Y}{AC \cdot PU}$$

$$PU = AC^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC)^{\frac{1}{\rho-1}} \cdot P(CC)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}}$$

或

$$PU = AC^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC)^\sigma \cdot P(CC)^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

八、投资者行为

由于假定 Cobb-Douglas 投资偏好，因此等同于 CDT2 的情形。

九、生产者行为

代表性生产者假定采用 CES 生产技术。第 PS 产业部门的产出 $X(PS)$ ，即为合并了各种中间投入 QX 和各种要素投入 L 和 K 的 CES 函数形式的配方，式为：

$$X(PS) = AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

在此生产技术约束下，每个生产者均通过选择各种中间投入和要素投入的水平来实现利润 π 最大化。第 PS 生产者的利润最大化问题于是有如下形式：

Max

$$\pi_{PS} = P(PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - W \cdot L(PS) - R \cdot K(PS)$$

Subject to

$$(PS) = AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l (PS) \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k (PS) \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\pi_{PS} = P(PS) \cdot AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l (PS) \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k (PS) \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} - \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - W \cdot L(PS) - R \cdot K(PS)$$

通过分别对上式中的 QX ， L 和 K 求导解得：

$$QX(CC, PS) = \left(\beta(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{PX(PS)}{P(CC)} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

$$L(PS) = \left(\gamma_l (PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{PX(PS)}{W} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

$$K(PS) = \left(\gamma_k (PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{PX(PS)}{R} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

$$\beta(CC, PS) = \frac{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

$$\gamma_l(PS) = \frac{W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

$$\gamma_k(PS) = \frac{R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

上式表示每一项生产投入占产出价值的比重。

进一步地，

$$AP(PS) = X(PS) \cdot$$

$$\left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l(PS) \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k(PS) \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{-\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将商品和要素需求代入生产函数中得：

$$PX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS)^{\sigma} \cdot P(CC)^{1-\sigma} + \gamma_l(PS)^{\sigma} \cdot W^{1-\sigma} + \gamma_k(PS)^{\sigma} \cdot R^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

十、CEST2 模型的变量关系流程

与 LT2 模型的变量关系流程图相同，唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CEST 技术，这里不再赘述。具体见图 4-2。

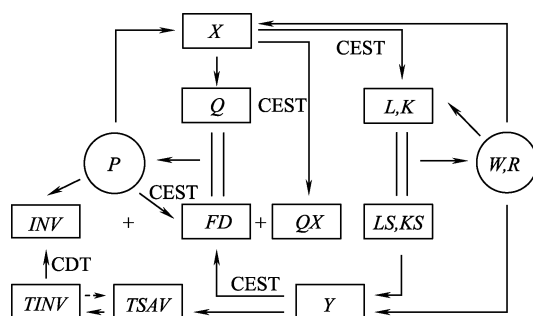


图 4-2 CEST2 模型变量关系流程

十一、模型结构方程

这里， $\alpha_{cc}(CC) = \alpha_c(CC)$ ， $\alpha_{ci}(CC) = \alpha_i(CC)$ ， $\beta(CC, PS) = \beta(CC, PS)$ ， $\gamma_l(PS) = \gamma_l(PS)$ 及 $\gamma_k(PS) = \gamma_k(PS)$ ，等式的左边为模型计算机程序中的变量或参数名，右边为模型数学表达式中的变量或参数名。

1. 机构部门的最终需求（ $FD(CC)$ ）

$$FD(CC) = \alpha_c(CC)^{\sigma} \cdot AC^{\sigma-1} \cdot \frac{(1-sv) \cdot Y}{PU} \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^{\sigma}$$

2. 效用 (UY)

$$UY = AC \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC) \cdot FD(CC)^{1-\frac{1}{su}} \right)^{\frac{su}{su-1}}$$

3. 机构部门的总收入 (Y)

机构部门的总收入通过要素收支相等方程确定。

$$\sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + TSAV = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄按照机构部门总支出及储蓄倾向算出, 这里机构部门总支出等同于总收入。

$$TSAV = sv \cdot Y$$

5. 总投资 (TINV)

这不是一个一般均衡条件, 而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式, 因为商品价格被选择为基准价格。如果总投资与总储蓄间的平衡关系由利率调节实现, 则该条件变成一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格, 则此关系式消失, 平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

6. 投资活动对商品的需求 (INV(CC))

投资活动对商品的需求是按照总投资的固定比例并除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{P(CC)}$$

7. 零利润条件 (X(PS))

这是一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的生产活动水平。

$$\sum_{CC} \gamma_l(PS, CC) \cdot P(CC) = CX(PS)$$

8. 生产的中间产品投入 (QX(CC, PS))

$$QX(CC, PS) = \left(\beta(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{P(CC)} \right)^{sp(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

9. 劳动投入 (L(PS))

$$L(PS) = \left(\gamma_l(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{W} \right)^{sp(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

10. 资本投入 ($K(PS)$)

$$K(PS) = \left(\gamma_k(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{R} \right)^{sp(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

11. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格（其中任一价格可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} QX(PS) + FD(CC) + INV(CC)$$

12. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

13. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

14. 效用或总消费的价格 (PU)

$$PU = AC^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_c(CC)^{su} \cdot P(CC)^{1-su} \right)^{\frac{1}{1-su}}$$

15. 生产活动成本 ($CX(PS)$)

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot$$

$$\left(\sum_{CC} \beta(CC, PS)^{sp(PS)} \cdot P(CC)^{1-sp(PS)} + \gamma_l(PS)^{sp(PS)} \cdot W^{1-sp(PS)} + \gamma_k(PS)^{sp(PS)} \cdot R^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

16. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) - \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

17. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot FD(CC) + \sum_{CC} P(CC) \cdot INV(CC)$$

十二、CEST2 模型的 GAMS 程序

```
*-----
* This is the case with a CES economy
* which basically is different to a Leontief or Cobb-Douglas economy
* Constant Elasticity of Substitution Technology (CEST) series
* CEST2 model
* This is an extension of the simplest case. It is based on the SAM2 table
* below where 3 sectors or/and commodities, 2 factors, 1 institution, and
* savings and investment are considered.
* New: labour and capital, savings and investment
* Assumption:
* 1) Producers' production follows CES technology and institution's demand
*    follows CES preference
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital
09 Institution
10 Saving or investment
```

```

11 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
  f(RSAM) Factor income or Value added /07*08/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM2 (RSAM,CSAM)    SAM2 data
  su                   Substitution elasticity of Utility
  si                   Substitution elasticity of Investment
  sp(PS)               Substitution elasticity of Production
  alphac(CC)           Composition of consumption by institution
  sv                   Saving propensity of institution
  alphai(CC)           Investment use of commodity
  beta(CC,PS)          Use Table of intermediate inputs or uses
  gammal(PS)           Labour Input
  gammak(PS)           Capital Input
  vt(PS,CC)            Make Table of production supply
  AC                   Scaling parameter of CES utility function
  AI                   Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
  AP(PS)               Scaling parameter of CES production function
  LS                   Labour Endowment
  KS                   Capital Endowment
  TFD                  Total Final Use
  GDP1                 GDP by production method
  GDP2                 GDP by income method
  GDP3                 GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  UY                   Utility
  FD(CC)               Final Demand of commodity by institution
  Y                    Income of institution
  TSAV                 Total SAVings of institution
  TINV                 Total INVestment of institution
  INV(CC)              Investment by commodity
  X(PS)                Domestic production
  QX(CC,PS)            Intermediate demand of commodity by producer
  L(PS)                Labour demand by producer
  K(PS)                Capital demand by producer
  XQ(PS,CC)            Output Product
  PU                   Price of Utility or aggregate consumption
  P(CC)                Price of domestic commodity
  PX(PS)               Price of producer
  CX(PS)               Cost of producer
  W                    Wage rate
  R                    Rental rate

```

```

BT                      Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM2 SAM2007.xls SAM2!a1:p16
*-----
* SAM data and calibrationa
*-----a
su = 0.5;
si = 0.5;
sp(PS) = 0.5;
LS = SUM(PS,SAM2("07",PS));
KS = SUM(PS,SAM2("08",PS));
FD.L(CC) = SAM2(CC,"09");
TFD = SAM2("11","09");
Y.L = LS+KS;
TSAV.L = SAM2("10","09");
TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = SAM2(CC,"10");
X.L(PS) = SAM2(PS,"11");
QX.L(CC,PS) = SAM2(CC,PS);
L.L(PS) = SAM2("07",PS);
K.L(PS) = SAM2("08",PS);
XQ.L(PS,CC) = SAM2(PS,CC);
PU.L = 1;
P.L(CC) = 1;
W.L = 1;
R.L = 1;
CX.L(PS) = 1;
BT.L = 1;
alphac(CC) = (P.L(CC)*FD.L(CC))**(1/su)/SUM(CC1,(P.L(CC1)*FD.L(CC1))**(1/su));
alpha1(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
beta(CC,PS) = (P.L(CC)*QX.L(CC,PS)**(1/sp(PS)))/
/(SUM(CC1,P.L(CC1)*QX.L(CC1,PS)**(1/sp(PS)))+W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS))+R.L
*K.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammal(PS) = (W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS)))/
/(SUM(CC1,P.L(CC1)*QX.L(CC1,PS)**(1/sp(PS)))+W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS))+R.L
*K.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammak(PS) = (R.L*K.L(PS)**(1/sp(PS)))/
/(SUM(CC1,P.L(CC1)*QX.L(CC1,PS)**(1/sp(PS)))+W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS))+R.L
*K.L(PS)**(1/sp(PS)));
;
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
sv = TSAV.L/TFD;
AC = (1/PU.L)*SUM(CC,(alphac(CC)**su)*(P.L(CC)**(1-su))**(1/(1-su)));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alpha1(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(SUM(CC,beta(CC,PS)*QX.L(CC,PS)**(1-1/sp(PS))
+gammal(PS)*L.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gammak(PS)*K.L(PS)
**(1-1/sp(PS)))*(sp(PS)/(sp(PS)-1))
;
P.L(CC) = 1;
W.L = 1;

```

```

R.L = 2;
*-----
* If CPI as numeraire, none of below is fixed
* otherwise one of below is fixed
P.FX("04") = 1;
*W.FX = 1;
*R.FX = 1;
*-----
* If CPI as numeraire, below is fixed
* otherwise below is not fixed
*U.FX = 1;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EFD(CC)
EUY
EY
ETSAV
ETINV
EINV(CC)
EX(PS)
EQX(CC,PS)
EL(PS)
EK(PS)
EPU
EP(CC)
EPX(PS)
EW
ER
ECX(PS)
EBT
;
EFD(CC)..
    FD(CC) =E= ((alphac(CC)*AC*PU/P(CC))**su)*((1-sv)*Y/(AC*PU))
;
EUY..
    UY =E= AC*SUM(CC,alphac(CC)*(FD(CC)**(1-1/su)))*(su/(su-1))
;
EY..
    SUM(CC,P(CC)*FD(CC))+TSAV =E= W*LS+R*KS
;
ETSAV..
    TSAV =E= sv*Y
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/P(CC)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..

```

```

SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= CX(PS)
;
EQX(CC,PS)..
  QX(CC,PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(CC,PS)*AP(PS)*CX(PS)/P(CC))**sp(PS)
;
EL(PS)..
  L(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gammal(PS)*AP(PS)*CX(PS)/W)**sp(PS)
;
EK(PS)..
  K(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gammak(PS)*AP(PS)*CX(PS)/R)**sp(PS)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC)..
  SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+FD(CC)+INV(CC)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
  SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
  SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPU..
  PU =E= (1/AC)*SUM(CC,(alphac(CC)**su)*(P(CC)**(1-su)))** (1/(1-su))
;
* Cost of production
ECX(PS)..
  CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(SUM(CC,(beta(CC,PS)**sp(PS))*(P(CC)**(1-sp(PS))))
              +gammal(PS)**sp(PS)*(W**(1-sp(PS)))+gammak(PS)**
sp(PS)*(R**(1-sp(PS))))** (1/(1-sp(PS)))
;
* Balance
EBT..
  BT =E= SUM(CC,P(CC)*SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)))
        -SUM((PS,CC),P(CC)*QX(CC,PS))
        -SUM(CC,P(CC)*FD(CC))
        -SUM(CC,P(CC)*INV(CC))
;
Model CEST2
/
EFD.FD
EUY.UY
EY.Y
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.INV
EX.X
EQX.QX
EL.L
EK.K
*-----

```

```

* If CPI as numeraire, one of below = no
* otherwise one of below is fixed
EP.P
EW.W
ER.R
*-----
* If CPI as numeraire, below = no
* otherwise below is not fixed
EPU.PU
*-----
* If CPI as numeraire, below = yes
*EPU.R
*-----

ECX.CX
EBT.BT
/;
CEST2.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CEST2 USING MCP;

TFD = SUM(CC,FD.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*QX.L
(CC,PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*FD.L(CC))+SUM(CC,P.L(CC)*INV.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE CEST_2 /CEST2.CSV;
put CEST_2;
CEST_2.PC=5;CEST_2.ND=6;CEST_2.NZ=1.E-6;CEST_2.NW=20;CEST_2.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'FD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT FD.L(CC);PUT/;);
PUT 'TFD';PUT TFD;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/;);
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Y';PUT Y.l;PUT/;
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;

```

第三节 CEST3 模型

CEST3 模型是 CEST2 模型的进一步扩展。如表 4-3 所示，与 CEST2 模型不同的是，CEST3 模型将机构部门账户分成居民和政府两个账户。

表 4-3 CEST3 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0						488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0						5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139						1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	30 513 592	488 930 000
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	1 147 753 038	5 775 808 480
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	164 736 111	1 923 851 139
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806									1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456									1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878				2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310									385 187 233
储蓄									1 309 724 694	33 278 047		1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	1 343 002 740	2 265 870 969

一、CEST3 模型依据的假设

CEST3 模型依据的假设，比 CEST2 模型增加了一个假设即关于居民和政府收入来源的假设：

1. 产业部门或生产者的生产按照 CES 技术进行；
2. 居民消费需求按照 CES 偏好实现；
3. 出于简便考虑，政府消费需求按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
4. 出于简便考虑，投资的商品需求按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
5. 机构部门的总收入等同于总支出；
6. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
7. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
8. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$SAM3(RSAM, CSAM)$ 表 4-3 社会核算矩阵数据

$alphah(CC)$ 居民消费结构

sh 居民储蓄倾向

$alphag(CC)$ 政府消费结构

sg 政府储蓄倾向

su 效用替代弹性

si 投资替代弹性

$sp(PS)$ 生产替代弹性

$alphai(CC)$ 投资的商品需求结构

$beta(CC, PS)$ 生产部门的中间需求结构

$gammal(PS)$ 劳动投入系数

$gammak(PS)$ 资本投入系数

$vt(PS, CC)$ 供给表, 表示各产业部门生产的产品的固定比例

$it(PS)$ 间接税率或生产税率

AH 居民 CES 效用函数的缩放系数

AG 政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数

AI Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数

$AP(PS)$ CES 生产函数的缩放系数

四、模型的外生变量

LS 劳动禀赋

KS 资本禀赋

五、模型之外的辅助变量

THC 居民总消费

TGC 政府总消费

THE 居民总支出

TGE 政府总支出

<i>GDP1</i>	按照生产法计算的 GDP
<i>GDP2</i>	按照收入法计算的 GDP
<i>GDP3</i>	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

<i>UY</i>	效用
<i>HC(CC)</i>	居民消费量
<i>GC(CC)</i>	政府消费量
<i>HY</i>	居民总收入
<i>GY</i>	政府总收入
<i>HS</i>	居民储蓄
<i>GS</i>	政府储蓄
<i>TSAV</i>	总储蓄
<i>TINV</i>	总投资
<i>INV(CC)</i>	投资的商品需求量
<i>X(PS)</i>	本国生产活动的产出量
<i>QX(CC,PS)</i>	中间商品需求量
<i>L(PS)</i>	劳动需求
<i>K(PS)</i>	资本需求
<i>IDTX(PS)</i>	间接税或生产税
<i>XQ(PS,CC)</i>	产品产出量
<i>PU</i>	效用或总消费的价格
<i>P(CC)</i>	本国市场上商品的价格
<i>PX(PS)</i>	本国生产的价格
<i>CX(PS)</i>	本国生产的成本
<i>W</i>	工资报酬率
<i>R</i>	资本回报率
<i>BT</i>	平衡检验项

七、居民行为

居民效用 U ，以 CES 效用函数的形式与商品需求 HC 相关联，式为：

$$U = AH \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h(CC) \cdot HC(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

假定一个代表性居民在给定收入 HY 和商品价格 PC 的情况下通过选择不同商品的消费水平来实现效用最大化，其最大化问题如下：

Max

$$U = AH \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h(CC) \cdot HC(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

Subject to

$$(1-sh) \cdot HY = \sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC)$$

或者，同样地可以假定该问题等同于消费者的一种生产活动，过程中代表性消费者最大化“效用商品 U ”的生产利润，其产出由消费产生，价格为总消费的边际效用，可以被作为基准价格。结果，以上效用最大化问题可以转化为消费利润最大化问题，如下：

Max

$$U = P_U \cdot U - \sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC)$$

Subject to

$$HC(CC) = \alpha_h(CC) \cdot \frac{(1-sh) \cdot HY}{PC(CC)}$$

按照 CEST1 中的推导方法，并且令 $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$ ，则有，

$$HC(CC) = \alpha_h(CC)^\sigma \cdot AH^{\sigma-1} \cdot U \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^\sigma = \alpha_h(CC)^\sigma \cdot AH^{\sigma-1} \cdot U^{1-\sigma} \cdot \left(\frac{(1-sh) \cdot Y}{P(CC)} \right)^\sigma$$

并且

$$\frac{HC(CC1)}{HC(CC2)} = \left(\frac{\alpha_h(CC1)}{\alpha_h(CC2)} \cdot \frac{P(CC2)}{P(CC1)} \right)^\sigma$$

另一方面，该最大化问题可以从对偶规划求解，即最小化成本，式为：

Min

$$c = \sum_{CC} P(CC) \cdot HC(CC)$$

Subject to

$$U = AH \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h(CC) \cdot HC(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

可求得马歇尔需求函数：

$$HC(CC) = \alpha_h (CC)^\sigma \cdot AH^{\sigma-1} \cdot \frac{(1-sh) \cdot Y}{PU} \cdot \left(\frac{PU}{P(CC)} \right)^\sigma$$

或者，同样地可以假定该问题等同于消费者的一种生产活动，过程中代表性消费者最大化“效用商品 U ”的生产利润，其产出由消费产生，价格为总消费的边际效用，可以被作为基准价格。结果，以上效用最大化问题可以转化为消费利润最大化问题如下：

Max

$$\pi = P_U \cdot U - \sum_{CC} P(CC) \cdot HC(CC)$$

Subject to

$$U = AH \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h (CC) \cdot HC(CC)^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$HC(CC) = \left(\frac{\alpha_h (CC) \cdot AH \cdot PU}{P(CC)} \right)^\sigma \cdot \frac{(1-sh) \cdot Y}{AH \cdot PU}$$

$$PU = AH^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h (CC)^{-\frac{1}{\rho-1}} \cdot P(CC)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}}$$

或

$$PU = AH^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h (CC)^\sigma \cdot P(CC)^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

八、政府行为

由于假定 Cobb-Douglas 类型，它等同于 CDT3 中的推导结果。

九、投资者行为

由于假定 Cobb-Douglas 类型，它等同于 CDT3 中的推导结果。

十、生产者行为

几乎与 CEST2 的情形完全相同，除了生产税 $IDTX$ 现在被加入在生产活动的单位价值 PX 与单位成本 CX 之间。代表性生产者假定采用 CES 生产技术。第 PS 产业部门的产出 $X(PS)$ ，即为合并了各种中间投入 QX ， L 和 K 的 CES 函数形式，式为：

$$X(PS) = AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

在此生产技术约束下，每个生产者均通过选择各种中间投入和要素投入的水平来实现利润 π 最大化。第 PS 生产者的利润最大化问题于是有如下形式：

Max

$$\pi_{PS} = CX(PS) \cdot X(PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - W \cdot L(PS) - R \cdot K(PS)$$

Subject to

$$X(PS) = AP(PS) \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l(PS) \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k(PS) \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\begin{aligned} \pi_{PS} = & CX(PS) \cdot AP(PS) \cdot \\ & \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l(PS) \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k(PS) \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} - \\ & \sum_{CC} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - W \cdot L(PS) - R \cdot K(PS) \end{aligned}$$

通过分别对上式中的 QX 、 L 和 K 求导解得：

$$QX(CC, PS) = \left(\beta(CC, PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{P(CC)} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

$$L(PS) = \left(\gamma_l(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{W} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

$$K(PS) = \left(\gamma_k(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{R} \right)^{\sigma(PS)} \cdot \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right)$$

$$\beta(CC, PS) = \frac{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

$$\gamma_l(PS) = \frac{W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

$$\gamma_k(PS) = \frac{R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}{P(CC) \cdot QX(CC, PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + W \cdot L(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}} + R \cdot K(PS)^{\frac{1}{\sigma(PS)}}}$$

上式表示每一项生产投入占产出价值的比重或投入系数。

进一步地，

$$AP(PS) = X(PS) \cdot$$

$$\left(\sum_{CC} \beta(CC, PS) \cdot QX(CC, PS)^{\rho(PS)} + \gamma_l(PS) \cdot L(PS)^{\rho(PS)} + \gamma_k(PS) \cdot K(PS)^{\rho(PS)} \right)^{-\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将商品和要素需求代入生产函数中得：

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \beta(CC, PS)^{\sigma} \cdot P(CC)^{1-\sigma} + \gamma_l(PS)^{\sigma} \cdot W^{1-\sigma} + \gamma_k(PS)^{\sigma} \cdot R^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

十一、CEST3 模型的变量关系流程

与 LT3 模型的变量关系流程图相同，唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CEST 技术，这里不再赘述。具体见图 4-3。

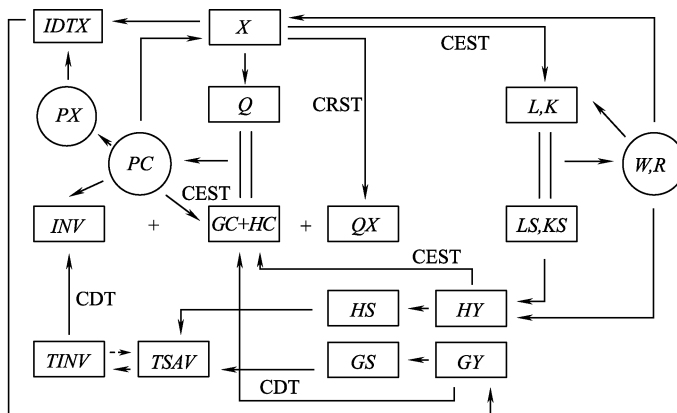


图 4-3 CEST3 模型变量关系流程

十二、模型结构方程

这里， $\alpha_{phac}(CC) = \alpha_c(CC)$ ， $\alpha_{phai}(CC) = \alpha_i(CC)$ ， $\beta(CC, PS) = \beta(CC, PS)$ ， $\gamma_{am}(PS) = \gamma_l(PS)$ 及 $\gamma_{ak}(PS) = \gamma_k(PS)$ ，等式的左边为模型计算机程序中的变量或参数名，右边为模型数学表达式中的变量或参数名。

1. 居民消费（HC(CC)）

$$HC(CC) = \left(\frac{\alpha_h(CC) \cdot AH \cdot PU}{P(CC)} \right)^{su} \cdot \frac{(1-sh) \cdot HY}{AH \cdot PU}$$

2. 政府消费（GC(CC)）

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{P(CC)}$$

3. 效用 (UY)

$$UY = AH \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h(CC) \cdot HC(CC)^{1-\frac{1}{su}} \right)^{\frac{su}{su-1}}$$

4. 居民收入 (HY)

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

5. 政府收入 (GY)

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

6. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄按照居民总支出及储蓄倾向算出，这里居民总支出等同于总收入。

$$HS = sh \cdot HY$$

7. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄按照政府总支出及储蓄倾向算出，这里政府总支出等同于总收入。

$$GS = sg \cdot GY$$

8. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

9. 总投资 (TINV)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。如果总投资与总储蓄间的平衡关系由利率调节实现，则该条件变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

10. 投资活动对商品的需求 (INV(CC))

投资活动对商品的需求是按照总投资的固定比例并除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{P(CC)}$$

11. 零利润条件 (X(PS))

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的生产活动水平。

$$(1 - it(PS)) \cdot \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot P(CC) = CX(PS)$$

12. 中间商品需求 ($QX(PS)$)

$$QX(CC, PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{P(CC)} \right)^{sp(PS)}$$

13. 劳动需求 ($L(PS)$)

$$L(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma_l(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{W} \right)^{sp(PS)}$$

14. 资本需求 ($K(PS)$)

这是一个实物量指标。

$$K(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma_k(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{R} \right)^{sp(PS)}$$

15. 商品平衡或出清条件 ($P(CC)$)

这也是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的商品价格（其中任一价格可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} \gamma_l(PS, CC) \cdot X(PS) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

16. 生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} \gamma_l(PS, CC) \cdot P(CC)$$

17. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

18. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

19. 效用或总消费的价格 (PU)

$$PU = AH^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h(CC)^{su} \cdot P(CC)^{1-su} \right)^{\frac{1}{1-su}}$$

20. 生产活动成本 ($CX(PS)$)

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot$$

$$\left(\sum_{CC} \beta(CC, PS)^{sp(PS)} \cdot P(CC)^{1-sp(PS)} + \gamma_l(PS)^{sp(PS)} \cdot W^{1-sp(PS)} + \gamma_k(PS)^{sp(PS)} \cdot R^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

21. 间接税 ($IDTX(PS)$)

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) X(PS)$$

22. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} P(CC) \cdot QX(CC, PS) - \sum_{CC} P(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC))$$

23. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} P(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} P(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} P(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC))$$

十三、CEST3 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is the case with a CES economy
* which basically is different to a Leontief or Cobb-Douglas economy
* Constant Elasticity of Substitution Technology (CEST) series
* CEST3 model
* This is a further extension of the CEST2 models. It is based on the SAM3
table
* where 3 sectors or/and commodities, labor and capital, household and
* government, and savings and investment are considered.
* New: household and government
* Assumption:
* 1) Producers' production and household's consumption follow CES function,
*     while government consumption and investor's investment follow
Cobb-Douglas function
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
*-----

```

```

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital
09 Household
10 Government
11 Saving or investment
12 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  sam3 (RSAM,CSAM)      sam3 data
  alphah(CC)            Composition of Household consumption
  sh                    Saving propensity of Household
  alphag(CC)            Composition of Government consumption
  sg                    Saving propensity of Government
  su                    Substitution elasticity of Utility
  si                    Substitution elasticity of Investment
  sp(PS)                Substitution elasticity of Production
  alphai(CC)            Investment use of commodity
  beta(CC,PS)           Use Table of intermediate inputs or uses
  gammal(PS)            Labour Input
  gammak(PS)            Capital Input
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  it(PS)                Indirect Tax
  AH                    Scaling parameter of CES utility function for household
  AG                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function for
government
  AI                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
for investor
  AP(PS)                Scaling parameter of CES produciton function for producer

```

```

LS          Labour Endowment
KS          Capital Endowment
THC        Total Household consumption
TGC        Total Government consumption
THE        Total Household Expenditure
TGE        Total Government Expenditure
GDP1       GDP by production method
GDP2       GDP by income method
GDP3       GDP by expenditure method
;
VARIABLES
UY          Utility
HC(CC)     Household Consumption
GC(CC)     Government Consumption
HY         Household Income
GY         Government Income
HS         Household Savings
GS         Government Savings
TSAV       Total SAVings
TINV       Total INVestment
INV(CC)    Investment by commodity
X(PS)      Domestic produciton
QX(CC,PS)  Intermediate demand of commodity by producer
L(PS)      Labour demand by producer
K(PS)      Capital demand by producer
IDTX(PS)   Indirect tax or production tax
XQ(PS,CC)  Output Product
PU         Price of Utility or aggregate consumption
P(CC)      Price of domestic commodity
PX(PS)     Price of producer
CX(PS)     Cost of producer
W          Wage rate
R          Rental rate
BT         Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlexport sam3 sam2007.xls sam3!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
su = 0.5;
si = 0.5;
sp(PS) = 0.5;
HC.L(CC) = sam3(CC,"09");
GC.L(CC) = sam3(CC,"10");
GY.L = SUM(PS,sam3("10",PS));
HS.L = sam3("11","09");
GS.L = sam3("11","10");
THE = sam3("12","09");
TGE = sam3("12","10");
TSAV.L = HS.L+GS.L;

```

```

TINV.L = TSAV.L;
INV.L(CC) = sam3(CC, "11");
X.L(PS) = sam3(PS, "12");
QX.L(CC, PS) = SAM3(CC, PS);
L.L(PS) = SAM3("07", PS);
K.L(PS) = SAM3("08", PS);
IDTX.L(PS) = SAM3("10", PS);
LS = SUM(PS, L.L(PS));
KS = SUM(PS, K.L(PS));
HY.L = LS+KS;
PU.L = 1;
P.L(CC) = 1;
W.L = 1;
R.L = 1;
CX.L(PS) = 1;
BT.L = 1;

alphah(CC) = (P.L(CC)*HC.L(CC))**(1/su)/SUM(CC1, (P.L(CC1)*HC.L(CC1))**(1/su));
sh = HS.L/THE;
alphag(CC) = GC.L(CC)/TGE;
sg = GS.L/TGE;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(CC, PS) = (P.L(CC)*QX.L(CC, PS)**(1/sp(PS)))
/ (SUM(CC1, P.L(CC1)*QX.L(CC1, PS)**(1/sp(PS))) + W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS)) + R.L
*K.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammal(PS) = (W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS)))
/ (SUM(CC1, P.L(CC1)*QX.L(CC1, PS)**(1/sp(PS))) + W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS)) + R.L
*K.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammak(PS) = (R.L*K.L(PS)**(1/sp(PS)))
/ (SUM(CC1, P.L(CC1)*QX.L(CC1, PS)**(1/sp(PS))) + W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS)) + R.L
*K.L(PS)**(1/sp(PS)));
vt(PS, CC) = sam3(PS, CC)/X.L(PS);
AH = (1/PU.L)*SUM(CC, (alphah(CC)**su)*(P.L(CC)**(1-su))**(1/(1-su)));
AG = TGE/PROD(CC, GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC, INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(SUM(CC, beta(CC, PS)*QX.L(CC, PS)**(1-1/sp(PS)))
+gammal(PS)*L.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gammak(PS)*K.L(PS)
**(1-1/sp(PS)))*(sp(PS)/(sp(PS)-1))
;
P.L(CC) = 1;
W.L = 2;
R.L = 3;
*-----
* If CPI as numeraire, none of below is fixed
* otherwise one of below is fixed
P.FX("05") = 1;
*W.FX = 1;
*R.FX = 1;
*-----
* If CPI as numeraire, below is fixed
* otherwise below is not fixed
*PU.FX = 1;

```

```

*-----
*Equations
*-----

Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EUY
EHY
EGY
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EINV(CC)
EX(PS)
EQX(CC,PS)
EL(PS)
EK(PS)
EP(CC)
EW
ER
EPU
EPX(PS)
ECX(PS)
EIDTX
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= ((alphah(CC)*AH*PU/P(CC))**su)*((1-sh)*HY/(AH*PU))
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= alphag(CC)*GY/P(CC)
;
EUY..
    UY =E= AH*SUM(CC,alphah(CC)*(HC(CC)**(1-1/su)))*(su/(su-1))
;
EHY..
    SUM(CC,P(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*Ks
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDTX(PS))
;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;

```

```

EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/P(CC)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC)) =E= CX(PS)
;
EQX(CC,PS)..
    QX(CC,PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(CC,PS)*AP(PS)*CX(PS)/P(CC))**sp(PS)
;
EL(PS)..
    L(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gammal(PS)*AP(PS)*CX(PS)/W)**sp(PS)
;
EK(PS)..
    K(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gammak(PS)*AP(PS)*CX(PS)/R)**sp(PS)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities
EP(CC) ..
    SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)
;
* Price of production
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*P(CC))
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPU..
    PU =E= (1/AH)*SUM(CC,(alphah(CC)**su)*(P(CC)**(1-su)))** (1/(1-su))
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(SUM(CC,(beta(CC,PS)**sp(PS))*(P(CC)**(1-sp(PS))))
    +gammal(PS)**sp(PS)*(W**(1-sp(PS)))+gammak(PS)**
sp(PS)*(R**(1-sp(PS))))** (1/(1-sp(PS)))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,P(CC)*SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS)))
    -SUM((PS,CC),P(CC)*QX(CC,PS))
    -SUM(CC,P(CC)*(HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)))
;

```

```

Model CEST3
/
EHC.HC
EGC.GC
EUY.UY
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.INV
EX.X
EQX.QX
EL.L
EK.K
EPX.PX
*-----
* If CPI as numeraire, one of below = no
* otherwise one of below is fixed
EP.P
EW.W
ER.R
*-----
* If CPI as numeraire, below = no
* otherwise below is not fixed
EPU.PU
*-----
* If CPI as numeraire, below = yes
*EPU.R
*-----
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;
CEST3.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CEST3 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*P.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),P.L(CC)*QX.L
(CC,PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,P.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)+INV.L(CC)));
*-----
* File in which the Results are put
*-----

```

```
FILE CEST_3 /CEST3.CSV/;
put CEST_3;
CEST_3.PC=5;CEST_3.ND=6;CEST_3.NZ=1.E-6;CEST_3.NW=20;CEST_3.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/;);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/;);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'Price'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT P.L(CC);PUT/;);
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;
```


第四节 CEST4 模型

CEST4 模型是 CEST3 模型基础上的进一步扩展。它基于表 4-4 的结构和数据建立，与 CEST3 模型不同的是它新增加了国外账户。

表 4-4 CEST4 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0							488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0							5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139							1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	20 416 358	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	1 016 447 965	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	72 329 892	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806										1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456										1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878					2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310										385 187 233
国外				23 279 609	65 864 406	58 281 931						233 808 526	974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047			1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	634 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	24 370 090 588

一、CEST4 模型依据的假设

1. 产业部门或生产者的生产按照 CES 技术进行；
2. 居民需求按照 CES 偏好实现；
3. 政府需求按照 CD 偏好实现；
4. 投资活动的商品需求按照 CD 结构实现；
5. 居民或政府的总收入等同于总支出；
6. 任一商品或要素的价格可被作为基准价格固定下来；
7. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
8. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
9. 进口按照 CES 形式的 Armington (Armington) 函数；
10. 出口按照 CES 形式的 CET 函数。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

SAM4(RSAM,CSAM) 表 4-4 社会核算矩阵数据

alphah(CC) 居民消费结构

sh 居民储蓄倾向

alphag(CC) 政府消费结构

sg 政府储蓄倾向

su 效用替代弹性

sp(PS) 生产替代弹性

st(CC) 转换替代弹性

sa(CC) Armington 函数替代弹性

alphai(CC) 投资的商品需求结构

beta(CC,PS) 生产部门的中间需求结构

gammal(PS) 劳动投入系数

gammak(PS) 资本投入系数

delta(CC) Armington 假设的替代率

epsilon(CC) CET 假设的替代率

vt(PS,CC) 供给表, 表示各产业部门生产的产品的固定比例

it(PS) 间接税率或生产税率

AH 居民 CES 效用函数的缩放系数

AG 政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数

AI Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数

AP(PS) CES 生产函数的缩放系数

AA(CC) Armington 进口函数的缩放系数

AT(CC) CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

LS 劳动供给量

KS 资本供给量

$wpi(CC)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
$TOBS$	总吸收
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量有

UY	效用
$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
THE	居民总支出
TGE	政府总支出
HY	居民收入
GY	政府收入
HS	居民储蓄
GS	政府储蓄
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资的商品需求量
$INVF$	对国外的投资额
$X(PS)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS,CC)$	供给表
$L(PS)$	劳动需求量
$K(PS)$	资本需求量
$IDTX(PS)$	间接税或生产税

$Q(CC)$	本国生产的产品数量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成商品数量
PU	效用或总消费的价格
$PX(PS)$	本国生产活动的价格
$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
$CX(PS)$	单位生产成本
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品的数量
$IMP(CC)$	进口品的数量
BT	平衡检验项

七、关于进口的 Armington 假设 (Armington assumption)

Armington 假设认为, 本国产品与国外同类产品不存在完全替代的关系。本国商品可以被认为是国内国外同类产品的合成商品, 合成的形式遵从 CES 函数, 即:

$$QC(CC) = AA(CC) \cdot \left(\delta(CC) \cdot QD(CC)^{\rho(PS)} + (1 - \delta(CC)) \cdot IMP(CC)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

假定在合成商品形式约束条件下, 一个代表性本国需求者试图通过决定本国产品与国外同类进口品的结构数量实现生产或消费成本最小化, 则该需求者的最小化问题为:

Min

$$c(CC) = PC(CC) \cdot QC(CC) - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

Subject to

$$QC(CC) = AA(CC) \cdot \left(\delta(CC) \cdot QD(CC)^{\rho(PS)} + (1 - \delta(CC)) \cdot IMP(CC)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将约束条件代入目标函数中得

$$c_{CC} = PC(CC) \cdot AA(CC) \cdot \left(\delta(CC) \cdot QD(CC)^{\rho(Ps)} + (1 - \delta(CC)) \cdot IMP(CC)^{\rho(Ps)} \right)^{\frac{1}{\rho(Ps)}} - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

通过分别对上式中的 QD 和 IMP 求导解得：

$$QD(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

$$IMP(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC)) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

或者以比率形式表示二者关系

$$\frac{QD(CC)}{IMP(CC)} = \left(\frac{PIMP(CC)}{PQD(CC)} \cdot \frac{\delta(CC)}{1 - \delta(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

上式清楚表明，随着 $PIMP$ 对 PQD 的比率增大，则 QD 对 IMP 的比率也将增大，反映出进口品价格越贵对本国产品的需求就越高，反之亦然。

并且 Armington 函数的价值比例为：

$$\delta(CC) = \frac{PQD(CC) \cdot QD(CC)^{\frac{1}{sa(CC)}}}{PQD(CC) \cdot QD(CC)^{\frac{1}{sa(CC)}} + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)^{\frac{1}{sa(CC)}}}$$

该参数代表本国使用的本国产品占本国市场商品价值的比重。

将解出的本国产品和进口品需求代入 Armington 合成商品函数中，可得本国商品的价格，式为：

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC)^{sa(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-sa(CC)} + (1 - \delta(CC))^{sa(CC)} \cdot PIMP(CC)^{1-sa(CC)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC)}}$$

八、关于出口的 CET 假设（CET assumption）

CET 假设认为，本国产品用于本国使用与出口间不存在完全转换的关系。本国产品可以按照 CES 函数形式分成本国使用和出口，式为：

$$Q(CC) = AT(CC) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot QD(CC)^{\rho(Ps)} + (1 - \varepsilon(CC)) \cdot EXP(CC)^{\rho(Ps)} \right)^{\frac{1}{\rho(Ps)}}$$

假定在转换形式约束条件下，一个代表性本国供给者试图通过决定本国使用与出

口的结构数量实现利润最大化，则该供给者的最大化问题为：

Max

$$\pi(CC) = PQ(CC) \cdot Q(CC) - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC)$$

Subject to

$$Q(CC) = AT(CC) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot QD(CC)^{\rho(PS)} + (1 - \varepsilon(CC)) \cdot EXP(CC)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}}$$

将约束条件代入目标函数中得：

$$\pi(CC) = PQ(CC) \cdot AT(CC) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot QD(CC)^{\rho(PS)} + (1 - \varepsilon(CC)) \cdot EXP(CC)^{\rho(PS)} \right)^{\frac{1}{\rho(PS)}} - \sum_{CC} PQD(CC) \cdot QD(CC) - \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC)$$

通过分别对上式中的 QD 和 EXP 求导解得：

$$QD(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PQD(CC)} \right)^{st(CC)}$$

$$EXP(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC)) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{st(CC)}$$

或者以比率形式表示二者关系，为：

$$\frac{QD(CC)}{EXP(CC)} = \left(\frac{PEXP(CC)}{PQD(CC)} \cdot \frac{\varepsilon(CC)}{1 - \varepsilon(CC)} \right)^{st(CC)} = \left(\frac{PQD(CC)}{PEXP(CC)} \cdot \frac{1 - \varepsilon(CC)}{\varepsilon(CC)} \right)^{-st(CC)}$$

上式清楚表明，由于 st 为负值，随着 $PEXP$ 对 PQD 的比率增大，则 QD 对 EXP 的比率将减小，反映出出口品价格越贵对本国产品的需求就越少，反之亦然。

并且 CET 函数的价值比例为：

$$\varepsilon(CC) = \frac{PQD(CC) \cdot QD(CC)^{\frac{1}{st(CC)}}}{PQD(CC) \cdot QD(CC)^{\frac{1}{st(CC)}} + PEXP(CC) \cdot EXP(CC)^{\frac{1}{st(CC)}}}$$

该参数代表本国使用的本国产品占本国全部产品的价值量比重。

将解出的本国使用的本国产品和出口品需求代入 CET 函数中，可得本国产品的价格，式为：

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\frac{PQD(CC)}{\varepsilon(CC)} \right)^{\varepsilon(CC)} \cdot \left(\frac{PEXP(CC)}{1 - \varepsilon(CC)} \right)^{1 - \varepsilon(CC)}$$

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC)^{st(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-st(CC)} + (1-\varepsilon(CC))^{st(CC)} \cdot PEXP(CC)^{1-st(CC)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC)}}$$

九、CEST4 模型的变量关系流程

与 LT4 模型的变量关系流程图相同，唯一不同之处是相应的 LT 技术换成了 CEST 技术，这里不再赘述。具体见图 4-4。

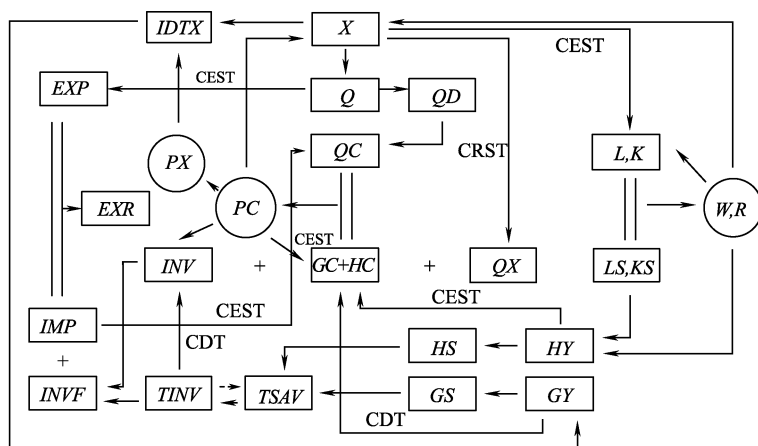


图 4-4 CEST4 模型变量关系流程

十、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC)$)

$$HC(CC) = \left(\frac{\alpha_h(CC) \cdot AH \cdot PU}{PC(CC)} \right)^{\sigma} \cdot \frac{(1-sh) \cdot Y}{AH \cdot PU}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和，式为：

$$HY = W \cdot LS + R \cdot KS$$

或者由居民收支相等确定，等式如下：

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 (TINV)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动对商品的需求量 (INV(CC))

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

10. 对国外投资 (INVF)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC)$$

11. 零利润条件 (X(PS))

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS)) \cdot \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC) = CX(PS)$$

12. 中间商品需求 ($QX(CC, PS)$)

这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PC(CC)} \right)^{sp(CC)}$$

13. 劳动需求 ($L(PS)$)

这是一个实物量指标。

$$L(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma_l(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{W} \right)^{sp(CC)}$$

14. 资本需求 ($K(PS)$)

这是一个实物量指标。

$$K(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma_k(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{R} \right)^{sp(CC)}$$

15. 本国生产的产品 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

16. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PQD(CC)} \right)^{st(CC)}$$

17. 出口品的数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差，或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC)) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{st(CC)}$$

18. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QC(CC) = \left(\frac{QD(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

19. 进口品的数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC)) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

20. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定，式为：

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

21. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC) = \sum_{PS} xx(CC, PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

22. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC)$$

23. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC)^{st(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-st(CC)} + (1 - \varepsilon(CC))^{st(CC)} \cdot PEXP(CC)^{1-st(CC)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格，即：

$$PQ(CC) = PQD(CC)$$

24. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC)^{sa(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-sa(CC)} + (1 - \delta(CC)^{sa(CC)}) \cdot PIMP(CC)^{1-sa(CC)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格，即：

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

25. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，即：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

26. 国际贸易闭合 (EXR)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INV F$$

27. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

28. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

29. 效用或总消费的价格 (PUY)

$$PUY = AH^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \alpha_h (CC)^{su} \cdot PC(CC)^{1-su} \right)^{\frac{1}{1-su}}$$

30. 生产活动成本 ($CX(PS)$)

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot$$

$$\left(\sum_{CC} \beta(CC, PS)^{sp(PS)} \cdot PC(CC)^{1-sp(PS)} + \gamma_l(PS)^{sp(PS)} \cdot W^{1-sp(PS)} + \gamma_k(PS)^{sp(PS)} \cdot R^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

31. 间接税 ($IDTX(PS)$)

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) X(PS)$$

32. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned} BT = & \sum_{CC} \sum_{PS} \gamma_l(PS, CC) \cdot \frac{CX(PS)}{1-it(PS)} \cdot X(PS) + \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS) - \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) \end{aligned}$$

33. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般

均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)) + \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

十一、CEST4 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is the case with a CES economy
* which basically is different to a Leontief or Cobb-Douglas economy
* Constant Elasticity of Substitution Technology (CEST) series
* CEST4 model
* This is a further extension from the CEST3 model. It is based on the SAM5
table
* where 3 sectors or/and commodities, labor and capital, household and
* government, savings and investment, and export and import are considered.
* New: export and import
* Assumption:
* 1) Producers' production, household's consumption, Armington function for
*   import, and Constant Elasticity Transformation (CET) function for export
*   follow CES function, while government consumption and investor's investment
*   follow Cobb-Douglas function
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity 1 is numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour

```

```

08 Capital
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 Saving or investment
13 Sum
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  sam4 (RSAM,CSAM)      sam4 data
  alphah(CC)            Composition of Household consumption
  sh                    Saving propensity of Household
  alphag(CC)            Composition of Government consumption
  sg                    Saving propensity of Government
  su                    Substitution elasticity of Utility
  sp(PS)                Substitution elasticity of Production
  st(CC)                Substitution elasticity of Transformation function
  sa(CC)                Substitution elasticity of Amington function
  alphai(CC)            Investment use of commodity
  beta(CC,PS)           Use Table of intermediate inputs or uses
  gammal(PS)            Labour Input
  gammak(PS)            Capital Input
  delta(CC)             Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC)           Substitution rate of transformation assumption
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  it(PS)                Indirect Tax
  AH                    Scaling parameter of CES utility function for household
  AG                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function for
government
  AI                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
for investor
  AP(PS)                Scaling parameter of CES production function for producer
  AA(CC)                Scaling parameter of Armington function
  AT(CC)                Scaling parameter of Transformation function
  LS                    Labour Endowment
  KS                    Capital Endowment
  THC                  Total Household consumption
  TGC                  Total Government consumption
  TOBS(CC)             Total Absorption
  wpi(CC)              World Price of Import at foreign currency
  wpe(CC)              World Price of Export at foreign currency
  GDP1                 GDP by production method

```

```

GDP2          GDP by income method
GDP3          GDP by expenditure method
;
VARIABLES
UY            Utility
HC(CC)        Household Consumption
GC(CC)        Government Consumption
THE           Total Household Expenditure
TGE           Total Government Expenditure
HY            Household Income
GY            Government Income
HS            Household Savings
GS            Government Savings
TSAV          Total SAVings
TINV          Total INVestment
INV(CC)       Investment by commodity
INVF          Investment to abroad
X(PS)         Activity of domestic produciton
QX(CC,PS)     Intermediate demand of commodity by producer
XQ(PS,CC)     Make table
L(PS)         Labour demand by producer
K(PS)         Capital demand by producer
IDTX(PS)      Indirect tax by producer
Q(CC)         Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC)        Quantity of domestical commodity sold in domestic market
QC(CC)        Quantity of Composite commodity supplied to domestic market
PU            Price of Utility or aggregate consumption
PX(PS)        Price for activity of domestic produciton
PQ(CC)        Price of domestically-produced commodity
PQD(CC)       Price for domestically-produced commodity sold in domestic
market
PC(CC)        Relative Price of Composite commodity sold in domestic
market
PEXP(CC)      Price of EXPort at local currency
PIMP(CC)      Price of IMPort at local currency
EXR           EXchange Rate
CX(PS)        Cost of producer
W             Wage rate
R             Rental rate
EXP(CC)       EXPort
IMP(CC)       IMPort
BT            Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport sam4 sam2007.xls sam4!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
su = 0.8;
sp(PS) = 0.8;

```

```

st(CC) = 0.8;
sa(CC) = 0.8;
QX.L(CC,PS) = SAM4(CC,PS);
L.L(PS) = SAM4("07",PS);
K.L(PS) = SAM4("08",PS);
IDTX.L(PS) = SAM4("10",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));
HY.L = LS+KS;
wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
HC.L(CC) = sam4(CC,"09");
HS.L = sam4("12","09");
THE.L = sam4("13","09");
GC.L(CC) = sam4(CC,"10");
GS.L = sam4("12","10");
TGE.L = sam4("13","10");
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS));
TSAV.L = HS.L+GS.L;
INV.L(CC) = sam4(CC,"12");
INVF.L = sam4("11","12");
TINV.L = sam4("13","12");
X.L(PS) = sam4(PS,"13");
XQ.L(PS,CC) = SAM4(PS,CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
EXP.L(CC) = sam4(CC,"11");
QD.L(CC) = Q.L(CC)-EXP.L(CC);
IMP.L(CC) = sam4("11",CC);
QC.L(CC) = QD.L(CC)+IMP.L(CC);

PX.L(PS) = 1;
PC.L(CC) = 1;
PQ.L(CC) = 1;
PQD.L(CC) = 1;
PEXP.L(CC) = 1;
PIMP.L(CC) = 1;
EXR.L = 1;
W.L = 1;
R.L = 1;
CX.L(PS) = 1;
PU.L = 1;
BT.L = 1;

alphah(CC) = (PC.L(CC)*HC.L(CC))**(1/su)/SUM(CC1,(PC.L(CC1)*HC.L(CC1))**(1/su));
sh = HS.L/THE.L;
alphag(CC) = GC.L(CC)/TGE.L;
sg = GS.L/TGE.L;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(CC,PS) = (PC.L(CC)*QX.L(CC,PS))**(1/sp(PS))
/(SUM(CC1,PC.L(CC1)*QX.L(CC1,PS))**(1/sp(PS)))+W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS))+R.

```



```

L*K.L(PS)**(1/sp(PS)))
;
gammal(PS) = (W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS)))
/ (SUM(CC1,PC.L(CC1)*QX.L(CC1,PS)**(1/sp(PS)))+W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS))+R.
L*K.L(PS)**(1/sp(PS)))
;
gammak(PS) = (R.L*K.L(PS)**(1/sp(PS)))
/ (SUM(CC1,PC.L(CC1)*QX.L(CC1,PS)**(1/sp(PS)))+W.L*L.L(PS)**(1/sp(PS))+R.
L*K.L(PS)**(1/sp(PS)))
;
delta(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC)))
/ (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC))+PIMP.L(CC)*IMP.L(CC)**(1/sa(CC)))
;
epsilon(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC)))
/ (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC))+PEXP.L(CC)*EXP.L(CC)**(1/st(CC)))
;
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);

AH = (1/PU.L)*SUM(CC,(alphah(CC)**su)*(PC.L(CC)**(1-su)))*(1/(1-su));
AG = TGE.L/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alpha_i(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(SUM(CC,beta(CC,PS)*QX.L(CC,PS)**(1-1/sp(PS)))
+gammal(PS)*L.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gammak(PS)*K.L
(PS)**(1-1/sp(PS)))*(sp(PS)/(sp(PS)-1))
;
AA(CC) = QC.L(CC)/(delta(CC)*QD.L(CC)**(1-1/sa(CC))+(1-delta(CC))*IMP.L
(CC)**(1-1/sa(CC)))*(sa(CC)/(sa(CC)-1))
;
AT(CC) = Q.L(CC)/(epsilon(CC)*QD.L(CC)**(1-1/st(CC))+(1-epsilon(CC))*EXP.L
(CC)**(1-1/st(CC)))*(st(CC)/(st(CC)-1))
;
CX.L(PS) = (1/AP(PS))*(SUM(CC,(beta(CC,PS)**sp(PS))*(PC.L(CC)**(1-sp(PS))))
+gammal(PS)**sp(PS)*(W.L**(1-sp(PS)))+gammak(PS)**
sp(PS)*(R.L**(1-sp(PS)))*(1/(1-sp(PS))))
;
PC.LO(CC) = 0.00001;
W.LO = 0.00001;
R.LO = 0.00001;
PC.L(CC) = 1;
W.L = 12;
R.L = 13;
*-----
* If CPI as numeraire, none of below is fixed
* otherwise one of below is fixed
PC.FX("04") = 1;
*W.FX = 1;
*R.FX = 1;
*-----
* If CPI as numeraire, below is fixed
* otherwise below is not fixed
*PU.FX = 1;
*-----

```

```

*Equations
*-----
Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EUY
EHY
EGY
EINV(CC)
EINVF
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EX(PS)
EQX(CC,PS)
EL(PS)
EK(PS)
EQ(CC)
EQD(CC)
EEXP(CC)
EIMP(CC)
EQC(CC)
EPIMP(CC)
EPC(CC)
EPX(PS)
EPQ(CC)
EPQD(CC)
EPEXP(CC)
EEXR
EW
ER
EPU
ECX(PS)
EIDTX
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= ((alphah(CC)*AH*PU/PC(CC))**su)*((1-sh)*HY/(AH*PU))
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= alphag(CC)*GY/PC(CC)
;
EUY..
    UY =E= AH*SUM(CC,alphah(CC)*(HC(CC)**(1-1/su)))*(su/(su-1))
;
EHY..
    SUM(CC,PC(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDTX(PS))
;

```

```

EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/PC(CC)
;
EINVF..
    INV =E= TINV-SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC)) =E= CX(PS)
;
EQX(CC,PS)..
    QX(CC,PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(CC,PS)*AP(PS)*CX(PS)/PC(CC))**sp(PS)
;
EL(PS)..
    L(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gammal(PS)*AP(PS)*CX(PS)/W)**sp(PS)
;
EK(PS)..
    K(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gammak(PS)*AP(PS)*CX(PS)/R)**sp(PS)
;
EQ(CC)..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC)..
    QD(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*(epsilon(CC)*AT(CC)*PQ(CC)/QD(CC))**st(CC)
;
EEXP(CC)..
    EXP(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*((1-epsilon(CC))*AT(CC)*PQ(CC)/PEXP(CC))**
st(CC)
;
EQC(CC)..
    QC(CC) =E= (Q(CC)/AA(CC))*(delta(CC)*AA(CC)*PC(CC)/QD(CC))**sa(CC)
;
EIMP(CC)..
    IMP(CC) =E= (Q(CC)/AA(CC))*((1-delta(CC))*AA(CC)*PC(CC)/PIMP(CC))**sa(CC)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC)..

```

```

PIMP(CC) =E= EXR*wpi(CC)
;
EPC(CC)..
    QC(CC) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC))
;
EPQ(CC)..
    PQ(CC) =E= (1/AT(CC))*(epsilon(CC)**st(CC)*(PQD(CC)**(1-st(CC)))+(1-
epsilon(CC))**st(CC)*(PEXP(CC)**(1-st(CC))))*(1/(1-st(CC)))
;
EPQD(CC)..
    PC(CC) =E= (1/AA(CC))*(delta(CC)**sa(CC)*(PQD(CC)**(1-sa(CC)))+(1-delta(CC))
**sa(CC)*(PIMP(CC)**(1-sa(CC))))*(1/(1-sa(CC)))
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;
* Trade closure
EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INVF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(SUM(CC,(beta(CC,PS)**sp(PS))*(PC(CC)**(1-sp(PS))))
+gammal(PS)**sp(PS)*(W**(1-sp(PS)))+gammak(PS)
**sp(PS)*(R**(1-sp(PS))))*(1/(1-sp(PS)))
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPU..
    PU =E= (1/AH)*SUM(CC,(alphah(CC)**su)*(PC(CC)**(1-su)))*(1/(1-su))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*CX(PS)/(1-it(PS))*X(PS)))+SUM(CC,PIMP
(CC)*IMP(CC))
    -SUM((PS,CC),PC(CC)*QX(CC,PS))-SUM(CC,PC(CC)*(HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)))

```

```

        -SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC))
;
Model CEST4
/
EHC.HC
EGC.GC
EUY.UY
EHY.HY
EGY.GY
EINV.INV
EINVF.INVF
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EX.X
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EIMP.IMP
EQC.QC
EPIMP.PIMP
EPX.PX
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
*-----
* If CPI as numeraire, one of below = no
* otherwise one of below is fixed
EPC.PC
EW.W
ER.R
*-----
* If CPI as numeraire, below = no
* otherwise below is not fixed
EPU.PU
*-----
* If CPI as numeraire, below = yes
*EPU.R
*-----
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;

```

```

CEST4.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE CEST4 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*PC.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),PC.L(CC)*QX.L
(CC,PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,PC.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)+INV.L(CC))
+SUM(CC,PEXP.L(CC)*EXP.L(CC))-SUM(CC,PIMP.L(CC)*IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE CEST_4 /CEST4.CSV;
put CEST_4;
CEST_4.PC=5;CEST_4.ND=6;CEST_4.NZ=1.E-6;CEST_4.NW=20;CEST_4.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;
PUT 'HS';PUT HS.L;PUT/;
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT Q.L(CC);PUT/);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QD.L(CC);PUT/);
PUT 'EXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT EXP.L(CC);PUT/);
PUT 'IMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT IMP.L(CC);PUT/);
PUT 'QC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QC.L(CC);PUT/);
PUT 'PIMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PIMP.L(CC);PUT/);
PUT 'PX(PS)'/;

```

```
LOOP (PS, PUT PS.TL; PUT PX.L (PS); PUT/;);  
PUT 'CX (PS) '/;  
LOOP (PS, PUT PS.TL; PUT CX.L (PS); PUT/;);  
PUT 'it (PS) '/;  
LOOP (PS, PUT PS.TL; PUT it (PS); PUT/;);  
PUT 'PC (CC) '/;  
LOOP (CC, PUT CC.TL; PUT PC.L (CC); PUT/;);  
PUT 'PQ (CC) '/;  
LOOP (CC, PUT CC.TL; PUT PQ.L (CC); PUT/;);  
PUT 'PQD (CC) '/;  
LOOP (CC, PUT CC.TL; PUT PQD.L (CC); PUT/;);  
PUT 'PEXP (CC) '/;  
LOOP (CC, PUT CC.TL; PUT PEXP.L (CC); PUT/;);  
PUT 'EXR'; PUT EXR.L; PUT/;  
PUT 'Wage'; PUT W.l; PUT/;  
PUT 'Rent'; PUT R.l; PUT/;  
PUT 'Price of Utility'; PUT PU.l; PUT/;  
PUT 'Budget'; PUT BT.l; PUT/;
```

本章作业

将本章依据 2007 年三部门 SAM 表建立的 CEST1、CEST2、CEST3 和 CEST4 模型分别依据 2012 年 42 部门 SAM 表建立四个更新模型。

第五章

混合技术模型系列

混合技术模型（Mixed Technology models，简称 MT 模型）系列由四个模型组成，分别是 MT1、MT2、MT3 和 MT4 模型。

第一节 MT1 模型

MT1 模型是基于 CEST4 模型的一种变形。它依据表 5-1 的数据建立，与 CEST4 模型不同的是它新增加了嵌套生产技术。

表 5-1 MT1 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	总计
第一产业				488 930 000	0	0							488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0							5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139							1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	20 416 358	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	1 016 447 965	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	72 329 892	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806										1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456										1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878					2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310										385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526	974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047			1 343 002 740
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	24 370 090 588

一、MT1 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington (Armington) 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 商品价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入。

二、模型的维度分类

<i>PS</i>	产业部门
<i>CC</i>	商品

三、模型的参数

<i>sam4(RSAM,CSAM)</i>	表 5-1 社会核算矩阵数据
<i>alphah(CC)</i>	居民消费结构
<i>sh</i>	居民储蓄倾向
<i>alphag(CC)</i>	政府消费结构
<i>sg</i>	政府储蓄倾向
<i>su</i>	效用替代弹性
<i>sp(PS)</i>	生产替代弹性
<i>st(CC)</i>	转换替代弹性
<i>sa(CC)</i>	Armington 函数替代弹性
<i>alphai(CC)</i>	投资的商品需求结构
<i>beta(PS)</i>	生产部门的中间投入系数
<i>gamma(PS)</i>	生产部门的要素投入系数
<i>gammal(PS)</i>	生产部门的劳动投入系数
<i>gammak(PS)</i>	生产部门的资本投入系数
<i>delta(CC)</i>	Armington 假设的替代率
<i>epsilon(CC)</i>	CET 假设的替代率

$ut(CC,PS)$	使用表,表示产业部门中间投入产品的固定比例
$vt(PS,CC)$	供给表,表示产业部门生产的各产品的固定比例
$it(PS)$	间接税或生产税
AH	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AG	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量
$wpi(CC)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
BT	平衡检验项
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
THE	居民总支出
TGE	政府总支出
HY	居民收入
GY	政府收入
HS	居民储蓄
GS	政府储蓄

$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资的商品需求量
$INVF$	对国外的投资额
$X(PS)$	本国生产活动量
$U(PS)$	合成品的中间投入量
$V(PS)$	合成要素的初始投入量
$QX(CC,PS)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS,CC)$	供给表
$L(PS)$	劳动需求量
$K(PS)$	资本需求量
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$Q(CC)$	本国生产的产品数量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成成品数量
PUY	效用或总消费的价格
$PX(PS)$	本国生产活动的价格
$PU(PS)$	中间投入合成品的价格
$PV(PS)$	合成要素投入的价格
$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
$CX(PS)$	单位生产成本
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品的数量
$IMP(CC)$	进口品的数量
BT	平衡检验项

七、MT1 模型的变量关系流程

MT1 模型是 CEST4 模型的一个变形，与 CEST4 模型的变量关系流程图不同之处是原来的 CES 生产技术现在换成了嵌套生产技术。如图 5-1 所示，生产活动 X 现在首先在第一层次按照 CES 形式分成合成中间需求 U 和合成要素初始需求 V ，其次在第二层次 U 和 V 分别按照 LT 和 CDT 形式分成各种产品的中间需求和劳动及资本需求。

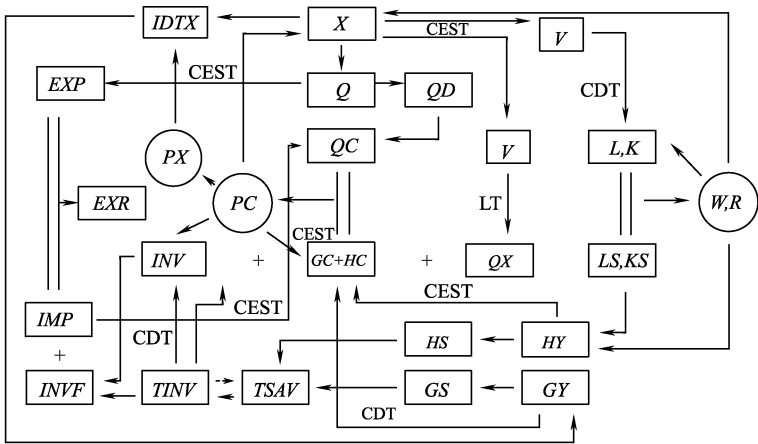


图 5-1 MT1 模型变量关系流程

八、嵌套生产技术系统

图 5-2 显示，本模型采用的嵌套生产技术系统分为两层。在第一层，生产活动的投入分为合成中间投入和合成要素投入两个部分。一般认为，二者间的替代可能较低，因此通常采用较低替代弹性值的 CES 函数形式。在第二层，合成中间投入由各种中间产品的投入组成，通常假定各产品间没有替代可能，因此按照 Leontief 固定比例确定各种产品的投入；合成要素投入由劳动和资本投入两部分组成，二者间的替代可能性较大，因此可采用 CES 或 Cobb-Douglas 函数形式。

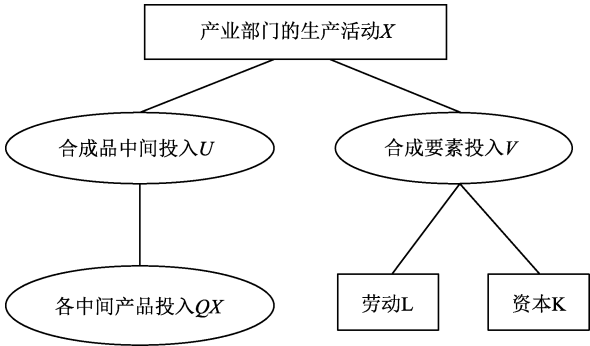


图 5-2 嵌套生产技术系统

九、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC)$)

$$HC(CC) = \frac{\alpha_h(CC) \cdot HY}{PC(CC)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

居民收入由居民收支相等确定。

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入。

$$GY = \sum_{PS} (it(PS) \cdot PX(PS) \cdot X(PS))$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 ($TSAV$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动对商品的需求量 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

10. 对国外投资 (INV)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INV = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC)$$

11. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) = CX(PS)$$

12. 合成商品中间投入量 ($U(PS)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PU(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

13. 合成要素初始投入量 ($V(PS)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PV(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

14. 合成商品中间投入量 ($QX(CC, PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS) = ut(CC, PS) \cdot U(PS)$$

15. 劳动初始投入 ($L(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$L(PS) = \gamma_l(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{W}$$

16. 资本初始投入 ($K(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$K(PS) = \gamma_k(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{R}$$

17. 本国生产的产品 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

18. 本国生产在本国销售的产品的数量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PQD(CC)} \right)^{st(CC)}$$

19. 出口品的数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差，或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC)) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{st(CC)}$$

20. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

21. 进口品的数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC)) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

22. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

23. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

24. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC)$$

25. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS) = \sum_{CC} ut(CC, PS) \cdot PC(CC)$$

或者

$$PU(PS) = \sum_{CC} \frac{QX(CC, PS) \cdot PC(CC)}{U(PS)}$$

26. 合成要素投入的价格 ($PV(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS) = \left(\frac{1}{AV(PS)} \right) \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

27. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定:

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC)^{st(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-st(CC)} + (1-\varepsilon(CC))^{st(CC)} \cdot PEXP(CC)^{1-st(CC)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定, 则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格, 即:

$$PQ(CC) = PQD(CC)$$

28. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定:

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

或者

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC)^{sa(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-sa(CC)} + (1-\delta(CC)^{sa(CC)}) \cdot PIMP(CC)^{1-sa(CC)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格，即：

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

29. 以本国货币表示的出口品的价格（ $PEXP(CC)$ ）

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，即：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

30. 国际贸易闭合（ EXR ）

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INVF$$

31. 劳动力市场平衡或出清条件（ W ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

32. 资本市场平衡或出清条件（ R ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

33. 生产活动成本 ($CX(PS)$)

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \beta(PS)^{sp(PS)} \cdot PU(PS)^{1-sp(PS)} + \gamma(PS)^{sp(PS)} \cdot PV(PS)^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

如果没有生产税, 则 $CX=PX$ 。

34. 间接税 ($IDTX(PS)$)

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)$$

35. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$\begin{aligned} BT = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot \frac{CX(PS)}{1-it(PS)} \cdot X(PS) + \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS) - \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) \end{aligned}$$

36. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$\begin{aligned} GDP3 = & \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC)) + \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \\ & \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) \end{aligned}$$

十、MT1 模型的 GAMS 程序

```
*-----
* This is the case with a Mixed economy
* which basically consists of three technologies of Leontief, Cobb-Douglas and CES
* This is a variation from the CEST4 model. It is based on the SAM4 table below
* where 3 sectors or/and commodities, labor and capital, household and
government,
* savings and investment, and export and import are considered.
```

* Assumption:
 * 1) While household's consumption, government consumption and investor's investment follow Cobb-Douglas preferences, producers' production follows a nested production technology, and import follows Armington function and export follows Constant Elasticity Transformation (CET) function.
 * 2) Institutions total income and expenditure are identity
 * 3) Commodity price or exchange rate can be numeraire
 * 4) Total savings and investment are identity
 * 5) Household gets income from labour and capital, government gets income only from taxes

*-----

\$OFFLISTING

OPTION RESLIM=107200;

OPTION DOMLIM=9999;

OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0

SOLPRINT=OFF

*SYSOUT=OFF

Option decimals = 5

;

SET

RSAM SECTORS /

01 Primary industry

02 Secondary industry

03 Tertiary industry

04 Commodity 1

05 Commodity 2

06 Commodity 3

07 Labour

08 Capital

09 Household

10 Government

11 Foreign

12 Saving or investment

13 Sum

/

;

SETS

PS(RSAM) Production Sectors /01*03/

CC(RSAM) Commodities /04*06/

;

ALIAS (RSAM,CSAM)

ALIAS (PS,PS1)

ALIAS (CC,CC1)

;

PARAMETERS

sam4 (RSAM,CSAM)

sam4 data

alphah(CC)

Composition of Household consumption

sh

Saving propensity of Household

alphag(CC)

Composition of Government consumption

sg

Saving propensity of Government

su

Substitution elasticity of Utility

sp(PS)

Substitution elasticity of Production

st(CC)

Substitution elasticity of Transformation function

sa(CC)

Substitution elasticity of Amington function

alpha(CC)	Investment use of commodity
beta(PS)	Use Table of intermediate inputs or uses
gamma(PS)	Factor Input
gammal(PS)	Labour Input
gammak(PS)	Capital Input
delta(CC)	Substitution rate of Armington assumption
epsilon(CC)	Substitution rate of transformation assumption
ut(CC,PS)	Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input	
vt(PS,CC)	Make Table of production supply
it(PS)	Indirect Tax
AH	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for household	
AG	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government	
AI	Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor	
AP(PS)	Scaling parameter of CES production function for
producer	
AV(PS)	Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs	
AA(CC)	Scaling parameter of Armington function
AT(CC)	Scaling parameter of Transformation function
LS	Labour Endowment
KS	Capital Endowment
THC	Total Household consumption
TGC	Total Government consumption
wpi(CC)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC)	World Price of Export at foreign currency
GDP1	GDP by production method
GDP2	GDP by income method
GDP3	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
HC(CC)	Household Consumption
GC(CC)	Government Consumption
THE	Total Household Expenditure
TGE	Total Government Expenditure
HY	Household Income
GY	Government Income
HS	Household Savings
GS	Government Savings
TSAV	Total SAVings
TINV	Total INVestment
INV(CC)	Investment by commodity
INVF	Investment to abroad
X(PS)	Activity of domestic produciton
U(PS)	Use of composite intermediate input
V(PS)	Use of composite factor input
QX(CC,PS)	Use table or Intermediate demand of commodity by
producer	
XQ(PS,CC)	Make table
L(PS)	Labour demand by producer
K(PS)	Capital demand by producer

IDTX(PS)	Indirect tax by producer
Q(CC)	Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC)	Quantity of domestical commodity sold in domestic market
QC(CC)	Quantity of Composite commodity supplied to domestic market
PX(PS)	Price for activity of domestic production
PU(PS)	Price of composite intermediate input
PV(PS)	Price of composite factor input
PQ(CC)	Price of domestically-produced commodity
PQD(CC)	Price for domestically-produced commodity sold in domestic market
PC(CC)	Relative Price of Composite commodity sold in domestic market
PEXP(CC)	Price of EXPort at local currency
PIMP(CC)	Price of IMPort at local currency
EXR	EXchange Rate
CX(PS)	Cost of producer
W	Wage rate
R	Rental rate
EXP(CC)	EXPort
IMP(CC)	IMPort
BT	Balance of Trade

```

;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlexport sam4 sam2007.xls sam4!a1:pl6
*-----
* SAM data and calibration
*-----

su = 0.8;
sp(PS) = 0.8;
st(CC) = 0.8;
sa(CC) = 0.8;
wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
QX.L(CC,PS) = SAM4(CC,PS);
U.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS));
L.L(PS) = SAM4("07",PS);
K.L(PS) = SAM4("08",PS);
V.L(PS) = L.L(PS)+K.L(PS);
IDTX.L(PS) = SAM4("10",PS);
LS = SUM(PS,L.L(PS));
KS = SUM(PS,K.L(PS));
HC.L(CC) = sam4(CC,"09");
HS.L = sam4("12","09");
THE.L = sam4("13","09");
HY.L = ls+ks;
GC.L(CC) = sam4(CC,"10");
GS.L = sam4("12","10");
TGE.L = sam4("13","10");
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS));
TSAV.L = HS.L+GS.L;

```

```

INV.L(CC) = sam4(CC,"12");
INVF.L = sam4("11","12");
TINV.L = sam4("13","12");
X.L(PS) = sam4(PS,"13");
XQ.L(PS,CC) = SAM4(PS,CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
EXP.L(CC) = sam4(CC,"11");
QD.L(CC) = Q.L(CC)-EXP.L(CC);
IMP.L(CC) = sam4("11",CC);
QC.L(CC) = QD.L(CC)+IMP.L(CC);
PX.L(PS) = 1;
PC.L(CC) = 1;
W.L = 1;
R.L = 1;
PU.L(PS) = 1;
PU.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS)*PC.L(CC))/U.L(PS);
PV.L(PS) = 1;
PQ.L(CC) = 1;
PQD.L(CC) = 1;
PEXP.L(CC) = 1;
PIMP.L(CC) = 1;
EXR.L = 1;
BT.L = 1;

alphah(CC) = HC.L(CC)/THE.L;
sh = HS.L/THE.L;
alphag(CC) = GC.L(CC)/TGE.L;
sg = GS.L/TGE.L;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(PS) = (PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+
PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gamma(PS) = (PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+
PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammal(PS) = L.L(PS)/V.L(PS);
gammak(PS) = 1-gammal(PS);
delta(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC))+PIMP.L(CC)*IMP.L(CC)**(1/sa(CC)));
epsilon(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC))+PEXP.L(CC)*EXP.L(CC)**(1/st(CC)));
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/U.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
AH = THE.L/PROD(CC,HC.L(CC)**alphah(CC));
AG = TGE.L/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(beta(PS)*U.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gamma(PS)*V.L(PS)**(1-1/
/sp(PS)))*(sp(PS)/(sp(PS)-1));
AV(PS) = V.L(PS)/(L.L(PS)**gammal(PS)*K.L(PS)**gammak(PS));
AA(CC) = QC.L(CC)/(delta(CC)*QD.L(CC)**(1-1/sa(CC))+(1-delta(CC))*IMP.L(CC)
** (1-1/sa(CC)))*(sa(CC)/(sa(CC)-1));
AT(CC) = Q.L(CC)/(epsilon(CC)*QD.L(CC)**(1-1/st(CC))+(1-epsilon(CC))*EXP.
L(CC)**(1-1/st(CC)))*(st(CC)/(st(CC)-1));
CX.L(PS) = (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU.L(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)
**sp(PS)*(PV.L(PS)**(1-sp(PS))))*(1/(1-sp(PS)));

```

```

PC.FX("04") = 10;
W.L = 12;
R.L = 13;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EHY
EGY
EINV(CC)
EINVF
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EX(PS)
EU(PS)
EV(PS)
EQX(CC,PS)
EL(PS)
EK(PS)
EQ(CC)
EQD(CC)
EEXP(CC)
EIMP(CC)
EQC(CC)
EPIMP(CC)
EPC(CC)
EPX(PS)
EPU(PS)
EPV(PS)
EPQ(CC)
EPQD(CC)
EPEXP(CC)
EEXR
EW
ER
ECX(PS)
EIDTX
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= alphah(CC)*HY/PC(CC)
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= alphag(CC)*GY/PC(CC)
;
EHY..
    SUM(CC,PC(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,it(PS)*PX(PS)*X(PS))

```



```

;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphas(CC)*TINV/PC(CC)
;
EINVF..
    INV =E= TINV-SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*PX(PS) =E= CX(PS)
;
EU(PS)..
    U(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PU(PS))**sp(PS)
;
EV(PS)..
    V(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gamma(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PV(PS))**sp(PS)
;
EQX(CC,PS)..
    QX(CC,PS) =E= ut(CC,PS)*U(PS)
;
EL(PS)..
    L(PS) =E= gammal(PS)*PV(PS)*V(PS)/W
;
EK(PS)..
    K(PS) =E= gammak(PS)*PV(PS)*V(PS)/R
;
EQ(CC)..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC)..
    QD(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*(epsilon(CC)*AT(CC)*PQ(CC)/PQD(CC))**st(CC)
;
EEXP(CC)..
    EXP(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*((1-epsilon(CC))*AT(CC)*PQ(CC)/PEXP(CC))**st(CC)
;
EQC(CC)..
    QC(CC) =E= (Q(CC)/AA(CC))*(delta(CC)*AA(CC)*PC(CC)/PQD(CC))**sa(CC)
;
EIMP(CC)..
    IMP(CC) =E= (Q(CC)/AA(CC))*((1-delta(CC))*AA(CC)*PC(CC)/PIMP(CC))**sa
(CC)

```

```

;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC)..
    PIMP(CC) =E= EXR*wpi(CC)
;
EPC(CC)..
    QC(CC) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC))
;
EPU(PS)..
    PU(PS) =E= SUM(CC,QX(CC,PS)*PC(CC))/U(PS)
;
EPV(PS)..
    PV(PS) =E= (1/AV(PS))*(W/gammal(PS))**gammal(PS)*(R/gammak(PS))**gammak
(PS)
;
EPQ(CC)..
    PQ(CC) =E= (1/AT(CC))*(epsilon(CC)**st(CC)*(PQD(CC)**(1-st(CC)))+(1-
epsilon(CC))**st(CC)*(PEXP(CC)**(1-st(CC))))*(1/(1-st(CC)))
;
EPQD(CC)..
    PC(CC) =E= (1/AA(CC))*(delta(CC)**sa(CC)*(PQD(CC)**(1-sa(CC)))+(1-delta
(CC))**sa(CC)*(PIMP(CC)**(1-sa(CC))))*(1/(1-sa(CC)))
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;
* Trade closure
EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INVF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental rate
ER..
    SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)
**sp(PS)*(PV(PS)**(1-sp(PS))))*(1/(1-sp(PS)))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance
EBT..

```

```

BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*CX(PS)/(1-it(PS))*X(PS)))+SUM(CC,PIMP(CC)
*IMP(CC))
      -SUM((PS,CC),PC(CC)*QX(CC,PS))-SUM(CC,PC(CC)*(HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)))
      -SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC))

;
Model MT1
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EINV.INV
EINVF.INVF
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EIMP.IMP
EQC.QC
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;
MT1.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE MT1 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),PC.L(CC)*QX.
L(CC,PS));
GDP2 = W.L*LS+R.L*KS+GY.L;

```

```

GDP3 = SUM(CC,PC.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)+INV.L(CC))
        +SUM(CC,PEXP.L(CC)*EXP.L(CC))-SUM(CC,PIMP.L(CC)*IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE MT_1 /MT1.CSV/;
put MT_1;
MT_1.PC=5;MT_1.ND=6;MT_1.NZ=1.E-6;MT_1.NW=20;MT_1.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;
PUT 'HS';PUT HS.L;PUT/;
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/);
PUT 'U(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT U.L(PS);PUT/);
LOOP(PS,PUT PS.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(PS,PUT QX.L(CC,PS));PUT/);
PUT 'V(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT V.L(PS);PUT/);
PUT 'L(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT L.L(PS);PUT/);
PUT 'K(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT K.L(PS);PUT/);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT Q.L(CC);PUT/);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QD.L(CC);PUT/);
PUT 'EXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT EXP.L(CC);PUT/);
PUT 'IMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT IMP.L(CC);PUT/);
PUT 'QC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QC.L(CC);PUT/);
PUT 'PIMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PIMP.L(CC);PUT/);
PUT 'PX(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PX.L(PS);PUT/);
PUT 'PU(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PU.L(PS);PUT/);

```

```
PUT 'PV(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PV.L(PS);PUT/;);
PUT 'CX(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT CX.L(PS);PUT/;);
PUT 'it(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT it(PS);PUT/;);
PUT 'PC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PC.L(CC);PUT/;);
PUT 'PQ(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PQ.L(CC);PUT/;);
PUT 'PQD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PQD.L(CC);PUT/;);
PUT 'PEXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PEXP.L(CC);PUT/;);
PUT 'EXR';PUT EXR.L;PUT/;
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;
```

第二节 MT2 模型

MT2 模型是 MT1 模型基础上的进一步扩展。它基于表 5-2 的结构和数据建立，与 MT1 模型不同的是它将投资分成了投资与存货变动两部分。

表 5-2 MT2 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 930 000	0	0								488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0								5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139								1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806											1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456											1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878						2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310											385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526		974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047				1 343 002 740
存货变动												54 835 514		54 835 514
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	24 424 926 103

一、MT2 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 商品价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；

10. 投资分为投资与存货变动两部分。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数有

$Sam5(RSAM,CSAM)$	表 5-2 社会核算矩阵数据
$alphah(CC)$	居民消费结构
sh	居民储蓄倾向
$alphag(CC)$	政府消费结构
sg	政府储蓄倾向
su	效用替代弹性
$sp(PS)$	生产替代弹性
$st(CC)$	转换替代弹性
$sa(CC)$	Armington 函数替代弹性
$alphai(CC)$	投资的商品需求结构
$beta(PS)$	生产部门的中间投入系数
$gamma(PS)$	生产部门的要素投入系数
$gammal(PS)$	生产部门的劳动投入系数
$gammak(PS)$	生产部门的资本投入系数
$dep(PS)$	资本折旧率
$delta(CC)$	Armington 假设的替代率
$epsilon(CC)$	CET 假设的替代率
$ut(CC,PS)$	使用表，表示产业部门中间投入产品的固定比例
$vt(PS,CC)$	供给表，表示产业部门生产的各产品的固定比例
$it(PS)$	间接税或生产税
AH	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AG	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AS(PS)$	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS)$	CES 生产函数的缩放系数

$AV(PS)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC)$	CET 出口函数的缩放系数
ivs	全部投资中对存货变动的投资比例

四、模型的外生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量
$wpi(CC)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

THC	居民总消费
TGC	政府总消费
BT	平衡检验项
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$HC(CC)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
HE	居民总支出
GE	政府总支出
LI	居民劳动收入
KI	居民资本收入
HY	居民总收入
GY	政府总收入
HS	居民储蓄
GS	政府储蓄
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资的商品需求量
$INVF$	对国外的投资额

$INVS$	对存货变动的投资额
$SC(CC)$	存货变动量
$X(PS)$	本国生产活动量
$U(PS)$	合成品的中间投入量
$V(PS)$	合成要素的初始投入量
$QX(CC,PS)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS,CC)$	供给表
$L(PS)$	劳动需求量
$K(PS)$	资本需求量
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$Q(CC)$	本国生产的产品数量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS)$	本国生产活动的价格
$PU(PS)$	中间投入合成品的价格
$PV(PS)$	合成要素投入的价格
$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
$CX(PS)$	单位生产成本
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品的数量
$IMP(CC)$	进口品的数量
BT	平衡检验项

七、MT2 模型的变量关系流程

MT2 模型是在 MT1 模型基础上的进一步扩展，因而其变量关系流程图（图 5-3）与 MT1 模型的不同之处在于投资 INV 现在分成了投资 INV 与存货 SC 变动两部分。

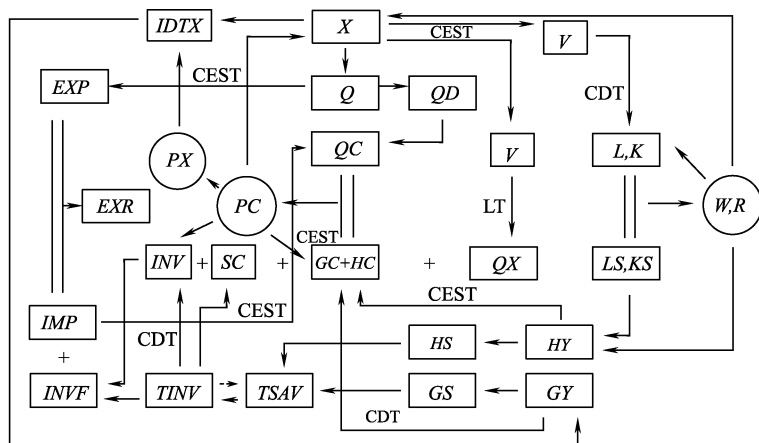


图 5-3 MT2 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC)$)

$$HC(CC) = \frac{\alpha_h(CC) \cdot HY}{PC(CC)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

居民收入由居民收支相等确定。

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC) + HS = W \cdot LS + R \cdot KS$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入之和。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

5. 居民储蓄 (HS)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS = sh \cdot HY$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 总储蓄 ($TSAV$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = HS + GS$$

8. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

9. 投资活动对商品的需求量 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出，式为：

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

10. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS = i_{vs} \cdot TINV$$

11. 对国外投资 ($INVF$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC) - INVS$$

12. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出，即：

$$SC(CC) = \frac{\alpha_s(CC) \cdot INVS}{PC(CC)}$$

13. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) = CX(PS)$$

14. 合成商品中间投入量 ($U(PS)$)，嵌套结构的第1层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$U(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PU(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

15. 合成要素初始投入量 ($V(PS)$), 嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PV(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

16. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS) = ut(CC, PS) \cdot U(PS)$$

17. 劳动初始投入 ($L(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS) = \gamma_l(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{W}$$

18. 资本初始投入 ($K(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS) = \gamma_k(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{R}$$

19. 本国生产的产品 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

20. 本国生产在本国销售的产品的数量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PQD(CC)} \right)^{st(CC)}$$

21. 出口品的数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC)) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{st(CC)}$$

22. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

23. 进口品的数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC)) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

24. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

25. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + HC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

26. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC)$$

27. 合成商品中间投入的价格 $PU(PS)$ ，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS) \cdot PC(CC)}{U(PS)}$$

28. 合成要素投入的价格 $PV(PS)$ ，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS) = \left(\frac{1}{AV(PS)} \right) \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

29. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC)^{st(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-st(CC)} + (1-\varepsilon(CC))^{st(CC)} \cdot PEXP(CC)^{1-st(CC)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格，即：

$$PQ(CC) = PQD(CC)$$

30. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定，

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC)^{sa(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-sa(CC)} + (1-\delta(CC))^{sa(CC)} \cdot PIMP(CC)^{1-sa(CC)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格，即：

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

31. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，

则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，即：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

32. 国际贸易闭合（ EXR ）

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INV F$$

33. 劳动力市场平衡或出清条件（ W ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

34. 资本市场平衡或出清条件（ R ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

35. 生产活动成本（ $CX(PS)$ ）

$$CX(PS) = AP(PS)^{-1} \cdot \left(\sum_{CC} \beta(PS)^{sp(PS)} \cdot PU(PS)^{1-sp(PS)} + \gamma(PS)^{sp(PS)} \cdot PV(PS)^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

36. 间接税（ $IDTX(PS)$ ）

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)$$

37. 总供给与总需求间的平衡检验（ BT ）

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned}
 BT = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot \frac{CX(PS)}{1 - it(PS)} \cdot X(PS) + \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \\
 & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS) - \\
 & \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)) - \\
 & \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC)
 \end{aligned}$$

38. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDP1、GDP2 和 GDP3)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$\begin{aligned}
 GDP3 = & \sum_{CC} PC(CC) \cdot (HC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)) + \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \\
 & \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)
 \end{aligned}$$

九、MT2 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is a further development from the MT1 model where a Mixed economy
* consists of three technologies of Leontief, Cobb-Douglas and CES
* This is based on SAM5 data table, where investment is broken down
* into investment and stock change
* Assumptions:
* 1) While household's consumption, government consumption and investor's
* investment follow Cobb-Douglas preferences, producers' production follows
* a nested production technology, and import follows Armington function and
* export follows Constant Elasticity Transformation (CET) function.
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity price or exchange rate can be numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
* 6) investment is broken down into investment and stock change
* 7) One representative household
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;

```



```

SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 New capital from part of savings or investment
13 New stock from part of savings or investment
14 Sum
15 Capital stock
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM5 (RSAM,CSAM)      SAM5 data
  alphah(CC)            Composition of Household consumption
  sh                    Saving propensity of Household
  alphag(CC)            Composition of Government consumption
  sg                    Saving propensity of Government
  su                    Substitution elasticity of Utility
  sp(PS)                Substitution elasticity of Production
  st(CC)                Substitution elasticity of Transformation function
  sa(CC)                Substitution elasticity of Amington function
  alphai(CC)            Investment use of commodity
  alphas(CC)            Stock use of commodity
  beta(PS)              Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma(PS)            Factor Input
  gammal(PS)           Labour Input
  gammak(PS)           Capital Input
  dep(PS)              Depreciation rate of capital
  delta(CC)            Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC)          Substitution rate of transformation assumption
  ut(CC,PS)            Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input
  vt(PS,CC)            Make Table of production supply
  it(PS)               Indirect Tax
  AH                  Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for household

```

AG	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government	
AI	Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor	
AS	Scaling parameter of Cobb-Douglas stock function for
investor	
AP(PS)	Scaling parameter of CES production function for
producer	
AV(PS)	Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs	
AA(CC)	Scaling parameter of Armington function
AT(CC)	Scaling parameter of Transformation function
ivs	Proportion of investment in stock
THC	Total Household Consumption
TGC	Total Government Consumption
wpi(CC)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC)	World Price of Export at foreign currency
GDP1	GDP by production method
GDP2	GDP by income method
GDP3	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
LS	Labour Stock or endowment
KS	Capital Stock
HC(CC)	Household Consumption
GC(CC)	Government Consumption
HE	Household Expenditure
GE	Government Expenditure
LI	Household Labour Income
KI	Household Capital Income
HY	Household Income
GY	Government Income
HS	Household Savings
GS	Government Savings
TSAV	Total SAVings
TINV	Total INVestment
INV(CC)	Investment by commodity
INVF	Investment to abroad
INVS	Investment in Stock
SC(CC)	Stock Change by commodity
X(PS)	Activity of domestic produciton
U(PS)	Use of composite intermediate input
V(PS)	Use of composite factor input
QX(CC, PS)	Use table or Intermediate demand of commodity by
producer	
XQ(PS, CC)	Make table
L(PS)	Labour demand by producer
K(PS)	Capital demand by producer
IDTX(PS)	InDirect TaX by producer
Q(CC)	Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC)	Quantity of domestical commodity sold in domestic
market	

```

        QC(CC)                Quantity of Composite commodity supplied to domestic
market
        PX(PS)                Price for activity of domestic production
        PU(PS)                Price of composite intermediate input
        PV(PS)                Price of composite factor input
        PQ(CC)                Price of domestically-produced commodity
        PQD(CC)               Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
        PC(CC)                Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
        PEXP(CC)              Price of EXPort at local currency
        PIMP(CC)              Price of IMPort at local currency
        EXR                   EXchange Rate
        CX(PS)                Cost of producer
        W                      Wage rate
        R                      Rental rate
        EXP(CC)               EXPort
        IMP(CC)               IMPort
        BT                     Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlexport SAM5 sam2007.xls SAM5!a1:p16
*-----
* SAM data and calibration
*-----
su = 0.8;
sp(PS) = 0.8;
st(CC) = 0.8;
sa(CC) = 0.8;
dep(PS) = 0.05;
wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
QX.L(CC,PS) = SAM5(CC,PS);
U.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS));
L.L(PS) = SAM5("07",PS);
K.L(PS) = SAM5("15",PS);
IDTX.L(PS) = SAM5("10",PS);
LS.L = SUM(PS,L.L(PS));
KS.L = SUM(PS,K.L(PS));
W.L = SUM(PS,L.L(PS))/LS.L;
R.L = SUM(PS,SAM5("08",PS))/KS.L;
V.L(PS) = L.L(PS)+SAM5("08",PS);
HC.L(CC) = SAM5(CC,"09");
HS.L = SAM5("12","09");
HE.L = SAM5("14","09");
LI.L = SAM5("09","07");
KI.L = SAM5("09","08");
HY.L = LI.L+KI.L;
GC.L(CC) = SAM5(CC,"10");
GS.L = SAM5("12","10");

```

```

GE.L = SAM5("14","10");
GY.L = SUM(PS, IDTX.L(PS));
TSAV.L = HS.L+GS.L;
INV.L(CC) = SAM5(CC,"12");
INVF.L = SAM5("11","12");
INVS.L = SAM5("13","12");
TINV.L = SAM5("14","12");
SC.L(CC) = SAM5(CC,"13");
X.L(PS) = SAM5(PS,"14");
XQ.L(PS,CC) = SAM5(PS,CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
EXP.L(CC) = SAM5(CC,"11");
QD.L(CC) = Q.L(CC)-EXP.L(CC);
IMP.L(CC) = SAM5("11",CC);
QC.L(CC) = QD.L(CC)+IMP.L(CC);
PX.L(PS) = 1;
PC.L(CC) = 1;
PU.L(PS) = 1;
PU.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS)*PC.L(CC))/U.L(PS);
PV.L(PS) = 1;
PQ.L(CC) = 1;
PQD.L(CC) = 1;
PEXP.L(CC) = 1;
PIMP.L(CC) = 1;
EXR.L = 1;
BT.L = 1;

alphah(CC) = HC.L(CC)/HE.L;
sh = HS.L/HE.L;
alphag(CC) = GC.L(CC)/GE.L;
sg = GS.L/GE.L;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
alphas(CC) = SC.L(CC)/INVS.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(PS) = (PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+PV.
L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gamma(PS) = (PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+
PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammal(PS) = L.L(PS)/V.L(PS);
gammak(PS) = 1-gammal(PS);
delta(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC))+PIMP.L(CC)*IMP.L(CC)**(1/sa(CC)));
epsilon(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC))+PEXP.L(CC)*EXP.L(CC)**(1/st(CC)));
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/U.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
AH = HE.L/PROD(CC,HC.L(CC)**alphah(CC));
AG = GE.L/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(beta(PS)*U.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gamma(PS)*V.L(PS)**(1-1/
sp(PS))** (sp(PS)/(sp(PS)-1)));
AV(PS) = V.L(PS)/(L.L(PS)**gammal(PS)*K.L(PS)**gammak(PS));

```

```

AA(CC) = QC.L(CC) / (delta(CC)*QD.L(CC)**(1-1/sa(CC)) + (1-delta(CC))*IMP.L(CC)
** (1-1/sa(CC)))** (sa(CC)/(sa(CC)-1));
AT(CC) = Q.L(CC) / (epsilon(CC)*QD.L(CC)**(1-1/st(CC)) + (1-epsilon(CC))*EXP.
L(CC)**(1-1/st(CC)))** (st(CC)/(st(CC)-1));
ivs = INVS.L/TINV.L;
CX.L(PS) = (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU.L(PS)**(1-sp(PS))) + gamma(PS)
**sp(PS)*(PV.L(PS)**(1-sp(PS))))** (1/(1-sp(PS)))
;
PC.FX("04") = 10;
W.L = 2;
R.L = 2*R.L;
LS.FX = LS.L;
KS.FX = KS.L;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC)
EGC(CC)
EHY
EGY
EHS
EGS
ETSAV
ETINV
EINV F
EINVS
EINV(CC)
ESC(CC)
EX(PS)
EU(PS)
EV(PS)
EQX(CC,PS)
EL(PS)
EK(PS)
EQ(CC)
EQD(CC)
EEXP(CC)
EQC(CC)
EIMP(CC)
EPIMP(CC)
EPC(CC)
EPX(PS)
EPU(PS)
EPV(PS)
EPQ(CC)
EPQD(CC)
EPEXP(CC)
EEXR
EW
ER
ECX(PS)

```

```

EIDTX(PS)
EBT
;
EHC(CC)..
    HC(CC) =E= alphah(CC)*HY/PC(CC)
;
EGC(CC)..
    GC(CC) =E= alphag(CC)*GY/PC(CC)
;
EHY..
    SUM(CC,PC(CC)*HC(CC))+HS =E= W*LS+R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM(PS,IDTX(PS))
;
EHS..
    HS =E= sh*HY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= HS+GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV(CC)..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/PC(CC)
;
EINVS..
    INVS =E= ivs*TINV
;
EINVF..
    INV F =E= TINV-SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))-INVS
;
ESC(CC)..
    SC(CC) =E= alphas(CC)*INVS/PC(CC)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS)..
    (1-it(PS))*PX(PS) =E= CX(PS)
;
EU(PS)..
    U(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PU(PS))**sp(PS)
;
EV(PS)..
    V(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gamma(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PV(PS))**sp(PS)
;
EQX(CC,PS)..

```

```

        QX(CC,PS) =E= ut(CC,PS)*U(PS)
;
EL(PS)..
    L(PS) =E= gammal(PS)*PV(PS)*V(PS)/W
;
EK(PS)..
    K(PS) =E= gammak(PS)*PV(PS)*V(PS)/R
;
EQ(CC)..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC)..
    QD(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*(epsilon(CC)*AT(CC)*PQ(CC)/PQD(CC))**st(CC)
;
EEXP(CC)..
    EXP(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*((1-epsilon(CC))*AT(CC)*PQ(CC)/PEXP(CC))**st(CC)
;
EQC(CC)..
    QD(CC) =E= (QC(CC)/AA(CC))*(delta(CC)*AA(CC)*PC(CC)/PQD(CC))**sa(CC)
;
EIMP(CC)..
    IMP(CC) =E= (QC(CC)/AA(CC))*((1-delta(CC))*AA(CC)*PC(CC)/PIMP(CC))**sa(CC)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC)..
    PIMP(CC) =E= EXR*wpi(CC)
;
EPC(CC)..
    QC(CC) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)+SC(CC)
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC))
;
EPU(PS)..
    PU(PS) =E= SUM(CC,QX(CC,PS)*PC(CC))/U(PS)
;
EPV(PS)..
    PV(PS) =E= (1/AV(PS))*(W/gammal(PS))**gammal(PS)*(R/gammak(PS))**gammak(PS)
;
EPQ(CC)..
    PQ(CC) =E= (1/AT(CC))*(epsilon(CC)**st(CC)*(PQD(CC)**(1-st(CC)))+(1-epsilon
(CC))**st(CC)*(PEXP(CC)**(1-st(CC))))** (1/(1-st(CC)))
;
EPQD(CC)..
    PC(CC) =E= (1/AA(CC))*(delta(CC)**sa(CC)*(PQD(CC)**(1-sa(CC)))+(1-delta
(CC))**sa(CC)*(PIMP(CC)**(1-sa(CC))))** (1/(1-sa(CC)))
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;
* Trade closure

```

```

EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INVF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)
**sp(PS)*(PV(PS)**(1-sp(PS))))*(1/(1-sp(PS)))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*CX(PS)/(1-it(PS))*X(PS)))+SUM(CC,PIMP(CC)
*IMP(CC))
    -SUM((PS,CC),PC(CC)*QX(CC,PS))-SUM(CC,PC(CC)*(HC(CC)+GC(CC)+INV(CC)
+SC(CC)))
    -SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC))
;
Model MT2
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINV.F.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESC.SC
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD

```



```

EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
PEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EBT.BT
/;
MT2.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE MT2 USING MCP;

THC = SUM(CC,HC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),PC.L(CC)*
QX.L(CC,PS));
GDP2 = W.L*LS.L+R.L*KS.L+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,PC.L(CC)*(HC.L(CC)+GC.L(CC)+INV.L(CC)+SC.L(CC)))
      +SUM(CC,PEXP.L(CC)*EXP.L(CC))-SUM(CC,PIMP.L(CC)*IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----

FILE MT_2 /MT2.CSV/;
put MT_2;
MT_2.PC=5;MT_2.ND=6;MT_2.NZ=1.E-6;MT_2.NW=20;MT_2.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT HC.L(CC);PUT/;);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/;);
PUT 'THC';PUT THC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY';PUT HY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/;);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;

```

```

PUT 'INVS';PUT INVS.L;PUT/;
PUT 'HS';PUT HS.L;PUT/;
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'U(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT U.L(PS);PUT/;);
LOOP(PS, PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(PS,PUT QX.L(CC,PS));PUT/;);
PUT 'V(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT V.L(PS);PUT/;);
PUT 'L(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT L.L(PS);PUT/;);
PUT 'K(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT K.L(PS);PUT/;);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT Q.L(CC);PUT/;);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QD.L(CC);PUT/;);
PUT 'EXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT EXP.L(CC);PUT/;);
PUT 'IMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT IMP.L(CC);PUT/;);
PUT 'QC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT QC.L(CC);PUT/;);
PUT 'PIMP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PIMP.L(CC);PUT/;);
PUT 'PX(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PX.L(PS);PUT/;);
PUT 'PU(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PU.L(PS);PUT/;);
PUT 'PV(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT PV.L(PS);PUT/;);
PUT 'CX(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT CX.L(PS);PUT/;);
PUT 'it(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT it(PS);PUT/;);
PUT 'PC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PC.L(CC);PUT/;);
PUT 'PQ(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PQ.L(CC);PUT/;);
PUT 'PQD(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PQD.L(CC);PUT/;);
PUT 'PEXP(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT PEXP.L(CC);PUT/;);
PUT 'EXR';PUT EXR.L;PUT/;
PUT 'Wage';PUT W.l;PUT/;
PUT 'Rent';PUT R.l;PUT/;
PUT 'Budget';PUT BT.l;PUT/;

```

第三节 MT3 模型

MT3 模型是 MT2 模型基础上的进一步扩展。它基于表 5-3 的结构和数据建立，与 MT2 模型不同的是它将居民分成了农村居民和城镇居民两部分。

表 5-3 MT3 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一 产业	第二 产业	第三 产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	农村居民	城镇居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 930 000	0	0									488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0									5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139									1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						51 593 464	59 967 035	3 416 230	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						89 149 080	306 342 798	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						102 429 897	356 043 911	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806												1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456												1 174 777 878
农村居民							330 141 900	234 955 576							565 097 476
城镇居民							770 331 100	939 822 302							1 710 153 402
政府	478 020	270 102 903	114 606 310												385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931							233 808 526		974 014 073
储蓄									321 925 035	987 799 659	33 278 047				1 343 002 740
存货变动													54 835 514		54 835 514
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	565 097 476	1 710 153 402	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	24 424 926 103

一、MT3 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数。
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 商品价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；

9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
10. 投资分为投资与存货变动两部分；
11. 两个代表性居民：农村居民和城镇居民。

二、模型的维度分类

<i>PS</i>	产业部门
<i>CC</i>	商品

三、模型的参数

<i>sam6(RSAM,CSAM)</i>	表 5-3 社会核算矩阵数据
<i>alpharh(CC)</i>	农村居民消费结构
<i>alphauh(CC)</i>	城镇居民消费结构
<i>srh</i>	农村居民储蓄倾向
<i>suh</i>	城镇居民储蓄倾向
<i>alphag(CC)</i>	政府消费结构
<i>sg</i>	政府储蓄倾向
<i>su</i>	效用替代弹性
<i>sp(PS)</i>	生产替代弹性
<i>st(CC)</i>	转换替代弹性
<i>sa(CC)</i>	Armington 函数替代弹性
<i>alphai(CC)</i>	投资的商品需求结构
<i>alphas(CC)</i>	存货变动的商品需求结构
<i>beta(CC,PS)</i>	生产部门的中间需求结构
<i>gamma(PS)</i>	生产部门的要素投入
<i>gammal(PS)</i>	生产部门的劳动投入
<i>gammak(PS)</i>	生产部门的资本投入
<i>dep(PS)</i>	资本折旧率
<i>delta(CC)</i>	Armington 假设的替代率
<i>epsilon(CC)</i>	CET 假设的替代率
<i>ut(CC,PS)</i>	使用表，表示产业部门各产品投入的固定比例
<i>vt(PS,CC)</i>	供给表，表示各产业部门生产的产品的固定比例
<i>it(PS)</i>	间接税或生产税
<i>srli(PS)</i>	农村劳动收入占全部劳动收入的比例

$suli(PS)$	城镇劳动收入占全部劳动收入的比例
$srki(PS)$	农村资本收入占全部资本收入的比例
$suki(PS)$	城镇资本收入占全部资本收入的比例
ARH	农村居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AUH	城镇居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AG	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AS(PS)$	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC)$	CET 出口函数的缩放系数
ivs	全部投资中对存货变动投资的比例

四、模型的外生变量

$wpi(CC)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$TRHC$	农村居民总消费
$TUHC$	城镇居民总消费
TGC	政府总消费
BT	平衡检验项
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量
$RHC(CC)$	农村居民消费量
$UHC(CC)$	城镇居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量

RHE	农村居民总支出
UHE	城镇居民总支出
GE	政府总支出
RLI	农村居民劳动收入
RKI	农村居民资本收入
RHY	农村居民总收入
ULI	城镇居民劳动收入
UKI	城镇居民资本收入
UHY	城镇居民总收入
GY	政府收入
RHS	农村居民储蓄
UHS	城镇居民储蓄
GS	政府储蓄
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资活动量
$INVF$	对国外的投资
$INVS$	对存货变动的投资额
$SC(CC)$	存货变动量或存货变动的商品需求量
$X(PS)$	本国生产活动量
$U(PS)$	合成商品中间投入量
$V(PS)$	合成要素初始投入量
$QX(CC,PS)$	中间商品需求量
$XQ(PS,CC)$	供给表
$L(PS)$	劳动需求
$K(PS)$	资本需求
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$Q(CC)$	本国生产的产品数量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成品数量
$PX(PS)$	本国生产活动的价格

$PU(PS)$	本国生产活动中投入合成品的价格
$PV(PS,TH)$	本国生产活动合成要素投入的价格
$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
$CX(PS)$	单位生产成本
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品的数量
$IMP(CC)$	进口品的数量

七、MT3 模型的变量关系流程

MT3 模型是在 MT2 模型基础上的进一步扩展, 因而其变量关系流程图 (图 5-4) 与 MT2 模型的不同之处在于居民分成了农村居民和城镇居民两部分, 相应地居民收入、消费和储蓄也都分别分成两部分。

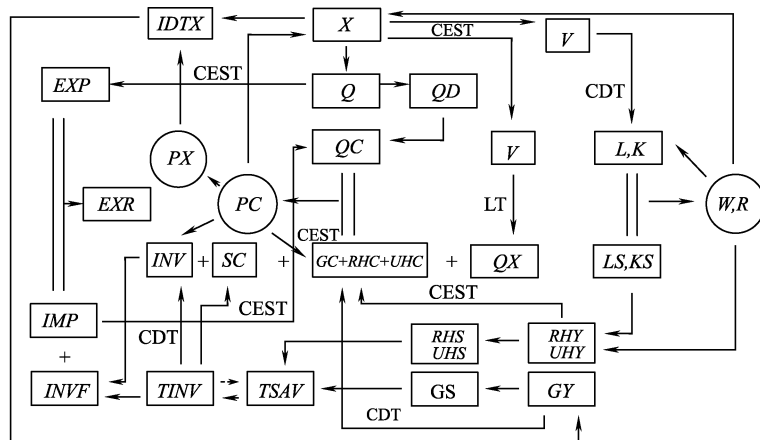


图 5-4 MT3 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 农村居民消费量 ($RHC(CC)$)

$$RHC(CC) = \frac{\alpha_{rh}(CC) \cdot RHY}{PC(CC)}$$

2. 城镇居民消费量 ($UHC(CC)$)

$$UHC(CC) = \frac{\alpha_{uh}(CC) \cdot UHY}{PC(CC)}$$

3. 政府消费量 ($GC(CC)$)

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

4. 农村居民收入 (RHY)

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot RHC(CC) + RHS = srli \cdot W \cdot LS + srki \cdot R \cdot KS$$

5. 城镇居民收入 (UHY)

$$\sum_{CC} PC(CC) \cdot UHC(CC) + UHS = sul i \cdot W \cdot LS + suki \cdot R \cdot KS$$

6. 政府收入 (GY)

政府收入等于间接税收入。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS)$$

7. 农村居民储蓄 (RHS)

农村居民储蓄等于其总支出与储蓄倾向之积。

$$RHS = srh \cdot RHY$$

8. 城镇储蓄 (UHS)

城镇居民储蓄等于其总支出与储蓄倾向之积。

$$UHS = suh \cdot UHY$$

9. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

10. 总储蓄 ($TSAV$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = RHS + UHS + GS$$

11. 总投资 ($TINV$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

12. 投资活动对商品的需求量 ($INV(CC)$)

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

13. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS = ivs \cdot TINV$$

14. 对国外投资 ($INVF$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC) - INVS$$

15. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SC(CC) = \frac{\alpha_s(CC) \cdot INVS}{PC(CC)}$$

16. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) = CX(PS)$$

17. 合成商品中间投入量 ($U(PS)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$U(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PU(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

18. 合成要素初始投入量 ($V(PS)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$V(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PV(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

19. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS) = ut(CC, PS) \cdot U(PS)$$

20. 劳动初始投入 ($L(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS) = \gamma_l(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{W}$$

21. 资本初始投入 ($K(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS) = \gamma_k(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{R}$$

22. 本国生产的产品 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

23. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PQD(CC)} \right)^{st(CC)}$$

24. 出口品的数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC)) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{st(CC)}$$

25. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

26. 进口品的数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC)) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PIMP(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

27. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

28. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + RHC(CC) + UHC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

29. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC)$$

30. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS) \cdot PC(CC)}{U(PS)}$$

31. 合成要素投入的价格 ($PV(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS) = \left(\frac{1}{AV(PS)} \right) \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

32. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC)^{st(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-st(CC)} + (1-\varepsilon(CC))^{st(CC)} \cdot PEXP(CC)^{1-st(CC)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格。

$$PQ(CC) = PQD(CC)$$

33. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC)^{sa(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-sa(CC)} + (1-\delta(CC))^{sa(CC)} \cdot PIMP(CC)^{1-sa(CC)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格，即：

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

34. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，式为：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

35. 国际贸易闭合 (EXR)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INV F$$

36. 劳动力市场平衡或出清条件 (W)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

37. 资本市场平衡或出清条件 (R)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

38. 生产成本 (CX(PS))

$$CX(PS) = \left(\frac{1}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS)^{sp(PS)} \cdot PU(PS)^{1-sp(PS)} + \gamma(PS)^{sp(PS)} \cdot PV(PS)^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

39. 间接税 (IDTX(PS))

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)$$

40. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned} BT = & \sum_{CC} \sum_{PS} yt(PS, CC) \cdot \frac{CX(PS)}{1-it(PS)} \cdot X(PS) + \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS) - \\ & \sum_{CC} PC(CC) \cdot (RHC(CC) + UHC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) \end{aligned}$$

41. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDPI、GDP2 和 GDP3)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} PC(CC) \cdot (RHC(CC) + UHC(CC) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)) + \\ \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

九、MT3 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is a further development from the MT1 model where a Mixed economy
* consists of three technologies of Leontief, Cobb-Douglas and CES
* This is based on SAM6 data table, where households are divided into
* rural and urban households and investment is broken down into
* investment and stock change
* Assumptions:
* 1) While household's consumption, government consumption and investor's
*    investment follow Cobb-Douglas preferences, producers' production follows
*    a nested production technology, and import follows Armington function and
*    export follows Constant Elasticity Transformation (CET) function.
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity price or exchange rate can be numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
* 6) investment is broken down into investment and stock change
* 7) Two representative households: rural and urban household
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=3, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Rural household
10 Urban household
11 Government
12 Foreign

```

```

13 New capital from part of savings or investment
14 New stock from part of savings or investment
15 Sum
16 Capital stock
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
PARAMETERS
  SAM6 (RSAM,CSAM)      SAM6 data
  alpharh(CC)           Composition of Rural Household consumption
  alphauh(CC)           Composition of Urban Household consumption
  srh                    Saving propensity of Rural Household
  suh                    Saving propensity of Urban Household
  alphag(CC)            Composition of Government consumption
  sg                     Saving propensity of Government
  su                     Substitution elasticity of Utility
  sp(PS)                Substitution elasticity of Production
  st(CC)                Substitution elasticity of Transformation function
  sa(CC)                Substitution elasticity of Armington function
  alphai(CC)            Investment use of commodity
  alphas(CC)            Stock use of commodity
  beta(PS)              Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma(PS)             Factor Input
  gammal(PS)            Labour Input
  gammak(PS)            Capital Input
  dep(PS)               Depreciation rate of capital
  delta(CC)             Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC)           Substitution rate of transformation assumption
  ut(CC,PS)             Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input
  vt(PS,CC)             Make Table of production supply
  it(PS)                Indirect Tax
  srli                   Share of Rural Labour Income
  suli                   Share of Urban Labour Income
  srki                   Share of Rural Capital Income
  suki                   Share of Urban Capital Income
  ARH                   Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for rural household
  AUH                   Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for urban household
  AG                     Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government
  AI                     Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor
  AS                     Scaling parameter of Cobb-Douglas stock function for

```

investor	
AP(PS)	Scaling parameter of CES production function for
producer	
AV(PS)	Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs	
AA(CC)	Scaling parameter of Armington function
AT(CC)	Scaling parameter of Transformation function
ivs	Proportion of investment in stock
TRHC	Total Rural Household consumption
TUHC	Total Urban Household consumption
TGC	Total Government consumption
wpi(CC)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC)	World Price of Export at foreign currency
GDP1	GDP by production method
GDP2	GDP by income method
GDP3	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
LS	Labour Stock or endowment
KS	Capital Stock
RHC(CC)	Rural Household Consumption
UHC(CC)	Urban Household Consumption
GC(CC)	Government Consumption
RHE	Rural Household Expenditure
UHE	Urban Household Expenditure
GE	Government Expenditure
RLI	Rural household Labour Income
RKI	Rural household Capital Income
RHY	Rural Household Income
ULI	Urban household Labour Income
UKI	Urban household Capital Income
UHY	Urban Household Income
GY	Government Income
RHS	Rural Household Savings
UHS	Urban Household Savings
GS	Government Savings
TSAV	Total SAVings
TINV	Total INVestment
INV(CC)	Investment by commodity
INVF	Investment to abroad
INVS	Investment in Stock
SC(CC)	Stock Change by commodity
X(PS)	Activity of domestic produciton
U(PS)	Use of composite intermediate input
V(PS)	Use of composite factor input
QX(CC, PS)	Use table or Intermediate demand of commodity by producer
XQ(PS, CC)	Make table
L(PS)	Labour demand by producer
K(PS)	Capital demand by producer
IDTX(PS)	InDirect TaX by producer
Q(CC)	Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC)	Quantity of domestical commodity sold in domestic


```

market
    QC(CC)                Quantity of Composite commodity supplied to domestic
market
    PX(PS)                Price for activity of domestic production
    PU(PS)                Price of composite intermediate input
    PV(PS)                Price of composite factor input
    PQ(CC)                Price of domestically-produced commodity
    PQD(CC)               Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
    PC(CC)                Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
    PEXP(CC)              Price of EXPort at local currency
    PIMP(CC)              Price of IMPort at local currency
    EXR                   EXchange Rate
    CX(PS)                Cost of producer
    W                     Wage rate
    R                     Rental rate
    EXP(CC)               EXPort
    IMP(CC)               IMPort
    BT                    Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$slibinclude xlexport SAM6 sam2007.xls SAM6!a1:q17
*-----
* SAM data and calibration
*-----
su = 0.8;
sp(PS) = 0.8;
st(CC) = 0.8;
sa(CC) = 0.8;
dep(PS) = 0.05;
wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
QX.L(CC,PS) = SAM6(CC,PS);
U.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS));
L.L(PS) = SAM6("07",PS);
K.L(PS) = SAM6("16",PS);
IDTX.L(PS) = SAM6("11",PS);
LS.L = SUM(PS,L.L(PS));
KS.L = SUM(PS,K.L(PS));
W.L = SUM(PS,L.L(PS))/LS.L;
R.L = SUM(PS,SAM6("08",PS))/KS.L;
V.L(PS) = L.L(PS)+SAM6("08",PS);
RHC.L(CC) = SAM6(CC,"09");
RHS.L = SAM6("13","09");
RHE.L = SAM6("15","09");
RLI.L = SAM6("09","07");
RKI.L = SAM6("09","08");
RHY.L = RLI.L+RKI.L;
UHC.L(CC) = SAM6(CC,"10");

```

```

UHS.L = SAM6("13","10");
UHE.L = SAM6("15","10");
ULI.L = SAM6("10","07");
UKI.L = SAM6("10","08");
UHY.L = ULI.L+UKI.L;
GC.L(CC) = SAM6(CC,"11");
GS.L = SAM6("13","11");
GE.L = SAM6("15","11");
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS));
TSAV.L = RHS.L+UHS.L+GS.L;
INV.L(CC) = SAM6(CC,"13");
INVF.L = SAM6("12","13");
INVS.L = SAM6("14","13");
TINV.L = SAM6("15","13");
SC.L(CC) = SAM6(CC,"14");
X.L(PS) = SAM6(PS,"15");
XQ.L(PS,CC) = SAM6(PS,CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
EXP.L(CC) = SAM6(CC,"12");
QD.L(CC) = Q.L(CC)-EXP.L(CC);
IMP.L(CC) = SAM6("12",CC);
QC.L(CC) = QD.L(CC)+IMP.L(CC);
PX.L(PS) = 1;
PC.L(CC) = 1;
PU.L(PS) = 1;
PU.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS)*PC.L(CC))/U.L(PS);
PV.L(PS) = 1;
PQ.L(CC) = 1;
PQD.L(CC) = 1;
PEXP.L(CC) = 1;
PIMP.L(CC) = 1;
EXR.L = 1;
BT.L = 1;

alpharh(CC) = RHC.L(CC)/RHE.L;
srh = RHS.L/RHE.L;
alphauh(CC) = UHC.L(CC)/UHE.L;
suh = UHS.L/UHE.L;
alphag(CC) = GC.L(CC)/GE.L;
sg = GS.L/GE.L;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
alphas(CC) = SC.L(CC)/INVS.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
beta(PS) = (PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+
PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gamma(PS) = (PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+
PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammal(PS) = L.L(PS)/V.L(PS);
gammak(PS) = 1-gammal(PS);
delta(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC))+PIMP.L(CC)*IMP.L(CC)**(1/sa(CC)));
epsilon(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC)))

```

```

/ (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC))+PEXP.L(CC)*EXP.L(CC)**(1/st(CC)));
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/U.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
srli = RLI.L/(RLI.L+ULI.L);
srki = RKI.L/(RKI.L+UKI.L);
suli = 1-srli;
suki = 1-srki;
ARH = RHE.L/PROD(CC,RHC.L(CC)**alpharh(CC));
AUH = UHE.L/PROD(CC,UHC.L(CC)**alphauh(CC));
AG = GE.L/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(beta(PS)*U.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gamma(PS)*V.L(PS)**(1-1/
sp(PS)))*(sp(PS)/(sp(PS)-1));
AV(PS) = V.L(PS)/(L.L(PS)**gammal(PS)*K.L(PS)**gammak(PS));
AA(CC) = QC.L(CC)/(delta(CC)*QD.L(CC)**(1-1/sa(CC))+(1-delta(CC))*IMP.L(CC)
** (1-1/sa(CC)))*(sa(CC)/(sa(CC)-1));
AT(CC) = Q.L(CC)/(epsilon(CC)*QD.L(CC)**(1-1/st(CC))+(1-epsilon(CC))*EXP.
L(CC)**(1-1/st(CC)))*(st(CC)/(st(CC)-1));
ivs = INVS.L/TINV.L;
CX.L(PS) = (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU.L(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)*
*sp(PS)*(PV.L(PS)**(1-sp(PS))))*(1/(1-sp(PS)));

*it(PS) = 2*it(PS);
PC.FX("04") = 1;
W.L = 1;
R.L = 1*R.L;
LS.FX = LS.L;
KS.FX = KS.L;
*-----
*Equations
*-----
Equations
ERHC(CC)
EUHC(CC)
EGC(CC)
ERHY
EUHY
EGY
ERHS
EUHS
EGS
ETSAV
ETINV
EINVF
EINVS
EINV(CC)
ESC(CC)
EX(PS)
EU(PS)
EV(PS)
EQX(CC,PS)
EL(PS)

```

```

EK (PS)
EQ (CC)
EQD (CC)
EEXP (CC)
EQC (CC)
EIMP (CC)
EPIMP (CC)
EPC (CC)
EPX (PS)
EPU (PS)
EPV (PS)
EPQ (CC)
EPQD (CC)
EPEXP (CC)
EEXR
EW
ER
ECX (PS)
EIDTX (PS)
EBT
;
ERHC (CC) ..
    RHC (CC) =E= alpharh (CC) *RHY/PC (CC)
;
EUHC (CC) ..
    UHC (CC) =E= alphauh (CC) *UHY/PC (CC)
;
EGC (CC) ..
    GC (CC) =E= alphag (CC) *GY/PC (CC)
;
ERHY..
    SUM(CC,PC (CC) *RHC (CC) )+RHS =E= srli*W*LS+srki*R*KS
;
EUHY..
    SUM(CC,PC (CC) *UHC (CC) )+UHS =E= sul1*W*LS+suki*R*KS
;
EGY..
    GY =E= SUM (PS, IDTX (PS) )
;
ERHS..
    RHS =E= srh*RHY
;
EUHS..
    UHS =E= suh*UHY
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= RHS+UHS+GS
;
ETINV..

```

```

TINV =E= TSAV
;
EINV(CC) ..
    INV(CC) =E= alphai(CC)*TINV/PC(CC)
;
EINVS ..
    INVS =E= ivs*TINV
;
ESC(CC) ..
    SC(CC) =E= alphas(CC)*INVS/PC(CC)
;
EINVF ..
    INVF =E= TINV-SUM(CC,PC(CC)*INV(CC))-INVS
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS) ..
    (1-it(PS))*PX(PS) =E= CX(PS)
;
EU(PS) ..
    U(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(beta(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PU(PS))**sp(PS)
;
EV(PS) ..
    V(PS) =E= (X(PS)/AP(PS))*(gamma(PS)*AP(PS)*CX(PS)/PV(PS))**sp(PS)
;
EQX(CC,PS) ..
    QX(CC,PS) =E= ut(CC,PS)*U(PS)
;
EL(PS) ..
    L(PS) =E= gammal(PS)*PV(PS)*V(PS)/W
;
EK(PS) ..
    K(PS) =E= gammak(PS)*PV(PS)*V(PS)/R
;
EQ(CC) ..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC) ..
    QD(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*(epsilon(CC)*AT(CC)*PQ(CC)/PQD(CC))**st(CC)
;
EEXP(CC) ..
    EXP(CC) =E= (Q(CC)/AT(CC))*((1-epsilon(CC))*AT(CC)*PQ(CC)/PEXP(CC))**st
(CC)
;
EQC(CC) ..
    QD(CC) =E= (QC(CC)/AA(CC))*(delta(CC)*AA(CC)*PC(CC)/PQD(CC))**sa(CC)
;
EIMP(CC) ..
    IMP(CC) =E= (QC(CC)/AA(CC))*((1-delta(CC))*AA(CC)*PC(CC)/PIMP(CC))**sa(CC)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets

```

```

EPIMP(CC)..
    PIMP(CC) =E= EXR*wp i(CC)
;
EPC(CC)..
    QC(CC) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+RHC(CC)+UHC(CC)+GC(CC)+INV(CC)+SC(CC)
;
EPX(PS)..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC))
;
EPU(PS)..
    PU(PS) =E= SUM(CC,QX(CC,PS)*PC(CC))/U(PS)
;
EPV(PS)..
    PV(PS) =E= (1/AV(PS))*(W/gammal(PS))**gammal(PS)*(R/gammak(PS))**gammak(PS)
;
EPQ(CC)..
    PQ(CC) =E= (1/AT(CC))*(epsilon(CC)**st(CC)*(PQD(CC)**(1-st(CC)))+(1-epsilon
(CC))**st(CC)*(PEXP(CC)**(1-st(CC))))** (1/(1-st(CC)))
;
EPQD(CC)..
    PC(CC) =E= (1/AA(CC))*(delta(CC)**sa(CC)*(PQD(CC)**(1-sa(CC)))+(1-delta
(CC))**sa(CC)*(PIMP(CC)**(1-sa(CC))))** (1/(1-sa(CC)))
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;
* Trade closure
EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INVF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental rate
ER..
    SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)
**sp(PS)*(PV(PS)**(1-sp(PS))))** (1/(1-sp(PS)))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Balance

```

```

EBT..
    BT =E= SUM(CC, SUM(PS, vt(PS, CC)*CX(PS)/(1-it(PS))*X(PS)))+SUM(CC, PIMP(CC)
*IMP(CC))
        -SUM((PS, CC), PC(CC)*QX(CC, PS))-SUM(CC, PC(CC)*(RHC(CC)+UHC(CC)+GC
(CC)+INV(CC)+SC(CC)))
        -SUM(CC, PEXP(CC)*EXP(CC))
;
Model MT3
/
ERHC.RHC
EUHC.UHC
EGC.GC
ERHY.RHY
EUHY.UHY
EGY.GY
ERHS.RHS
EUHS.UHS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESC.SC
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EBT.BT

```

```

/;
MT3.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE MT3 USING MCP;

TRHC = SUM(CC,RHC.L(CC));
TUHC = SUM(CC,UHC.L(CC));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));
GDP1 = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ.L(CC))*X.L(PS))-SUM((CC,PS),PC.L(CC)*QX.
L(CC,PS));
GDP2 = W.L*LS.L+R.L*KS.L+GY.L;
GDP3 = SUM(CC,PC.L(CC)*(RHC.L(CC)+UHC.L(CC)+GC.L(CC)+INV.L(CC)+SC.L(CC)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC)*EXP.L(CC))-SUM(CC,PIMP.L(CC)*IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE MT_3 /MT3.CSV/;
put MT_3;
MT_3.PC=5;MT_3.ND=6;MT_3.NZ=1.E-6;MT_3.NW=20;MT_3.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'RHC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT RHC.L(CC);PUT/);
PUT 'UHC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT UHC.L(CC);PUT/);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/);
PUT 'TRHC';PUT TRHC;PUT/;
PUT 'TUHC';PUT TUHC;PUT/;
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'RHY';PUT RHY.L;PUT/;
PUT 'UHY';PUT UHY.L;PUT/;
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;
PUT 'INVS';PUT INVS.L;PUT/;
PUT 'RHS';PUT RHS.L;PUT/;
PUT 'UHS';PUT UHS.L;PUT/;
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/);
PUT 'U(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT U.L(PS);PUT/);
LOOP(PS, PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(PS,PUT QX.L(CC,PS));PUT/);
PUT 'V(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT V.L(PS);PUT/);
PUT 'L(PS)'/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;PUT L.L(PS);PUT/);

```



```

PUT 'K(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT K.L(PS); PUT/;);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT Q.L(CC); PUT/;);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT QD.L(CC); PUT/;);
PUT 'EXP(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT EXP.L(CC); PUT/;);
PUT 'IMP(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT IMP.L(CC); PUT/;);
PUT 'QC(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT QC.L(CC); PUT/;);
PUT 'PIMP(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PIMP.L(CC); PUT/;);
PUT 'PX(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PX.L(PS); PUT/;);
PUT 'PU(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PU.L(PS); PUT/;);
PUT 'PV(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PV.L(PS); PUT/;);
PUT 'CX(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT CX.L(PS); PUT/;);
PUT 'it(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT it(PS); PUT/;);
PUT 'PC(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PC.L(CC); PUT/;);
PUT 'PQ(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PQ.L(CC); PUT/;);
PUT 'PQD(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PQD.L(CC); PUT/;);
PUT 'PEXP(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PEXP.L(CC); PUT/;);
PUT 'EXR'; PUT EXR.L; PUT/;
PUT 'Wage'; PUT W.l; PUT/;
PUT 'Rent'; PUT R.l; PUT/;
PUT 'Budget'; PUT BT.l; PUT/;

```

第四节 MT4 模型

MT4 模型是在 MT3 模型基础上的进一步扩展，与 MT3 模型不同的是它新增加了进口关税和收入税两个税种。

表 5-4 MT4 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一 产业	第二 产业	第三 产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	农村居民	城镇居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 738 792											488 738 792
第二产业					5 667 767 319										5 667 767 319
第三产业						1 878 008 615									1 878 008 615
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						51 593 464	59 967 035	3 416 230	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3647 832 322	482 134 745						89 149 080	306 342 798	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						102 429 897	356 043 911	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806												1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456												1 174 777 878
农村居民							330 141 900	234 955 576			56 509 748				621 607 223
城镇居民							770 331 100	939 822 302			342 030 680				2 052 184 083
政府	286 812	162 061 742	68 763 786	191 208	108 041 161	45 842 524			56 509 748	342 030 680					783 727 661
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931							233 808 526		974 014 073
储蓄									321 925 035	987 799 659	33 278 047				1 343 002 740
存货变动													54 835 514		54 835 514
总计	488 738 792	5 667 767 319	1 878 008 615	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	621 607 223	2 052 184 083	783 727 661	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	25 067 932 066

一、MT4 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 商品价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；

9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
10. 投资分为投资与存货变动两部分；
11. 两个代表性居民：农村居民和城镇居民；
12. 生产税、关税和收入税。

二、模型的维度分类

<i>PS</i>	产业部门
<i>CC</i>	商品
<i>HH</i>	居民

三、模型的参数有：

<i>sam7(RSAM,CSAM)</i>	表 5-4 社会核算矩阵数据
<i>alphah(CC,HH)</i>	居民消费结构
<i>sh(HH)</i>	居民储蓄倾向
<i>alphag(CC)</i>	政府消费结构
<i>alphasf</i>	存货占国外的比例
<i>sgth(HH)</i>	政府对居民的转移支付比例
<i>sg</i>	政府储蓄倾向
<i>su</i>	效用替代弹性
<i>sp(PS)</i>	生产替代弹性
<i>st(CC)</i>	转换替代弹性
<i>sa(CC)</i>	Armington 函数替代弹性
<i>alphai(CC)</i>	投资的商品需求结构系数
<i>alphas(CC)</i>	存货变动的商品需求结构系数
<i>beta(CC,PS)</i>	生产部门的中间需求结构系数
<i>gamma(PS)</i>	生产部门的要素投入系数
<i>gammal(PS)</i>	生产部门的劳动投入系数
<i>gammak(PS)</i>	生产部门的资本投入系数
<i>dep(PS)</i>	资本折旧率
<i>delta(CC)</i>	Armington 假设的替代率
<i>epsilon(CC)</i>	CET 假设的替代率
<i>ut(CC,PS)</i>	使用表，表示产业部门各产品投入的固定比例
<i>vt(PS,CC)</i>	供给表，表示各产业部门生产的产品的固定比例

$it(PS)$	间接税或生产税
$imt(CC)$	关税税率
$hht(HH)$	收入税率
$sli(HH)$	劳动收入占居民全部收入的比例
$ski(HH)$	资本收入占居民全部收入的比例
$AH(HH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AG	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
AI	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
AS	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC)$	CET 出口函数的缩放系数
ivs	全部投资中对存货变动投资的比例

四、模型的外生变量

$wpi(CC)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THC(HH)$	居民总消费
TGC	政府总消费
BT	平衡检验项
$GDP1$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

LS	劳动供给量
KS	资本供给量
$HC(CC, HH)$	居民消费量
$GC(CC)$	政府消费量
$GTH(HH)$	政府向居民的转移支付

$HE(HH)$	居民总支出
GE	政府总支出
$LI(HH)$	居民劳动收入
$KI(HH)$	居民资本收入
$HY(HH)$	居民总收入
GY	政府收入
$HS(HH)$	居民储蓄
GS	政府储蓄
$TSAV$	总储蓄
$TINV$	总投资
$INV(CC)$	投资活动量
$INVF$	对国外的投资
$INVS$	对存货变动的投资额
$SC(CC)$	存货变动量
SF	存货变动中的国外投资部分
$X(PS)$	本国生产活动量
$U(PS)$	合成商品中间投入系数
$V(PS)$	合成要素初始投入系数
$QX(CC,PS)$	中间商品需求
$XQ(PS,CC)$	供给表
$L(PS)$	劳动需求
$K(PS)$	资本需求
$IDTX(PS)$	间接税或生产税
$IMTX(CC)$	进口关税
$HHTX(HH)$	收入税
$Q(CC)$	本国生产的产品数量
$QD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS)$	本国生产活动的价格
$PU(PS)$	本国生产活动中间投入合成品的价格
$PV(PS,TH)$	本国生产活动合成要素投入的价格

$PQ(CC)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC)$	以本国货币表示的进口品的价格
EXR	汇率
$CX(PS)$	单位生产成本
W	工资薪酬率
R	资本租赁率
$EXP(CC)$	出口品的数量
$IMP(CC)$	进口品的数量

七、MT4 模型的变量关系流程图

MT4 模型是在 MT3 模型基础上的进一步扩展，因而其变量关系流程图（图 5-5）与 MT3 模型的不同之处在于新增加了进口关税和收入税两个税种。

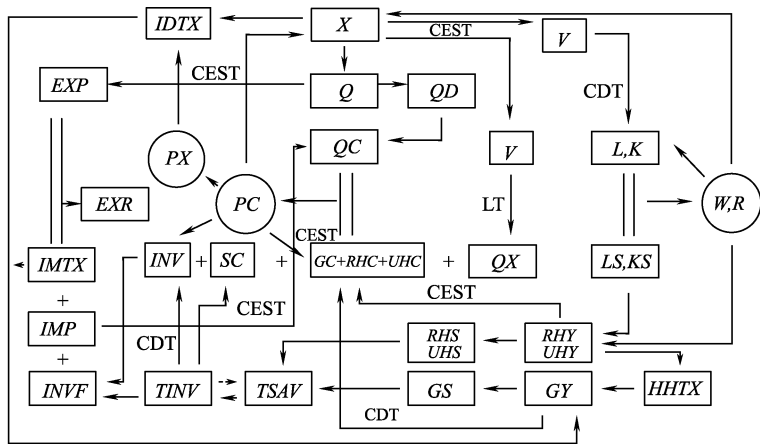


图 5-5 MT4 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC, HH)$)

$$HC(CC, HH) = \frac{\alpha_h(CC, HH) \cdot HY(HH)}{PC(CC)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC)$)

$$GC(CC) = \frac{\alpha_g(CC) \cdot GY}{PC(CC)}$$

3. 居民收入 (HY)

$$\begin{aligned} & \sum_{CC} PC(CC) \cdot HC(CC, HH) + HS(HH) + hht(HH) \cdot HY(HH) \\ & = sli(HH) \cdot W \cdot LS + ski(HH) \cdot R \cdot KS + GTH(HH) \end{aligned}$$

4. 政府收入 (GY)

政府收入等于各项税收之和。

$$GY = \sum_{PS} IDTX(PS) + \sum_{CC} IMTX(CC) + \sum_{HH} HHTX(HH)$$

5. 居民储蓄 (HS(HH))

居民储蓄等于其总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(HH) = sh(HH) \cdot HY(HH)$$

6. 政府储蓄 (GS)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS = sg \cdot GY$$

7. 政府转移收支 (GTH(HH))

$$GTH(HH) = sgth(HH) \cdot GY$$

8. 总储蓄 (TSAV)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV = \sum_{HH} HS(HH) + GS$$

9. 总投资 (TINV)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这是该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV = TSAV$$

10. 投资活动对商品的需求量 (INV(CC))

投资活动对商品的需求量等于按照总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格算出。

$$INV(CC) = \frac{\alpha_i(CC) \cdot TINV}{PC(CC)}$$

11. 投资活动对存货变动的需求量 (INVS)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS = ivs \cdot TINV$$

12. 对国外投资 ($INVF$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF = TINV - \sum_{CC} PC(CC) \cdot INV(CC) - INVS$$

13. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SC(CC) = \frac{\alpha_s(CC) \cdot INVS}{PC(CC)}$$

14. 存货变动中的国外投资部分 ($INVS$)

$$SF = \alpha_{sf} \cdot INVS$$

15. 零利润条件 ($X(PS)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS)) \cdot PX(PS) = CX(PS)$$

16. 合成商品中间投入量 ($U(PS)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PU(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

17. 合成要素初始投入量 ($V(PS)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS) = \left(\frac{X(PS)}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\gamma(PS) \cdot AP(PS) \cdot \frac{CX(PS)}{PV(PS)} \right)^{sp(PS)}$$

18. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS) = ut(CC, PS) \cdot U(PS)$$

19. 劳动初始投入 ($L(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS) = \gamma_l(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{W}$$

20. 劳动初始投入 ($K(PS)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS) = \gamma_k(PS) \cdot \frac{PV(PS) \cdot V(PS)}{R}$$

21. 本国生产的产品 ($Q(CC)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC) = \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot X(PS)$$

22. 本国生产在本国销售的产品的数量 ($QD(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PQD(CC)} \right)^{st(CC)}$$

23. 出口品的数量 ($EXP(CC)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC) = \left(\frac{Q(CC)}{AT(CC)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC)) \cdot AT(CC) \cdot \frac{PQ(CC)}{PEXP(CC)} \right)^{st(CC)}$$

24. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$QC(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{PQD(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

25. 进口品的数量 ($IMP(CC)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC) = \left(\frac{QC(CC)}{AA(CC)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC)) \cdot AA(CC) \cdot \frac{PC(CC)}{(1 + imt(CC)) \cdot PIMP(CC)} \right)^{sa(CC)}$$

26. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC) = EXR \cdot wpi(CC)$$

27. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC) = \sum_{PS} QX(CC, PS) + \sum_{CC} HC(CC, HH) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

28. 本国生产活动的价格 ($PX(PS)$)

$$PX(PS) = \sum_{CC} \nu(CC, PS) \cdot PQ(CC)$$

29. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS) \cdot PC(CC)}{U(PS)}$$

30. 合成要素投入的价格 ($PV(PS)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS) = \left(\frac{1}{AV(PS)} \right) \left(\frac{W}{\gamma_l(PS)} \right)^{\gamma_l(PS)} \left(\frac{R}{\gamma_k(PS)} \right)^{\gamma_k(PS)}$$

31. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC) = \left(\frac{1}{AT(CC)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC)^{st(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-st(CC)} + (1-\varepsilon(CC))^{st(CC)} \cdot PEXP(CC)^{1-st(CC)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格，即：

$$PQ(CC) = PQD(CC) \quad (5.4.33)$$

32. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定：

$$PC(CC) \cdot QC(CC) = PQD(CC) \cdot QD(CC) + PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

或者

$$PQD(CC) = PQ(CC)$$

$$PC(CC) = \left(\frac{1}{AA(CC)} \right) \cdot \left(\delta(CC)^{sa(CC)} \cdot PQD(CC)^{1-sa(CC)} + (1-\delta(CC))^{sa(CC)} \right) \cdot \left((1+imt(CC)) \cdot PIMP(CC) \right)^{\frac{1}{1-sa(CC)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格，即：

$$PQD(CC) = PEXP(CC)$$

33. 本国货币表示的出口品的价格（ $PEXP(CC)$ ）

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC) = PQD(CC)$$

或者

$$PEXP = PQ(CC)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格，即：

$$PEXP(CC) = EXR \cdot wpe(CC)$$

34. 国际贸易闭合（ EXR ）

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) = \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC) + INV F + SF$$

35. 劳动力市场平衡或出清条件（ W ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS) = LS$$

36. 资本市场平衡或出清条件（ R ）

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} K(PS) = KS$$

37. 生产成本（ $CX(PS)$ ）

$$CX(PS) = \left(\frac{1}{AP(PS)} \right) \cdot \left(\beta(PS)^{sp(PS)} \cdot PU(PS)^{1-sp(PS)} + \gamma(PS)^{sp(PS)} \cdot PV(PS)^{1-sp(PS)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS)}}$$

38. 间接税（ $IDTX(PS)$ ）

$$IDTX(PS) = it(PS) \cdot PX(PS) \cdot X(PS)$$

39. 进口关税（ $IMTX(CC)$ ）

$$IMTX(CC) = imt(CC) \cdot PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

40. 收入税（ $HHTX(PS)$ ）

$$HHTX(HH) = hht(HH) \cdot HY(HH)$$

41. 总供给与总需求间的平衡检验（ BT ）

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned} BT = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC) \cdot \frac{CX(PS)}{1-it(PS)} \cdot X(PS) + \sum_{CC} (1+imt(CC)) \cdot PIMP(CC) \cdot IMP(CC) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS) - \\ & \sum_{CC} PC(CC) \cdot \left(\sum_{HH} HC(CC, HH) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC) \right) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) \end{aligned}$$

42. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验（ $GDP1$ 、 $GDP2$ 和 $GDP3$ ）

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1 = \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC) \cdot vt(PS, CC) \cdot X(PS) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC) \cdot QX(CC, PS)$$

$$GDP2 = W \cdot LS + R \cdot KS + GY$$

$$GDP3 = \sum_{CC} PC(CC) \cdot \left(\sum_{HH} HC(CC, HH) + GC(CC) + INV(CC) + SC(CC) \right) + \sum_{CC} PEXP(CC) \cdot EXP(CC) - \sum_{CC} PIMP(CC) \cdot IMP(CC)$$

九、MT4 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is a further development from the MT3 model where a Mixed economy
* consists of three technologies of Leontief, Cobb-Douglas and CES
* This is based on SAM7 data table, where households are divided into
* rural and urban households and investment is broken down into
* investment and stock change
* Assumptions:
* 1) While household's consumption, government consumption and investor's
* investment follow Cobb-Douglas preferences, producers' production follows
* a nested production technology, and import follows Armington function and
* export follows Constant Elasticity Transformation (CET) function.
* 2) Institutions total income and expenditure are identity
* 3) Commodity price or exchange rate can be numeraire
* 4) Total savings and investment are identity
* 5) Household gets income from labour and capital, government gets income
only from taxes
* 6) investment is broken down into investment and stock change
* 7) Two representative households: rural and urban household
* 8) Three taxes: production tax, tariff and income tax
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=3, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour

```

```

08 Capital rent
09 Rural household
10 Urban household
11 Government
12 Foreign
13 New capital from part of savings or investment
14 New stock from part of savings or investment
15 Sum
16 Capital stock
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
  HH(RSAM) Households /09*10/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
ALIAS (HH,HH1)
;
PARAMETERS
  SAM7 (RSAM,CSAM)          SAM7 data
  alphah(CC,HH)             Composition of Household consumption
  sh(HH)                    Saving propensity by Household
  alphag(CC)                Composition of Government consumption
  alphasf                   Share of Stock to foreign
  sgth(HH)                  Share of government transfers among household
  sg                        Saving propensity of Government
  su                        Substitution elasticity of Utility
  sp(PS)                    Substitution elasticity of Production
  st(CC)                    Substitution elasticity of Transformation function
  sa(CC)                    Substitution elasticity of Amington function
  alphai(CC)                Investment use of commodity
  alphas(CC)                Stock use of commodity
  beta(PS)                  Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma(PS)                 Factor Input
  gammal(PS)                Labour Input
  gammak(PS)                Capital Input
  dep(PS)                   Depreciation rate of capital
  delta(CC)                 Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC)               Substitution rate of transformation assumption
  ut(CC,PS)                 Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input
  vt(PS,CC)                 Make Table of production supply
  it(PS)                    Indirect Tax
  imt(CC)                   Import Tax
  hht(HH)                   Rate of Direct Tax by household

```

sli(HH)	Share of Labour Income by Household
ski(HH)	Share of Capital Income by Household
AH(HH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
by household	
AG	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government	
AI	Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor	
AS	Scaling parameter of Cobb-Douglas stock function for
investor	
AP(PS)	Scaling parameter of CES production function for
producer	
AV(PS)	Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs	
AA(CC)	Scaling parameter of Armington function
AT(CC)	Scaling parameter of Transformation function
ivs	Proportion of investment in stock
THC(HH)	Total Household consumption
TGC	Total Government consumption
wpi(CC)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC)	World Price of Export at foreign currency
GDP1	GDP by production method
GDP2	GDP by income method
GDP3	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
LS	Labour Stock or endowment
KS	Capital Stock
HC(CC,HH)	Household Consumption
GC(CC)	Government Consumption
GTH(HH)	Government Transfer to Household
HE(HH)	Household Expenditure
GE	Government Expenditure
LI(HH)	Household Labour Income
KI(HH)	Household Capital Income
HY(HH)	Household Income
GY	Government Income
HS(HH)	Household Savings
GS	Government Savings
TSAV	Total SAVings
TINV	Total INVestment
INV(CC)	Investment by commodity
INVF	Investment to abroad
INVS	Investment in Stock
SC(CC)	Stock Change by commodity
SF	Stock to foreign
X(PS)	Activity of domestic produciton
U(PS)	Use of composite intermediate input

```

V(PS)                Use of composite factor input
QX(CC,PS)            Use table or Intermediate demand of commodity by
producer
XQ(PS,CC)            Make table
L(PS)                Labour demand by producer
K(PS)                Capital demand by producer
IDTX(PS)             InDirect TaX by producer
IMTX(CC)             IMport TaX by commodity
HHTX(HH)             Direct TaXes of household
Q(CC)                Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC)                Quantity of domestical commodity sold in domestic
market
QC(CC)                Quantity of Composite commodity supplied to domestic
market
PX(PS)                Price for activity of domestic production
PU(PS)                Price of composite intermediate input
PV(PS)                Price of composite factor input
PQ(CC)                Price of domestically-produced commodity
PQD(CC)              Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
PC(CC)                Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
PEXP(CC)              Price of EXPort at local currency
PIMP(CC)              Price of IMPort at local currency
EXR                  EXchange Rate
CX(PS)                Cost of producer
W                    Wage rate
R                    Rental rate
EXP(CC)              EXPort
IMP(CC)              IMPort
BT                    Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM7 sam2007.xls SAM7!a1:q17
*-----
* SAM data and calibration
*-----
su = 0.8;
sp(PS) = 0.8;
st(CC) = 0.8;
sa(CC) = 0.8;
dep(PS) = 0.05;
wpi(CC) = 1;
wpe(CC) = 1;
QX.L(CC,PS) = SAM7(CC,PS);
U.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS));

```



```

L.L(PS) = SAM7("07",PS);
K.L(PS) = SAM7("16",PS);
IDTX.L(PS) = SAM7("11",PS);
IMTX.L(CC) = SAM7("11",CC);
HHTX.L(HH) = SAM7("11",HH);
LS.L = SUM(PS,L.L(PS));
KS.L = SUM(PS,K.L(PS));
W.L = SUM(PS,L.L(PS))/LS.L;
R.L = SUM(PS,SAM7("08",PS))/KS.L;
V.L(PS) = L.L(PS)+SAM7("08",PS);
HC.L(CC,HH) = SAM7(CC,HH);
HS.L(HH) = SAM7("13",HH);
HE.L(HH) = SAM7("15",HH);
LI.L(HH) = SAM7(HH,"07");
KI.L(HH) = SAM7(HH,"08");
HY.L(HH) = LI.L(HH)+KI.L(HH)+SAM7(HH,"11");
GC.L(CC) = SAM7(CC,"11");
GTH.L(HH) = SAM7(HH,"11");
GS.L = SAM7("13","11");
GE.L = SAM7("15","11");
GY.L = SUM(PS,IDTX.L(PS))+SUM(CC,IMTX.L(CC))+SUM(HH,HHTX.L(HH));
TSAV.L = SUM(HH,HS.L(HH))+GS.L;
INV.L(CC) = SAM7(CC,"13");
INVF.L = SAM7("12","13");
INVS.L = SAM7("14","13");
TINV.L = SAM7("15","13");
SC.L(CC) = SAM7(CC,"14");
SF.L = SAM7("12","14");
X.L(PS) = SAM7(PS,"15");
XQ.L(PS,CC) = SAM7(PS,CC);
Q.L(CC) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC));
EXP.L(CC) = SAM7(CC,"12");
QD.L(CC) = Q.L(CC)-EXP.L(CC);
IMP.L(CC) = SAM7("12",CC);
QC.L(CC) = QD.L(CC)+IMP.L(CC)+IMTX.L(CC);
PX.L(PS) = 1;
PC.L(CC) = 1;
PU.L(PS) = 1;
PU.L(PS) = SUM(CC,QX.L(CC,PS)*PC.L(CC))/U.L(PS);
PV.L(PS) = 1;
PQ.L(CC) = 1;
PQD.L(CC) = 1;
PEXP.L(CC) = 1;
PIMP.L(CC) = 1;
EXR.L = 1;
BT.L = 1;
alphah(CC,HH) = HC.L(CC,HH)/HE.L(HH);
sh(HH) = HS.L(HH)/HE.L(HH);

```

```

alphag(CC) = GC.L(CC)/GE.L;
sg = GS.L/GE.L;
sgth(HH) = GTH.L(HH)/GE.L;
alphai(CC) = INV.L(CC)/TINV.L;
alphas(CC) = SC.L(CC)/INVS.L;
alphasf = SF.L/INVS.L;
it(PS) = IDTX.L(PS)/X.L(PS);
imt(CC) = (IMTX.L(CC)/IMP.L(CC))$(IMP.L(CC) NE 0)+0$(IMP.L(CC) EQ 0);
hht(HH) = HHTX.L(HH)/HY.L(HH);
beta(PS) = (PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+PV.
L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gamma(PS) = (PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)))/(PU.L(PS)*U.L(PS)**(1/sp(PS))+
PV.L(PS)*V.L(PS)**(1/sp(PS)));
gammal(PS) = L.L(PS)/V.L(PS);
gammak(PS) = 1-gammal(PS);
delta(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/sa(CC)))+(1+imt(CC))*PIMP.L(CC)*IMP.L(CC)**(1/
sa(CC));
epsilon(CC) = (PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC)))/
(PQD.L(CC)*QD.L(CC)**(1/st(CC))+PEXP.L(CC)*EXP.L(CC)**(1/st(CC)));
ut(CC,PS) = QX.L(CC,PS)/U.L(PS);
vt(PS,CC) = XQ.L(PS,CC)/X.L(PS);
sli(HH) = LI.L(HH)/SUM(HH1,LI.L(HH1));
ski(HH) = KI.L(HH)/SUM(HH1,KI.L(HH1));
AH(HH) = HE.L(HH)/PROD(CC,HC.L(CC,HH)**alphah(CC,HH));
AG = GE.L/PROD(CC,GC.L(CC)**alphag(CC));
AI = TINV.L/PROD(CC,INV.L(CC)**alphai(CC));
AP(PS) = X.L(PS)/(beta(PS)*U.L(PS)**(1-1/sp(PS))+gamma(PS)*V.L(PS)**(1-1/
sp(PS))** (sp(PS)/(sp(PS)-1)));
AV(PS) = V.L(PS)/(L.L(PS)**gammal(PS)*K.L(PS)**gammak(PS));
AA(CC) = (QC.L(CC)/(delta(CC)*QD.L(CC)**(1-1/sa(CC)))+(1-delta(CC))*IMP.L
(CC)**(1-1/sa(CC))** (sa(CC)/(sa(CC)-1)))*(IMP.L(CC) NE 0)+0$(IMP.L(CC) EQ 0);
AT(CC) = (Q.L(CC)/(epsilon(CC)*QD.L(CC)**(1-1/st(CC)))+(1-epsilon(CC))*EXP.L
(CC)**(1-1/st(CC))** (st(CC)/(st(CC)-1)))*(EXP.L(CC) NE 0)+0$(EXP.L(CC) EQ 0);
ivs = INVS.L/TINV.L;
CX.L(PS) = (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU.L(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)*
*sp(PS)*(PV.L(PS)**(1-sp(PS))))*(1/(1-sp(PS)));
;
PC.FX("04") = 1;
LS.FX = LS.L;
KS.FX = KS.L;
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC,HH)
EGC(CC)
EHY(HH)

```

```

EGY
EHS (HH)
EGS
EGTH (HH)
ETSAV
ETINV
EINVF
EINVS
EINV (CC)
ESC (CC)
ESF
EX (PS)
EU (PS)
EV (PS)
EQX (CC, PS)
EL (PS)
EK (PS)
EQ (CC)
EQD (CC)
EEXP (CC)
EQC (CC)
EIMP (CC)
EPIMP (CC)
EPC (CC)
EPX (PS)
EPU (PS)
EPV (PS)
EPQ (CC)
EPQD (CC)
EPEXP (CC)
EEXR
EW
ER
ECX (PS)
EIDTX (PS)
EIMTX (CC)
EHHTX (HH)
EBT
;
EHC (CC, HH) ..
    HC (CC, HH) =E= alphah (CC, HH) *HY (HH) /PC (CC)
;
EGC (CC) ..
    GC (CC) =E= alphag (CC) *GY/PC (CC)
;
EHY (HH) ..
    SUM (CC, PC (CC) *HC (CC, HH) ) +HS (HH) +hht (HH) *HY (HH) =E= sli (HH) *W*LS+ski (HH)
    *R*KS+GTH (HH)

```

```

;
EGY..
    GY =E= SUM (PS, IDTX (PS) ) +SUM (CC, IMTX (CC) ) +SUM (HH, HHTX (HH) )
;
EHS (HH) ..
    HS (HH) =E= sh (HH) *HY (HH)
;
EGS..
    GS =E= sg*GY
;
EGTH (HH) ..
    GTH (HH) =E= sgth (HH) *GY
;
ETSAV..
    TSAV =E= SUM (HH, HS (HH) ) +GS
;
ETINV..
    TINV =E= TSAV
;
EINV (CC) ..
    INV (CC) =E= alphai (CC) *TINV/PC (CC)
;
EINVS..
    INVS =E= ivs*TINV
;
EINVF..
    INV F =E= TINV-SUM (CC, PC (CC) *INV (CC) ) -INVS
;
ESC (CC) ..
    SC (CC) =E= alphas (CC) *INVS/PC (CC)
;
ESF..
    SF =E= alphasf*INVS
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX (PS) ..
    (1-it (PS) ) *PX (PS) =E= CX (PS)
;
EU (PS) ..
    U (PS) =E= (X (PS) /AP (PS) ) * (beta (PS) *AP (PS) *CX (PS) /PU (PS) ) **sp (PS)
;
EV (PS) ..
    V (PS) =E= (X (PS) /AP (PS) ) * (gamma (PS) *AP (PS) *CX (PS) /PV (PS) ) **sp (PS)
;
EQX (CC, PS) ..
    QX (CC, PS) =E= ut (CC, PS) *U (PS)
;

```

```

EL(PS) ..
    L(PS) =E= gammal(PS)*PV(PS)*V(PS)/W
;
EK(PS) ..
    K(PS) =E= gammak(PS)*PV(PS)*V(PS)/R
;
EQ(CC) ..
    Q(CC) =E= SUM(PS,vt(PS,CC)*X(PS))
;
EQD(CC) ..
    QD(CC) =E= ((Q(CC)/AT(CC))*(epsilon(CC)*AT(CC)*PQ(CC)/PQD(CC))**st(CC))
$(AT(CC) NE 0)
    +Q(CC)$ (AT(CC) EQ 0)
;
EEXP(CC) ..
    EXP(CC) =E= ((Q(CC)/AT(CC))*(1-epsilon(CC))*AT(CC)*PQ(CC)/PEXP(CC))**
st(CC))$(AT(CC) NE 0)+0$(AT(CC) EQ 0)
;
EQC(CC) ..
    QD(CC) =E= ((QC(CC)/AA(CC))*(delta(CC)*AA(CC)*PC(CC)/PQD(CC))**sa(CC))
$(AA(CC) NE 0)+QC(CC)$ (AA(CC) EQ 0)
;
EIMP(CC) ..
    IMP(CC) =E= ((QC(CC)/AA(CC))*((1-delta(CC))*AA(CC)*PC(CC)/((1+imt(CC))
*PIMP(CC))**sa(CC))$(AA(CC) NE 0)+0$(AA(CC) EQ 0)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC) ..
    PIMP(CC) =E= EXR*wpi(CC)
;
EPC(CC) ..
    QC(CC) =E= SUM(PS,QX(CC,PS))+SUM(HH,HC(CC,HH))+GC(CC)+INV(CC)+SC(CC)
;
EPX(PS) ..
    PX(PS) =E= SUM(CC,vt(PS,CC)*PQ(CC))
;
EPU(PS) ..
    PU(PS) =E= SUM(CC,QX(CC,PS)*PC(CC))/U(PS)
;
EPV(PS) ..
    PV(PS) =E= (1/AV(PS))*(W/gammal(PS))**gammal(PS)*(R/gammak(PS))**gammak(PS)
;
EPQ(CC) ..
    PQ(CC) =E= ((1/AT(CC))*(epsilon(CC)**st(CC)*(PQD(CC)**(1-st(CC)))+(1-
epsilon(CC))**st(CC)*(PEXP(CC)**(1-st(CC))))** (1/(1-st(CC))))
    )$(AT(CC) NE 0)
    +PQD(CC)$ (AT(CC) EQ 0)
;

```

```

EPQD(CC)..
    PC(CC) =E= ((1/AA(CC))*(delta(CC)**sa(CC)*(PQD(CC)**(1-sa(CC)))+(1-delta
(CC))**sa(CC)*(((1+imt(CC))*PIMP(CC))**(1-sa(CC))))**(1/(1-sa(CC))))
        )$(AA(CC) NE 0)+PQD(CC)$(AA(CC) EQ 0)
;
EPEXP(CC)..
    PEXP(CC) =E= PQD(CC)
;
* Trade closure
EEXR..
    SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC)) =E= SUM(CC,PIMP(CC)*IMP(CC))+INV+SF
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW..
    SUM(PS,L(PS)) =E= LS
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER..
    SUM(PS,K(PS)) =E= KS
;
* Cost of production
ECX(PS)..
    CX(PS) =E= (1/AP(PS))*(beta(PS)**sp(PS)*(PU(PS)**(1-sp(PS)))+gamma(PS)
**sp(PS)*(PV(PS)**(1-sp(PS))))**(1/(1-sp(PS)))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS)..
    IDTX(PS) =E= it(PS)*PX(PS)*X(PS)
;
* Accounting of tariff
EIMTX(CC)..
    IMTX(CC) =E= imt(CC)*PIMP(CC)*IMP(CC)
;
* Accounting of transfers
EHHTX(HH)..
    HHTX(HH) =E= hht(HH)*HY(HH)
;
* Balance
EBT..
    BT =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC)*CX(PS)/(1-it(PS))*X(PS)))+SUM(CC,((1+imt
(CC))*PIMP(CC))*IMP(CC))
        -SUM((PS,CC),PC(CC)*QX(CC,PS))-SUM(CC,PC(CC)*(SUM(HH,HC(CC,HH))+GC
(CC)+INV(CC)+SC(CC)))
        -SUM(CC,PEXP(CC)*EXP(CC))
;
Model MT4
/

```

```

EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
EGTH.GTH
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESC.SC
ESF.SF
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EIMTX.IMTX
EHHTX.HHTX
EBT.BT
/;
MT4.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE MT4 USING MCP;

THC(HH) = SUM(CC,HC.L(CC,HH));
TGC = SUM(CC,GC.L(CC));

```

```

GDP1 = SUM(PS, SUM(CC, vt(PS, CC) * PQ.L(CC)) * X.L(PS)) - SUM((CC, PS), PC.L(CC) * QX.
L(CC, PS));
GDP2 = W.L * LS.L + R.L * KS.L + SUM(PS, it(PS) * CX.L(PS) / (1 - it(PS)) * X.L(PS));
GDP3 = SUM(CC, PC.L(CC) * (SUM(HH, HC.L(CC, HH)) + GC.L(CC) + INV.L(CC) + SC.L(CC)))
+ SUM(CC, PEXP.L(CC) * EXP.L(CC)) - SUM(CC, ((1 + imt(CC)) * PIMP.L(CC)) * IMP.L(CC));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE MT_4 /MT4.CSV/;
put MT_4;
MT_4.PC=5;MT_4.ND=6;MT_4.NZ=1.E-6;MT_4.NW=20;MT_4.PW=450
PUT 'GDP1';PUT GDP1;PUT/;
PUT 'GDP2';PUT GDP2;PUT/;
PUT 'GDP3';PUT GDP3;PUT/;
PUT 'HC';LOOP(HH, PUT HH.TL;);PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL;LOOP(HH, PUT HC.L(CC, HH));PUT/;);
PUT 'GC(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL;PUT GC.L(CC);PUT/;);
PUT 'THC'/;
LOOP(HH, PUT HH.TL;PUT THC(HH);PUT/;);
PUT 'TGC';PUT TGC;PUT/;
PUT 'HY'/;
LOOP(HH, PUT HH.TL;PUT HY.L(HH);PUT/;);
PUT 'GY';PUT GY.L;PUT/;
PUT 'INV(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL;PUT INV.L(CC);PUT/;);
PUT 'INVF';PUT INVF.L;PUT/;
PUT 'INVS';PUT INVS.L;PUT/;
PUT 'HS'/;
LOOP(HH, PUT HH.TL;PUT HS.L(HH);PUT/;);
PUT 'GS';PUT GS.L;PUT/;
PUT 'X(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL;PUT X.L(PS);PUT/;);
PUT 'U(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL;PUT U.L(PS);PUT/;);
LOOP(PS, PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL;LOOP(PS, PUT QX.L(CC, PS));PUT/;);
PUT 'V(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL;PUT V.L(PS);PUT/;);
PUT 'L(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL;PUT L.L(PS);PUT/;);
PUT 'K(PS)'/;
LOOP(PS, PUT PS.TL;PUT K.L(PS);PUT/;);
PUT 'Q(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL;PUT Q.L(CC);PUT/;);
PUT 'QD(CC)'/;
LOOP(CC, PUT CC.TL;PUT QD.L(CC);PUT/;);
PUT 'EXP(CC)'/;

```



```

LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT EXP.L(CC); PUT/;);
PUT 'IMP(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT IMP.L(CC); PUT/;);
PUT 'QC(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT QC.L(CC); PUT/;);
PUT 'PIMP(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PIMP.L(CC); PUT/;);
PUT 'PX(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PX.L(PS); PUT/;);
PUT 'PU(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PU.L(PS); PUT/;);
PUT 'PV(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT PV.L(PS); PUT/;);
PUT 'CX(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT CX.L(PS); PUT/;);
PUT 'it(PS) '/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; PUT it(PS); PUT/;);
PUT 'PC(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PC.L(CC); PUT/;);
PUT 'PQ(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PQ.L(CC); PUT/;);
PUT 'PQD(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PQD.L(CC); PUT/;);
PUT 'PEXP(CC) '/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; PUT PEXP.L(CC); PUT/;);
PUT 'EXR'; PUT EXR.L; PUT/;
PUT 'Wage'; PUT W.l; PUT/;
PUT 'Rent'; PUT R.l; PUT/;
PUT 'Budget'; PUT BT.l; PUT/;

```

本章作业

将本章依据 2007 年三部门 SAM 表建立的 MT1、MT2、MT3 和 MT4 模型分别依据 2012 年 42 部门 SAM 表建立四个更新模型。

第六章

递推动态模型系列

递推动态模型（Recursive Dynamic CGE models，简称 RD 模型）系列由四个模型组成，分别是 RD1、RD2、RD3 和 RD4 模型。

第一节 RD1 模型

RD1 模型基于 MT2 模型引入递推动态机制，其余部分相同。RD1 模型构建依据的数据是在表 5-2 基础上扩展的表 6-1 的数据。如表 6-1 所示，与表 5-2 不同的是，表 6-1 新增加了资本存量、资本折旧和新增资本等内容。其中，新增资本投资是将表 5-2 中的总投资的商品消耗项进一步地按照产业部门做了划分，从而形成一个投资矩阵，其行为商品、列为产业部门（商品行与产业部门投资列的交叉项）。该矩阵的列和即表示对各产业部门投资新增的固定资产数额（产业部门投资行与总投资列交叉项）。表中，资本折旧行与各产业部门期初资本存量的交叉项表示本期内资本的损耗或折旧情况，而各产业部门期末资本存量与资本补偿列的交叉项则表示当期新增资本量。各产业部门期末资本存量行与其期初资本存量间的交叉项表示期初资本存量向本期资本的转移或者对于期末资本存量的贡献。

一、RD1 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；

表6-1 RD1模型依据的SAM数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品1	产品2	产品3	劳动	资本回报	居民	政府	国外	总投资	存货变动	第一产业投资	第二产业投资	第三产业投资	资本补偿	第一产业期初资本存量	第二产业期初资本存量	第三产业期初资本存量	总计
第一产业				488 930 000	0	0															488 930 000
第二产业				0 5 775 808 480	0																5 775 808 480
第三产业				0	0 1 923 851 139																1 923 851 139
产品1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843		9 744 622	129 879	5 585 852	4 956 005					512 209 609
产品2	102 596 099	3 647 832 222	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079		43 804 031	11 837 409	509 106 038	451 700 487					6 434 452 487
产品3	30 970 198	533 835 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150		1 286 861	864 618	37 185 690	32 992 723					1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806																		1 100 473 000
资本回报	14 297 448	614 907 975	545 572 456																		1 174 777 878
居民																					385 187 233
政府	478 020	270 102 903	114 606 310																		974 014 073
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526									1 343 002 740
总储蓄									1 309 724 694	33 278 047											54 835 514
存货变动																					12 831 905
第一产业投资																					551 877 580
第二产业投资																					489 649 214
第三产业投资																					12 831 905
资本折旧																					12 831 905
第一产业期末资本存量																					12 831 905
第二产业期末资本存量																					12 831 905
第三产业期末资本存量																					551 877 580
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 520 878	3 851 87 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	12 831 905	551 877 580	489 649 214	1 054 358 700	256 638 104	1 103 551 608	9 792 984 288	47 620 817 303

7. 价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
10. 投资分为投资与存货变动两部分；
11. 递推动态。

二、模型的维度分类

PS	产业部门
CC	商品
PSV	投资的产业分布
SKT	各产业部门的资本存量

三、模型的参数

$Sam8(RSAM, CSAM)$	表 6-1 社会核算矩阵数据
$TRM1(PS, PSV)$	产业部门与不同类型新增资本间的转换矩阵
$TRM2(PS, SKT)$	产业部门与不同类型资本存量间的转换矩阵
$alphah(CC, TH)$	居民消费结构系数
$sh(TH)$	居民储蓄倾向
$alphag(CC, TH)$	政府消费结构系数
$sg(TH)$	政府储蓄倾向
$su(TH)$	效用替代弹性
$sp(PS, TH)$	生产替代弹性
$st(CC, TH)$	转换替代弹性
$sa(CC, TH)$	Armington 函数替代弹性
$alphai(CC, TH)$	投资的商品需求结构系数
$alphas(CC, TH)$	存货变动的商品需求结构系数
$beta(PS, TH)$	生产部门的中间投入系数
$gamma(PS, TH)$	生产部门的要素投入系数
$gammal(PS, TH)$	生产部门的劳动投入系数
$gammak(PS, TH)$	生产部门的资本投入系数
$dep(PS, TH)$	资本折旧率
$delta(CC, TH)$	Armington 假设的替代率

$\epsilon(CC, TH)$	CET 假设的替代率
$ut(CC, PS, TH)$	使用表, 表示产业部门中间投入产品的固定比例
$vt(PS, CC, TH)$	供给表, 表示产业部门生产的各产品的固定比例
$it(PS, TH)$	间接税或生产税
$\sin vccpsv(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数
$\sin vccpsv1(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数
$ivs(TH)$	投资中存货变动所占比例
$IK(PS)$	起点期初资本存量
$AH(TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS, TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS, TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS, TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC, TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC, TH)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

$wpi(CC, TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC, TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THC(TH)$	居民总消费
$TGC(TH)$	政府总消费
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDP1(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$TLS(TH)$	总劳动供给
$TKS(TH)$	总资本存量
$LS(PS, TH)$	各产业部门劳动供给量
$KS(PS, TH)$	各产业部门资本存量

$HC(CC, TH)$	居民消费量
$GC(CC, TH)$	政府消费量
$HE(TH)$	居民总支出
$GE(TH)$	政府总支出
$LI(TH)$	居民劳动收入
$KI(TH)$	居民资本收入
$HY(TH)$	居民总收入
$GY(TH)$	政府总收入
$HS(TH)$	居民储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TSAV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资活动对商品的总需求额
$INVCCV(CC, TH)$	投资的商品需求量
$INVPSV(PS, TH)$	对各部门的投资量
$INVCCPSV(CC, PS, TH)$	投资矩阵
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SC(CC, TH)$	存货变动量
$X(PS, TH)$	本国生产活动量
$U(PS, TH)$	合成商品中间投入
$V(PS, TH)$	合成要素初始投入
$QX(CC, PS, TH)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS, CC, TH)$	供给表
$L(PS, TH)$	劳动需求量
$K(PS, TH)$	资本需求量
$IDTX(PS, TH)$	间接税或生产税
$Q(CC, TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC, TH)$	供应到本国市场的合成产品数量
$PX(PS, TH)$	本国生产活动的价格

$PU(PS,TH)$	中间投入合成品的价格
$PV(PS,TH)$	合成要素投入的价格
$PINVPS(PS,TH)$	各产业部门投资的价格
$PQ(CC,TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC,TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC,TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC,TH)$	以本国货币表示的进口品的价格
$EXR(TH)$	汇率
$CX(PS,TH)$	单位生产成本
$W(TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS,TH)$	各产业部门的资本回报率
$EXP(CC,TH)$	出口品的数量
$IMP(CC,TH)$	进口品的数量

七、RD1 模型的变量关系流程

RD1 模型是在 MT2 中引入递推动态机制, 因而其变量关系流程图 (图 6-1) 与 MT2 模型的不同之处在于资本存量的动态变化, 即当期的资本存量等于上一期资本存量 KS_{t-1} 减去折旧 dep 加上新增资本 INV_{t-1} 。

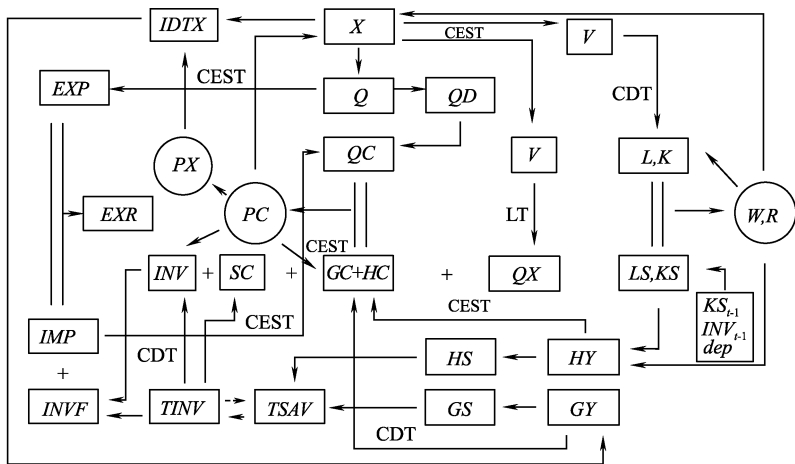


图 6-1 RD1 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(CC, TH)$)

$$HC(CC, TH) = \frac{\alpha_h(CC, TH) \cdot HY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC, TH)$)

$$GC(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

3. 居民收入 ($HY(TH)$)

居民收入由居民收支相等确定。

$$\sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot HC(CC, TH) + HS(TH) = \sum_{PS} W(TH) \cdot LS(PS, TH) + \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)$$

4. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入之和。

$$GY(TH) = \sum_{PS} IDTX(PS, TH)$$

5. 居民储蓄 ($HS(TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(TH) = sh(TH) \cdot HY(TH)$$

6. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

7. 总储蓄 ($TSAV(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

8. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TSAV(TH)$$

9. 总投资商品需求额 ($INV(TH)$)

这是一个价值量指标。投资活动对各项商品的总需求额等于各项商品的需求量乘以商品价格之和。

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

10. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

11. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH) - INVS(TH)$$

12. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SC(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

13. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

14. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

15. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

16. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

17. 劳动初始投入 ($L(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

这是一个实物量指标。

$$L(PS, TH) = \gamma_l(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(TH)}$$

18. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

19. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

20. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

21. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

22. 供应到本国市场的合成产品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

23. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

24. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpi(CC, TH)$$

25. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)$$

26. 生产活动的价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC, TH)$$

27. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS, TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS, TH) \cdot PC(CC, TH)}{U(PS, TH)}$$

28. 合成要素投入的价格 ($PV(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS, TH) = \left(\frac{1}{AV(PS, TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS, TH)} \right)^{\gamma_l(PS, TH)} \left(\frac{RPS(PS, TH)}{\gamma_k(PS, TH)} \right)^{\gamma_k(PS, TH)}$$

29. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC, TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC, TH) = \left(\frac{1}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH)^{st(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} + (1 - \varepsilon(CC, TH))^{st(CC, TH)} \cdot PEXP(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC, TH)}}$$

30. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC, TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} + (1-\delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \right) \cdot PIMP(CC, TH)^{\frac{1}{1-sa(CC, TH)}}$$

31. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC, TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

32. 国际贸易闭合 ($EXR(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) = \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) + INV(TH)$$

33. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS, TH) = LS(TH)$$

34. 各资本市场资本的平均价格 ($R(TH)$)

这是一个衍生价格，由各产业部门的资本价格以资本存量比重为权数加权平均算出。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

35. 各产业部门资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅

外生给定)。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

36. 各产业部门投资活动的价格 ($PINVPS(PS, TH)$)

各产业部门投资活动的价格由投资矩阵系数及商品价格算出。

$$PINVPS(PS, TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \sinvccpsv(CC, PS, TH)$$

37. 各产业部门的期末资本存量 ($KS(PS, TH)$)

各产业部门的期末资本存量等于期初资本存量减去折旧加上新增资本。

$$KS(PS, TH) = (1 - dep(PS, TH - 1)) \cdot KS(PS, TH - 1) + INVPSV(PS, TH - 1)$$

38. 各产业部门的投资量 ($INVPSV(PS, TH)$)

各产业部门的投资活动的商品需求量等于各产业投资活动对于不同商品的需求量按照商品种类合并的量, 即:

$$INVPSV(PS, TH) = \sum_{CC} INVCCPSV(CC, PS, TH)$$

39. 投资矩阵 ($INVCCPSV(CC, PS, TH)$)

各产业部门的投资活动对不同商品的需求量等于总投资活动的商品需求量按照投资矩阵系数分解的量, 即

$$INVCCPSV(CC, PS, TH) = \sinvccpsvl(CC, PS, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

40. 投资活动的商品需求量 ($INVCCV(CC, TH)$)

投资活动对各种商品的需求量等于总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格。

$$INVCCV(CC, TH) = \frac{\alpha_i(CC, TH) \cdot TINV(TH)}{PC(CC, TH)}$$

41. 生产活动成本 ($CX(PS, TH)$)

$$CX(PS, TH) = AP(PS, TH)^{-1} \cdot \left(\beta(PS, TH)^{sp(PS, TH)} \cdot PU(PS, TH)^{1-sp(PS, TH)} + \gamma(PS, TH)^{sp(PS, TH)} \cdot PV(PS, TH)^{1-sp(PS, TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS, TH)}}$$

如果没有生产税, 则 $CX=PX$ 。

42. 间接税 ($IDTX(PS, TH)$)

$$IDTX(PS, TH) = it(PS, TH) \cdot PX(PS, TH) \cdot X(PS, TH)$$

43. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见, 一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常, 则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0, 则说明模型运行不正常, 发生了错误。

$$\begin{aligned}
 BT(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{1 - it(PS, TH)} \cdot X(PS, TH) + \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\
 & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) - \\
 & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\
 & (HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)) - \\
 & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH)
 \end{aligned}$$

44. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件, 可以放在模型外计算。在一般均衡状态下, 三种方法计算的 GDP 应该完全相等, 否则说明模型存在问题, 未达到一般均衡状态。

$$\begin{aligned}
 GDP1(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC, TH) \cdot vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH) - \\
 & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH)
 \end{aligned}$$

$$GDP2(TH) = W(TH) \cdot \sum_{PS} L(PS, TH) + R(TH) \cdot \sum_{PS} K(PS, TH) + GY(TH)$$

$$\begin{aligned}
 GDP3(TH) = & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot (HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)) + \\
 & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)
 \end{aligned}$$

九、RD1 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is a new development that introduces recursive dynamics
* into the MT2 model
* The data is based on SAM8 data table , where investment is broken down
* into investment and stock change
*-----
* The RD1 model
*-----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0

```

```

SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 New capital from part of savings or investment
13 New stock from part of savings or investment
14 Investment to sector 1
15 Investment to sector 2
16 Investment to sector 3
17 Depreciation of capital
18 Stock of Capital Type 1
19 Stock of Capital Type 2
20 Stock of Capital Type 3
21 Sum
/
;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
PSV(RSAM) Investment to sectors /14*16/
SKT(RSAM) Stock of Capital Type /18*20/
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2021/
;
SET AN(TH);
AN(TH)=yes;
SET BY(TH) Base Year /2010/;

PARAMETER LAST;
LAST=12;
PARAMETER ENDYEAR;
ENDYEAR=2010;
PARAMETER INITYEAR;
INITYEAR=2010;
PARAMETER CURRYEAR;
CURRYEAR=2010;

ALIAS(RSAM,CSAM)
ALIAS(PS,PS1)
ALIAS(CC,CC1)

```



```

ALIAS (TH, TH0)
;
*-----
*The Model Variables and Parameters
*-----

PARAMETERS
SAM8 (RSAM, CSAM)          SAM8 data
TRM1 (PS, PSV)             TRAnspose Matrix 1
TRM2 (PS, SKT)             TRAnspose Matrix 2
alphah (CC, TH)            CompositiOn of Household consumption
sh (TH)                    Saving propensity of Household
alphag (CC, TH)            CompositiOn of Government consumption
sg (TH)                    Saving propensity of Government
su (TH)                    Substitution elasticity of Utility
sp (PS, TH)                Substitution elasticity of Production
st (CC, TH)                Substitution elasticity of Transformation function
sa (CC, TH)                Substitution elasticity of Amington function
alphai (CC, TH)            Investment use of commodity
alphas (CC, TH)            Stock use of commodity
beta (PS, TH)              Use Table of intermediate inputs or uses
gamma (PS, TH)             Value share of Factor Input
gammal (PS, TH)            Value share of Labour Input
gammak (PS, TH)            Value share of Capital Input
dep (PS, TH)               Depreciation rate of capital
delta (CC, TH)             Substitution rate of Armington assumption
epsilon (CC, TH)           Substitution rate of transformation assumption
ut (CC, PS, TH)            Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input
vt (PS, CC, TH)            Make Table of production supply
it (PS, TH)                Indirect Tax
sinvccpsv (CC, PS, TH)     Investment matrix
sinvccpsv1 (CC, PS, TH)    Investment matrix
ivs (TH)                   Proportion of investment in stock
IK (PS)                    Initial period capital stock
AH (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for Household
AG (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government
AI (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
for investor
AP (PS, TH)                Scaling parameter of CES production function for
producer
AV (PS, TH)                Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs
AA (CC, TH)                Scaling parameter of Armington function
AT (CC, TH)                Scaling parameter of Transformation function
THC (TH)                   Total Household Consumption
TGC (TH)                   Total Government Consumption
wpi (CC, TH)               World Price of Import at foreign currency
wpe (CC, TH)               World Price of Export at foreign currency
GDP1 (TH)                  GDP by production method
GDP2 (TH)                  GDP by income method

```

GDP3 (TH)	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
TLS (TH)	Total Labour Stock or endowment
TKS (TH)	Toal Capital Stock
LS (PS, TH)	Labour Stock or endowment by sector
KS (PS, TH)	Capital Stock by sector
HC (CC, TH)	Household Consumption
GC (CC, TH)	Government Consumption
HE (TH)	Household Expenditure
GE (TH)	Government Expenditure
LI (TH)	Household Labour Income
KI (TH)	Household Capital Income
HY (TH)	Household Income
GY (TH)	Government Income
HS (TH)	Household Savings
GS (TH)	Government Savings
TSAV (TH)	Total SAVings
TINV (TH)	Total INVestment
INV (TH)	Investment in value
INVCCV (CC, TH)	Investment by commodity
INVPSV (PS, TH)	Investment by producer
INVCCPSV (CC, PS, TH)	Investment by commodity and by producer
INVF (TH)	Investment to abroad
INVS (TH)	Investment in Stock
SC (CC, TH)	Stock Change by commodity
X (PS, TH)	Activity of domestic produciton
U (PS, TH)	Use of composite intermediate input
V (PS, TH)	Use of composite factor input
QX (CC, PS, TH)	Use table or Intermediate demand of commodity by
producer	
XQ (PS, CC, TH)	Make table
L (PS, TH)	Labour demand by producer
K (PS, TH)	Capital demand by producer
IDTX (PS, TH)	InDirect TaX by producer
Q (CC, TH)	Quantity of domestically-produced commodity
QD (CC, TH)	Quantity of domestical commodity sold in domestic market
QC (CC, TH)	Quantity of Composite commodity supplied to domestic
market	
PX (PS, TH)	Price for activity of domestic production
PU (PS, TH)	Price of composite intermediate input
PV (PS, TH)	Price of composite factor input
PINVPS (PS, TH)	Price for investment
PQ (CC, TH)	Price of domestically-produced commodity
PQD (CC, TH)	Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market	
PC (CC, TH)	Relative Price of Composite commodity sold in domestic
market	
PEXP (CC, TH)	Price of EXPort at local currency
PIMP (CC, TH)	Price of IMPort at local currency
EXR (TH)	EXchange Rate

```

CX(PS,TH)           Cost of producer
W(TH)               Wage rate
R(TH)               Rental rate
RPS(PS,TH)          Rental rates by producer
EXP(CC,TH)          EXPort
IMP(CC,TH)          IMPort
BT(TH)              Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM8 sam2007.xls SAM8!a1:v30
*-----
* Data and Calibration
*-----
TRM1(PS,PSV) = 0$(ORD(PS) NE ORD(PSV))+1$(ORD(PS) EQ ORD(PSV));
TRM2(PS,SKT) = 0$(ORD(PS) NE ORD(SKT))+1$(ORD(PS) EQ ORD(SKT));
su(TH) = 0.8;
sp(PS,TH) = 0.8;
st(CC,TH) = 0.8;
sa(CC,TH) = 0.8;
*dep(PS,TH) = 0.05;
wpi(CC,TH) = 1;
wpe(CC,TH) = 1;
INVCCPSV.L(CC,PS,BY) = SUM(PSV,TRM1(PS,PSV)*SAM8(CC,PSV));
INVCCV.L(CC,BY) = SUM(PS,INVCCPSV.L(CC,PS,"2010"));
INVPSV.L(PS,BY) = SUM(CC,INVCCPSV.L(CC,PS,BY));
sinvccpsv(CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L(CC,PS,BY)/INVPSV.L(PS,BY))$(INVPSV.L(PS,
BY) NE 0.)+0.;
sinvccpsv1(CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L(CC,PS,BY)/INVCCV.L(CC,BY))$(INVCCV.L(CC,
BY) NE 0.)+0.;
QX.L(CC,PS,BY) = SAM8(CC,PS);
U.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY));
L.L(PS,BY) = SAM8("07",PS);
LS.L(PS,BY) = L.L(PS,BY);
TLS.L(BY) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"));
KS.L(PS,BY) = SUM(SKT,TRM2(PS,SKT)*SAM8(SKT,"21"));
K.L(PS,BY) = KS.L(PS,BY);
TKS.L(BY) = SUM(PS,K.L(PS,"2010"));
dep(PS,BY) = SUM(SKT,TRM2(PS,SKT)*SAM8("17",SKT)/SAM8("21",SKT));
IDTX.L(PS,BY) = SAM8("10",PS);
W.L(BY) = SUM(PS,L.L(PS,BY))/TLS.L(BY);
RPS.L(PS,BY) = SAM8("08",PS)/KS.L(PS,BY);
R.L(BY) = SUM(PS,RPS.L(PS,BY)*KS.L(PS,BY))/TKS.L(BY);
V.L(PS,BY) = L.L(PS,BY)+SAM8("08",PS);
HC.L(CC,BY) = SAM8(CC,"09");
HS.L(BY) = SAM8("12","09");
HE.L(BY) = SAM8("21","09");
LI.L(BY) = SAM8("09","07");
KI.L(BY) = SAM8("09","08");
HY.L(BY) = LI.L(BY)+KI.L(BY);
GC.L(CC,BY) = SAM8(CC,"10");

```

```

GS.L(BY) = SAM8("12","10");
GE.L(BY) = SAM8("21","10");
GY.L(BY) = SUM(PS,IDTX.L(PS,BY));
TSAV.L(BY) = HS.L(BY)+GS.L(BY);
INV.L(BY) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,BY));
INVF.L(BY) = SAM8("11","12");
INVS.L(BY) = SAM8("13","12");
TINV.L(BY) = SAM8("21","12");
SC.L(CC,BY) = SAM8(CC,"13");
X.L(PS,BY) = SAM8(PS,"21");
XQ.L(PS,CC,BY) = SAM8(PS,CC);
Q.L(CC,BY) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,BY));
EXP.L(CC,BY) = SAM8(CC,"11");
QD.L(CC,BY) = Q.L(CC,BY)-EXP.L(CC,BY);
IMP.L(CC,BY) = SAM8("11",CC);
QC.L(CC,BY) = QD.L(CC,BY)+IMP.L(CC,BY);
PX.L(PS,BY) = 1;
PC.L(CC,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY)*PC.L(CC,BY))/U.L(PS,BY);
PV.L(PS,BY) = 1;
PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvcpsv(CC,PS,"2010"));
PQ.L(CC,BY) = 1;
PQD.L(CC,BY) = 1;
PEXP.L(CC,BY) = 1;
PIMP.L(CC,BY) = 1;
EXR.L(BY) = 1;
BT.L(BY) = 1;

alphah(CC,BY) = HC.L(CC,BY)/HE.L(BY);
sh(BY) = HS.L(BY)/HE.L(BY);
alphag(CC,BY) = GC.L(CC,BY)/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
alpha_i(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = SC.L(CC,BY)/INVS.L(BY);
it(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
;
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
;
gammal(PS,BY) = L.L(PS,BY)/V.L(PS,BY);
gammak(PS,BY) = 1-gammal(PS,BY);
delta(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))/
/(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY)**(1/
sa(CC,BY)));
;
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))/
/(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY)**(1/
st(CC,BY)));
;

```

```

ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
AH(BY) = HE.L(BY)/PROD(CC,HC.L(CC,BY)**alphah(CC,BY));
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GC.L(CC,BY)**alphag(CC,BY));
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alpha_i(CC,BY));
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1));
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,BY));
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1));
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY))+(1-epsilon
(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1));
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,BY) = (1/AP(PS,BY))*(beta(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PU.L(PS,BY)**(1-sp(PS,
BY))+gamma(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PV.L(PS,BY)**(1-sp(PS,BY)))*(1/(1-sp(PS,BY))
);
THC(BY) = SUM(CC,HC.L(CC,BY));
TGC(BY) = SUM(CC,GC.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
GDP2(BY) = W.L(BY)*SUM(PS,LS.L(PS,BY))+R.L(BY)*SUM(PS,KS.L(PS,BY))+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(HC.L(CC,BY)+GC.L(CC,BY)+INVCCV.L(CC,BY)+SC.
L(CC,BY))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,
BY));

IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",BY) = 1;
W.L(TH) = 2;
*RPS.L(PS,TH) = 2*RPS.L(PS,"2010");
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
TKS.FX(TH) = TKS.L("2010");
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(CC,TH)
EGC(CC,TH)
EHY(TH)
EGY(TH)
EHS(TH)
EGS(TH)
ETSAV(TH)
ETINV(TH)
EINVF(TH)
EINVS(TH)
EINV(TH)
EKS0(PS,TH)
EKS(PS,TH)
EINVPSV(PS,TH)
EINVCCPSV(CC,PS,TH)
EINVCCV(CC,TH)
ESC(CC,TH)

```

```

EX (PS, TH)
EU (PS, TH)
EV (PS, TH)
EQX (CC, PS, TH)
EL (PS, TH)
EK (PS, TH)
EQ (CC, TH)
EQD (CC, TH)
EEXP (CC, TH)
EQC (CC, TH)
EIMP (CC, TH)
EPIMP (CC, TH)
EPC (CC, TH)
EPX (PS, TH)
EPU (PS, TH)
EPV (PS, TH)
EPQ (CC, TH)
EPQD (CC, TH)
EPEXP (CC, TH)
EEXR (TH)
EW (TH)
ER (TH)
ERPS (PS, TH)
EPINVPS (PS, TH)
ECX (PS, TH)
EBT (TH)
;
EHC (CC, TH) $AN (TH) ..
    HC (CC, TH) =E= alphah (CC, TH) *HY (TH) /PC (CC, TH)
;
EGC (CC, TH) $AN (TH) ..
    GC (CC, TH) =E= alphag (CC, TH) *GY (TH) /PC (CC, TH)
;
EHY (TH) $AN (TH) ..
    SUM (CC, PC (CC, TH) *HC (CC, TH) ) +HS (TH) =E= SUM (PS, W (TH) *L (PS, TH) ) +SUM (PS,
RPS (PS, TH) *K (PS, TH) )
;
EGY (TH) $AN (TH) ..
    GY (TH) =E= SUM (PS, it (PS, TH) *SUM (CC, vt (PS, CC, TH) *PQ (CC, TH) *X (PS, TH) ) )
;
EHS (TH) $AN (TH) ..
    HS (TH) =E= sh (TH) *HY (TH)
;
EGS (TH) $AN (TH) ..
    GS (TH) =E= sg (TH) *GY (TH)
;
ETSAV (TH) $AN (TH) ..
    TSAV (TH) =E= HS (TH) +GS (TH)
;
ETINV (TH) $AN (TH) ..
    TINV (TH) =E= TSAV (TH)
;

```

```

EINV (TH) $AN (TH) ..
    INV (TH) =E= SUM (CC, PC (CC, TH) * INVCCV (CC, TH) )
;
EINVS (TH) $AN (TH) ..
    INVS (TH) =E= ivs (TH) * TINV (TH)
;
EINVF (TH) $AN (TH) ..
    INV (TH) =E= TINV (TH) - INV (TH) - INVS (TH)
;
ESC (CC, TH) $AN (TH) ..
    SC (CC, TH) =E= alphas (CC, TH) * INVS (TH) / PC (CC, TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX (PS, TH) $AN (TH) ..
    (1-it (PS, TH) ) * PX (PS, TH) =E= CX (PS, TH)
;
EU (PS, TH) $AN (TH) ..
    U (PS, TH) =E= ( X (PS, TH) / AP (PS, TH) ) * (beta (PS, TH) * AP (PS, TH) * CX (PS, TH) / PU
(PS, TH) ) ** sp (PS, TH)
;
EV (PS, TH) $AN (TH) ..
    V (PS, TH) =E= ( X (PS, TH) / AP (PS, TH) ) * (gamma (PS, TH) * AP (PS, TH) * CX (PS, TH) / PV
(PS, TH) ) ** sp (PS, TH)
;
EQX (CC, PS, TH) $AN (TH) ..
    QX (CC, PS, TH) =E= ut (CC, PS, TH) * U (PS, TH)
;
EL (PS, TH) $AN (TH) ..
    L (PS, TH) =E= gammal (PS, TH) * PV (PS, TH) * V (PS, TH) / W (TH)
;
EK (PS, TH) $AN (TH) ..
    K (PS, TH) =E= gammak (PS, TH) * PV (PS, TH) * V (PS, TH) / RPS (PS, TH)
;
EQ (CC, TH) $AN (TH) ..
    Q (CC, TH) =E= SUM (PS, vt (PS, CC, TH) * X (PS, TH) )
;
EQD (CC, TH) $AN (TH) ..
    QD (CC, TH) =E= ( Q (CC, TH) / AT (CC, TH) ) * (epsilon (CC, TH) * AT (CC, TH) * PQ (CC, TH)
/ PQD (CC, TH) ) ** st (CC, TH)
;
EEXP (CC, TH) $AN (TH) ..
    EXP (CC, TH) =E= ( Q (CC, TH) / AT (CC, TH) ) * ( (1-epsilon (CC, TH) ) * AT (CC, TH) * PQ (CC,
TH) / PEXP (CC, TH) ) ** st (CC, TH)
;
EQC (CC, TH) $AN (TH) ..
    QD (CC, TH) =E= ( QC (CC, TH) / AA (CC, TH) ) * (delta (CC, TH) * AA (CC, TH) * PC (CC, TH)
/ PQD (CC, TH) ) ** sa (CC, TH)
;
EIMP (CC, TH) $AN (TH) ..
    IMP (CC, TH) =E= ( QC (CC, TH) / AA (CC, TH) ) * ( (1-delta (CC, TH) ) * AA (CC, TH) * PC (CC,

```

```

TH) / PIMP(CC, TH) **sa(CC, TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC, TH) $AN(TH) ..
    PIMP(CC, TH) =E= EXR(TH) *wpi(CC, TH)
;
EPC(CC, TH) $AN(TH) ..
    QC(CC, TH) =E= SUM(PS, QX(CC, PS, TH)) +HC(CC, TH) +GC(CC, TH) +INVCCV(CC, TH) +
SC(CC, TH)
;
EPX(PS, TH) $AN(TH) ..
    PX(PS, TH) =E= SUM(CC, vt(PS, CC, TH) *PQ(CC, TH))
;
EPU(PS, TH) $AN(TH) ..
    PU(PS, TH) =E= SUM(CC, QX(CC, PS, TH) *PC(CC, TH)) /U(PS, TH)
;
EPV(PS, TH) $AN(TH) ..
    PV(PS, TH) =E= (1/AV(PS, TH)) * (W(TH) /gammal(PS, TH)) **gammal(PS, TH) * (RPS(PS,
TH) /gammak(PS, TH)) **gammak(PS, TH)
;
EPQ(CC, TH) $AN(TH) ..
    PQ(CC, TH) =E= (1/AT(CC, TH)) * (epsilon(CC, TH) **st(CC, TH) * (PQD(CC, TH) ** (1-
st(CC, TH))) + (1-epsilon(CC, TH)) **st(CC, TH) * (PEXP(CC, TH) ** (1-st(CC, TH)))) ** (1/
(1-st(CC, TH)))
;
EPQD(CC, TH) $AN(TH) ..
    PC(CC, TH) =E= (1/AA(CC, TH)) * (delta(CC, TH) **sa(CC, TH) * (PQD(CC, TH) ** (1-
sa(CC, TH))) + (1-delta(CC, TH)) **sa(CC, TH) * (PIMP(CC, TH) ** (1-sa(CC, TH)))) ** (1/ (1
-sa(CC, TH)))
;
EPEXP(CC, TH) $AN(TH) ..
    PEXP(CC, TH) =E= PQD(CC, TH)
;
* Trade closure
EEXR(TH) $AN(TH) ..
    SUM(CC, PEXP(CC, TH) *EXP(CC, TH)) =E= SUM(CC, PIMP(CC, TH) *IMP(CC, TH)) +INV(TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(TH) $AN(TH) ..
    SUM(PS, L(PS, TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH) $AN(TH) ..
    R(TH) =E= SUM(PS, RPS(PS, TH) *KS(PS, TH)) /SUM(PS, KS(PS, TH));
;
ERPS(PS, TH) $AN(TH) ..
    K(PS, TH) =E= KS(PS, TH)
;
EPINVPS(PS, TH) $AN(TH) ..

```



```

        PINVPS(PS,TH) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*SINVCCPSV(CC,PS,TH))
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS0(PS,TH)$ (AN(TH) AND ORD(TH) EQ 1) ..
        KS(PS,TH) =E= IK(PS)
;
EKS(PS,TH)$ (AN(TH) AND ORD(TH) GE 2) ..
        KS(PS,TH) =E= (INVPSV(PS,TH-1)+(1-DEP(PS,TH-1))*KS(PS,TH-1))
;
EINVPSV(PS,TH)$AN(TH) ..
        INVPSV(PS,TH) =E= SUM(CC,INVCCPSV(CC,PS,TH))
;
EINVCCPSV(CC,PS,TH)$AN(TH) ..
        INVCCPSV(CC,PS,TH) =E= sinvccpsv1(CC,PS,TH)*INVCCV(CC,TH)
;
EINVCCV(CC,TH)$AN(TH) ..
        PC(CC,TH)*INVCCV(CC,TH) =E= alphai(CC,TH)*TINV(TH)
;
* Cost of production
ECX(PS,TH)$AN(TH) ..
        CX(PS,TH) =E= (1/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PU(PS,TH)**(1-sp
(PS,TH)))+gamma(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PV(PS,TH)**(1-sp(PS,TH))))*(1/(1-sp(PS,T
H)))
;
* Balance
EBT(TH)$AN(TH) ..
        BT(TH) =E= SUM(CC,SUM(PS,v1(PS,CC,TH)*CX(PS,TH)/(1-it(PS,TH))*X(PS,TH))
+SUM(CC,PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))
        -SUM((PS,CC),PC(CC,TH)*QX(CC,PS,TH))-SUM(CC,PC(CC,TH)*(HC(CC,TH)+
GC(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)+SC(CC,TH)))
        -SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH))
;
Model RD1
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESC.SC
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX

```

```

EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS
EKS0.KS
EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
ECX.CX
EBT.BT
/;
alphah(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphah(CC,"2010");
sh(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sh("2010");
alphag(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphag(CC,"2010");
sg(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sg("2010");
su(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = su("2010");
sp(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sa(CC,"2010");
alphai(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphai(CC,"2010");
alphas(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gamma(PS,"2010");
gammal(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammal(PS,"2010");
gammak(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = vt(PS,CC,"2010");
SINVCCPSV1(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV1(CC,PS,"2010");
it(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = it(PS,"2010");
ivs(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ivs("2010");

```

```

AH(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AH("2010");
AG(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AG("2010");
AI(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AI("2010");
AP(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AT(CC,"2010");
THC(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = THC("2010");
TGC(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = TGC("2010");
wpi(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpi(CC,"2010");
wpe(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP3("2010");
*-----
* The Dynamic Run
*-----
* Main loop on time -----START
*-----
AN(TH) = 0;
LOOP(TH0$ (ORD(TH0) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1),
AN(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1)=yes;

* Solving model
*-----
RD1.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE RD1 USING MCP;

* Fixing lagged value for next period
KS.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=KS.L(PS,TH);
INVPSV.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=INVPSV.L(PS,TH);
*-----
CURRYEAR=CURRYEAR+1;
display CURRYEAR,KS.L,INVPSV.L;
* Starting Values for Next Period Run
*-----
TLS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TLS.L(TH-1);
TKS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TKS.L(TH-1);
LS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LS.L(PS,TH-1);
KS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KS.L(PS,TH-1);
HC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HC.L(CC,TH-1);
GC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GC.L(CC,TH-1);
HE.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HE.L(TH-1);
GE.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GE.L(TH-1);
LI.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LI.L(TH-1);
KI.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KI.L(TH-1);
HY.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HY.L(TH-1);
GY.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GY.L(TH-1);
HS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HS.L(TH-1);

```

```

GS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GS.L(TH-1);
TSAV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TSAV.L(TH-1);
TINV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TINV.L(TH-1);
INVCCV.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVCCV.L(CC,TH-1);
INV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.L(TH-1);
INVPSV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVPSV.L(PS,TH-1);
INVF.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.F.L(TH-1);
INVS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVS.L(TH-1);
SC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = SC.L(CC,TH-1);
X.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = X.L(PS,TH-1);
U.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = U.L(PS,TH-1);
V.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = V.L(PS,TH-1);
QX.L(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QX.L(CC,PS,TH-1);
XQ.L(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = XQ.L(PS,CC,TH-1);
L.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = L.L(PS,TH-1);
K.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = K.L(PS,TH-1);
IDTX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IDTX.L(PS,TH-1);
Q.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = Q.L(CC,TH-1);
QD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QD.L(CC,TH-1);
QC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QC.L(CC,TH-1);
PX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PX.L(PS,TH-1);
PINVPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PINVPS.L(PS,TH-1);
PU.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PU.L(PS,TH-1);
PV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PV.L(PS,TH-1);
PQ.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQ.L(CC,TH-1);
PQD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQD.L(CC,TH-1);
PC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PC.L(CC,TH-1);
PEXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PEXP.L(CC,TH-1);
PIMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP.L(CC,TH-1);
EXR.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXR.L(TH-1);
CX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = CX.L(PS,TH-1);
W.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = W.L(TH-1);
R.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = R.L(TH-1);
RPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = RPS.L(PS,TH-1);
EXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXP.L(CC,TH-1);
IMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMP.L(CC,TH-1);
BT.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = BT.L(TH-1);
AN(TH)=no;
);
* main loop on time -----END
THC(TH) = SUM(CC,HC.L(CC,TH));
TGC(TH) = SUM(CC,GC.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*SUM(PS,L.L(PS,TH))+R.L(TH)*SUM(PS,K.L(PS,TH))+GY.L(TH);
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(HC.L(CC,TH)+GC.L(CC,TH)+INVCCV.L(CC,TH)+SC.
L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH));
*-----

```

```

* File in which the Results are put
*-----
FILE RD_1 /RD1.CSV/;
put RD_1;
RD_1.PC=5;RD_1.ND=6;RD_1.NZ=1.E-6;RD_1.NW=20;RD_1.PW=450
PUT 'GDP1 (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT GDP1 (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'GDP2 (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT GDP2 (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'GDP3 (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT GDP3 (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'HC (CC,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP (CC,PUT CC.TL;LOOP (TH,PUT HC.L (CC,TH) );PUT/;);PUT/;
PUT 'GC (CC,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP (CC,PUT CC.TL;LOOP (TH,PUT GC.L (CC,TH) );PUT/;);PUT/;
PUT 'THC (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT THC (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'TGC (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT TGC (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'HY (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT HY.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'GY (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT GY.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'INVCCV (CC,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP (CC,PUT CC.TL;LOOP (TH,PUT INVCCV.L (CC,TH) );PUT/;);PUT/;
PUT 'INVPSV (PS,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP (PS,PUT PS.TL;LOOP (TH,PUT INVPSV.L (PS,TH) );PUT/;);PUT/;
PUT 'INVCCPSV (2010) ';LOOP (PS,PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP (CC,PUT CC.TL;LOOP (PS,PUT INVCCPSV.L (CC,PS,"2010") );PUT/;);PUT/;
PUT 'INVCCPSV (2011) ';LOOP (PS,PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP (CC,PUT CC.TL;LOOP (PS,PUT SINVCCPSV (CC,PS,"2010") );PUT/;);PUT/;
PUT 'SINVCCPSV (2011) ';LOOP (PS,PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP (CC,PUT CC.TL;LOOP (PS,PUT SINVCCPSV1 (CC,PS,"2010") );PUT/;);PUT/;
PUT 'INV (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT INV.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'INV F (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT INV F.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'INVS (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT INVS.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'HS (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT HS.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'GS (TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT ' ';LOOP (TH,PUT GS.L (TH) );PUT/;PUT/;
PUT 'X (PS,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP (PS,PUT PS.TL;LOOP (TH,PUT X.L (PS,TH) );PUT/;);PUT/;
PUT 'U (PS,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP (PS,PUT PS.TL;LOOP (TH,PUT U.L (PS,TH) );PUT/;);PUT/;
PUT 'V (PS,TH) ';LOOP (TH,PUT TH.TL;);PUT/;

```

```

LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT V.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'L (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT L.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'LS (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT LS.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'K (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT K.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'KS (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT KS.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'Q (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT Q.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'QD (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT QD.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'EXP (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT EXP.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'IMP (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT IMP.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'QC (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT QC.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PIMP (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT PIMP.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PX (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT PX.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PU (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT PU.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PV (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT PV.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'CX (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT CX.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'it (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT it (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PC (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT PC.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PQ (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT PQ.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PQD (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT PQD.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'PEXP (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT PEXP.L (CC, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'EXR (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
PUT ' ' ; LOOP (TH, PUT EXR.L (TH)) ; PUT / ; PUT / ;
PUT 'W (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
PUT ' ' ; LOOP (TH, PUT W.L (TH)) ; PUT / ; PUT / ;
PUT 'R (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
PUT ' ' ; LOOP (TH, PUT R.L (TH)) ; PUT / ; PUT / ;
PUT 'RPS (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT RPS.L (PS, TH)) ; PUT / ; ) ; PUT / ;
PUT 'BT (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL ; ) ; PUT / ;
PUT ' ' ; LOOP (TH, PUT BT.L (TH)) ; PUT / ; PUT / ;

```

第二节 RD2 模型

RD2 模型是 MT4 模型和 RD1 模型的合并，并且新增加了商品增值税。RD2 模型构建依据的数据是在表 5-4 基础上扩展的表 6-2 的数据。如表 6-2 所示，与表 5-4 不同的是，表 6-2 新增加了对本国生产本国消费的商品征收的增值税这一项。

一、RD2 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
10. 投资分为投资与存货变动两部分；
11. 两个代表性居民：农村居民和城镇居民；
12. 生产税、进口关税、商品增值税和收入税；
13. 递推动态。

二、模型的维度分类

<i>PS</i>	产业部门
<i>CC</i>	商品
<i>HH</i>	居民

三、模型的参数

<i>Sam9(RSAM,CSAM)</i>	表 6-2 社会核算矩阵数据
<i>TRM1(PS,PSV)</i>	产业部门与不同类型新增资本间的转换矩阵
<i>TRM2(PS,SKT)</i>	产业部门与不同类型资本存量间的转换矩阵
<i>alphah(HH,CC,TH)</i>	居民消费结构系数
<i>sh(HH,TH)</i>	居民储蓄倾向
<i>alphag(CC,TH)</i>	政府消费结构系数
<i>sgth(HH,TH)</i>	政府对不同居民组的转移支付的比例

表6-2 RD2模型依据的SAM数据表

支出/收入	第二产业																							总计		
	第一产业	第二产业	第三产业	产品1	产品2	产品3	劳动	资本回报	农村居民	城镇居民	政府	生产税	进口关税	商品增值税	收入税	国外	总投资	存货变动	第一产业投资	第二产业投资	第三产业投资	资本补偿	第一产业期初资本存量	第二产业期初资本存量	第三产业期初资本存量	总计
第一产业	488 930 000			488 930 000																						488 930 000
第二产业		5 775 808 480			5 775 808 480																					5 775 808 480
第三产业			1 923 851 139			1 923 851 139																				1 923 851 139
产品1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						51 593 464	59 967 035	3 416 230					33 376 843		9 744 622	129 879	538 3852	4 956 005					512 209 609
产品2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						89 149 080	306 342 798	0					789 940 079		43 804 031	11 8374 09	509 106 038	451 700 487					6 434 452 487
产品3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						102 429 897	356 043 911	348 402 957					150 688 150		1 286 861	864 618	37 185 690	32 992 723					1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 024	368 714 806																							1 100 473 000
资本回报	14 297 448	614 907 975	545 572 456																							1 174 777 828
农村居民							330 141 900	234 955 576			56 599 748															621 607 223
城镇居民							770 331 100	999 822 302			171 015 340															1 881 168 743
政府												385 187 233	14 804 111	59 216 444	227 525 088											686 732 875
生产税	478 000	270 102 903	114 606 310																							385 187 233
进口关税				465 592	13 172 880	1 165 639																				14 804 111
商品增值税				1 802 369	52 691 521	4 602 555																				59 216 444
收入税									56 509 748	171 015 340																227 525 088
国外				20 951 648	592 775 606	52 453 738											307 829 081									974 014 073
总储蓄									321 925 035	987 799 659	107 298 601							54 835 514								1 417 003 295
存货变动																										54 835 514
第一产业投资																		12 831 905								12 831 905
第二产业投资																		551 877 580								551 877 580
第三产业投资																		489 649 214								489 649 214
资本折旧																										
第一产业期初资本存量																						12 831 905	551 877 580	489 649 214	1 054 338 700	
第二产业期初资本存量																						12 831 905	243 806 199		256 638 104	
第三产业期初资本存量																						551 877 580		10 485 674 028	11 037 551 068	
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 828	621 607 223	1 881 168 743	686 732 875	385 187 233	14 804 111	59 216 444	227 525 088	974 014 073	1 417 003 295	54 835 514	12 831 905	551 877 580	489 649 214	1 054 338 700	256 638 104	11 037 551 068	9 792 984 288	49 910 041 663

$sg(TH)$	政府储蓄倾向
$su(TH)$	效用替代弹性
$sp(PS, TH)$	生产替代弹性
$st(CC, TH)$	转换替代弹性
$sa(CC, TH)$	Armington 函数替代弹性
$alpha_i(CC, TH)$	投资的商品需求结构系数
$alphas(CC, TH)$	存货变动的商品需求结构系数
$beta(PS, TH)$	生产部门的中间投入系数
$gamma(PS, TH)$	生产部门的要素投入系数
$gammal(PS, TH)$	生产部门的劳动投入系数
$gammak(PS, TH)$	生产部门的资本投入系数
$dep(PS, TH)$	资本折旧率
$delta(CC, TH)$	Armington 假设的替代率
$epsilon(CC, TH)$	CET 假设的替代率
$ut(CC, PS, TH)$	使用表, 表示产业部门中间投入产品的固定比例
$vt(PS, CC, TH)$	供给表, 表示产业部门生产的各产品的固定比例
$trps(PS, TH)$	间接税或生产税率
$trim(CC, TH)$	进口税率
$trqd(CC, TH)$	商品增值税率
$trhh(HH, TH)$	收入税率
$sli(HH, TH)$	不同居民组占全部劳动收入的比例
$ski(HH, TH)$	不同居民组占全部资本收入的比例
$sinvcpsv(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数
$sinvcpsvI(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数
$ivs(TH)$	投资中存货变动所占比例
$IK(PS)$	起点期初资本存量
$AH(HH, TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS, TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS, TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS, TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数

$AA(CC, TH)$

Armington 进口函数的缩放系数

 $AT(CC, TH)$

CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

 $wpi(CC, TH)$

以外币表示的进口品的世界市场价格

 $wpe(CC, TH)$

以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

 $THC(TH)$

居民总消费

 $TGC(TH)$

政府总消费

 $BT(TH)$

平衡检验项

 $GDP1(TH)$

按照生产法计算的 GDP

 $GDP2(TH)$

按照收入法计算的 GDP

 $GDP3(TH)$

按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

 $TLS(TH)$

总劳动供给

 $TKS(TH)$

总资本存量

 $LS(PS, TH)$

各产业部门劳动供给量

 $KS(PS, TH)$

各产业部门资本存量

 $HC(HH, CC, TH)$

居民消费量

 $GC(CC, TH)$

政府消费量

 $GTH(HH, TH)$

政府对不同居民组的转移支付

 $HE(HH, TH)$

居民总支出

 $GE(TH)$

政府总支出

 $LI(HH, TH)$

居民劳动收入

 $KI(HH, TH)$

居民资本收入

 $HY(HH, TH)$

居民总收入

 $GY(TH)$

政府总收入

 $HS(HH, TH)$

居民储蓄

 $HS AV(TH)$

居民总储蓄

 $GS(TH)$

政府储蓄

 $TS AV(TH)$

总储蓄

$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	总投资额
$INVCCV(CC,TH)$	投资的商品需求量
$INVPSV(PS,TH)$	对各部门的投资量
$INVCCPSV(CC,PS,TH)$	投资矩阵
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SC(CC,TH)$	存货变动量
$X(PS,TH)$	本国生产活动量
$U(PS,TH)$	合成商品中间投入
$V(PS,TH)$	合成要素初始投入
$QX(CC,PS,TH)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS,CC,TH)$	供给表
$L(PS,TH)$	劳动需求量
$K(PS,TH)$	资本需求量
$IDTX(PS,TH)$	间接税或生产税
$IMTX(CC,TH)$	进口关税
$VATX(CC,TH)$	商品增值税
$HHTX(HH,TH)$	收入税
$Q(CC,TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC,TH)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS,TH)$	本国生产活动的价格
$PU(PS,TH)$	中间投入合成品的价格
$PV(PS,TH)$	合成要素投入的价格
$PINVPS(PS,TH)$	各产业部门投资的价格
$PQ(CC,TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC,TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC,TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP0(CC,TH)$	以本国货币表示的进口品的税前价格

$$PIMP(CC, TH)$$

以本国货币表示的进口品的税后价格

$$EXR(TH)$$

汇率

 $CX(PS, TH)$

单位生产成本

 $W(TH)$

工资薪酬率

 $R(TH)$

资本租赁率

 $RPS(PS, TH)$

各产业部门的资本回报率

$$EXP(CC, TH)$$

出口品的数量

$$IMP(CC, TH)$$

进口品的数量

七、RD2 模型的变量关系流程

RD2 模型比 RD1 模型细分了农村居民和城镇居民,在生产税的基础上新增加了进

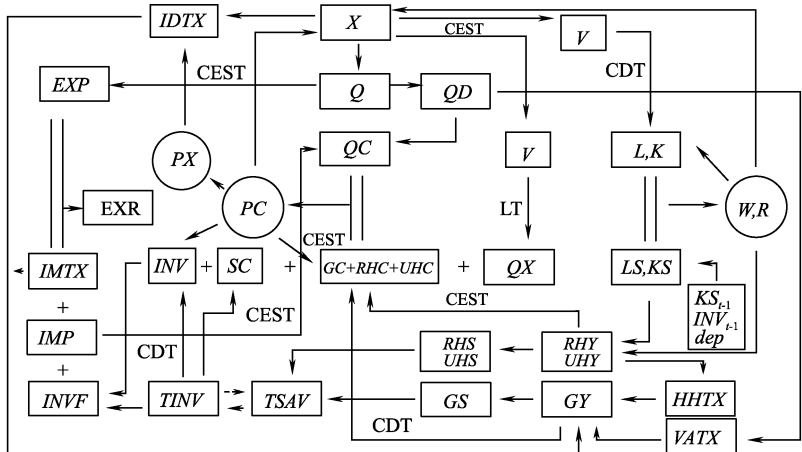


图 6-2 RD2 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(HH, CC, TH)$)

$$HC(HH, CC, TH) = \frac{\alpha_h(HH, CC, TH) \bullet HY(HH, TH)}{PC(CC, TH)}$$

2. 政府消费量 (
- $GC(CC, TH)$
-)

$$GC(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \bullet GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

- ### 3. 居民收入 ($HY(HH, TH)$)

居民收入由居民收支相等确定。

$$HY(HH, TH) = sli(HH, TH) \cdot W(TH) \cdot TLS(TH) + ski(HH, TH) \cdot \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH) + GTH(HH, TH)$$

4. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入之和。

$$GY(TH) = \sum_{PS} IDTX(PS, TH) + \sum_{CC} IMTX(CC, TH) + \sum_{CC} VATX(CC, TH) + \sum_{HH} HHTX(HH, TH)$$

5. 居民储蓄 ($HS(HH, TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(HH, TH) = sh(HH, TH) \cdot HY(HH, TH)$$

6. 居民总储蓄 ($HS(V)(TH)$)

$$HS(V)(TH) = \sum_{HH} HS(HH, TH)$$

7. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

8. 总储蓄 ($TS(V)(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TS(V)(TH) = HS(V)(TH) + GS(TH)$$

9. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TS(V)(TH)$$

10. 投资活动对商品的总需求额 ($INV(TH)$)

这是一个价值量指标。投资活动对各项商品的总需求额等于各项商品的需求量乘以商品价格之和。

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

11. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

12. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - INV(TH) - INVS(TH)$$

13. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SC(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

14. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

15. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

16. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

17. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

18. 劳动初始投入 ($L(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS, TH) = \gamma_l(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(TH)}$$

19. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

20. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

21. 本国生产在本国销售的产品的数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

22. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差，或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

23. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QC(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{(1 + trqd(CC, TH)) \cdot PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

24. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

25. 以本国货币表示的进口品的税前价格 ($PIMP0(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品的税前价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定, 式为:

$$PIMP0(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpi(CC, TH)$$

26. 以本国货币表示的进口品的税后价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品的税后价格由进口关税决定。

$$PIMP(CC, TH) = (1 + trim(CC, TH)) \cdot PIMP0(CC, TH)$$

27. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件, 任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定, 或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)$$

28. 本国生产活动的价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC, TH)$$

29. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS, TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS, TH) \cdot PC(CC, TH)}{U(PS, TH)}$$

30. 合成要素投入的价格 ($PV(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS, TH) = \left(\frac{1}{AV(PS, TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS, TH)} \right)^{\gamma_l(PS, TH)} \left(\frac{RPS(PS, TH)}{\gamma_k(PS, TH)} \right)^{\gamma_k(PS, TH)}$$

31. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC, TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC, TH) = \left(\frac{1}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH)^{st(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} + (1 - \varepsilon(CC, TH))^{st(CC, TH)} \cdot PEXP(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC, TH)}}$$

32. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC, TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot ((1 + trqd(CC, TH)) \cdot PQD(CC, TH))^{1-sa(CC, TH)} + (1 - \delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \cdot PIMP(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC, TH)}}$$

33. 以本国货币表示的出口价格 ($PEXP(CC, TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

34. 国际贸易闭合 ($EXR(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) = \sum_{CC} PIMP0(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) + INV(TH)$$

35. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS, TH) = TLS(TH)$$

36. 各资本市场资本的平均价格 ($R(TH)$)

这是一个衍生价格，由各产业部门的资本价格以资本存量比重为权数加权平均算出。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

37. 各产业部门资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

38. 各产业部门投资活动的价格 ($PINVPS(PS,TH)$)

各产业部门投资活动的价格由投资矩阵系数及商品价格算出。

$$PINVPS(PS,TH) = \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot sinvccpsv(CC,PS,TH)$$

39. 各产业部门的期末资本存量 ($KS(PS,TH)$)

各产业部门的期末资本存量等于期初资本存量减去折旧加上新增资本。

$$KS(PS,TH) = (1 - dep(PS,TH-1)) \cdot KS(PS,TH-1) + INVPSV(PS,TH-1)$$

40. 各产业部门的投资量 ($INVPSV(PS,TH)$)

各产业部门的投资活动的商品需求量等于各产业投资活动对于不同商品的需求量按照商品种类合并的量。

$$INVPSV(PS,TH) = \sum_{CC} INVCCPSV(CC,PS,TH)$$

41. 投资矩阵 ($INVCCPSV(CC,PS,TH)$)

各产业部门的投资活动对不同商品的需求量等于总投资活动的商品需求量按照投资矩阵系数分解的量。

$$INVCCPSV(CC,PS,TH) = sinvccpsvl(CC,PS,TH) \cdot INVCCV(CC,TH)$$

42. 投资活动的商品需求量 ($INVCCV(CC,TH)$)

投资活动对各种商品的需求量等于总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格。

$$INVCCV(CC,TH) = \frac{\alpha_i(CC,TH) \cdot TINV(TH)}{PC(CC,TH)}$$

43. 生产活动成本 ($CX(PS,TH)$)

$$CX(PS,TH) = AP(PS,TH)^{-1} \cdot \left(\beta(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PU(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} + \gamma(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PV(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS,TH)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

44. 间接税 ($IDTX(PS,TH)$)

$$IDTX(PS,TH) = it(PS,TH) \cdot PX(PS,TH) \cdot X(PS,TH)$$

45. 进口关税 ($IMTX(CC,TH)$)

$$IMTX(CC,TH) = trim(CC,TH) \cdot PIMP0(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

46. 商品增值税 ($VATX(CC, TH)$)

$$VATX(CC, TH) = trqd(CC, TH) \cdot PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH)$$

47. 收入税 ($HHTX(HH, TH)$)

$$HHTX(HH, TH) = trhh(HH, TH) \cdot HY(HH, TH)$$

48. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned} BT(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{1 - trps(PS, TH)} \cdot X(PS, TH) + \sum_{CC} trqd(CC, TH) \cdot \\ & PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) - \\ & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\ & (HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) \end{aligned}$$

49. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$\begin{aligned} GDP1(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC, TH) \cdot vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) \\ GDP2(TH) = & W(TH) \cdot \sum_{PS} L(PS, TH) + R(TH) \cdot \sum_{PS} K(PS, TH) + \sum_{PS} IDTX(PS, TH) \\ GDP3(TH) = & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\ & \left(\sum_{HH} HC(HH, CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH) \right) + \\ & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\ & \sum_{CC} trqd(CC, TH) \cdot PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) \end{aligned}$$

九、RD2 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is a new development that combine RD1 and MT4 models
* The data is based on SAM9 data table
*-----
* The RD2 model
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Rural household
10 Urban household
11 Government
12 Production tax
13 Import tax
14 VAT
15 Income tax
16 Foreign
17 New capital from part of savings or investment
18 New stock from part of savings or investment
19 Investment to sector 1
20 Investment to sector 2
21 Investment to sector 3
22 Depreciation of capital
23 Stock of Capital Type 1
24 Stock of Capital Type 2
25 Stock of Capital Type 3
26 Sum
/
;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
HH(RSAM) Households /09*10/
TX(RSAM) Taxes /12*15/
PT(RSAM) Production Tax /12/

```

```

IMT(RSAM) Import tariff /13/
VAT(RSAM) Value Added Tax /14/
DT(RSAM) Income Tax /15/
PSV(RSAM) Investment to sectors /19*21/
SKT(RSAM) Stock of Capital Type /23*25/
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2012/
;
SET AN(TH);
AN(TH)=yes;
SET BY(TH) Base Year /2010/;
PARAMETER LAST;
LAST=12;
PARAMETER ENDYEAR;
ENDYEAR=2010;
PARAMETER INITYEAR;
INITYEAR=2010;
PARAMETER CURRYEAR;
CURRYEAR=2010;

ALIAS(RSAM,CSAM)
ALIAS(PS,PS1)
ALIAS(CC,CC1)
ALIAS(HH,HH1)
ALIAS(TH,TH0)
;
*-----
*The Model Variables and Parameters
*-----

PARAMETERS
SAM9(RSAM,CSAM)          SAM9 data
TRM1(PS,PSV)             TRAnspose Matrix 1
TRM2(PS,SKT)             TRAnspose Matrix 2
alphah(HH,CC,TH)         CompositiOn of Rural Household consumption
sh(HH,TH)                Saving propensiTy of Household
alphag(CC,TH)            CompositiOn of Government consumption
sgth(HH,TH)              Share of government transfers among household
sg(TH)                   Saving propensiTy of Government
su(TH)                   Substitution elasticity of Utility
sp(PS,TH)                Substitution elasticity of Production
st(CC,TH)                Substitution elasticity of Transformation function
sa(CC,TH)                Substitution elasticity of Amington function
alphai(CC,TH)            Investment use of commodity
alphas(CC,TH)            Stock use of commodity
beta(PS,TH)              Use Table of intermediate inputs or uses
gamma(PS,TH)             Value share of Factor Input
gammal(PS,TH)            Value share of Labour Input
gammak(PS,TH)            Value share of Capital Input
dep(PS,TH)               Depreciation rate of capital
delta(CC,TH)             Substitution rate of Armington assumption
epsilon(CC,TH)           Substitution rate of transformation assumption
ut(CC,PS,TH)             Use Table of intermediate demand divided by total

```

```

intermediate input
  vt(PS,CC,TH)      Make Table of production supply
  trps(PS,TH)       Rate of Production Tax by sector
  trim(CC,TH)       Rate of Import tax by commodity
  trqd(CC,TH)       Rate of VAT on domestic product sold in domestic
markets
  trhh(HH,TH)       Rate of Direct Tax by household
  sli(HH,TH)        Share of Labour Income
  ski(HH,TH)        Share of Capital Income
  sinvccpsv(CC,PS,TH) Investment matrix
  sinvccpsvl(CC,PS,TH) Investment matrix
  ivs(TH)           Proportion of investment in stock
  IK(PS)            Initial period capital stock
  AH(HH,TH)         Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for household
  AG(TH)            Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government
  AI(TH)            Scaling parameter of Cobb-Douglas investment function
for investor
  AP(PS,TH)         Scaling parameter of CES production function for
producer
  AV(PS,TH)         Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs
  AA(CC,TH)         Scaling parameter of Armington function
  AT(CC,TH)         Scaling parameter of Transformation function
  THC(HH,TH)        Total Household consumption
  TGC(TH)           Total Government consumption
  wpi(CC,TH)        World Price of Import at foreign currency
  wpe(CC,TH)        World Price of Export at foreign currency
  GDP1(TH)          GDP by production method
  GDP2(TH)          GDP by income method
  GDP3(TH)          GDP by expenditure method
;
VARIABLES
  TLS(TH)           Total Labour Stock or endowment
  TKS(TH)           Total Capital Stock
  LS(PS,TH)         Labour Stock or endowment by sector
  KS(PS,TH)         Capital Stock by sector
  HC(HH,CC,TH)      Household Consumption in value
  GC(CC,TH)         Government Consumption
  GTH(HH,TH)        Government Transfer to Household
  HE(HH,TH)         Household Expenditure
  GE(TH)            Government Expenditure
  LI(HH,TH)         Household Labour Income
  KI(HH,TH)         Household Capital Income
  HY(HH,TH)         Household Income
  GY(TH)            Government Income
  HS(HH,TH)         Household Savings
  HSAV(TH)          Household SAVings
  GS(TH)            Government Savings
  TSAV(TH)          Total SAVings
  TINV(TH)          Total INVestment

```

```

INV (TH)                Investment in value
INVCCV (CC, TH)         Investment by commodity
INVPSV (PS, TH)         Investment by producer
INVCCPSV (CC, PS, TH)   Investment by commodity and by producer
INV (F, TH)             Investment to abroad
INVS (TH)               Investment in Stock
SC (CC, TH)             Stock Change by commodity
X (PS, TH)              Activity of domestic production
U (PS, TH)              Use of composite intermediate input
V (PS, TH)              Use of composite factor input
QX (CC, PS, TH)         Use table or Intermediate demand of commodity by
producer
XQ (PS, CC, TH)         Make table
L (PS, TH)              Labour demand by producer
K (PS, TH)              Capital demand by producer
IDTX (PS, TH)           Production Taxes by producer
IMTX (CC, TH)           Import Taxes by commodity
VATX (CC, TH)           Sales Taxes on domestic commodity sold in domestic
markets
HHTX (HH, TH)           Direct Taxes by household
Q (CC, TH)              Quantity of domestically-produced commodity
QD (CC, TH)             Quantity of domestic commodity sold in domestic
market
QC (CC, TH)             Quantity of Composite commodity supplied to domestic
market
PX (PS, TH)             Price for activity of domestic production
PU (PS, TH)             Price of composite intermediate input
PV (PS, TH)             Price of composite factor input
PINVPS (PS, TH)         Price for investment
PQ (CC, TH)             Price of domestically-produced commodity
PQD (CC, TH)            Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
PC (CC, TH)             Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
PEXP (CC, TH)           Price of EXPort at local currency
PIMP0 (CC, TH)          Price of IMPort without tariff
PIMP (CC, TH)           Price of IMPort at local currency with tariff
EXR (TH)                Exchange Rate
CX (PS, TH)             Cost of producer
W (TH)                  Wage rate
R (TH)                  Rental rate
RPS (PS, TH)            Rental rates by producer
EXP (CC, TH)            EXPort
IMP (CC, TH)            IMPort
BT (TH)                 Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlexport SAM9 sam2007.xls SAM9!a1:AG30
*-----
* Data and Calibration

```

```

*-----
TRM1 (PS,PSV) = 0$(ORD (PS) NE ORD (PSV)) +1$(ORD (PS) EQ ORD (PSV));
TRM2 (PS,SKT) = 0$(ORD (PS) NE ORD (SKT)) +1$(ORD (PS) EQ ORD (SKT));
su (TH) = 0.8;
sp (PS,TH) = 0.8;
st (CC,TH) = 0.8;
sa (CC,TH) = 0.8;
*dep (PS,TH) = 0.05;
wpi (CC,TH) = 1;
wpe (CC,TH) = 1;
INVCCPSV.L (CC,PS,BY) = SUM (PSV,TRM1 (PS,PSV) *SAM9 (CC,PSV));
INVCCV.L (CC,BY) = SUM (PS,INVCCPSV.L (CC,PS,"2010"));
INVPSV.L (PS,BY) = SUM (CC,INVCCPSV.L (CC,PS,BY));
sinvccpsv (CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L (CC,PS,BY) / INVPSV.L (PS,BY)) $(INVPSV.L (PS,
BY) NE 0.) +0.;
sinvccpsv1 (CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L (CC,PS,BY) / INVCCV.L (CC,BY)) $(INVCCV.L (CC,
BY) NE 0.) +0.;
QX.L (CC,PS,BY) = SAM9 (CC,PS);
U.L (PS,BY) = SUM (CC,QX.L (CC,PS,BY));
L.L (PS,BY) = SAM9 ("07",PS);
LS.L (PS,BY) = L.L (PS,BY);
TLS.L (BY) = SUM (PS,L.L (PS,"2010"));
KS.L (PS,BY) = SUM (SKT,TRM2 (PS,SKT) *SAM9 (SKT,"26"));
K.L (PS,BY) = KS.L (PS,BY);
TKS.L (BY) = SUM (PS,K.L (PS,"2010"));
dep (PS,BY) = SUM (SKT,TRM2 (PS,SKT) *SAM9 ("22",SKT) / SAM9 ("26",SKT));
IDTX.L (PS,TH) = SAM9 ("12",PS);
IMTX.L (CC,TH) = SAM9 ("13",CC);
VATX.L (CC,TH) = SAM9 ("14",CC);
HHTX.L (HH,TH) = SAM9 ("15",HH);
W.L (BY) = SUM (PS,L.L (PS,BY)) / TLS.L (BY);
RPS.L (PS,BY) = SAM9 ("08",PS) / KS.L (PS,BY);
R.L (BY) = SUM (PS,RPS.L (PS,BY) *KS.L (PS,BY)) / TKS.L (BY);
V.L (PS,BY) = L.L (PS,BY) + SAM9 ("08",PS);
HC.L ("09",CC,TH) = SAM9 (CC,"09");
HC.L ("10",CC,TH) = SAM9 (CC,"10");
HS.L ("09",TH) = SAM9 ("17","09");
HS.L ("10",TH) = SAM9 ("17","10");
HE.L ("09",TH) = SAM9 ("26","09");
HE.L ("10",TH) = SAM9 ("26","10");
LI.L ("09",TH) = SAM9 ("09","07");
LI.L ("10",TH) = SAM9 ("10","07");
KI.L ("09",TH) = SAM9 ("09","08");
KI.L ("10",TH) = SAM9 ("10","08");
HY.L (HH,TH) = LI.L (HH,"2010") + KI.L (HH,"2010") + SAM9 (HH,"11");
HSAV.L (TH) = SUM (HH,HS.L (HH,TH));
GC.L (CC,BY) = SAM9 (CC,"11");
GTH.L (HH,BY) = SAM9 (HH,"11");
GS.L (BY) = SAM9 ("17","11");
GE.L (BY) = SAM9 ("26","11");
GY.L (BY) = SUM (PS,IDTX.L (PS,BY))
+SUM (CC,IMTX.L (CC,BY))

```



```

+SUM(CC,VATX.L(CC,BY))
+SUM(HH,HHTX.L(HH,BY));
TSAV.L(BY) = SUM(HH,HS.L(HH,BY))+GS.L(BY);
INV.L(BY) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,BY));
INVF.L(BY) = SAM9("16","17");
INVS.L(BY) = SAM9("18","17");
TINV.L(BY) = SAM9("26","17");
SC.L(CC,BY) = SAM9(CC,"18");
X.L(PS,BY) = SAM9(PS,"26");
XQ.L(PS,CC,BY) = SAM9(PS,CC);
Q.L(CC,BY) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,BY));
EXP.L(CC,BY) = SAM9(CC,"16");
QD.L(CC,BY) = Q.L(CC,BY)-EXP.L(CC,BY);
IMP.L(CC,BY) = SAM9("16",CC);
QC.L(CC,BY) = QD.L(CC,BY)+VATX.L(CC,BY)+IMTX.L(CC,BY)+IMP.L(CC,BY);
PX.L(PS,BY) = 1;
PC.L(CC,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY)*PC.L(CC,BY))/U.L(PS,BY);
PV.L(PS,BY) = 1;
PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvcpsv(CC,PS,"2010"));
PQ.L(CC,BY) = 1;
PQD.L(CC,BY) = 1;
PEXP.L(CC,BY) = 1;
PIMP0.L(CC,BY) = 1;
EXR.L(BY) = 1;
BT.L(BY) = 0;

alphah(HH,CC,BY) = HC.L(HH,CC,BY)/HE.L(HH,BY);
sh(HH,BY) = HS.L(HH,BY)/HE.L(HH,BY);
alphag(CC,BY) = GC.L(CC,BY)/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
sgth(HH,BY) = GTH.L(HH,BY)/GE.L(BY);
alphaI(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = SC.L(CC,BY)/INVS.L(BY);
trps(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
trqd(CC,BY) = VATX.L(CC,BY)/QD.L(CC,BY);
trim(CC,BY) = (IMTX.L(CC,BY)/IMP.L(CC,BY))*$(IMP.L(CC,BY) NE 0)
+0$(IMP.L(CC,BY) EQ 0);
PIMP.L(CC,BY) = (1+trim(CC,BY))*PIMP0.L(CC,BY);
trhh(hh,BY) = HHTX.L(HH,BY)/HY.L(HH,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
;
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
;
gammal(PS,BY) = L.L(PS,BY)/V.L(PS,BY);
;
gammak(PS,BY) = 1-gammal(PS,BY);
;
delta(CC,BY) = ((1+trqd(CC,BY))*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))

```

```

/((1+trqd(CC,BY))*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))
+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))
;
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))
/ (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,
BY)**(1/st(CC,BY)))
;
ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
sli(HH,BY) = LI.L(HH,BY)/SUM(HH1,LI.L(HH1,BY));
ski(HH,BY) = KI.L(HH,BY)/SUM(HH1,KI.L(HH1,BY));

AH(HH,BY) = HE.L(HH,BY)/PROD(CC,HC.L(HH,CC,BY)**alphah(HH,CC,BY))
;
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GC.L(CC,BY)**alphag(CC,BY))
;
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY))
;
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1))
;
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,BY))
;
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1))
;
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY))+(1-
epsilon(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1))
;
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,BY) = (1/AP(PS,BY))*(beta(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PU.L(PS,BY)**(1-sp(PS,
BY))))
+gamma(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PV.L(PS,BY)**(1-sp(PS,
BY))))*(1/(1-sp(PS,BY)))
;
THC(HH,BY) = SUM(CC,HC.L(HH,CC,BY));
TGC(BY) = SUM(CC,GC.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
GDP2(BY) = W.L(BY)*TLS.L(BY)+R.L(BY)*TKS.L(BY)+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(SUM(HH,HC.L(HH,CC,BY))+GC.L(CC,BY)+INVCCV.
L(CC,BY)+SC.L(CC,BY)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))
-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY))
-SUM(CC,trqd(CC,BY)*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY))
;
IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",BY) = 1;
W.L(TH) = 1.2;
R.L(TH) = 2*R.L("2010");
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
TKS.FX(TH) = TKS.L("2010");

```

```

*-----
*Equations
*-----

Equations
EHC (HH, CC, TH)
EGC (CC, TH)
EHY (HH, TH)
EGY (TH)
EHS (HH, TH)
EHS AV (TH)
EGS (TH)
EGTH (HH, TH)
ETSAV (TH)
ETINV (TH)
EINV F (TH)
EINVS (TH)
EINV (TH)
EKS0 (PS, TH)
EKS (PS, TH)
EINVPSV (PS, TH)
EINVCCPSV (CC, PS, TH)
EINVCCV (CC, TH)
ESC (CC, TH)
EX (PS, TH)
EU (PS, TH)
EV (PS, TH)
EQX (CC, PS, TH)
EL (PS, TH)
EK (PS, TH)
EQ (CC, TH)
EQD (CC, TH)
EEXP (CC, TH)
EQC (CC, TH)
EIMP (CC, TH)
EPIMP0 (CC, TH)
EPIMP (CC, TH)
EPC (CC, TH)
EPX (PS, TH)
EPU (PS, TH)
EPV (PS, TH)
EPQ (CC, TH)
EPQD (CC, TH)
EPEXP (CC, TH)
EEXR (TH)
EW (TH)
ER (TH)
ERPS (PS, TH)
EPINVPS (PS, TH)
ECX (PS, TH)
EIDTX (PS, TH)
EIMTX (CC, TH)
EVATX (CC, TH)

```

```

EHHTX (HH, TH)
EBT (TH)
;
EHC (HH, CC, TH) $AN (TH) ..
    HC (HH, CC, TH) =E= alphah (HH, CC, TH) *HY (HH, TH) /PC (CC, TH)
;
EGC (CC, TH) $AN (TH) ..
    GC (CC, TH) =E= alphag (CC, TH) *GY (TH) /PC (CC, TH)
;
EHY (HH, TH) $AN (TH) ..
    HY (HH, TH) =E= sli (HH, TH) *W (TH) *TLS (TH) +ski (HH, TH) *SUM (PS, RPS (PS, TH) *K (PS,
TH) ) +GTH (HH, TH)
;
EGY (TH) $AN (TH) ..
    GY (TH) =E= SUM (PS, IDTX (PS, TH) )
        + SUM (CC, IMTX (CC, TH) )
        + SUM (CC, VATX (CC, TH) )
        + SUM (HH, HHTX (HH, TH) ) ;
;
EHS (HH, TH) $ (AN (TH) ) ..
    HS (HH, TH) =E= sh (HH, TH) *HY (HH, TH)
;
EHS AV (TH) $AN (TH) ..
    HSAV (TH) =E= SUM (HH, HS (HH, TH) )
;
EGS (TH) $AN (TH) ..
    GS (TH) =E= sg (TH) *GY (TH)
;
EGTH (HH, TH) $AN (TH) ..
    GTH (HH, TH) =E= sgth (HH, TH) *GY (TH)
;
ETS AV (TH) $AN (TH) ..
    TSAV (TH) =E= HSAV (TH) +GS (TH)
;
ETINV (TH) $AN (TH) ..
    TINV (TH) =E= TSAV (TH)
;
EINV (TH) $AN (TH) ..
    INV (TH) =E= SUM (CC, PC (CC, TH) *INVCCV (CC, TH) )
;
EINVS (TH) $AN (TH) ..
    INVS (TH) =E= ivs (TH) *TINV (TH)
;
EINVF (TH) $AN (TH) ..
    INV F (TH) =E= TINV (TH) -INV (TH) -INVS (TH)
;
ESC (CC, TH) $AN (TH) ..
    SC (CC, TH) =E= alphas (CC, TH) *INVS (TH) /PC (CC, TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX (PS, TH) $AN (TH) ..

```

```

(1-trps(PS,TH))*PX(PS,TH) =E= CX(PS,TH)
;
EU(PS,TH)$AN(TH)..
U(PS,TH) =E= (X(PS,TH)/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)*AP(PS,TH)*CX(PS,TH)/PU(PS,
TH))*sp(PS,TH)
;
EV(PS,TH)$AN(TH)..
V(PS,TH) =E= (X(PS,TH)/AP(PS,TH))*(gamma(PS,TH)*AP(PS,TH)*CX(PS,TH)/PV
(PS,TH))*sp(PS,TH)
;
EQX(CC,PS,TH)$AN(TH)..
QX(CC,PS,TH) =E= ut(CC,PS,TH)*U(PS,TH)
;
EL(PS,TH)$AN(TH)..
L(PS,TH) =E= gammal(PS,TH)*PV(PS,TH)*V(PS,TH)/W(TH)
;
EK(PS,TH)$AN(TH)..
K(PS,TH) =E= gammak(PS,TH)*PV(PS,TH)*V(PS,TH)/RPS(PS,TH)
;
EQ(CC,TH)$AN(TH)..
Q(CC,TH) =E= SUM(PS,vt(PS,CC,TH)*X(PS,TH))
;
EQD(CC,TH)$AN(TH)..
QD(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)*AT(CC,TH)*PQ(CC,TH)
/PQD(CC,TH))*st(CC,TH)
;
EEXP(CC,TH)$AN(TH)..
EXP(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*((1-epsilon(CC,TH))*AT(CC,TH)*PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH))*st(CC,TH)
;
EQC(CC,TH)$AN(TH)..
QD(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)*AA(CC,TH)*PC(CC,TH)/
((1+trqd(CC,TH))*PQD(CC,TH)))*sa(CC,TH)
;
EIMP(CC,TH)$AN(TH)..
IMP(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*((1-delta(CC,TH))*AA(CC,TH)*PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH))*sa(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP0(CC,TH)$AN(TH)..
PIMP0(CC,TH) =E= EXR(TH)*wpi(CC,TH)
;
EPIMP(CC,TH)$AN(TH)..
PIMP(CC,TH) =E= (1+trim(CC,TH))*PIMP0(CC,TH)
;
EPC(CC,TH)$AN(TH)..
QC(CC,TH) =E= SUM(PS,QX(CC,PS,TH))+SUM(HH,HC(HH,CC,TH))+GC(CC,TH)+INVCCV
(CC,TH)+SC(CC,TH)
;

```

```

EPX(PS,TH)$AN(TH)..
    PX(PS,TH) =E= SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ(CC,TH))
;
EPU(PS,TH)$AN(TH)..
    PU(PS,TH) =E= SUM(CC,QX(CC,PS,TH)*PC(CC,TH))/U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH)$AN(TH)..
    PV(PS,TH) =E= (1/AV(PS,TH))*(W(TH)/gammal(PS,TH))*gammal(PS,TH)*(RPS(PS,
TH)/gammak(PS,TH))*gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH)$AN(TH)..
    PQ(CC,TH) =E= (1/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)**st(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**(1-st
(CC,TH)))+(1-epsilon(CC,TH))*st(CC,TH)*(PEXP(CC,TH)**(1-st(CC,TH))))** (1/(1
-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH)$AN(TH)..
    PC(CC,TH) =E= ((1/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)**sa(CC,TH)*((1+trqd(CC,TH))
*PQD(CC,TH)**(1-sa(CC,TH))))
    + (1-delta(CC,TH))*sa(CC,TH)*(PIMP(CC,TH)**(1-sa(CC,TH))))
** (1/(1-sa(CC,TH)))
;
EPEXP(CC,TH)$AN(TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXR(TH)$AN(TH)..
    SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH)) =E= SUM(CC,PIMP0(CC,TH)*IMP(CC,TH))+INVf(TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(TH)$AN(TH)..
    SUM(PS,L(PS,TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH)$AN(TH)..
    R(TH) =E= SUM(PS,RPS(PS,TH)*KS(PS,TH))/SUM(PS,KS(PS,TH));
;
ERPS(PS,TH)$AN(TH)..
    K(PS,TH) =E= KS(PS,TH)
;
EPINVPS(PS,TH)$AN(TH)..
    PINVPS(PS,TH) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*SINVCCPSV(CC,PS,TH))
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS0(PS,TH)$ (AN(TH) AND ORD(TH) EQ 1)..
    KS(PS,TH) =E= IK(PS)
;
EKS(PS,TH)$ (AN(TH) AND ORD(TH) GE 2)..
    KS(PS,TH) =E= (INVPSV(PS,TH-1)+(1-DEP(PS,TH-1))*KS(PS,TH-1))
;
EINVPSV(PS,TH)$AN(TH)..

```

```

      INVPSV (PS, TH) =E= SUM(CC, INVCCPSV (CC, PS, TH) )
;
      EINVCCPSV (CC, PS, TH) $AN (TH) ..
      INVCCPSV (CC, PS, TH) =E= SINVCCPSV1 (CC, PS, TH) * INVCCV (CC, TH)
;
      EINVCCV (CC, TH) $AN (TH) ..
      PC (CC, TH) * INVCCV (CC, TH) =E= alphai (CC, TH) * TINV (TH)
;
      * Cost of production
      ECX (PS, TH) $AN (TH) ..
      CX (PS, TH) =E= (1/AP (PS, TH) ) * (beta (PS, TH) **sp (PS, TH) * (PU (PS, TH) ** (1-sp (PS,
TH) ) ) + gamma (PS, TH) **sp (PS, TH) * (PV (PS, TH) ** (1-sp (PS, TH) ) ) ) ** (1/ (1-sp (PS, TH) ) )
;
      * Accounting of Indirect tax
      EIDTX (PS, TH) $AN (TH) ..
      IDTX (PS, TH) =E= trps (PS, TH) * PX (PS, TH) * X (PS, TH)
;
      * Accounting of Import tax
      EIMTX (CC, TH) $AN (TH) ..
      IMTX (CC, TH) =E= trim (CC, TH) * PIMP0 (CC, TH) * IMP (CC, TH)
;
      * Accounting of VA tax
      EVATX (CC, TH) $AN (TH) ..
      VATX (CC, TH) =E= trqd (CC, TH) * PQD (CC, TH) * QD (CC, TH)
;
      * Accounting of Income tax
      EHHTX (HH, TH) $AN (TH) ..
      HHTX (HH, TH) =E= trhh (HH, TH) * HY (HH, TH)
;
      * Balance
      EBT (TH) $AN (TH) ..
      BT (TH) =E= SUM(CC, SUM(PS, vt (PS, CC, TH) * CX (PS, TH) / (1-trps (PS, TH) ) * X (PS, TH) ) )
      +SUM(CC, trqd (CC, TH) * PQD (CC, TH) * QD (CC, TH) )
      +SUM(CC, PIMP (CC, TH) * IMP (CC, TH) )
      -SUM ( (PS, CC) , PC (CC, TH) * QX (CC, PS, TH) )
      -SUM(CC, PC (CC, TH) * (SUM (HH, HC (HH, CC, TH) ) + GC (CC, TH) + INVCCV (CC, TH)
+SC (CC, TH) ) )
      -SUM(CC, PEXP (CC, TH) * EXP (CC, TH) )
;
      Model RD2
      /
      EHC.HC
      EGC.GC
      EHY.HY
      EGY.GY
      EHS.HS
      EHSABV.HSAV
      EGS.GS
      EGTH.GTH
      ETSABV.TSAV
      ETINV.TINV
      EINVF.INVF
      EINVS.INVS

```

```

EINV.INV
ESC.SC
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP0.PIMP0
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS
EKS0.KS
EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EIMTX.IMTX
EVATX.VATX
EHHTX.HHTX
EBT.BT
/;
alphah(HH,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphah(HH,CC,"2010");
sh(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sh(HH,"2010");
alphag(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphag(CC,"2010");
sgth(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sgth(HH,"2010");
sg(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sg("2010");
su(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = su("2010");
sp(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sa(CC,"2010");
alphai(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphai(CC,"2010");
alphas(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gamma(PS,"2010");

```



```

gammal(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammal(PS,"2010");
gammak(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = vt(PS,CC,"2010");
SINVCCPSV(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV(CC,PS,"2010");
SINVCCPSV1(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV1(CC,PS,"2010");
trps(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trps(PS,"2010");
trim(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trim(CC,"2010");
trqd(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trqd(CC,"2010");
trhh(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trhh(HH,"2010");
sli(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sli(HH,"2010");
ski(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ski(HH,"2010");
ivs(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ivs("2010");
AH(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AH(HH,"2010");
AG(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AG("2010");
AI(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AI("2010");
AP(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AT(CC,"2010");
THC(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = THC(HH,"2010");
TGC(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = TGC("2010");
wpi(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpi(CC,"2010");
wpe(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP3("2010");
*-----
* The Dynamic Run
*-----
* Main loop on time -----START
*-----
AN(TH) = 0;
LOOP(TH0$(ORD(TH0) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1),
AN(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1)=yes;

* Solving model
*-----
RD2.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE RD2 USING MCP;

* Fixing lagged value for next period
KS.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=KS.L(PS,TH);
INVPSV.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=INVPSV.L(PS,TH);
*-----
CURRYEAR=CURRYEAR+1;
display CURRYEAR;
* Starting Values for Next Period Run

```

```

*-----
TLS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TLS.L(TH-1);
TKS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TKS.L(TH-1);
LS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LS.L(PS,TH-1);
KS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KS.L(PS,TH-1);
HC.L(HH,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HC.L(HH,CC,TH-1);
GC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GC.L(CC,TH-1);
HE.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HE.L(HH,TH-1);
GE.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GE.L(TH-1);
LI.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LI.L(HH,TH-1);
KI.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KI.L(HH,TH-1);
HY.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HY.L(HH,TH-1);
GY.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GY.L(TH-1);
HS.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HS.L(HH,TH-1);
GS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GS.L(TH-1);
GTH.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GTH.L(HH,TH-1);
TSAV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TSAV.L(TH-1);
TINV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TINV.L(TH-1);
INVCCV.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVCCV.L(CC,TH-1);
INV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.L(TH-1);
INVPSV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVPSV.L(PS,TH-1);
INVF.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.F.L(TH-1);
INVS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVS.L(TH-1);
SC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = SC.L(CC,TH-1);
X.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = X.L(PS,TH-1);
U.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = U.L(PS,TH-1);
V.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = V.L(PS,TH-1);
QX.L(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QX.L(CC,PS,TH-1);
XQ.L(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = XQ.L(PS,CC,TH-1);
L.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = L.L(PS,TH-1);
K.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = K.L(PS,TH-1);
IDTX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IDTX.L(PS,TH-1);
IMTX.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMTX.L(CC,TH-1);
VATX.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = VATX.L(CC,TH-1);
HHTX.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HHTX.L(HH,TH-1);
Q.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = Q.L(CC,TH-1);
QD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QD.L(CC,TH-1);
QC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QC.L(CC,TH-1);
PX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PX.L(PS,TH-1);
PINVPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PINVPS.L(PS,TH-1);
PU.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PU.L(PS,TH-1);
PV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PV.L(PS,TH-1);
PQ.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQ.L(CC,TH-1);
PQD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQD.L(CC,TH-1);
PC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PC.L(CC,TH-1);
PEXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PEXP.L(CC,TH-1);
PIMP0.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP0.L(CC,TH-1);
PIMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP.L(CC,TH-1);
EXR.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXR.L(TH-1);
CX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = CX.L(PS,TH-1);
W.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = W.L(TH-1);
R.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = R.L(TH-1);

```

```

RPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = RPS.L(PS,TH-1);
EXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXP.L(CC,TH-1);
IMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMP.L(CC,TH-1);
BT.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = BT.L(TH-1);

AN(TH)=no;
);
* main loop on time -----END
THC(HH,TH) = SUM(CC,HC.L(HH,CC,TH));
TGC(TH) = SUM(CC,GC.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*TLS.L(TH)+R.L(TH)*TKS.L(TH)+SUM(PS,IDTX.L(PS,TH));
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(SUM(HH,HC.L(HH,CC,TH))+GC.L(CC,TH)+INVCCV.
L(CC,TH)+SC.L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))
-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH))
-SUM(CC,trqd(CC,TH)*PQD.L(CC,TH)*QD.L(CC,TH))

;
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE RD_2 /RD2.CSV/;
put RD_2;
RD_2.PC=5;RD_2.ND=6;RD_2.NZ=1.E-6;RD_2.NW=20;RD_2.PW=450
PUT 'GDP1(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP1(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP2(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP2(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP3(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP3(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'BT(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT BT.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'PC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PINVPS(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PINVPS.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'RHC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L("09",CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'UHC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L("10",CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'GC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT GC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'TGC(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TGC(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'RHY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HY.L("09",TH));PUT/;PUT/;
PUT 'UHY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HY.L("10",TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GY.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'INVPSV(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;

```

```

LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT INVPSV.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'INVCCV(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT INVCCV.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'INV(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT INV.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'INVF(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT INV.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'INVS(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT INVS.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'TINV(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT TINV.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'TSAV(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT TSAV.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'RHS(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT HS.L("09", TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'UHS(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT HS.L("10", TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'GS(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT GS.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'X(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT X.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'U(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT U.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'V(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT V.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'L(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT L.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'TLS(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT TLS.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'K(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT K.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'TKS(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ' '; LOOP(TH, PUT TKS.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'Q(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT Q.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'QD(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT QD.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'EXP(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT EXP.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'IMP(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT IMP.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'QC(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT QC.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'IDTX(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT IDTX.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'IMTX(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT IMTX.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'VATX(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT VATX.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'HHTX(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT HHTX.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PIMP0(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;

```

```

LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PIMP0.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PIMP(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PIMP.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PX(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT PX.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PU(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT PU.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PV(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT PV.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'CX(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT CX.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trps(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT trps(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trim(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT trim(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trqd(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT trqd(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trhh(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT trhh(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PC(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PC.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PQ(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PQ.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PQD(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PQD.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PEXP(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PEXP.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'EXR(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ''; LOOP(TH, PUT EXR.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'W(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ''; LOOP(TH, PUT W.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'R(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ''; LOOP(TH, PUT R.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'RPS(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT RPS.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'BT(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ''; LOOP(TH, PUT BT.L(TH)); PUT/; PUT/;

```

第三节 RD3 模型

RD3 模型基于 RD2 模型扩展建立。RD3 模型构建依据的数据是在表 6-2 基础上扩展的表 6-3 的数据。如表 6-3 所示，与表 6-2 不同的是，表 6-3 将国外账户进一步划分成 EU、US 和 ROW 三个国外地区，由此造成本国与国外的贸易流一分为三。

一、RD3 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
10. 投资分为投资与存货变动两部分；
11. 两个代表性居民：农村居民和城镇居民；
12. 生产税、进口关税、商品增值税和收入税；
13. 递推动态；
14. 国外分成欧盟、美国和其他世界三个区域。

二、模型的维度分类

<i>PS</i>	产业部门
<i>CC</i>	商品
<i>HH</i>	居民
<i>FC</i>	国外地区

三、模型的参数

<i>Sam10(RSAM,CSAM)</i>	表 6-3 社会核算矩阵数据
<i>TRM1(PS,PSV)</i>	产业部门与不同类型新增资本间的转换矩阵
<i>TRM2(PS,SKT)</i>	产业部门与不同类型资本存量间的转换矩阵
<i>alphah(HH,CC,TH)</i>	居民消费结构系数

表6-3 RD3模型依据的SAM数据表

支出/收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品1	产品2	产品3	劳动	资本回报	农村居民	城镇居民	政府	生产税	进口关税	商品增值税	收入税	EU	US	ROW	总投资	存货变动	第一产业投资	第二产业投资	第三产业投资	资本补偿	第一产业期初资本存量	第二产业期初资本存量	第三产业期初资本存量	总计
	第一产业	第二产业	第三产业	产品1	产品2	产品3	劳动	资本回报	农村居民	城镇居民	政府	生产税	进口关税	商品增值税	收入税	EU	US	ROW	总投资	存货变动	第一产业投资	第二产业投资	第三产业投资	资本补偿	第一产业期初资本存量	第二产业期初资本存量	第三产业期初资本存量	总计
第一产业				488 930 000																								488 930 000
第二产业					5 775 808 480																							5 775 808 480
第三产业						1 923 851 139																						1 923 851 139
产品1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						51 595 464	59 967 035	3 416 230					6 675 360	10 013 053	16 688 421		9 744 622	129 879	5 585 852	4 956 005					512 209 609
产品2	102 596 499	5 647 832 322	482 134 745						89 149 080	306 542 798	0					157 989 816	236 984 724	394 974 540		43 804 031	11 837 489	509 106 038	451 700 487					6 634 652 487
产品3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						102 429 897	356 043 911	348 492 957					30 137 630	45 206 445	75 344 075		1 286 861	864 618	37 185 690	32 992 723					1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806																									1 100 473 000
资本回报	14 297 448	614 907 975	545 372 556																									1 174 777 878
农村居民							330 141 900	234 955 576			56 509 748																	621 607 223
城镇居民							770 331 100	939 822 302			171 015 340																	1 881 168 745
政府												385 187 233	14 804 111	59 216 444	227 525 088													686 732 875
生产税	478 020	270 102 903	114 686 310																									385 187 233
进口关税				465 592	13 172 880	1 165 639																						14 804 111
商品增值税				1 882 369	52 691 321	4 662 555																						59 216 444
收入税																												227 525 088
EU				4 190 330	118 555 921	10 490 748													61 565 516									194 802 815
US				6 285 494	177 633 882	15 736 121													92 348 724									292 204 222
ROW				10 475 824	286 389 803	26 228 869													153 914 540									487 007 036
总储蓄									321 925 035	987 799 659	107 298 601								54 835 514									1 417 023 295
存货变动																												54 835 514
第一产业投资																			12 831 905									1 283 1905
第二产业投资																			551 877 380									551 877 380
第三产业投资																			489 649 214									489 649 214
资本折旧																												
第一产业期末资本存量																								12 831 905	489 649 214	489 649 214	1 054 338 700	1 054 338 700
第二产业期末资本存量																								12 831 905	243 806 199			256 638 104
第三产业期末资本存量																								551 877 580	10 485 074 028	11 037 551 608	11 037 551 608	11 037 551 608
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	16 634 652 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	621 607 223	1 881 168 743	686 732 875	385 187 233	14 804 111	59 216 444	227 525 088	194 802 815	292 204 222	487 007 036	54 835 514	12 831 905	551 877 380	489 649 214	489 649 214	1 054 338 700	256 638 104	930 335 074	930 335 074	9 303 551 000

$sh(HH, TH)$	居民储蓄倾向
$alphag(CC, TH)$	政府消费结构系数
$sgth(HH, TH)$	政府对不同居民组的转移支付的比例
$sg(TH)$	政府储蓄倾向
$su(TH)$	效用替代弹性
$sp(PS, TH)$	生产替代弹性
$st(CC, TH)$	转换替代弹性
$sa(CC, TH)$	Armington 函数替代弹性
$alphai(CC, TH)$	投资的商品需求结构系数
$alphas(CC, TH)$	存货变动的商品需求结构系数
$beta(PS, TH)$	生产部门的中间投入系数
$gamma(PS, TH)$	生产部门的要素投入系数
$gammal(PS, TH)$	生产部门的劳动投入系数
$gammak(PS, TH)$	生产部门的资本投入系数
$dep(PS, TH)$	资本折旧率
$delta(CC, TH)$	Armington 假设的替代率
$epsilon(CC, TH)$	CET 假设的替代率
$ut(CC, PS, TH)$	使用表, 表示产业部门中间投入产品的固定比例
$vt(PS, CC, TH)$	供给表, 表示产业部门生产的各产品的固定比例
$trps(PS, TH)$	间接税或生产税率
$trim(CC, TH)$	进口税率
$trqd(CC, TH)$	商品增值税率
$trhh(HH, TH)$	收入税率
$sli(HH, TH)$	不同居民组占全部劳动收入的比例
$ski(HH, TH)$	不同居民组占全部资本收入的比例
$sinvcpsv(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数
$sinvcpsvI(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数
$ivs(TH)$	投资中存货变动所占比例
$sinvfc(FC, TH)$	对国外各地区的投资比例

$s\exp fc(CC, FC, TH)$	出口目的地国家的比例
$s\imp fc(FC, CC, TH)$	来自国外各地区的进口的比例
$IK(PS)$	起点期初资本存量
$AH(HH, TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS, TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS, TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS, TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC, TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC, TH)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

$wpi(CC, TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC, TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THC(TH)$	居民总消费
$TGC(TH)$	政府总消费
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDPI(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$TLS(TH)$	总劳动供给
$TKS(TH)$	总资本存量
$LS(PS, TH)$	各产业部门劳动供给量
$KS(PS, TH)$	各产业部门资本存量
$UY(HH, TH)$	效用
$HC(HH, CC, TH)$	居民消费量
$GC(CC, TH)$	政府消费量
$GTH(HH, TH)$	政府对不同居民组的转移支付

$HE(HH, TH)$	居民总支出
$GE(TH)$	政府总支出
$LI(HH, TH)$	居民劳动收入
$KI(HH, TH)$	居民资本收入
$HY(HH, TH)$	居民总收入
$GY(TH)$	政府总收入
$HS(HH, TH)$	居民储蓄
$HS AV(TH)$	居民总储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TS AV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资活动对商品的总需求额
$INVCCV(CC, TH)$	投资的商品需求量
$INVPSV(PS, TH)$	对各部门的投资量
$INVCCPSV(CC, PS, TH)$	投资矩阵
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVFC(FC, TH)$	对国外各地区的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SC(CC, TH)$	存货变动量
$X(PS, TH)$	本国生产活动量
$U(PS, TH)$	合成商品中间投入
$V(PS, TH)$	合成要素初始投入
$QX(CC, PS, TH)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS, CC, TH)$	供给表
$L(PS, TH)$	劳动需求量
$K(PS, TH)$	资本需求量
$IDTX(PS, TH)$	间接税或生产税
$IMTX(CC, TH)$	进口关税
$VATX(CC, TH)$	商品增值税

$HHTX(HH, TH)$	收入税
$Q(CC, TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC, TH)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PUY(HH, TH)$	效用或总消费的价格
$PX(PS, TH)$	本国生产活动的价格
$PU(PS, TH)$	中间投入合成品的价格
$PV(PS, TH)$	合成要素投入的价格
$PINVPS(PS, TH)$	各产业部门投资的价格
$PQ(CC, TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC, TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC, TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP0(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的税前价格
$PIMP(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的税后价格
$EXR(TH)$	汇率
$PEXPFC(CC, FC, TH)$	出口价格
$PIMPFC0(FC, CC, TH)$	进口税前价格
$PIMPFC(FC, CC, TH)$	进口税后价格
$EXRFC(FC, TH)$	汇率
$CX(PS, TH)$	单位生产成本
$W(TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS, TH)$	各产业部门的资本回报率
$EXP(CC, TH)$	出口品的数量
$IMP(CC, TH)$	进口品的数量
$EXPFC(CC, FC, TH)$	分地区的出口品数量
$IMPFC(FC, CC, TH)$	分地区的进口品数量

七、RD3 模型的变量关系流程

RD3 模型在 RD2 模型的基础上将国外细分为欧盟 EU、美国 US 和世界其余地区三个地区。相应地，进出口、国际投资以及汇率都细分为此三种。具体见图 6-3。

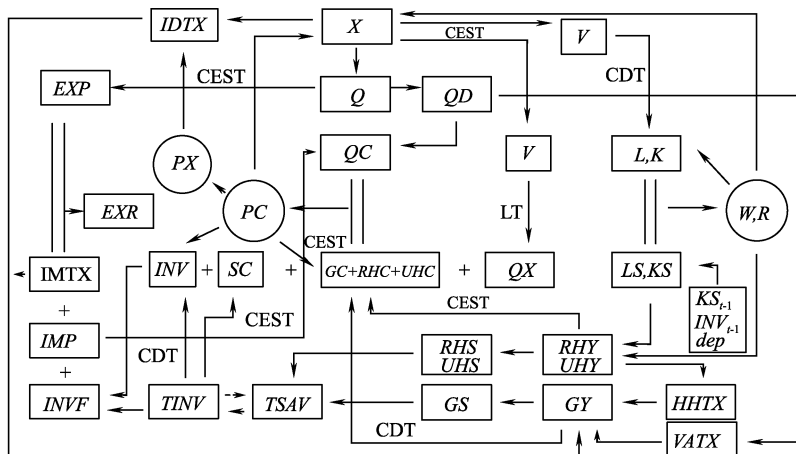


图 6-3 RD3 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(HH, CC, TH)$)

$$HC(HH, CC, TH) = \frac{\alpha_h(HH, CC, TH) \cdot HY(HH, TH)}{PC(CC, TH)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC, TH)$)

$$GC(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

3. 居民收入 ($HY(HH, TH)$)

居民收入由居民收支相等确定。

$$HY(HH, TH) = sli(HH, TH) \cdot W(TH) \cdot TLS(TH) + ski(HH, TH) \cdot \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH) + GTH(HH, TH)$$

4. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入之和。

$$GY(TH) = \sum_{PS} IDTX(PS, TH) + \sum_{CC} IMTX(CC, TH) + \sum_{CC} VATX(CC, TH) + \sum_{HH} HHTX(HH, TH)$$

5. 居民储蓄 ($HS(HH, TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(HH, TH) = sh(HH, TH) \cdot HY(HH, TH)$$

6. 居民总储蓄 ($HS_{AV}(TH)$)

$$HS_{AV}(TH) = \sum_{HH} HS(HH, TH)$$

7. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

8. 总储蓄 ($TS_{AV}(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TS_{AV}(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

9. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TS_{AV}(TH)$$

10. 投资活动对商品的总需求额 ($INV(TH)$)

这是一个价值量指标。投资活动对商品的总需求额等于相应的需求量乘以商品价格之和。

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

11. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

12. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - INV(TH) - INVS(TH)$$

13. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SC(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

14. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

15. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

16. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

17. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

18. 劳动初始投入 ($L(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

这是一个实物量指标。

$$L(PS, TH) = \gamma_l(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(TH)}$$

19. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

20. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} \gamma_l(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

21. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

22. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差，或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

23. 对各地区出口品的数量 ($EXPFC(CC, FC, TH)$)

这是一个实物量指标，等于总出口品数量在各国间的分解。

$$EXPFC(CC, FC, TH) = sexpfc(CC, FC, TH) \cdot EXP(CC, TH)$$

24. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QC(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{(1 + trqd(CC, TH)) \cdot PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

25. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

26. 自各国进口品的数量 ($IMPFC(FC, CC, TH)$)

这是总进口品数量在各国间的分解。

$$IMPFC(FC, CC, TH) = simpfc(FC, CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

27. 以本国货币表示的进口品的税前价格 ($PIMP0(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品的税前价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP0(CC, TH) = \sum_{FC} simpfc(FC, CC, TH) \cdot PIMPFC0(FC, CC, TH)$$

28. 以本国货币表示的进口品的税后价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品的税后价格由进口关税决定。

$$PIMP(CC, TH) = (1 + trim(CC, TH)) \cdot PIMP0(CC, TH)$$

29. 进口品的税前价格 ($PIMPFC0(FC, CC, TH)$)

进口品的税前价格由外生的世界各地进口价格与汇率决定。

$$PIMPFC0(FC, CC, TH) = EXRFC(FC, TH) \cdot wpi(FC, CC, TH)$$

30. 合成商品的价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)$$

31. 生产活动的价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} vt(PS, CC) \cdot PQ(CC, TH)$$

32. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS, TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS, TH) \cdot PC(CC, TH)}{U(PS, TH)}$$

33. 合成要素投入的价格 ($PV(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS, TH) = \left(\frac{1}{AV(PS, TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS, TH)} \right)^{\gamma_l(PS, TH)} \left(\frac{RPS(PS, TH)}{\gamma_k(PS, TH)} \right)^{\gamma_k(PS, TH)}$$

34. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC, TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC, TH) = \left(\frac{1}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH)^{st(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} + (1 - \varepsilon(CC, TH))^{st(CC, TH)} \cdot PEXP(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC, TH)}}$$

35. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC, TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot \left((1 + trqd(CC, TH)) \cdot PQD(CC, TH) \right)^{1-sa(CC, TH)} + (1 - \delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \cdot PIMP(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC, TH)}}$$

36. 出口价格 ($PEXP(CC, TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

37. 国际贸易闭合 ($EXRFC(FC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXPFC(CC, FC, TH) = \sum_{CC} PIMPFC0(FC, CC, TH) \cdot IMPFC(FC, CC, TH) + INVFC(FC, TH)$$

38. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS, TH) = TLS(TH)$$

39. 各资本市场资本的平均价格 ($R(TH)$)

这是一个衍生价格，由各产业部门的资本价格以资本存量比重为权数加权平均算出。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

40. 各产业部门资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

41. 各产业部门投资活动的价格 ($PINVPS(PS,TH)$)

各产业部门投资活动的价格由投资矩阵系数及商品价格算出。

$$PINVPS(PS,TH) = \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot sinvccpsv(CC,PS,TH)$$

42. 各产业部门的期末资本存量 ($KS(PS,TH)$)

各产业部门的期末资本存量等于期初资本存量减去折旧加上新增资本。

$$KS(PS,TH) = (1 - dep(PS,TH-1)) \cdot KS(PS,TH-1) + INVPSV(PS,TH-1)$$

43. 各产业部门的投资量 ($INVPSV(PS,TH)$)

各产业部门的投资活动的商品需求量等于各产业投资活动对于不同商品的需求量按照商品种类合并的量。

$$INVPSV(PS,TH) = \sum_{CC} INVCCPSV(CC,PS,TH)$$

44. 投资矩阵 ($INVCCPSV(CC,PS,TH)$)

各产业部门的投资活动对不同商品的需求量等于总投资活动的商品需求量按照投资矩阵系数分解的量。

$$INVCCPSV(CC,PS,TH) = sinvccpsvl(CC,PS,TH) \cdot INVCCV(CC,TH)$$

45. 投资活动的商品需求量 ($INVCCV(CC,TH)$)

投资活动对各种商品的需求量等于总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格。

$$INVCCV(CC,TH) = \frac{\alpha_i(CC,TH) \cdot TINV(TH)}{PC(CC,TH)}$$

46. 生产活动成本 ($CX(PS,TH)$)

$$CX(PS,TH) = AP(PS,TH)^{-1} \cdot \left(\beta(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PU(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} + \gamma(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PV(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS,TH)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

47. 间接税 ($IDTX(PS,TH)$)

$$IDTX(PS,TH) = it(PS,TH) \cdot PX(PS,TH) \cdot X(PS,TH)$$

48. 进口关税 ($IMTX(CC,TH)$)

$$IMTX(CC,TH) = trim(CC,TH) \cdot PIMP0(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

49. 商品增值税 ($VATX(CC, TH)$)

$$VATX(CC, TH) = trqd(CC, TH) \cdot PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH)$$

50. 收入税 ($HHTX(HH, TH)$)

$$HHTX(HH, TH) = trhh(HH, TH) \cdot HY(HH, TH)$$

51. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned} BT(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{1 - trps(PS, TH)} \cdot X(PS, TH) + \sum_{CC} trqd(CC, TH) \cdot \\ & PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) - \\ & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\ & (HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) \end{aligned}$$

52. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$\begin{aligned} GDP1(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC, TH) \cdot vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) \end{aligned}$$

$$GDP2(TH) = W(TH) \cdot \sum_{PS} L(PS, TH) + R(TH) \cdot \sum_{PS} K(PS, TH) + \sum_{PS} IDTX(PS, TH)$$

$$\begin{aligned} GDP3(TH) = & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\ & \left(\sum_{HH} HC(HH, CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH) \right) + \\ & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\ & \sum_{CC} trqd(CC, TH) \cdot PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) \end{aligned}$$

九、RD3 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is a new development that extend the RD2 model into a model with
* three internaitonal destinations.
* The data is based on SAM10 data table
* -----
* The RD3 model
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=1, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Rural household
10 Urban household
11 Government
12 Production tax
13 Import tax
14 VAT
15 Income tax
16 EU
17 US
18 ROW
19 New capital from part of savings or investment
20 New stock from part of savings or investment
21 Investment to sector 1
22 Investment to sector 2
23 Investment to sector 3
24 Depreciation of capital
25 Stock of Capital Type 1
26 Stock of Capital Type 2
27 Stock of Capital Type 3
28 Sum
/;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
HH(RSAM) Households /09*10/

```

```

TX(RSAM) Taxes /12*15/
PT(RSAM) Production Tax /12/
IMT(RSAM) Import tariff /13/
VAT(RSAM) Value Added Tax /14/
DT(RSAM) Income Tax /15/
FC(RSAM) Foreign countries /16*18/
PSV(RSAM) Investment to sectors /21*23/
SKT(RSAM) Stock of Capital Type /25*27/
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2015/
;
SET AN(TH);
AN(TH)=yes;
SET BY(TH) Base Year /2010/;
PARAMETER LAST;
LAST=12;
PARAMETER ENDYEAR;
ENDYEAR=2010;
PARAMETER INITYEAR;
INITYEAR=2010;
PARAMETER CURRYEAR;
CURRYEAR=2010;

ALIAS(RSAM,CSAM)
ALIAS(PS,PS1)
ALIAS(CC,CC1)
ALIAS(HH,HH1)
ALIAS(TH,TH0)
;
*-----
*The Model Variables and Parameters
*-----
PARAMETERS
SAM10(RSAM,CSAM)          SAM10 data
TRM1(PS,PSV)              TRanspose Matrix 1
TRM2(PS,SKT)              TRanspose Matrix 2
alphah(HH,CC,TH)          Composition of Rural Household consumption
sh(HH,TH)                  Saving propensity of Household
alphag(CC,TH)              Composition of Government consumption
sgth(HH,TH)                Share of government transfers among household
sg(TH)                     Saving propensity of Government
su(TH)                     Substitution elasticity of Utility
sp(PS,TH)                  Substitution elasticity of Production
st(CC,TH)                  Substitution elasticity of Transformation function
sa(CC,TH)                  Substitution elasticity of Amington function
alphai(CC,TH)              Investment use of commodity
alphas(CC,TH)              Stock use of commodity
beta(PS,TH)                Use Table of intermediate inputs or uses
gamma(PS,TH)               Value share of Factor Input
gammal(PS,TH)              Value share of Labour Input
gammak(PS,TH)              Value share of Capital Input
dep(PS,TH)                 Depreciation rate of capital

```

delta(CC,TH)	Substitution rate of Armington assumption
epsilon(CC,TH)	Substitution rate of transformation assumption
ut(CC,PS,TH)	Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input	
vt(PS,CC,TH)	Make Table of production supply
trps(PS,TH)	Rate of Production Tax by sector
trim(CC,TH)	Rate of Import tax by commodity
trqd(CC,TH)	Rate of VAT on domestic product sold in domestic
markets	
trhh(HH,TH)	Rate of Direct Tax by household
sli(HH,TH)	Share of Labour Income
ski(HH,TH)	Share of Capital Income
sinvccpsv(CC,PS,TH)	Investment matrix
sinvccpsvl(CC,PS,TH)	Investment matrix
ivs(TH)	Proportion of investment in stock
sinvfc(FC,TH)	Composition of investment to countries
sexpfc(CC,FC,TH)	Composition of export to countries
simpfc(FC,CC,TH)	Composition of import from countries
IK(PS)	Initial period capital stock
AH(HH,TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for household	
AG(TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government	
AI(TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor	
AP(PS,TH)	Scaling parameter of CES production function for
producer	
AV(PS,TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs	
AA(CC,TH)	Scaling parameter of Armington function
AT(CC,TH)	Scaling parameter of Transformation function
THC(HH,TH)	Total Household consumption
TGC(TH)	Total Government consumption
wpi(FC,CC,TH)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC,TH)	World Price of Export at foreign currency
GDP1(TH)	GDP by production method
GDP2(TH)	GDP by income method
GDP3(TH)	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
TLS(TH)	Total Labour Stock or endowment
TKS(TH)	Total Capital Stock
LS(PS,TH)	Labour Stock or endowment by sector
KS(PS,TH)	Capital Stock by sector
HC(HH,CC,TH)	Household Consumption in value
GC(CC,TH)	Government Consumption
GTH(HH,TH)	Government Transfer to Household
HE(HH,TH)	Household Expenditure
GE(TH)	Government Expenditure
LI(HH,TH)	Household Labour Income
KI(HH,TH)	Household Capital Income
HY(HH,TH)	Household Income

GY (TH)	Government Income
HS (HH, TH)	Household Savings
HS AV (TH)	Household SAVings
GS (TH)	Government Savings
TS AV (TH)	Total SAVings
TINV (TH)	Total INVestment
INV (TH)	Investment in value
INVCCV (CC, TH)	Investment by commodity
INVPSV (PS, TH)	Investment by producer
INVCCPSV (CC, PS, TH)	Investment by commodity and by producer
INV F (TH)	Investment to abroad
INVFC (FC, TH)	Investment to abroad
INVS (TH)	Investment in Stock
SC (CC, TH)	Stock Change by commodity
X (PS, TH)	Activity of domestic produciton
U (PS, TH)	Use of composite intermediate input
V (PS, TH)	Use of composite factor input
QX (CC, PS, TH)	Use table or Intermediate demand of commodity by producer
XQ (PS, CC, TH)	Make table
L (PS, TH)	Labour demand by producer
K (PS, TH)	Capital demand by producer
IDTX (PS, TH)	Production TaXes by producer
IMTX (CC, TH)	Import TaXes by commodity
VATX (CC, TH)	Sales TaXes on domestic commodity sold in domestic markets
HHTX (HH, TH)	Direct TaXes by household
Q (CC, TH)	Quantity of domestically-produced commodity
QD (CC, TH)	Quantity of domestic commodity sold in domestic market
QC (CC, TH)	Quantity of Composite commodity supplied to domestic market
PUY (HH, TH)	Price of Utility or aggregate consumption
PX (PS, TH)	Price for activity of domestic production
PU (PS, TH)	Price of composite intermediate input
PV (PS, TH)	Price of composite factor input
PINVPS (PS, TH)	Price for investment
PQ (CC, TH)	Price of domestically-produced commodity
PQD (CC, TH)	Price for domestically-produced commodity sold in domestic market
PC (CC, TH)	Relative Price of Composite commodity sold in domestic market
PEXP (CC, TH)	Price of EXPort at local currency
PIMP0 (CC, TH)	Price of IMPort without tariff
PIMP (CC, TH)	Price of IMPort at local currency with tariff
EXR (TH)	Exchange Rate
PEXPFC (CC, FC, TH)	Price of EXPort at local currency
PIMPFC0 (FC, CC, TH)	Price of IMPort without tariff
PIMPFC (FC, CC, TH)	Price of IMPort at local currency with tariff
EXRFC (FC, TH)	
CX (PS, TH)	Cost of producer
W (TH)	Wage rate

```

R(TH)                Rental rate
RPS(PS,TH)           Rental rates by producer
EXP(CC,TH)           EXPort
IMP(CC,TH)           IMPort
EXPFC(CC,FC,TH)      EXPort
IMPFC(FC,CC,TH)      IMPort
BT(TH)               Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM10 sam2007.xls SAM10!a1:AG30
*-----
* Data and Calibration
*-----
TRM1(PS,PSV) = 0$(ORD(PS) NE ORD(PSV))+1$(ORD(PS) EQ ORD(PSV));
TRM2(PS,SKT) = 0$(ORD(PS) NE ORD(SKT))+1$(ORD(PS) EQ ORD(SKT));
su(TH) = 0.8;
sp(PS,TH) = 0.8;
st(CC,TH) = 0.8;
sa(CC,TH) = 0.8;
*dep(PS,TH) = 0.05;
wpi(FC,CC,TH) = 1;
wpe(CC,TH) = 1;
INVCCPSV.L(CC,PS,BY) = SUM(PSV,TRM1(PS,PSV)*SAM10(CC,PSV));
INVCCV.L(CC,BY) = SUM(PS,INVCCPSV.L(CC,PS,"2010"));
INVPSV.L(PS,BY) = SUM(CC,INVCCPSV.L(CC,PS,BY));
sinvccpsv(CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L(CC,PS,BY)/INVPSV.L(PS,BY))$(INVPSV.L(PS,
BY) NE 0.)+0.;
sinvccpsv1(CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L(CC,PS,BY)/INVCCV.L(CC,BY))$(INVCCV.L(CC,
BY) NE 0.)+0.;
QX.L(CC,PS,BY) = SAM10(CC,PS);
U.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY));
L.L(PS,BY) = SAM10("07",PS);
LS.L(PS,BY) = L.L(PS,BY);
TLS.L(BY) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"));
KS.L(PS,BY) = SUM(SKT,TRM2(PS,SKT)*SAM10(SKT,"28"));
K.L(PS,BY) = KS.L(PS,BY);
TKS.L(BY) = SUM(PS,K.L(PS,"2010"));
dep(PS,BY) = SUM(SKT,TRM2(PS,SKT)*SAM10("24",SKT)/SAM10("28",SKT));
IDTX.L(PS,TH) = SAM10("12",PS);
IMTX.L(CC,TH) = SAM10("13",CC);
VATX.L(CC,TH) = SAM10("14",CC);
HHTX.L(HH,TH) = SAM10("15",HH);
W.L(BY) = SUM(PS,L.L(PS,BY))/TLS.L(BY);
RPS.L(PS,BY) = SAM10("08",PS)/KS.L(PS,BY);
R.L(BY) = SUM(PS,RPS.L(PS,BY)*KS.L(PS,BY))/TKS.L(BY);
V.L(PS,BY) = L.L(PS,BY)+SAM10("08",PS);
HC.L("09",CC,TH) = SAM10(CC,"09");
HC.L("10",CC,TH) = SAM10(CC,"10");
HS.L("09",TH) = SAM10("19","09");
HS.L("10",TH) = SAM10("19","10");

```



```

HE.L("09",TH) = SAM10("28","09");
HE.L("10",TH) = SAM10("28","10");
LI.L("09",TH) = SAM10("09","07");
LI.L("10",TH) = SAM10("10","07");
KI.L("09",TH) = SAM10("09","08");
KI.L("10",TH) = SAM10("10","08");
HY.L(HH,TH) = LI.L(HH,"2010")+KI.L(HH,"2010")+SAM10(HH,"11");
HSAV.L(TH) = SUM(HH,HS.L(HH,TH));
GC.L(CC,BY) = SAM10(CC,"11");
GTH.L(HH,BY) = SAM10(HH,"11");
GS.L(BY) = SAM10("19","11");
GE.L(BY) = SAM10("28","11");
GY.L(BY) = SUM(PS,IDTX.L(PS,BY))
      +SUM(CC,IMTX.L(CC,BY))
      +SUM(CC,VATX.L(CC,BY))
      +SUM(HH,HHTX.L(HH,BY));
TSAV.L(BY) = SUM(HH,HS.L(HH,BY))+GS.L(BY);
INV.L(BY) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,BY));
INVFC.L(FC,BY) = SAM10(FC,"19");
INVF.L(BY) = SUM(FC,INVFC.L(FC,BY));
sinvfc(FC,BY) = INVFC.L(FC,BY)/INVF.L(BY);
INVS.L(BY) = SAM10("20","19");
TINV.L(BY) = SAM10("28","19");
SC.L(CC,BY) = SAM10(CC,"20");
X.L(PS,BY) = SAM10(PS,"28");
XQ.L(PS,CC,BY) = SAM10(PS,CC);
Q.L(CC,BY) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,BY));
EXPFC.L(CC,FC,BY) = SAM10(CC,FC);
EXP.L(CC,BY) = SUM(FC,EXPFC.L(CC,FC,BY));
sexpfc(CC,FC,BY) = EXPFC.L(CC,FC,BY)/EXP.L(CC,BY);
QD.L(CC,BY) = Q.L(CC,BY)-EXP.L(CC,BY);
IMPFC.L(FC,CC,BY) = SAM10(FC,CC);
IMP.L(CC,BY) = SUM(FC,IMPFC.L(FC,CC,BY));
simpfc(FC,CC,BY) = IMPFC.L(FC,CC,BY)/IMP.L(CC,BY);
QC.L(CC,BY) = QD.L(CC,BY)+VATX.L(CC,BY)+IMTX.L(CC,BY)+IMP.L(CC,BY);
PX.L(PS,BY) = 1;
PC.L(CC,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY)*PC.L(CC,BY))/U.L(PS,BY);
PV.L(PS,BY) = 1;
PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvccpsv(CC,PS,"2010"));
PQ.L(CC,BY) = 1;
PQD.L(CC,BY) = 1;
PEXP.L(CC,BY) = 1;
PIMP0.L(CC,BY) = 1;
EXR.L(BY) = 1;
PEXPFC.L(CC,FC,BY) = 1;
PIMPFC0.L(FC,CC,BY) = 1;
EXRFC.L(FC,BY) = 1;
PUY.L(HH,BY) = 1;
BT.L(BY) = 0;

```

```

alphah(HH,CC,BY) = HC.L(HH,CC,BY)/HE.L(HH,BY);
sh(HH,BY) = HS.L(HH,BY)/HE.L(HH,BY);
alphag(CC,BY) = GC.L(CC,BY)/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
sgth(HH,BY) = GTH.L(HH,BY)/GE.L(BY);
alphai(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = SC.L(CC,BY)/INVS.L(BY);
trps(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
trqd(CC,BY) = VATX.L(CC,BY)/QD.L(CC,BY);
trim(CC,BY) = (IMTX.L(CC,BY)/IMP.L(CC,BY))$(IMP.L(CC,BY) NE 0)+0$(IMP.L(CC,
BY) EQ 0);
PIMP.L(CC,BY) = (1+trim(CC,BY))*PIMP0.L(CC,BY);
PIMPFC.L(FC,CC,BY) = (1+trim(CC,BY))*PIMPFC0.L(FC,CC,BY);
trhh(hh,BY) = HHTX.L(HH,BY)/HY.L(HH,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))
;
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))
;
gammal(PS,BY) = L.L(PS,BY)/V.L(PS,BY);
;
gammak(PS,BY) = 1-gammal(PS,BY);
;
delta(CC,BY) = ((1+trqd(CC,BY))*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))/
((1+trqd(CC,BY))*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))
+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))
;
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))/(PQD.L(CC,BY)*QD.
L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))
;
ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
sli(HH,BY) = LI.L(HH,BY)/SUM(HH1,LI.L(HH1,BY));
ski(HH,BY) = KI.L(HH,BY)/SUM(HH1,KI.L(HH1,BY));
AH(HH,BY) = HE.L(HH,BY)/PROD(CC,HC.L(HH,CC,BY)**alphah(HH,CC,BY));
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GC.L(CC,BY)**alphag(CC,BY));
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY));
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1))
;
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,BY))
;
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1))
;
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY))+(1-epsilon
(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1))
;
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,BY) = (1/AP(PS,BY))*(beta(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PU.L(PS,BY)**(1-sp(PS,BY))
+gamma(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PV.L(PS,BY)**(1-sp(PS,

```

```

BY)))** (1/(1-sp(PS,BY)))
;
THC(HH,BY) = SUM(CC,HC.L(HH,CC,BY));
TGC(BY) = SUM(CC,GC.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
GDP2(BY) = W.L(BY)*TLS.L(BY)+R.L(BY)*TKS.L(BY)+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(SUM(HH,HC.L(HH,CC,BY))+GC.L(CC,BY)+INVCCV.
L(CC,BY)+SC.L(CC,BY)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))
-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY))
-SUM(CC,trqd(CC,BY)*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY))
;
IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",BY) = 1;
W.L(TH) = 1.1;
R.L(TH) = 1.2*R.L("2010");
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
TKS.FX(TH) = TKS.L("2010");
*-----
*Equations
*-----
Equations
EHC(HH,CC,TH)
EGC(CC,TH)
EHY(HH,TH)
EGY(TH)
EHS(HH,TH)
EHSAB(TH)
EGS(TH)
EGTH(HH,TH)
ETSAV(TH)
ETINV(TH)
EINVF(TH)
EINVFC(FC,TH)
EINVS(TH)
EINV(TH)
EKS0(PS,TH)
EKS(PS,TH)
EINVPSV(PS,TH)
EINVCCPSV(CC,PS,TH)
EINVCCV(CC,TH)
ESC(CC,TH)
EX(PS,TH)
EU(PS,TH)
EV(PS,TH)
EQX(CC,PS,TH)
EL(PS,TH)
EK(PS,TH)
EQ(CC,TH)
EQD(CC,TH)
EEXP(CC,TH)
EEXPFC(CC,FC,TH)

```

```

EQC(CC,TH)
EIMP(CC,TH)
EIMRFC(FC,CC,TH)
EPIMP0(CC,TH)
EPIMP(CC,TH)
EPIMRFC(FC,CC,TH)
EPC(CC,TH)
EPX(PS,TH)
EPU(PS,TH)
EPV(PS,TH)
EPQ(CC,TH)
EPQD(CC,TH)
EPEXP(CC,TH)
EPEXPFC(CC,FC,TH)
EEXRFC(FC,TH)
EW(TH)
ER(TH)
ERPS(PS,TH)
EPINVPS(PS,TH)
ECX(PS,TH)
EIDTX(PS,TH)
EIMTX(CC,TH)
EVATX(CC,TH)
EHHTX(HH,TH)
EBT(TH)
;
EHC(HH,CC,TH)$AN(TH)..
    HC(HH,CC,TH) =E= alphah(HH,CC,TH)*HY(HH,TH)/PC(CC,TH)
;
EGC(CC,TH)$AN(TH)..
    GC(CC,TH) =E= alphag(CC,TH)*GY(TH)/PC(CC,TH)
;
EHY(HH,TH)$AN(TH)..
    HY(HH,TH) =E= sli(HH,TH)*W(TH)*TLS(TH)+ski(HH,TH)*SUM(PS,RPS(PS,TH)*K
(PS,TH))+GTH(HH,TH)
;
EGY(TH)$AN(TH)..
    GY(TH) =E= SUM(PS,IDTX(PS,TH))
        + SUM(CC,IMTX(CC,TH))
        + SUM(CC,VATX(CC,TH))
        + SUM(HH,HHTX(HH,TH));
;
EHS(HH,TH)$AN(TH)..
    HS(HH,TH) =E= sh(HH,TH)*HY(HH,TH)
;
EHS(TH)$AN(TH)..
    HSAV(TH) =E= SUM(HH,HS(HH,TH))
;
EGS(TH)$AN(TH)..
    GS(TH) =E= sg(TH)*GY(TH)
;
EGTH(HH,TH)$AN(TH)..

```

```

      GTH(HH, TH) =E= sgth(HH, TH) *GY(TH)
;
      ETSAV(TH) $AN(TH) ..
      TSAV(TH) =E= HSAV(TH) +GS(TH)
;
      ETINV(TH) $AN(TH) ..
      TINV(TH) =E= TSAV(TH)
;
      EINV(TH) $AN(TH) ..
      INV(TH) =E= SUM(CC, PC(CC, TH) *INVCCV(CC, TH))
;
      EINVS(TH) $AN(TH) ..
      INVS(TH) =E= ivs(TH) *TINV(TH)
;
      EINVF(TH) $AN(TH) ..
      INV(TH) =E= TINV(TH) -INV(TH) -INVS(TH)
;
      EINVFC(FC, TH) $AN(TH) ..
      INVFC(FC, TH) =E= sinvfc(FC, TH) *INV(TH)
;
      ESC(CC, TH) $AN(TH) ..
      SC(CC, TH) =E= alphas(CC, TH) *INVS(TH) /PC(CC, TH)
;
      * Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
      EX(PS, TH) $AN(TH) ..
      (1-trps(PS, TH)) *PX(PS, TH) =E= CX(PS, TH)
;
      EU(PS, TH) $AN(TH) ..
      U(PS, TH) =E= (X(PS, TH) /AP(PS, TH)) * (beta(PS, TH) *AP(PS, TH) *CX(PS, TH) /PU
(PS, TH)) **sp(PS, TH)
;
      EV(PS, TH) $AN(TH) ..
      V(PS, TH) =E= (X(PS, TH) /AP(PS, TH)) * (gamma(PS, TH) *AP(PS, TH) *CX(PS, TH) /PV
(PS, TH)) **sp(PS, TH)
;
      EQX(CC, PS, TH) $AN(TH) ..
      QX(CC, PS, TH) =E= ut(CC, PS, TH) *U(PS, TH)
;
      EL(PS, TH) $AN(TH) ..
      L(PS, TH) =E= gammal(PS, TH) *PV(PS, TH) *V(PS, TH) /W(TH)
;
      EK(PS, TH) $AN(TH) ..
      K(PS, TH) =E= gammak(PS, TH) *PV(PS, TH) *V(PS, TH) /RPS(PS, TH)
;
      EQ(CC, TH) $AN(TH) ..
      Q(CC, TH) =E= SUM(PS, vt(PS, CC, TH) *X(PS, TH))
;
      EQD(CC, TH) $AN(TH) ..
      QD(CC, TH) =E= (Q(CC, TH) /AT(CC, TH)) * (epsilon(CC, TH) *AT(CC, TH) *PQ(CC, TH)
/PQD(CC, TH)) **st(CC, TH)
;
      EEXP(CC, TH) $AN(TH) ..

```

```

EXP(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH)) * ((1-epsilon(CC,TH)) * AT(CC,TH) * PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH)) **st(CC,TH)
;
EEXPFC(CC,FC,TH) $AN(TH) ..
EXPFC(CC,FC,TH) =E= sexpfc(CC,FC,TH) * EXP(CC,TH)
;
EQC(CC,TH) $AN(TH) ..
QD(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH)) * (delta(CC,TH) * AA(CC,TH) * PC(CC,TH) / ((1+
trqd(CC,TH)) * PQD(CC,TH))) **sa(CC,TH)
;
EIMP(CC,TH) $AN(TH) ..
IMP(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH)) * ((1-delta(CC,TH)) * AA(CC,TH) * PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH)) **sa(CC,TH)
;
EIMPFC(FC,CC,TH) $AN(TH) ..
IMPFC(FC,CC,TH) =E= simpfc(FC,CC,TH) * IMP(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP0(CC,TH) $AN(TH) ..
PIMP0(CC,TH) =E= SUM(FC,simpfc(FC,CC,TH) * PIMPFC0(FC,CC,TH))
;
EPIMP(CC,TH) $AN(TH) ..
PIMP(CC,TH) =E= (1+trim(CC,TH)) * PIMP0(CC,TH)
;
EPIMPFC0(FC,CC,TH) $AN(TH) ..
PIMPFC0(FC,CC,TH) =E= EXRFC(FC,TH) * wpi(FC,CC,TH)
;
EPC(CC,TH) $AN(TH) ..
QC(CC,TH) =E= SUM(PS,QX(CC,PS,TH)) + SUM(HH,HC(HH,CC,TH)) + GC(CC,TH) + INVCCV
(CC,TH) + SC(CC,TH)
;
EPX(PS,TH) $AN(TH) ..
PX(PS,TH) =E= SUM(CC,vt(PS,CC,TH) * PQ(CC,TH))
;
EPU(PS,TH) $AN(TH) ..
PU(PS,TH) =E= SUM(CC,QX(CC,PS,TH) * PC(CC,TH)) / U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH) $AN(TH) ..
PV(PS,TH) =E= (1/AV(PS,TH)) * (W(TH)/gammal(PS,TH)) **gammal(PS,TH) * (RPS
(PS,TH)/gammak(PS,TH)) **gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH) $AN(TH) ..
PQ(CC,TH) =E= (1/AT(CC,TH)) * (epsilon(CC,TH) **st(CC,TH) * (PQD(CC,TH) ** (1-
st(CC,TH))) + (1-epsilon(CC,TH)) **st(CC,TH) * (PEXP(CC,TH) ** (1-st(CC,TH)))) ** (1/
(1-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH) $AN(TH) ..
PC(CC,TH) =E= ((1/AA(CC,TH)) * (delta(CC,TH) **sa(CC,TH) * (((1+trqd(CC,TH))
* PQD(CC,TH)) ** (1-sa(CC,TH)))
+ (1-delta(CC,TH)) **sa(CC,TH) * (PIMP(CC,TH) ** (1-sa(CC,TH))))
** (1/(1-sa(CC,TH))))
;

```

```

EPEXP(CC,TH)$AN(TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXRFC(FC,TH)$AN(TH)..
    SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXPFC(CC,FC,TH)) =E= SUM(CC,PIMPFC0(FC,CC,TH)*IMPFC
(FC,CC,TH))+INVFC(FC,TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(TH)$AN(TH)..
    SUM(PS,L(PS,TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH)$AN(TH)..
    R(TH) =E= SUM(PS,RPS(PS,TH)*KS(PS,TH))/SUM(PS,KS(PS,TH));
;
ERPS(PS,TH)$AN(TH)..
    K(PS,TH) =E= KS(PS,TH)
;
EPINVPS(PS,TH)$AN(TH)..
    PINVPS(PS,TH) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*SINVCCPSV(CC,PS,TH))
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS0(PS,TH)$ (AN(TH) AND ORD(TH) EQ 1)..
    KS(PS,TH) =E= IK(PS)
;
EKS(PS,TH)$ (AN(TH) AND ORD(TH) GE 2)..
    KS(PS,TH) =E= (INVPSV(PS,TH-1)+(1-DEP(PS,TH-1))*KS(PS,TH-1))
;
EINVPSV(PS,TH)$AN(TH)..
    INVPSV(PS,TH) =E= SUM(CC,INVCCPSV(CC,PS,TH))
;
EINVCCPSV(CC,PS,TH)$AN(TH)..
    INVCCPSV(CC,PS,TH) =E= SINVCCPSV1(CC,PS,TH)*INVCCV(CC,TH)
;
EINVCCV(CC,TH)$AN(TH)..
    PC(CC,TH)*INVCCV(CC,TH) =E= alphai(CC,TH)*TINV(TH)
;
* Cost of production
ECX(PS,TH)$AN(TH)..
    CX(PS,TH) =E= (1/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PU(PS,TH)**(1-sp
(PS,TH)))+gamma(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PV(PS,TH)**(1-sp(PS,TH))))** (1/(1-sp(PS,T
H))))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS,TH)$AN(TH)..
    IDTX(PS,TH) =E= trps(PS,TH)*PX(PS,TH)*X(PS,TH)
;
* Accounting of Import tax

```

```

EIMTX(CC,TH)$AN(TH)..
    IMTX(CC,TH) =E= trim(CC,TH)*PIMP0(CC,TH)*IMP(CC,TH)
;
* Accounting of VA tax
EVATX(CC,TH)$AN(TH)..
    VATX(CC,TH) =E= trqd(CC,TH)*PQD(CC,TH)*QD(CC,TH)
;
* Accounting of Income tax
EHHTX(HH,TH)$AN(TH)..
    HHTX(HH,TH) =E= trhh(HH,TH)*HY(HH,TH)
;
* Balance
EBT(TH)$AN(TH)..
    BT(TH) =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC,TH)*CX(PS,TH)/(1-trps(PS,TH))*X(PS,TH)))
        +SUM(CC,trqd(CC,TH)*PQD(CC,TH)*QD(CC,TH))
        +SUM(CC,PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))
        -SUM((PS,CC),PC(CC,TH)*QX(CC,PS,TH))
        -SUM(CC,PC(CC,TH)*(SUM(HH,HC(HH,CC,TH))+GC(CC,TH)+INVCCV(CC,
TH)+SC(CC,TH)))
        -SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH))
;
Model RD3
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EHSAB.HSAV
EGS.GS
EGTH.GTH
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVFC.INVFC
EINVS.INVS
EINV.INV
ESC.SC
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EEXPFC.EXPFC
EQC.QC
EIMP.IMP
EIMPFC.IMPFC
EPIMP0.PIMP0

```



```

EPIMP.PIMP
EPIMRFC0.PIMRFC0
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXRFC.EXRFC
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS
EKS0.KS
EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EIMTX.IMTX
EVATX.VATX
EHHTX.HHTX
EBT.BT
/;
alphah(HH,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphah(HH,CC,"2010");
sh(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sh(HH,"2010");
alphag(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphag(CC,"2010");
sgth(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sgth(HH,"2010");
sg(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sg("2010");
su(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = su("2010");
sp(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sa(CC,"2010");
alphai(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphai(CC,"2010");
alphas(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gamma(PS,"2010");
gammal(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammal(PS,"2010");
gammak(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = vt(PS,CC,"2010");
SINVCCPSV(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV(CC,PS,"2010");
SINVCCPSV1(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV1(CC,PS,"2010");
trps(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trps(PS,"2010");
trim(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trim(CC,"2010");
trqd(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trqd(CC,"2010");
trhh(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trhh(HH,"2010");

```

```

sli(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sli(HH,"2010");
ski(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ski(HH,"2010");
ivs(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ivs("2010");
sinvfc(FC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sinvfc(FC,"2010");
sexpfc(CC,FC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sexpfc(CC,FC,"2010");
simpfc(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = simpfc(FC,CC,"2010");
AH(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AH(HH,"2010");
AG(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AG("2010");
AI(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AI("2010");
AP(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AT(CC,"2010");
THC(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = THC(HH,"2010");
TGC(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = TGC("2010");
wpi(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpi(FC,CC,"2010");
wpe(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP3("2010");
*-----
* The Dynamic Run
*-----
* Main loop on time -----START
*-----
AN(TH) = 0;
LOOP(TH0$ (ORD(TH0) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1),
AN(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1)=yes;

* Solving model
*-----
RD3.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE RD3 USING MCP;

* Fixing lagged value for next period
KS.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=KS.L(PS,TH);
INVPSV.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=INVPSV.L(PS,TH);
*-----
CURRYEAR=CURRYEAR+1;
display CURRYEAR;
* Starting Values for Next Period Run
*-----
TLS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TLS.L(TH-1);
TKS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TKS.L(TH-1);
LS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LS.L(PS,TH-1);
KS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KS.L(PS,TH-1);
HC.L(HH,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HC.L(HH,CC,TH-1);
GC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GC.L(CC,TH-1);
HE.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HE.L(HH,TH-1);
GE.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GE.L(TH-1);
LI.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LI.L(HH,TH-1);

```

```

KI.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KI.L(HH,TH-1);
HY.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HY.L(HH,TH-1);
GY.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GY.L(TH-1);
HS.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HS.L(HH,TH-1);
GS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GS.L(TH-1);
GTH.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GTH.L(HH,TH-1);
TSAV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TSAV.L(TH-1);
TINV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TINV.L(TH-1);
INVCCV.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVCCV.L(CC,TH-1);
INV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.L(TH-1);
INVPSV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVPSV.L(PS,TH-1);
INVF.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.F.L(TH-1);
INVFC.L(FC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVFC.L(FC,TH-1);
INVS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVS.L(TH-1);
SC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = SC.L(CC,TH-1);
X.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = X.L(PS,TH-1);
U.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = U.L(PS,TH-1);
V.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = V.L(PS,TH-1);
QX.L(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QX.L(CC,PS,TH-1);
XQ.L(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = XQ.L(PS,CC,TH-1);
L.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = L.L(PS,TH-1);
K.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = K.L(PS,TH-1);
IDTX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IDTX.L(PS,TH-1);
IMTX.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMTX.L(CC,TH-1);
VATX.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = VATX.L(CC,TH-1);
HHTX.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HHTX.L(HH,TH-1);
Q.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = Q.L(CC,TH-1);
QD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QD.L(CC,TH-1);
QC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QC.L(CC,TH-1);
PX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PX.L(PS,TH-1);
PINVPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PINVPS.L(PS,TH-1);
PU.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PU.L(PS,TH-1);
PV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PV.L(PS,TH-1);
PQ.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQ.L(CC,TH-1);
PQD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQD.L(CC,TH-1);
PC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PC.L(CC,TH-1);
PEXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PEXP.L(CC,TH-1);
PIMP0.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP0.L(CC,TH-1);
PIMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP.L(CC,TH-1);
PIMPFC0.L(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMPFC0.L(FC,CC,TH-1);
EXRFC.L(FC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXRFC.L(FC,TH-1);
CX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = CX.L(PS,TH-1);
W.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = W.L(TH-1);
R.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = R.L(TH-1);
RPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = RPS.L(PS,TH-1);
EXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXP.L(CC,TH-1);
EXPFC.L(CC,FC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXPFC.L(CC,FC,TH-1);
IMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMP.L(CC,TH-1);
IMPFC.L(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMPFC.L(FC,CC,TH-1);
BT.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = BT.L(TH-1);

```

AN(TH)=no;

```

);
* main loop on time -----END
THC(HH,TH) = SUM(CC,HC.L(HH,CC,TH));
TGC(TH) = SUM(CC,GC.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*TLS.L(TH)+R.L(TH)*TKS.L(TH)+SUM(PS,IDTX.L(PS,TH));
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(SUM(HH,HC.L(HH,CC,TH))+GC.L(CC,TH)+INVCCV.
L(CC,TH)+SC.L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))
-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH))
-SUM(CC,trqd(CC,TH)*PQD.L(CC,TH)*QD.L(CC,TH))

;
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE RD_3 /RD3.CSV/;
put RD_3;
RD_3.PC=5;RD_3.ND=6;RD_3.NZ=1.E-6;RD_3.NW=20;RD_3.PW=450
PUT 'GDP1(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP1(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP2(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP2(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP3(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP3(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'BT(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT BT.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'PC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PC.L(CC,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'PINVPS(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PINVPS.L(PS,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'RHC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L("09",CC,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'UHC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L("10",CC,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'GC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT GC.L(CC,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'TGC(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TGC(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'RHY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HY.L("09",TH));PUT/;PUT/;
PUT 'UHY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HY.L("10",TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GY.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'INVPSV(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT INVPSV.L(PS,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'INVCCV(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT INVCCV.L(CC,TH));PUT/);PUT/;
PUT 'INV(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT INV.L(TH));PUT/;PUT/;

```

```

PUT 'INVF(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT INVF.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'INVS(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT INVS.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'TINV(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TINV.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'TSAV(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TSAV.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'RHS(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HS.L("09",TH));PUT/;PUT/;
PUT 'UHS(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HS.L("10",TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GS(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GS.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'X(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT X.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'U(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT U.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'V(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT V.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'L(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT L.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'TLS(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TLS.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'K(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT K.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'TKS(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TKS.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'Q(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT Q.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'QD(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT QD.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'EXP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT EXP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'IMP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT IMP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'QC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT QC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'IDTX(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT IDTX.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'IMTX(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT IMTX.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'VATX(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT VATX.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'HHTX(HH,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(HH,PUT HH.TL;LOOP(TH,PUT HHTX.L(HH,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PIMP0(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PIMP0.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PIMP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PIMP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;

```

```

PUT 'PX(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PX.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PU(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PU.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PV(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PV.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'CX(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT CX.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'trps(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT trps(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'trim(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT trim(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'trqd(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT trqd(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'trhh(HH,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(HH,PUT HH.TL;LOOP(TH,PUT trhh(HH,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'simpfc(FC,CC)';LOOP(CC,PUT CC.TL);PUT/;
LOOP(FC,PUT FC.TL;LOOP(CC,PUT simpfc(FC,CC,"2010"));PUT/;);PUT/;
PUT 'PC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PQ(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PQ.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PQD(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PQD.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PEXP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PEXP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'EXR(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT EXR.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'W(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT W.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'R(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT R.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'RPS(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT RPS.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'BT(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT BT.L(TH));PUT/;PUT/;

```

第四节 RD4 模型

RD4 模型基于 RD3 模型扩展建立。RD4 模型构建依据的数据是在表 6-3 基础上扩展的表 6-4 的数据。如表 6-4 所示，与表 6-3 不同的是，表 6-4 将劳动力账户进一步划分成农村劳动力、城镇低技能劳动力和城镇高技能劳动力三种。此外，RD4 模型还增加了福利的测算。

一、RD4 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费和投资活动按照 Cobb-Douglas 偏好实现；
2. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
3. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
4. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
5. 居民的总收入等同于其总支出；
6. 政府的总收入等同于其总支出；
7. 价格或汇率可作为基准价格；
8. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
9. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
10. 投资分为投资与存货变动两部分；
11. 两个代表性居民：农村居民和城镇居民；
12. 生产税、进口关税、商品增值税和收入税；
13. 递推动态；
14. 国外分成欧盟、美国和其他世界三个区域；
15. 劳动力分为农村劳动力、城镇低技能劳动力和城镇高技能劳动力；
16. 福利测算。

二、模型的维度分类

<i>PS</i>	产业部门
<i>CC</i>	商品
<i>HH</i>	居民
<i>FC</i>	国外地区
<i>LB</i>	劳动力

表6-4 RD4模型依据的SAM数据表

支出/收入	第一产业		第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	农村劳动力	城镇低技能劳动力	城镇高技能劳动力	资本折旧	农村居民	城镇居民	政府	生产税	进口关税	商品增值税	收入税	EU	US	ROW	总投资	存货变动	第一产业投资	第二产业投资	第三产业投资	资本折旧	第一产业期初资本存量	第二产业期初资本存量	第三产业期初资本存量	总计	
	第一产业	第二产业			488 930 000	5775 808 480																									488 930 000	
第一产业																														5775 808 480		
第二产业																														1 923 851 139		
第三产业																														512 209 609		
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448																6 675 369	10 013 053	16 688 421		97 44 422	129 879	5 385 852	4 956 005						
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745												0				157 980 816	236 984 724	394 974 540		43 804 031	11 837 409	509 106 038	451 700 487				6 644 452 487		
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 222 375																30 137 630	45 206 445	75 344 075		1 286 861		37 185 690	32 992 723				1 982 133 071		
农村劳动力	244 634 643	137 982 577	84 357 403																											566 974 623		
城镇低技能劳动力	24 463 464	229 970 962	10 614 442																											365 048 868		
城镇高技能劳动力	2 718 163	91 988 385	73 742 961																													
资本折旧	14 297 448	614 907 975	545 572 456																											1 684 599 509		
农村居民																														1 174 777 878		
城镇居民																														871 404 633		
政府																														1 631 371 333		
生产税	478 020	270 102 903	114 606 310																											686 732 875		
进口关税					465 592	13 172 880	1 165 639																							385 187 233		
商品增值税					1 802 369	52 691 521	4 662 555																							14 804 111		
收入税																														59 216 444		
EU					4 190 330	118 555 921	10 490 748																							227 525 088		
US					6 285 494	177 833 882	15 736 121																							194 802 815		
ROW					10 475 824	296 389 805	26 226 869																							292 204 222		
总储蓄																														487 007 056		
存货变动																														1 417 002 295		
第一产业投资																														54 835 514		
第二产业投资																														12 831 905		
第三产业投资																																
资本折旧																														551 877 580		
第一产业期初资本存量																																
第二产业期初资本存量																																
第三产业期初资本存量																																
总计	488 930 000	5 775 808 480	923 851 139	512 209 609	6 644 452 487	982 133 071	566 974 623	365 048 868	168 449 509	1 174 777 878	871 404 633	1 631 371 333	686 732 875	385 187 233	14 804 111	59 216 444	227 525 088	194 802 815	292 204 222	487 007 056	417 022 295	54 835 514	12 831 905	551 877 580	469 649 214	12 831 905	551 877 580	469 649 214	9 303 335 074	92 984 288	1 064 599 509	1 684 599 509

三、模型的参数

$Sam11(RSAM, CSAM)$	表 6-4 社会核算矩阵数据
$TRM1(PS, PSV)$	产业部门与不同类型新增资本间的转换矩阵
$TRM2(PS, SKT)$	产业部门与不同类型资本存量间的转换矩阵
$alphah(HH, CC, TH)$	居民消费结构系数
$sh(HH, TH)$	居民储蓄倾向
$alphag(CC, TH)$	政府消费结构系数
$sgth(HH, TH)$	政府对不同居民组的转移支付的比例
$sg(TH)$	政府储蓄倾向
$su(TH)$	效用替代弹性
$sp(PS, TH)$	生产替代弹性
$st(CC, TH)$	转换替代弹性
$sa(CC, TH)$	Armington 函数替代弹性
$alphai(CC, TH)$	投资的商品需求结构系数
$alphas(CC, TH)$	存货变动的商品需求结构系数
$beta(PS, TH)$	生产部门的中间投入系数
$gamma(PS, TH)$	生产部门的要素投入系数
$gammal(LB, PS, TH)$	生产部门的劳动投入系数
$gammak(PS, TH)$	生产部门的资本投入系数
$dep(PS, TH)$	资本折旧率
$delta(CC, TH)$	Armington 假设的替代率
$epsilon(CC, TH)$	CET 假设的替代率
$ut(CC, PS, TH)$	使用表, 表示产业部门中间投入产品的固定比例
$vt(PS, CC, TH)$	供给表, 表示产业部门生产的各产品的固定比例
$trps(PS, TH)$	间接税或生产税率
$trim(CC, TH)$	进口税率
$trqd(CC, TH)$	商品增值税率
$trhh(HH, TH)$	收入税率
$sli(HH, LB, TH)$	不同居民组占全部劳动收入的比例
$ski(HH, TH)$	不同居民组占全部资本收入的比例
$sinccpsv(CC, PS, TH)$	投资矩阵系数

$sinvccpsv1(CC,PS,TH)$	投资矩阵系数
$ivs(TH)$	投资中存货变动所占比例
$sinvfc(FC,TH)$	对国外各地区的投资比例
$sexpfc(CC,FC,TH)$	出口目的地国家的比例
$simpfc(FC,CC,TH)$	来自国外各地区的进口的比例
$IK(PS)$	起点期初资本存量
$AH(HH,TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS,TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AP(PS,TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS,TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC,TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC,TH)$	CET 出口函数的缩放系数
$PC0(CC)$	用于测算福利的基期价格
$HC0(HH,CC)$	用于测算福利的基期居民消费量

四、模型的外生变量

$wpi(CC,TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC,TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THC(TH)$	居民总消费
$TGC(TH)$	政府总消费
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDPI(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$TLS(TH)$	总劳动供给
$TKS(TH)$	总资本存量
$LS(LB,TH)$	各类型劳动供给量
$KS(PS,TH)$	各产业部门资本存量

$HC(HH, CC, TH)$	居民消费量
$GC(CC, TH)$	政府消费量
$GTH(HH, TH)$	政府对不同居民组的转移支付
$HE(HH, TH)$	居民总支出
$GE(TH)$	政府总支出
$LI(HH, LB, TH)$	居民劳动收入
$KI(HH, TH)$	居民资本收入
$HY(HH, TH)$	居民总收入
$GY(TH)$	政府总收入
$HS(HH, TH)$	居民储蓄
$HS AV(TH)$	居民总储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TS AV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资的总商品需求额
$INVCCV(CC, TH)$	投资的商品需求量
$INVPSV(PS, TH)$	对各部门的投资量
$INVCCPSV(CC, PS, TH)$	投资矩阵
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVFC(FC, TH)$	对国外各地区的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SC(CC, TH)$	存货变动量
$X(PS, TH)$	本国生产活动量
$U(PS, TH)$	合成商品中间投入
$V(PS, TH)$	合成要素初始投入
$QX(CC, PS, TH)$	中间商品需求量或使用表
$XQ(PS, CC, TH)$	供给表
$L(LB, PS, TH)$	劳动需求量
$K(PS, TH)$	资本需求量
$IDTX(PS, TH)$	间接税或生产税
$IMTX(CC, TH)$	进口关税

$VATX(CC, TH)$	商品增值税
$HHTX(HH, TH)$	收入税
$Q(CC, TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC, TH)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS, TH)$	本国生产活动的价格
$PU(PS, TH)$	中间投入合成品的价格
$PV(PS, TH)$	合成要素投入的价格
$PINVPS(PS, TH)$	各产业部门投资的价格
$PQ(CC, TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PC(CC, TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PEXP(CC, TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP0(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的税前价格
$PIMP(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的税后价格
$EXR(TH)$	汇率
$PEXPFC(CC, FC, TH)$	出口价格
$PIMPFC0(FC, CC, TH)$	进口税前价格
$PIMPFC(FC, CC, TH)$	进口税后价格
$EXRFC(FC, TH)$	税率
$CX(PS, TH)$	单位生产成本
$W(LB, TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS, TH)$	各产业部门的资本回报率
$EXP(CC, TH)$	出口品的数量
$IMP(CC, TH)$	进口品的数量
$EXPFC(CC, FC, TH)$	分地区的出口品数量
$IMPFC(FC, CC, TH)$	分地区的进口品数量
$PUY(HH, TH)$	效用或总消费的价格
$UY(HH, TH)$	居民效用
$UY0(HH, TH)$	基期的居民效用

$PUY(HH,TH)$	居民效用的价格
$PUY0(HH,TH)$	基期的居民效用的价格
$WEV(HH,TH)$	等价变化福利 EV (绝对变化)
$WCV(HH,TH)$	补偿变化福利 CV (绝对变化)
$WEVI(HH,TH)$	等价变化福利 EV (相对变化)
$WCVI(HH,TH)$	补偿变化福利 CV (相对变化)

七、RD4 模型的变量关系流程

RD4 模型在 RD3 模型的基础上将劳动力细分成农村劳动力 L_1 、城镇低技能劳动力 L_2 和城镇高技能劳动力 L_3 三种，其他部分未变。具体见图 6-4。

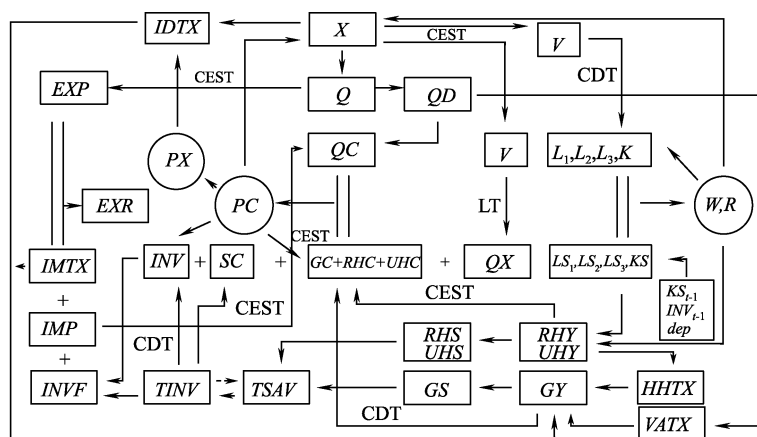


图 6-4 RD4 模型变量关系流程

八、模型结构方程

1. 居民消费量 ($HC(HH,CC,TH)$)

$$HC(HH,CC,TH) = \frac{\alpha_h(HH,CC,TH) \cdot HY(HH,TH)}{PC(CC,TH)}$$

2. 政府消费量 ($GC(CC,TH)$)

$$GC(CC,TH) = \frac{\alpha_g(CC,TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC,TH)}$$

3. 居民收入 ($HY(HH,TH)$)

居民收入由居民收支相等确定。

$$HY(HH,TH) = \sum_{LB} sli(HH, LB, TH) \cdot W(LB, TH) \cdot LS(LB, TH) + ski(HH, TH) \cdot \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH) + GTH(HH, TH)$$

4. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入之和。

$$GY(TH) = \sum_{PS} IDTX(PS, TH) + \sum_{CC} IMTX(CC, TH) + \sum_{CC} VATX(CC, TH) + \sum_{HH} HHTX(HH, TH)$$

5. 居民储蓄 ($HS(HH, TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(HH, TH) = sh(HH, TH) \cdot HY(HH, TH)$$

6. 居民总储蓄 ($HS(TH)$)

$$HS(TH) = \sum_{HH} HS(HH, TH)$$

7. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

8. 总储蓄 ($TS(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TS(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

9. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TS(TH)$$

10. 投资活动对商品的总需求额 ($INV(TH)$)

这是一个价值量指标。投资活动对商品的需求额等于相应的需求量乘以商品价格。

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

11. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

12. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - INV(TH) - INVS(TH)$$

13. 存货变动对商品的需求量 ($SC(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SC(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

14. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

15. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

16. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产

这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

17. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

18. 劳动初始投入 ($L(LB, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

这是一个实物量指标。

$$L(LB, PS, TH) = \gamma_l(LB, PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(LB, TH)}$$

19. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

20. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

21. 本国生产在本国销售的产品的数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

22. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

23. 对各地区出口品的数量 ($EXPFC(CC, FC, TH)$)

这是一个实物量指标, 等于总出口品数量在各国间的分解。

$$EXPFC(CC, FC, TH) = sexpfc(CC, FC, TH) \cdot EXP(CC, TH)$$

24. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QC(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{(1 + trqd(CC, TH)) \cdot PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

25. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

26. 自各国进口品的数量 ($IMPFC(FC, CC, TH)$)

这是总进口品数量在各国间的分解。

$$IMPFC(FC, CC, TH) = simpfc(FC, CC, TH) * IMP(CC, TH)$$

27. 以本国货币表示的进口品的税前价格 ($PIMP0(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品的税前价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP0(CC, TH) = \sum_{FC} simpfc(FC, CC, TH) * PIMPFC0(FC, CC, TH)$$

28. 以本国货币表示的进口品的税后价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品的税后价格由进口关税决定。

$$PIMP(CC, TH) = (1 + trim(CC, TH)) * PIMP0(CC, TH)$$

29. 进口品的税前价格 ($PIMPFC0(FC, CC, TH)$)

进口品的税前价格由外生的世界各地进口价格与汇率决定。

$$PIMPFC0(FC, CC, TH) = EXRFC(FC, TH) * wpi(FC, CC, TH)$$

30. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)$$

31. 本国生产活动的价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} vt(PS, CC) * PQ(CC, TH)$$

32. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS, TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS, TH) * PC(CC, TH)}{U(PS, TH)}$$

33. 合成要素投入的价格 ($PV(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS, TH) = \left(\frac{1}{AV(PS, TH)} \right) * \prod_{LB} \left(\frac{W(LB, TH)}{\gamma_l(LB, PS, TH)} \right)^{\gamma_l(LB, PS, TH)} * \left(\frac{RPS(PS, TH)}{\gamma_k(PS, TH)} \right)^{\gamma_k(PS, TH)}$$

34. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC, TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC, TH) = \left(\frac{1}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH)^{st(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} + (1 - \varepsilon(CC, TH))^{st(CC, TH)} \cdot PEXP(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC, TH)}}$$

35. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC, TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot ((1 + trqd(CC, TH)) \cdot PQD(CC, TH))^{1-sa(CC, TH)} + (1 - \delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \cdot PIMP(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC, TH)}}$$

36. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC, TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定, 不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

37. 国际贸易闭合 ($EXRFC(FC, TH)$)

这是一个一般均衡条件, 决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来, 作为或不作为基准价格。如果是前者, 则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡; 如果是后者, 则国际收支平衡变成等式, 不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXPFC(CC, FC, TH) = \sum_{CC} PIMPFC0(FC, CC, TH) \cdot IMPFC(FC, CC, TH) + INVFC(FC, TH)$$

38. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(LB, TH)$)

这是一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的劳动力价格 (可被作为基准价格, 或仅仅外生给定)。

$$\sum_{PS} L(LB, PS, TH) = LS(LB, TH)$$

39. 各资本市场资本的平均价格 ($R(TH)$)

这是一个衍生价格，由各产业部门的资本价格以资本存量比重为权数加权平均算出。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

40. 各产业部门资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

41. 各产业部门投资活动的价格 ($PINVPS(PS, TH)$)

各产业部门投资活动的价格由投资矩阵系数及商品价格算出。

$$PINVPS(PS, TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot sinvccpsv(CC, PS, TH)$$

42. 各产业部门的期末资本存量 ($KS(PS, TH)$)

各产业部门的期末资本存量等于期初资本存量减去折旧加上新增资本。

$$KS(PS, TH) = (1 - dep(PS, TH - 1)) \cdot KS(PS, TH - 1) + INVPSV(PS, TH - 1)$$

43. 各产业部门的投资量 ($INVPSV(PS, TH)$)

各产业部门的投资活动的商品需求量等于各产业投资活动对于不同商品的需求量按照商品种类合并的量。

$$INVPSV(PS, TH) = \sum_{CC} INVCCPSV(CC, PS, TH)$$

44. 投资矩阵 ($INVCCPSV(CC, PS, TH)$)

各产业部门的投资活动对不同商品的需求量等于总投资活动的商品需求量按照投资矩阵系数分解的量。

$$INVCCPSV(CC, PS, TH) = sinvccpsv1(CC, PS, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

45. 投资活动的商品需求量 ($INVCCV(CC, TH)$)

投资活动对各种商品的需求量等于总投资支出的固定比例分配的投资支出除以商品价格。

$$INVCCV(CC, TH) = \frac{\alpha_i(CC, TH) \cdot TINV(TH)}{PC(CC, TH)}$$

46. 生产活动成本 ($CX(PS,TH)$)

$$CX(PS,TH) = AP(PS,TH)^{-1} \cdot \left(\beta(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PU(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} + \gamma(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PV(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS,TH)}}$$

如果没有生产税，则 $CX=PX$ 。

47. 间接税 ($IDTX(PS,TH)$)

$$IDTX(PS,TH) = it(PS,TH) \cdot PX(PS,TH) \cdot X(PS,TH)$$

48. 进口关税 ($IMTX(CC,TH)$)

$$IMTX(CC,TH) = trim(CC,TH) \cdot PIMP0(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

49. 商品增值税 ($VATX(CC,TH)$)

$$VATX(CC,TH) = trqd(CC,TH) \cdot PQD(CC,TH) \cdot QD(CC,TH)$$

50. 收入税 ($HHTX(HH,TH)$)

$$HHTX(HH,TH) = trhh(HH,TH) \cdot HY(HH,TH)$$

51. 居民效用 ($UY(HH,TH)$)

$$UY(HH,TH) = AH(HH,TH) \cdot \prod_{CC} HC(HH,CC,TH)^{\alpha_h(HH,CC,TH)}$$

52. 基期的居民效用 ($UY0(HH,TH)$)

$$UY0(HH,TH) = AH(HH,TH) \cdot \prod_{CC} HC0(HH,CC)^{\alpha_h(HH,CC,TH)}$$

53. 居民效用的价格 ($PUY(HH,TH)$)

$$PUY(HH,TH) = \frac{1}{AH(HH,TH)} \cdot \prod_{CC} \frac{PC(CC,TH)^{\alpha_h(HH,CC,TH)}}{\alpha_h(HH,CC,TH)}$$

54. 基期的居民效用的价格 ($PUY0(HH,TH)$)

$$PUY0(HH,TH) = \frac{1}{AH(HH,TH)} \cdot \prod_{CC} \frac{PC0(CC,TH)^{\alpha_h(HH,CC,TH)}}{\alpha_h(HH,CC,TH)}$$

55. 绝对等价变化福利 ($WEV(HH,TH)$)

$$WEV(HH,TH) = (UY(HH,TH) - UY0(HH,TH)) \cdot PUY0(HH,TH)$$

56. 绝对补偿变化福利 ($WCV(HH,TH)$)

$$WCV(HH,TH) = (UY(HH,TH) - UY0(HH,TH)) \cdot PUY(HH,TH)$$

57. 相对等价变化福利 ($WEV1(HH,TH)$)

$$WEV1(HH,TH) = \left(\frac{UY(HH,TH)}{UY0(HH,TH)} - 1 \right) \cdot PUY0(HH,TH) \cdot UY0(HH,TH)$$

58. 相对补偿变化福利 ($WCV1(HH,TH)$)

$$WCV1(HH,TH) = \left(\frac{UY(HH,TH)}{UY0(HH,TH)} - 1 \right) \cdot PUY(HH,TH) \cdot UY(HH,TH)$$

59. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned} BT(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{1 - trps(PS, TH)} \cdot X(PS, TH) + \sum_{CC} trqd(CC, TH) \cdot \\ & PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) - \\ & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\ & (HC(CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)) - \\ & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) \end{aligned}$$

60. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$\begin{aligned} GDP1(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} PQ(CC, TH) \cdot vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH) - \\ & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) \\ GDP2(TH) = & \sum_{LB} W(LB, TH) \cdot L(LB, TH) + R(TH) \cdot \sum_{PS} K(PS, TH) + \sum_{PS} IDTX(PS, TH) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 GDP3(TH) = & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\
 & \left(\sum_{HH} HC(HH, CC, TH) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH) \right) + \\
 & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\
 & \sum_{CC} trqd(CC, TH) \cdot PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH)
 \end{aligned}$$

九、RD4 模型的 GAMS 程序

```

*-----
* This is an extension of RD3 model
* The data is based on SAM11 data table
* -----
* The RD4 model
*-----

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 5
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Rural Labour
08 Urban Unskilled Labour
09 Urban Skilled Labour
10 Capital rent
11 Rural household
12 Urban household
13 Government
14 Production tax
15 Import tax
16 VAT
17 Income tax
18 EU
19 US
20 ROW
21 New capital from part of savings or investment
22 New stock from part of savings or investment
23 Investment to sector 1
24 Investment to sector 2

```

```

25 Investment to sector 3
26 Depreciation of capital
27 Stock of Capital Type 1
28 Stock of Capital Type 2
29 Stock of Capital Type 3
30 Sum
/
;
SETS
PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
CC(RSAM) Commodities /04*06/
LB(RSAM) Labour /07*09/
HH(RSAM) Households /11*12/
TX(RSAM) Taxes /14*17/
PT(RSAM) Production Tax /14/
IMT(RSAM) Import tariff /15/
VAT(RSAM) Value Added Tax /16/
DT(RSAM) Income Tax /17/
FC(RSAM) Foreign countries /18*20/
PSV(RSAM) Investment to sectors /23*25/
SKT(RSAM) Stock of Capital Type /27*29/
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2015/
;
SET AN(TH);
AN(TH)=yes;
SET BY(TH) Base Year /2010/;
PARAMETER LAST;
LAST=12;
PARAMETER ENDYEAR;
ENDYEAR=2010;
PARAMETER INITYEAR;
INITYEAR=2010;
PARAMETER CURRYEAR;
CURRYEAR=2010;

ALIAS(RSAM,CSAM)
ALIAS(PS,PS1)
ALIAS(CC,CC1)
ALIAS(HH,HH1)
ALIAS(LB,LB1)
ALIAS(TH,TH0)
;
*-----
*The Model Variables and Parameters
*-----
PARAMETERS
SAM11(RSAM,CSAM)          SAM11 data
TRM1(PS,PSV)              TRAnspose Matrix 1
TRM2(PS,SKT)              TRAnspose Matrix 2
alphah(HH,CC,TH)          Compositiion of Rural Household consumption
sh(HH,TH)                  Saving propensity of Household

```

alphag(CC, TH)	Composition of Government consumption
sgth(HH, TH)	Share of government transfers among household
sg(TH)	Saving propensity of Government
su(TH)	Substitution elasticity of Utility
sp(PS, TH)	Substitution elasticity of Production
st(CC, TH)	Substitution elasticity of Transformation function
sa(CC, TH)	Substitution elasticity of Amington function
alphai(CC, TH)	Investment use of commodity
alphas(CC, TH)	Stock use of commodity
beta(PS, TH)	Use Table of intermediate inputs or uses
gamma(PS, TH)	Value share of Factor Input
gammal(LB, PS, TH)	Value share of Labour Input
gammak(PS, TH)	Value share of Capital Input
dep(PS, TH)	Depreciation rate of capital
delta(CC, TH)	Substitution rate of Armington assumption
epsilon(CC, TH)	Substitution rate of transformation assumption
ut(CC, PS, TH)	Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input	
vt(PS, CC, TH)	Make Table of production supply
trps(PS, TH)	Rate of Production Tax by sector
trim(CC, TH)	Rate of Import tax by commodity
trqd(CC, TH)	Rate of VAT on domestic product sold in domestic
markets	
trhh(HH, TH)	Rate of Direct Tax by household
sli(HH, LB, TH)	Share of Labour Income
ski(HH, TH)	Share of Capital Income
sinvcpsv(CC, PS, TH)	Investment matrix
sinvcpsvl(CC, PS, TH)	Investment matrix
ivs(TH)	Proportion of investment in stock
sinvfc(FC, TH)	Composition of investment to countries
sexpfc(CC, FC, TH)	Composition of export to countries
simpfc(FC, CC, TH)	Composition of import from countries
IK(PS)	Initial period capital stock
AH(HH, TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for household	
AG(TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government	
AI(TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor	
AP(PS, TH)	Scaling parameter of CES production function for
producer	
AV(PS, TH)	Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs	
AA(CC, TH)	Scaling parameter of Armington function
AT(CC, TH)	Scaling parameter of Transformation function
THC(HH, TH)	Total Household consumption
TGC(TH)	Total Government consumption
wpi(FC, CC, TH)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC, TH)	World Price of Export at foreign currency
GDP1(TH)	GDP by production method
GDP2(TH)	GDP by income method
GDP3(TH)	GDP by expenditure method

PC0(CC)	PC in base case to calculate EV
HC0(HH,CC)	Household consumption in base case to calculate EV
;	
VARIABLES	
TLS(TH)	Total Labour Stock or endowment
TKS(TH)	Total Capital Stock
LS(LB,TH)	Labour Stock or endowment by type
KS(PS,TH)	Capital Stock by sector
HC(HH,CC,TH)	Household Consumption in value
GC(CC,TH)	Government Consumption
GTH(HH,TH)	Government Transfer to Household
HE(HH,TH)	Household Expenditure
GE(TH)	Government Expenditure
LI(HH,LB,TH)	Household Labour Income
KI(HH,TH)	Household Capital Income
HY(HH,TH)	Household Income
GY(TH)	Government Income
HS(HH,TH)	Household Savings
HSAB(TH)	Household SAVings
GS(TH)	Government Savings
TSAB(TH)	Total SAVings
TINV(TH)	Total INVestment
INV(TH)	Investment in value
INVCCV(CC,TH)	Investment by commodity
INVPSV(PS,TH)	Investment by producer
INVCCPSV(CC,PS,TH)	Investment by commodity and by producer
INVF(TH)	Investment to abroad
INVFC(FC,TH)	Investment to abroad
INVS(TH)	Investment in Stock
SC(CC,TH)	Stock Change by commodity
X(PS,TH)	Activity of domestic production
U(PS,TH)	Use of composite intermediate input
V(PS,TH)	Use of composite factor input
QX(CC,PS,TH)	Use table or Intermediate demand of commodity by producer
XQ(PS,CC,TH)	Make table
L(LB,PS,TH)	Labour demand by producer
K(PS,TH)	Capital demand by producer
IDTX(PS,TH)	Production Taxes by producer
IMTX(CC,TH)	Import Taxes by commodity
VATX(CC,TH)	Sales Taxes on domestic commodity sold in domestic markets
HHTX(HH,TH)	Direct Taxes by household
Q(CC,TH)	Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC,TH)	Quantity of domestic commodity sold in domestic market
QC(CC,TH)	Quantity of Composite commodity supplied to domestic market
PX(PS,TH)	Price for activity of domestic production
PU(PS,TH)	Price of composite intermediate input
PV(PS,TH)	Price of composite factor input
PINVPS(PS,TH)	Price for investment

PQ(CC,TH)	Price of domestically-produced commodity
PQD(CC,TH)	Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market	
PC(CC,TH)	Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market	
PEXP(CC,TH)	Price of EXPort at local currency
PIMP0(CC,TH)	Price of IMPort without tariff
PIMP(CC,TH)	Price of IMPort at local currency with tariff
EXR(TH)	Exchange Rate
PEXPFC(CC,FC,TH)	Price of EXPort at local currency
PIMPFC0(FC,CC,TH)	Price of IMPort without tariff
PIMPFC(FC,CC,TH)	Price of IMPort at local currency with tariff
EXRFC(FC,TH)	Exchange rate by country
CX(PS,TH)	Cost of producer
W(LB,TH)	Wage rate
R(TH)	Rental rate
RPS(PS,TH)	Rental rates by producer
EXP(CC,TH)	EXPort
IMP(CC,TH)	IMPort
EXPFC(CC,FC,TH)	EXPort
IMPFC(FC,CC,TH)	IMPort
BT(TH)	Balance of Trade
UY(HH,TH)	Household Utility
UY0(HH,TH)	Utility by household in base case
PUY(HH,TH)	Price of Household Utility or aggregate consumption
PUY0(HH,TH)	Price of Household Utility or aggregate consumption
in base case	
WEV(HH,TH)	Welfare of Equivalent Variation (absolute difference)
WCV(HH,TH)	Welfare of Compensate Variation (absolute difference)
WEV1(HH,TH)	Welfare of Equivalent Variation (relative difference)
WCV1(HH,TH)	Welfare of Compensate Variation (relative difference)
;	
*-----	
*The Data Files	
*-----	
\$libinclude xliimport SAM11 sam2007.xls SAM11!a1:AG35	
*-----	
* Data and Calibration	
*-----	
TRM1(PS,PSV) = 0\$(ORD(PS) NE ORD(PSV))+1\$(ORD(PS) EQ ORD(PSV));	
TRM2(PS,SKT) = 0\$(ORD(PS) NE ORD(SKT))+1\$(ORD(PS) EQ ORD(SKT));	
su(TH) = 0.8;	
sp(PS,TH) = 0.8;	
st(CC,TH) = 0.8;	
sa(CC,TH) = 0.8;	
*dep(PS,TH) = 0.05;	
wpi(FC,CC,TH) = 1;	
wpe(CC,TH) = 1;	
INVCCPSV.L(CC,PS,BY) = SUM(PSV,TRM1(PS,PSV)*SAM11(CC,PSV));	
INVCCV.L(CC,BY) = SUM(PS,INVCCPSV.L(CC,PS,"2010"));	
INVPSV.L(PS,BY) = SUM(CC,INVCCPSV.L(CC,PS,BY));	
sinvccpsv(CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L(CC,PS,BY)/INVPSV.L(PS,BY))\$(INVPSV.L(PS,BY)	

```

NE 0.)+0.;
    sinvccpsv1(CC,PS,BY) = (INVCCPSV.L(CC,PS,BY)/INVCCV.L(CC,BY))$(INVCCV.L(CC,BY)
NE 0.)+0.;
    QX.L(CC,PS,BY) = SAM11(CC,PS);
    U.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY));
    L.L(LB,PS,BY) = SAM11(LB,PS);
    LS.L(LB,BY) = SUM(PS,L.L(LB,PS,BY));
    TLS.L(BY) = SUM(LB,LS.L(LB,BY));
    KS.L(PS,BY) = SUM(SKT,TRM2(PS,SKT)*SAM11(SKT,"30"));
    K.L(PS,BY) = KS.L(PS,BY);
    TKS.L(BY) = SUM(PS,K.L(PS,BY));
    dep(PS,BY) = SUM(SKT,TRM2(PS,SKT)*SAM11("26",SKT)/SAM11("30",SKT));
    IDTX.L(PS,TH) = SAM11("14",PS);
    IMTX.L(CC,TH) = SAM11("15",CC);
    VATX.L(CC,TH) = SAM11("16",CC);
    HHTX.L(HH,TH) = SAM11("17",HH);
    W.L(LB,BY) = SUM(PS,L.L(LB,PS,BY))/LS.L(LB,BY);
    RPS.L(PS,BY) = SAM11("10",PS)/KS.L(PS,BY);
    R.L(BY) = SUM(PS,RPS.L(PS,BY)*KS.L(PS,BY))/TKS.L(BY);
    V.L(PS,BY) = SUM(LB,L.L(LB,PS,BY))+SAM11("10",PS);
    HC.L(HH,CC,TH) = SAM11(CC,HH);
    HC0(HH,CC) = HC.L(HH,CC,"2010");
    HS.L(HH,TH) = SAM11("21",HH);
    HE.L(HH,TH) = SAM11("30",HH);
    LI.L(HH,LB,TH) = SAM11(HH,LB);
    KI.L(HH,TH) = SAM11(HH,"10");
    GTH.L(HH,BY) = SAM11(HH,"13");
    HY.L(HH,BY) = SUM(LB,LI.L(HH,LB,BY))+KI.L(HH,BY)+GTH.L(HH,BY);
    HSAV.L(TH) = SUM(HH,HS.L(HH,TH));
    GC.L(CC,BY) = SAM11(CC,"13");
    GS.L(BY) = SAM11("21","13");
    GE.L(BY) = SAM11("30","13");
    GY.L(BY) = SUM(PS,IDTX.L(PS,BY))
        +SUM(CC,IMTX.L(CC,BY))
        +SUM(CC,VATX.L(CC,BY))
        +SUM(HH,HHTX.L(HH,BY));
    TSAV.L(BY) = SUM(HH,HS.L(HH,BY))+GS.L(BY);
    INV.L(BY) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,BY));
    INVFC.L(FC,BY) = SAM11(FC,"21");
    INVFL(BY) = SUM(FC,INVFC.L(FC,BY));
    sinvfc(FC,BY) = INVFC.L(FC,BY)/INVFL(BY);
    INVS.L(BY) = SAM11("22","21");
    TINV.L(BY) = SAM11("30","21");
    SC.L(CC,BY) = SAM11(CC,"22");
    X.L(PS,BY) = SAM11(PS,"30");
    XQ.L(PS,CC,BY) = SAM11(PS,CC);
    Q.L(CC,BY) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,BY));
    EXPFC.L(CC,FC,BY) = SAM11(CC,FC);
    EXP.L(CC,BY) = SUM(FC,EXPFC.L(CC,FC,BY));
    sexpfc(CC,FC,BY) = EXPFC.L(CC,FC,BY)/EXP.L(CC,BY);
    QD.L(CC,BY) = Q.L(CC,BY)-EXP.L(CC,BY);
    IMPFC.L(FC,CC,BY) = SAM11(FC,CC);

```

```

IMP.L(CC,BY) = SUM(FC,IMPFC.L(FC,CC,BY));
simpfc(FC,CC,BY) = IMPFC.L(FC,CC,BY)/IMP.L(CC,BY);
QC.L(CC,BY) = QD.L(CC,BY)+VATX.L(CC,BY)+IMTX.L(CC,BY)+IMP.L(CC,BY);
PX.L(PS,BY) = 1;
PC.L(CC,BY) = 1;
PC0(CC) = PC.L(CC,"2010");
PU.L(PS,BY) = 1;
PU.L(PS,BY) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY)*PC.L(CC,BY))/U.L(PS,BY);
PV.L(PS,BY) = 1;
PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvcpsv(CC,PS,"2010"));
PQ.L(CC,BY) = 1;
PQD.L(CC,BY) = 1;
PEXP.L(CC,BY) = 1;
PIMP0.L(CC,BY) = 1;
EXR.L(BY) = 1;
PEXPFC.L(CC,FC,BY) = 1;
PIMPFC0.L(FC,CC,BY) = 1;
EXRFC.L(FC,BY) = 1;
PUY.L(HH,BY) = 1;
BT.L(BY) = 0;

alphah(HH,CC,BY) = HC.L(HH,CC,BY)/HE.L(HH,BY);
sh(HH,BY) = HS.L(HH,BY)/HE.L(HH,BY);
alphag(CC,BY) = GC.L(CC,BY)/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
sgth(HH,BY) = GTH.L(HH,BY)/GE.L(BY);
alphai(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = SC.L(CC,BY)/INVS.L(BY);
trps(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
trqd(CC,BY) = VATX.L(CC,BY)/QD.L(CC,BY);
trim(CC,BY) = (IMTX.L(CC,BY)/IMP.L(CC,BY))*(IMP.L(CC,BY) NE 0)
              +0$(IMP.L(CC,BY) EQ 0);
PIMP.L(CC,BY) = (1+trim(CC,BY))*PIMP0.L(CC,BY);
PIMPFC.L(FC,CC,BY) = (1+trim(CC,BY))*PIMPFC0.L(FC,CC,BY);
trhh(hh,BY) = HHTX.L(HH,BY)/HY.L(HH,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
;
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
;
gammal(LB,PS,BY) = L.L(LB,PS,BY)/V.L(PS,BY);
;
gammak(PS,BY) = 1-SUM(LB,gammal(LB,PS,BY));
;
delta(CC,BY) = ((1+trqd(CC,BY))*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))/
              ((1+trqd(CC,BY))*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))
              +PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)));
;
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))/
              (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,

```

```

BY)**(1/st(CC,BY)))
;
ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
sli(HH,LB,BY) = LI.L(HH,LB,BY)/SUM(HH1,LI.L(HH1,LB,BY));
ski(HH,BY) = KI.L(HH,BY)/SUM(HH1,KI.L(HH1,BY));
*HY.L(HH,TH) = SUM(LB,sli(HH,LB,TH)*W.L(LB,TH)*LS.L(LB,TH))+ski(HH,TH)*SUM
(PS,RPS.L(PS,TH)*K.L(PS,TH))+GTH.L(HH,TH)
HY.L(HH,TH) = SUM(LB,sli(HH,LB,TH)*W.L(LB,TH)*LS.L(LB,TH));
AH(HH,BY) = HE.L(HH,BY)/PROD(CC,HC.L(HH,CC,BY)**alphah(HH,CC,BY))
;
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GC.L(CC,BY)**alphag(CC,BY))
;
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY))
;
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1))
;
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(PROD(LB,L.L(LB,PS,BY)**gammal(LB,PS,BY))*K.L(PS,
BY)**gammak(PS,BY))
;
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1))
;
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))+(1-
epsilon(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1))
;
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,BY) = (1/AP(PS,BY))*(beta(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PU.L(PS,BY)**(1-sp(PS,
BY))))
+gamma(PS,BY)**sp(PS,BY)*(PV.L(PS,BY)**(1-sp(PS,
BY))))*(1/(1-sp(PS,BY)))
;
THC(HH,BY) = SUM(CC,HC.L(HH,CC,BY));
TGC(BY) = SUM(CC,GC.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
GDP2(BY) = SUM(LB,W.L(LB,BY)*LS.L(LB,BY))+R.L(BY)*TKS.L(BY)+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(SUM(HH,HC.L(HH,CC,BY))+GC.L(CC,BY)+INVCCV.
L(CC,BY)+SC.L(CC,BY))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))
-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY))
-SUM(CC,trqd(CC,BY)*PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY))
;
UY.L(HH,BY) = AH(HH,BY)*SUM(CC,alphah(HH,CC,BY)*(HC.L(HH,CC,BY)**(1-1/su
(BY))))*(su(BY)/(su(BY)-1));
UY0.L(HH,BY) = AH(HH,BY)*SUM(CC,alphah(HH,CC,BY)*(HC0(HH,CC)**(1-1/su(BY))))
**su(BY)/(su(BY)-1));
PUY.L(HH,BY) = (1/AH(HH,BY))*SUM(CC,(alphah(HH,CC,BY)**su(BY))*(PC.L(CC,
BY)**(1-su(BY))))*(1/(1-su(BY)));
PUY0.L(HH,BY) = (1/AH(HH,BY))*SUM(CC,(alphah(HH,CC,BY)**su(BY))*(PC0(CC)
**su(BY))))*(1/(1-su(BY)));
WEV.L(HH,BY) = (UY.L(HH,BY)-UY0.L(HH,BY))*PUY0.L(HH,BY);

```

```

WCV.L(HH,BY) = (UY.L(HH,BY)-UYO.L(HH,BY))*PUY.L(HH,BY);
WEV1.L(HH,BY) = (UY.L(HH,BY)/UYO.L(HH,BY))*PUYO.L(HH,BY);
WCV1.L(HH,BY) = (UY.L(HH,BY)/UYO.L(HH,BY))*PUY.L(HH,BY);

```

```

IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",BY) = 1;
W.L(LB,TH) = 1.1;
R.L(TH) = 1.2*R.L("2010");
LS.FX(LB,TH) = LS.L(LB,"2010");
TKS.FX(TH) = TKS.L("2010");

```

```

*-----
*Equations
*-----

```

```

Equations
EHC(HH,CC,TH)
EGC(CC,TH)
EUY(HH,TH)
EHY(HH,TH)
EGY(TH)
EHS(HH,TH)
EHSAB(TH)
EGS(TH)
EGTH(HH,TH)
ETSAV(TH)
ETINV(TH)
EINVFC(FC,TH)
EINVS(TH)
EINV(TH)
EKS0(PS,TH)
EKS(PS,TH)
EINVPSV(PS,TH)
EINVCCPSV(CC,PS,TH)
EINVCCV(CC,TH)
ESC(CC,TH)
EX(PS,TH)
EU(PS,TH)
EV(PS,TH)
EQX(CC,PS,TH)
EL(LB,PS,TH)
EK(PS,TH)
EQ(CC,TH)
EQD(CC,TH)
EEXP(CC,TH)
EEXPFC(CC,FC,TH)
EQC(CC,TH)
EIMP(CC,TH)
EIMPFC(FC,CC,TH)
EPIMP0(CC,TH)
EPIMP(CC,TH)
EPIMPFC0(FC,CC,TH)
EPC(CC,TH)

```

```

EPX (PS, TH)
EPU (PS, TH)
EPV (PS, TH)
EPQ (CC, TH)
EPQD (CC, TH)
EPEXP (CC, TH)
EPEXPFC (CC, FC, TH)
EEXRFC (FC, TH)
EW (LB, TH)
ER (TH)
ERPS (PS, TH)
EPINVPS (PS, TH)
ECX (PS, TH)
EIDTX (PS, TH)
EIMTX (CC, TH)
EVATX (CC, TH)
EHHTX (HH, TH)
EPUY (HH, TH)
EBT (TH)
EUY (HH, TH)
EUY0 (HH, TH)
EPUY (HH, TH)
EPUY0 (HH, TH)
EWEV (HH, TH)
EWCV (HH, TH)
EWEV1 (HH, TH)
EWCV1 (HH, TH)
;
EHC (HH, CC, TH) $AN (TH) ..
    HC (HH, CC, TH) =E= alphah (HH, CC, TH) *HY (HH, TH) /PC (CC, TH)
;
EGC (CC, TH) $AN (TH) ..
    GC (CC, TH) =E= alphag (CC, TH) *GY (TH) /PC (CC, TH)
;
EHY (HH, TH) $AN (TH) ..
    HY (HH, TH) =E= SUM (LB, sli (HH, LB, TH) *W (LB, TH) *LS (LB, TH) ) +ski (HH, TH) *SUM (PS,
RPS (PS, TH) *K (PS, TH) ) +GTH (HH, TH)
;
EGY (TH) $AN (TH) ..
    GY (TH) =E= SUM (PS, IDTX (PS, TH) )
        + SUM (CC, IMTX (CC, TH) )
        + SUM (CC, VATX (CC, TH) )
        + SUM (HH, HHTX (HH, TH) ) ;
;
EHS (HH, TH) $ (AN (TH) ) ..
    HS (HH, TH) =E= sh (HH, TH) *HY (HH, TH)
;
EHS AV (TH) $AN (TH) ..
    HSAV (TH) =E= SUM (HH, HS (HH, TH) )
;
EGS (TH) $AN (TH) ..

```

```

    GS (TH) =E= sg (TH) *GY (TH)
;
EGTH (HH, TH) $AN (TH) ..
    GTH (HH, TH) =E= sgth (HH, TH) *GY (TH)
;
ETSAV (TH) $AN (TH) ..
    TSAV (TH) =E= HSAV (TH) +GS (TH)
;
ETINV (TH) $AN (TH) ..
    TINV (TH) =E= TSAV (TH)
;
EINV (TH) $AN (TH) ..
    INV (TH) =E= SUM (CC, PC (CC, TH) *INVCCV (CC, TH) )
;
EINVS (TH) $AN (TH) ..
    INVS (TH) =E= ivs (TH) *TINV (TH)
;
EINVF (TH) $AN (TH) ..
    INVFC (TH) =E= TINV (TH) -INV (TH) -INVS (TH)
;
EINVFC (FC, TH) $AN (TH) ..
    INVFC (FC, TH) =E= sinvfc (FC, TH) *INVFC (TH)
;
ESC (CC, TH) $AN (TH) ..
    SC (CC, TH) =E= alphas (CC, TH) *INVS (TH) /PC (CC, TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX (PS, TH) $AN (TH) ..
    (1-trps (PS, TH) ) *PX (PS, TH) =E= CX (PS, TH)
;
EU (PS, TH) $AN (TH) ..
    U (PS, TH) =E= (X (PS, TH) /AP (PS, TH) ) * (beta (PS, TH) *AP (PS, TH) *CX (PS, TH) /PU
(PS, TH) ) **sp (PS, TH)
;
EV (PS, TH) $AN (TH) ..
    V (PS, TH) =E= (X (PS, TH) /AP (PS, TH) ) * (gamma (PS, TH) *AP (PS, TH) *CX (PS, TH) /PV
(PS, TH) ) **sp (PS, TH)
;
EQX (CC, PS, TH) $AN (TH) ..
    QX (CC, PS, TH) =E= ut (CC, PS, TH) *U (PS, TH)
;
EL (LB, PS, TH) $AN (TH) ..
    L (LB, PS, TH) =E= gammal (LB, PS, TH) *PV (PS, TH) *V (PS, TH) /W (LB, TH)
;
EK (PS, TH) $AN (TH) ..
    K (PS, TH) =E= gammak (PS, TH) *PV (PS, TH) *V (PS, TH) /RPS (PS, TH)
;
EQ (CC, TH) $AN (TH) ..
    Q (CC, TH) =E= SUM (PS, vt (PS, CC, TH) *X (PS, TH) )
;
EQD (CC, TH) $AN (TH) ..
    QD (CC, TH) =E= (Q (CC, TH) /AT (CC, TH) ) * (epsilon (CC, TH) *AT (CC, TH) *PQ (CC, TH)

```



```

/PQD(CC,TH))**st(CC,TH)
;
EEXP(CC,TH)$AN(TH)..
EXP(CC,TH)=E=(Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*(1-epsilon(CC,TH))*AT(CC,TH)*PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH))**st(CC,TH)
;
EEXPFC(CC,FC,TH)$AN(TH)..
EXPFC(CC,FC,TH)=E=sexpfc(CC,FC,TH)*EXP(CC,TH)
;
EQC(CC,TH)$AN(TH)..
* QD(CC,TH)=E=((QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)*AA(CC,TH)*PC(CC,
TH)/((1+trqd(CC,TH))*PQD(CC,TH)))*sa(CC,TH)
QD(CC,TH)=E=((QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)*AA(CC,TH)*PC(CC,TH)
/((1+trqd(CC,TH))*PQD(CC,TH)))*sa(CC,TH)
)$ (AA(CC,TH) NE 0)
+ (QC(CC,TH)-trqd(CC,TH)*QD(CC,TH))$ (AA(CC,TH) EQ 0)
;
EIMP(CC,TH)$AN(TH)..
IMP(CC,TH)=E=(QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(1-delta(CC,TH))*AA(CC,TH)*PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH))*sa(CC,TH)
;
EIMPFC(FC,CC,TH)$AN(TH)..
IMPFC(FC,CC,TH)=E=simpfc(FC,CC,TH)*IMP(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP0(CC,TH)$AN(TH)..
PIMP0(CC,TH)=E=SUM(FC,simpfc(FC,CC,TH)*PIMPFC0(FC,CC,TH))
;
EPIMP(CC,TH)$AN(TH)..
PIMP(CC,TH)=E=(1+trim(CC,TH))*PIMP0(CC,TH)
;
EPIMPFC0(FC,CC,TH)$AN(TH)..
PIMPFC0(FC,CC,TH)=E=EXRFC(FC,TH)*wpi(FC,CC,TH)
;
EPC(CC,TH)$AN(TH)..
QC(CC,TH)=E=SUM(PS,QX(CC,PS,TH))+SUM(HH,HC(HH,CC,TH))+GC(CC,TH)+INVCCV
(CC,TH)+SC(CC,TH)
;
EPX(PS,TH)$AN(TH)..
PX(PS,TH)=E=SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ(CC,TH))
;
EPU(PS,TH)$AN(TH)..
PU(PS,TH)=E=SUM(CC,QX(CC,PS,TH)*PC(CC,TH))/U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH)$AN(TH)..
PV(PS,TH)=E=(1/AV(PS,TH))*PROD(LB,(W(LB,TH)/gammal(LB,PS,TH))*gammal
(LB,PS,TH))*(RPS(PS,TH)/gammak(PS,TH))*gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH)$AN(TH)..
PQ(CC,TH)=E=(1/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)**st(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**
(1-st(CC,TH)))+(1-epsilon(CC,TH))*st(CC,TH)*(PEXP(CC,TH)**(1-st(CC,TH)))*

```

```

(1/(1-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH)$AN(TH)..
    PC(CC,TH) =E= ((1/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)**sa(CC,TH)*((1+trqd(CC,TH))
*PQD(CC,TH))**(1-sa(CC,TH))))
    + (1-delta(CC,TH))**sa(CC,TH)*(PIMP(CC,TH)**(1-sa(CC,TH))))
** (1/(1-sa(CC,TH))))
;
EPEXP(CC,TH)$AN(TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXRFC(FC,TH)$AN(TH)..
    SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXPFC(CC,FC,TH)) =E= SUM(CC,PIMPFC0(FC,CC,TH)*IMPFC
(FC,CC,TH))+INVFC(FC,TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(LB,TH)$AN(TH)..
    SUM(PS,L(LB,PS,TH)) =E= LS(LB,TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH)$AN(TH)..
    R(TH) =E= SUM(PS,RPS(PS,TH)*KS(PS,TH))/SUM(PS,KS(PS,TH));
;
ERPS(PS,TH)$AN(TH)..
    K(PS,TH) =E= KS(PS,TH)
;
EPINVPS(PS,TH)$AN(TH)..
    PINVPS(PS,TH) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*SINVCCPSV(CC,PS,TH))
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS0(PS,TH)$AN(TH) AND ORD(TH) EQ 1)..
    KS(PS,TH) =E= IK(PS)
;
EKS(PS,TH)$AN(TH) AND ORD(TH) GE 2)..
    KS(PS,TH) =E= (INVPSV(PS,TH-1)+(1-DEP(PS,TH-1))*KS(PS,TH-1))
;
EINVPSV(PS,TH)$AN(TH)..
    INVPSV(PS,TH) =E= SUM(CC,INVCCPSV(CC,PS,TH))
;
EINVCCPSV(CC,PS,TH)$AN(TH)..
    INVCCPSV(CC,PS,TH) =E= SINVCCPSV1(CC,PS,TH)*INVCCV(CC,TH)
;
EINVCCV(CC,TH)$AN(TH)..
    PC(CC,TH)*INVCCV(CC,TH) =E= alphai(CC,TH)*TINV(TH)
;
* Cost of production
ECX(PS,TH)$AN(TH)..
    CX(PS,TH) =E= (1/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PU(PS,TH)**(1-sp

```

```

(PS, TH)) + gamma(PS, TH) ** sp(PS, TH) * (PV(PS, TH) ** (1 - sp(PS, TH))) ** (1 / (1 - sp(PS, TH)))
;
* Accounting of Indirect tax
EIDTX(PS, TH) $AN(TH) ..
    IDTX(PS, TH) =E= trps(PS, TH) * PX(PS, TH) * X(PS, TH)
;
* Accounting of Import tax
EIMTX(CC, TH) $AN(TH) ..
    IMTX(CC, TH) =E= trim(CC, TH) * PIMP0(CC, TH) * IMP(CC, TH)
;
* Accounting of VA tax
EVATX(CC, TH) $AN(TH) ..
    VATX(CC, TH) =E= trqd(CC, TH) * PQD(CC, TH) * QD(CC, TH)
;
* Accounting of Income tax
EHHTX(HH, TH) $AN(TH) ..
    HHTX(HH, TH) =E= trhh(HH, TH) * HY(HH, TH)
;
* Balance
EBT(TH) $AN(TH) ..
    BT(TH) =E= SUM(CC, SUM(PS, vt(PS, CC, TH) * CX(PS, TH) / (1 - trps(PS, TH)) * X(PS, TH)))
        + SUM(CC, trqd(CC, TH) * PQD(CC, TH) * QD(CC, TH))
        + SUM(CC, PIMP(CC, TH) * IMP(CC, TH))
        - SUM((PS, CC), PC(CC, TH) * QX(CC, PS, TH))
        - SUM(CC, PC(CC, TH) * (SUM(HH, HC(HH, CC, TH)) + GC(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SC(CC, TH)))
        - SUM(CC, PEXP(CC, TH) * EXP(CC, TH))
;
EUY(HH, TH) $AN(TH) ..
    UY(HH, TH) =E= AH(HH, TH) * PROD(CC, HC(HH, CC, TH) ** alphah(HH, CC, TH))
;
EUY0(HH, TH) $AN(TH) ..
    UY0(HH, TH) =E= AH(HH, TH) * PROD(CC, HC0(HH, CC) ** alphah(HH, CC, TH))
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPUY(HH, TH) $AN(TH) ..
    PUY(HH, TH) =E= (1 / AH(HH, TH)) * PROD(CC, (PC(CC, TH) / alphah(HH, CC, TH)) ** alphah(HH, CC, TH))
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
PUY0(HH, TH) $AN(TH) ..
    PUY0(HH, TH) =E= (1 / AH(HH, TH)) * PROD(CC, (PC0(CC) / alphah(HH, CC, TH)) ** alphah(HH, CC, TH))
;
EWEV(HH, TH) $AN(TH) ..
    WEV(HH, TH) =E= (UY(HH, TH) - UY0(HH, TH)) * PUY0(HH, TH)
;
EWCV(HH, TH) $AN(TH) ..
    WCV(HH, TH) =E= (UY(HH, TH) - UY0(HH, TH)) * PUY(HH, TH)
;
EWEV1(HH, TH) $AN(TH) ..

```

```

WEV1 (HH, TH) =E= (UY (HH, TH) /UY0 (HH, TH) -1) *PUY0 (HH, TH) *UY0 (HH, TH)
;
EWCV1 (HH, TH) $AN (TH) . .
WCV1 (HH, TH) =E= (UY (HH, TH) /UY0 (HH, TH) -1) *PUY (HH, TH) *UY (HH, TH)
;
Model RD4
/
EHC.HC
EGC.GC
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EHSAB.HSAB
EGS.GS
EGTH.GTH
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVFC.INVFC
EINVS.INVS
EINV.INV
ESC.SC
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EEXPFC.EXPFC
EQC.QC
EIMP.IMP
EIMPFC.IMPFC
EPIMP0.PIMP0
EPIMP.PIMP
EPIMPFC0.PIMPFC0
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXRFC.EXRFC
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS

```

```

EKS0.KS
EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
ECX.CX
EIDTX.IDTX
EIMTX.IMTX
EVATX.VATX
EHHTX.HHTX
EBT.BT
EUY.UY
EUY0.UY0
EPUY.PUY
EPUY0.PUY0
EWEV.WEV
EWCV.WCV
EWEV1.WEV1
EWCV1.WCV1
/;
alphah(HH,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphah(HH,CC,"2010");
sh(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sh(HH,"2010");
alphag(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphag(CC,"2010");
sgth(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sgth(HH,"2010");
sg(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sg("2010");
su(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = su("2010");
sp(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sa(CC,"2010");
alphai(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphai(CC,"2010");
alphas(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gamma(PS,"2010");
gammal(LB,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammal(LB,PS,"2010");
gammak(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = vt(PS,CC,"2010");
SINVCCPSV(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV(CC,PS,"2010");
SINVCCPSV1(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = SINVCCPSV1(CC,PS,"2010");
trps(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trps(PS,"2010");
trim(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trim(CC,"2010");
trqd(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trqd(CC,"2010");
trhh(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = trhh(HH,"2010");
sli(HH,LB,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sli(HH,LB,"2010");
ski(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ski(HH,"2010");
ivs(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = ivs("2010");
sinvfc(FC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sinvfc(FC,"2010");

```

```

sexpfc(CC,FC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = sexpfc(CC,FC,"2010");
simpfc(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = simpfc(FC,CC,"2010");
AH(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AH(HH,"2010");
AG(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AG("2010");
AI(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AI("2010");
AP(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = AT(CC,"2010");
THC(HH,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = THC(HH,"2010");
TGC(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = TGC("2010");
wpi(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpi(FC,CC,"2010");
wpe(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 2) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$ (ORD(TH) GE 2) = GDP3("2010");
*-----
* The Dynamic Run
*-----
* Main loop on time -----START
*-----
AN(TH) = 0;
LOOP(TH0$ (ORD(TH0) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1),
AN(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1)=yes;

* Solving model
*-----
RD4.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE RD4 USING MCP;

* Fixing lagged value for next period
KS.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=KS.L(PS,TH);
INVPSV.FX(PS,TH)$ (ORD(TH) LE CURRYEAR-INITYEAR+1)=INVPSV.L(PS,TH);
*-----
CURRYEAR=CURRYEAR+1;
display CURRYEAR;
* Starting Values for Next Period Run
*-----
TLS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TLS.L(TH-1);
TKS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TKS.L(TH-1);
LS.L(LB,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LS.L(LB,TH-1);
KS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KS.L(PS,TH-1);
HC.L(HH,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HC.L(HH,CC,TH-1);
GC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GC.L(CC,TH-1);
HE.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HE.L(HH,TH-1);
GE.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GE.L(TH-1);
LI.L(HH,LB,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = LI.L(HH,LB,TH-1);
KI.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = KI.L(HH,TH-1);
HY.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HY.L(HH,TH-1);

```

```

GY.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GY.L(TH-1);
HS.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HS.L(HH,TH-1);
GS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GS.L(TH-1);
GTH.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = GTH.L(HH,TH-1);
TSAV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TSAV.L(TH-1);
TINV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = TINV.L(TH-1);
INVCCV.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVCCV.L(CC,TH-1);
INV.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.L(TH-1);
INVPSV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVPSV.L(PS,TH-1);
INVF.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INV.F.L(TH-1);
INVFC.L(FC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVFC.L(FC,TH-1);
INVS.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = INVS.L(TH-1);
SC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = SC.L(CC,TH-1);
X.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = X.L(PS,TH-1);
U.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = U.L(PS,TH-1);
V.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = V.L(PS,TH-1);
QX.L(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QX.L(CC,PS,TH-1);
XQ.L(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = XQ.L(PS,CC,TH-1);
L.L(LB,PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = L.L(LB,PS,TH-1);
K.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = K.L(PS,TH-1);
IDTX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IDTX.L(PS,TH-1);
IMTX.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMTX.L(CC,TH-1);
VATX.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = VATX.L(CC,TH-1);
HHTX.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = HHTX.L(HH,TH-1);
Q.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = Q.L(CC,TH-1);
QD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QD.L(CC,TH-1);
QC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = QC.L(CC,TH-1);
PX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PX.L(PS,TH-1);
PINVPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PINVPS.L(PS,TH-1);
PU.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PU.L(PS,TH-1);
PV.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PV.L(PS,TH-1);
PQ.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQ.L(CC,TH-1);
PQD.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PQD.L(CC,TH-1);
PC.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PC.L(CC,TH-1);
PEXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PEXP.L(CC,TH-1);
PIMP0.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP0.L(CC,TH-1);
PIMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMP.L(CC,TH-1);
PIMPFC0.L(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PIMPFC0.L(FC,CC,
TH-1);
EXRFC.L(FC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXRFC.L(FC,TH-1);
CX.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = CX.L(PS,TH-1);
W.L(LB,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = W.L(LB,TH-1);
R.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = R.L(TH-1);
RPS.L(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = RPS.L(PS,TH-1);
EXP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXP.L(CC,TH-1);
EXPFC.L(CC,FC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = EXPFC.L(CC,FC,TH-1);
IMP.L(CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMP.L(CC,TH-1);
IMPFC.L(FC,CC,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = IMPFC.L(FC,CC,TH-1);
BT.L(TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = BT.L(TH-1);
UY.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = UY.L(HH,TH-1);

```

```

UY0.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = UY0.L(HH,TH-1);
PUY.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PUY.L(HH,TH-1);
PUY0.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = PUY0.L(HH,TH-1);
WEV.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = WEV.L(HH,TH-1);
WCV.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = WCV.L(HH,TH-1);
WEV1.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = WEV1.L(HH,TH-1);
WCV1.L(HH,TH)$ (ORD(TH) EQ CURRYEAR-INITYEAR+1) = WCV1.L(HH,TH-1);

AN(TH)=no;
);
* main loop on time -----END
THC(HH,TH) = SUM(CC,HC.L(HH,CC,TH));
TGC(TH) = SUM(CC,GC.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = SUM(LB,W.L(LB,TH)*LS.L(LB,TH))+R.L(TH)*TKS.L(TH)+SUM(PS,IDTX.L
(PS,TH));
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(SUM(HH,HC.L(HH,CC,TH))+GC.L(CC,TH)+INVCCV.
L(CC,TH)+SC.L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))
-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH))
-SUM(CC,trqd(CC,TH)*PQD.L(CC,TH)*QD.L(CC,TH))
;
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE RD_4 /RD4.CSV/;
put RD_4;
RD_4.PC=5;RD_4.ND=6;RD_4.NZ=1.E-6;RD_4.NW=20;RD_4.PW=450
PUT 'GDP1(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP1(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP2(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP2(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP3(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP3(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'BT(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT BT.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'PC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PINVPS(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PINVPS.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'RHC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L("11",CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'UHC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L("12",CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'GC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT GC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'TGC(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TGC(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'RHY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;

```



```

PUT ' '; LOOP (TH, PUT HY.L("11", TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'UHY (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT HY.L("12", TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'GY (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT GY.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'INVPSV (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT INVPSV.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'INVCCV (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT INVCCV.L (CC, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'INV (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT INV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'INVF (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT INV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'INVS (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT INVS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'TINV (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TINV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'TSAV (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TSAV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'RHS (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT HS.L("11", TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'UHS (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT HS.L("12", TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'GS (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT GS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'X (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT X.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'U (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT U.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'V (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT V.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'L (LB, PS, "2010") ' ; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (LB, PUT LB.TL; LOOP (PS, PUT L.L (LB, PS, "2010")); PUT /;); PUT /;
PUT 'LS (LB, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (LB, PUT LB.TL; LOOP (TH, PUT LS.L (LB, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'TLS (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TLS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'K (PS, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT K.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'TKS (TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TKS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'Q (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT Q.L (CC, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'QD (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT QD.L (CC, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'EXP (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT EXP.L (CC, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'IMP (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT IMP.L (CC, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'QC (CC, TH) ' ; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;

```

```

LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT QC.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'IDTX(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT IDTX.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'IMTX(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT IMTX.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'VATX(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT VATX.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'HHTX(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT HHTX.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PIMP0(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PIMP0.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PIMP(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PIMP.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PX(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT PX.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PU(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT PU.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PV(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT PV.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'CX(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT CX.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trps(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT trps(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trim(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT trim(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trqd(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT trqd(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'trhh(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT trhh(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'simpfc(FC, CC)'; LOOP(CC, PUT CC.TL;); PUT/;
LOOP(FC, PUT FC.TL; LOOP(CC, PUT simpfc(FC, CC, "2010")); PUT/;); PUT/;
PUT 'PC(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PC.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PQ(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PQ.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PQD(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PQD.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PEXP(CC, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(CC, PUT CC.TL; LOOP(TH, PUT PEXP.L(CC, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'EXR(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ''; LOOP(TH, PUT EXR.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'W(LB, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(LB, PUT LB.TL; LOOP(TH, PUT W.L(LB, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'R(TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
PUT ''; LOOP(TH, PUT R.L(TH)); PUT/; PUT/;
PUT 'RPS(PS, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(PS, PUT PS.TL; LOOP(TH, PUT RPS.L(PS, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'UY(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT UY.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'UY0(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;

```

```
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT UY0.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PUY(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT PUY.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'PUY0(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT PUY0.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'WEV(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT WEV.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'WCV(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT WCV.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'WEV1(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT WEV1.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
PUT 'WCV1(HH, TH)'; LOOP(TH, PUT TH.TL;); PUT/;
LOOP(HH, PUT HH.TL; LOOP(TH, PUT WCV1.L(HH, TH)); PUT/;); PUT/;
```

本章作业

将本章依据 2007 年三部门 SAM 表建立的 RD1、RD2、RD3 和 RD4 模型分别依据 2012 年 42 部门 SAM 表建立四个更新模型。

第七章

跨期动态模型系列

跨期动态模型（Intertemporal Dynamic CGE models，简称 ID 模型）系列由四个模型组成，分别是 ID1、ID2、ID3 和 ID4 模型。ID 模型系列是基于 MT2 模型引入跨期动态机制，其他项基本相同但有一些调整。具体为：

ID1 模型中居民消费需求按照优化决定，而投资需求则按照固定比例而不是按照优化来确定；储蓄驱动。

ID2 模型中居民消费需求按照固定比例而不是按照优化来确定，但投资需求按照跨期优化分配；储蓄驱动。

ID3 模型中居民消费需求和投资需求均按照跨期优化分配；储蓄驱动。

ID4 模型中居民消费需求和投资需求均按照优化来确定；利率作为基准价格；投资与储蓄按照瓦尔拉斯法则自动闭合。

关于跨期动态模型的几点说明：

1. 出于校准方便的考虑，该模型假定在基本运行情形时所有时期均处于稳态，也就是说在基本运行情形时所有变量在所有时期均保持不变；

2. 在数据年份，两个稳态条件是投资必须等于资本存量的折旧，并且资本回报率必须等于利率加资本折旧率。这两个条件必须同时得到满足，因而折旧率需要通过校准获得，即

$$K(t) = \frac{I(t)}{DEP(t)} = \frac{PK(t)}{(r(t) + DEP(t)) \cdot PI(t)}$$

式中， PK 和 PI 分别表示资本出租率和资本置换价格， r 表示利率。

3. 在每一时期，资本供给将预期性地由资本需求、资本出租率和置换价格决定。即

$$KS(t+1) = K(t+1) \cdot \frac{PK(t+1)}{(1+r(t)) \cdot PI(t) - (1-DEP(t)) \cdot PI(t+1)} \cdot S$$

或者

$$PK(t+1) = (1+r(t)) \cdot PI(t) - (1-DEP(t)) \cdot PI(t+1)$$

式中， KS 表示在 $t+1$ 时期初的供给资本或期待资本，这同时也是在 t 时期末的供给资本或期待资本。

4. 在每一时期，消费需求将由消费者的可支配收入与支出间的平衡关系来确定。即

$$YDISP(t) = PHC(t) \cdot HC(t) + SAVE(t)$$

式中， $YDISP$ 表示消费者的可支配收入， HC 和 PHC 分别为居民总消费及其价格，并且 $SAVE$ 表示居民储蓄。居民储蓄同时也是投资，分为在本国市场的投资和到国外市场的投资两个部分。

5. 在模型全部期间的末期，一个终端条件是投资必须等于资本折旧，即

$$I(tt) = DEP(t) \cdot K(tt)$$

式中， tt 表示末期。基于这一条件， $K(tt+1)$ 不需要计算。

6. 进行情景分析时，任何外生冲击都表现为经济系统在短期的动荡以及在长期向新稳态的回归。外生冲击的设计需要适度以避免不可行性。一般来说，全部时期跨度需要设定得足够长才能看出经济系统回归到长期新稳态的全过程。

第一节 ID1 模型

ID1 模型基于表 7-1 的结构和数据建立，模型中消费需求按照优化决定，而投资需求则按照固定比例而不是按照优化来确定。

表 7-1 ID1 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 930 000	0	0								488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0								5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139								1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806											1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456											1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878						2 275 250 878

续表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
政府	478 020	270 102 903	114 606 310											385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526		974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047				1 343 002 740
存货 变动												54 835 514		54 835 514
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	24 424 926 103

一、ID1 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费按照 Cobb-Douglas 偏好优化实现；
2. 投资活动按照 Leontief 偏好实现；
3. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
4. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
5. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
6. 居民的总收入等同于其总支出；
7. 政府的总收入等同于其总支出；
8. 商品价格或汇率可作为基准价格；
9. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；
10. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
11. 投资分为投资与存货变动两部分；
12. 跨期动态。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数有：

Sam5(RSAM,CSAM) 表 7-1 社会核算矩阵数据

$alphah(CC,TH)$	居民消费结构系数
-----------------	----------

 $shc(CC, TH)$ 居民消费占总消费的比例 $sh(TH)$ 居民储蓄倾向

$alphag(CC,TH)$	政府消费结构系数
-----------------	----------

$sg(TH)$	政府储蓄倾向
$su(TH)$	效用替代弹性
$sp(PS, TH)$	生产替代弹性
$st(CC, TH)$	转换替代弹性
$sa(CC, TH)$	Armington 函数替代弹性
$alpha_i(CC, TH)$	投资的商品需求结构系数
$alphas(CC, TH)$	存货变动的商品需求结构系数
$beta(CC, PS, TH)$	生产部门的中间需求结构系数
$gamma(PS, TH)$	生产部门的要素投入系数
$gammal(PS, TH)$	生产部门的劳动投入系数
$gammak(PS, TH)$	生产部门的资本投入系数
$wir(TH)$	世界利率
$stp(TH)$	社会折旧率
$dep(PS, TH)$	资本折旧率
$delta(CC, TH)$	Armington 假设的替代率
$epsilon(CC, TH)$	CET 假设的替代率
$ut(PS, CC, TH)$	使用表, 产业部门各种产品投入的固定比例
$vt(PS, CC, TH)$	供给表, 产业部门生产的产品的固定比例
$it(PS, TH)$	间接税或生产税
$sinvcpsv(CC, PS, TH)$	投资商品消耗矩阵
$ivs(TH)$	全部投资中对存货变动投资的比例
$AH(TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS, TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$AS(PS, TH)$	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS, TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS, TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC, TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC, TH)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

$IK(TH)$	模型期初的资本供给量
----------	------------

$LS(TH)$	劳动供给量
$KS(TH)$	资本供给量
$wpi(CC, TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC, TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THCV(CC, TH)$	居民总消费量
$TGCV(CC, TH)$	政府总消费量
$THC(TH)$	居民总消费额
$TGC(TH)$	政府总消费额
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDP1(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$ERE(TH)$	相对贸易价格
$RLTIR(TH)$	实际长期利率
$TLS(TH)$	总劳动供给
$TKS(TH)$	总资本供给
$UY(TH)$	效用
$HAC(TH)$	居民总消费额
$HACV(TH)$	居民总消费量
$HC(CC, TH)$	居民消费额
$HCV(CC, TH)$	居民消费量
$GC(CC, TH)$	政府消费额
$GCV(CC, TH)$	政府消费量
$THE(TH)$	居民总支出
$TGE(TH)$	政府总支出
$LI(TH)$	居民劳动收入
$KI(TH)$	居民资本收入
$HY(TH)$	居民收入

$GY(TH)$	政府收入
$HS(TH)$	居民储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TSAV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资活动的总商品需求额
$INVCCV(CC,TH)$	投资商品消耗量
$INVPSV(PS,TH)$	分部门投资活动量
$INVCCPSV(PS,TH)$	分部门投资活动的商品消耗量
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SCV(CC,TH)$	存货变动量
$SC(CC,TH)$	存货变动额
$X(PS,TH)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS,TH)$	中间商品需求量
$U(PS,TH)$	合成商品中间投入量
$V(PS,TH)$	合成要素初始投入量
$XQ(PS,CC,TH)$	供给表
$L(PS,TH)$	劳动需求
$K(PS,TH)$	资本需求
$KS(PS,TH)$	资本供给
$IDTX(PS,TH)$	生产税
$Q(CC,TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC,TH)$	供应到本国市场的合成产品数量
$PX(PS,TH)$	本国生产活动的价格
$PINVPS(PS,TH)$	投资活动的价格
$PU(PS,TH)$	本国生产活动中间投入合成品的价格
$PV(PS,TH)$	本国生产活动合成要素投入的价格
$PQ(CC,TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格

$PCI(CC, TH)$	本国市场上合成商品的价格
$PC(CC, TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$PHAC(TH)$	居民总消费的价格
$PEXP(CC, TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的价格
$EXR(TH)$	汇率
$CX(PS, TH)$	单位生产成本
$W(TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS, TH)$	分部门的资本租赁率
$EXP(CC, TH)$	出口品的数量
$IMP(CC, TH)$	进口品的数量

七、消费者行为

居民消费按照多层嵌套系统设计。在最顶层，代表性消费者在跨期收支平衡约束下或全期总预算约束下按照 Ramsey 法则决定在每一个时期的优化消费水平以实现全期效用最大化，其目标函数为：

$$W = \max \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot u(C_t) = \max \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot \ln(C_t)$$

式中， stp 代表社会折现率或纯时间偏好率， C_t 表示在时期 t 的总消费量。效用函数被定义为总消费量的对数。时间跨度或时期长度假定为无限延续。

该优化问题的约束条件为：

$$Y_{t+1} + (1+r) \cdot S_t = PAC_{t+1} \cdot C_{t+1} + S_{t+1}$$

式中， r 为实际利率， Y_t 、 S_t 和 PAC_t 分别表示在时期 t 的收入、储蓄和价格水平，并且假定期初的外生储蓄或财富水平为 IS ，在时期 T 的储蓄或财富剩余水平为 TS （如果需要外生给定的话）。

该无限延续期间最优化问题可以按如下方式转化成有限期间最优化问题：

$$\begin{aligned} W &= \max \sum_{t=0}^{T-1} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot u(c_t) = \max \sum_{t=0}^{T-1} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot u(c_t) + \sum_{t=T}^{\infty} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot u(c_t) \\ &= \max \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{1+stp} \right)^{t-1} \cdot \ln(c_t) + V_T(S_T) \end{aligned}$$

其相应的约束条件为：

$$Y_t + (1+r) \cdot S_{t-1} = PAC_t \cdot C_t + S_t, \quad t=1, 2, \dots, T$$

其中

$$V_T(S_T) = \max \sum_{t=T}^{\infty} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot u(c_t) = \max \sum_{t=T}^{\infty} \left(\frac{1}{1+stp} \right)^t \cdot \ln(c_t)$$

其 T 个约束条件分别为：

$$Y_t + (1+r) \cdot S_{t-1} = PAC_t \cdot C_t + S_t, \quad t=T, T+1, \dots$$

经过适当的变换，这 T 个约束条件可变成一个单一的约束条件：

$$\begin{aligned} Y_T + (1+r)S_{T-1} &= PAC_T C_T + S_T \\ \Rightarrow Y_T + (1+r)[Y_{T-1} + (1+r)S_{T-2} - PAC_{T-1}C_{T-1}] &= PAC_T C_T + S_T \\ Y_T + (1+r)Y_{T-1} + (1+r)^2 S_{T-2} &= PAC_T C_T + (1+r)PAC_{T-1}C_{T-1} + S_T \\ \Rightarrow Y_T + (1+r)Y_{T-1} + (1+r)^2 [Y_{T-2} + (1+r)S_{T-3} - PAC_{T-2}C_{T-2}] \\ &= PAC_T C_T + (1+r)PAC_{T-1}C_{T-1} + S_T \\ \Rightarrow Y_T + (1+r)Y_{T-1} + (1+r)^2 Y_{T-2} + (1+r)^3 S_{T-3} \\ &= PAC_T C_T + (1+r)PAC_{T-1}C_{T-1} + (1+r)^2 PAC_{T-2}C_{T-2} + S_T \\ &\dots \\ \Rightarrow \sum_{t=1}^T [(1+r)^{T-t} Y_t] + (1+r)^T S_0 &= \sum_{t=1}^T [(1+r)^{T-t} PAC_t C_t] + S_T \end{aligned}$$

该方程式的左边表示消费者在全部 T 个时期的总收入,右边表示同样时期内消费者的总支出。

以上优化问题有三种基本求解方法,分别是拉格朗日极值、汉密尔顿优化和贝尔曼 (Bellman recursive dynamics) 递推动态方法,这里我们分别运用这三种方法求出优化解。可以看出,拉格朗日极值的方法最直接和直观,但有些笨拙;而汉密尔顿和贝尔曼方法则非常简便。

1. 拉格朗日极值方法

该跨期优化问题的拉格朗日形式可写成：

$$\begin{aligned} L = & \sum_{t=1}^T (1+stp)^{-t+1} u(c_t) + V_T(S_T) + \\ & \lambda \left[\sum_{t=1}^T (1+r)^{T-t} Y_t + (1+r)^T S_0 - \sum_{t=1}^T (1+r)^{T-t} PAC_t C_t - S_T \right] + \mu (IS - S_0) \end{aligned}$$

其 T+3 个一阶优化条件 (分别关于 λ 和消费变量 $c_1 c_2 \dots c_T$) 为：

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial \lambda} &= \sum_{t=1}^T (1+r)^{T-t} Y_t + (1+r)^T S_0 - \sum_{t=1}^T (1+r)^{T-t} PAC_t C_t - S_T = 0 \\ &\Rightarrow \sum_{t=1}^T (1+r)^{T-t} Y_t + (1+r)^T S_0 = \sum_{t=1}^T (1+r)^{T-t} PAC_t C_t + S_T\end{aligned}\quad (\text{关于 } \lambda)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial S_T} &= V'_T(S_T) - \lambda = 0 \\ &\Rightarrow V'_T(S_T) = \lambda\end{aligned}\quad (\text{关于 } S_T)$$

对于无限延续期间优化问题，由于其目标函数值不可能无限相加，需要划定一个截止日期或分界日期，使得该日期前的所有时期计入目标函数值，该日期后的所有时期不计入目标函数值。对于优化目标来说，如果截止日期后的时期仍具有一定的价值，则这个优化就不能称为是优化，因为其还存在进一步改进的可能。如果截止日期后的时期不再具有任何价值，那么就有两种可能，或者该期间的状态变量水平为零或者该期间的约束条件的影子价格为零。因此，这个将无限延续期间一分为二的优化条件就是要求截止日期后的时期不再具有任何价值，具体要求或者该期间的状态变量水平为零或者约束条件的影子价格为零。该条件即称为横截条件（Transversality condition），即：

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S_t \lambda_t = S_t V'_t(S_t) = 0$$

该截止日期也称为横截日期。在这一期间，如果状态变量的边际值 $V'_T(S_T) = 0$ ，则状态变量 S_T 可以取任何数值；反之，如果状态变量 $S_T = 0$ ，则状态变量的边际值 $V'_T(S_T)$ 可以是任何数值。

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial c_t} &= (1+stp)^{-t-1} u'(c_t) - \lambda (1+r)^{T-t} PAC_t = 0 \\ &\Rightarrow (1+stp)^{-t-1} u'(c_t) = \lambda (1+r)^{T-t} PAC_t \\ &\Rightarrow (1+stp)^{-t-1-1} u'(c_{t+1}) = \lambda (1+r)^{T-t-1} PAC_{t+1} \\ &\Rightarrow \frac{u'(c_t)}{(1+stp)^{-1} u'(c_{t+1})} = \frac{PAC_t}{(1+r)^{-1} PAC_{t+1}} \quad (\text{关于消费变量 } c_1 c_2 \dots c_T) \\ &\Rightarrow u'(c_t) = \frac{(1+r) PAC_t}{(1+stp) PAC_{t+1}} u'(c_{t+1}) \\ &\Rightarrow c_t = \frac{(1+stp) PAC_{t+1}}{(1+r) PAC_t} c_{t+1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial \mu} &= IS - S_0 = 0 \\ &\Rightarrow S_0 = IS\end{aligned}\quad (\text{关于初始变量 } S_0)$$

需要注意的是，外生初始变量值 IS 并不是求解动态需求方程的必要条件，如果 S_0

内生，则动态需求方程系统的另一个终端，即末期 S_{T-1} 决定消费需求解。在本章的 ID2 和 ID3 模型中，由于设定储蓄由消费额决定，实质上是末期的消费额决定消费需求水平。因而，优化水平的消费需求取决于消费价格和收入水平，而这两个影响因子由价格系统和收入分配体系产生。总消费需求确定之后，下一层次就是求分商品的消费需求。

2. 汉密尔顿（Hamiltonian）函数方法

汉密尔顿函数是拉格朗日极值方法的一种简便形式，它通过设置一个汉密尔顿函数来表示选择变量对跨期目标函数的贡献程度。具体地，它由两部分组成：

$$H_t = f(C_t, S_t) + \lambda_{t+1} g(C_t, S_t)$$

式中， H_t 为汉密尔顿函数，表示选择变量对跨期目标函数的全部影响； f 为目标函数，表示选择变量对跨期目标函数的直接影响； g 为转换方程（transition equation），表示选择变量对跨期目标函数的间接影响。此外， C_t 、 S_t 和 λ_t 分别代表选择变量或控制变量（choice variable）、状态变量（state variable）和协状态变量（co-state variable）。

汉密尔顿优化方法可以直接从无限延续期间最优化问题导出。

$$\begin{aligned} L &= \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot f(C_t, S_t, \lambda_{t+1}) + V_T(S_T) - \lambda_{t+1} \left(\sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-(t+1)} \cdot S_{t+1} - \sum_{t=1}^T (1+stp)^{-(t+1)} \cdot g_t \right) \\ &= \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot f(C_t, S_t, \lambda_{t+1}) + V_T(S_T) - \lambda_{t+1} \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-(t+1)} \cdot S_{t+1} + \lambda_{t+1} \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-(t+1)} \cdot g_t \\ &= \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot f(C_t, S_t, \lambda_{t+1}) + V_T(S_T) - \lambda_t \sum_{t=1}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot S_t - \lambda_T \cdot (1+stp)^{-T} \cdot S_T + \lambda_{t+1} \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-(t+1)} \cdot g_t \\ &= \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot f(C_t, S_t, \lambda_{t+1}) + \lambda_{t+1} \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-(t+1)} \cdot g_t - \lambda_t \sum_{t=1}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot S_t - \lambda_T \cdot (1+stp)^{-T} \cdot S_T + V_T(S_T) \\ &= \sum_{t=0}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot H_t(C_t, S_t, \lambda_{t+1}) - \lambda_t \sum_{t=1}^{T-1} (1+stp)^{-t} \cdot S_t - \lambda_T \cdot (1+stp)^{-T} \cdot S_T + V_T(S_T) \end{aligned}$$

对该式求极值得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial C_t} &= (1+stp)^{-t} \frac{\partial H_t}{\partial C_t} = 0, & t &= 0, 1, \dots, T-1 \\ \frac{\partial L}{\partial S_t} &= (1+stp)^{-t} \left(\frac{\partial H_t}{\partial S_t} - \lambda_t \right) = 0, & t &= 1, 2, \dots, T-1 \\ \frac{\partial L}{\partial S_T} &= (1+stp)^{-T} \left(-\lambda_T + \frac{\partial V_T}{\partial S_T} \right) = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda_{t+1}} &= (1+stp)^{-t} (-S_{t+1} + g_t(C_t, S_t)) = 0 \end{aligned}$$

即：

$$(1+stp)^{-t} \frac{\partial H_t}{\partial C_t} = 0, \quad t = 0, 1, \dots, T-1$$

$$(1+stp)^{-t} \frac{\partial H_t}{\partial S_t} = \lambda_t, \quad t = 1, 2, \dots, T-1$$

$$\lambda_T = \frac{\partial V_T}{\partial S_T} = V'_T(S_T)$$

$$S_{t+1} = g_t(C_t, S_t), \quad t = 0, 1, \dots, T-1$$

对于本例子的效用最大化问题，由于

$$f_t(C_t, S_t, \lambda_{t+1}) = U_t(C_t), \text{ 并且 } g(C_t, S_t) = Y_t + (1+r) \cdot S_{t-1} - PAC_t \cdot C_t - S_t$$

则

$$(1+stp)^{-t} \frac{\partial H_t}{\partial C_t} = (1+stp)^{-t} U'_t(C_t) - \lambda_{t+1} \cdot PAC_t = 0, \quad t = 0, 1, \dots, T-1$$

$$\Rightarrow (1+stp)^{-t} \cdot U'_t(C_t) = \lambda_{t+1} \cdot PAC_t$$

$$(1+stp)^{-t} \frac{\partial H_t}{\partial S_t} = \lambda_t, \quad t = 1, 2, \dots, T-1$$

$$\Rightarrow -\lambda_t + \lambda_{t+1}(1+r) = 0$$

$$\lambda_T = \frac{\partial V_T}{\partial S_T}$$

$$S_{t+1} = g_t(C_t, S_t), \quad t = 0, 1, \dots, T-1$$

于是得到与拉格朗日求极值方法同样的解。

3. 贝尔曼（Bellman）递推动态方法

贝尔曼递推动态方法将一个优化决策当作另一个较小的优化决策的函数，层层递推，最终求得优化解。仍旧以消费者的无限延续期间最优化问题为例。

与前面拉格朗日和汉密尔顿优化情形类似，该问题也由一系列的目标函数、控制变量、状态变量和转换方程等组成。贝尔曼方程的核心是一个表示从时期 t 至未来的最优目标函数值的值函数，该函数在任何时期的值取决于同时期的状态变量的值，因为状态变量包含的所有前期信息构成眼前做决策的依据。

一个典型的贝尔曼值效用优化问题有如下形式：

$$V_t(S_t) = \max_{C_{t+1}} [U(C_{t+1}) + \beta^{t-1} \cdot V_{t+1}(S_{t+1})]$$

式中

$$S_{t+1} = (1+r) \cdot S_t + Y_{t+1} - PAC_{t+1} \cdot C_{t+1}, \quad t = 0, 1, 2, \dots, T-1, T, \dots$$

$$\beta = (1 + stp)^{-1}$$

S_0 或 S_{T-1} 外生给定。

求解贝尔曼方程涉及到二个步骤。首先, 求关于选择变量 C_{t+1} 的一阶条件(FOC):

$$\begin{aligned}\frac{\partial V}{\partial C_{t+1}} &= \frac{\partial U}{\partial C_{t+1}} + \beta^{t-1} \cdot \frac{\partial V}{\partial S_{t+1}} \frac{\partial S_{t+1}}{\partial C_{t+1}} = U'(C_{t+1}) - \beta^{t-1} \cdot PAC_{t+1} \cdot V'(S_{t+1}) = 0 \\ \Rightarrow U'(C_{t+1}) &= \beta^{t-1} \cdot PAC_{t+1} \cdot V'(S_{t+1}) \\ \Rightarrow U'(C_t) &= \beta^t \cdot PAC_t \cdot V'(S_t) = \beta^t \cdot PAC_t \cdot \frac{\partial V}{\partial S_{t+1}} \frac{\partial S_{t+1}}{\partial S_t} = \beta^t \cdot PAC_t \cdot V'(S_{t+1}) \cdot (1+r)\end{aligned}$$

其次, 将两式相比可得:

$$\frac{U'(C_{t+1})}{U'(C_t)} = \frac{\beta^{t-1} \cdot PAC_{t+1} \cdot V'(S_{t+1})}{\beta^t \cdot PAC_t \cdot V'(S_{t+1}) \cdot (1+r)} = \frac{PAC_{t+1}}{PAC_t \cdot \beta \cdot (1+r)} = \frac{(1+stp) \cdot PAC_{t+1}}{(1+r) \cdot PAC_t}$$

于是得到与前面拉格朗日求极值以及汉密尔顿方法同样的解。

八、模型结构方程

1. 实际长期利率 ($RLTIR(TH)$)

$$RLTIR(TH) = wir(TH)$$

2. 相对贸易价格 ($ERE(TH)$)

$$ERE(TH) = 1$$

3. 居民总消费量 ($HACV(TH)$)

$$HACV(TH) = HACV(TH-1) \cdot \frac{1+RLTIR(TH)}{1+stp(TH-1)} \cdot \frac{PHAC(TH-1)}{PHAC(TH)}$$

4. 居民总消费额 ($HAC(TH)$)

$$HAC(TH) = HY(TH) - HS(TH)$$

5. 居民消费额 ($HC(CC, TH)$)

$$HC(CC, TH) = shc(CC, TH) \cdot HAC(TH)$$

6. 居民消费量 ($HCV(CC, TH)$)

$$HCV(CC, TH) = \frac{HC(CC, TH)}{PC(CC, TH)}$$

7. 政府消费量 ($GCV(CC, TH)$)

$$GCV(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

8. 居民收入 ($HY(TH)$)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和。

$$HY(TH) = \sum_{PS} W(TH) \cdot L(PS, TH) + \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH)$$

9. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入。

$$GY(TH) = \sum_{PS} \left(it(PS, TH) \cdot \left(\sum_{CC} vt(CC, PS, TH) \cdot PQ(CC, TH) \cdot X(PS, TH) \right) \right)$$

10. 居民储蓄 ($HS(TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(TH) = sh(TH) \cdot HY(TH)$$

11. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

12. 总储蓄 ($TSAV(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

13. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TSAV(TH)$$

14. 投资活动的总商品需求额 ($INV(TH)$)

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

15. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

16. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - INV(TH) - INVS(TH)$$

17. 存货变动对商品的需求量 ($SCV(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SCV(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

18. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

19. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

20. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

21. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

22. 劳动初始投入 ($L(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS, TH) = \gamma_l(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(TH)}$$

23. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

24. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} \gamma_l(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

25. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

26. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

27. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

28. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

29. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpi(CC, TH)$$

30. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC, TH) \cdot QC(CC, TH) = PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

31. 居民总消费的价格 ($PHAC(TH)$)

$$PHAC(TH) = \frac{\sum_{CC} HCV(CC, TH) \cdot PC(CC, TH)}{\sum_{CC} HCV(CC, TH)}$$

32. 本国生产活动价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} vt(PS, CC, TH) \cdot PQ(CC, TH)$$

33. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS, TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS, TH) \cdot PC(CC, TH)}{U(PS, TH)}$$

34. 合成要素投入的价格 ($PV(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS, TH) = \left(\frac{1}{AV(PS, TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS, TH)} \right)^{\gamma_l(PS, TH)} \left(\frac{RPS(PS, TH)}{\gamma_k(PS, TH)} \right)^{\gamma_k(PS, TH)}$$

35. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC, TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC, TH) = \left(\frac{1}{AT(CC, TH)} \right) \cdot$$

$$\left(\varepsilon(CC, TH)^{st(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} + (1 - \varepsilon(CC, TH))^{st(CC, TH)} \right) \cdot$$

$$PEXP(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} \left(\frac{1}{1-st(CC, TH)} \right)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格。

$$PQ(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

36. 生产活动价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} y_t(PS, CC, TH) \cdot PQ(CC, TH)$$

37. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC, TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC, TH) \cdot QC(CC, TH) = PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

或者

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} y_t(PS, CC, TH) \cdot PQ(CC, TH)$$

$$PQD(CC, TH) = PQ(CC, TH)$$

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot$$

$$\left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} + (1 - \delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \right) \cdot$$

$$PIMP(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} \left(\frac{1}{1-sa(CC, TH)} \right)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格。

$$PQD(CC, TH) = PEXP(CC, TH)$$

38. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC,TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC,TH) = PQD(CC,TH)$$

或者

$$PEXP(TH) = PQ(CC,TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格。

$$PEXP(CC,TH) = EXR(TH) \cdot wpe(CC,TH)$$

39. 国际贸易闭合 ($EXR(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC,TH) \cdot EXP(CC,TH) = \sum_{CC} PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH) + INV(TH)$$

40. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS,TH) = TLS(TH)$$

41. 总资本出租率 ($R(TH)$)

决定一般均衡状态时的总资本出租率，是一个衍生变量。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS,TH) \cdot KS(PS,TH)}{\sum_{PS} KS(PS,TH)}$$

42. 资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS,TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$K(PS,TH) = KS(PS,TH)$$

43. 资本置换价格 ($PINVPS(PS,TH)$)

基于市场价格决定资本置换价格。

$$PINVPS(PS,TH) = \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot SINVCCPSV(CC,PS,TH)$$

44. 分产品投资 ($INVCCV(CC,TH)$)

分产品投资由分解的投资加总得到：

$$INVCCV(CC,TH) = \sum_{PS} INVCCPSV(CC,PS,TH)$$

但是，在本模型中，分产品投资按照比重算出，即

$$INVCCV(CC,TH) = \alpha_{i_{cc,TH}} \cdot \frac{TINV(TH)}{PC(CC,TH)}$$

45. 投资分解 ($INVCCPSV(CC,PS,TH)$)

分解投资由分部门投资进一步分解求出，即

$$INVCCPSV(CC,PS,TH) = SINVCCPSV(CC,PS,TH) \cdot INVPSV(PS,TH)$$

但是，在本模型中，分解的投资由分产品投资进一步分解得出：

$$INVCCPSV(CC,PS,TH) = SINVCCPSV(CC,PS,TH) \cdot INVCCV(CC,TH)$$

46. 对各部门的投资 ($INVPSV(PS,TH)$)

决定优化投资水平和方向，这也是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$INVPSV(PS,TH) = KS(PS,TH+1) - (1 - DEP(PS,TH)) \cdot KS(PS,TH) + DEP(PS,TH) \cdot KS(PS,TH)$$

但是，在本模型中，对各部门的投资是由分解的投资即各部门投资消耗的商品加总得到，即

$$INVPSV(PS,TH) = \sum_{CC} INVCCPSV(CC,PS,TH)$$

47. 初始期期初的资本存量 ($KS0(PS,TH)$)

初始期期初的资本存量外生给定。

$$KS(PS,TH) = IK(PS)$$

48. 资本供给 ($KS(PS,TH)$)

决定优化水平的资本供给，这是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$RPS(PS,TH) = (1 + RLTIR(TH)) \cdot PINVPS(PS,TH) - (1 - DEP(PS,TH)) \cdot PINVPS(PS,TH+1)$$

但是，在本模型中，资本供给量的确定遵从资本积累法则而不是跨期优化。

$$KS(PS, TH+1) = (1 - DEP(PS, TH)) \cdot KS(PS, TH) + INVPSV(PS, TH)$$

在时期末端，为达到稳态，可设定

$$KS(PS, TH+1) = KS(PS, TH)$$

49. 生产成本 (CX(PS, TH))

$$CX(PS, TH) = \left(\frac{1}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH)^{sp(PS, TH)} \cdot PU(PS, TH)^{1-sp(PS, TH)} + \gamma(PS, TH)^{sp(PS, TH)} \cdot PV(PS, TH)^{1-sp(PS, TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS, TH)}}$$

50. 总供给与总需求间的平衡检验 (BT(TH))

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT(TH) = \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{1-it(PS, TH)} \cdot X(PS, TH) + \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) - \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot (HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)) - \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH)$$

51. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 (GDP1(TH)、GDP2(TH) 和 GDP3(TH))

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1(TH) = \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC, TH) \cdot vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH)$$

$$GDP2(TH) = W(TH) \cdot TLS(TH) + \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH) + GY(TH)$$

$$\begin{aligned}
GDP3(TH) = & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot (HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + \\
& SCV(CC, TH)) + \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \\
& \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)
\end{aligned}$$

九、ID1 模型的 GAMS 程序

```

* -----
* This is a new development that introduces intertemporal dynamics into MT2
model
* The data is still based on SAM5 data table, where investment is broken down
into investment and stock change
* ID1 = consumption is optimized but investment is determined by savings with
fixed proportions rather than by optimality
* ID2 = consumption is determined with fixed proposition but investment is
intertemporal-optimally allocated
* ID3 = both consumption and investment are intertemporal-optimally
determined
* ID4 = both consumption and investment are intertemporal-optimally determined,
interest rate taken as numeraire, and savings-investment by Walras law
* (1) For convenience of calibration, it is assumed that in base run all
the years are in steady state, which means that all variables will keep
* constant throughout all the periods in the base run.
* (2) In the data year, two of the SS conditions are that investment must
equal to depreciation of capital stock, and return rate of capital must
* cover interest and depreciation of capital. The two conditions must be
simultaneously fulfilled. This requires to calibrate the depreciation rates
* so that  $K(t) = I(t)/DEP(t) = PK(t)/((r(t)+DEP(t))*PI(t))$ , where PK and PI
are rental and replacement price of capital, respectively, r is interest
* rate.
* (3) In each period, supply of capital shall be determined forward-lookingly
by demand of capital, rental and replacement price of capital. That is
*  $KS(t+1) = K(t+1)*(PK(t+1)/((1+r(t))*PI(t)-(1-DEP(t))*PI(t+1)))*S$ , or
 $PK(t+1) = (1+r(t))*PI(t)-(1-DEP(t))*PI(t+1)$ , where KS is supplied or desired
* capital at the beginning of period t+1 or at the end of period t.
* (4) In each period, consumption shall be determined by the balance of
consumer's disposable income and expenditure. That is
*  $YDISP(t) = PHC(t)*HC(t) + SAVE(t)$ , where YDISP at left-hand side of the
equation is consumer's disposable income, HC and PHC are household's
* consumption and corresponding price, respectively, and SAVE is household
savings that can consist of investment to domestic markets and investment
* to foreign markets.
* (5) At the terminal period, one of the terminal conditions is that investment
must equal to depreciation of capital stock, which is that
*  $I(tt) = DEP(tt)*K(tt)$ , where tt denotes terminal time or period. By this
condition, the determination of  $K(tt+1)$  is avoided.
* In addition, biomass stock must also be constant in SS, even though it is
not constrained in the program.
* (6) In scenarios, any exogenous shock can be tested to see how the economic
system is disturbed in short-run and then come back towards a new steady

```

* state in long-run. The exogenous shock may be set modestly to avoid infeasibility. The time length is also needed to see when the system can get back to a new steady state.

```
* -----
$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 8
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 New capital from part of savings or investment
13 New stock from part of savings or investment
14 Sum
15 Capital stock
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2057/
  T0(TH) FIRST TIME PERIOD
  AN(TH) INTERMEDIATE PERIOD
  TF(TH) THE FINAL PERIOD
;
T0(TH) = NO;
AN(TH) = no;
TF(TH) = NO;
T0(TH)$ (ORD(TH) EQ 1) = YES;
AN(TH) = yes;
TF(TH)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)) = YES;

SET AN(TH);
SET BY(TH) Base Year /2010/;
```

```

ALIAS (TH, TH0) ;
*-----
* The Model Variables and Parameters
*-----

PARAMETERS
  SAM5 (RSAM, CSAM)          SAM5 data
  alphah (CC, TH)            Composition of Household Consumption in total spending
  shc (CC, TH)               Composition of Household consumption in total
consumption
  sh (TH)                    Saving propensity of Household
  alphag (CC, TH)            Composition of Government consumption
  sg (TH)                    Saving propensity of Government
  su (TH)                    Substitution elasticity of Utility
  sp (PS, TH)                Substitution elasticity of Production
  st (CC, TH)                Substitution elasticity of Transformation function
  sa (CC, TH)                Substitution elasticity of Amington function
  alphai (CC, TH)            Investment use of commodity
  alphas (CC, TH)            Stock use of commodity
  beta (PS, TH)              Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma (PS, TH)             Value share of Factor Input
  gammal (PS, TH)            Value share of Labour Input
  gammak (PS, TH)            Value share of Capital Input
  wir (TH)                   World Interest Rate
  stp (TH)                   Social discounting rate
  dep (PS, TH)               Depreciation rate of capital
  delta (CC, TH)             Substitution rate of Armington assumption
  epsilon (CC, TH)           Substitution rate of transformation assumption
  ut (CC, PS, TH)            Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input
  vt (PS, CC, TH)            Make Table of production supply
  it (PS, TH)                Indirect Tax
  sinvccpsv (CC, PS, TH)     Investment matrix
  sinvccpsvl (CC, PS, TH)    Investment matrix
  ivs (TH)                   Proportion of investment in stock
  IK (PS)                    Initial period capital stock
  AH (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for Household
  AG (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government
  AI (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor
  AP (PS, TH)                Scaling parameter of CES production function for
producer
  AV (PS, TH)                Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs
  AA (CC, TH)                Scaling parameter of Armington function
  AT (CC, TH)                Scaling parameter of Transformation function
  THCV (TH)                  Total Household consumption
  TGCV (TH)                  Total Government consumption
  wpi (CC, TH)               World Price of Import at foreign currency
  wpe (CC, TH)               World Price of Export at foreign currency
  GDP1 (TH)                  GDP by production method
  GDP2 (TH)                  GDP by income method
  GDP3 (TH)                  GDP by expenditure method

```

;	
VARIABLES	
ERE (TH)	Relative price of trade
RLTIR (TH)	Real Long-Term Interest Rate
TLS (TH)	Total Labour Stock or endowment
TKS (TH)	Total Capital Stock
UY (TH)	Utility
HACV (TH)	Household Aggretate Consumption in Volumn
HAC (TH)	Household Aggretate Consumption in value
HC (CC, TH)	Household Consumption in value
HCV (CC, TH)	Household Consumption in Volumn
GCV (CC, TH)	Government Consumption in Volumn
HE (TH)	Household Expenditure
GE (TH)	Government Expenditure
LI (TH)	household Labour Income
KI (TH)	household Capital Income
HY (TH)	Household Income
GY (TH)	Government Income
HS (TH)	Household Savings
GS (TH)	Government Savings
TSAV (TH)	Total SAVings
TINV (TH)	Total INVestment
INV (TH)	INVestment to sectors
INVCCV (CC, TH)	Investment by commodity
INVPSV (PS, TH)	Investment by producer
INVCCPSV (CC, PS, TH)	Investment by commodity and by producer
INVF (TH)	Investment to abroad
INVS (TH)	Investment in Stock
SCV (CC, TH)	Stock Change by commodity in Volumn
X (PS, TH)	Activity of domestic produciton
U (PS, TH)	Use of composite intermediate input
V (PS, TH)	Use of composite factor input
QX (CC, PS, TH)	Use table or Intermediate demand of commodity by
producer	
XQ (PS, CC, TH)	Make table
L (PS, TH)	Labour demand by producer
K (PS, TH)	Capital demand by producer
KS (PS, TH)	Capital Supply by producer
IDTX (PS, TH)	InDirect TaX by producer
Q (CC, TH)	Quantity of domestically-produced commodity
QD (CC, TH)	Quantity of domestically-produced commodity sold in
domestic market	
QC (CC, TH)	Quantity of Composite commodity supplied to or
consumed in domestic market	
PUY (TH)	Price of Utility or aggregate consumption
PX (PS, TH)	Price for activity of domestic production
PINVPS (PS, TH)	Price for investment
PU (PS, TH)	Price of composite intermediate input
PV (PS, TH)	Price of composite factor input
PQ (CC, TH)	Price of domestically-produced commodity
PQD (CC, TH)	Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market	
PC (CC, TH)	Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market	

```

PHAC(TH)           Price of Household Aggregate Consumption
PEXP(CC,TH)        Price of EXPort at local currency
PIMP(CC,TH)        Price of IMPort at local currency
EXR(TH)            Exchange Rate
CX(PS,TH)          Cost of producer
W(TH)              Wage rate
R(TH)              Rental rate
RPS(PS,TH)         Rental rates by producer
EXP(CC,TH)         EXPort
IMP(CC,TH)         IMPort
BT(TH)             Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM5 sam2007.xls SAM5!a1:p16
*-----

su(TH) = 0.8;
sp(PS,TH) = 0.8;
st(CC,TH) = -0.8;
sa(CC,TH) = 0.8;
wir(TH) = 0.03;
dep(PS,TH) = 0.05;
stp(TH) = 0.03;
wpi(CC,TH) = 1;
wpe(CC,TH) = 1;
PC.L(CC,TH) = 1;
QX.L(CC,PS,TH) = SAM5(CC,PS);
U.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010"));
L.L(PS,TH) = SAM5("07",PS);
TLS.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"));
IDTX.L(PS,TH) = SAM5("10",PS);
W.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"))/TLS.L("2010");
V.L(PS,TH) = L.L(PS,"2010")+SAM5("08",PS);
HC.L(CC,TH) = SAM5(CC,"09");
HCV.L(CC,TH) = HC.L(CC,TH)/PC.L(CC,TH);
HAC.L(TH) = SUM(CC,HC.L(CC,TH));
HACV.L(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
PHAC.L(TH) = HAC.L(TH)/HACV.L(TH);
HS.L(TH) = SAM5("12","09");
HE.L(TH) = SAM5("14","09");
LI.L(TH) = SAM5("09","07");
KI.L(TH) = SAM5("09","08");
HY.L(TH) = LI.L("2010")+KI.L("2010");
GCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"10")/PC.L(CC,TH);
GS.L(TH) = SAM5("12","10");
GE.L(TH) = SAM5("14","10");
GY.L(TH) = SUM(PS,IDTX.L(PS,"2010"));
TSAV.L(TH) = HS.L("2010")+GS.L("2010");
X.L(PS,TH) = SAM5(PS,"14");
INVCCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"12");
INVCCPSV.L(CC,PS,TH) = INVCCV.L(CC,"2010")*(SAM5("08",PS)/SUM(PS1,SAM5("08",
PS1)));
INVPSV.L(PS,TH) = SUM(CC,INVCCPSV.L(CC,PS,"2010"));

```

```

    sinvccpsv(CC,PS,TH) = (INVCCPSV.L(CC,PS,"2010")/INVPSV.L(PS,"2010"))$(INVPSV.
L(PS,"2010") NE 0.)+0.;
    sinvccpsvl(CC,PS,TH) = (INVCCPSV.L(CC,PS,"2010")/INVCCV.L(CC,"2010"))$(INVCCV.
L(CC,"2010") NE 0.)+0.;
    INV.L(TH) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,TH));
    INVFL(TH) = SAM5("11","12");
    INVS.L(TH) = SAM5("13","12");
    TINV.L(TH) = SAM5("14","12");
    SCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"13")/PC.L(CC,TH);
    XQ.L(PS,CC,TH) = SAM5(PS,CC);
    Q.L(CC,TH) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,"2010"));
    EXP.L(CC,TH) = SAM5(CC,"11");
    QD.L(CC,TH) = Q.L(CC,"2010")-EXP.L(CC,"2010");
    IMP.L(CC,TH) = SAM5("11",CC);
    QC.L(CC,TH) = QD.L(CC,"2010")+IMP.L(CC,"2010");
    PX.L(PS,TH) = 1;
    PC.L(CC,TH) = 1;
    PU.L(PS,TH) = 1;
    PU.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010")*PC.L(CC,"2010"))/U.L(PS,"2010");
    PV.L(PS,TH) = 1;
    PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvccpsv(CC,PS,"2010"));
    PQ.L(CC,TH) = 1;
    PQD.L(CC,TH) = 1;
    PEXP.L(CC,TH) = 1;
    PIMP.L(CC,TH) = 1;
    EXR.L(TH) = 1;
    PUY.L(TH) = 1;
    BT.L(TH) = 1;
    ERE.L(TH) = 1;
    RLTI.L(TH) = wir(TH);
    dep(PS,TH) = RLTI.L("2010")/(SAM5("08",PS)/(INVPSV.L(PS,"2010")*PINVPS.
L(PS,"2010"))-1);
    KS.L(PS,TH) = INVPSV.L(PS,"2010")/dep(PS,"2010");
    K.L(PS,TH) = KS.L(PS,TH);
    TKS.L(TH) = SUM(PS,K.L(PS,"2010"));
    RPS.L(PS,TH) = PINVPS.L(PS,"2010")*(RLTI.L("2010")+dep(PS,"2010"));
    R.L(TH) = SUM(PS,RPS.L(PS,TH)*KS.L(PS,TH))/TKS.L(TH);

    alphah(CC,BY) = HC.L(CC,BY)/HE.L(BY);
    shc(CC,BY) = HC.L(CC,BY)/HAC.L(BY);
    sh(BY) = HS.L(BY)/HE.L(BY);
    alphag(CC,BY) = (GCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/GE.L(BY);
    sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
    alphai(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
    alphas(CC,BY) = (SCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/INVS.L(BY);
    it(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
    beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L
(PS,BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
    gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)
** (1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
    gammal(PS,BY) = (W.L(BY)*L.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
    gammak(PS,BY) = (RPS.L(PS,BY)*K.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
    delta(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))
/ (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,

```

```

BY)**(1/sa(CC,BY)));
    epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))
        / (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,
BY)**(1/st(CC,BY)));
    ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
    vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
    AH(BY) = HE.L(BY)/PROD(CC,HCV.L(CC,BY)**alphah(CC,BY));
    AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GCV.L(CC,BY)**alphag(CC,BY));
    AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY));
    AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1));
    AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,BY));
    AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))+(1-del
taBY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1));
    AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))+(1-epsilo
n(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1));
    ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
    CX.L(PS,TH) = (1/AP(PS,"2010"))*(beta(PS,"2010"))*sp(PS,"2010")*(PU.L(PS,
"2010"))*(1-sp(PS,"2010"))
        +gamma(PS,"2010"))*sp(PS,"2010")*(PV.L(PS,"2010")
** (1-sp(PS,"2010")))*(1/(1-sp(PS,"2010")));
    THCV(BY) = SUM(CC,HCV.L(CC,BY));
    TGCV(BY) = SUM(CC,GCV.L(CC,BY));
    GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
    GDP2(BY) = W.L(BY)*TLS.L(BY)+SUM(PS,RPS.L(PS,BY)*K.L(PS,BY))+GY.L(BY);
    GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(HCV.L(CC,BY)+GCV.L(CC,BY)+INVCCV.L(CC,BY)+
SCV.L(CC,BY)))
        +SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY));

    alphah(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphah(CC,"2010");
    shc(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = shc(CC,"2010");
    sh(TH$(ORD(TH) GE 1) = sh("2010");
    alphag(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphag(CC,"2010");
    sg(TH$(ORD(TH) GE 1) = sg("2010");
    su(TH$(ORD(TH) GE 1) = su("2010");
    sp(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = sp(PS,"2010");
    st(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = st(CC,"2010");
    sa(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = sa(CC,"2010");
    alphai(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphai(CC,"2010");
    alphas(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphas(CC,"2010");
    beta(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = beta(PS,"2010");
    gamma(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = gamma(PS,"2010");
    gammal(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = gammal(PS,"2010");
    gammak(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = gammak(PS,"2010");
    dep(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = dep(PS,"2010");
    delta(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = delta(CC,"2010");
    epsilon(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = epsilon(CC,"2010");
    ut(CC,PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = ut(CC,PS,"2010");
    vt(PS,CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = vt(PS,CC,"2010");
    it(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = it(PS,"2010");
    sinvccpsv(CC,PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = sinvccpsv(CC,PS,"2010");
    ivs(TH$(ORD(TH) GE 1) = ivs("2010");
    AH(TH$(ORD(TH) GE 1) = AH("2010");
    AG(TH$(ORD(TH) GE 1) = AG("2010");

```

```

AI(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AI("2010");
AP(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AT(CC,"2010");
THCV(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = THCV("2010");
TGCV(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = TGCV("2010");
wpi(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = wpi(CC,"2010");
wpe(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = GDP3("2010");

IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",TH) = 1;
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
*it(PS,TH)$ (ORD(TH) EQ 2) = 1.05*it(PS,"2010");
*-----
*Equations
*-----
Equations
ERLTIR(TH)
EERE(TH)
EHACV0(TH)
EHACV(TH)
EHAC(TH)
EHC(CC,TH)
EHCV(CC,TH)
EUY(TH)
EHY(TH)
EHS(TH)
EGY(TH)
EGCV(CC,TH)
EGS(TH)
ETSAV(TH)
ETINV(TH)
EINVCCV(CC,TH)
EINV(TH)
EINVCCPSV(CC,PS,TH)
EINVPSV(PS,TH)
EKS0(PS,TH)
EKS(PS,TH)
EINVS(TH)
ESCV(CC,TH)
EINVF(TH)
EX(PS,TH)
EU(PS,TH)
EV(PS,TH)
EQX(CC,PS,TH)
EL(PS,TH)
EK(PS,TH)
EQ(CC,TH)
EQD(CC,TH)
EEXP(CC,TH)

```



```

EQC(CC,TH)
EIMP(CC,TH)
EPIMP(CC,TH)
EPC(CC,TH)
EPHAC(TH)
EPX(PS,TH)
EPU(PS,TH)
EPV(PS,TH)
EPQ(CC,TH)
EPQD(CC,TH)
EPEXP(CC,TH)
EEXR(TH)
EW(TH)
ER(TH)
ERPS(PS,TH)
EPINVPS(PS,TH)
ECX(PS,TH)
EPUY(TH)
EBT(TH)
;
ERLTIR(TH)..
    RLTIR(TH) =E= wir(TH)
;
EERE(TH)..
    ERE(TH) =E= 1
;
* Household Aggregate Consumption in Volume
EHACV0(TH)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH))..
    HAC(TH) =E= PHAC(TH) *HACV(TH)
;
EHACV(TH)$ (ORD(TH) LE CARD(TH)-1)..
    HACV(TH+1) =E= HACV(TH) * ((1+rltir(TH)) / (1+stp(TH))) * (PHAC(TH) /PHAC(TH+1))
;
* Household Aggregate Consumption in Value
EHAC(TH)..
    HAC(TH) =E= HY(TH) -HS(TH)
;
EHC(CC,TH)..
    HC(CC,TH) =E= shc(CC,TH) *HAC(TH)
;
EHCV(CC,TH)..
    HCV(CC,TH) =E= HC(CC,TH) /PC(CC,TH)
;
EUUY(TH)..
    UY(TH) =E= AH(TH) *SUM(CC, alphah(CC,TH) * (HCV(CC,TH) ** (1-1/su(TH)))) ** (su
(TH) / (su(TH) -1))
;
EHY(TH)..
    HY(TH) =E= SUM(PS, W(TH) *L(PS,TH)) +SUM(PS, RPS(PS,TH) *K(PS,TH))
;
EHS(TH)..
    HS(TH) =E= sh(TH) *HY(TH)
;

```

```

EGY (TH) ..
    GY (TH) =E= SUM (PS, it (PS, TH) *SUM (CC, vt (PS, CC, TH) *PQ (CC, TH) *X (PS, TH) ) )
;
EGCV (CC, TH) ..
    GCV (CC, TH) =E= alphag (CC, TH) *GY (TH) /PC (CC, TH)
;
EGS (TH) ..
    GS (TH) =E= sg (TH) *GY (TH)
;
ETSAV (TH) ..
    TSAV (TH) =E= HS (TH) +GS (TH)
;
ETINV (TH) ..
    TINV (TH) =E= TSAV (TH)
;
EINV (TH) ..
    INV (TH) =E= SUM (CC, PC (CC, TH) *INVCCV (CC, TH) )
;
EINVS (TH) ..
    INVS (TH) =E= ivs (TH) *TINV (TH)
;
EINVF (TH) ..
    INV (TH) =E= TINV (TH) -INV (TH) -INVS (TH)
;
ESCV (CC, TH) ..
    SCV (CC, TH) =E= alphas (CC, TH) *INVS (TH) /PC (CC, TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX (PS, TH) ..
    (1-it (PS, TH) ) *PX (PS, TH) =E= CX (PS, TH)
;
EU (PS, TH) ..
    U (PS, TH) =E= (X (PS, TH) /AP (PS, TH) ) * (beta (PS, TH) *AP (PS, TH) *CX (PS, TH) /PU
(PS, TH) ) **sp (PS, TH)
;
EV (PS, TH) ..
    V (PS, TH) =E= (X (PS, TH) /AP (PS, TH) ) * (gamma (PS, TH) *AP (PS, TH) *CX (PS, TH) /PV
(PS, TH) ) **sp (PS, TH)
;
EQX (CC, PS, TH) ..
    QX (CC, PS, TH) =E= ut (CC, PS, TH) *U (PS, TH)
;
EL (PS, TH) ..
    L (PS, TH) =E= gammal (PS, TH) *PV (PS, TH) *V (PS, TH) /W (TH)
;
EK (PS, TH) ..
    K (PS, TH) =E= gammak (PS, TH) *PV (PS, TH) *V (PS, TH) /RPS (PS, TH)
;
EQ (CC, TH) ..
    Q (CC, TH) =E= SUM (PS, vt (PS, CC, TH) *X (PS, TH) )
;
EQD (CC, TH) ..

```

```

        QD(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)*AT(CC,TH)*PQ(CC,TH)/
PQD(CC,TH))**st(CC,TH)
;
EEXP(CC,TH)..
    EXP(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*((1-epsilon(CC,TH))*AT(CC,TH)*PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH))**st(CC,TH)
;
EQC(CC,TH)..
    QD(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)*AA(CC,TH)*PC(CC,TH)/
PQD(CC,TH))**sa(CC,TH)
;
EIMP(CC,TH)..
    IMP(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*((1-delta(CC,TH))*AA(CC,TH)*PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH))**sa(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC,TH)..
    PIMP(CC,TH) =E= EXR(TH)*wpi(CC,TH)
;
EPC(CC,TH)..
    QC(CC,TH) =E= SUM(PS,QX(CC,PS,TH))+HCV(CC,TH)+GCV(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)
+SCV(CC,TH)
;
EPHAC(TH)..
    PHAC(TH) =E= SUM(CC,HCV(CC,TH)*PC(CC,TH))/SUM(CC,HCV(CC,TH))
;
EPX(PS,TH)..
    PX(PS,TH) =E= SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ(CC,TH))
;
EPU(PS,TH)..
    PU(PS,TH) =E= SUM(CC,QX(CC,PS,TH)*PC(CC,TH))/U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH)..
    PV(PS,TH) =E= (1/AV(PS,TH))*(W(TH)/gammal(PS,TH))*gammal(PS,TH)*(RPS
(PS,TH)/gammak(PS,TH))*gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH)..
    PQ(CC,TH) =E= (1/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)**st(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**(1-
st(CC,TH)))+(1-epsilon(CC,TH))**st(CC,TH)*(PEXP(CC,TH)**(1-st(CC,TH))))**
(1/(1-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH)..
    PC(CC,TH) =E= (1/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)**sa(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**(1-sa
(CC,TH)))+(1-delta(CC,TH))**sa(CC,TH)*(PIMP(CC,TH)**(1-sa(CC,TH))))**
(1/(1-sa(CC,TH)))
;
EPEXP(CC,TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXR(TH)..
    SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH)) =E= SUM(CC,PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))+INVF(TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate

```

```

EW(TH) ..
    SUM(PS, L(PS, TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH) ..
    R(TH) =E= SUM(PS, RPS(PS, TH) * KS(PS, TH)) / SUM(PS, KS(PS, TH)) ;
;
ERPS(PS, TH) ..
    K(PS, TH) =E= KS(PS, TH)
;
EPINVPS(PS, TH) ..
    PINVPS(PS, TH) =E= SUM(CC, PC(CC, TH) * SINVCCPSV(CC, PS, TH))
;
*-----
* Capital supply
*-----
EINVCCV(CC, TH) ..
    INVCCV(CC, TH) =E= alphai(CC, TH) * TINV(TH) / PC(CC, TH)
;
EINVCCPSV(CC, PS, TH) ..
    INVCCPSV(CC, PS, TH) =E= SINVCCPSV1(CC, PS, TH) * INVCCV(CC, TH)
;
EINVPSV(PS, TH) ..
    INVPSV(PS, TH) =E= SUM(CC, INVCCPSV(CC, PS, TH))
;
EKS0(PS, TH) $(ORD(TH) EQ 1) ..
    KS(PS, TH) =E= IK(PS)
;
EKS(PS, TH+1) ..
    KS(PS, TH+1) =E= (INVPSV(PS, TH) + (1-DEP(PS, TH)) * KS(PS, TH)) $(ORD(TH) LE
CARD(TH)-2)
                                + (KS(PS, TH)) $(ORD(TH) EQ CARD(TH)-1)
;
* Cost of production
ECX(PS, TH) ..
    CX(PS, TH) =E= (1/AP(PS, TH)) * (beta(PS, TH) ** sp(PS, TH) * (PU(PS, TH) ** (1-sp
(PS, TH))) + gamma(PS, TH) ** sp(PS, TH) * (PV(PS, TH) ** (1-sp(PS, TH)))) ** (1/(1-sp(PS, TH)))
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPUY(TH) ..
    PUY(TH) =E= (1/AH(TH)) * SUM(CC, (alphah(CC, TH) ** su(TH)) * (PC(CC, TH) ** (1-
su(TH)))) ** (1/(1-su(TH)))
;
* Balance
EBT(TH) ..
    BT(TH) =E= SUM(CC, SUM(PS, vt(PS, CC, TH) * CX(PS, TH) / (1-it(PS, TH)) * X(PS, TH)))
+SUM(CC, PIMP(CC, TH) * IMP(CC, TH))
    -SUM((PS, CC), PC(CC, TH) * QX(CC, PS, TH)) -SUM(CC, PC(CC, TH) * (HCV(CC, TH)
+GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)))
    -SUM(CC, PEXP(CC, TH) * EXP(CC, TH))
;
Model ID1
/

```

```

ERLTIR.RLTIR
EERE.ERE
EHACV0.HACV
EHACV.HACV
EHAC.HAC
EHC.HC
EHCV.HCV
*EUY.UY
EHY.HY
EHS.HS
EGY.GY
EGCV.GCV
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESCV.SCV
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPHAC.PHAC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS
EINVCCV.INVCCV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVPSV.INVPSV
EKS0.KS
EKS.KS
ECX.CX
*EPUY.PUY
EBT.BT
/;
*-----

```

```

* The Forward-looking Dynamic Run
*-----
* Solving model
*-----

ID1.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE ID1 USING MCP;

THCV(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
TGCV(TH) = SUM(CC,GCV.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*TLS.L(TH)+SUM(PS,RPS.L(PS,TH)*K.L(PS,TH))+GY.L(TH);
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(HCV.L(CC,TH)+GCV.L(CC,TH)+INVCCV.L(CC,TH)
+SCV.L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH));
*-----
* File in which the Results are put
*-----

FILE ID_1 /ID1.CSV/;
put ID_1;
ID_1.PC=5;ID_1.ND=6;ID_1.NZ=1.E-6;ID_1.NW=20;ID_1.PW=850
PUT 'GDP1(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP1(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP2(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP2(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GDP3(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT GDP3(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'PC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'BT(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT BT.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'PINVPS(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PINVPS.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'QX(CC,PS)';LOOP(PS,PUT PS.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(PS,PUT QX.L(CC,PS,"2010"));PUT/;);PUT/;
PUT 'HC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT HC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'GCV(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT GCV.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'INVCCV(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT INVCCV.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'SCV(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT SCV.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'THCV(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT THCV(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'HACV(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HACV.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'TGCV(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT TGCV(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'HY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT HY.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'GY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL;);PUT/;

```

```

PUT ' '; LOOP (TH, PUT GY.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'INVCCV (CC, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (TH, PUT INVCCV.L (CC, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'INVPSV (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT INVPSV.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'INVCCPSV (2010)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT INVCCPSV.L (CC, PS, "2010")); PUT /;); PUT /;
PUT 'INVCCPSV (2011)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT INVCCPSV.L (CC, PS, "2011")); PUT /;); PUT /;
PUT 'INVCCPSV (2012)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT INVCCPSV.L (CC, PS, "2012")); PUT /;); PUT /;
PUT 'SINVCCPSV (2010)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT SINVCCPSV (CC, PS, "2010")); PUT /;); PUT /;
PUT 'SINVCCPSV (2011)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT SINVCCPSV (CC, PS, "2011")); PUT /;); PUT /;
PUT 'SINVCCPSV (2012)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT SINVCCPSV (CC, PS, "2012")); PUT /;); PUT /;
PUT 'SINVCCPSV1 (CC, PS)'; LOOP (PS, PUT PS.TL;); PUT /;
LOOP (CC, PUT CC.TL; LOOP (PS, PUT SINVCCPSV1 (CC, PS, "2010")); PUT /;); PUT /;
PUT 'INV (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT INV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'INVF (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT INV.F.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'INVS (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT INVS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'TINV (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TINV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'TSAV (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TSAV.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'HS (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT HS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'GS (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT GS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'X (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT X.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'U (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT U.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'V (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT V.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'L (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT L.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'TLS (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TLS.L (TH)); PUT /; PUT /;
PUT 'dep (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT dep (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'INVPSV (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT INVPSV.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'K (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT K.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'KS (PS, TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
LOOP (PS, PUT PS.TL; LOOP (TH, PUT KS.L (PS, TH)); PUT /;); PUT /;
PUT 'TKS (TH)'; LOOP (TH, PUT TH.TL;); PUT /;
PUT ' '; LOOP (TH, PUT TKS.L (TH)); PUT /; PUT /;

```

```

PUT 'Q(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT Q.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'QD(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT QD.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'EXP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT EXP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'IMP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT IMP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'QC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT QC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PIMP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PIMP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PX(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PX.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PU(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PU.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PV(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT PV.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'CX(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT CX.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'it(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT it(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PC(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PC.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PQ(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PQ.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PQD(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PQD.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PEXP(CC,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(CC,PUT CC.TL;LOOP(TH,PUT PEXP.L(CC,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'EXR(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT EXR.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'W(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT W.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'R(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT R.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'RPS(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT RPS.L(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'RLTIR(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT RLTIR.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'dep(PS,TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
LOOP(PS,PUT PS.TL;LOOP(TH,PUT dep(PS,TH));PUT/;);PUT/;
PUT 'PUY(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT PUY.L(TH));PUT/;PUT/;
PUT 'BT(TH)';LOOP(TH,PUT TH.TL);PUT/;
PUT '';LOOP(TH,PUT BT.L(TH));PUT/;PUT/;

```


第二节 ID2 模型

ID2 模型基于表 7-2 的结构和数据建立，表 7-2 与表 7-1 完全相同。模型中消费需求按照固定比例决定，而投资需求则由跨期优化来决定。

表 7-2 ID2 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 930 000	0	0								488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0								5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139								1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806											1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456											1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878						2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310											385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526		974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047				1 343 002 740
存货变动												54 835 514		54 835 514
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	24 424 926 103

一、ID2 模型依据的假设

1. 居民消费、政府消费按照 Leontief 固定比例实现；
2. 投资活动按照优化实现；
3. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
4. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
5. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
6. 居民的总收入等同于其总支出；
7. 政府的总收入等同于其总支出；
8. 商品价格或汇率可作为基准价格；
9. 总投资等于总储蓄，即储蓄驱动情形；

10. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
11. 投资分为投资与存货变动两部分；
12. 跨期动态。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$Sam5(RSAM, CSAM)$ 表 7-2 社会核算矩阵数据

$alphah(CC, TH)$ 居民消费结构系数

$*shc(CC, TH)$ 居民消费占总消费的比例

$sh(TH)$ 居民储蓄倾向

$alphag(CC, TH)$ 政府消费结构系数

$sg(TH)$ 政府储蓄倾向

$su(TH)$ 效用替代弹性

$sp(PS, TH)$ 生产替代弹性

$st(CC, TH)$ 转换替代弹性

$sa(CC, TH)$ Armington 函数替代弹性

$alphai(CC, TH)$ 投资的商品需求结构系数

$alphas(CC, TH)$ 存货变动的商品需求结构系数

$beta(CC, PS, TH)$ 生产部门的中间需求结构系数

$gamma(PS, TH)$ 生产部门的要素投入系数

$gammal(PS, TH)$ 生产部门的劳动投入系数

$gammak(PS, TH)$ 生产部门的资本投入系数

$wir(TH)$ 世界利率

$*stp(TH)$ 社会折旧率

$dep(PS, TH)$ 资本折旧率

$delta(CC, TH)$ Armington 假设的替代率

$epsilon(CC, TH)$ CET 假设的替代率

$ut(PS, CC, TH)$ 使用表，产业部门各种产品投入的固定比例

$vt(PS, CC, TH)$ 供给表，产业部门生产的产品的固定比例

$it(PS, TH)$	间接税或生产税
$sinvccpsv(CC, PS, TH)$	投资商品消耗矩阵
$sinvccpsv1(CC, PS, TH)$	投资商品消耗矩阵
$ivs(TH)$	全部投资中对存货变动的比例
$AH(TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS, TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$*AS(PS, TH)$	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS, TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS, TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC, TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC, TH)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

$IK(TH)$	模型期初的资本供给量
$LS(TH)$	劳动供给量
$KS(TH)$	资本供给量
$wpi(CC, TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC, TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THCV(CC, TH)$	居民总消费量
$TGCV(CC, TH)$	政府总消费量
$THC(TH)$	居民总消费额
$TGC(TH)$	政府总消费额
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDP1(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$ERE(TH)$	相对贸易价格
$RLTIR(TH)$	实际长期利率

$TLS(TH)$	总劳动供给
$TKS(TH)$	总资本供给
$UY(TH)$	效用
$HAC(TH)$	居民总消费额
$HACV(TH)$	居民总消费量
$HC(CC,TH)$	居民消费额
$HCV(CC,TH)$	居民消费量
$GC(CC,TH)$	政府消费额
$GCV(CC,TH)$	政府消费量
$HE(TH)$	居民总支出
$GE(TH)$	政府总支出
$LI(TH)$	居民劳动收入
$KI(TH)$	居民资本收入
$HY(TH)$	居民收入
$GY(TH)$	政府收入
$HS(TH)$	居民储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TSAV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资活动的总商品需求额
$INVCCV(CC,TH)$	分商品投资量, 或投资的商品消耗量
$INVPSV(PS,TH)$	分部门投资量, 或对各部门的投资量
$INVCCPSV(PS,TH)$	分解投资量, 或分部门投资活动的商品消耗量
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SCV(CC,TH)$	存货变动量
$*SC(CC,TH)$	存货变动额
$X(PS,TH)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS,TH)$	中间商品需求量
$U(PS,TH)$	合成商品中间投入量
$V(PS,TH)$	合成要素初始投入量

$XQ(PS, CC, TH)$	供给表
$L(PS, TH)$	劳动需求
$K(PS, TH)$	资本需求
$KS(PS, TH)$	资本供给
$TK(PS)$	终结期后的资本存量
$IDTX(PS, TH)$	生产税
$Q(CC, TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC, TH)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS, TH)$	本国生产活动的价格
$PINVPS(PS, TH)$	投资活动的价格
$PTK(PS)$	终结期后的资本存量的价格
$PU(PS, TH)$	本国生产活动中间投入合成品的价格
$PV(PS, TH)$	本国生产活动合成要素投入的价格
$PQ(CC, TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PCI(CC, TH)$	本国市场上合成商品的价格
$PC(CC, TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$*PHAC(TH)$	居民总消费的价格
$PEXP(CC, TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的价格
$EXR(TH)$	汇率
$CX(PS, TH)$	单位生产成本
$W(TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS, TH)$	分部门的资本租赁率
$EXP(CC, TH)$	出口品的数量
$IMP(CC, TH)$	进口品的数量

七、生产者行为

假定生产由无限延续的多层次嵌套系统组成。在最顶层，生产者在资本跨期积累条件约束下通过优化分配在每一个时期的投资及中间商品和要素投入的使用以实现全期现值

收入的最大化。

$$\text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot (PC_{t,i} \cdot X_{t,i} - PU_t \cdot U_t - PV_t \cdot V_t - PI_t \cdot I_t)$$

上式中, i 代表各种商品, ir 代表实际长期利率, X_t 、 U_t 、 V_t 和 I_t 分别表示合成中间投入、合成要素投入和投资。 $PC_{t,i}$ 、 PU_t 、 PV_t 和 PI_t 分别为这些投入的价格。约束条件为:

$$K_{t+1} = (1-\delta) \cdot K_t + I_t$$

上式中, K_t 表示生产者在第 t 时期的资本存量, δ 表示资本折旧率, K_0 表示外生的期初资本存量, 外生给定。

假定在每一时期的总生产活动按照 CES 形式进行, 则有:

$$X_t = \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{\rho}{\rho-1}}$$

上式中, α_u 和 α_v 分别是 U_t 和 V_t 的比例系数, ρ 为 U_t 和 V_t 之间的替代弹性。这个动态优化问题的解就决定了优化投资水平的时间轨迹以及在各个时期内的中间商品和要素的优化需求。

对以上优化问题的求解方法基本有三种, 分别是拉格朗日极值、汉密尔顿优化和贝尔曼 (Bellman) 动态规划方法。这里我们只给出运用拉格朗日求现值极值方法的求解过程, 有兴趣的读者也可以自行演算推导运用汉密尔顿及贝尔曼方法的求解过程。

设拉格朗日函数为

$$\begin{aligned} L &= \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot (PC_t \cdot X_t - PU_t \cdot U_t - PV_t \cdot V_t - PI_t \cdot I_t) - \\ &\quad \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot (K_{t+1} - (1-\delta) \cdot K_t - I_t) \\ &= \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot (PC_t \cdot X_t - PU_t \cdot U_t - PV_t \cdot V_t - PI_t \cdot I_t) + \\ &\quad \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot K_{t+1} - \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot ((1-\delta) \cdot K_t + I_t) \\ &= \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot (PC_t \cdot X_t - PU_t \cdot U_t - PV_t \cdot V_t - PI_t \cdot I_t) + \\ &\quad \sum_{t=1}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot \lambda_t \cdot K_t - \sum_{t=0}^{\infty} (1+ir)^{-t-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot ((1-\delta) \cdot K_t + I_t) \\ &= \sum_{t=1}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot (PC_t \cdot X_t - PU_t \cdot U_t - PV_t \cdot V_t - PI_t \cdot I_t) + \\ &\quad \sum_{t=1}^{\infty} (1+ir)^{-t} \cdot \lambda_t \cdot K_t - \sum_{t=1}^{\infty} (1+ir)^{-t-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot ((1-\delta) \cdot K_t + I_t) + \\ &\quad (PC_0 \cdot X_0 - PU_0 \cdot U_0 - PV_0 \cdot V_0 - PI_0 \cdot I_0) - (1+ir)^{-1} \cdot \lambda_1 \cdot ((1-\delta) \cdot K_0 + I_0) \end{aligned}$$

首先，对 U 求导得：

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial U_t} &= PC_t \cdot \frac{\partial X_t}{\partial U_t} - PU_t = PC_t \cdot \frac{\rho}{\rho-1} \cdot \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{\rho-\rho+1}{\rho-1}} \cdot \alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot \frac{\rho-1}{\rho} \cdot U_t^{\frac{\rho-1-\rho}{\rho}} - PU_t \\ &= PC_t \cdot \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho-1}} \cdot \alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{-1} - PU_t = 0\end{aligned}$$

于是，可求得对于合成中间商品的需求：

$$\begin{aligned}PC_t \cdot \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho-1}} \cdot \alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{-1} &= PU_t \\ PC_t^{\rho} \cdot \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \cdot \alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{-1} &= PU_t^{\rho} \\ U_t &= \alpha_u \cdot X_t \cdot \left(\frac{PC_t}{PU_t} \right)^{\rho}, t=0,1,2,\dots\end{aligned}$$

类似地，对 V 求导得：

$$\begin{aligned}\frac{\partial L}{\partial V_t} &= PC_t \cdot \frac{\partial X_t}{\partial V_t} - PV_t = PC_t \cdot \frac{\rho}{\rho-1} \cdot \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{\rho-\rho+1}{\rho-1}} \cdot \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot \frac{\rho-1}{\rho} \cdot V_t^{\frac{\rho-1-\rho}{\rho}} - PV_t \\ &= PC_t \cdot \left(\alpha_u^{\frac{1}{\rho}} \cdot U_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} + \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{\frac{\rho-1}{\rho}} \right)^{\frac{1}{\rho-1}} \cdot \alpha_v^{\frac{1}{\rho}} \cdot V_t^{-1} - PV_t = 0\end{aligned}$$

于是，可求出对于合成要素的需求为

$$V_t = \alpha_v \cdot X_t \cdot \left(\frac{PC_t}{PV_t} \right)^{\rho}, t=0,1,2,\dots$$

其次，对 I 求导得：

$$\frac{\partial L}{\partial I_t} = -(1+ir)^{-t} \cdot PI_t - (1+ir)^{-t-1} \lambda_{t+1} = 0$$

$$\text{即} \quad (1+ir)^{-1} \lambda_{t+1} = -PI_t$$

$$\text{及} \quad (1+ir)^{-1} \lambda_t = -PI_{t-1}$$

再次，对 K 求导得：

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial L}{\partial K_t} &= (1+ir)^{-t} \cdot PC_t \cdot \frac{\partial X_t}{\partial K_t} + (1+ir)^{-t} \cdot \lambda_t - (1+ir)^{-t-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot (1-\delta) \\
 &= PC_t \cdot \frac{\partial X_t}{\partial K_t} + \lambda_t - (1+ir)^{-1} \cdot \lambda_{t+1} \cdot (1-\delta) \\
 &= PC_t \cdot \frac{\partial X_t}{\partial K_t} - PI_{t-1} \cdot (1+ir) + PI_t \cdot (1-\delta) = 0 \\
 \Rightarrow PC_t \cdot \frac{\partial X_t}{\partial K_t} + PI_t \cdot (1-\delta) &= PI_{t-1} \cdot (1+ir) \\
 &= RK_t + PI_t \cdot (1-\delta) = PI_{t-1} \cdot (1+ir)
 \end{aligned}$$

式中， $RK_t = PV_t \cdot \frac{\partial V_t}{\partial K_t}$ 表示资本回报率。将上式向前移动一个时期即得将时期 t 的投资与时期 $t+1$ 的投资联系起来的欧拉方程（Euler equation）。

$$RK_{t+1} + PI_{t+1} \cdot (1-\delta) = PI_t \cdot (1+ir)$$

或

$$PI_t = \frac{1}{1+ir} \cdot RK_{t+1} + \frac{1}{1+ir} \cdot PI_{t+1} \cdot (1-\delta)$$

该式表示，在优化情形下，在时期 t 的单位投资要等同于在时期 $t+1$ 的单位投资。方程式右边的第一项表示按利率折扣后的资本回报率，第二项表示按利率折扣后的净投资。

最后，对 λ 求导得： $K_{t+1} = (1-\delta) \cdot K_t + I_t$

八、模型结构方程

1. 实际长期利率（ $RLTIR(TH)$ ）

$$RLTIR(TH) = wir(TH)$$

2. 相对贸易价格（ $ERE(TH)$ ）

$$ERE(TH) = 1$$

3. 居民消费量（ $HCV(CC, TH)$ ）

$$HCV(CC, TH) = \frac{\alpha_h(CC, TH) \cdot HY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

4. 政府消费量（ $GCV(CC, TH)$ ）

$$GCV(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

5. 居民收入 ($HY(TH)$)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和。

$$HY(TH) = \sum_{PS} W(TH) \cdot L(PS, TH) + \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH)$$

6. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入。

$$GY(TH) = \sum_{PS} \left(it(PS, TH) \cdot \left(\sum_{CC} vt(CC, PS, TH) \cdot PQ(CC, TH) \cdot X(PS, TH) \right) \right)$$

7. 居民储蓄 ($HS(TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(TH) = sh(TH) \cdot HY(TH)$$

8. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

9. 总储蓄 ($TSAV(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

10. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TSAV(TH)$$

11. 投资活动的总商品需求额 ($INV(TH)$)

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

12. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

13. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - INV(TH) - INVS(TH)$$

14. 存货变动对商品的需求量 ($SCV(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SCV(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

15. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

16. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

17. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

18. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

19. 劳动初始投入 ($L(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS, TH) = \gamma_l(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(TH)}$$

20. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

21. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

22. 本国生产在本国销售的产品的数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

23. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标, 等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差, 或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

24. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

25. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

26. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpi(CC, TH)$$

27. 合成商品的价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC, TH) \cdot QC(CC, TH) = PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

28. 居民总消费的价格 ($PHAC(TH)$)

$$PHAC(TH) = \frac{\sum_{CC} HCV(CC, TH) \cdot PC(CC, TH)}{\sum_{CC} HCV(CC, TH)}$$

29. 本国生产活动价格 ($PX(PS, TH)$)

$$PX(PS, TH) = \sum_{CC} v_t(PS, CC, TH) \cdot PQ(CC, TH)$$

30. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS, TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC, PS, TH) \cdot PC(CC, TH)}{U(PS, TH)}$$

31. 合成要素投入的价格 ($PV(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS, TH) = \left(\frac{1}{AV(PS, TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS, TH)} \right)^{\gamma_l(PS, TH)} \left(\frac{RPS(PS, TH)}{\gamma_k(PS, TH)} \right)^{\gamma_k(PS, TH)}$$

32. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC, TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC, TH) = \left(\frac{1}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH)^{st(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} + (1-\varepsilon(CC, TH))^{st(CC, TH)} \cdot PEXP(CC, TH)^{1-st(CC, TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC, TH)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格。

$$PQ(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

33. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC, TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC, TH) \cdot QC(CC, TH) = PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

或者

$$PQD(CC, TH) = PQ(CC, TH)$$

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot$$

$$\left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} + (1-\delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \right) \cdot$$

$$PIMP(CC, TH)^{\frac{1}{1-sa(CC, TH)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格。

$$PQD(CC, TH) = PEXP(CC, TH)$$

34. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC, TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

或者

$$PEXP(TH) = PQ(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格。

$$PEXP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpe(CC, TH)$$

35. 国际贸易闭合 ($EXR(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) = \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) + INV(TH)$$

36. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS, TH) = TLS(TH)$$

37. 总资本出租率 ($R(TH)$)

决定一般均衡状态时的总资本出租率，是一个衍生变量。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

38. 资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

39. 资本置换价格 ($PINVPS(PS, TH)$)

基于市场价格决定资本置换价格。

$$KS(PS, TH) = (1 - DEP(PS, TH - 1)) \cdot KS(PS, TH - 1) + INVPSV(PS, TH - 1)$$

40. 初始期期初的资本存量 ($KS0(PS, TH)$)

初始期期初的资本存量外生给定。

$$KS0(PS, TH) = IK(PS)$$

41. 资本供给 ($KS(PS, TH)$)

决定优化水平的资本供给，这是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$PINVPS(PS, TH) = \frac{RPS(PS, TH + 1)}{1 + RLTIR(TH)} + \frac{1 - DEP(PS, TH)}{1 + RLTIR(TH)} \cdot (PINVPS(PS, TH + 1) + PTK(PS))$$

42. 对各部门的投资 ($INVPSV(PS, TH)$)

决定优化投资水平和方向，这也是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$PINVPS(PS, TH+1) + PTK(PS) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \text{sinvccpsv}(CC, PS, TH)$$

43. 投资分解 ($INVCCPSV(CC, PS, TH)$)

分解投资由分部门投资进一步分解求出。

$$INVCCPSV(CC, PS, TH) = \text{sinvccpsv}(CC, PS, TH) \cdot INVPSV(PS, TH)$$

44. 分产品投资 ($INVCCV(CC, TH)$)

分产品投资由分解的投资加总得到。

$$INVCCV(CC, TH) = \sum_{PS} INVCCPSV(CC, PS, TH)$$

45. 终端期期末的资本价格 ($PTK(PS)$)

这是达到稳态的终端条件，是动态一般均衡条件。

$$INVPSV(PS, TF) = DEP(PS, TF) \cdot KS(PS, TF)$$

46. 终端期期末的资本存量 ($TK(PS)$)

这是达到稳态的终端条件，这是实现平衡增长的均衡条件。

$$\frac{INVPSV(PS, TF+1)}{INVPSV(PS, TF)} = \frac{X(PS, TF+1)}{X(PS, TF)}$$

47. 生产成本 ($CX(PS, TH)$)

$$CX(PS, TH) = \left(\frac{1}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH)^{sp(PS, TH)} \cdot PU(PS, TH)^{1-sp(PS, TH)} + \gamma(PS, TH)^{sp(PS, TH)} \cdot PV(PS, TH)^{1-sp(PS, TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS, TH)}}$$

48. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$\begin{aligned}
 BT(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS, CC, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{1 - it(PS, TH)} \cdot X(PS, TH) + \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) - \\
 & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH) - \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \\
 & (HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)) - \\
 & \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH)
 \end{aligned}$$

49. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$\begin{aligned}
 GDP1(TH) = & \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC, TH) \cdot vt(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH) - \\
 & \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot QX(CC, PS, TH)
 \end{aligned}$$

$$GDP2(TH) = W(TH) \cdot TLS(TH) + \sum_{PS} R(TH) \cdot K(PS, TH) + GY(TH)$$

$$\begin{aligned}
 GDP3(TH) = & \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot (HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + \\
 & SCV(CC, TH)) + \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \\
 & \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)
 \end{aligned}$$

九、ID2 模型的 GAMS 程序

```

* -----
* This is a new development that introduces intertemporal dynamics into MT2
model
* The data is still based on SAM5 data table, where investment is broken down
into investment and stock change
* ID1 = consumption is optimized but investment is detemrined by savings with
fixed proportions rather than by optimality
* ID2 = consumption is determined with fixed proposition but investment is
intertemporal-optimally allocated
* ID2 = both consumption and investment are intertemporal-optimally
determined
* ID4 = both consumption and investment are intertemporal-optimally
determined, interest rate taken as numeraire, and savings-investment by Walras
law
* (1) For convenience of calibration, it is to assumed that in base run all
the years are in steady state, which means that all variables will keep
* constant throughout all the periods in the base run.
* (2) In the data year, two of the SS conditions are that investment must
equal to depreciation of capital stock, and return rate of capital must
* cover interest and depreciation of capital. The two conditions must be

```


simultanously fulfilled. This requires to calibrate the depreciation rates
 * so that $K(t) = I(t)/DEP(t) = PK(t)/((r(t)+DEP(t))*PI(t))$, where PK and PI
 are rental and replacement price of capital, respectively, r is interest
 * rate.

* (3) In each period, supply of capital shall be determined forward-lookingly
 by demand of capital, rental and replacement price of capital. That is

* $KS(t+1) = K(t+1)*(PK(t+1)/((1+r(t))*PI(t)-(1-DEP(t))*PI(t+1)))**S$, or
 $PK(t+1) = (1+r(t))*PI(t)-(1-DEP(t))*PI(t+1)$, where KS is supplied or desired
 * capital at the begining of period t+1 or at the end of period t.

* (4) In each period, consumption shall be determined by the balance of
 consumer's disposable income and expenditure. That is

* $YDISP(t) = PHC(t)*HC(t) + SAVE(t)$, where YDISP at left-hand side of the
 equation is consumer's disposable income, HC and PHC are household's

* consumption and corresponding price, respectively, and SAVE is househld
 savings that can consist of investment to domestic markets and investment
 * to foreign markets.

* (5) At the terminal period, one of the terminal considtions is that investment
 must equal to depreciation of capital stock, which is that

* $I(tt) = DEP(t)*K(tt)$, where tt denotes terminal time or period. By this
 condition, the determination of $K(tt+1)$ is avoided.

* In addition, biomass stock must also be constant in SS, even though it is
 not constrained in the program.

* (6) In scenarios, any exogenous shock can be tested to see how the economic
 system is disturbed in short-run and then come back towards a new steady

* state in long-run. The exogenous shock may be set modestly to avoid
 infeasibility. The time length is also needed to see when the system can
 * get back to a new steady state.

* -----

\$OFFLISTING

OPTION RESLIM=107200;

OPTION DOMLIM=9999;

OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0

SOLPRINT=OFF

*SYSOUT=OFF

Option decimals = 8

;

SET

RSAM SECTORS /

01 Primary industry

02 Secondary industry

03 Tertiary industry

04 Commodity 1

05 Commodity 2

06 Commodity 3

07 Labour

08 Capital rent

09 Household

10 Government

11 Foreign

12 New capital from part of savings or investment

13 New stock from part of savings or investment

14 Sum

```

15 Capital stock
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2031/
  T0(TH) FIRST TIME PERIOD
  AN(TH) INTERMEDIATE PERIOD
  TF(TH) THE FINAL PERIOD
;
T0(TH) = NO;
AN(TH) = no;
TF(TH) = NO;
T0(TH)$ (ORD(TH) EQ 1) = YES;
AN(TH) = yes;
TF(TH)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)) = YES;
;
SET AN(TH);
SET BY(TH) Base Year /2010/;

ALIAS (TH,TH0);
*-----
* The Model Variables and Parameters
*-----
PARAMETERS
  SAM5 (RSAM,CSAM) SAM5 data
  alphah(CC,TH) Composition of Household Consumption
  sh(TH) Saving propensity of Household
  alphag(CC,TH) Composition of Government consumption
  sg(TH) Saving propensity of Government
  su(TH) Substitution elasticity of Utility
  sp(PS,TH) Substitution elasticity of Production
  st(CC,TH) Substitution elasticity of Transformation function
  sa(CC,TH) Substitution elasticity of Amington function
  alphai(CC,TH) Investment use of commodity
  alphas(CC,TH) Stock use of commodity
  beta(PS,TH) Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma(PS,TH) Value share of Factor Input
  gammal(PS,TH) Value share of Labour Input
  gammak(PS,TH) Value share of Capital Input
  wir(TH) World Interest Rate
  dep(PS,TH) Depreciation rate of capital
  delta(CC,TH) Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC,TH) Substitution rate of transformation assumption
  ut(CC,PS,TH) Use Table of intermediate demand divided by total
intermediate input

```

```

vt(PS,CC,TH)      Make Table of production supply
it(PS,TH)          Indirect Tax
sinvcpsv(CC,PS,TH) Investment matrix
sinvcpsv1(CC,PS,TH) Investment matrix
ivs(TH)            Proportion of investment in stock
IK(PS)             Initial period capital stock
AH(TH)             Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for Household
  AG(TH)            Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
for government
  AI(TH)            Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
function for investor
  AP(PS,TH)         Scaling parameter of CES production function for
producer
  AV(PS,TH)         Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
inputs
  AA(CC,TH)         Scaling parameter of Armington function
  AT(CC,TH)         Scaling parameter of Transformation function
  THCV(TH)          Total Household consumption
  TGCV(TH)          Total Government consumption
  wpi(CC,TH)        World Price of Import at foreign currency
  wpe(CC,TH)        World Price of Export at foreign currency
  GDP1(TH)          GDP by production method
  GDP2(TH)          GDP by income method
  GDP3(TH)          GDP by expenditure method
;
VARIABLES
ERE(TH)            Relative price of trade
RLTIR(TH)          Real Long-Term Interest Rate
TLS(TH)            Total Labour Stock or endowment
TKS(TH)            Total Capital Stock
UY(TH)             Utility
HCV(CC,TH)         Household Consumption in Volumn
GCV(CC,TH)         Government Consumption in Volumn
HE(TH)             Household Expenditure
GE(TH)             Government Expenditure
LI(TH)             household Labour Income
KI(TH)             household Capital Income
HY(TH)             Household Income
GY(TH)             Government Income
HS(TH)             Household Savings in value
GS(TH)             Government Savings in value
TSAV(TH)           Total SAVings
TINV(TH)           Total INVestment
INV(TH)            INVestment to sectors in value
INVCCV(CC,TH)      Investment by commodity
INVPSV(PS,TH)      Investment by producer
INVCCPSV(CC,PS,TH) Investment by commodity and by producer
INVF(TH)           Investment to abroad
INVS(TH)           Investment in Stock
SCV(CC,TH)         Stock Change by commodity in Volumn
X(PS,TH)           Activity of domestic produciton

```

```

U(PS,TH)           Use of composite intermediate input
V(PS,TH)           Use of composite factor input
QX(CC,PS,TH)       Use table or Intermediate demand of commodity by
producer
XQ(PS,CC,TH)       Make table
L(PS,TH)           Labour demand by producer
K(PS,TH)           Capital demand by producer
KS(PS,TH)          Capital Supply by producer
TK(PS)             Post-terminal capital stock
IDTX(PS,TH)        InDirect TaX by producer
Q(CC,TH)           Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC,TH)          Quantity of domestically-produced commodity sold in
domestic market
QCC(CC,TH)         Quantity of Composite commodity supplied to or
consumed in domestic market
PUY(TH)            Price of Utility or aggregate consumption
PX(PS,TH)          Price for activity of domestic production
PINVPS(PS,TH)      Price for investment
PTK(PS)            Price of post-terminal capital
PU(PS,TH)          Price of composite intermediate input
PV(PS,TH)          Price of composite factor input
PQ(CC,TH)          Price of domestically-produced commodity
PQD(CC,TH)         Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
PC(CC,TH)          Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
PEXP(CC,TH)        Price of EXPort at local currency
PIMP(CC,TH)        Price of IMPort at local currency
EXR(TH)            Exchange Rate
CX(PS,TH)          Cost of producer
W(TH)              Wage rate
R(TH)              Rental rate
RPS(PS,TH)         Rental rates by producer
EXP(CC,TH)         EXPort
IMP(CC,TH)         IMPort
BT(TH)             Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xliimport SAM5 sam2007.xls SAM5!a1:p16
*-----
su(TH) = 0.8;
sp(PS,TH) = 0.8;
st(CC,TH) = -0.8;
sa(CC,TH) = 0.8;
wir(TH) = 0.03;
dep(PS,TH) = 0.05;
wpi(CC,TH) = 1;
wpe(CC,TH) = 1;
PC.L(CC,TH) = 1;
QX.L(CC,PS,TH) = SAM5(CC,PS);

```

```

U.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010"));
L.L(PS,TH) = SAM5("07",PS);
TLS.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"));
IDTX.L(PS,TH) = SAM5("10",PS);
W.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"))/TLS.L("2010");
V.L(PS,TH) = L.L(PS,"2010")+SAM5("08",PS);
HCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"09")/PC.L(CC,TH);
HS.L(TH) = SAM5("12","09");
HE.L(TH) = SAM5("14","09");
LI.L(TH) = SAM5("09","07");
KI.L(TH) = SAM5("09","08");
HY.L(TH) = LI.L("2010")+KI.L("2010");
GCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"10")/PC.L(CC,TH);
GS.L(TH) = SAM5("12","10");
GE.L(TH) = SAM5("14","10");
GY.L(TH) = SUM(PS,IDTX.L(PS,"2010"));
TSAV.L(TH) = HS.L("2010")+GS.L("2010");
X.L(PS,TH) = SAM5(PS,"14");
INVCCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"12");
INVCCPSV.L(CC,PS,TH) = INVCCV.L(CC,"2010")*(SAM5("08",PS)/SUM(PS1,SAM5("08",
PS1)));
INVPSV.L(PS,TH) = SUM(CC,INVCCPSV.L(CC,PS,"2010"));
sinvccpsv(CC,PS,TH) = (INVCCPSV.L(CC,PS,"2010")/INVPSV.L(PS,"2010"))$(INVPSV.
L(PS,"2010") NE 0.)+0.;
sinvccpsv1(CC,PS,TH) = (INVCCPSV.L(CC,PS,"2010")/INVCCV.L(CC,"2010"))$(INVCCV.
L(CC,"2010") NE 0.)+0.;
INV.L(TH) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,TH));
INVF.L(TH) = SAM5("11","12");
INVS.L(TH) = SAM5("13","12");
TINV.L(TH) = SAM5("14","12");
SCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"13")/PC.L(CC,TH);
XQ.L(PS,CC,TH) = SAM5(PS,CC);
Q.L(CC,TH) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,"2010"));
EXP.L(CC,TH) = SAM5(CC,"11");
QD.L(CC,TH) = Q.L(CC,"2010")-EXP.L(CC,"2010");
IMP.L(CC,TH) = SAM5("11",CC);
QC.L(CC,TH) = QD.L(CC,"2010")+IMP.L(CC,"2010");
PX.L(PS,TH) = 1;
PC.L(CC,TH) = 1;
PU.L(PS,TH) = 1;
PU.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010")*PC.L(CC,"2010"))/U.L(PS,"2010");
PV.L(PS,TH) = 1;
PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvccpsv(CC,PS,"2010"));
PTK.L(PS) = PINVPS.L(PS,"2010");
PQ.L(CC,TH) = 1;
PQD.L(CC,TH) = 1;
PEXP.L(CC,TH) = 1;
PIMP.L(CC,TH) = 1;
EXR.L(TH) = 1;
PUY.L(TH) = 1;
BT.L(TH) = 1;
ERE.L(TH) = 1;

```

```

RLTIR.L(TH) = wir(TH);
dep(PS,TH) = RLTIR.L("2010")/(SAM5("08",PS)/(INVPSV.L(PS,"2010")*PINVPS.
L(PS,"2010"))-1);
KS.L(PS,TH) = INVPSV.L(PS,"2010")/dep(PS,"2010");
TK.L(PS) = KS.L(PS,"2010");
K.L(PS,TH) = KS.L(PS,TH);
TKS.L(TH) = SUM(PS,K.L(PS,"2010"));
RPS.L(PS,TH) = PINVPS.L(PS,"2010")*(RLTIR.L("2010")+dep(PS,"2010"));
R.L(TH) = SUM(PS,RPS.L(PS,TH)*KS.L(PS,TH))/TKS.L(TH);

alphah(CC,BY) = (HCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/HE.L(BY);
sh(BY) = HS.L(BY)/HE.L(BY);
alphag(CC,BY) = (GCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
alphai(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = (SCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/INVS.L(BY);
it(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
gammal(PS,BY) = (W.L(BY)*L.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
gammak(PS,BY) = (RPS.L(PS,BY)*K.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
delta(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))/
(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,
BY)**(1/sa(CC,BY)));
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))/
(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L
(CC,BY)**(1/st(CC,BY)));
ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
AH(BY) = HE.L(BY)/PROD(CC,HCV.L(CC,BY)**alphah(CC,BY));
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GCV.L(CC,BY)**alphag(CC,BY));
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY));
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1));
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,
BY));
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1));
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))+(1-epsilon
(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1));
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,TH) = (1/AP(PS,"2010"))*(beta(PS,"2010")**sp(PS,"2010")*(PU.L(PS,
"2010")**((1-sp(PS,"2010"))+gamma(PS,"2010")**sp(PS,"2010")*(PV.L(PS,"2010")
**((1-sp(PS,"2010")))**(1/(1-sp(PS,"2010"))));
THCV(BY) = SUM(CC,HCV.L(CC,BY));
TGCV(BY) = SUM(CC,GCV.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
GDP2(BY) = W.L(BY)*TLS.L(BY)+SUM(PS,R.L(BY)*K.L(PS,BY))+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(HCV.L(CC,BY)+GCV.L(CC,BY)+INVCCV.L(CC,BY)

```

```

+SCV.L(CC,BY))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,BY));

alphah(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = alphah(CC,"2010");
sh(TH)$(ORD(TH) GE 1) = sh("2010");
alphag(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = alphag(CC,"2010");
sg(TH)$(ORD(TH) GE 1) = sg("2010");
su(TH)$(ORD(TH) GE 1) = su("2010");
sp(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = sa(CC,"2010");
alphi(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = alphi(CC,"2010");
alphas(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = gamma(PS,"2010");
gammal(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = gammal(PS,"2010");
gammak(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = vt(PS,CC,"2010");
it(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = it(PS,"2010");
sinvcpsv(CC,PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = sinvcpsv(CC,PS,"2010");
ivs(TH)$(ORD(TH) GE 1) = ivs("2010");
AH(TH)$(ORD(TH) GE 1) = AH("2010");
AG(TH)$(ORD(TH) GE 1) = AG("2010");
AI(TH)$(ORD(TH) GE 1) = AI("2010");
AP(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$(ORD(TH) GE 1) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = AT(CC,"2010");
THCV(TH)$(ORD(TH) GE 1) = THCV("2010");
TGCV(TH)$(ORD(TH) GE 1) = TGCV("2010");
wpi(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = wpi(CC,"2010");
wpe(CC,TH)$(ORD(TH) GE 1) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$(ORD(TH) GE 1) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$(ORD(TH) GE 1) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$(ORD(TH) GE 1) = GDP3("2010");

IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",TH) = 1;
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
*it(PS,TH)$(ORD(TH) EQ 2) = 1.05*it(PS,"2010");
*-----
*Equations
*-----
Equations
ERLTIR(TH)
EERE(TH)
EHCV(CC,TH)
EGCV(CC,TH)

```

```

EUY (TH)
EHY (TH)
EGY (TH)
EHS (TH)
EGS (TH)
ETSAV (TH)
ETINV (TH)
EINV (TH)
EINV (TH)
EINV (TH)
EINV (TH)
EINV (TH)
EKS (PS, TH)
EINVPSV (PS, TH)
EINVCCPSV (CC, PS, TH)
EINVCCV (CC, TH)
ESCV (CC, TH)
EX (PS, TH)
EU (PS, TH)
EV (PS, TH)
EQX (CC, PS, TH)
EL (PS, TH)
EK (PS, TH)
EQ (CC, TH)
EQD (CC, TH)
EEXP (CC, TH)
EQC (CC, TH)
EIMP (CC, TH)
EPIMP (CC, TH)
EPC (CC, TH)
EPX (PS, TH)
EPU (PS, TH)
EPV (PS, TH)
EPQ (CC, TH)
EPQD (CC, TH)
EPEXP (CC, TH)
EEXR (TH)
EW (TH)
ER (TH)
ERPS (PS, TH)
EPINVPS (PS, TH)
EPTK (PS)
ETK (PS)
ECX (PS, TH)
EPUY (TH)
EBT (TH)
;
ERLTIR (TH) ..
    RLTIR (TH) =E= wir (TH)
;
EERE (TH) ..
    ERE (TH) =E= 1
;
EHCV (CC, TH) ..

```



```

      HCV(CC,TH) =E= alphah(CC,TH)*HY(TH)/PC(CC,TH)
;
EGCV(CC,TH)..
      GCV(CC,TH) =E= alphag(CC,TH)*GY(TH)/PC(CC,TH)
;
EUY(TH)..
      UY(TH) =E= AH(TH)*SUM(CC,alphah(CC,TH)*(HCV(CC,TH)**(1-1/su(TH))))** (su
(TH)/(su(TH)-1))
;
EHY(TH)..
      HY(TH) =E= SUM(PS,W(TH)*L(PS,TH))+SUM(PS,RPS(PS,TH)*K(PS,TH))
;
EGY(TH)..
      GY(TH) =E= SUM(PS,it(PS,TH)*SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ(CC,TH)*X(PS,TH)))
;
EHS(TH)..
      HS(TH) =E= sh(TH)*HY(TH)
;
EGS(TH)..
      GS(TH) =E= sg(TH)*GY(TH)
;
ETSAV(TH)..
      TSAV(TH) =E= HS(TH)+GS(TH)
;
ETINV(TH)..
      TINV(TH) =E= TSAV(TH)
;
EINV(TH)..
      INV(TH) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*INVCCV(CC,TH))
;
EINVS(TH)..
      INVS(TH) =E= ivs(TH)*TINV(TH)
;
EINVF(TH)..
      INVf(TH) =E= TINV(TH)-INV(TH)-INVS(TH)
;
ESCV(CC,TH)..
      SCV(CC,TH) =E= alphas(CC,TH)*INVS(TH)/PC(CC,TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX(PS,TH)..
      (1-it(PS,TH))*PX(PS,TH) =E= CX(PS,TH)
;
EU(PS,TH)..
      U(PS,TH) =E= (X(PS,TH)/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)*AP(PS,TH)*CX(PS,TH)/PU
(PS,TH))**sp(PS,TH)
;
EV(PS,TH)..
      V(PS,TH) =E= (X(PS,TH)/AP(PS,TH))*(gamma(PS,TH)*AP(PS,TH)*CX(PS,TH)/PV
(PS,TH))**sp(PS,TH)
;
EQX(CC,PS,TH)..

```

```

    QX(CC,PS,TH) =E= ut(CC,PS,TH)*U(PS,TH)
;
EL(PS,TH)..
    L(PS,TH) =E= gammal(PS,TH)*PV(PS,TH)*V(PS,TH)/W(TH)
;
EK(PS,TH)..
    K(PS,TH) =E= gammak(PS,TH)*PV(PS,TH)*V(PS,TH)/RPS(PS,TH)
;
EQ(CC,TH)..
    Q(CC,TH) =E= SUM(PS,vt(PS,CC,TH)*X(PS,TH))
;
EQD(CC,TH)..
    QD(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)*AT(CC,TH)*PQ(CC,TH)
/PQD(CC,TH))**st(CC,TH)
;
EEXP(CC,TH)..
    EXP(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*((1-epsilon(CC,TH))*AT(CC,TH)*PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH))**st(CC,TH)
;
EQC(CC,TH)..
    QD(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)*AA(CC,TH)*PC(CC,TH)/
PQD(CC,TH))**sa(CC,TH)
;
EIMP(CC,TH)..
    IMP(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*((1-delta(CC,TH))*AA(CC,TH)*PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH))**sa(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC,TH)..
    PIMP(CC,TH) =E= EXR(TH)*wpi(CC,TH)
;
EPC(CC,TH)..
    QC(CC,TH) =E= SUM(PS,QX(CC,PS,TH))+HCV(CC,TH)+GCV(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)
+SCV(CC,TH)
;
EPX(PS,TH)..
    PX(PS,TH) =E= SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ(CC,TH))
;
EPU(PS,TH)..
    PU(PS,TH) =E= SUM(CC,QX(CC,PS,TH)*PC(CC,TH))/U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH)..
    PV(PS,TH) =E= (1/AV(PS,TH))*(W(TH)/gammal(PS,TH))*gammal(PS,TH)*(RPS
(PS,TH)/gammak(PS,TH))*gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH)..
    PQ(CC,TH) =E= (1/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)**st(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**(1-
st(CC,TH)))+(1-epsilon(CC,TH))**st(CC,TH)*(PEXP(CC,TH)**(1-st(CC,TH))))** (1/
(1-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH)..
    PC(CC,TH) =E= (1/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)**sa(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**(1-

```

```

sa(CC,TH)))+(1-delta(CC,TH))**sa(CC,TH)*(PIMP(CC,TH)**(1-sa(CC,TH)))** (1/(1
-sa(CC,TH)))
;
EPEXP(CC,TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXR(TH)..
    SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH)) =E= SUM(CC,PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))+INVF(TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(TH)..
    SUM(PS,L(PS,TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH)..
    R(TH) =E= SUM(PS,RPS(PS,TH)*KS(PS,TH))/SUM(PS,KS(PS,TH));
;
ERPS(PS,TH)..
    K(PS,TH) =E= KS(PS,TH)
;
EPINVPS(PS,TH)..
    KS(PS,TH) =E= IK(PS)$ (ORD(TH) EQ 1)
        +INVPSV(PS,TH-1)+(1-DEP(PS,TH-1))*KS(PS,TH-1)
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS(PS,TH)..
    PINVPS(PS,TH) =E= RPS(PS,TH+1)/(1+RLTIR(TH))+(1-DEP(PS,TH))/(1+RLTIR(TH))
* (PINVPS(PS,TH+1)+PTK(PS)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)))
;
EINVPSV(PS,TH)..
    PINVPS(PS,TH) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*SINVCCPSV(CC,PS,TH))
;
EINVCCPSV(CC,PS,TH)..
    INVCCPSV(CC,PS,TH) =E= SINVCCPSV(CC,PS,TH)*INVPSV(PS,TH)
;
EINVCCV(CC,TH)..
    INVCCV(CC,TH) =E= SUM(PS,INVCCPSV(CC,PS,TH))
;
EPTK(PS)..
    SUM(TF,INVPSV(PS,TF)) =E= SUM(TF,DEP(PS,TF)*KS(PS,TF))
;
ETK(PS)..
    SUM(TF,INVPSV(PS,TF)) =E= SUM(TF,DEP(PS,TF)*KS(PS,TF))
;
* Cost of production
ECX(PS,TH)..
    CX(PS,TH) =E= (1/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PU(PS,TH)**(1-sp
(PS,TH)))+gamma(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PV(PS,TH)**(1-sp(PS,TH))))** (1/(1-sp(PS,T
H)))
;

```

```

* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPUY(TH)..
    PUY(TH) =E= (1/AH(TH))*SUM(CC,(alphah(CC,TH)**su(TH))*(PC(CC,TH)**(1-
su(TH))))** (1/(1-su(TH)))
;
* Balance
EBT(TH)..
    BT(TH) =E= SUM(CC,SUM(PS,vt(PS,CC,TH)*CX(PS,TH)/(1-it(PS,TH))*X(PS,
TH)))+SUM(CC,PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))
        -SUM((PS,CC),PC(CC,TH)*QX(CC,PS,TH))-SUM(CC,PC(CC,TH)*(HCV(CC,TH)
+GCV(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)+SCV(CC,TH)))
        -SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH))
;
Model ID2
/
ERLTIR.RLTIR
EERE.ERE
EHCV.HCV
EGCV.GCV
*EUY.UY
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESCV.SCV
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS

```

```

EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
EPTK.PTK
*ETK.TK
ECX.CX
*EPUY.PUY
EBT.BT
/;
*-----
* The Forward-looking Dynamic Run
*-----
* Solving model
*-----
ID2.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE ID2 USING MCP;

THCV(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
TGCV(TH) = SUM(CC,GCV.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*TLS.L(TH)+SUM(PS,R.L(TH)*K.L(PS,TH))+GY.L(TH);
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(HCV.L(CC,TH)+GCV.L(CC,TH)+INVCCV.L(CC,TH)+
SCV.L(CC,TH))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE ID_2 /ID2.CSV;
put ID_2;
ID_2.PC=5;ID_2.ND=6;ID_2.NZ=1.E-6;ID_2.NW=20;ID_2.PW=850

```

该处结果输出语句与 ID1 模型同样，不再复述。

第三节 ID3 模型

ID3 模型基于表 7-3 的结构和数据建立, 表 7-3 与表 7-1、表 7-2 完全相同。ID3 模型中居民消费需求和投资需求均由跨期优化来决定, 投资由储蓄驱动。

表 7-3 ID3 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 930 000	0	0								488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0								5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139								1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 220	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806											1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456											1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878						2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310											385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526		974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047				1 343 002 740
存货变动												54 835 514		54 835 514
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	24 424 926 103

一、ID3 模型依据的假设

1. 政府消费按照 Leontief 固定比例实现;
2. 居民消费、投资活动按照优化实现;
3. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行;
4. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数;
5. 出口按照 CES 形式的 CET 函数;
6. 居民的总收入等同于其总支出;
7. 政府的总收入等同于其总支出;
8. 商品价格或汇率可作为基准价格;
9. 总投资等于总储蓄, 即储蓄驱动情形;

10. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；
11. 投资分为投资与存货变动两部分；
12. 跨期动态。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$sam5(RSAM, CSAM)$ 表 7-3 社会核算矩阵数据

$alphah(CC, TH)$ 居民消费结构系数

$shc(CC, TH)$ 居民消费占总消费的比例

$sh(TH)$ 居民储蓄倾向

$alphag(CC, TH)$ 政府消费结构系数

$sg(TH)$ 政府储蓄倾向

$su(TH)$ 效用替代弹性

$sp(PS, TH)$ 生产替代弹性

$st(CC, TH)$ 转换替代弹性

$sa(CC, TH)$ Armington 函数替代弹性

$alphai(CC, TH)$ 投资的商品需求结构

$alphas(CC, TH)$ 存货变动的商品需求结构系数

$beta(CC, PS, TH)$ 生产部门的中间需求结构系数

$gamma(PS, TH)$ 生产部门的要素投入系数

$gammal(PS, TH)$ 生产部门的劳动投入系数

$gammak(PS, TH)$ 生产部门的资本投入系数

$wir(TH)$ 世界利率

$stp(TH)$ 社会折旧率

$dep(PS, TH)$ 资本折旧率

$delta(CC, TH)$ Armington 假设的替代率

$epsilon(CC, TH)$ CET 假设的替代率

$ut(PS, CC, TH)$ 使用表，产业部门各种产品投入的固定比例

$vt(PS, CC, TH)$ 供给表，产业部门生产的产品的固定比例

$it(PS, TH)$	间接税或生产税
$sinvccpsv(CC, PS, TH)$	投资商品消耗矩阵
$sinvccpsv1(CC, PS, TH)$	投资商品消耗矩阵
$ivs(TH)$	全部投资中对存货变动的比例
$AH(TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS, TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$*AS(PS, TH)$	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS, TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS, TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC, TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC, TH)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

$IK(TH)$	模型初始期期初的资本供给量
$LS(TH)$	劳动供给量
$KS(TH)$	资本供给量
$wpi(CC, TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC, TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THCV(CC, TH)$	居民总消费量
$TGCV(CC, TH)$	政府总消费量
$THC(TH)$	居民总消费额
$TGC(TH)$	政府总消费额
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDP1(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$ERE(TH)$	相对贸易价格
$RLTIR(TH)$	实际长期利率

$TLS(TH)$	总劳动供给
$TKS(TH)$	总资本供给
$UY(TH)$	效用
$HAC(TH)$	居民总消费额
$HACV(TH)$	居民总消费量
$HC(CC,TH)$	居民消费额
$HCV(CC,TH)$	居民消费量
$GC(CC,TH)$	政府消费额
$GCV(CC,TH)$	政府消费量
$HE(TH)$	居民总支出
$GE(TH)$	政府总支出
$LI(TH)$	居民劳动收入
$KI(TH)$	居民资本收入
$HY(TH)$	居民收入
$GY(TH)$	政府收入
$HS(TH)$	居民储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TSAV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资活动的总商品需求额
$INVCCV(CC,TH)$	分商品投资量，或投资的商品消耗量
$INVPSV(PS,TH)$	分部门投资量，或对各部门的投资量
$INVCCPSV(PS,TH)$	分解投资量，或分部门投资活动的商品消耗量
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SCV(CC,TH)$	存货变动量
$*SC(CC,TH)$	存货变动额
$X(PS,TH)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS,TH)$	中间商品需求量
$U(PS,TH)$	合成商品中间投入量
$V(PS,TH)$	合成要素初始投入量

$XQ(PS,CC,TH)$	供给表
$L(PS,TH)$	劳动需求
$K(PS,TH)$	资本需求
$KS(PS,TH)$	资本供给
$TK(PS)$	终结期期末的资本存量
$IDTX(PS,TH)$	生产税
$Q(CC,TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC,TH)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS,TH)$	本国生产活动的价格
$PINVPS(PS,TH)$	投资活动的价格
$PTK(PS)$	终结期后的资本存量的价格
$PU(PS,TH)$	本国生产活动中间投入合成品的价格
$PV(PS,TH)$	本国生产活动合成要素投入的价格
$PQ(CC,TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC,TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PCI(CC,TH)$	本国市场上合成商品的价格
$PC(CC,TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$*PHAC(TH)$	居民总消费的价格
$PEXP(CC,TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC,TH)$	以本国货币表示的进口品的价格
$EXR(TH)$	汇率
$CX(PS,TH)$	单位生产成本
$W(TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS,TH)$	分部门的资本租赁率
$EXP(CC,TH)$	出口品的数量
$IMP(CC,TH)$	进口品的数量

七、模型结构方程

1. 实际长期利率 ($RLTIR(TH)$)

$$RLTIR(TH) = wir(TH)$$

2. 相对贸易价格 ($ERE(TH)$)

$$ERE(TH) = 1$$

3. 居民总消费量 ($HACV(TH)$)

$$HACV(TH) = HACV(TH-1) \cdot \frac{1+RLTIR(TH)}{1+stp(TH-1)} \cdot \frac{PHAC(TH-1)}{PHAC(TH)}$$

4. 居民总消费额 ($HAC(TH)$)

$$HAC(TH) = HY(TH) - HS(TH)$$

5. 居民消费额 ($HC(CC, TH)$)

$$HC(CC, TH) = shc(CC, TH) \cdot HAC(TH)$$

6. 居民消费量 ($HCV(CC, TH)$)

$$HCV(CC, TH) = \frac{HC(CC, TH)}{PC(CC, TH)}$$

7. 居民收入 ($HY(TH)$)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和。

$$HY(TH) = \sum_{PS} W(TH) \cdot L(PS, TH) + \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH)$$

8. 居民储蓄 ($HS(TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(TH) = sh(TH) \cdot HY(TH)$$

9. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入。

$$GY(TH) = \sum_{PS} \left(it(PS, TH) \cdot \left(\sum_{CC} vt(CC, PS, TH) \cdot PQ(CC, TH) \cdot X(PS, TH) \right) \right)$$

10. 政府消费量 ($GCV(CC, TH)$)

$$GCV(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

11. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

12. 总储蓄 ($TSAV(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

13. 总投资 ($TINV(TH)$)

这不是一个一般均衡条件，而是基于储蓄驱动模式的总投资由总储蓄决定的等式，因为商品价格被选择为基准价格。基于新古典主义理论，总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现，这时该条件则变成一个一般均衡条件，决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格，则此关系式消失，平衡关系自动满足。

$$TINV(TH) = TSAV(TH)$$

14. 投资活动的总商品需求额 ($INV(TH)$)

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

15. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

16. 对国外投资 ($INVF(TH)$)

对国外投资是总投资扣除在本国的投资后的余额，是一个价值量指标。

$$INVF(TH) = TINV(TH) - INV(TH) - INVS(TH)$$

17. 存货变动对商品的需求量 ($SCV(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SCV(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

18. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1 - it(PS, TH)) \cdot PX(PS, TH) = CX(PS, TH)$$

19. 合成商品中间投入量 ($U(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PU(PS, TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

20. 合成要素初始投入量 ($V(PS, TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS, TH) = \left(\frac{X(PS, TH)}{AP(PS, TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS, TH) \cdot AP(PS, TH) \cdot \frac{CX(PS, TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS, TH)}$$

21. 合成商品中间投入 ($QX(CC, PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC, PS, TH) = ut(CC, PS, TH) \cdot U(PS, TH)$$

22. 劳动初始投入 ($L(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS, TH) = \gamma_l(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{W(TH)}$$

23. 资本初始投入 ($K(PS, TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS, TH) = \gamma_k(PS, TH) \cdot \frac{PV(PS, TH) \cdot V(PS, TH)}{RPS(PS, TH)}$$

24. 本国生产的产品 ($Q(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC, TH) = \sum_{PS} \gamma_l(PS, CC, TH) \cdot X(PS, TH)$$

25. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC, TH) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

26. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差，或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

27. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

28. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

29. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpi(CC, TH)$$

30. 本国市场合成商品的相对价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC,TH) \cdot QC(CC,TH) = PQD(CC,TH) \cdot QD(CC,TH) + PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

31. 居民总消费的价格 ($PHAC(TH)$)

$$PHAC(TH) = \frac{\sum_{cc} HCV(CC,TH) \cdot PC(CC,TH)}{\sum_{cc} HCV(CC,TH)}$$

32. 生产活动价格 ($PX(PS,TH)$)

$$PX(PS,TH) = \sum_{cc} yt(PS,CC,TH) \cdot PQ(CC,TH)$$

33. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS,TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS,TH) = \frac{\sum_{cc} QX(CC,PS,TH) \cdot PC(CC,TH)}{U(PS,TH)}$$

34. 合成要素投入的价格 ($PV(PS,TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS,TH) = \left(\frac{1}{AV(PS,TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS,TH)} \right)^{\gamma_l(PS,TH)} \left(\frac{RPS(PS,TH)}{\gamma_k(PS,TH)} \right)^{\gamma_k(PS,TH)}$$

35. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC,TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC,TH) = \left(\frac{1}{AT(CC,TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC,TH)^{st(CC,TH)} \cdot PQD(CC,TH)^{1-st(CC,TH)} + (1-\varepsilon(CC,TH))^{st(CC,TH)} \cdot PEXP(CC,TH)^{1-st(CC,TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC,TH)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定, 则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格。

$$PQ(CC,TH) = PQD(CC,TH)$$

36. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC,TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC,TH) \cdot QC(CC,TH) = PQD(CC,TH) \cdot QD(CC,TH) + PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

$$PQD(CC, TH) = PQ(CC, TH)$$

或者

$$PC(CC, TH) = \left(\frac{1}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH)^{sa(CC, TH)} \cdot PQD(CC, TH)^{1-sa(CC, TH)} + (1-\delta(CC, TH))^{sa(CC, TH)} \right) \cdot PIMP(CC, TH)^{\frac{1}{1-sa(CC, TH)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格。

$$PQD(CC, TH) = PEXP(CC, TH)$$

37. 出口价格 (PEXP(CC, TH))

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

或者

$$PEXP(TH) = PQ(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格。

$$PEXP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpe(CC, TH)$$

38. 国际贸易闭合 (EXR(TH))

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) = \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) + INV(TH)$$

39. 劳动力市场平衡或出清条件 (W(TH))

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS, TH) = TLS(TH)$$

40. 总资本出租率 ($R(TH)$)

决定一般均衡状态时的总资本出租率，是一个衍生变量。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

41. 资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

42. 资本置换价格 ($PINVPS(PS, TH)$)

基于市场价格决定资本置换价格。

$$KS(PS, TH) = (1 - DEP(PS, TH - 1)) \cdot KS(PS, TH - 1) + INVPSV(PS, TH - 1)$$

43. 起点初始期的资本存量 ($KS0(PS, TH)$)

起点初始期的资本存量外生给定。

$$KS0(PS, TH) = IK(PS)$$

44. 资本供给 ($KS(PS, TH)$)

决定优化水平的资本供给，这是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$PINVPS(PS, TH) = \frac{RPS(PS, TH)}{1 + RLTIR(TH)} + \frac{1 - DEP(PS, TH)}{1 + RLTIR(TH)} \cdot (PINVPS(PS, TH + 1) + PTK(PS))$$

45. 对各部门的投资 ($INVPSV(PS, TH)$)

决定优化投资水平和方向，这也是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$PINVPS(PS, TH + 1) + PTK(PS) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot \text{sinvccpsv}(CC, PS, TH)$$

46. 投资分解 ($INVCCPSV(CC, PS, TH)$)

分解投资由分部门投资进一步分解求出。

$$INVCCPSV(CC, PS, TH) = \text{sinvccpsv}(CC, PS, TH) \cdot INVPSV(PS, TH)$$

47. 分产品投资 ($INVCCV(CC, TH)$)

分产品投资由分解的投资加总得到。

$$INVCCV(CC, TH) = \sum_{PS} INVCCPSV(CC, PS, TH)$$

48. 终端期期末的资本价格 ($PTK(PS)$)

这是达到稳态的终端条件，是动态一般均衡条件。

$$INVPSV(PS,TF) = DEP(PS,TF) \cdot KS(PS,TF)$$

49. 终端期期末的资本存量 ($TK(PS)$)

这是达到稳态的终端条件，也是实现平衡增长的均衡条件。

$$\frac{INVPSV(PS,TF+1)}{INVPSV(PS,TF)} = \frac{X(PS,TF+1)}{X(PS,TF)}$$

50. 生产成本 ($CX(PS,TH)$)

$$CX(PS,TH) = \left(\frac{1}{AP(PS,TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PU(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} + \gamma(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PV(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS,TH)}}$$

51. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT(TH) = \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS,CC,TH) \cdot \frac{CX(PS,TH)}{1-it(PS,TH)} \cdot X(PS,TH) + \sum_{CC} PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot QX(CC,PS,TH) - \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot (HCV(CC,TH) + GCV(CC,TH) + INVCCV(CC,TH) + SCV(CC,TH)) - \sum_{CC} PEXP(CC,TH) \cdot EXP(CC,TH)$$

52. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1(TH) = \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC,TH) \cdot vt(PS,CC,TH) \cdot X(PS,TH) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot QX(CC,PS,TH)$$

$$GDP2(TH) = W(TH) \cdot TLS(TH) + \sum_{PS} R(TH) \cdot K(PS, TH) + GY(TH)$$

$$GDP3(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot (HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)) + \sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) - \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

八、ID3 模型的 GAMS 程序

```

* -----
* This is a new development that introduces intertemporal dynamics into MT2
model
* The data is still based on SAM5 data table, where investment is broken down
into investment and stock change
* ID1 = consumption is optimized but investment is determined by savings with
fixed proportions rather than by optimality
* ID2 = consumption is determined with fixed proposition but investment is
intertemporal-optimally allocated
* ID3 = both consumption and investment are intertemporal-optimally
determined
* ID4 = both consumption and investment are intertemporal-optimally determined,
interest rate taken as numeraire, and savings-investment by Walras law
* (1) For convenience of calibration, it is assumed that in base run all
the years are in steady state, which means that all variables will keep
* constant throughout all the periods in the base run.
* (2) In the data year, two of the SS conditions are that investment must
equal to depreciation of capital stock, and return rate of capital must
* cover interest and depreciation of capital. The two conditions must be
simultaneously fulfilled. This requires to calibrate the depreciation rates
* so that  $K(t) = I(t)/DEP(t) = PK(t)/((r(t)+DEP(t))*PI(t))$ , where PK and PI
are rental and replacement price of capital, respectively, r is interest
* rate.
* (3) In each period, supply of capital shall be determined forward-lookingly
by demand of capital, rental and replacement price of capital. That is
*  $KS(t+1) = K(t+1) * (PK(t+1)/((1+r(t))*PI(t) - (1-DEP(t))*PI(t+1))) * S$ , or
 $PK(t+1) = (1+r(t))*PI(t) - (1-DEP(t))*PI(t+1)$ , where KS is supplied or desired
* capital at the beginning of period t+1 or at the end of period t.
* (4) In each period, consumption shall be determined by the balance of
consumer's disposable income and expenditure. That is
*  $YDISP(t) = PHC(t)*HC(t) + SAVE(t)$ , where YDISP at left-hand side of the
equation is consumer's disposable income, HC and PHC are household's
* consumption and corresponding price, respectively, and SAVE is household
savings that can consist of investment to domestic markets and investment
* to foreign markets.
* (5) At the terminal period, one of the terminal conditions is that investment
must equal to depreciation of capital stock, which is that
*  $I(tt) = DEP(tt)*K(tt)$ , where tt denotes terminal time or period. By this
condition, the determination of  $K(tt+1)$  is avoided.
* In addition, biomass stock must also be constant in SS, even though it is

```

not constrained in the program.

* (6) In scenarios, any exogenous shock can be tested to see how the economic system is disturbed in short-run and then come back towards a new steady

* state in long-run. The exogenous shock may be set modestly to avoid infeasibility. The time length is also needed to see when the system can

* get back to a new steady state.

* -----

\$OFFLISTING

OPTION RESLIM=107200;

OPTION DOMLIM=9999;

OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0

SOLPRINT=OFF

*SYSOUT=OFF

Option decimals = 8

;

SET

RSAM SECTORS /

01 Primary industry

02 Secondary industry

03 Tertiary industry

04 Commodity 1

05 Commodity 2

06 Commodity 3

07 Labour

08 Capital rent

09 Household

10 Government

11 Foreign

12 New capital from part of savings or investment

13 New stock from part of savings or investment

14 Sum

15 Capital stock

/

;

SETS

PS(RSAM) Production Sectors /01*03/

CC(RSAM) Commodities /04*06/

;

ALIAS(RSAM,CSAM)

ALIAS(PS,PS1)

ALIAS(CC,CC1)

;

SET TH Time Horizon of the Model /2010*2057/

T0(TH) FIRST TIME PERIOD

AN(TH) INTERMEDIATE PERIOD

TF(TH) THE FINAL PERIOD

;

T0(TH) = NO;

AN(TH) = no;

TF(TH) = NO;

T0(TH)\$ (ORD(TH) EQ 1) = YES;

AN(TH) = yes;

```

TF(TH)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)) = YES;
;
SET AN(TH);
SET BY(TH) Base Year /2010/;

ALIAS (TH,TH0);
*-----
* The Model Variables and Parameters
*-----
PARAMETERS
  SAM5 (RSAM,CSAM)          SAM5 data
  alphah(CC,TH)             Composition of Household Consumption in total
  spending
  shc(CC,TH)                Composition of Household consumption in total
  consumption
  sh(TH)                    Saving propensity of Household
  alphag(CC,TH)             Composition of Government consumption
  sg(TH)                    Saving propensity of Government
  su(TH)                    Substitution elasticity of Utility
  sp(PS,TH)                 Substitution elasticity of Production
  st(CC,TH)                 Substitution elasticity of Transformation function
  sa(CC,TH)                 Substitution elasticity of Amington function
  alphai(CC,TH)             Investment use of commodity
  alphas(CC,TH)             Stock use of commodity
  beta(PS,TH)               Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma(PS,TH)              Value share of Factor Input
  gammal(PS,TH)             Value share of Labour Input
  gammak(PS,TH)             Value share of Capital Input
  wir(TH)                   World Interest Rate
  stp(TH)                   Social discounting rate
  dep(PS,TH)                Depreciation rate of capital
  delta(CC,TH)              Substitution rate of Armington assumption
  epsilon(CC,TH)            Substitution rate of transformation assumption
  ut(CC,PS,TH)              Use Table of intermediate demand divided by total
  intermediate input
  vt(PS,CC,TH)              Make Table of production supply
  it(PS,TH)                 Indirect Tax
  sinvccpsv(CC,PS,TH)       Investment matrix
  sinvccpsv1(CC,PS,TH)     Investment matrix
  ivs(TH)                   Proportion of investment in stock
  IK(PS)                    Initial period capital stock
  AH(TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
  for Household
  AG(TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
  for government
  AI(TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
  function for investor
  AP(PS,TH)                 Scaling parameter of CES production function for
  producer
  AV(PS,TH)                 Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
  inputs
  AA(CC,TH)                 Scaling parameter of Armington function

```

AT(CC,TH)	Scaling parameter of Transformation function
THCV(TH)	Total Household consumption
TGCV(TH)	Total Government consumption
wpi(CC,TH)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC,TH)	World Price of Export at foreign currency
GDP1(TH)	GDP by production method
GDP2(TH)	GDP by income method
GDP3(TH)	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
ERE(TH)	Relative price of trade
RLTIR(TH)	Real Long-Term Interest Rate
TLS(TH)	Total Labour Stock or endowment
TKS(TH)	Total Capital Stock
UY(TH)	Utility
HACV(TH)	Household Aggretate Consumption in Volumn
HAC(TH)	Household Aggretate Consumption in value
HC(CC,TH)	Household Consumption in value
HCV(CC,TH)	Household Consumption in Volumn
GCV(CC,TH)	Government Consumption in Volumn
HE(TH)	Household Expenditure
GE(TH)	Government Expenditure
LI(TH)	household Labour Income
KI(TH)	household Capital Income
HY(TH)	Household Income
GY(TH)	Government Income
HS(TH)	Household Savings in value
GS(TH)	Government Savings in value
TSAV(TH)	Total SAVings
TINV(TH)	Total INVestment
INV(TH)	INVestment to sectors in value
INVCCV(CC,TH)	Investment by commodity
INVPSV(PS,TH)	Investment by producer
INVCCPSV(CC,PS,TH)	Investment by commodity and by producer
INVF(TH)	Investment to abroad
INVS(TH)	Investment in Stock
SCV(CC,TH)	Stock Change by commodity in Volumn
X(PS,TH)	Activity of domestic produciton
U(PS,TH)	Use of composite intermediate input
V(PS,TH)	Use of composite factor input
QX(CC,PS,TH)	Use table or Intermediate demand of commodity by producer
XQ(PS,CC,TH)	Make table
L(PS,TH)	Labour demand by producer
K(PS,TH)	Capital demand by producer
KS(PS,TH)	Capital Supply by producer
TK(PS)	Post-terminal capital stock
IDTX(PS,TH)	InDirect TaX by producer
Q(CC,TH)	Quantity of domestically-produced commodity
QD(CC,TH)	Quantity of domestically-produced commodity sold in domestic market
QC(CC,TH)	Quantity of Composite commodity supplied to or

```

consumed in domestic market
    PUY(TH)                Price of Utility or aggregate consumption
    PX(PS,TH)              Price for activity of domestic production
    PINVPS(PS,TH)          Price for investment
    PTK(PS)                Price of post-terminal capital
    PU(PS,TH)              Price of composite intermediate input
    PV(PS,TH)              Price of composite factor input
    PQ(CC,TH)              Price of domestically-produced commodity
    PQD(CC,TH)             Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
    PC(CC,TH)              Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
    PHAC(TH)               Price of Household Aggregate Consumption
    PEXP(CC,TH)            Price of EXPort at local currency
    PIMP(CC,TH)            Price of IMPort at local currency
    EXR(TH)                EXQhange Rate
    CX(PS,TH)              Cost of producer
    W(TH)                  Wage rate
    R(TH)                  Rental rate
    RPS(PS,TH)             Rental rates by producer
    EXP(CC,TH)             EXPort
    IMP(CC,TH)             IMPort
    BT(TH)                 Balance of Trade
;
*-----
* The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM5 sam2007.xls SAM5!a1:p16
*-----

su(TH) = 0.8;
sp(PS,TH) = 0.8;
st(CC,TH) = -0.8;
sa(CC,TH) = 0.8;
wir(TH) = 0.03;
dep(PS,TH) = 0.05;
stp(TH) = 0.03;
wpi(CC,TH) = 1;
wpe(CC,TH) = 1;
PC.L(CC,TH) = 1;
QX.L(CC,PS,TH) = SAM5(CC,PS);
U.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010"));
L.L(PS,TH) = SAM5("07",PS);
TLS.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"));
IDTX.L(PS,TH) = SAM5("10",PS);
W.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"))/TLS.L("2010");
V.L(PS,TH) = L.L(PS,"2010")+SAM5("08",PS);
HC.L(CC,TH) = SAM5(CC,"09");
HCV.L(CC,TH) = HC.L(CC,TH)/PC.L(CC,TH);
HAC.L(TH) = SUM(CC,HC.L(CC,TH));
HACV.L(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
PHAC.L(TH) = HAC.L(TH)/HACV.L(TH);
HS.L(TH) = SAM5("12","09");

```

```

HE.L(TH) = SAM5("14", "09");
LI.L(TH) = SAM5("09", "07");
KI.L(TH) = SAM5("09", "08");
HY.L(TH) = LI.L("2010")+KI.L("2010");
GCV.L(CC, TH) = SAM5(CC, "10")/PC.L(CC, TH);
GS.L(TH) = SAM5("12", "10");
GE.L(TH) = SAM5("14", "10");
GY.L(TH) = SUM(PS, IDTX.L(PS, "2010"));
TSAV.L(TH) = HS.L("2010")+GS.L("2010");
X.L(PS, TH) = SAM5(PS, "14");
INVCCV.L(CC, TH) = SAM5(CC, "12");
INVCCPSV.L(CC, PS, TH) = INVCCV.L(CC, "2010")*(SAM5("08", PS)/SUM(PS1, SAM5
("08", PS1)));
INVPSV.L(PS, TH) = SUM(CC, INVCCPSV.L(CC, PS, "2010"));
sinvcpsv(CC, PS, TH) = (INVCCPSV.L(CC, PS, "2010")/INVPSV.L(PS, "2010"))$(INVPSV.
L(PS, "2010") NE 0.)+0.;
sinvcpsv1(CC, PS, TH) = (INVCCPSV.L(CC, PS, "2010")/INVCCV.L(CC, "2010"))$(INVCCV.
L(CC, "2010") NE 0.)+0.;
INV.L(TH) = SUM(CC, INVCCV.L(CC, TH));
INVF.L(TH) = SAM5("11", "12");
INVS.L(TH) = SAM5("13", "12");
TINV.L(TH) = SAM5("14", "12");
SCV.L(CC, TH) = SAM5(CC, "13")/PC.L(CC, TH);
XQ.L(PS, CC, TH) = SAM5(PS, CC);
Q.L(CC, TH) = SUM(PS, XQ.L(PS, CC, "2010"));
EXP.L(CC, TH) = SAM5(CC, "11");
QD.L(CC, TH) = Q.L(CC, "2010")-EXP.L(CC, "2010");
IMP.L(CC, TH) = SAM5("11", CC);
QC.L(CC, TH) = QD.L(CC, "2010")+IMP.L(CC, "2010");
PX.L(PS, TH) = 1;
PC.L(CC, TH) = 1;
PU.L(PS, TH) = 1;
PU.L(PS, TH) = SUM(CC, QX.L(CC, PS, "2010")*PC.L(CC, "2010"))/U.L(PS, "2010");
PV.L(PS, TH) = 1;
PINVPS.L(PS, TH) = SUM(CC, PC.L(CC, "2010")*sinvcpsv(CC, PS, "2010"));
PTK.L(PS) = PINVPS.L(PS, "2010");
PQ.L(CC, TH) = 1;
PQD.L(CC, TH) = 1;
PEXP.L(CC, TH) = 1;
PIMP.L(CC, TH) = 1;
EXR.L(TH) = 1;
PUY.L(TH) = 1;
BT.L(TH) = 1;
ERE.L(TH) = 1;
RLTIR.L(TH) = wir(TH);
dep(PS, TH) = RLTIR.L("2010")/(SAM5("08", PS)/(INVPSV.L(PS, "2010")*PINVPS.
L(PS, "2010"))-1);
KS.L(PS, TH) = INVPSV.L(PS, "2010")/dep(PS, "2010");
TK.L(PS) = KS.L(PS, "2010");
K.L(PS, TH) = KS.L(PS, TH);
TKS.L(TH) = SUM(PS, K.L(PS, "2010"));
RPS.L(PS, TH) = PINVPS.L(PS, "2010")*(RLTIR.L("2010")+dep(PS, "2010"));

```



```

R.L(TH) = SUM(PS,RPS.L(PS,TH)*KS.L(PS,TH))/TKS.L(TH);

alphah(CC,BY) = (HCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/HE.L(BY);
shc(CC,BY) = HC.L(CC,BY)/HAC.L(BY);
sh(BY) = HS.L(BY)/HE.L(BY);
alphag(CC,BY) = (GCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
alphai(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = (SCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/INVS.L(BY);
it(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
gammal(PS,BY) = (W.L(BY)*L.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
gammak(PS,BY) = (RPS.L(PS,BY)*K.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
delta(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))/
(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,
BY)**(1/sa(CC,BY)));
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))/
(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,
BY)**(1/st(CC,BY)));
ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
AH(BY) = HE.L(BY)/PROD(CC,HCV.L(CC,BY)**alphah(CC,BY));
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GCV.L(CC,BY)**alphag(CC,BY));
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY));
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1));
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,
BY));
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1));
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY))+(1-
epsilon(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1));
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,TH) = (1/AP(PS,"2010"))*(beta(PS,"2010")**sp(PS,"2010")*(PU.L(PS,
"2010")** (1-sp(PS,"2010")))+gamma(PS,"2010")**sp(PS,"2010")*(PV.L(PS,"2010")
** (1-sp(PS,"2010"))))* (1/(1-sp(PS,"2010")));
THCV(BY) = SUM(CC,HCV.L(CC,BY));
TGCV(BY) = SUM(CC,GCV.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));
GDP2(BY) = W.L(BY)*TLS.L(BY)+SUM(PS,R.L(BY)*K.L(PS,BY))+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(HCV.L(CC,BY)+GCV.L(CC,BY)+INVCCV.L(CC,BY)+
SCV.L(CC,BY)))+SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,
BY));
alphah(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphah(CC,"2010");
shc(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = shc(CC,"2010");
sh(TH$(ORD(TH) GE 1) = sh("2010");
alphag(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphag(CC,"2010");

```

```

sg(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = sg("2010");
su(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = su("2010");
sp(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = sa(CC,"2010");
alphai(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = alphai(CC,"2010");
alphas(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = gamma(PS,"2010");
gammal(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = gammal(PS,"2010");
gammak(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = vt(PS,CC,"2010");
it(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = it(PS,"2010");
sinvcpsv(CC,PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = sinvcpsv(CC,PS,"2010");
ivs(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = ivs("2010");
AH(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AH("2010");
AG(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AG("2010");
AI(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AI("2010");
AP(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = AT(CC,"2010");
THCV(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = THCV("2010");
TGCV(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = TGCV("2010");
wpi(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = wpi(CC,"2010");
wpe(CC,TH)$ (ORD(TH) GE 1) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = GDP1("2010");
GDP2(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = GDP2("2010");
GDP3(TH)$ (ORD(TH) GE 1) = GDP3("2010");

IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
PC.FX("04",TH) = 1;
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
*it(PS,TH)$ (ORD(TH) GE 5 and ORD(TH) LE 10) = 1.01*it(PS,"2010");
*-----
* Equations
*-----
Equations
ERLTIR(TH)
EERE(TH)
EHACV0(TH)
EHACV(TH)
EHAC(TH)
EHC(CC,TH)
EHCV(CC,TH)
EGCV(CC,TH)
EUY(TH)
EHY(TH)

```

```

EGY (TH)
EHS (TH)
EGS (TH)
ETSAV (TH)
ETINV (TH)
EINV (TH)
EINVF (TH)
EINVS (TH)
EKS (PS, TH)
EINVPSV (PS, TH)
EINVCCPSV (CC, PS, TH)
EINVCCV (CC, TH)
ESCV (CC, TH)
EX (PS, TH)
EU (PS, TH)
EV (PS, TH)
EQX (CC, PS, TH)
EL (PS, TH)
EK (PS, TH)
EQ (CC, TH)
EQD (CC, TH)
EEXP (CC, TH)
EQC (CC, TH)
EIMP (CC, TH)
EPIMP (CC, TH)
EPC (CC, TH)
EPHAC (TH)
EPX (PS, TH)
EPU (PS, TH)
EPV (PS, TH)
EPQ (CC, TH)
EPQD (CC, TH)
EPEXP (CC, TH)
EEXR (TH)
EW (TH)
ER (TH)
ERPS (PS, TH)
EPINVPS (PS, TH)
EPTK (PS)
ETK (PS)
ECX (PS, TH)
EPUY (TH)
EBT (TH)
;
ERLTIR (TH) ..
    RLTIR (TH) =E= wir (TH)
;
EERE (TH) ..
    ERE (TH) =E= 1
;
* Household Aggregate Consumption in Volume
EHACV0 (TH) $ (ORD (TH) EQ CARD (TH)) ..

```

```

      HAC (TH) =E= PHAC (TH) *HACV (TH)
;
EHACV (TH) $ (ORD (TH) LE CARD (TH) -1) ..
      HACV (TH+1) =E= HACV (TH) * ((1+rltir (TH)) / (1+stp (TH))) * (PHAC (TH) / PHAC (TH+1))
;
* Household Aggregate Consumption in Value
EHAC (TH) $ (AN (TH)) ..
      HAC (TH) =E= HY (TH) -HS (TH)
*      HAC (TH) =E= HACV (TH) *PHAC (TH)
;
EHC (CC, TH) $ AN (TH) ..
      HC (CC, TH) =E= shc (CC, TH) *HAC (TH)
;
EHCV (CC, TH) ..
      HCV (CC, TH) =E= HC (CC, TH) / PC (CC, TH)
;
EGCV (CC, TH) ..
      GCV (CC, TH) =E= alphag (CC, TH) *GY (TH) / PC (CC, TH)
;
EUY (TH) ..
      UY (TH) =E= AH (TH) *SUM (CC, alphah (CC, TH) * (HCV (CC, TH) ** (1-1/su (TH)))) ** (su
(TH) / (su (TH) -1))
;
EHY (TH) ..
      HY (TH) =E= SUM (PS, W (TH) *L (PS, TH)) +SUM (PS, RPS (PS, TH) *K (PS, TH))
;
EGY (TH) ..
      GY (TH) =E= SUM (PS, it (PS, TH) *SUM (CC, vt (PS, CC, TH) *PQ (CC, TH) *X (PS, TH)))
;
EHS (TH) ..
      HS (TH) =E= sh (TH) *HY (TH)
;
EGS (TH) ..
      GS (TH) =E= sg (TH) *GY (TH)
;
ETSAV (TH) ..
      TSAV (TH) =E= HS (TH) +GS (TH)
;
ETINV (TH) ..
      TINV (TH) =E= TSAV (TH)
;
EINVF (TH) ..
      INV (TH) =E= TINV (TH) -INV (TH) -INVS (TH)
;
EINVS (TH) ..
      INVS (TH) =E= ivs (TH) *TINV (TH)
;
EINV (TH) ..
      INV (TH) =E= SUM (CC, PC (CC, TH) *INVCCV (CC, TH))
;
ESCV (CC, TH) ..
      SCV (CC, TH) =E= alphas (CC, TH) *INVS (TH) / PC (CC, TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X

```

```

EX(PS,TH) ..
    (1-it(PS,TH))*PX(PS,TH) =E= CX(PS,TH)
;
EU(PS,TH) ..
    U(PS,TH) =E= (X(PS,TH)/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)*AP(PS,TH)*CX(PS,TH)/PU
(PS,TH))*sp(PS,TH)
;
EV(PS,TH) ..
    V(PS,TH) =E= (X(PS,TH)/AP(PS,TH))*(gamma(PS,TH)*AP(PS,TH)*CX(PS,TH)/PV
(PS,TH))*sp(PS,TH)
;
EQX(CC,PS,TH) ..
    QX(CC,PS,TH) =E= ut(CC,PS,TH)*U(PS,TH)
;
EL(PS,TH) ..
    L(PS,TH) =E= gammal(PS,TH)*PV(PS,TH)*V(PS,TH)/W(TH)
;
EK(PS,TH) ..
    K(PS,TH) =E= gammak(PS,TH)*PV(PS,TH)*V(PS,TH)/RPS(PS,TH)
;
EQ(CC,TH) ..
    Q(CC,TH) =E= SUM(PS,vt(PS,CC,TH)*X(PS,TH))
;
EQD(CC,TH) ..
    QD(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)*AT(CC,TH)*PQ(CC,TH)
/PQD(CC,TH))*st(CC,TH)
;
EEXP(CC,TH) ..
    EXP(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH))*((1-epsilon(CC,TH))*AT(CC,TH)*PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH))*st(CC,TH)
;
EQC(CC,TH) ..
    QD(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)*AA(CC,TH)*PC(CC,TH)/
PQD(CC,TH))*sa(CC,TH)
;
EIMP(CC,TH) ..
    IMP(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH))*((1-delta(CC,TH))*AA(CC,TH)*PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH))*sa(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC,TH) ..
    PIMP(CC,TH) =E= EXR(TH)*wpi(CC,TH)
;
EPC(CC,TH) ..
    QC(CC,TH) =E= SUM(PS,QX(CC,PS,TH))+HCV(CC,TH)+GCV(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)
+SCV(CC,TH)
;
EPHAC(TH)$AN(TH) ..
    PHAC(TH) =E= SUM(CC,HCV(CC,TH)*PC(CC,TH))/SUM(CC,HCV(CC,TH))
;
EPX(PS,TH) ..
    PX(PS,TH) =E= SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ(CC,TH))
;

```

```

EPU(PS,TH)..
    PU(PS,TH) =E= SUM(CC,QX(CC,PS,TH)*PC(CC,TH))/U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH)..
    PV(PS,TH) =E= (1/AV(PS,TH))*(W(TH)/gammal(PS,TH)**gammal(PS,TH)*(RPS
(PS,TH)/gammak(PS,TH)**gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH)..
    PQ(CC,TH) =E= (1/AT(CC,TH))*(epsilon(CC,TH)**st(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**
(1-st(CC,TH)))+(1-epsilon(CC,TH)**st(CC,TH)*(PEXP(CC,TH)**(1-st(CC,TH))))**
(1/(1-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH)..
    PC(CC,TH) =E= (1/AA(CC,TH))*(delta(CC,TH)**sa(CC,TH)*(PQD(CC,TH)**(1-
sa(CC,TH)))+(1-delta(CC,TH)**sa(CC,TH)*(PIMP(CC,TH)**(1-sa(CC,TH))))** (1/(1
-sa(CC,TH)))
;
EPEXP(CC,TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXR(TH)..
    SUM(CC,PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH)) =E= SUM(CC,PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))+INVF(TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(TH)..
    SUM(PS,L(PS,TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH)..
    R(TH) =E= SUM(PS,RPS(PS,TH)*KS(PS,TH))/SUM(PS,KS(PS,TH));
;
ERPS(PS,TH)..
    K(PS,TH) =E= KS(PS,TH)
;
EPINVPS(PS,TH)..
    KS(PS,TH) =E= INVPSV(PS,TH-1)+(1-DEP(PS,TH-1))*KS(PS,TH-1)+IK(PS)$ (ORD
(TH) EQ 1)
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS(PS,TH)..
    PINVPS(PS,TH) =E= (RPS(PS,TH)/(1+RLTIR(TH)))+(1-DEP(PS,TH))/(1+RLTIR(TH))
*(PINVPS(PS,TH+1)+PTK(PS)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)))
;
EINVPSV(PS,TH)..
    PINVPS(PS,TH+1)+PTK(PS)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)) =E= SUM(CC,PC(CC,TH)*SINVCCPSV
(CC,PS,TH))
;
EINVCCPSV(CC,PS,TH)..
    INVCCPSV(CC,PS,TH) =E= SINVCCPSV(CC,PS,TH)*INVPSV(PS,TH)
;

```

```

EINVCCV(CC,TH)..
    INVCCV(CC,TH) =E= SUM(PS, INVCCPSV(CC,PS,TH))
;
EPTK(PS)..
    SUM(TF, INVPSV(PS,TF)) =E= SUM(TF, DEP(PS,TF)*KS(PS,TF))
;
ETK(PS)..
    SUM(TH$TF(TH+1), INVPSV(PS,TH+1)/INVPSV(PS,TH)-X(PS,TH+1)/X(PS,TH)) =E= 0
;
* Cost of production
ECX(PS,TH)..
    CX(PS,TH) =E= (1/AP(PS,TH))*(beta(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PU(PS,TH)**(1-sp
(PS,TH)))+gamma(PS,TH)**sp(PS,TH)*(PV(PS,TH)**(1-sp(PS,TH))))*(1/(1-sp(PS,T
H)))
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPUY(TH)..
    PUY(TH) =E= (1/AH(TH))*SUM(CC, (alphah(CC,TH)**su(TH))*(PC(CC,TH)**(1-su
(TH))))*(1/(1-su(TH)))
;
* Balance
EBT(TH)..
    BT(TH) =E= SUM(CC, SUM(PS, vt(PS,CC,TH)*CX(PS,TH)/(1-it(PS,TH))*X(PS,TH)))
+SUM(CC, PIMP(CC,TH)*IMP(CC,TH))
    -SUM((PS,CC), PC(CC,TH)*QX(CC,PS,TH))-SUM(CC, PC(CC,TH)*(HCV(CC,TH)
+GCV(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)+SCV(CC,TH)))
    -SUM(CC, PEXP(CC,TH)*EXP(CC,TH))
;
Model ID3
/
ERLTIR.RLTIR
EERE.ERE
EHACV0.HACV
EHACV.HACV
EHAC.HAC
EHC.HC
EHCV.HCV
EGCV.GCV
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESCV.SCV
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q

```

```

EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPHAC.PHAC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD
EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS
EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
EPTK.PTK
*ETK.TK
ECX.CX
EBT.BT
/;
*-----
* The Forward-looking Dynamic Run
*-----
* Solving model
*-----

ID3.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE ID3 USING MCP;

THCV(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
TGCV(TH) = SUM(CC,GCV.L(CC,TH));
GDP1(TH)
=
SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),PC.L(CC,TH)*
QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*TLS.L(TH)+SUM(PS,R.L(TH)*K.L(PS,TH))+GY.L(TH);
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(HCV.L(CC,TH)+GCV.L(CC,TH)+INVCCV.L(CC,TH)+
SCV.L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,
TH));

*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE ID_3 /ID3.CSV/;
put ID_3;
ID_3.PC=5;ID_3.ND=6;ID_3.NZ=1.E-6;ID_3.NW=20;ID_3.PW=850

```

该处结果输出语句与 ID1 模型同样，不再复述。

第四节 ID4 模型

ID4 模型基于表 7-4 的结构和数据建立，表 7-4 与表 7-1、表 7-2 和表 7-3 完全相同。ID4 模型中居民消费需求和投资需求均按照优化来确定，利率作为基准价格，投资与储蓄按照瓦尔拉斯法则自动闭合。

表 7-4 ID4 模型依据的 SAM 数据表

支出 收入	第一产业	第二产业	第三产业	产品 1	产品 2	产品 3	劳动	资本	居民	政府	国外	投资	存货变动	总计
第一产业				488 930 000	0	0								488 930 000
第二产业				0	5 775 808 480	0								5 775 808 480
第三产业				0	0	1 923 851 139								1 923 851 139
产品 1	68 771 565	249 167 666	25 500 448						111 560 499	3 416 230	33 376 843	10 671 736	9 744 622	512 209 609
产品 2	102 596 499	3 647 832 322	482 134 745						395 491 877	0	789 949 079	972 643 933	43 804 031	6 434 452 487
产品 3	30 970 198	533 855 691	387 322 375						458 473 808	348 492 957	150 688 150	71 043 030	1 286 861	1 982 133 071
劳动	271 816 270	459 941 924	368 714 806											1 100 473 000
资本	14 297 448	614 907 975	545 572 456											1 174 777 878
居民							1 100 473 000	1 174 777 878						2 275 250 878
政府	478 020	270 102 903	114 606 310											385 187 233
国外				23 279 609	658 644 006	58 281 931						233 808 526		974 014 073
储蓄									1 309 724 694	33 278 047				1 343 002 740
存货变动												54 835 514		54 835 514
总计	488 930 000	5 775 808 480	1 923 851 139	512 209 609	6 434 452 487	1 982 133 071	1 100 473 000	1 174 777 878	2 275 250 878	385 187 233	974 014 073	1 343 002 740	54 835 514	24 424 926 103

一、ID4 模型依据的假设：

1. 政府消费按照 Leontief 固定比例实现；
2. 居民消费、投资活动按照优化实现；
3. 产业部门或生产者的生产按照嵌套生产技术进行；
4. 进口按照 CES 形式的 Armington 函数；
5. 出口按照 CES 形式的 CET 函数；
6. 居民的总收入等同于其总支出；
7. 政府的总收入等同于其总支出；
8. 利率作为基准价格；
9. 投资与储蓄按照瓦尔拉斯法则自动闭合；
10. 居民从劳动和资本的提供取得收入，政府从税收取得收入；

11. 投资分为投资与存货变动两部分；

12. 跨期动态。

二、模型的维度分类

PS 产业部门

CC 商品

三、模型的参数

$sam5(RSAM, CSAM)$ 表 7-4 社会核算矩阵数据

$alphah(CC, TH)$ 居民消费结构系数

$shc(CC, TH)$ 居民消费占总消费的比例

$sh(TH)$ 居民储蓄倾向

$alphag(CC, TH)$ 政府消费结构系数

$sg(TH)$ 政府储蓄倾向

$su(TH)$ 效用替代弹性

$sp(PS, TH)$ 生产替代弹性

$st(CC, TH)$ 转换替代弹性

$sa(CC, TH)$ Armington 函数替代弹性

$alphai(CC, TH)$ 投资的商品需求结构

$alphas(CC, TH)$ 存货变动的商品需求结构系数

$beta(CC, PS, TH)$ 生产部门的中间需求结构系数

$gamma(PS, TH)$ 生产部门的要素投入系数

$gammal(PS, TH)$ 生产部门的劳动投入系数

$gammak(PS, TH)$ 生产部门的资本投入系数

$wir(TH)$ 世界利率

$stp(TH)$ 社会折旧率

$dep(PS, TH)$ 资本折旧率

$delta(CC, TH)$ Armington 假设的替代率

$epsilon(CC, TH)$ CET 假设的替代率

$ut(PS, CC, TH)$ 使用表，产业部门各种产品投入的固定比例

$vt(PS, CC, TH)$ 供给表，产业部门生产的产品的固定比例

$it(PS, TH)$ 间接税或生产税

$sinvccpsv(CC,PS,TH)$	投资商品消耗矩阵
$sinvccpsvI(CC,PS,TH)$	投资商品消耗矩阵
$ivs(TH)$	全部投资中对存货变动的比例
$AH(TH)$	居民 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AG(TH)$	政府 Cobb-Douglas 效用函数的缩放系数
$AI(PS,TH)$	Cobb-Douglas 投资函数的缩放系数
$*AS(PS,TH)$	Cobb-Douglas 存货变动函数的缩放系数
$AP(PS,TH)$	CES 生产函数的缩放系数
$AV(PS,TH)$	Cobb-Douglas 要素投入函数的缩放系数
$AA(CC,TH)$	Armington 进口函数的缩放系数
$AT(CC,TH)$	CET 出口函数的缩放系数

四、模型的外生变量

$IK(TH)$	模型初始期期初的资本供给量
$LS(TH)$	劳动供给量
$KS(TH)$	资本供给量
$wpi(CC,TH)$	以外币表示的进口品的世界市场价格
$wpe(CC,TH)$	以外币表示的出口品的世界市场价格

五、模型之外的辅助变量

$THCV(CC,TH)$	居民总消费量
$TGCV(CC,TH)$	政府总消费量
$THC(TH)$	居民总消费额
$TGC(TH)$	政府总消费额
$BT(TH)$	平衡检验项
$GDP1(TH)$	按照生产法计算的 GDP
$GDP2(TH)$	按照收入法计算的 GDP
$GDP3(TH)$	按照使用法计算的 GDP

六、模型的内生变量

$ERE(TH)$	相对贸易价格
$RLTIR(TH)$	实际长期利率
$TLS(TH)$	总劳动供给

$TKS(TH)$	总资本供给
$UY(TH)$	效用
$HAC(TH)$	居民总消费额
$HACV(TH)$	居民总消费量
$HC(CC,TH)$	居民消费额
$HCV(CC,TH)$	居民消费量
$GC(CC,TH)$	政府消费额
$GCV(CC,TH)$	政府消费量
$HE(TH)$	居民总支出
$GE(TH)$	政府总支出
$LI(TH)$	居民劳动收入
$KI(TH)$	居民资本收入
$HY(TH)$	居民收入
$GY(TH)$	政府收入
$HS(TH)$	居民储蓄
$GS(TH)$	政府储蓄
$TSAV(TH)$	总储蓄
$TINV(TH)$	总投资
$INV(TH)$	投资活动的总商品需求额
$INVCCV(CC,TH)$	分商品投资量, 或投资的商品消耗量
$INVPSV(PS,TH)$	分部门投资量, 或对各部门的投资量
$INVCCPSV(PS,TH)$	分解投资量, 或分部门投资活动的商品消耗量
$INVF(TH)$	对国外的投资额
$INVS(TH)$	对存货变动的投资额
$SCV(CC,TH)$	存货变动量
$*SC(CC,TH)$	存货变动额
$X(PS,TH)$	本国生产活动量
$QX(CC,PS,TH)$	中间商品需求量
$U(PS,TH)$	合成商品中间投入量
$V(PS,TH)$	合成要素初始投入量
$XQ(PS,CC,TH)$	供给表

$L(PS, TH)$	劳动需求
$K(PS, TH)$	资本需求
$KS(PS, TH)$	资本供给
$TK(PS)$	终结期期末的资本存量
$IDTX(PS, TH)$	生产税
$Q(CC, TH)$	本国生产的产品数量
$QD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的数量
$QC(CC, TH)$	供应到本国市场的合成成品数量
$PX(PS, TH)$	本国生产活动的价格
$PINVPS(PS, TH)$	投资活动的价格
$PTK(PS)$	终结期后的资本存量的价格
$PU(PS, TH)$	本国生产活动中间投入合成品的价格
$PV(PS, TH)$	本国生产活动合成要素投入的价格
$PQ(CC, TH)$	本国生产的商品的价格
$PQD(CC, TH)$	本国生产并供应本国市场的商品的价格
$PCI(CC, TH)$	本国市场上合成商品的价格
$PC(CC, TH)$	本国市场上合成商品的相对价格
$*PHAC(TH)$	居民总消费的价格
$PEXP(CC, TH)$	以本国货币表示的出口品的价格
$PIMP(CC, TH)$	以本国货币表示的进口品的价格
$EXR(TH)$	汇率
$CX(PS, TH)$	单位生产成本
$W(TH)$	工资薪酬率
$R(TH)$	资本租赁率
$RPS(PS, TH)$	分部门的资本租赁率
$EXP(CC, TH)$	出口品的数量
$IMP(CC, TH)$	进口品的数量

七、模型结构方程

1. 实际长期利率 ($RLTIR(TH)$)

$$RLTIR(TH) = wir(TH)$$

2. 相对贸易价格 ($ERE(TH)$)

$$ERE(TH) = 1$$

3. 居民总消费量 ($HACV(TH)$)

$$HACV(TH) = HACV(TH-1) \cdot \frac{1+RLTIR(TH)}{1+stp(TH-1)} \cdot \frac{PHAC(TH-1)}{PHAC(TH)}$$

4. 居民总消费额 ($HAC(TH)$)

$$HAC(TH) = HY(TH) - HS(TH)$$

5. 居民消费额 ($HC(CC, TH)$)

$$HC(CC, TH) = shc(CC, TH) \cdot HAC(TH)$$

6. 居民消费量 ($HCV(CC, TH)$)

$$HCV(CC, TH) = \frac{HC(CC, TH)}{PC(CC, TH)}$$

7. 居民收入 ($HY(TH)$)

居民收入等于劳动收入和资本收入之和。

$$HY(TH) = \sum_{PS} W(TH) \cdot L(PS, TH) + \sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot K(PS, TH)$$

8. 居民储蓄 ($HS(TH)$)

居民储蓄等于居民总支出与储蓄倾向之积。

$$HS(TH) = sh(TH) \cdot HY(TH)$$

9. 政府收入 ($GY(TH)$)

政府收入等于间接税收入。

$$GY(TH) = \sum_{PS} \left(it(PS, TH) \cdot \left(\sum_{CC} vt(CC, PS, TH) \cdot PQ(CC, TH) \cdot X(PS, TH) \right) \right)$$

10. 政府消费量 ($GCV(CC, TH)$)

$$GCV(CC, TH) = \frac{\alpha_g(CC, TH) \cdot GY(TH)}{PC(CC, TH)}$$

11. 政府储蓄 ($GS(TH)$)

政府储蓄等于政府总支出与储蓄倾向之积。

$$GS(TH) = sg(TH) \cdot GY(TH)$$

12. 总储蓄 ($TSAV(TH)$)

总储蓄等于居民储蓄与政府储蓄之和。

$$TSAV(TH) = HS(TH) + GS(TH)$$

13. 总投资 ($TINV(TH)$)

基于新古典主义理论, 总投资与总储蓄间的平衡关系可以由利率调节实现, 这时该条件则变成一个一般均衡条件, 决定均衡状态时的利率水平。如果利率被选择为基准价格, 则此关系式消失, 总投资与总储蓄间的平衡关系按照瓦尔拉斯法则自动满足。这时, 总投资由国内商品投资、存货变动及国外投资之和确定。

$$TINV(TH) = INV(TH) + INVS(TH) + INV(TH)$$

14. 投资活动的总商品需求额 ($INV(TH)$)

$$INV(TH) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot INVCCV(CC, TH)$$

15. 投资活动对存货变动的需求量 ($INVS(TH)$)

投资活动对存货变动的需求量按照总投资的固定比例算出。

$$INVS(TH) = ivs(TH) \cdot TINV(TH)$$

16. 对国外投资 ($INV(TH)$)

对国外投资按照总投资的固定比例算出, 是一个价值量指标。

$$INV(TH) = ivf(TH) \cdot TINV(TH)$$

17. 存货变动对商品的需求量 ($SCV(CC, TH)$)

存货变动对商品的需求量等于按照全部存货变动支出的固定比例分配的各商品存货变动支出除以商品价格算出。

$$SCV(CC, TH) = \alpha_s(CC, TH) \cdot \frac{INVS(TH)}{PC(CC, TH)}$$

18. 零利润条件 ($X(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件, 决定生产活动在均衡状态时的水平。方程式的左边是单

位生产活动的销售值，右边是单位生产成本。

$$(1-it(PS,TH)) \cdot PX(PS,TH) = CX(PS,TH)$$

19. 合成商品中间投入量 ($U(PS,TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$U(PS,TH) = \left(\frac{X(PS,TH)}{AP(PS,TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS,TH) \cdot AP(PS,TH) \cdot \frac{CX(PS,TH)}{PU(PS,TH)} \right)^{sp(PS,TH)}$$

20. 合成要素初始投入量 ($V(PS,TH)$)，嵌套结构的第 1 层按照 CES 技术生产
这是一个实物量指标。

$$V(PS,TH) = \left(\frac{X(PS,TH)}{AP(PS,TH)} \right) \cdot \left(\gamma(PS,TH) \cdot AP(PS,TH) \cdot \frac{CX(PS,TH)}{PV(TH)} \right)^{sp(PS,TH)}$$

21. 合成商品中间投入 ($QX(CC,PS,TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产
这是一个实物量指标。

$$QX(CC,PS,TH) = ut(CC,PS,TH) \cdot U(PS,TH)$$

22. 劳动初始投入 ($L(PS,TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$L(PS,TH) = \gamma_l(PS,TH) \cdot \frac{PV(PS,TH) \cdot V(PS,TH)}{W(TH)}$$

23. 资本初始投入 ($K(PS,TH)$)，嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产
这是一个实物量指标。

$$K(PS,TH) = \gamma_k(PS,TH) \cdot \frac{PV(PS,TH) \cdot V(PS,TH)}{RPS(PS,TH)}$$

24. 本国生产的产品 ($Q(CC,TH)$)

这是一个实物量指标，由本国生产活动及供应表计算得出。

$$Q(CC,TH) = \sum_{PS} vt(PS,CC,TH) \cdot X(PS,TH)$$

25. 本国生产在本国销售的产品数量 ($QD(CC,TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC,TH) = \left(\frac{Q(CC,TH)}{AT(CC,TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC,TH) \cdot AT(CC,TH) \cdot \frac{PQ(CC,TH)}{PQD(CC,TH)} \right)^{st(CC,TH)}$$

26. 出口品的数量 ($EXP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标，等于本国生产的产品 Q 与本国生产在本国销售的产品 QD 间的差，或从 CET 函数导出。

$$EXP(CC, TH) = \left(\frac{Q(CC, TH)}{AT(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \varepsilon(CC, TH)) \cdot AT(CC, TH) \cdot \frac{PQ(CC, TH)}{PEXP(CC, TH)} \right)^{st(CC, TH)}$$

27. 供应到本国市场的合成成品数量 ($QC(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$QD(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC, TH) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PQD(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

28. 进口品的数量 ($IMP(CC, TH)$)

这是一个实物量指标。

$$IMP(CC, TH) = \left(\frac{QC(CC, TH)}{AA(CC, TH)} \right) \cdot \left((1 - \delta(CC, TH)) \cdot AA(CC, TH) \cdot \frac{PC(CC, TH)}{PIMP(CC, TH)} \right)^{sa(CC, TH)}$$

29. 以本国货币表示的进口品价格 ($PIMP(CC, TH)$)

以本国货币表示的进口品价格由外生的世界市场进口价格与汇率决定。

$$PIMP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpi(CC, TH)$$

30. 本国市场上合成商品的相对价格 ($PC(CC, TH)$)

这是一个一般均衡条件，任一价格可被作为基准价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则合成商品价格由本国市场合成商品的供需平衡决定，或者说合成商品价格调节实现本国市场合成商品供需的物资平衡。

$$QC(CC, TH) = \sum_{PS} QX(CC, PS, TH) + HCV(CC, TH) + GCV(CC, TH) + INVCCV(CC, TH) + SCV(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则合成商品价格由下面等式决定。

$$PC(CC, TH) \cdot QC(CC, TH) = PQD(CC, TH) \cdot QD(CC, TH) + PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH)$$

31. 居民总消费的价格 ($PHAC(TH)$)

$$PHAC(TH) = \frac{\sum_{CC} HCV(CC, TH) \cdot PC(CC, TH)}{\sum_{CC} HCV(CC, TH)}$$

32. 生产活动价格 ($PX(PS,TH)$)

$$PX(PS,TH) = \sum_{CC} \gamma_l(PS,TH) \cdot PQ(CC,TH)$$

33. 合成商品中间投入的价格 ($PU(PS,TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 Leontief 技术生产

$$PU(PS,TH) = \frac{\sum_{CC} QX(CC,PS,TH) \cdot PC(CC,TH)}{U(PS,TH)}$$

34. 合成要素投入的价格 ($PV(PS,TH)$), 嵌套结构的第 2 层按照 CD 技术生产

$$PV(PS,TH) = \left(\frac{1}{AV(PS,TH)} \right) \left(\frac{W(TH)}{\gamma_l(PS,TH)} \right)^{\gamma_l(PS,TH)} \left(\frac{RPS(PS,TH)}{\gamma_k(PS,TH)} \right)^{\gamma_k(PS,TH)}$$

35. 本国生产的商品的价格 ($PQ(CC,TH)$)

该价格由 PQD 和 $PEXP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PQ(CC,TH) = \left(\frac{1}{AT(CC,TH)} \right) \cdot \left(\varepsilon(CC,TH)^{st(CC,TH)} \cdot PQD(CC,TH)^{1-st(CC,TH)} + (1-\varepsilon(CC,TH))^{st(CC,TH)} \cdot PEXP(CC,TH)^{1-st(CC,TH)} \right)^{\frac{1}{1-st(CC,TH)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定, 则本国生产的商品的价格等于本国生产本国销售的商品的价格。

$$PQ(CC,TH) = PQD(CC,TH)$$

36. 本国生产本国销售的商品的价格 ($PQD(CC,TH)$)

该价格由 PC 和 $PIMP$ 导出。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定, 则本国生产本国销售的商品的价格由下面等式关系决定。

$$PC(CC,TH) \cdot QC(CC,TH) = PQD(CC,TH) \cdot QD(CC,TH) + PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

或者

$$PQD(CC,TH) = PQ(CC,TH)$$

$$PC(CC,TH) = \left(\frac{1}{AA(CC,TH)} \right) \cdot \left(\delta(CC,TH)^{sa(CC,TH)} \cdot PQD(CC,TH)^{1-sa(CC,TH)} + (1-\delta(CC,TH))^{sa(CC,TH)} \cdot PIMP(CC,TH)^{1-sa(CC,TH)} \right)^{\frac{1}{1-sa(CC,TH)}}$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则本国生产本国销售的商品的价格等于出口价格。

$$PQD(CC, TH) = PEXP(CC, TH)$$

37. 以本国货币表示的出口品的价格 ($PEXP(CC, TH)$)

该价格或者从其他价格导出或者外生给定，不是一般均衡价格。如果假定出口价格由本国生产的商品的价格内生决定，则

$$PEXP(CC, TH) = PQD(CC, TH)$$

或者

$$PEXP(TH) = PQ(CC, TH)$$

如果假定出口价格由世界商品价格外生决定并且本国商品价格由出口价格决定，则出口价格等于换算成本国货币的世界价格。

$$PEXP(CC, TH) = EXR(TH) \cdot wpe(CC, TH)$$

38. 国际贸易闭合 ($EXR(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定一般均衡状态的汇率水平。汇率可被固定下来，作为或不作为基准价格。如果是前者，则瓦尔拉斯法则确保国际收支自动平衡；如果是后者，则国际收支平衡变成等式，不再是一般均衡条件。

$$\sum_{CC} PEXP(CC, TH) \cdot EXP(CC, TH) = \sum_{CC} PIMP(CC, TH) \cdot IMP(CC, TH) + INV(TH)$$

39. 劳动力市场平衡或出清条件 ($W(TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的劳动力价格（可被作为基准价格，或仅仅外生给定）。

$$\sum_{PS} L(PS, TH) = TLS(TH)$$

40. 总资本出租率 ($R(TH)$)

决定一般均衡状态时的总资本出租率，是一个衍生变量。

$$R(TH) = \frac{\sum_{PS} RPS(PS, TH) \cdot KS(PS, TH)}{\sum_{PS} KS(PS, TH)}$$

41. 资本市场平衡或出清条件 ($RPS(PS, TH)$)

这是一个一般均衡条件，决定均衡状态时的资本价格（可被作为基准价格，或仅仅

外生给定)。

$$K(PS, TH) = KS(PS, TH)$$

42. 资本置换价格 ($PINVPS(PS, TH)$)

基于市场价格决定资本置换价格。

$$KS(PS, TH) = (1 - DEP(PS, TH - 1)) \cdot KS(PS, TH - 1) + INVPSV(PS, TH - 1)$$

43. 起点初始期的资本存量 ($KS0(PS, TH)$)

起点初始期的资本存量外生给定。

$$KS0(PS, TH) = IK(PS)$$

44. 资本供给 ($KS(PS, TH)$)

决定优化水平的资本供给，这是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$PINVPS(PS, TH) = \frac{RPS(PS, TH)}{1 + RL TIR(TH)} + \frac{1 - DEP(PS, TH)}{1 + RL TIR(TH)} \cdot (PINVPS(PS, TH + 1) + PTK(PS))$$

45. 对各部门的投资 ($INVPSV(PS, TH)$)

决定优化投资水平和方向，这也是跨期模型最关键的一般均衡条件。

$$PINVPS(PS, TH + 1) + PTK(PS) = \sum_{CC} PC(CC, TH) \cdot sinvccpsv(CC, PS, TH)$$

46. 投资分解 ($INVCCPSV(CC, PS, TH)$)

分解投资由分部门投资进一步分解求出。

$$INVCCPSV(CC, PS, TH) = sinvccpsv(CC, PS, TH) \cdot INVPSV(PS, TH)$$

47. 分产品投资 ($INVCCV(CC, TH)$)

分产品投资由分解的投资加总得到。

$$INVCCV(CC, TH) = \sum_{PS} INVCCPSV(CC, PS, TH)$$

48. 终端期期末的资本价格 ($PTK(PS)$)

这是达到稳态的终端条件，是动态一般均衡条件。

$$INVPSV(PS, TF) = DEP(PS, TF) \cdot KS(PS, TF)$$

49. 终端期期末的资本存量 ($TK(PS)$)

这是达到稳态的终端条件，也是实现平衡增长的均衡条件。

$$\frac{INVPSV(PS,TF+1)}{INVPSV(PS,TF)} = \frac{X(PS,TF+1)}{X(PS,TF)}$$

50. 生产成本 ($CX(PS,TH)$)

$$CX(PS,TH) = \left(\frac{1}{AP(PS,TH)} \right) \cdot \left(\beta(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PU(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} + \gamma(PS,TH)^{sp(PS,TH)} \cdot PV(PS,TH)^{1-sp(PS,TH)} \right)^{\frac{1}{1-sp(PS,TH)}}$$

51. 总供给与总需求间的平衡检验 ($BT(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型内或模型外计算。为了模型系统简便起见，一般把它放在模型外计算。如果模型运行正常，则 BT 等于 0。如果 BT 不等于 0，则说明模型运行不正常，发生了错误。

$$BT(TH) = \sum_{CC} \sum_{PS} vt(PS,CC,TH) \cdot \frac{CX(PS,TH)}{1-it(PS,TH)} \cdot X(PS,TH) + \sum_{CC} PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot QX(CC,PS,TH) - \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot (HCV(CC,TH) + GCV(CC,TH) + INVCCV(CC,TH) + SCV(CC,TH)) - \sum_{CC} PEXP(CC,TH) \cdot EXP(CC,TH)$$

52. 生产法、收入法及使用法计算的 GDP 值的相等检验 ($GDP1(TH)$ 、 $GDP2(TH)$ 和 $GDP3(TH)$)

这既不是一个一般均衡条件也不是一个模型条件，可以放在模型外计算。在一般均衡状态下，三种方法计算的 GDP 应该完全相等，否则说明模型存在问题，未达到一般均衡状态。

$$GDP1(TH) = \sum_{CC} \sum_{PS} PC(CC,TH) \cdot vt(PS,CC,TH) \cdot X(PS,TH) - \sum_{PS} \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot QX(CC,PS,TH)$$

$$GDP2(TH) = W(TH) \cdot TLS(TH) + \sum_{PS} R(TH) \cdot K(PS,TH) + GY(TH)$$

$$GDP3(TH) = \sum_{CC} PC(CC,TH) \cdot (HCV(CC,TH) + GCV(CC,TH) + INVCCV(CC,TH) + SCV(CC,TH)) + \sum_{CC} PEXP(CC,TH) \cdot EXP(CC,TH) - \sum_{CC} PIMP(CC,TH) \cdot IMP(CC,TH)$$

八、ID4 模型的 GAMS 程序

```

* -----
* This is a new development that introduces intertemporal dynamics into MT2
model
* The data is still based on SAM5 data table, where investment is broken down
into investment and stock change
* ID1 = consumption is optimized but investment is determined by savings with
fixed proportions rather than by optimality
* ID2 = consumption is determined with fixed proposition but investment is
intertemporal-optimally allocated
* ID3 = both consumption and investment are intertemporal-optimally
determined
* ID4 = both consumption and investment are intertemporal-optimally determined,
interest rate taken as numeraire, and savings-investment by Walras law
* (1) For convenience of calibration, it is assumed that in base run all
the years are in steady state, which means that all variables will keep
* constant throughout all the periods in the base run.
* (2) In the data year, two of the SS conditions are that investment must
equal to depreciation of capital stock, and return rate of capital must
* cover interest and depreciation of capital. The two conditions must be
simultaneously fulfilled. This requires to calibrate the depreciation rates
* so that  $K(t) = I(t)/DEP(t) = PK(t)/((r(t)+DEP(t))*PI(t))$ , where PK and PI
are rental and replacement price of capital, respectively, r is interest
* rate.
* (3) In each period, supply of capital shall be determined forward-lookingly
by demand of capital, rental and replacement price of capital. That is
*  $KS(t+1) = K(t+1)*(PK(t+1)/((1+r(t))*PI(t)-(1-DEP(t))*PI(t+1)))*S$ , or
 $PK(t+1) = (1+r(t))*PI(t)-(1-DEP(t))*PI(t+1)$ , where KS is supplied or desired
* capital at the beginning of period t+1 or at the end of period t.
* (4) In each period, consumption shall be determined by the balance of
consumer's disposable income and expenditure. That is
*  $YDISP(t) = PHC(t)*HC(t) + SAVE(t)$ , where YDISP at left-hand side of the
equation is consumer's disposable income, HC and PHC are household's
* consumption and corresponding price, respectively, and SAVE is household
savings that can consist of investment to domestic markets and investment
* to foreign markets.
* (5) At the terminal period, one of the terminal conditions is that investment
must equal to depreciation of capital stock, which is that
*  $I(tt) = DEP(t)*K(tt)$ , where tt denotes terminal time or period. By this
condition, the determination of  $K(tt+1)$  is avoided.
* In addition, biomass stock must also be constant in SS, even though it is
not constrained in the program.
* (6) In scenarios, any exogenous shock can be tested to see how the economic
system is disturbed in short-run and then come back towards a new steady
* state in long-run. The exogenous shock may be set modestly to avoid
infeasibility. The time length is also needed to see when the system can
* get back to a new steady state.
* -----

```

```

$OFFLISTING
OPTION RESLIM=107200;
OPTION DOMLIM=9999;
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0
SOLPRINT=OFF
*SYSOUT=OFF
Option decimals = 8
;
SET
RSAM SECTORS /
01 Primary industry
02 Secondary industry
03 Tertiary industry
04 Commodity 1
05 Commodity 2
06 Commodity 3
07 Labour
08 Capital rent
09 Household
10 Government
11 Foreign
12 New capital from part of savings or investment
13 New stock from part of savings or investment
14 Sum
15 Capital stock
/
;
SETS
  PS(RSAM) Production Sectors /01*03/
  CC(RSAM) Commodities /04*06/
;
ALIAS (RSAM,CSAM)
ALIAS (PS,PS1)
ALIAS (CC,CC1)
;
SET TH Time Horizon of the Model /2010*2057/
  T0(TH) FIRST TIME PERIOD
  AN(TH) INTERMEDIATE PERIOD
  TF(TH) THE FINAL PERIOD
;
T0(TH) = NO;
AN(TH) = no;
TF(TH) = NO;
T0(TH)$ (ORD(TH) EQ 1) = YES;
AN(TH) = yes;
TF(TH)$ (ORD(TH) EQ CARD(TH)) = YES;
;
SET AN(TH);
SET BY(TH) Base Year /2010/;

```

```

ALIAS (TH, TH0) ;
*-----
* The Model Variables and Parameters
*-----
PARAMETERS
  SAM5 (RSAM, CSAM)          SAM5 data
  alphah (CC, TH)            Composition of Household Consumption in total
  spending
  shc (CC, TH)               Composition of Household consumption in total
  consumption
  sh (TH)                    Saving propensity of Household
  alphag (CC, TH)            Composition of Government consumption
  sg (TH)                    Saving propensity of Government
  su (TH)                    Substitution elasticity of Utility
  sp (PS, TH)                Substitution elasticity of Production
  st (CC, TH)                Substitution elasticity of Transformation function
  sa (CC, TH)                Substitution elasticity of Amington function
  alphas (CC, TH)            Investment use of commodity
  alphas (CC, TH)            Stock use of commodity
  beta (PS, TH)              Use Table of intermediate inputs or uses
  gamma (PS, TH)             Value share of Factor Input
  gammal (PS, TH)            Value share of Labour Input
  gammak (PS, TH)            Value share of Capital Input
  wir (TH)                   World Interest Rate
  stp (TH)                   Social discounting rate
  dep (PS, TH)               Depreciation rate of capital
  delta (CC, TH)             Substitution rate of Armington assumption
  epsilon (CC, TH)           Substitution rate of transformation assumption
  ut (CC, PS, TH)            Use Table of intermediate demand divided by total
  intermediate input
  vt (PS, CC, TH)            Make Table of production supply
  it (PS, TH)                Indirect Tax
  sinvcpsv (CC, PS, TH)      Investment matrix
  sinvcpsv1 (CC, PS, TH)     Investment matrix
  ivf (TH)                   Proportion of investment in foreign stock
  ivs (TH)                   Proportion of investment in stock
  IK (PS)                    Initial period capital stock
  AH (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
  for Household
  AG (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas utility function
  for government
  AI (TH)                    Scaling parameter of Cobb-Douglas investment
  function for investor
  AP (PS, TH)                Scaling parameter of CES production function for
  producer
  AV (PS, TH)                Scaling parameter of Cobb-Douglas function of factor
  inputs
  AA (CC, TH)                Scaling parameter of Armington function

```


AT(CC, TH)	Scaling parameter of Transformation function
THCV(TH)	Total Household consumption
TGCV(TH)	Total Government consumption
wpi(CC, TH)	World Price of Import at foreign currency
wpe(CC, TH)	World Price of Export at foreign currency
GDP1(TH)	GDP by production method
GDP2(TH)	GDP by income method
GDP3(TH)	GDP by expenditure method
;	
VARIABLES	
ERE(TH)	Relative price of trade
RLTIR(TH)	Real Long-Term Interest Rate
TLS(TH)	Total Labour Stock or endowment
TKS(TH)	Total Capital Stock
UY(TH)	Utility
HACV(TH)	Household Aggretate Consumption in Volumn
HAC(TH)	Household Aggretate Consumption in value
HC(CC, TH)	Household Consumption in value
HCV(CC, TH)	Household Consumption in Volumn
GCV(CC, TH)	Government Consumption in Volumn
HE(TH)	Household Expenditure
GE(TH)	Government Expenditure
LI(TH)	household Labour Income
KI(TH)	household Capital Income
HY(TH)	Household Income
GY(TH)	Government Income
HS(TH)	Household Savings in value
GS(TH)	Government Savings in value
TSAV(TH)	Total SAVings
TINV(TH)	Total INVestment
INV(TH)	INVestment to sectors in value
INVCCV(CC, TH)	Investment by commodity
INVPSV(PS, TH)	Investment by producer
INVCCPSV(CC, PS, TH)	Investment by commodity and by producer
INVF(TH)	Investment to abroad
INVS(TH)	Investment in Stock
SCV(CC, TH)	Stock Change by commodity in Volumn
X(PS, TH)	Activity of domestic produciton
U(PS, TH)	Use of composite intermediate input
V(PS, TH)	Use of composite factor input
QX(CC, PS, TH)	Use table or Intermediate demand of commodity by
producer	
XQ(PS, CC, TH)	Make table
L(PS, TH)	Labour demand by producer
K(PS, TH)	Capital demand by producer
KS(PS, TH)	Capital Supply by producer
TK(PS)	Post-terminal capital stock
IDTX(PS, TH)	InDirect TaX by producer
Q(CC, TH)	Quantity of domestically-produced commodity

```

    QD(CC,TH)           Quantity of domestically-produced commodity sold in
domestic market
    QC(CC,TH)           Quantity of Composite commodity supplied to or
consumed in domestic market
    PUY(TH)             Price of Utility or aggregate consumption
    PX(PS,TH)           Price for activity of domestic production
    PINVPS(PS,TH)       Price for investment
    PTK(PS)             Price of post-terminal capital
    PU(PS,TH)           Price of composite intermediate input
    PV(PS,TH)           Price of composite factor input
    PQ(CC,TH)           Price of domestically-produced commodity
    PQD(CC,TH)          Price for domestically-produced commodity sold in
domestic market
    PC(CC,TH)           Relative Price of Composite commodity sold in
domestic market
    PHAC(TH)            Price of Household Aggregate Consumption
    PEXP(CC,TH)         Price of EXPort at local currency
    PIMP(CC,TH)         Price of IMPort at local currency
    EXR(TH)             EXQhange Rate
    CX(PS,TH)           Cost of producer
    W(TH)               Wage rate
    R(TH)               Rental rate
    RPS(PS,TH)          Rental rates by producer
    EXP(CC,TH)          EXPort
    IMP(CC,TH)          IMPort
    BT(TH)              Balance of Trade
;
*-----
*The Data Files
*-----
$libinclude xlimport SAM5 sam2007.xls SAM5!a1:p16
*-----

su(TH) = 0.8;
sp(PS,TH) = 0.8;
st(CC,TH) = -0.8;
sa(CC,TH) = 0.8;
wir(TH) = 0.03;
dep(PS,TH) = 0.05;
stp(TH) = 0.03;
wpi(CC,TH) = 1;
wpe(CC,TH) = 1;
PC.L(CC,TH) = 1;
QX.L(CC,PS,TH) = SAM5(CC,PS);
U.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010"));
L.L(PS,TH) = SAM5("07",PS);
TLS.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"));
IDTX.L(PS,TH) = SAM5("10",PS);
W.L(TH) = SUM(PS,L.L(PS,"2010"))/TLS.L("2010");
V.L(PS,TH) = L.L(PS,"2010")+SAM5("08",PS);

```

```

HC.L(CC,TH) = SAM5(CC,"09");
HCV.L(CC,TH) = HC.L(CC,TH)/PC.L(CC,TH);
HAC.L(TH) = SUM(CC,HC.L(CC,TH));
HACV.L(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
PHAC.L(TH) = HAC.L(TH)/HACV.L(TH);
HS.L(TH) = SAM5("12","09");
HE.L(TH) = SAM5("14","09");
LI.L(TH) = SAM5("09","07");
KI.L(TH) = SAM5("09","08");
HY.L(TH) = LI.L("2010")+KI.L("2010");
GCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"10")/PC.L(CC,TH);
GS.L(TH) = SAM5("12","10");
GE.L(TH) = SAM5("14","10");
GY.L(TH) = SUM(PS,IDTX.L(PS,"2010"));
TSAV.L(TH) = HS.L("2010")+GS.L("2010");
X.L(PS,TH) = SAM5(PS,"14");
INVCCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"12");
INVCCPSV.L(CC,PS,TH) = INVCCV.L(CC,"2010")*(SAM5("08",PS)/SUM(PS1,SAM5("08",
PS1)));
INVPSV.L(PS,TH) = SUM(CC,INVCCPSV.L(CC,PS,"2010"));
sinvccpsv(CC,PS,TH) = (INVCCPSV.L(CC,PS,"2010")/INVPSV.L(PS,"2010"))$(INVPSV.
L(PS,"2010") NE 0.)+0.;
sinvccpsv1(CC,PS,TH) = (INVCCPSV.L(CC,PS,"2010")/INVCCV.L(CC,"2010"))$(INVCCV.
L(CC,"2010") NE 0.)+0.;
INV.L(TH) = SUM(CC,INVCCV.L(CC,TH));
INVF.L(TH) = SAM5("11","12");
INVS.L(TH) = SAM5("13","12");
TINV.L(TH) = SAM5("14","12");
SCV.L(CC,TH) = SAM5(CC,"13")/PC.L(CC,TH);
XQ.L(PS,CC,TH) = SAM5(PS,CC);
Q.L(CC,TH) = SUM(PS,XQ.L(PS,CC,"2010"));
EXP.L(CC,TH) = SAM5(CC,"11");
QD.L(CC,TH) = Q.L(CC,"2010")-EXP.L(CC,"2010");
IMP.L(CC,TH) = SAM5("11",CC);
QC.L(CC,TH) = QD.L(CC,"2010")+IMP.L(CC,"2010");
PX.L(PS,TH) = 1;
PC.L(CC,TH) = 1;
PU.L(PS,TH) = 1;
PU.L(PS,TH) = SUM(CC,QX.L(CC,PS,"2010")*PC.L(CC,"2010"))/U.L(PS,"2010");
PV.L(PS,TH) = 1;
PINVPS.L(PS,TH) = SUM(CC,PC.L(CC,"2010")*sinvccpsv(CC,PS,"2010"));
PTK.L(PS) = PINVPS.L(PS,"2010");
PQ.L(CC,TH) = 1;
PQD.L(CC,TH) = 1;
PEXP.L(CC,TH) = 1;
PIMP.L(CC,TH) = 1;
EXR.L(TH) = 1;
PUY.L(TH) = 1;
BT.L(TH) = 1;

```

```

ERE.L(TH) = 1;
RLTIR.L(TH) = wir(TH);
dep(PS,TH) = RLTIR.L("2010")/(SAM5("08",PS)/(INVPSV.L(PS,"2010")*PINVPS.L
(PS,"2010"))-1);
KS.L(PS,TH) = INVPSV.L(PS,"2010")/dep(PS,"2010");
TK.L(PS) = KS.L(PS,"2010");
K.L(PS,TH) = KS.L(PS,TH);
TKS.L(TH) = SUM(PS,K.L(PS,"2010"));
RPS.L(PS,TH) = PINVPS.L(PS,"2010")*(RLTIR.L("2010")+dep(PS,"2010"));
R.L(TH) = SUM(PS,RPS.L(PS,TH)*KS.L(PS,TH))/TKS.L(TH);

alphah(CC,BY) = (HCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/HE.L(BY);
shc(CC,BY) = HC.L(CC,BY)/HAC.L(BY);
sh(BY) = HS.L(BY)/HE.L(BY);
alphag(CC,BY) = (GCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/GE.L(BY);
sg(BY) = GS.L(BY)/GE.L(BY);
alphai(CC,BY) = INVCCV.L(CC,BY)/TINV.L(BY);
alphas(CC,BY) = (SCV.L(CC,BY)*PC.L(CC,BY))/INVS.L(BY);
it(PS,BY) = IDTX.L(PS,BY)/X.L(PS,BY);
beta(PS,BY) = (PU.L(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
gamma(PS,BY) = (PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)))/(PU.L(PS,BY)*U.L(PS,
BY)**(1/sp(PS,BY))+PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY)**(1/sp(PS,BY)));
gammal(PS,BY) = (W.L(BY)*L.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
gammak(PS,BY) = (RPS.L(PS,BY)*K.L(PS,BY))/(PV.L(PS,BY)*V.L(PS,BY));
delta(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)))/
(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/sa(CC,BY))+PIMP.L(CC,BY)*IMP.L
(CC,BY)**(1/sa(CC,BY)));
epsilon(CC,BY) = (PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY)))/
(PQD.L(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1/st(CC,BY))+PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,
BY)**(1/st(CC,BY)));
ut(CC,PS,BY) = QX.L(CC,PS,BY)/U.L(PS,BY);
vt(PS,CC,BY) = XQ.L(PS,CC,BY)/X.L(PS,BY);
AH(BY) = HE.L(BY)/PROD(CC,HCV.L(CC,BY)**alphah(CC,BY));
AG(BY) = GE.L(BY)/PROD(CC,GCV.L(CC,BY)**alphag(CC,BY));
AI(BY) = TINV.L(BY)/PROD(CC,INVCCV.L(CC,BY)**alphai(CC,BY));
AP(PS,BY) = X.L(PS,BY)/(beta(PS,BY)*U.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY))+gamma(PS,
BY)*V.L(PS,BY)**(1-1/sp(PS,BY)))*(sp(PS,BY)/(sp(PS,BY)-1));
AV(PS,BY) = V.L(PS,BY)/(L.L(PS,BY)**gammal(PS,BY)*K.L(PS,BY)**gammak(PS,
BY));
AA(CC,BY) = QC.L(CC,BY)/(delta(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY))+(1-delta
(CC,BY))*IMP.L(CC,BY)**(1-1/sa(CC,BY)))*(sa(CC,BY)/(sa(CC,BY)-1));
AT(CC,BY) = Q.L(CC,BY)/(epsilon(CC,BY)*QD.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY))+(1-
epsilon(CC,BY))*EXP.L(CC,BY)**(1-1/st(CC,BY)))*(st(CC,BY)/(st(CC,BY)-1));
ivf(BY) = INV.F.L(BY)/TINV.L(BY);
ivs(BY) = INVS.L(BY)/TINV.L(BY);
CX.L(PS,TH) = (1/AP(PS,"2010"))*(beta(PS,"2010")**sp(PS,"2010")*(PU.L(PS,
"2010")**sp(PS,"2010")+gamma(PS,"2010")**sp(PS,"2010")*(PV.L(PS,"2010")
**sp(PS,"2010")))*(1/(1-sp(PS,"2010"))));
THCV(BY) = SUM(CC,HCV.L(CC,BY));
TGCV(BY) = SUM(CC,GCV.L(CC,BY));
GDP1(BY) = SUM(PS,(X.L(PS,BY)-SUM(CC,QX.L(CC,PS,BY))));

```

```

GDP2(BY) = W.L(BY)*TLS.L(BY)+SUM(PS,R.L(BY)*K.L(PS,BY))+GY.L(BY);
GDP3(BY) = SUM(CC,PC.L(CC,BY)*(HCV.L(CC,BY)+GCV.L(CC,BY)+INVCCV.L(CC,BY)+
SCV.L(CC,BY)))
      +SUM(CC,PEXP.L(CC,BY)*EXP.L(CC,BY))-SUM(CC,PIMP.L(CC,BY)*IMP.L(CC,
BY));
alphah(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphah(CC,"2010");
shc(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = shc(CC,"2010");
sh(TH$(ORD(TH) GE 1) = sh("2010");
alphag(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphag(CC,"2010");
sg(TH$(ORD(TH) GE 1) = sg("2010");
su(TH$(ORD(TH) GE 1) = su("2010");
sp(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = sp(PS,"2010");
st(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = st(CC,"2010");
sa(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = sa(CC,"2010");
alphai(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphai(CC,"2010");
alphas(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = alphas(CC,"2010");
beta(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = beta(PS,"2010");
gamma(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = gamma(PS,"2010");
gammal(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = gammal(PS,"2010");
gammak(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = gammak(PS,"2010");
dep(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = dep(PS,"2010");
delta(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = delta(CC,"2010");
epsilon(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = epsilon(CC,"2010");
ut(CC,PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = ut(CC,PS,"2010");
vt(PS,CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = vt(PS,CC,"2010");
it(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = it(PS,"2010");
sinvcpsv(CC,PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = sinvcpsv(CC,PS,"2010");
ivf(TH$(ORD(TH) GE 1) = ivf("2010");
ivs(TH$(ORD(TH) GE 1) = ivs("2010");
AH(TH$(ORD(TH) GE 1) = AH("2010");
AG(TH$(ORD(TH) GE 1) = AG("2010");
AI(TH$(ORD(TH) GE 1) = AI("2010");
AP(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = AP(PS,"2010");
AV(PS,TH$(ORD(TH) GE 1) = AV(PS,"2010");
AA(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = AA(CC,"2010");
AT(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = AT(CC,"2010");
THCV(TH$(ORD(TH) GE 1) = THCV("2010");
TGCV(TH$(ORD(TH) GE 1) = TGCV("2010");
wpi(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = wpi(CC,"2010");
wpe(CC,TH$(ORD(TH) GE 1) = wpe(CC,"2010");
GDP1(TH$(ORD(TH) GE 1) = GDP1("2010");
GDP2(TH$(ORD(TH) GE 1) = GDP2("2010");
GDP3(TH$(ORD(TH) GE 1) = GDP3("2010");

IK(PS) = KS.L(PS,"2010");
* Interest rate is numeraire
*PC.FX("04",TH) = 1;
TLS.FX(TH) = TLS.L("2010");
*it(PS,TH$(ORD(TH) GE 5 and ORD(TH) LE 10) = 1.01*it(PS,"2010");
* If EXR is fixed, then INVFX is the balancing term
*EXR.FX(TH) = EXR.L("2010");
*-----

```

*Equations

*-----

Equations

ERLTIR (TH)

EERE (TH)

EHACV0 (TH)

EHACV (TH)

EHAC (TH)

EHC (CC, TH)

EHCV (CC, TH)

EGCV (CC, TH)

EUY (TH)

EHY (TH)

EGY (TH)

EHS (TH)

EGS (TH)

ETSAV (TH)

ETINV (TH)

EINV (TH)

EINVF (TH)

EINVS (TH)

EKS (PS, TH)

EINVPSV (PS, TH)

EINVCCPSV (CC, PS, TH)

EINVCCV (CC, TH)

ESCV (CC, TH)

EX (PS, TH)

EU (PS, TH)

EV (PS, TH)

EQX (CC, PS, TH)

EL (PS, TH)

EK (PS, TH)

EQ (CC, TH)

EQD (CC, TH)

EEXP (CC, TH)

EQC (CC, TH)

EIMP (CC, TH)

EPIMP (CC, TH)

EPC (CC, TH)

EPHAC (TH)

EPX (PS, TH)

EPU (PS, TH)

EPV (PS, TH)

EPQ (CC, TH)

EPQD (CC, TH)

EPEXP (CC, TH)

EEXR (TH)

EW (TH)

ER (TH)

ERPS (PS, TH)

```

EPINVPS (PS, TH)
EPTK (PS)
ETK (PS)
ECX (PS, TH)
EPUY (TH)
EBT (TH)
;
ERLTIR (TH) ..
    RLTIR (TH) =E= wir (TH)
;
EERE (TH) ..
    ERE (TH) =E= 1
;
* Household Aggregate Consumption in Volume
EHACV0 (TH) $ (ORD (TH) EQ CARD (TH)) ..
    HAC (TH) =E= PHAC (TH) * HACV (TH)
;
EHACV (TH) $ (ORD (TH) LE CARD (TH) - 1) ..
*     HACV (TH) =E= HACV (TH - 1) * ((1 + rltir (TH)) / (1 + stp (TH - 1))) * (PHAC (TH - 1) /
PHAC (TH))
    HACV (TH + 1) =E= HACV (TH) * ((1 + rltir (TH)) / (1 + stp (TH))) * (PHAC (TH) / PHAC (TH + 1))
;
* Household Aggregate Consumption in Value
EHAC (TH) $ (AN (TH)) ..
*     HAC (TH) =E= HY (TH) - HS (TH)
    HAC (TH) =E= HACV (TH) * PHAC (TH)
;
EHC (CC, TH) $ AN (TH) ..
    HC (CC, TH) =E= shc (CC, TH) * HAC (TH)
;
EHCV (CC, TH) ..
    HCV (CC, TH) =E= HC (CC, TH) / PC (CC, TH)
;
EGCV (CC, TH) ..
    GCV (CC, TH) =E= alphag (CC, TH) * GY (TH) / PC (CC, TH)
;
EUY (TH) ..
    UY (TH) =E= AH (TH) * SUM (CC, alphah (CC, TH) * (HCV (CC, TH) ** (1 - 1 / su (TH)))) ** (su
(TH) / (su (TH) - 1))
;
EHY (TH) ..
    HY (TH) =E= SUM (PS, W (TH) * L (PS, TH)) + SUM (PS, RPS (PS, TH) * K (PS, TH))
;
EGY (TH) ..
    GY (TH) =E= SUM (PS, it (PS, TH) * SUM (CC, vt (PS, CC, TH) * PQ (CC, TH) * X (PS, TH)))
;
EHS (TH) ..
*     HS (TH) =E= sh (TH) * HY (TH)
    HS (TH) =E= HY (TH) - HAC (TH)
;

```

```

EGS (TH) ..
    GS (TH) =E= sg (TH) *GY (TH)
;
ETSAV (TH) ..
    TSAV (TH) =E= HS (TH) +GS (TH)
;
ETINV (TH) ..
    *    TINV (TH) =E= TSAV (TH)
    TINV (TH) =E= INV (TH) +INVS (TH) +INV F (TH)
;
EINV F (TH) ..
    *    INV F (TH) =E= TINV (TH) -INV (TH) -INVS (TH)
    INV F (TH) =E= ivf (TH) *TINV (TH)
;
EINVS (TH) ..
    INVS (TH) =E= ivs (TH) *TINV (TH)
;
EINV (TH) ..
    INV (TH) =E= SUM (CC, PC (CC, TH) *INVCCV (CC, TH) )
;
ESCV (CC, TH) ..
    SCV (CC, TH) =E= alphas (CC, TH) *INVS (TH) /PC (CC, TH)
;
* Zero profit condition, or production GDP = income GDP, to determine production
level X
EX (PS, TH) ..
    (1-it (PS, TH) ) *PX (PS, TH) =E= CX (PS, TH)
;
EU (PS, TH) ..
    U (PS, TH) =E= (X (PS, TH) /AP (PS, TH) ) * (beta (PS, TH) *AP (PS, TH) *CX (PS, TH) /PU (PS,
TH) ) **sp (PS, TH)
;
EV (PS, TH) ..
    V (PS, TH) =E= (X (PS, TH) /AP (PS, TH) ) * (gamma (PS, TH) *AP (PS, TH) *CX (PS, TH) /PV
(PS, TH) ) **sp (PS, TH)
;
EQX (CC, PS, TH) ..
    QX (CC, PS, TH) =E= ut (CC, PS, TH) *U (PS, TH)
;
EL (PS, TH) ..
    L (PS, TH) =E= gammal (PS, TH) *PV (PS, TH) *V (PS, TH) /W (TH)
;
EK (PS, TH) ..
    K (PS, TH) =E= gammak (PS, TH) *PV (PS, TH) *V (PS, TH) /RPS (PS, TH)
;
EQ (CC, TH) ..
    Q (CC, TH) =E= SUM (PS, vt (PS, CC, TH) *X (PS, TH) )
;
EQD (CC, TH) ..
    QD (CC, TH) =E= (Q (CC, TH) /AT (CC, TH) ) * (epsilon (CC, TH) *AT (CC, TH) *PQ (CC, TH) /
PQD (CC, TH) ) **st (CC, TH)
;

```



```

EEXP(CC,TH)..
    EXP(CC,TH) =E= (Q(CC,TH)/AT(CC,TH)) * ((1-epsilon(CC,TH)) * AT(CC,TH) * PQ(CC,
TH)/PEXP(CC,TH)) **st(CC,TH)
;
EQC(CC,TH)..
    QD(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH)) * (delta(CC,TH) * AA(CC,TH) * PC(CC,TH) /
PQD(CC,TH)) **sa(CC,TH)
;
EIMP(CC,TH)..
    IMP(CC,TH) =E= (QC(CC,TH)/AA(CC,TH)) * ((1-delta(CC,TH)) * AA(CC,TH) * PC(CC,
TH)/PIMP(CC,TH)) **sa(CC,TH)
;
* Constraints of commodities, to determine prices of commodities in domestic
markets
EPIMP(CC,TH)..
    PIMP(CC,TH) =E= EXR(TH) * wpi(CC,TH)
;
EPC(CC,TH)..
    QC(CC,TH) =E= SUM(PS,QX(CC,PS,TH)) + HCV(CC,TH) + GCV(CC,TH) + INVCCV(CC,TH)
+SCV(CC,TH)
;
EPHAC(TH) $AN(TH)..
    PHAC(TH) =E= SUM(CC,HCV(CC,TH) * PC(CC,TH)) / SUM(CC,HCV(CC,TH))
;
EPX(PS,TH)..
    PX(PS,TH) =E= SUM(CC,vt(PS,CC,TH) * PQ(CC,TH))
;
EPU(PS,TH)..
    PU(PS,TH) =E= SUM(CC,QX(CC,PS,TH) * PC(CC,TH)) / U(PS,TH)
;
EPV(PS,TH)..
    PV(PS,TH) =E= (1/AV(PS,TH)) * (W(TH) / gammal(PS,TH)) **gammal(PS,TH) * (RPS
(PS,TH) / gammak(PS,TH)) **gammak(PS,TH)
;
EPQ(CC,TH)..
    PQ(CC,TH) =E= (1/AT(CC,TH)) * (epsilon(CC,TH) **st(CC,TH) * (PQD(CC,TH) **
(1-st(CC,TH))) + (1-epsilon(CC,TH)) **st(CC,TH) * (PEXP(CC,TH) ** (1-st(CC,TH)))) **
(1/(1-st(CC,TH)))
;
EPQD(CC,TH)..
    PC(CC,TH) =E= (1/AA(CC,TH)) * (delta(CC,TH) **sa(CC,TH) * (PQD(CC,TH) ** (1-
sa(CC,TH))) + (1-delta(CC,TH)) **sa(CC,TH) * (PIMP(CC,TH) ** (1-sa(CC,TH)))) ** (1/(1
-sa(CC,TH)))
;
EPEXP(CC,TH)..
    PEXP(CC,TH) =E= PQD(CC,TH)
;
* Trade closure
EEXR(TH)..
*EINVF(TH)..

```

```

SUM(CC, PEXP(CC, TH) * EXP(CC, TH)) =E= SUM(CC, PIMP(CC, TH) * IMP(CC, TH)) + INV(F, TH)
;
* Constraint of labour, or labour market clearance, to determine wage rate
EW(TH) ..
SUM(PS, L(PS, TH)) =E= TLS(TH)
;
* Constraint of capital, or capital market clearance, to determine rental
rate
ER(TH) ..
R(TH) =E= SUM(PS, RPS(PS, TH) * KS(PS, TH)) / SUM(PS, KS(PS, TH));
;
ERPS(PS, TH) ..
K(PS, TH) =E= KS(PS, TH)
;
EPINVPS(PS, TH) ..
KS(PS, TH) =E= INVPSV(PS, TH-1) + (1-DEP(PS, TH-1)) * KS(PS, TH-1) + IK(PS) $ (ORD
(TH) EQ 1)
;
*-----
* Capital supply
*-----
EKS(PS, TH) ..
PINVPS(PS, TH) =E= (RPS(PS, TH) / (1+RLTIR(TH)) + (1-DEP(PS, TH)) / (1+RLTIR
(TH))) * (PINVPS(PS, TH+1) + PTK(PS) $ (ORD(TH) EQ CARD(TH)))
;
EINVPSV(PS, TH) ..
PINVPS(PS, TH+1) + PTK(PS) $ (ORD(TH) EQ CARD(TH)) =E= SUM(CC, PC(CC, TH) *
SINVCCPSV(CC, PS, TH))
;
EINVCCPSV(CC, PS, TH) ..
INVCCPSV(CC, PS, TH) =E= SINVCCPSV(CC, PS, TH) * INVPSV(PS, TH)
;
EINVCCV(CC, TH) ..
INVCCV(CC, TH) =E= SUM(PS, INVCCPSV(CC, PS, TH))
;
EPTK(PS) ..
SUM(TF, INVPSV(PS, TF)) =E= SUM(TF, DEP(PS, TF) * KS(PS, TF))
;
ETK(PS) ..
SUM(TH$TF(TH+1), INVPSV(PS, TH+1) / INVPSV(PS, TH) - X(PS, TH+1) / X(PS, TH))
=E= 0
;
* Cost of production
ECX(PS, TH) ..
CX(PS, TH) =E= (1/AP(PS, TH)) * (beta(PS, TH) ** sp(PS, TH) * (PU(PS, TH) ** (1-sp
(PS, TH))) + gamma(PS, TH) ** sp(PS, TH) * (PV(PS, TH) ** (1-sp(PS, TH)))) ** (1 / (1-sp(PS, T
H)))
;
* Price of utility or aggregate consumption or Price index as numeraire
EPUY(TH) ..

```

```

      PUY(TH) =E= (1/AH(TH)) *SUM(CC, (alphah(CC,TH)**su(TH)) * (PC(CC,TH)**(1-su
(TH)))) ** (1/(1-su(TH)))
;
* Balance
EBT(TH)..
      BT(TH) =E= SUM(CC, SUM(PS, vt(PS,CC,TH) *CX(PS,TH) / (1-it(PS,TH)) *X(PS,TH)))
+SUM(CC, PIMP(CC,TH) *IMP(CC,TH))
      -SUM((PS,CC), PC(CC,TH) *QX(CC,PS,TH)) -SUM(CC, PC(CC,TH) * (HCV(CC,
TH)+GCV(CC,TH)+INVCCV(CC,TH)+SCV(CC,TH)))
      -SUM(CC, PEXP(CC,TH) *EXP(CC,TH))
;
Model ID4
/
ERLTIR.RLTIR
EERE.ERE
EHACV0.HACV
EHACV.HACV
EHAC.HAC
EHC.HC
EHCV.HCV
EGCV.GCV
EHY.HY
EGY.GY
EHS.HS
EGS.GS
ETSAV.TSAV
ETINV.TINV
EINVF.INVF
EINVS.INVS
EINV.INV
ESCV.SCV
EX.X
EU.U
EV.V
EQX.QX
EL.L
EK.K
EQ.Q
EQD.QD
EEXP.EXP
EQC.QC
EIMP.IMP
EPIMP.PIMP
EPC.PC
EPHAC.PHAC
EPX.PX
EPU.PU
EPV.PV
EPQ.PQ
EPQD.PQD

```

```

EPEXP.PEXP
EEXR.EXR
EW.W
ER.R
ERPS.RPS
EPINVPS.PINVPS
EKS.KS
EINVPSV.INVPSV
EINVCCPSV.INVCCPSV
EINVCCV.INVCCV
EPTK.PTK
*ETK.TK
ECX.CX
EBT.BT
/;
*-----
* The Forward-looking Dynamic Run
*-----
* Solving model
*-----

ID4.WORKSPACE=100;
OPTIONS MCP=PATH;
SOLVE ID4 USING MCP;

THCV(TH) = SUM(CC,HCV.L(CC,TH));
TGCV(TH) = SUM(CC,GCV.L(CC,TH));
GDP1(TH) = SUM(PS,SUM(CC,vt(PS,CC,TH)*PQ.L(CC,TH))*X.L(PS,TH))-SUM((CC,PS),
PC.L(CC,TH)*QX.L(CC,PS,TH));
GDP2(TH) = W.L(TH)*TLS.L(TH)+SUM(PS,R.L(TH)*K.L(PS,TH))+GY.L(TH);
GDP3(TH) = SUM(CC,PC.L(CC,TH)*(HCV.L(CC,TH)+GCV.L(CC,TH)+INVCCV.L(CC,TH)+
SCV.L(CC,TH)))
+SUM(CC,PEXP.L(CC,TH)*EXP.L(CC,TH))-SUM(CC,PIMP.L(CC,TH)*IMP.L(CC,TH));
*-----
* File in which the Results are put
*-----
FILE ID_4 /ID4.CSV/;
put ID_4;
ID_4.PC=5;ID_4.ND=6;ID_4.NZ=1.E-6;ID_4.NW=20;ID_4.PW=850

```

该处结果输出语句与 ID1 模型同样，不再复述。

本章作业

将本章依据 2007 年三部门 SAM 表建立的 ID1、ID2、ID3 和 ID4 模型分别依据 2012 年 42 部门 SAM 表建立四个更新模型。

参 考 文 献

- [1] Adelman, I. and S. Robinson. (1978). Income distribution policy in developing countries: A case study of Korea. Stanford, CA: Stanford University Press.
- [2] Arrow, K. J., & Debreu, G. (1954). Existence of equilibrium for a competitive economy. *Econometrica*, 22, 265–290.
- [3] Bacharach, M. (1970). Biproportional matrices and input–output change. London: Cambridge University Press.
- [4] Dervis, K. J., de Melo, J., & Robinson, S. (1982). General equilibrium models for development policy. New York: Cambridge University Press.
- [5] Harberger, A. C. (1962). The incidence of the corporate income tax. *Journal of Political Economy*, 70, 215–240.
- [6] Johansen, L. A. (1960). A multisectorial study of economic growth. Amsterdam: North- Holland.
- [7] Kehoe, T. J., & Whalley, J. (1985). Uniqueness of equilibrium in large-scale numerical general equilibrium models. *Journal of Public Economics*, 28, 247–254.
- [8] Kuznets, S. (1937). "Summary," NBER Chapters, in: National Income and Capital Formation, 1919-1935, pages 58-60 National Bureau of Economic Research, Inc.
- [9] Leontief, W. (1941). The structure of American economy, 1919–1929: An empirical application of equilibrium analysis. Harvard University Press.
- [10] McFadden, D.. (1963). Further results on CES production functions. *Review of Economic Studies* 30 (June (2, no. 83)), 73–83.
- [11] Miller, R. and P. Blaire. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Cambridge University Press.
- [12] Robinson, S., Cattaneo, A., & El-Said, M. (2001). Updating and estimating a social accounting matrix using cross-entropy methods. *Economic Systems Research*, 13(1), 47–64.
- [13] Scarf, H. (1973). The computation of economic equilibria. In collaboration with T. Hansen. New Haven: Yale University Press.
- [14] Shoven, J. B., & Whalley, J. (1977). Equal yield tax alternatives: General equilibrium computational techniques. *Journal of Public Economics*, 8, 211–224.

- [15] Shoven, J. B., & Whalley, J. (1984). Applied general-equilibrium models of taxation and international trade: An introduction and survey. *Journal of Economic Literature*, 22(3), 1005–1051.
- [16] Shoven, J. B., & Whalley, J. (1992). *Applying general equilibrium*. New York: Cambridge University Press. Haven: Yale University Press.
- [17] Stone. (1947). *Measurement of national income and the construction of social accounts*. Geneva: United Nations.
- [18] Varian, H. (1992). *Microeconomic analysis*. New York: Norton.
- [19] Walras, L. (1874). *Ele´ments d’economie politique pure, ou The´orie de la richesse social*. Laussane: L. Corbaz. Final edition. Ed: Paris: Pichon et Durand-Auzias, 1926, reedite in 1952.
- [20] UN. (1968, 1993, 2008, 2012). *System of National Accounts*, New York: United Nations.
- [21] Uzawa, H.. (1962). Production functions with constant elasticities of substitution. *Review of Economic Studies* 29, (October (4, no. 81)), 291–299.
- [22] 泰斯. 滕亚. 投入产出分析经济学. 北京: 经济管理出版社, 2012.