

可计算一般均衡(CGE)模型

——一种新的经济计划和最优价格计算方法

杨 小 凯

我国做经济计划的方法是采用 50 年代的综合平衡“重复法”。此法不能全部考虑部门之间联系造成的间接消耗,而只能计算直接消耗及一两次间接消耗,但部门之间的联系造成的间接消耗要五六轮以上才可忽略不计,如只计算两轮间接消耗,则制定的计划与考虑全部间接消耗影响的平衡计划相差太远,这种计划执行得越严格,则漏洞越大,即越没有计划性。

诺贝尔经济学奖获得者列昂节夫提出的投入产出法克服了以上计划方法的缺点,用投入产出法可以在计算机上一次算出考虑所有间接消耗影响的平衡计划,苏联等国在 70 年代就用此种方法制定计划。

投入产出在我国是最早得到重视的经济数学方法,目前在上海高桥化工厂、鞍山钢铁公司等企业应用取得很大成功。山西、湖南等省的投入产出表也初步编制成功。全国的实物形态投入产出表也于 1973 年试编,全国价值形态投入产出表亦由工业经济研究所于 1981 年编制。

但是投入产出分析有一致命的弱点,即它不能决定最终需求和均衡价格,在投入产出模型中,最终需求是外生地给定,根据已给定的最终需求,我们可以用投入产出模型算出平衡的部门产出计划。如果最终需求是拍脑袋决定,或预测不准,则用投入产出模型算出的计划尽管可以使中间产品产销平衡,但最终产品却不合需要,或者卖不出去,或者供不应求,这种计划可以说是种错误的计划,因为它不能“最大限度地满足人民需要。”

另外,用投入产出法可以算出一套成本价格,或曰供给价格,这种价格可以从计算上保证不低于考虑直接和间接消耗的成本,也就是反应了生产者不亏本(或赢得平均利润)的主观愿望。但是由于模型不能保证对需求估计正确,特别是不包含价格与需求量之间的反馈关系的需求函数,所以在此法算出的供给价格条件下产品是否能达到供求均衡,主观的不亏本愿望是否能实现,则完全不能解决。

所以说投入产出法不能解决满足人民最终需求问题亦不能解决价格问题。

为了克服传统的投入产出模型的上述致命缺陷,CGE 模型应运而生。CGE 是可计算一般均衡的英文缩写。这种模型有如下特点:

(1) 它将投入产出分析与线性规划相结合,做出一种数字式供给函数,将生产者追求最大利润的规律用此种函数表示,它是价格的函数,价格不同,生产者追求最优经济效益之最优产量亦随之而变化,然后模型用需求函数描述消费者在预算约束下追求最大满足的规律,价格不同,消费者对不同商品的最优需求量也不同。

然后用计算机模拟市场和计划,进行迭代,求出一组生产者最优供给量(它使企业利润最大化)与消费者最优需求量(它使消费者的满足最大化)相等,因而解出一个既考虑生产者最优经济效益又考虑消费者最优经济效益的综合最优计划,它不但解决了计划平衡问题,

同时解决了满足人民需求的问题，它可以内生地计算出人民的最优需求量，同时模型解决了生产者追求最大利润与消费者追求最大满足之间的利益协调问题。换言之按这个计划生产，企业追求最大利润就可以自动满足消费者的需求，或者说，这种计划的产量，产值指标与利润指标不矛盾，不象用投入产出法算出的计划产量指标与利润指标打架。

(2) CGE 模型解出最优计划的同时解出一组均衡价格，按此价格定价，生产者从利润最大化的本位利益出发会自动生产最优计划规定的产量，而消费者的需求亦会自动与供给平衡。这种价格可以成为推动计划实现，使企业满足人民需求的动力，也是协调生产者与消费者利益的工具。因此 CGE 模型又叫价格内生模型。用它可以计算最优价格系统，相对于目前不合理的价格，CGE 模型算出的价格可以说是种“影子价格”。

(3) 数理经济学的一般均衡理论是专门研究价格机制，最优经济效果（或资源的最优分配）问题的。它目前已非常成熟，不但研究生产者的最优经济效果，更注重研究消费者的最优经济效果，而且研究二者之协调，即全社会之综合最优经济效果。这一套理论虽然非常成熟和完美，但是却有一个非常强的假定，即“完全竞争”，我们是社会主义制度，不存在市场的完全竞争，所以一般均衡理论不能在我国应用，即使在资本主义国家也不便应用，因为他们也有垄断竞争和国家干预。而 CGE 模型去掉了完全竞争这个假定，它可以用来做高度集中的计划，但更适于通过体制改革后的计划与市场调节相结合的体制，由于 CGE 模型使一般均衡理论进入实用阶段，不但在应用方面开创了一个经济数学方法的新时期，而且集微观经济理论和数理经济学之大成，在理论研究方面也有重大意义。如效用函数的存在性定理，从效用函数导出需求函数及其特性，不动点定理在模型解的存在性证明中的运用，多元高次方程组的求解方法等理论问题都具有重要的学术意义。

正由于 CGE 模型包含了价格——需求到生产的反馈机制，它就不象投入产出模型那样是种纯粹的计算工具，而是一种用物质刺激进行计划调节和自动经济控制的工具，因而此种经济数学方法一出现，马上受到各国的重视，到去年为止，已有 15 个国家，其中包括社会主义国家匈牙利、波兰和南斯拉夫开始做 CGE 模型。美国加州大学教授 I. Adelman 和 S. Robinson 为南朝鲜用 CGE 模型进行了成功的经济预测，并做出经济计划，与实际数据的误差不过 1%。

我认为传统投入产出分析与 CGE 模型的差别类似于电子技术中的电子管与晶体管的差别，晶体管的出现，开创了电子技术的新时代，而 CGE 模型的出现也开辟了经济数学模型的新时代，如果我们不迎头赶上，还停留在传统的投入产出分析上，则我们会大大落后于时代；反过来，如果我们迎头赶上，就完全可能不重复人家的老路来个后来居上。日本在电子管技术方面比欧美落后了很远，但他们对晶体管新技术反应敏感，终于迎头赶上，后来居上。

一 最简单的 CGE 模型

设有投入产出系统

$$X_i = \sum_j a_{ij} X_j + C_i \quad i = 1, \dots, n \quad (1-1)$$

其中 X_i 为 i 部门之总产出， C_i 为对 i 部门最终产品之需求， a_{ij} 为投入产出系数。

又设 i 种资源量为 $H_i (i = 1, \dots, m)$ ，这里所谓资源包括人力、资金、能源、知识分子、技术人员（所谓人力资本），上年留下的各种设备，可利用的矿产等初始资源。又设第 j 种产出 X_j 增加一单位要占用 i 种资源量 h_{ij} ，而 i 部门产品价格为 P_i ， i 部门单位产品之利润

为 PN_i , 则我们有如下线性规划问题。

$$\text{Max: } \sum_i PN_i X_i \quad (1-2)$$

服从约束

$$\sum_j h_{ij} X_j \leq \bar{H}_i \quad i = 1, \dots, n \quad (1-3)$$

$$X_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, m$$

其中

$$PN_i = P_i - \sum_j a_{ji} P_j \quad (1-4)$$

$$\sum_j a_{ji} P_j = a_{1i} P_1 + a_{2i} P_2 + \dots + a_{ni} P_n$$

为生产 i 种产品 1 单位所耗费的成本。

给定一组价格 $P_i (i = 1, \dots, n)$, 则可用上述线性规划求出一组最优供给量 $X_i^* (i = 1, \dots, n)$ 。如果价格 P_i 变化, 则 X_i^* 亦会跟着变化。因此这个线性规划问题在价格为变量时可给出一组(共 n 个)数字式供给函数。当价格一定时, 这个线性规划的对偶规划同时给出各种资源的影子价格, 其中劳动和资金的影子价格确定工资和利息, 它们构成国民收入, 如果价格变动, 由于原规划的解变化, 所以对偶规划解(即影子价格)亦变化, 所以资源的影子价格亦可表示为各部门产出价格的数字式函数, 数字式供给函数可写为

$$X_i^s = X_i(P_1, \dots, P_n) \quad i = 1, \dots, n \quad (1-5)$$

若令对偶规划解为 $W_i (i = 1, \dots, m)$, 即 m 种资源的影子价格, 则它亦可写为 $P_i (i = 1, \dots, n)$ 之数字式函数

$$W_i = W_i(P_1, \dots, P_n) \quad i = 1, \dots, m \quad (1-6)$$

现在我们再来考虑最终需求, 设有线性支出系统(LES)

$$P_i C_i = a_i \sum_j P_j C_j + b_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (1-7)$$

其中 $P_i C_i$ 为 i 种商品之消费额, $\sum_j P_j C_j$ 为 n 种商品 ($j = 1, \dots, n$) 的总消费额, 我们可以根据历年数据进行一元线性回归, 求出参数 a_i 和 b_i 。这种线性需求系统假定某种商品的消费额为各种商品总消费额的线性函数。为了满足瓦尔拉斯定理, 即除去储蓄的可支配收入应等于用来购买各种商品的总金额, 我们要求 $\sum_i a_i = 1$, $\sum b_i = 0$ 。这意味着我们必须用对参数有约束的最小二乘法算出参数 a_i 和 b_i , 使之满足上述两个约束。

我们已做出湖北省大中城市的简单线性支出系统, 用最小二乘法算出的参数 a_i 和 b_i 如下表所示:

i	a_i	b_i	i	a_i	b_i	i	a_i	b_i
1 食品	0.4758	4.0649	4 文娱品	0.0632	-0.3420	7 医药	0.0073	-0.8707
2 穿着	0.1552	-1.1667	5 书报杂志	0.0679	-0.7430	8 其它商品	0.0334	-0.6274
3 日用品	0.1182	-0.7315	6 燃料	0.0118	0.1258	9 非商品支出	0.0672	0.3106

上述参数是利用家计调查人均数据算出的, 实际上也可用总量数据做模型。

将(1-7)式中的求和号展开, 将其中 $j = i$ 的 $P_i C_i$ 与等号左边的同类项合并, 则我们得到

$$(1 - a_i) P_i C_i = a_i \sum_{j \neq i} P_j C_j + b_i \quad (1-8)$$

上式可写成矩阵形式

$$\begin{bmatrix} (1-a_1)P_1 & -a_1P_2 & \cdots & -a_1P_n \\ -a_2P_1 & (1-a_2)P_2 & \cdots & -a_2P_n \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ -a_nP_1 & -a_nP_2 & \cdots & (1-a_n)P_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (1-9)$$

不难看出若将上式中矩阵中各行同列各元素加起来, 其和等于 $(1 - \sum_i a_i)P_i = 0$, ($\because \sum_i a_i = 1$)。

所以矩阵的秩为 $n-1$, 也就是说 (1-7), (1-8), (1-9) 三式中, 都各只有 $n-1$ 个方程是互相独立的。若给定价格, n 个未知数 $C_1, \dots, C_n$, 只有 $n-1$ 个独立方程。因此有无穷多组解。我们可令 C_1 为标准商品, $P_1 = 1$, 且其它价格 $P_2, \dots, P_n$ 为相对价格, 只要外生给定 C_1 及所有相对价格, 就可以求出对各种商品之最终需求, (1-9) 可写为

$$\begin{bmatrix} (1-a_2)P_2 & \cdots & -a_2P_n \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ -a_nP_2 & \cdots & (1-a_n)P_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} C_1 \quad (1-10)$$

或写为

$$\begin{bmatrix} C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-a_2)P_2 & \cdots & -a_2P_n \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ -a_nP_2 & \cdots & (1-a_n)P_n \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (1-a_2)P_2 & \cdots & -a_2P_n \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ -a_nP_2 & \cdots & (1-a_n)P_n \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} C_1 \quad (1-11)$$

上式为一数字式需求函数, 若价格 $P_i (i=2, \dots, n)$ 变化, 则对 i 种商品之需求量 $C_i (i=2, \dots, n)$ 亦会变化。

有了 (1-5) 和 (1-11), 我们就可以进行试错求解。我们首先可以令上两式中的价格为现价, 求出使生产方利润最大之 $X_i^{*s} (i=1, \dots, n)$, X_i^{*s} 与中间消耗 $\sum a_{ij}X_j^{*s}$ 之差, 即

$$X_i^{*s} - \sum a_{ij}X_j^{*s} = C_i^s \quad (i=1, \dots, n) \quad (1-12)$$

其中 C_i^s 为 i 种商品最终产品供给量, 将现价代入 (1-11), 可算出一组需求 (外生预计 C_1)

$$C_i^D = C_i(P_1, \dots, P_n) \quad (i=1, \dots, n) \quad (1-13)$$

这二者若不等, 则我们考虑

$$C_i^D - C_i^s \quad (i=1, \dots, n) \quad (1-14)$$

(1-14) 为过量需求, 若其大于 0, 意味着供不应求, 则我们提高 P_i 之价格, 若其小于 0, 意味着供过于求, 则我们降低 P_i 之价格, 然后将调节后的 n 个价格又代回 (1-5) 和 (1-11), 再算出新的 C_i^D 和 C_i^s , 又看它们是否相等, 不相等则再调价, 直到 (1-14) 表示的过量需求等于 0 时, 则我们解出一组最优计划 X_i^* , C_i^* , 且得到一组最优计划价格 P_i^* 。

二 包含对外贸易的模型

汇率是价格的价格, 最优汇率的确定决定对外贸易和整个经济的迅速发展, 它比用 CGE 模型计算国内最优价格更为重要。发展中国家的经验教训证明, 用大量的进出口配额, 许可证来调节控制贸易平衡并不是一种很好的手段, 如果汇率不合理, 不但影响外汇收入, 出口市场, 而且使黑市猖獗, 对不正之风防不胜防, 我们由于汇率不合理, 被迫发行外汇券, 使国内出现了许多种货币, 其实际价值与票面值大相庭径, 结果反而使外汇收入减少, 黑市猖獗, 其后果正好与发行外汇券的目的 (增加外汇收入) 相反, 因此包括对外贸易的 CGE 模型主要是要算出一个最优汇率, 以自动控制对外贸易的最优化。

下面的汇率模型有广泛的适应性,其中大写字母表示内生变量,小写字母,希腊字母和上面有横杠(—)的字母表示外在变量或参数(d_i 除外)。

△ 进口价格方程:

$$PM_i = \overline{PW}_i (1 + tm_i) ER \quad (n \text{ 个}) \quad (2-1)$$

其中 $\overline{PW}_i$ 是用美元表示的进口价格(世界市场价格), tm_i 为进口关税税率, ER 为汇率,它定义为一元美元可换得的本国通货数量。

△ 出口价格方程。

$$PWE_i = \frac{PD_i}{(1 + te_i) ER}, \quad (n \text{ 个}) \quad (2-2)$$

其中 PD_i 用本国货币表示的国内价格, te_i 为出口津贴率。

△ 综合价格方程

$$P_i = \frac{PD_i + PM_i \cdot M_i / D_i}{f_i(M_i / D_i, 1)} \quad (n \text{ 个}) \quad (2-3)$$

其中 M_i 为进口, D_i 为对国内产品之国内需求, PD_i 为国内生产之商品价格, $f(\cdot)$ 为 CES 型生产函数,

△ 净价格(利润)方程

$$PN_i = PD_i - \sum_j P_j a_{ji} - td_i PD_i \quad (n \text{ 个}) \quad (2-4)$$

其中 a_{ji} 为投入产出系数, td_i 为间接税率。

△ 价格水平方程

$$\sum_i \Omega_i P_i = \bar{P} \quad (1 \text{ 个}) \quad (2-5)$$

其中 Ω_i 为价格指数之权重,它满足 $\sum_i \Omega_i = 1$ 。 $\bar{P}$ 为价格水平。

△ 生产函数

$$X_i^S = \bar{A}_i g_i(\bar{K}_i, L_i) \quad (n \text{ 个}) \quad (2-6)$$

其中 X_i^S 为国内总生产(总供给), $\bar{A}$ 为生产率参数, $\bar{K}_i$ 和 L_i 为资本和劳动投入, $g_i(\cdot)$ 为 CES 型生产函数,即

$$X_i^S = \bar{A}_i [(1 - \delta_i) \bar{K}_i^{-\rho_i} + \delta_i^{-\rho_i}]^{-\frac{1}{\rho_i}}$$

△ 劳动总量方程

$$L_i = \lambda_i (L_{1i}, \dots, L_{mi}) \quad (n \text{ 个}) \quad (2-7)$$

其中 L_{ki} 为 i 部门第 k 类劳动, $\lambda_i(\cdot)$ 为 CES 型劳动总量函数,即

$$L_i = r_i [\delta_{1i} L_{1i}^{-\rho_i} + \delta_{2i} L_{2i}^{-\rho_i} + \dots + \delta_{mi} L_{mi}^{-\rho_i}]^{-\frac{1}{\rho_i}},$$

$$\delta_{1i} + \delta_{2i} + \dots + \delta_{mi} = 1.$$

△ 劳动市场均衡条件

$$PN_i \frac{\partial X_i}{\partial L_{ki}} = W_k \quad (m \times n \text{ 个}) \quad (2-8)$$

$$L_k^D = \sum_i L_{ki} \quad (m \text{ 个}) \quad (2-9)$$

$$L_k^D - \bar{L}_k^S = 0 \quad (m \text{ 个}) \quad (2-10)$$

其中 L_k^D 为对 k 类劳动之需求, $\bar{L}_k^S$ 为外生给定的 k 类劳动之供给。 W_k 为均衡工资, $k = 1, \dots, m$ 。

△ 出口需求函数

$$E_i = \bar{E}_i \left(\frac{H_i}{PW E_i} \right)^{\eta_i} \quad (n \text{ 个}) \quad (2-11)$$

其中 $PW E_i$ 为国内出口产品用美元表示的供给价格, H_i 为世界市场之平均价格。 $\bar{E}_i$ 为给定参数。

△ 进口需求函数

$$M_i = \left(\frac{\delta_i}{1 - \delta_i} \right)^{\sigma_i} \left(\frac{PD_i}{PM_i} \right)^{\sigma_i} D_i \quad (n \text{ 个}) \quad (2-12)$$

其中 σ_i 为贸易替代弹性, δ_i 为 CES 贸易总量函数中的份额参数 (分布参数)。

△ 支付平衡方程

$$\sum_i \bar{PW} \cdot M_i - \sum_i PW E_i \cdot E_i - \bar{F} = 0 \quad (1 \text{ 个}) \quad (2-13)$$

其中 E_i 为 i 部门产品之出口量, $\bar{F}$ 为外生的外国资本净流入量。

△ 收入方程

净劳动收入由下式给出:

$$R_L = \sum_i \sum_k W_k L_{ki} (1 - t_k) \quad (1 \text{ 个}) \quad (2-14)$$

其中 t_k 为政府对 k 种劳动收入的直接税率, 若 $t_k < 0$, 则表示政府对这部分劳动者之直接补助 (转移支付) 率。

非劳动净收入由下式给出 (如利息、企业利润)

$$R_k = \sum_i (PN_i X_i - \sum_k W_k L_{ki}) \cdot (1 - tk_i) \quad (1 \text{ 个}) \quad (2-15)$$

其中 tk_i 为政府对 i 部分非劳动收入之直接税率, 在我国主要是 i 部门上交利税之比率。

政府收入为

$$\begin{aligned} R_G = & \sum_i \sum_k t_k W_k L_{ki} + \sum_i tk_i \cdot (PN_i X_i - \sum_k W_k L_{ki}) \\ & + \sum_i tm_i \bar{PW}_i ER \cdot M_i - \sum_i te_i PW E_i ER \cdot E_i + \sum_i td_i X_i PD_i + \bar{F} \end{aligned} \quad (1 \text{ 个}) \quad (2-16)$$

其中 t_k 为对 k 种劳动之直接税率, tk_i 为对 i 部门收入上缴利税之比率。 tm_i 为对 i 种商品之进口税率, te_i 为对 i 部门出口产品之补贴率, td_i 为间接税率。

△ 投资方程

$$TINV = \bar{s}_L R_L + \bar{s}_K PK + \bar{s}_G R_G, \quad (1 \text{ 个}) \quad (2-17)$$

其中 $TINV$ 为总投资额, $\bar{s}_L$, $\bar{s}_K$, $\bar{s}_G$ 分别为劳动收入, 非劳动收入 (企业利润, 利息收入) 和政府收入之储蓄率。

$$Y_i = \theta_i TINV \quad (n \text{ 个}) \quad (2-18)$$

其中 θ_i 为外生的部门投资份额, Y_i 为 i 部门之投资。 j 部门之投资通过资源占用系数 b_{ij} 转化为对 i 部门投资产品之需求,

$$Z_i = \sum_j b_{ij} Y_j \quad (n \text{ 个}) \quad (2-19)$$

其中 Z_i 为对 i 部门产品投资需求, 它与最终消费需求之总和构成对最终产品的总需求。

△ 消费需求方程

$$C_i = C_{iL} + C_{iK} + C_{iG} \quad (n \text{ 个}) \quad (2-20)$$

需求方程的具体形式为

$$C_{ij} = \bar{q}_{ij} (1 - \bar{s}_j) \frac{R_j}{P_i}, \quad j = L, K, G, \quad i = 1, \dots, n, \quad (3 \times n \text{ 个}) \quad (2-21)$$

其中 C_{ij} 表示 j 类人(工资收入有者, 企业或政府)对 i 种商品之需求, $\bar{s}_j$ 为 j 类人之储蓄倾向, R_j 为 j 类人之收入(工资收入, 企业利润和政府岁入), P_i 为 i 类商品之价格, $\bar{q}_{ij}$ 为回归参数, 上式意味着 j 类人消费 i 类商品之消费额 $P_i C_{ij}$ 是实际支出 $(1 - \bar{s}_j) R_j$ 之固定比例, 其比例系数为 $\bar{q}_{ij}$, 当然我们还可以按照经济计量学的要求将此方程搞得稍复杂些, 或者干脆就采用 AIDS 模型。

△ 中间需求方程

$$V_i = \sum a_{ij} X_j \quad (n \text{ 个}) \quad (2-22)$$

其中 V_i 为用投入产出模型导出之所有部门对 i 部门产品之中间需求。

△ 产品市场均衡条件

$$D_i = d_i (Z_i + C_i + V_i) \quad (n \text{ 个}) \quad (2-23)$$

其中 d_i 为下式给出的 i 种产品之国内使用比率

$$d_i = \frac{1}{f_i (M_i / D_i, 1)} \quad (n \text{ 个}) \quad (2-24)$$

其中 f_i 为 CES 型贸易总量函数。所以对国内生产的产品之总需求为

$$X_i^D = D_i + E_i \quad (n \text{ 个}) \quad (2-25)$$

$$\text{产品市场均衡的条件为 } X_i^D - X_i^S = 0 \quad (n \text{ 个}) \quad (2-26)$$

上述模型从 (2-1) 至 (2-26) 方程个数共有 $(19n + m \times n + 2m + 6)$ 个

其中由于瓦拉斯定理的原因, 只有 $(19n + m \times n + 2m + 5)$ 个是互相独立的。

内生变量为

PM_i	(n 个)	进口价格	E_i	(n 个)	i 部门产品之出口量
PWE_i	(n 个)	出口价格	M_i	(n 个)	i 部门产品之进口量
ER	(1 个)	汇率	R_L	(1 个)	劳动收入额
PD_i	(n 个)	国内价格	R_k	(1 个)	非劳动收入额 (企业利润及利息收入)
P_i	(n 个)	商品综合价格			
PN_i	(n 个)	净价格(增值价格)	R_G	(1 个)	政府收入
		(利润系数)	$TINV$	(1 个)	总投资额
X_i^S	(n 个)	i 部门之国内产出量	Y_i	(n 个)	i 部门之投资额
L_i	(n 个)	i 部门总劳动量	Z_i	(n 个)	对 i 部门最终产品之投资需求
L_{ik}	($m \times n$ 个)	i 部门 k 种劳动量	C_i	(n 个)	对 i 部门最终产品之消费需求
W_k	(m 个)	k 种劳动之工资	C_{ij}	($3n$ 个)	j 种人对 i 产品之消费需求
L_k^D	(n 个)	k 种劳动之就业量	V_i	(n 个)	对 i 部门产品之中间需求
D_i	(n 个)	国内对本国产品之总需求			
d_i	(n 个)	国内产品在国内使用之比率			
X_i^D	(n 个)	对 i 部门产品之总需求			

内生变量总数为

$$(19n + m \times n + 2m + 5) \text{ 个}$$

等于模型中互相独立的方程数，因此可以用计算机进行迭代计算，求得均衡解。

三 社会核算矩阵 (SAM)

做 CGE 模型有大量的数据收集工作，一般数据可能来源于投入产出表，或国民核算统计数据，或各部门特别是外贸部门的数据，这些数据由于统计口径不一，精确度不同，所以很难统一，为此学者们设计了社会核算矩阵，专门用来调整数据。

社会核算矩阵的基本原理是利用任何数据的支出方总和应等于收入方总和等预算约束来作为调节检验数据的标准。

例如，投入产出表中所有部门的最终产出总额应等于所有部门增值（工资、利润等）之总额，如果这个约束不满足，则要调节投入产出系数矩阵的行和列，直至约束成立，这个调节程序叫 RAS 法。

储蓄率等数据，也要按总储蓄等于总投资进行调节，如果这类约束不满足，行为方程中用经济计量学等方法算出的参数就要调节。

消费者分成不同类（如城市、农村），不同类的消费者可分开做需求函数，但这些函数都必须具体用统计数据检验，利用它们算出的各类家庭的总需求要与消费品供给的统计数据相吻合，若不合，就要调节需求函数参数。

这种矩阵可以用来检验各种细目分类（如家庭分类、部门分类）是否合适。

下面是一个社会核算矩阵。

	1 生 产	2 要 素	3 家 庭	4 企 业	5 政 府	6 储 蓄	7 国 外	8 总 计
1 生产	投入—产出		购买国内产品支出			用于投资品产出	出 口	总生产收益
2 要素	增 值							总增值
3 家庭		家庭得到的增值	家庭之间转移	家庭得到的利润	政府给家庭的福利		国外对家庭汇款	家庭现金收入
4 企业		企业得到的增值			政府给企业的拨款		由国外获得的收入	企业现金总收入
5 政府		政府获得的增值	家 庭 税 纳	企业上交利税	政府部门之间的转移			政府总收入
6 储蓄		利 息	家庭储蓄	企业积累	政府储蓄		资本净流入	总资本收入
7 国外	中间产品进口		购买进口品支出	企业对国外的支付	政府还外债	资本货物进口		对国外总支付
8 总计	生产成本	总增值	家庭总支出	企业总支出	政府预算	对资本总支付	由国外获得的总收入	

上表是投入产出表的扩大，表中从行看去是一个机构的收入，从列看去是一个部门的支出，例如生产一行，其中可以分为若干部门的子行，它与第一大列相交的方框内的每子列元素表示本部门产品流到哪里去了，卖掉这些产品，也就是本部门从其它部门得到的收入，第一大行与第三大列相交的方框，表示消费者购买各部门产品的支出，它就是各部门售卖消费品的收入，这个方框也可以按各部门分为很多子行，按不同的消费者（如农村居民，城市居民）分为很多子列，第一大行与第六大列相交的方框表示储蓄用于生产性投资，它是银行

储蓄的支出，也是生产方的收入，第一大行与第七大列相交的方框表示生产者对国外之出口，它是生产方售卖出口品的收入，也是国外购买本国产品之支出。

利用此表不但可以从每个方框的收入数字等于支出数字来检验统计数据 and 参数，还可以根据总计行的每个方框数字应等于总计列相应方框数字这一约束检验统计数据及 各种 参数 SAM 在求解中的各次迭代中也是一种有用的计算工具，我们在求解中也是要求最终产品的供给与需求相等，这自然可以用 SAM 逐个算出各方框中的值，将所谓控制行与控制列（例如 8 行 8 列）中的数据调节到相等，求解过程也就完成，否则就还要调节各方框中变量的数值，直到达到均衡为止。

从社会核算矩阵不难看出，投入产出只是其中左上角很小一部份。在投入产出表中最终需求列与增加价值行之间的交叉，即所谓第四象限被忽略。实际上最终产品之间也有复杂的投入产出关系。例如工资（增加价值）是企业售卖一种最终产品（例如钢）的收入，这可视为产出，而工人用这些工资来购买多样化的其它最终产品（例如粮食，肉，衣服等等），这又是钢铁工人的生活投入。在不发达的经济中，没有生产资料生产，只有消费资料生产，则这种经济中没有中间产品的投入产出关系，而只有最终产品的投入产出关系。这种分工协作关系可以用封闭的投入产出系统描述。分工进一步发达，就出现了生产资料的生产，于是投入产出的分工协作网络出现不同的层次，除了最终产品的投入产出关系外，还有中间产品的投入产出关系。如果把最终产品的投入产出关系略去，即外生化，留下中间产品的投入产出关系，则可用开放的投入产出分析来描述。SAM 用需求函数将最终需求与增加价值联接起来，把模型封闭，完成了价格的反馈闭环回路，因而用扩大的投入产出分析描述了最终产品之间的投入产出关系，所以它是投入产出分析的划时代的发展，完成了投入产出分析从封闭（列昂节夫最早的封闭系统）到开放，再从开放到封闭（SAM）这一历史的回归。

参 考 文 献

- [1] K.Dervis, J.Melo, S.Robinson(1982): *General Equilibrium Models for Development Policy* Cambridge University Press, London-New York.
- [2] I.Adelman, S.Robinson(1978): *Income Distribution Policies in Developing Countries*, Stanford Calif:Stanford University Press.
- [3] I.Adelman (1969): *Practical Approaches to Development Planning: The Case of Korea* Hopkins Press.
- [4] Gregory C.Chow(邹致庄)(1981): "Outling of An Econometric Model for Economic Planning" (打印本, 中译文见《科技导报》1981年总第3期).
- [5] A.Deaton, J.Muellbauer(1980): "An Almost Ideal Demand System", in *American Economic Review*, vol.70, No.3,
- [6] 杨小凯:《数理经济学基础》, 将由国防工业出版社出版。