

# 山东经济发展监控系统及其应用

刘家壮<sup>1</sup> 何光一<sup>2</sup> 赵炳新<sup>3</sup> 崔玉泉<sup>1</sup>

(1. 山东大学数学院; 2. 山东省统计局; 3. 山东大学管理学院)

## 1 引言

如何优化产业结构和投资结构,实现经济的最优增长是各级政府关心的核心问题,也是经济学研究的一个主要课题。许多经济学家在这一领域进行了许多有益的探索,其中最为经典的是 P. A. Samuelson 等人于 1958 年提出的“大道定理”(Turnpike Theorem)。“大道定理”解决了计划期末以资本存量最大化为目标的经济增长问题,当计划期相当长时,此问题的最优解的轨迹收敛于诺依曼均衡解。此后,许多经济学家从不同角度证明了“大道定理”。但是“大道定理”给出的是经济最优增长轨道的理论存在性,这与其在实际中的真正实现还有一定距离。一方面是不同的经济系统“大道定理”是否适用,如果不适用,怎样进行调整;另一方面,当最优增长轨道确定以后,如何将其转化为实际经济中各个要素的指标。这个问题在计划经济中是很容易解决的,只要政府直接通过指令性计划安排企业生产就可以了。但在市场经济中,由于政府、企业、消费者的行为都是市场进行调节的,因此就必须考虑如何通过市场调节政府、企业、消费者的决策行为,从而实现整个经济系统的最优增长。所以,我们现在面临的问题是,如何针对社会主义市场经济的特征,实现其均衡的最优增长。这个问题又包含两方面:一是怎样确定最优增长轨道;二是如何调控经济系统使其始终运行在最优增长轨道上。

## 2 经济意义与理论创新

经济增长理论是当代经济学一个重要分支,1938 年冯·诺依曼(Von Neuman)首次对以不变速度增长同时仍处于一般经济均衡状态的经济系统进行了研究。1936 年列昂节夫(Wassily Leontief)创立了“投入产出法”用以反映经济系统各部门之间的相互依赖关系。八十年代初,华罗庚教授提出了“正特征矢量法”,他证明了:对于没有技术进步和消费的封闭动态投入产出模型,初始投入必须是直接消耗系数矩阵的正特征矢量,否则若干年后经济系统将失去平衡。然而实际的经济系统总是存在技术进步和消费,技术进步和消费已经成为推动经济增长的重要力量。

---

本文为山东省重点课题《山东省经济发展监控系统》的主题报告之一。该课题获 1999 年度山东省科学技术进步三等奖。先后参加课题研究的人员还有胡发胜博士、王剑敏博士、马建华博士、宿洁博士生和孟庆春博士生。课题详细内容可阅《中国运筹学会第六届学术交流会论文集》(上卷)和《西部大开发科教先行与可持续发展》一书。

下面我们从三个方面对“正特征向量法”进行了推广(1)给出了四类有消费的动态投入产出模型,研究了“正特征向量法”在这些模型中成立的条件。(2)讨论了技术进步对经济增长、正特征向量法和完全消耗系数的影响。(3)利用“正特征向量法”对山东省“七五”、“八五”时期的经济状况进行了分析。

假设经济系统划分为  $n$  个产品部门,  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  表示系统的直接消耗系数矩阵,  $N$  维向量  $X(t)$ 、 $Y(t)$ 、 $C(t)$  表示经济系统第  $t$  年的产出、投入和消费  $t \in T = \{1, 2, \dots\}$ 。为此,我们得到下述四类有消费的模型:

$$\text{模型} \quad \begin{cases} C(t) = [X(t) - Y(t-1)] \\ Y(t) = X(t) - C(t) & [0, 1) \quad t \in T \\ AX(t) = Y(t-1) \end{cases}$$

$$\text{模型} \quad \begin{cases} Y(t) = [X(t) - Y(t-1)] \\ C(t) = X(t) - Y(t) & [0, 1) \quad t \in T \\ AX(t) = Y(t-1) \end{cases}$$

$$\text{模型} \quad \begin{cases} Y(t) = \text{diag}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)[X(t) - Y(t-1)] \\ C(t) = X(t) - Y(t) \\ AX(t) = Y(t-1) & \alpha_i [0, 1) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad t \in T \end{cases}$$

$$\text{模型} \quad \begin{cases} C(t) = \text{diag}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)[X(t) - Y(t-1)] \\ Y(t) = X(t) - C(t) \\ AX(t) = Y(t-1) & \alpha_i [0, 1) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad t \in T \end{cases}$$

我们证明了以下结论:对模型,当  $A$  是本原矩阵,且

$$0 < \rho < \frac{-g}{-g + 2g}$$

时,“正特征向量法”仍然成立,其中  $\rho$  是  $A$  的最大正特征根,  $g$  是  $A$  除了  $\rho$  以外的其它特征根的最大模。特别当  $\rho = 0$  且  $A$  可逆时就是华氏的“正特征向量法”。一般情况下“正特征向量法”不再成立。又证明了,几乎对所有的  $[0, 1)$ ,  $X(t)$ ,  $Y(t)$ ,  $C(t)$  都将趋向于正特征向量,即经济走向协调稳定的发展之路。对模型、,我们给出了经济系统不失平衡的充要条件,此条件表明“正特征向量法”仍然成立,但模型中的正特征向量对应的矩阵不再是  $A$ 。对模型,我们证明了在某些特殊情况下,经济系统可以实现均衡增长,但“正特征向量法”不一定成立。

同时,我们还研究了技术进步对均衡增长的影响,进而找出了影响最大的消耗系数,讨论了技术进步对最优价格向量、最优产出向量及完全消耗系数的影响。

根据山东实际情况,在模型和模型中我们用1992年和1997年投入产出表确定了模型中的投入产出直接消耗系数矩阵  $A$  和投入(消费)比例等数据,并利用推广后的“正特征向量法”求出经济系统的最优投入、产出、消费增长比例,从而得到实际经济系统的最优增长轨道。

### 3 经济系统宏观调控模型

经济增长理论和“正特征向量法”给出了经济运行的最优轨道,但最优经济运行轨道还必须依赖一定的经济制度来实现。在计划经济中可以通过指令性计划来实现,但在市

市场经济中企业依据市场信息,根据利润最大化原则自主决策,政府只能利用税率、利率等经济手段影响企业的决策行为。为了描述、研究市场经济中政府与企业行为之间的关系,我们利用线性规划及其对偶理论建立了完全竞争市场的宏观调控模型,说明了通过合理的税收政策影响企业的决策行为可以实现其宏观目标,同时考虑利率的作用可以使得政府的宏观调控更加有力。

### 1. 利用双层规划建立市场经济的宏观调控模型

宏观经济运行的过程首先是政府给定税率和利率,各厂商在规定税率和利率以及市场均衡约束下按利润最大化原则自主决策;然后政府为了实现社会总产值最大的目标,根据厂商的决策调整税率和利率政策以期影响厂商。这是一个递阶互动的优化过程,因而可得以下双层规划:

$$\begin{aligned} & \max_{i=1, \dots, m} \sum_{j=1}^n p_j a_{ij} x_{ij} \\ & \text{s.t.} \begin{cases} a_{ij} x_{ij} = c_j - k_j p_j \quad j = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m d_{ij} x_{ij} \leq M - r p_j \quad j = 1, \dots, n \\ \max_{j=1, \dots, n} \sum_{j=1}^n p_j (1 - T_j) a_{ij} x_{ij} - r \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \\ \text{s.t.} \begin{cases} x_{ij} \leq 1 \\ x_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \end{cases} \end{cases} \end{cases} \end{aligned}$$

其中  $x_{ij}$  是下层子规划的最优解:

其中,利率  $r$  和税率  $T_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) 是政府决策(即上层规划)的决策变量,而产品生产时间  $x_{ij}$  ( $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ ) 是厂商决策(即下层规划)的决策变量。

2. 根据线性参数规划的逆问题理论和对其对偶规划理论,把宏观调控模型转化为宏观优化模型及其对偶规划。

$$\begin{aligned} & \min_{j=1, \dots, n} \sum_{j=1}^n k_j p_j^2 - \sum_{j=1}^n c_j p_j \\ & \text{s.t.} \begin{cases} a_{ij} x_{ij} = c_j - k_j p_j \quad j = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m d_{ij} x_{ij} \leq M \\ x_{ij} \leq 1 \quad i = 1, \dots, m \\ x_{ij} p_j \geq 0 \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \end{cases} \\ & \min_{j=1, \dots, n} \sum_{j=1}^n k_j p_j^2 - \sum_{j=1}^n c_j v_j + \sum_{i=1}^m u_i + r M \\ & \text{s.t.} \begin{cases} 2k_j p_j - k_j v_j - c_j \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ u_i + r d_{ij} - a_{ij} v_j \leq 0 \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \\ u_j p_j - r \leq 0 \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \end{cases} \end{aligned}$$

其中  $v_j = p_j(1 - T_j) \quad j = 1, \dots, n$

通过求解宏观优化模型及其对偶规划的最优解就可以得到实现社会总产值最优的产量和实现该产量所需的税率、利率政策。政府实施该政策,在市场均衡约束下追求利润最大化的厂商就会自觉的按该产量进行生产,从而通过以上两个对偶规划模型,把宏观的政府最优决策与微观的厂商最优决策统一起来,较好地解决了市场经济下的政府宏观调控问题。

## 4 实际应用

在以上理论结果的基础上,将山东省投入产出应用于推广后的华氏“正特征矢量法”和建立的经济系统宏观调控模型上,研制了山东省经济发展监控系统。通过该系统,可以计算出山东省经济最优增长的产出结构及投入结构,同时还计算出为实现该产出结构,在现有利率水平下政府应该制定的各项产品税率,并给出各厂商对应该税率和利率下的利润水平,从而为山东省政府决策提出了可行的政策建议。另外,在后期应用中,针对山东省信息中心提出的特殊要求,利用该系统,结合投入产出分析方法,计算出山东省“九五”期间的国民经济主导产业群及各产业对国民经济的影响力,并根据分析结果,针对山东的实际经济发展的需要提出了可行建议。

通过与其他方法比较和在实践中的应用,我们研制的山东省经济发展监控系统具有如下几个特点:

1. 本系统以投入产出法和华罗庚的“正特征矢量法”以及对偶理论为核心模型,将经济系统的监测和调控作为一个有机整体进行研究。

2. 系统监测内容既有经济系统的实际运行状况,又有既定技术下的最优经济增长水平和最优经济结构。同时又监测实际投入结构及其与最优投入结构的差异。

3. 系统的调控分析既涉及经济总量,又涉及经济个量,通过该系统可以计算出为实现经济最优增长需要政府制定的最优税率,同时还可以计算出不同企业的利润水平。

4. 系统模型的设计,从经济系统中不同主体之间的对立互补性和不同产业的关联性出发,对经济系统进行了深层的机理性分析,从而能对原始数据进行多方面的加工,为政府决策提供定量化信息。

5. 系统的算法设计紧紧结合模型特点,从而减少了算法的复杂性,节约了时间、空间。

6. 本系统的软件设计采用了目前比较先进的面向对象技术,选择 Windows 作为开发平台, C++ 语言为开发工具,软件形象直观。

## 参 考 文 献

- [1] 胡发胜,投入产出分析中完全消耗系数矩阵的性质,经济数学 8(1991)
- [2] 刘家壮,胡发胜,华氏宏观经济数学模型的推广,中国管理科学 3(1995)
- [3] 杨丰梅,线性分式——二次双层规划的对偶定理,系统工程理论与实践 19(1999)
- [4] 刘家壮,马建华,关于宏观经济的凸二次规划模型,经济数学 14(1997)
- [5] 胡发胜,张菊芳,一类宏观经济模型的正特征矢量法,山东大学学报 31(1996)
- [6] 何光一,计量经济学,中国统计出版社,北京 1993 年
- [7] Jose Fortuny amat Bruce McCarl A representation and economic interpretation of a

two level programming problem Journal of the Operational Research Society ,  
32(1981 )

- [ 8 ] S .d flam A .S .Antipin Equilibrium programming using Proximal like algorithms ,  
Mathematical Programming 78(1997 )

# 投入产出技术与产业结构调整

刘 树 李辉英

(河北大学经济学院)

适应国际国内市场需求,增加有效需求,调整经济结构与产业结构,促进经济持续增长,是我国经济面临的重大课题和中心工作。

对区域经济来说,产业结构调整就要在国家产业政策的指导下,根据国内外市场需求和本地资源、技术、人才、信息等优势,选择和发展特色产业,以特色产业为核心形成具有市场竞争力的特色经济,形成合理分工的生产力布局。这里所讲的产业,实质上是指按大类产品、生产工艺、耗用资源等不同划分的行业,或者是指投入产出表中的产品部门。投入产出技术和投入产出数据资料可以为特色产业的选择和产业结构调整方案提供系统的支持。本文探讨结合利用投入产出技术和投入产出数据资料选择区域特色产业的方法。

## 一、特色产业的选择标准

1. 该产业能体现一地区一定时期的经济发展方向(目标),并且社会对该产业产品的现实和潜在需求日益扩大。

2. 尽可能按世界经济发展的潮流选择特色产业,要选择那些最有前途的产业部门。近百年来,世界上产业结构变化的总的趋势是第三产业的地位迅速上升,第二产业停滞不前,初级产业的地位日益下降。将信息、金融、科技等作为最发达地区的主导产业发展方向的综合计划,反映了世界经济的大趋势。

3. 要选择科技含量高,或者能迅速吸收先进科学技术成果,能创造较高的劳动生产率和较高的附加值,促进产业内部升级的产业。如教育产业、信息产业等。

4. 在选择特色产业时必须尽可能使地区的限制性因素得到最有效的利用。

5. 特色产业应具有较强的后向关联和旁侧关联效应,能推动和诱发其他产业发展。

## 二、特色产业选择指标的原则

1. 系统性原则:指标体系作为一指标群,要能全面、综合地反映作为特色产业应具备的特征和相关条件。

2. 独立性原则:各个指标能够单独反映特色产业的某一侧面,便于单因素测评,以便发现选定的特色产业的相对较弱方面,有的放矢采取加强措施。

3. 差异性原则:指标要能反映不同地区重点发展产业间的差异,避免不同地区特色产

---

本文为河北省社会科学规划项目《河北省特色产业发展战略研究》的研究报告之一。

业雷同,避免在产业结构调整中的同构和同步震荡。

4.可操作性原则:资料能够取得,指标数据缺失较少,研究工作能顺利进行下去。

5.科学性原则:选择的指标确实能够反映特色产业的要求,具有科学依据;指标体系合理,指标间不存在相关问题或相关很弱可忽略不计。

### 三、选择区域特色产业的指标

根据特色产业的特征、选择特色产业的目的要求及以上原则,可以选择以下指标来构成评选特色产业的指标体系

#### 1.需求的收入弹性系数

市场需求是决定产业发展的根本因素。只有市场前景广阔,符合需求结构发展方向的产业才具有竞争力。根据市场需求准则,可以用需求的收入弹性系数来衡量。

某产业的产品的需求收入弹性系数 = 某产业产品的需求增长率 / 国民收入增长率

$$\text{即 } E_i = \frac{\frac{X_i}{X_i}}{\frac{Y_i}{Y_i}}$$

其中,  $X_i$  为需求增量或产值增量,  $X_i$  为产业  $i$  的产值或上一时期得到满足的需求,  $Y$ 、 $Y$  分别为国民收入增量及上一时期国民收入值。在选择特色产业时应选择收入弹性系数大的产业。

对于收入弹性的计算,可利用投入产出表、构造投入产出模型进行分析计算求得。

由列昂惕夫矩阵  $Y = (I - A)X$  两端同时左乘  $(I - A)^{-1}$  得

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

由上式得  $X = (I - A)^{-1} Y$  两端同时右乘  $C$  得

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

令

$$C = \begin{pmatrix} \frac{Y_i}{X_1} & \frac{Y_i}{X_2} & \dots & \frac{Y_i}{X_n} \\ \frac{Y_i}{Y_i} & \frac{Y_i}{Y_i} & \dots & \frac{Y_i}{Y_i} \end{pmatrix}$$

$$X \cdot C = \begin{pmatrix} \frac{X_1}{X_1} / \frac{Y_i}{Y_i} \\ \frac{X_2}{X_2} / \frac{Y_i}{Y_i} \\ \dots \\ \frac{X_n}{X_n} / \frac{Y_i}{Y_i} \end{pmatrix}$$

根据弹性系数的计算公式有  $E = X \cdot C$

因

$$Y \cdot C = \begin{pmatrix} \frac{Y_i}{X_1} \cdot \frac{Y_1}{Y_i} \\ \frac{Y_i}{X_2} \cdot \frac{Y_2}{Y_i} \\ \dots \\ \frac{Y_i}{X_n} \cdot \frac{Y_n}{Y_i} \end{pmatrix}$$

令

$$\mu_i = \frac{Y_i}{Y_i}$$

有

$$Y \cdot C = \begin{pmatrix} \frac{Y_i}{X_1} \cdot \mu_1 \\ \frac{Y_i}{X_2} \cdot \mu_2 \\ \dots \\ \frac{Y_i}{X_n} \cdot \mu_n \end{pmatrix} = Y_i \begin{pmatrix} \frac{\mu_1}{X_1} \\ \frac{\mu_2}{X_2} \\ \dots \\ \frac{\mu_n}{X_n} \end{pmatrix} \quad \text{令 } ky = \begin{pmatrix} \frac{\mu_1}{X_1} \\ \frac{\mu_2}{X_2} \\ \dots \\ \frac{\mu_n}{X_n} \end{pmatrix}$$

有

$$\begin{aligned} E &= X \cdot C \\ &= (I - A)^{-1} Y \cdot C \\ &= Y_i (I - A)^{-1} \cdot ky \end{aligned}$$

## 2. 产业影响力系数和感应度系数

这是反映产业关联度的指标。产业关联度是指各产业间的相关程度,是对一产业带动其他产业发展作用的综合测度,产业关联度大的产业能产生较大的产业关联效应。该项指标可以选择出各产业中对国民经济发展带动影响较大的产业。产业关联度可以用影响力系数来衡量。

影响力系数用来衡量一个产业的发展通过其生产活动消耗各种中间产品对其他产业发展的影响强度。影响力系数越大,此产业的发展对其他产业的发展就越具有较大的带动作用。

$$\text{某产业影响力系数} = \frac{\text{该行业(产业)纵列逆矩阵系数平均值}}{\text{全部行业(产业)纵列逆矩阵系数平均值的平均}}$$

影响力系数用公式表示为

$$m_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

其中  $a_{ij}$  为列昂惕夫逆矩阵中的元素

$m_j$  为某产业的影响力系数

如果  $m_j > 1$ ,表明该产业的影响力高于平均水平;如果  $m_j < 1$ ,则表明该产业的影响力低于平均水平。

为反映产业影响力系数的动态发展趋势和速率,可以计算影响力系数年平均增长率指标

$$\text{影响力系数年平均增长率} = \sqrt[n]{\frac{\text{报告期影响力系数}}{\text{基期影响力系数}}} - 1$$

其中  $n$  为报告期与基期间隔年数

特色产业要选择影响力系数都较大的产业。而且系数在一定时期有较大平均增长率。

### 3. 方差系数

有些部门虽有较高的影响力系数,但实际的扩散能力或扩散感应度并不强,它们可能只与几个特定产业部门关系密切。衡量其连带作用集中或分散的程度,可以采用方差系数分析法。

$$D_j = \frac{\sigma_j}{\bar{b}_j} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_i (b_{ij} - \bar{b}_j)^2}{n-1}}}{\bar{b}_j}$$

$$D_i = \frac{\sigma_i}{\bar{b}_i} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_j (b_{ij} - \bar{b}_i)^2}{n-1}}}{\bar{b}_i}$$

式中： $\sigma_j$  和  $\sigma_i$  分别是完全需要系数矩阵中第  $j$  列和第  $i$  行数据的标准差；

$\bar{b}_j$  和  $\bar{b}_i$  分别是矩阵中第  $j$  列和第  $i$  行数据的均值。

$D_j$  和  $D_i$  数值较大,说明该产业的连带作用集中于少数几个部门;而  $D_j$  和  $D_i$  数值较小,则表明该产业比较平均的作用于其他所有产业部门。特色产业应选择  $D_j$  和  $D_i$  较小的产业部门。

### 4. 要素利用效率指标

要素利用效率高的产业,一般效益较高,发展前景较好。要素利用效率可用以下指标反映:

(1) 某产业(部门)劳动生产率

$$\text{某产业(部门)劳动生产率} = \frac{\text{该产业(部门)GDP}}{\text{该产业从业者人数}}$$

(2) 某产业(部门)物耗产出率

$$\text{某产业(部门)物耗产出率} = \frac{\text{该产业(部门)产出水平}}{\text{该产业(部门)物耗水平}}$$

(1)(2) 较大是选择特色产业的要求。

### 5. 就业水平和就业结构

运用投入产出方法研究一产业部门最终需求变化对就业总水平的影响。

(1) 各产业部门的劳动力系数  $l_i = S_i / X_i (i = 1, 2, \dots, n)$

式中  $S_i$  表示  $I$  产业部门职工人数

$X_i$  表示  $I$  产业部门的总产出

(2) 确定国民经济各产业部门的综合就业系数及其就业结构。

设  $r_{ij}$  为  $j$  产业部门单位最终使用额所需要的  $i$  产业部门提供的产品总量,  $Y_j$  表示  $j$  产业部门单位最终使用额增加量,  $X_i$  表示相应的  $i$  产业部门产品增加量,  $L_i$  表示相应

的劳动力需要增加量,则

$$X_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} Y_j$$

$$L_i = l_i \left( \sum_{j=1}^n r_{ij} Y_j \right)$$

或

$$L_i = \sum_{j=1}^n l_i r_{ij} Y_j$$

可求得国民经济各产业部门的综合就业人数。该指标在进行产业部门间横向对比时,可说明在各产业部门最终使用额增加量一定时*i*产业部门对社会总就业水平影响力的大小。

公式  $L_i = \sum_{j=1}^n l_i r_{ij} Y_j$  展开式为

$$L_i = l_i r_{i1} Y_1 + l_i r_{i2} Y_2 + \dots + l_i r_{in} Y_n$$

这一方程式表示出与*j*产业部门最终需求增长相对应的就业需求结构。

在进行特色产业的选择时,如该地区劳动力供给严重不足,则应考虑低综合就业系数的产业部门,反之,则应考虑高综合就业系数部门。

#### 6. 生产率上升率

在全球经济知识化和信息化的大环境下,选择特色产业应特别重视技术先进性。但仅注意技术先进性是不够的,还必须考虑技术的适应性,即与现有产业技术基础相适应,避免形成技术断层,否则就会阻碍先进技术的扩散和传统产业的改造,先进产业本身也会由于缺少相关的技术保证而难以顺利发展。所以选择特色产业,必须把技术先进性与适应性结合起来。技术进步可以用生产率上升率来衡量,生产率上升快的产业,生产费用(成本)下降较快,该产业将在相对国民收入中占有越来越大的优势。

$$\text{某产业(部门)劳动生产率年平均提高率} = \frac{\text{报告期该产业(部门)劳动生产率}}{\text{基期该产业(部门)劳动生产率}} - 1$$

其中 *n* 为报告期和基期间隔的年数

#### 7. 产业侧重化系数

某地区的特色产业应该是立足于本地区资源优势 and 有利条件的基础上形成的具有一定专业化水平的产业,是某地区产业(部门)的“显示”比较优势指数。专业化程度指产业侧重化程度,通常用区位商亦即产业侧重化系数指标衡量。

$$\text{某产业(部门)}_j \text{ 就业区位商} = \frac{\text{某地区 } j \text{ 产业(部门) 就业人数}}{\text{某地区全部产业(部门) 就业人数}} \div \frac{\text{全国 } j \text{ 产业(部门) 就业人数}}{\text{全国全部产业(部门) 就业人数}}$$

$$\text{某产业(部门)}_j \text{ 增加值区位商} = \frac{\text{某地区 } j \text{ 产业(部门) 增加值}}{\text{某地区全部产业(部门) 增加值}} \div \frac{\text{全国 } j \text{ 产业(部门) 增加值}}{\text{全国全部产业(部门) 增加值}}$$

区位商用公式表示为

$$RCA_{ij} = \frac{X_{ij}/X_{it}}{X_{nj}/X_{nt}}$$

式中:  $RCA_{ij}$ ——*i*地区*j*产业(部门)的就业或增加值区位商(显示比较优势指数)

$X_{ij}$ ——*i*地区*j*产业(部门)的就业人数或增加值

$X_{it}$ ——*i*地区所有产业(部门)的就业人数或增加值

$X_{nj}$ ——国家*j*产业(部门)的就业人数或增加值

$X_{nt}$ ——国家就业总人数或增加值

如果  $RCA_{ij} > 1$  ,则说明  $i$  地区  $j$  产业(部门)具有“显示”比较优势,如果  $RCA_{ij} < 1$  ,则说明该地区  $j$  产业(部门)没有“显示”比较优势。特色产业应选择  $RCA_{ij}$  即区位商较大的产业。

#### 四、区域特色产业选择的综合评价方法与实证分析

以河北省国民经济投入产出表(92)中SNA体系119部门省内外混合产品投入产出表和河北省国民经济投入产出表(97)中SNA体系124部门省内外混合产品投入产出表为原始数据,并对原投入产出表,调整、合并、简化为我们所关心的产业部门间的投入产出关系。根据简化的投入产出表(92、97)可做进一步分析,筛选出适合河北省经济发展的特色产业。

对投入产出表进行改造可分两步:

首先,把92年原表119个部门的38个合并成十个组,所得的这个较小的91部门表称为合并后的投入产出表(92),包括了这十个合并的产业部门和从原来的119阶表结转过来的81个产业部门;把97年原表124个产业部门表中与92年原表对应得38个产业部门也合并成十个组,所得的这个较小的96产业部门表称为合并后的投入产出表(97),包括了这十个合并的产业部门和从原来的124阶表结转过来的86个产业部门。合并后的投入产出表(92、97)还都有一个对应的最终需求列和一个增加值行。这十个合并的产业部门为:食品制造业、造纸及文教用品制造业、电力及蒸汽热水生产和供应业、建筑业、交通运输仓储及邮电通讯业、批发零售贸易餐饮业、房地产业、卫生事业、文教科研及广播影视综合服务技术服务业、金融保险业。

第二步,消去合并后的投入产出表(92、97)中十个组以外的所有部门,形成简洁的十部门表。称为简化后的投入产出表(92、97)。我们将十个组部门称为I类,将其他要消去的部门称为II类,具体简化方法如下:

由列昂惕夫矩阵  $(I - A)Q = Y$  进行矩阵分块,得

$$\begin{pmatrix} I - A_{11} & -A_{12} \\ -A_{21} & I - A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{pmatrix}$$

其中:  $Q_1$ ——I类各部门的总产出

$Q_2$ ——II类各部门的总产出

$Y_1$ ——I类各部门的最终使用额

$Y_2$ ——II类各部门的最终使用额

左端的矩阵  $(I - A)$  依照它们所乘的产出向量而分块

$A_{11}$ ——I类各部门之间的技术系数

$A_{22}$ ——II类各部门之间的技术系数

$$A_{11}^* = A_{11} + A_{12}(I - A_{22})^{-1}A_{21}$$

$$Y_1^* = Y_1 + A_{12}(I - A_{22})^{-1}Y_2$$

$$Q^{*1} = (I - A_{11}^*)^{-1}Y_1^*$$

$$B_{11}^* = (I - A_{11}^*)^{-1} - I$$

其中  $A_{11}^*$  —— 简化的投入产出表的直接消耗系数

$Y_1$  —— 简化的投入产出表的最终使用额

$Q_1^*$  —— 简化的投入产出表的总产出

$B_{11}$  —— 简化的投入产出表的完全消耗系数

中间消耗部分可通过  $(A_{11}^*)^T Q_1^*$  计算

增加值部分可通过  $(Q_1^*)^T - [(A_{11}^*)^T Q_1^*]^T$  计算

按上述方法,经 SPSS 软件和 Excel 软件处理后,得出简化后的(92、97)表和简化后的直接消耗系数(92、97)表与简化后的完全消耗系数表(97)。

根据特色产业选择的原则和指标,计算河北省这十个行业部门的一些评价指标,分别为: $x_1$  —— 需求的收入弹性系数, $x_2$  —— 影响力系数, $x_3$  —— 感应度系数, $x_4$  —— 影响力系数年平均增长率, $x_5$  —— 感应度系数年平均增长率, $x_6$  —— 综合就业系数, $x_7$  —— 物耗产出率, $x_8$  —— 纵列方差系数  $D_j$ , $x_9$  —— 横行方差系数  $D_i$ ,并利用主成分分析法,使用 SPSS 统计软件,对各个行业做初步测评,具体做法为:

第一步,评价指标的同趋势化。由于方差系数  $x_8$ 、 $x_9$  是行业评价的逆向指标,为了评价分析时方便,需要将其转为正向指标,可用指标值的倒数代替原指标。在此,其倒数仍用  $x_8$ 、 $x_9$  表示。

第二步,数据标准化。这是为了消除变量之间数量级或量纲的不同。设  $x_{ij}$  表示第  $i$  个行业第  $j$  个指标的指标值,则  $x_{ij}$  的标准化值  $z_{ij}$  计算式如下:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (i = 1, 2, \dots, 10; j = 1, 2, \dots, 9)$$

其中  $\bar{x}_j$  —— 第  $j$  个变量的平均值

$s_j$  —— 第  $j$  个变量的标准差

第三步,求标准化数据的相关阵。

第四步,求相关矩阵待征值、方差贡献率和累积贡献率,求得分系数矩阵。

第五步,选择  $m$  个主成分。 $y_{i1}$ 、 $y_{i2}$ 、 $y_{i3}$  为分别为第一、第二、第三主成分,其累积方差贡献率达到了 91.079%,基本上保留了原来指标  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、...、 $x_9$  的信息。这样由原来的 9 个指标转化为 3 个新指标,达到了降维的目的。

第一、第二、第三主成分  $y_{i1}$ 、 $y_{i2}$ 、 $y_{i3}$  的线性组合分别为

$$\begin{aligned} y_{i1} &= 0.201 z_{i1} + 0.199 z_{i2} + 0.120 z_{i3} - 0.207 z_{i4} - 0.068 z_{i5} + 0.037 z_{i6} \\ &\quad - 0.126 z_{i7} - 0.143 z_{i8} - 0.119 z_{i9} \\ y_{i2} &= 0.093 z_{i1} - 0.068 z_{i2} + 0.267 z_{i3} + 0.006 z_{i4} + 0.202 z_{i5} + 0.326 z_{i6} \\ &\quad + 0.029 z_{i7} - 0.191 z_{i8} + 0.259 z_{i9} \\ y_{i3} &= 0.259 z_{i1} - 0.162 z_{i2} - 0.330 z_{i3} - 0.273 z_{i4} + 0.948 z_{i5} - 0.166 z_{i6} \\ &\quad + 0.127 z_{i7} - 0.101 z_{i8} - 0.259 z_{i9} \end{aligned}$$

第六步:解释主成分。主成分的经济意义由各线性组合中权数较大的几个指标的综合意义来确定。 $y_{i1}$  中  $z_{i1}$ 、 $z_{i2}$ 、 $z_{i4}$  的系数绝对值远大于其他变量的系数绝对值,所以  $y_{i1}$  主要是弹性系数、影响力系数、影响力系数年平均增长率这三个指标的综合反映,它代表着某行业需求变动影响其他行业的力度。 $y_{i2}$  主要是感应度系数、感应度系数年平均增长率、综

合就业系数、纵列方差系数、横行方差系数的综合反映,它标志着某行业对其他行业的感应程度和这种关联的普遍性以及其行业对社会就业总水平影响力的大小。 $Y_{i3}$  主要反映某行业需求变动、受其他行业影响的力度以及物耗产出水平等指标的差异信息。这三个主成分包括了所有测评指标数据差异性的 91.079%。

第七步,各行业的评价和排队,用  $Y_{i1}$ 、 $Y_{i2}$ 、 $Y_{i3}$  作为测评行业特色优势水平在三个综合因子方面的得分,  $H_i$  表示  $i$  行业特色优势水平总评价值,建立行业特色优势水平综合评价函数:

$$H_i = \sum_{g=1}^k d_g H_{ig}$$

其中  $k$  为主分量个数;

$$d_g \text{ 为第 } g \text{ 个主分量的方差贡献率, } d_g = \frac{\lambda_g}{\sum_{g=1}^k \lambda_g}$$

$\lambda_g$  为指标数据相关矩阵的特征根

$H_{ig}$  为  $i$  行业在第  $g$  个主分量中的各项评价指标的线性加权综合评价值,

$$H_{ig} = \sum_{j=1}^p L_{ij} Z_{ij}$$

式中  $L_{ij}$  为指标数据相关矩阵的特征根对应的特征向量

根据计算出的行业特色优势水平综合评价函数值可以判断,仓储及邮电通讯业、建筑业、批发零售餐饮业分别排在第一、第二、第三位。

由此得到结论:应将交通运输、仓储及邮电通讯业作为河北省特色产业,从而带动其他行业,包括旅游业、教育业、金融保险业、商业、建筑业等的发展,进而带动河北省整体经济的发展。交通运输、仓储,可以统称为物流业;邮电通信业,可以称为信息产业。河北省的特色产业可以归纳为网络信息化的物流业。

从现实来看,河北省交通运输业获得较快发展,邮电通讯业实现了快速发展,为经济快速发展创造了良好条件。2000 年交通运输和邮电业增加值完成 405.10 亿元,比上年增长 11.1%。交通运输条件继续改善。全年新建公路 990 公里,其中高速公路 471 公里。各种运输方式完成的货物周转量为 2325.68 亿吨公里,比上年增长 9.9%。旅客周转量完成 782.87 亿人公里,比上年增长 7.3%。港口货物吞吐量 10771 万吨,比上年上升 19.5%。邮电通信业快速发展。邮电部门业务总量完成 191.04 亿元,比上年增长 64.1%。电话交换机总容量达到 883.75 万门,比上年增长 21.2%。移动电话用户 279.38 万户,增长 1 倍。住宅电话用户 67.40 万户,增长 40.6%;全省电话普及率为 14.91 部/百人。物流业及交通运输网络的发达,必然要求信息产业的支持,信息业的发展必然带动产业现代化,而信息产业的发展要求教育产业加快发展步伐;物流业的发达,必然促进商业的繁荣,促进农产品的流通,从而为大力发展工农产品生产、旅游业、服务业创造条件。而旅游业的发展要求环保业的支持,要求生态环境进一步优化。以物流业带动河北省其他相关产业的发展,带动河北省地方特色经济发展,构建出河北省特色经济格局,有利于把河北省建设成环渤海经济区内的经济协作区。商流、物流、信息流汇集于此,为与全国其它各省、区的合作与发展以及对外的交流提供了契机。河北省的物流系统应向系统的整体性、区域的独特性、区间的开放性和相对的稳定性发展,为优化河北省经济结构、形成河北省独具特色的经济体系、提高河北省的综合竞争优势做贡献。

# 浅析消费资料生产与劳动资料生产之间的数量比例关系

吴大彬

(辽河油田)

## 前 言

生产消费资料是人类进行物质生产的最终目的,生产劳动资料则是为人类能够从事物质生产提供必备的劳动手段。显然,消费资料生产与劳动资料生产之间在社会物质再生产过程中必需保持协调的数量比例关系。否则,社会物质再生产将难以顺利进行。为探求和揭示消费资料生产与劳动资料生产之间在社会物质再生产过程中应保持的数量比例关系,本文提出了社会物质生产新分类。将社会物质生产划分为两大社会成品生产门类:一、劳动资料生产门类;二、消费资料生产门类。并在此分类基础上建立了相关的数学模型,用于研究消费资料生产与劳动资料生产之间在社会再生产过程中应保持的数量比例关系。

本文还运用新的社会物质生产分类方法和相关数学模型对进行劳动力劳动资料装备程度不变类型的社会物质扩大再生产时,劳动力增长率、积累率、劳动资料生产和消费资料生产增长速度,以及劳动资料和消费资料产出构成等诸因素的相互协调关系进行了探讨。

我们知到,如果计划期的劳动力不断增加,或有累积下来的大量剩余劳动力,为使新增加的劳动力(包括累积下来的剩余劳动力)能够从事物质生产,而同时预计计划期劳动力劳动资料装备程度变化不大时,就必须而且只能进行劳动力劳动资料装备程度不变的社会物质扩大再生产。在进行此类型扩大再生产时,如果劳动力增长率较高,需要为新增劳动力从事物质生产追加的积累产品就越多,因而积累率也需保持较高水平。积累率较高,消费水平相应的就比较低,由此决定消费资料产出中基本生活资料的比重会较大,享受、发展资料的比重会降低。这样,就要求劳动资料的产出构成中用于基本生活资料生产的劳动资料的产出比重要较大,用于享受、发展消费资料生产的劳动资料产出的比重要低一些。如果劳动力增长率较低,则上述情况相反。劳动人口增长率不同,为使新增劳动力能够从事物质生产,需要确定的积累率是不同的,因而劳动资料生产和消费资料生产的增长速度,及劳动资料和消费资料的产出构成也不同。如何求得在劳动力增长率为一定时,积累率应保持在什么水平?劳动资料生产和消费资料生产的增长速度是多快?劳动资料和消费资料的产出构成是怎样的呢?本文试着给出一个解决上述问题的基本分析程序和数学方法。

探求劳动力劳动资料装备程度不变类型的社会物质扩大再生产中,劳动力增长率、积累率、劳动资料和消费资料生产增长速度、以及劳动资料和消费资料产出构成等诸因素相

互协调配合,不但有一定的现实实践意义,还有着重要的理论意义。能够为研究劳动力劳动资料装备程度提高、科学技术进步类型的社会物质扩大再生产时,劳动力增长率、积累率水平、劳动资料和消费资料生产增长速度、及劳动资料和消费资料产出构成等诸因素的相互协调提供一个分析的逻辑前提。

## 一、社会物质生产新分类

为研究、揭示消费资料生产与劳动资料生产在社会物质再生产过程中应保持的数量比例关系,将社会物质生产划分为劳动资料生产门类和消费资料生产门类,这样两大社会成品生产门类。

### (一) 劳动资料生产门类

劳动资料生产门类包括所有劳动资料的完整生产过程。即,生产用于加工制造劳动资料的原料、材料、零部件等生产阶段,以及劳动资料成品生产阶段都归属劳动资料生产门类。

### (二) 消费资料生产门类

消费资料生产门类包括所有消费资料的完整生产过程。即,生产用于加工制造消费资料的原料、材料、零部件等生产阶段,以及消费资料成品生产阶段都归属消费资料生产门类。

这里之所以着重指出劳动资料生产门类包括所有劳动资料的完整生产过程,消费资料生产门类包括所有消费资料的完整生产过程,这是因为在商品经济社会由于社会生产分工日益细化、发达,那些生产的商品是劳动资料或消费资料的企业,其所包含的生产过程往往只是劳动资料或消费资料完整生产过程中的最后一个生产阶段,而不是劳动资料或消费资料的完整生产过程。如果只将生产的商品是劳动资料或消费资料的企业所包含的生产过程,当做是劳动资料或消费资料生产的全过程,那就错误了。

还以服装生产为例。在商品经济社会服装这个消费资料的完整生产过程中的相互衔接的生产阶段因社会分工而划分为如下几个商品生产单位。

(一) 棉花种植场。其只包括服装完整生产过程的初级生产阶段——棉花种植阶段。

(二) 纺纱厂。其只包括服装完整生产过程中的中级生产阶段——清棉纺纱阶段。

(三) 织布印染厂。其只包括服装完整生产过程的中级生产阶段——织布印染阶段。

(四) 服装厂。其只包括服装完整生产过程的终级生产阶段——裁剪缝纫阶段。

在商品经济社会,劳动资料的完整生产过程的初级、中级、终级生产阶段,同样也因分工而成为相互独立的商品生产企业。

一些劳动资料和消费资料完整生产过程中相同的生产阶段,还会因为分工作协作而组合成为一个商品生产企业。如,用于制造车床的钢材和用于制造自行车的钢材,可能是同一个钢铁生产企业生产的。

通过上面的说明,对于两大社会成品生产门类——劳动资料生产门类和消费资料生产门类的划分,就可以有了一个清晰的概念。

所谓劳动资料生产门类,是所有劳动资料从生产用于制造劳动资料的原料始,到生产出劳动资料止的完整生产过程的总和。

所谓消费资料生产门类,是所有消费资料从生产用于制造消费资料的原料始,到生产出消费资料止的完整生产过程的总和。

把社会物质生产划分为劳动资料生产门类和消费资料生产门类,这样两大社会成品生产门类,是不同于以往的用于研究宏观经济的各种社会生产分类方法的一种新的分类方法。把社会物质生产划分成两大生产门类后,劳动资料生产门类与消费资料生产门类之间的关系只能是劳动资料生产与消费资料生产的关系,而不含其它。这样,可以使劳动资料生产与消费资料生产在社会再生产过程中相互依存的数量比例关系清晰的显现出来,以利研究。

下面简介一下在社会物质生产两大门类划分的基础上,建立的用于研究消费资料生产与劳动资料生产比例关系的投入产出表和数学模型。

劳动资料门类投入产出表(价值型)

	劳动资料 1 产品部门 (L <sub>1</sub> )	劳动资料 2 产品部门 (L <sub>2</sub> )	.....	劳动资料 n 产品部门 (L <sub>n</sub> )	小计	劳动资料 最终产品 Y	劳动资料 总产出 L
劳动资料1 产品部门 L <sub>1</sub>	L <sub>11</sub>	L <sub>12</sub>	.....	L <sub>1n</sub>	$\sum_{j=1}^n L_{1j}$	Y <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>
劳动资料2 产品部门 L <sub>2</sub>	L <sub>21</sub>	L <sub>22</sub>	.....	L <sub>2n</sub>	$\sum_{j=1}^n L_{2j}$	Y <sub>2</sub>	L <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...
劳动资料 n 产品部门 L <sub>n</sub>	L <sub>n1</sub>	L <sub>n2</sub>	.....	L <sub>nn</sub>	$\sum_{j=1}^n L_{nj}$	Y <sub>n</sub>	L <sub>n</sub>
小 计							
消耗劳动创造价值 N	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	...	N <sub>n</sub>			
劳动资料总产出 L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	...	L <sub>n</sub>			

(劳投 - 2)

表《劳投 - 2》,是一个符号化了的劳动资料投入产出表。从该表的横向看,是反映劳动资料生产门类各产品部门的劳动资料产品分配使用情况。

很显然,按行可建立如下数学模型。

$$\text{即,如下所示:} \begin{cases} L_{11} + L_{12} + \dots + L_{1n} + Y_1 = L_1 \\ L_{21} + L_{22} + \dots + L_{2n} + Y_2 = L_2 \\ \dots \\ L_{n1} + L_{n2} + \dots + L_{nn} + Y_n = L_n \end{cases}$$

设  $a_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_j}$ , 为劳动资料各产品部门劳动资料直接消耗系数。将其代入上式。

$$\text{得到:} \begin{cases} a_{11} L_1 + a_{12} L_2 + \dots + a_{1n} L_n + Y_1 = L_1 \\ a_{21} L_1 + a_{22} L_2 + \dots + a_{2n} L_n + Y_2 = L_2 \\ \dots \\ a_{n1} L_1 + a_{n2} L_2 + \dots + a_{nn} L_n + Y_n = L_n \end{cases}$$

上式用矩阵形式表示,即

$$AL + Y = L$$

上式中  $A$  为劳动资料直接消耗系数矩阵,  $Y$  为劳动资料最终产品列向量,  $L$  为劳动资料产品总产出的列向量。

注意  $AL + Y = L$ , 是建立在用于补偿劳动资料各产品部门生产消耗的劳动资料等于各产品部门消耗的劳动资料产品折旧额的这一假定上的。

整理  $AL + Y = L$ , 可得下面关系式。

$$1. L = (E - A)^{-1} Y$$

$$2. Y = (E - A)L$$

$$3. AL = [(E - A)^{-1} - E] Y$$

上面 1 式、2 式反映了劳动资料总产出列向量与劳动资料最终产品列向量之间的数量依存关系。3 式则反映了劳动资料生产门类用于补偿自耗的劳动资料列向量 ( $AL$ ) , 与劳动资料最终产品列向量 ( $Y$ ) 之间的依存关系。

利用上面三个反映劳动资料生产门类诸种投入产出依存关系的关系式, 就可以为规范化劳动资料生产与消费资料生产服务。

下面再看消费资料生产门类投入产出表。

消费资料生产门类投入产出表(价值型)

		消费资料 1 产品部门 $C_1$	消费资料 2 产品部门 $C_2$	.....	消费资料 $n$ 产品部门 $C_n$	劳动资料 消耗小计 $L_c$
劳动资料 产品投入	劳动资料 1 产品部门 $L_1$	$L_{c11}$	$L_{c12}$	.....	$L_{c1n}$	$\sum_{j=1}^n L_{c1j}$
	劳动资料 2 产品部门 $L_2$	$L_{c21}$	$L_{c22}$	.....	$L_{c2n}$	$\sum_{j=1}^n L_{c2j}$
	...	...	...	...	...	...
	劳动资料 $n$ 产品部门 $L_n$	$L_{cn1}$	$L_{cn2}$	.....	$L_{cnn}$	$\sum_{j=1}^n L_{cnj}$
小 计						
消耗劳动创造价值 $N_c$		$N_{c1}$	$N_{c2}$	...	$N_{cn}$	
消费资料总产出 $C$		$C_1$	$C_2$	...	$C_n$	

(消投 - 2)

从消费资料生产门类投入产出表(消投 - 2)的纵列看, 反映了各消费资料产品部门对劳动资料产品消耗、对劳动消耗及消费资料总产出情况。

从消费资料门类投入产出表(消投 - 2)的横向看, 反映了劳动资料各产品部门的劳动资料产品在消费资料各部门的分配使用情况。

很显然, 从消费资料生产门类投入产出表(消投 - 2)的横行看, 可建立如下数学方程式组。

$$\left\{ \begin{array}{l} L_{c11} + L_{c12} + \dots + L_{c1n} = \sum_{j=1}^n L_{c1j} \\ L_{c21} + L_{c22} + \dots + L_{c2n} = \sum_{j=1}^n L_{c2j} \\ \dots\dots\dots \\ L_{cn1} + L_{cn2} + \dots + L_{cnn} = \sum_{j=1}^n L_{cnj} \end{array} \right.$$

设  $D_{ij} = \frac{L_{cij}}{C_j}$  为消费资料各产品部门对劳动资料产品的直接消耗系数。整理后代入上式。

可得：

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{11}C_1 + D_{12}C_2 + \dots + D_{1n}C_n = \sum_{j=1}^n L_{c1j} \\ D_{21}C_1 + D_{22}C_2 + \dots + D_{2n}C_n = \sum_{j=1}^n L_{c2j} \\ \dots\dots\dots \\ D_{n1}C_1 + D_{n2}C_2 + \dots + D_{nn}C_n = \sum_{j=1}^n L_{cnj} \end{array} \right.$$

上式可用矩阵形式表示如下：

$$DC = L_c$$

式中  $D$  为消费资料生产门类对劳动资料产品直接消耗系数矩阵,  $C$  为消费资料生产门类消费资料总产出列向量,  $L_c$  为消费资料生产门类合计消耗各劳动资料产品(折旧额)列向量。

$DC = L_c$  式,反映了用于消费资料门类生产消耗的劳动资料产品(折旧额)与消费资料生产门类消费资料总产出之间的数量依存关系。

在探讨消费资料生产与劳动资料生产之间在社会物质再生产过程中应保持的数量比例关系时,可以利用消费资料生产门类的投入产出数学关系式  $DC = L_c$ ,利用劳动资料生产门类的投入产出数学关系式  $L = (E - A)^{-1}Y$ ,  $Y = (E - A)L$ ,  $AL = [(E - A)^{-1} - E]Y$ 。

## 二、劳动力增长率、社会生产增长速度、积累率与劳动资料门类和消费资料门类总产出构成的相互协调

一个经济社会,如果劳动人口在不断增加,同时预测在可预见的一定时期内劳动力劳动资料装备程度不会有大的改变,为使该经济社会新增劳动力能够进行物质生产必须而且只能进行劳动力劳动资料装备程度不变的扩大再生产。

在进行劳动力劳动资料装备程度不变类型的社会物质扩大再生产时,很明显,劳动力增长率从需求方面决定了该经济社会物质生产增长应达到的最高限。这是因为只有计划期的劳动人口预计比基期增加才需要,也才可能进行劳动力劳动资料装备程度不变的社

会物质扩大再生产。如果社会物质生产增长指标制订的过高,超过了劳动力的增长可能,将因为劳动力不足,而无法实现过高的增长指标。

积累率从追加提供积累的劳动产品总供给方面,制约了该经济社会物质生产的增长速度。能够追加提供的积累产品逾多,社会生产的增长速度就会逾高。但是,如果积累产品过多,超过了新增劳动力的需要,积累产品会因缺乏劳动力的推动而过剩。

积累率确定了,消费率也就确定了。消费资料生产门类的消费资料总产出构成,从而劳动资料生产门类的劳动资料总产出构成就必须与确定的积累率相适应。否则社会物质扩大再生产也不可能顺利进行。

下面探讨一个较为迂回的方法,通过举例说明在劳动力增长率为一定时,如何求得与之相协调的能保证新增劳动力充分就业的积累率,社会两大成品生产增长速度,及两大门类总产出构成。

我们假定劳动资料和消费资料的生产周期为一年。

假定每年需要实物替换的劳动资料数量等于该年劳动资料的折旧额。

假定该经济社会的劳动资料生产门类划分为三个产品部门,其直接消耗系数矩阵、完全需要系数矩阵、完全消耗系数矩阵、直接劳动消耗系数矩阵如下:

直接消耗系数矩阵:

$$A = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

完全需要系数矩阵:

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} 1.8734 & 0.554 & 0.686 \\ 0.2639 & 1.3456 & 0.2374 \\ 0.2375 & 0.2111 & 1.2137 \end{bmatrix}$$

$$\text{完全消耗系数矩阵 } (I - A)^{-1} - I = \begin{bmatrix} 0.8734 & 0.554 & 0.686 \\ 0.2639 & 0.3456 & 0.2374 \\ 0.2375 & 0.2111 & 0.2137 \end{bmatrix}$$

直接劳动消耗系数矩阵:

$$A_N = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.5]$$

假定  $L_1$  部门劳动资料产品使用年限为5年,  $L_2$  部门劳动资料产品使用年限为10年,  $L_3$  部门劳动资料产品使用年限为3年。

消费资料生产门类也划分为三个产品部门,各消耗系数矩阵,及产出构成如下。

消费资料门类对劳动资料直接消耗系数矩阵:

$$D = \begin{bmatrix} 0.1481 & 0.1765 & 0.1667 \\ 0.0741 & 0.1471 & 0.125 \\ 0.037 & 0.0882 & 0.0417 \end{bmatrix}$$

消费资料门类直接劳动消耗系数矩阵:

$$D_N = [0.3407 \quad 0.5882 \quad 0.6667]$$

在考虑进行劳动力劳动资料装备程度不变的扩大再生产时,我们先确定积累率和与此积累率水平相适应的消费资料生产门类总产出的构成。然后,试着给出一个可能的增长

速度,再验证此增长速度是否与给定的积累率水平相协调。

我们假定该经济社会保持30%的积累率。与30%积累率相对应的社会总消费结构决定的消费资料生产门类总产出及其构成如《消投-4》所示。

消投-4

		消费资料 1 产品部门 C <sub>1</sub>	消费资料 2 产品部门 C <sub>2</sub>	消费资料 3 产品部门 C <sub>3</sub>	合 计 L <sub>c</sub>
劳动资料消耗	劳动资料1 产品部门 L <sub>c1</sub>	400	300	200	900
	劳动资料2 产品部门 L <sub>c2</sub>	200	250	150	600
	劳动资料3 产品部门 L <sub>c3</sub>	100	150	50	300
	小 计	700	700	400	18000
消耗劳动创造价值 N <sub>c</sub>		2000	1000	800	
消费资料总产出 C		2700	1700	1200	5600

我们试确定该经济社会消费资料生产门类在保持同一产出构成时,持续以5%的年增长速度增长,与30%的积累率较为协调。下面运算验证。

第一步,先求出为保障给定的消费资料生产门类持续以5%的年增长速度增长,与之相配合协调的劳动资料生产门类的总产出、最终产出及构成。

先计算劳动资料生产门类的劳动资料最终产品列向量 Y。基年劳动资料最终产品列向量由三部分组成:一、用于补偿消费资料生产门类基年生产消耗的劳动资料折旧额列向量 L<sub>c</sub>;二、用于扩大计划第一年消费资料生产门类生产的劳动资料产品列向量 Y<sub>c</sub>;三、用于扩大计划第一年劳动资料生产门类自身生产的劳动资料列向量 Y<sub>L</sub>。

$$\text{在该经济社会中 } L_c = \begin{bmatrix} 900 \\ 600 \\ 300 \end{bmatrix};$$

$$Y_c = \begin{bmatrix} 900 \times 5(\text{年限}) \\ 600 \times 10(\text{年限}) \\ 300 \times 3(\text{年限}) \end{bmatrix} \times 5\% = \begin{bmatrix} 225 \\ 300 \\ 45 \end{bmatrix}。$$

基年用于扩大计划第一年劳动资料生产门类自身生产的劳动资料产品列向量 Y<sub>L</sub> 计算如下。

先求用于扩大计划第一年劳动资料生产门类生产的劳动资料折旧额列向量 AL。

$$AL = \begin{bmatrix} L_{L1} \\ L_{L2} \\ L_{L3} \end{bmatrix} = [(I - A)^{-1} - I] \times \left\{ \begin{bmatrix} L_{L1} \times 5(\text{年限}) \\ L_{L2} \times 10(\text{年限}) \\ L_{L3} \times 3(\text{年限}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 900 \\ 600 \\ 300 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 225 \\ 300 \\ 45 \end{bmatrix} \right\} \times 5\%$$

整理上式:

$$\begin{bmatrix} L_{L1} \\ L_{L2} \\ L_{L3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.21835 & L_{L1} + 0.277 & L_{L2} + 0.1029 & L_{L3} \\ 0.06598 & L_{L1} + 0.1728 & L_{L2} + 0.0356 & L_{L3} \\ 0.05938 & L_{L1} + 0.10555 & L_{L2} + 0.03206 & L_{L3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 85.89 \\ 34.49 \\ 26.55 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} L_{L1} \\ L_{L2} \\ L_{L3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & .33071 & 0 & .46585 & 0 & .1586 \\ 0 & .11017 & 1 & .25317 & 0 & .05782 \\ 0 & .09365 & 0 & .16523 & 1 & .04916 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 85 & .89 \\ 34 & .49 \\ 26 & .55 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} L_{L1} \\ L_{L2} \\ L_{L3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 134 & .6 \\ 54 & .2 \\ 41 & .6 \end{bmatrix}$$

然后,再求  $Y_L$ ,

$$Y_L = \begin{bmatrix} L_{L1} \times 5(\text{年限}) \\ L_{L2} \times 10(\text{年限}) \\ L_{L3} \times 3(\text{年限}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 134 & .6 \times 5 \\ 54 & .2 \times 10 \\ 41 & .6 \times 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 673 \\ 542 \\ 124 & .8 \end{bmatrix}$$

至此,可求出基年劳动资料生产门类劳动资料最终产品列向量  $Y$ 。

$$Y = Y_L + L_C + Y_C = \begin{bmatrix} 673 \\ 542 \\ 124 & .8 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 900 \\ 600 \\ 300 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 225 \\ 542 \\ 124 & .8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1798 \\ 1442 \\ 469 & .8 \end{bmatrix}$$

基年劳动资料生产门类总产出列向量  $L$  为:

$$L = (I - A)^{-1} Y = \begin{bmatrix} 1 & .8734 & 0 & .554 & 0 & .686 \\ 0 & .2639 & 1 & .3456 & 0 & .2374 \\ 0 & .2375 & 0 & .2111 & 1 & .2137 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1798 \\ 1442 \\ 469 & .8 \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{bmatrix} 4489 & .5 \\ 2526 & .4 \\ 1301 & .6 \end{bmatrix}$$

再根据劳动资料生产门类直接消耗系数,计算每一劳动资料产品部门总产出对各劳动资料产品的消耗(折旧额)对活劳动的消耗,就可填制出为保障给定的消费资料生产门类以5%的年增长速度持续增长,基年劳动资料生产门类的投入产出表(见附表)。该表反映了为保障消费资料生产门类持续以5%的年增长速度增长,与之相配合协调的基年劳动资料生产门类总产出、最终产出及构成等情况。

上面我们只从劳动资料产品对消费资料生产门类持续以5%的年增长速度增长的保障方面,探讨了两大门类总产出及构成的相协调的比例关系。下面再从增长速度与积累率相互协调的关系方面讨论上面的举例。

我们先看上面举例的消费资料生产门类和劳动资料生产门类持续以5%的增长速度增长,积累率应保持什么水平?

设以5%年增长速度增长时的积累率为  $r$ 。

$$r = \frac{\text{基年用于扩大计划第一年两大门类生产的追加劳动资料产品之和} + \text{基年用于两大门类计划第一年新增劳动力消费的追加消费资料产品之和}}{\text{基年两大门类消耗劳动创造价值之和}}$$

基年用于扩大计划第一年两大门类生产的追加劳动资料产品之和为  $[1 \quad 1 \quad 1] \times (Y_L + Y_C) = 1909.8$ 。

基年用于计划第一年两大门类新增劳动力消费的追加消费资料产品之和为  $(1 - r)(N_L + N_C) = (1 - r)(185.6 + 190)$

基年两大门类消耗劳动创造价值之和为： $N_L + N_C = 3709.8 + 3800 = 7509.8$

将上述数据代入计算：

$$r = \frac{1909.8 + (1 - r)(185.6 + 190)}{7509.8}$$

$$r = \frac{2285.4}{7885.4} = 0.28983 = 28.983\%$$

这说明，两大门类的生产若以5%的年增长速度持续增长，积累率应保持在28.983%。

在我们举例的前提假定中，是假定消费资料生产门类的消费资料总产出构成，是与30%的积累率相适应的。28.983%与30%相差不大，只有1.017个百分点的误差，误差幅度3.4%，可以说影响不大。即，现实经济社会中，积累率30%的社会消费需求结构与积累率28.983%时的社会消费需求结构差别不大，可以忽略不计。

在上面的举例中，要求得更精确的年增长速度与积累率的协调配合，可在5%的速度基础上再调高零点一、二个百分点，继续试算一、二次，就可求出相当精确的增长速度与积累率的协调配合。

在前面举例中，我们看到这给出的方法虽然较为迂回，要试求几次。但是，它仍然揭示了增长速度、积累率、消费资料生产门类总产出构成及劳动资料生产门类总产出构成等诸因素的相互协调配合的比例关系。并且，相当精确，对研究现实经济社会物质扩大再生产，是有实用价值的。

在前面的举例讨论中，我们一直在探讨如何揭示和求得物质生产两大门类增长速度、积累率、消费资料生产门类总产出构成及劳动资料生产门类总产出构成等四因素之间的协调配合，没有论及劳动力增长率与上述四因素的协调。如果我们回顾一下两大门类生产增长速度5%的举例，会发现由于劳动资料生产门类和消费资料生产门类都是保持原有产出构成比例的前提下，以5%的增长速度持续增长，因而在计划期每一年用于扩大生产的上年追加的各种劳动资料产品也都以5%的增长速度增长，在劳动力劳动资料装备程度不变的前提下，两大门类生产增长5%，也必然要求劳动力也增长5%。这就是说如果在计划期劳动力持续以5%的速度增长，也就要求两大门类生产持续以5%的速度增长。揭示和确定了两大门类生产持续以5%的速度增长时，积累率、消费资料生产门类总产出构成、劳动资料生产门类总产出构成的协调配合比例，也就揭示和确定了劳动力在计划期持续以5%的增长速度增长时，与之相协调的两大门类生产增长速度、积累率、消费资料生产门类总产出构成和劳动资料生产门类总产出构成。

两大门类生产以5%的年增长速度持续增长的举例，就揭示了如果计划期劳动力持续以5%的速度增长，为使新增劳动力能够从事物质生产，积累率需保持28.983%，两大门类生产增长速度为5%，两大门类总产出构成如举例中的投入产出表所示。

至此，我们就探讨和给出了研究劳动力劳动资料装备程度不变类型物质扩大再生产时的劳动力增长率、积累率、两大门类生产增长速度、以及两大门类总产出构成等诸因素协调配合比例关系的方法。

上述方法是一种迂回的计算方法。之所以在探讨进行劳动力劳动资料装备程度不变类型的物质扩大再生产时，不能直接按照计划期劳动力增长率计算出与之相协调的积累率、及两大门类总产出构成等因素，是因为探讨上述因素协调关系的程序逻辑所决定的。

虽然能够推论出在进行劳动力劳动资料装备程度不变的物质扩大再生产时,为使计划期新增劳动力充分就业,社会物质生产(两大门类生产)增长速度必须等值于劳动力增长率。但却不能直接从已知所需的物质生产增长速度推论出此时积累率应保持在什么水平上,两大门类总产出构成应是怎样的。但是在预先确定积累率,进而确定了两大门类总产出构成的前提下,可推论出与之相协调的物质生产增长速度和劳动力增长率。所以,只能采取上述的较为迂回的方法来计算,求解进行劳动力劳动资料装备程度不变物质扩大再生产时,劳动力增长率、积累率、劳动资料生产和消费资料生产增长速度、及劳动资料和消费资料产出构成等诸因素的协调关系。虽然上述方法需要试算几次,但用电子计算机来处理会很快捷、很精确的求得结果。

附表反映了按上述方法计算出的一个计划年度的劳动资料门类和消费资料门类总产出增长速度及构成情况。







# 陕西省水资源优化利用模式研究

郭菊娥 何建武

(西安交通大学管理学院)

陕西省人均占有水资源仅为全国平均水平的50% ,水资源总量仅占全国1.6% ,缺水正成为制约人们日常生活和国民经济发展的主要问题。如何合理地进行水资源的开发和利用 ,是解决陕西省水资源供需矛盾的关键所在。

## 一、陕西省水资源开发利用的现状特征

### 1. 水利工程对城镇居民生活和生态环境影响的特征分析

水力发电的生产过程 ,不产生任何污染物质 ,有利于保护大气环境 ;燃煤发电的生产过程 ,要向大气排放烟尘、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 等有害气体 ,对大气环境造成污染。陕西省水电资源北有黄河南有长江 ,截止1997 年除了黄河天桥电站、汉江石泉、安康三座大中型水电站外 ,还有2459 处小水电站。1999 年全省水电总量为19.68 亿千瓦时 ,创造经济效益4.92984 亿元(其测算公式见参考文献[1])。以水力发电提供的电量所替代的等量煤电估算 ,全省利用水力发电减少向大气排放的CO<sub>2</sub> 约232.6 吨 ;氮氧化物约8608.8 吨 ,SO<sub>2</sub> 约46523.24 吨。

水利工程是人工配置水资源、改善人民生活和保护环境的有效措施。据统计调查资料 ,1999 年底陕西省有86.39% 的城镇居民家庭使用独用自来水 ,有12.25% 的城镇居民家庭使用的是公用自来水 ,只有1.36% 的城镇居民家庭没有自来水 ;全省城镇生活用水从1980 年的2.51 亿CM 增加到1997 年的3.42 亿CM ,这说明水利工程建设为城镇人民生活提供了必要的水源保障 ;1997 年陕西省日处理污水能力为30 万吨 ,年处理能力为0.98 亿CM ,污水处理工程的建设 ,一方面能减少污水实际排放量 ,另一方面可以提高水的重复利用率 ;1999 年底陕西省水土保持造林面积已达497.013 万公顷 ,有效地防止了陕西省水土流失面积的进一步扩大 ;陕西省利用三分之一的农田灌溉面积 ,生产了全省三分之二的粮食 ,体现了兴修水利工程有利于提高粮食产量和改善人民生活水平。

### 2. 水资源开发利用对城乡经济发展的贡献

对城市(或城镇)经济发展的贡献主要由城市(或城镇)工业供水和生活供水的经济效益来衡量。供水工程投资是工业生产总投资的主要组成部分。换句话讲 ,工业生产效益中包含了供水工程的效益。故根据效益分摊法给出城市工业供水和生活供水效益的测量公式如下 :

$$\text{城市工业供水效益 } B = W \div q \times I \times \quad (1)$$

本文受国家自然科学基金重点基金资助(项目编号 70131002)

$$\text{城市生活供水效益 } C = B \times \frac{\text{城市生活用水量}}{\text{工业用水量}} \quad (2)$$

其中,  $W$  为工业年供水量,  $q$  为工业生产万元产值的用水量,  $r$  为工业生产净产值率;  $\alpha$  为供水效益分摊系数(按1.5%计算);详细测算数据见表1所示。

表1 陕西省水资源开发利用对城乡经济发展的贡献

名称 \ 特征	城市工业供水效益 (亿元)	城市生活供水效益 (亿元)	农村人畜饮水效益 (亿元)	灌溉面积对粮食 增产的贡献率(%)
陕西省 (1999年)	6.07404	1.51851	1.4669	90.8*
全国年平均 (1988~1998年)	108.97	27.2	20.9	92
陕西省/全国(%)	5.5	5.6	7	98

注: 计算陕西省与全国的城市工业供水效益时  $r$  取值为0.28(1988~1999年间全国工业生产净产值率在0.28~0.29范围内波动)。

\*表示灌溉面积是粮食总产量的Granger原因的概率,其中灌溉面积仅包括水田和水浇地,比一般有效灌溉面积小。

对乡村经济发展的贡献主要由农村人畜饮水的效益和农田灌溉面积对粮食增产的贡献率来测量。农村人畜饮水经济效益的测算方法是按城市生活供水效益70%匡算,即:

$$D = B \times \alpha \times 0.7 \quad (3)$$

其中,  $B$  为城市工业供水经济效益;  $\alpha$  为修正系数,其取值为农村人畜饮水量/城市生活用水量,全国一般为1.1,陕西省为1.38;  $D$  的测算详细数据见表1所示。

农田灌溉面积对粮食增产的贡献率按照Granger因果关系检验进行测算,构造如下模型:

$$Y_t = \sum_{i=1}^m a_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k b_j X_{t-j} + \epsilon_t \quad (4)$$

如果  $b_j = 0$ , 对任何给定的  $j = 1, 2, \dots, k$  均成立, 则称  $X_t$  在格兰杰意义下不是  $Y_t$  的原因(检验方法见参考文献[2])。其中  $X_t$  为灌溉面积的差分序列,  $Y_t$  为粮食产量的差分序列, 测算结果见表1所示。

表1的测算数据表明,陕西省的城市工业供水效益、城市生活供水效益、农村人畜饮水效益和灌溉面积对粮食增产的贡献率分别相当于全国年平均水平的5.5%、5.6%、7%和0.98%,远远高于陕西省水资源总量占全国总量1.6%的水平。据统计资料,1997年陕西省工业用水量中地下水的比率已达73.92%,全省地下水开采量已达36.46亿 $\text{CM}^3$ , 占全省总供水量的44%;全国1999年地下水总供水量仅占总供水量的20.21%。以上数据资料说明,陕西省是利用低成本的地下水的严重超采,来提高水资源总体开发利用的效益,进而造成全省工业用水1997年的重复利用率仅为30~50%,农田灌溉水的利用系数仅为0.5左右,导致地下水位持续大面积下降(据资料分析,关中地区潜水地下水位1995年已大面积下降0.7万 $\text{KM}^2$ ,占监测面积的35%)。

## 二、陕西省水资源投入占用产出分析

陕西省水资源投入占用产出分析,着重利用陕西省1997年水资源投入占用产出表

(该表是在原陕西省1997年40部门投入产出表的基础上添加了占用部分和水资源的利用量,将40部门扩充为47部门,并将其划分为非水利部门和水利部门,各部门名称详见表3)的数据资料信息,一方面定量测算各部门万元产值新鲜水(包括地下水和地表水,下同)的直接消耗系数、完全消耗系数(含固定资产占用部分,下同)、用水乘数、直接附加价值系数和工业回用水率(详细各系数指标的计算公式见表2,各指标的测算结果见表3);另一方面定量测算水利部门的影响力系数、感应度系数(详细各指标的计算公式见表4,各指标的测算结果见表5),来分析水资源的利用效果和水利部门与其它部门间的联系,揭示陕西省水资源开发利用的特征,为探索水资源优化利用模式提供依据。

表2 各部门新鲜水直耗、完耗等系数的测算公式

名称	测算公式及其解释
新鲜水直接消耗系数 $w_j$	$w_j = \frac{Q_j}{X_j}$ , $Q_j$ 为j部门新鲜水的使用量(单位:万立方米); $X_j$ 为j部门的总产出(单位:万元); $w_j$ 为j部门实现每万元产值使用新鲜水的数量
新鲜水完全消耗系数 $\bar{w}_j$	$\bar{w}_j = w_j + \sum_{k=1}^{47} \bar{w}_{kj} + \sum_{s=1}^{47} \bar{w}_{sj} d_{sj}$ , $\bar{w}_{kj}$ 为j部门生产单位产值对k部门产品的直接消耗系数; $d_{sj}$ 为s部门固定资产的折旧率; $\bar{w}_{sj}$ 为j部门单位产值对s部门固定资产的占用数量; $\bar{w}_j$ 为j部门实现每万元产值对新鲜水的直接消耗与间接消耗之和
回用水率 $r_j$	$r_j = \frac{R_j}{Q_j + R_j}$ , $R_j$ 为j部门回用水的使用量(单位:万立方米); $Q_j + R_j$ 代表用水总量; $r_j$ 反映j工业部门对水资源的重复使用情况
新鲜水的直接附加价值系数 $AVC_j$	$AVC_j = \frac{V_j}{Q_j}$ , $V_j$ 为j部门的最初投入(即j部门的增加值); $AVC_j$ 反映j部门水资源利用的效益

注:新鲜水用水乘数  $m_j$  为j部门新鲜水的完全消耗系数  $\bar{w}_j$  与直接消耗系数  $w_j$  之比

从表3的测算结果可以看出:农业(不含淡水养殖业)是消耗新鲜水的大户,不仅对新鲜水的直接消耗系数最大,而且完全消耗系数也最大,但用水乘数和直接附加价值系数最低,说明陕西农业水资源的利用效率相对其他46部门极低;旅客运输业(不含淡水客运业)、饮食业、商业和科学研究事业,它们不仅对新鲜水的直耗系数相对很低,而且直接附加价值系数和用水乘数相对较大,一方面说明它们与其它部门的联系广泛密切,另一方面说明它们是陕西省经济发展应该大力发展的关键部门,这对于一个严重缺水的省份来说,不仅有利于节约水资源的使用,而且有利于提高水资源的利用效益;电力及蒸汽热水生产和供应业(不含水电)、化学工业、纺织业、金属冶炼及压延加工业,它们对新鲜水消耗的回用水率很高,但对新鲜水的直接消耗和完全消耗系数也相对较大,直接附加价值系数较低,揭示对这些部门的发展,一方面应提高其回用水率和附加价值系数,另一方面限制对新鲜水的直接消耗;造纸印刷及文教用品制造业和淡水养殖业,它们不仅对新鲜水的直接消耗和完全消耗系数相对很大,而且直接附加价值系数相对较低,说明在陕西省经济发展中应限制其发展来节约水资源,以改变陕西水资源严重短缺的格局。

从表5的测算结果可以看出:自来水生产和供应业、污水处理业和水力发电部门不仅影响力系数大于1,而且感应度系数也大于1,揭示它们与上下游部门的关系比较密切,

表3 各部门新鲜水直耗系数、完耗系数、用水乘数、直接附加价值系数和回用水率一览表

部 门	直接消耗系数		完全消耗系数		用水乘数		回用水率		直接附加价值系数	
	数值	序号	数值	序号	数值	序号	数值 (%)	序号	数值	序号
农业(不含淡水养殖)	0.13273235	1	0.1960036	1	1.47668296	45	0		4.44128487	46
煤炭采选业	0.00055642	42	0.03215362	39	57.78632000	5	63.156	6	1025.406366	5
石油和天然气开采业	0.00060671	41	0.01679852	45	27.68793664	13	56.421	8	1356.377242	4
金属矿采选业	0.00075455	40	0.03358804	38	44.51404793	8	21.684	18	410.9618779	11
非金属矿采选业	0.00181046	28	0.02960833	40	16.35402339	24	57.466	7	320.3336907	17
食品制造及烟草加工业	0.00554383	16	0.12888900	2	23.24908721	15	27.809	15	38.28956325	36
纺织业	0.00872373	11	0.10071716	4	11.54518981	29	70.964	4	29.34951273	38
服装皮革羽绒及其他纤维制品制造业	0.00666617	14	0.08415735	7	12.62454726	28	6.662	21	42.32754197	34
木材加工及家具制造业	0.00590252	15	0.05737454	13	9.72034526	30	25.466	17	57.95880865	31
造纸印刷及文教用品制造业	0.03265781	2	0.12248827	3	3.75065758	40	34.168	11	8.01394345	44
石油加工及炼焦业	0.01519099	7	0.03523925	33	2.31974677	44	4.885	22	20.73896895	40
化学工业	0.01692228	6	0.09634081	5	5.69313521	36	81.462	2	13.93593806	43
非金属矿物制品业	0.00284205	23	0.03780091	30	13.30056409	27	38.051	10	125.719082	25
金属冶炼及压延加工业	0.03006714	4	0.08108662	8	2.69685153	42	69.137	5	5.79834097	45
金属制品业	0.00697929	13	0.05054430	20	7.24204061	34	14.970	20	47.87448242	32
机械工业	0.01188990	8	0.05624478	14	4.73046731	38	51.937	9	26.44573152	39
交通运输设备制造业	0.00222344	26	0.04164152	27	18.72840200	22	27.717	16	148.9230761	21
电气机械及器材制造业	0.00270892	24	0.05611531	15	20.71502588	19	30.499	12	63.38460255	30
电子及通信设备制造业	0.00284745	22	0.04507048	24	15.82836144	26	16.410	19	98.39193134	28
仪器仪表及文化办公用机械制造业	0.00981721	9	0.03848720	29	3.92037973	39	28.611	14	41.75243221	35
机械设备修理业	0.00954923	10	0.04897772	22	5.12897218	37	0	25	35.03807691	37
其他制造业	0.00197993	27	0.04550040	23	22.98084125	16	2.294	24	324.3782949	16
废品及废料	0.00371020	20	0.00371020	46	1.00000000	46	2.294	23	269.5273638	18
电力及蒸汽热水生产和供应业(不含水电)	0.02402599	5	0.06826190	10	2.84116925	41	94.753	1	15.71488222	42
煤气生产和供应业	0.00130722	34	0.05481688	17	41.93406911	9	80.892	3	102.2733401	27
建筑业(不含水利建筑业)	0.00175640	31	0.03577389	32	20.36773336	20	0		177.3772081	20
货物运输及仓储业(不含淡水运输业)	0.00443139	19	0.03446937	35	7.77846369	32	0		139.660016	22
邮电业	0.00137429	33	0.04907218	21	35.70722900	10	0		333.142578	15
商业	0.00079793	39	0.06186320	11	77.52983670	4	0		400.9866426	12
饮食业	0.00045254	43	0.09385073	6	207.3880890	2	0		890.4173427	6
旅客运输业(不含淡水客运业)	0.00018842	45	0.04269492	26	226.5940326	1	0		2466.782057	2
金融保险业	0.00099786	38	0.03491202	34	34.98682639	11	0		647.117916	8
房地产业	0.00103165	37	0.05126487	19	49.69211341	6	0		794.3122225	7
社会服务业(不含污水处理)	0.00758223	12	0.05771251	12	7.6154884	33	0		43.48536211	33
卫生体育和社会福利业	0.00172298	32	0.03896904	28	22.61729577	17	0		344.7138951	13
教育文化艺术及广播电影电视业	0.00043960	44	0.02146726	43	48.83389267	7	0		1735.286285	3

续表

部 门	直接消耗系数		完全消耗系数		用水乘数		回用水率		直接附加价值系数	
	数值	序号	数值	序号	数值	序号	数值 (%)	序号	数值	序号
科学研究事业	0.00010613	46	0.02080271	44	196.0194514	3	0		4099.126751	1
其他综合技术服务业(不含水生态和水利管理)	0.00109734	36	0.02913226	41	26.54808458	14	0		504.3792831	9
行政机关及其他行业	0.00124412	35	0.03675753	31	29.54491451	12	0		418.9813088	10
水利建筑业	0.00175640	30	0.03400159	37	19.35868278	21	0		192.222329	19
水生态建设业	0.00549080	17	0.03441699	36	6.26811768	35	0		98.18533658	29
水利管理业	0.00179296	29	0.02860879	42	15.95619871	25	0		338.4222393	14
自来水生产和供应业	0.00499944	18	0.04489123	25	8.97924752	31	28.815	13	112.3490346	26
污水处理业	0.00261793	25	0.05580579	16	21.31673456	18	0		125.9451528	24
水力发电	0.00288246	21	0.05374918	18	18.64697212	23	0		133.0484445	23
内河航运业	0	47	0	47	0	47	0		0	47
淡水养殖业	0.03152886	3	0.07641243	9	2.42357097	43	0		19.32646842	41

注：序号是按各系数指标值由大到小排序而得

回用水率仅计算工业部门

本表数据结果是利用陕西省1997年水资源投入占用产出表(由本文作者编制)的数据并依据表2的测算公式计算获得

表4 水利部门的影响力系数、感应度系数测算公式

名称	测算公式及其解释	特征说明
感应度系数 $i$	$i = \frac{\sum_{j=1}^{47} h_{ij}^*}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{47} \sum_{j=1}^{47} h_{ij}^* \right)}$ <p>其中 <math>H^* = (h_{ij}^*)_{47 \times 47} = (I - H - D)^{-1} H</math>, <math>H = (h_{ij})_{47 \times 47}</math>, 且 <math>h_{ij} = X_{ij}/X_i</math>.  <math>H</math> 为分配系数矩阵, <math>D</math> 为固定资产直接占用系数矩阵; <math>D</math> 为固定资产折旧率的对角矩阵</p>	$i$ 说明第 $i$ 部门单位增加值对各部门产出的推动程度, 反映第 $i$ 部门与它的下游部门间的联系。
影响力系数 $j$	$j = \frac{\sum_{i=1}^{47} b_{ij}}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{47} \sum_{j=1}^{47} b_{ij} \right)}$ <p>其中 <math>B = (b_{ij})_{47 \times 47} = (I - A - D)^{-1} A</math>, <math>A = (a_{ij})_{47 \times 47}</math>, 且 <math>a_{ij} = X_{ij}/X_j</math>.  <math>A</math> 为分配系数矩阵, <math>D</math> 和 <math>D</math> 同上。</p>	$j$ 说明第 $j$ 部门单位增加值对各部门总产出的需求程度, 反映第 $j$ 部门与它的上游部门间的联系。

表5 水利部门的影响力系数、感应度系数测算结果

部 门	影响力系数	感应度系数
水利建筑业	1.08277730	0.28372347
水生态建设业	0.84373843	0.50295633
水利管理业	0.77861787	0.51084280
自来水生产和供应业	1.05461916	3.73435653
污水处理业	1.17206421	1.34767171
水力发电	1.32193471	1.39634996
内河航运业	0.33485235	0.27280630

且是全省水利部门的主导生产部门；水利建筑业的影响力系数大于1，感应度系数小于1，说明它与它的上游部门联系密切，而与它的下游部门联系相对就比较差，揭示水利建筑业是水利部门的基础产业，对其他部门影响不大，但其他部门的影响力可以带动其发展；水利管理业、淡水养殖业和内河航运业的影响力系数与感应度系数都小于1，说明陕西省这三个部门的发展与其他部门的联系比较弱。

### 三、陕西省水资源优化利用模式分析

陕西省水资源严重短缺、地下水过度开采和污水处理能力低下的客观现实条件，从可持续发展和生态环境保护的视角，决定陕西省水资源优化利用应以“开源节流、有效供给”作为发展战略。“开源”一方面应大力兴修水利工程和供水工程（截止97年底陕西省的蓄水工程数量太少，且没有一座控制性的蓄水工程），提高地表新鲜水的供应量；另一方面应借助西部大开发的机遇广开水源，加快水土保持林建设，合理规划南水北调工程，从根本上保护水资源和解决缺水问题。“节流”一方面应改进农村供水灌溉条件，使消耗新鲜水的大户（农业）大大降低对水的消耗并能有效满足灌溉需求，提高水资源的利用率；另一方面加快污水处理设施建设，控制造纸印刷及文教用品制造业和淡水养殖业的发展，合理指定水资源利用价格，提高水资源重复利用率并有效控制污水排放，保护水资源环境。有效供给一方面保障城镇居民生活用水的客观要求，提高人民生活水平；另一方面满足各部门正常生产运转用水量的实际需要，并提高用水的经济效益。

为了制订有效的水资源开发利用规划，本文利用1997年水资源投入占用产出表的数据资料，定量测算陕西省第j水利部门增加单位投入对整个国民经济其它部门的拉动作用（即增加水利基础部门的投入对整个国民经济的带动作用），其测算公式为：

$$U_j = \sum_{i=1}^{47} X_i, \quad X = (I - H^T - D)^{-1} C$$

其中， $X = (X_1, X_2, \dots, X_{47})^T$ ， $H = (H_{ij})_{47 \times 47}$  且  $H_{ij} = X_{ij}/X_i$  为直接供给系数， $C = (C_1, C_2, \dots, C_{47})^T$  为最初投入增量向量，并假定增加第j水利部门单位总投入时，其它各部门总投入的变化都体现在中间投入上，即  $C_k = 0 (k \neq j)$ 。经过实际测算获得，自来水生产和供应业的整体拉动作用是增加本部门投资的10.26倍；污水处理业的拉动作用是增加本部门投资的4.72倍；水力发电的拉动作用是增加投入的3.98倍，而水利管理业、水生态建筑业和水利建筑业的拉动作用分别仅有1.80倍、1.78倍和1.01倍。以上数据测算结果说明陕西省在财力有限的情况下，应把资金集中投入在拉动作用相对较大的水利部门，提高资金的使用效益并改善水利部门的条件。在此基础上提出陕西省（第t年）水资源优化利用模拟模型如下：

目标函数：对新鲜水的直接消耗量最小

$$\min Z(t) = \sum_{j=1}^{47} w_j(t) X_j(t)$$

其中， $w_j(t)$  为t年j部门万元产值对新鲜水的直接消耗系数， $X_j(t)$  为j部门t年的总产出。

约束条件：

陕西省国内生产总值计划实现值  $Z_0(t)$  约束,即

$$\sum_{i=1}^{47} X_i(t) - \sum_{i=1}^{47} \sum_{j=1}^{47} a_{ij}(t) X_j(t) \leq Z_0(t)$$

其中  $a_{ij}(t)$  为  $t$  年  $j$  部门对  $i$  部门的直接消耗系数

各部门产品的生产和使用平衡约束,即

$$\sum_{j=1}^{47} a_{ij}(t) X_j(t) - Y_i(t) \leq X_i(t) \quad i = 1, 2, \dots, 47$$

其中,  $\sum_{i=1}^{47} Y_i(t) = Z_0(t)$ ,  $Y_i(t)$  为  $t$  年  $i$  部门需要提供的最终产品数量

水利各部门投资供给约束,即

$$\sum_{i=1}^8 W_i(t) \leq W(t) + W_0(t)$$

其中,  $W(t)$  为  $t$  年陕西省对水利部门的直接投资总额,  $W_0(t)$  为  $t$  年省外(包括国家)对陕西省水利部门的直接投资总额,  $W_i(t)$  为  $t$  年对第  $i$  水利部门的投资总额。

水利各部门投资拉动效益约束,即

$$I_i(t) \leq \sum_{i=1}^8 W_i(t) I_i(t) \leq \bar{I}_i(t)$$

其中  $I_i(t)$  为  $t$  年水利部门的拉动系数,  $\bar{I}_i(t)$  为拉动的最低要求,  $\bar{I}_i(t)$  为拉动要实现的最大要求。

水资源总量约束,即

$$\sum_{j=1}^{47} W_j(t) X_j(t) \leq W^*(t)$$

其中,  $W^*(t)$  为新鲜水陕西省  $t$  年的总拥有量。

变量的上、下限约束

$$\begin{aligned} a_i &\leq X_i(t) \leq b_i \\ c_i &\leq Y_i(t) \leq d_i \\ e_i &\leq W_i(t) \leq f_i \end{aligned}$$

其中  $a_i$  和  $b_i$  为  $t$  年陕西省第  $i$  部门最低和最高总产出要求,  $c_i$  和  $d_i$  为  $t$  年陕西省第  $i$  部门需要提供最终产品的最低和最高需要量,  $e_i$  和  $f_i$  为  $t$  年陕西省第  $i$  水利部门必须投入资金的最低和最高投资额。

陕西省水资源优化利用模式是在优化利用模拟模型的基础上,结合陕西省的实际情况选择适宜的方案。

### 参 考 文 献

- [1] 陆孝平等, 建国40年水利建设经济效益, 河海大学出版社, 1993年
- [2] Granger, C. W. J. "Investigating Causal Relation by Econometric Models and Cross - Spectral Methods" *Econometric* 37, 1969, p424 - 438

# RAS 方法的一种改进算法

唐焕文<sup>1</sup> 张红霞<sup>2</sup> 林建华<sup>1</sup>

(1.大连理工大学管理科学与工程研究所

2.中国科学院数学与系统科学研究院)

## 一、引言

直接消耗系数在投入产出模型特别是动态投入产出模型的应用中处于非常重要的地位。直接消耗系数反应了部门间的经济技术关系,它随着经济环境,技术水平等因素的变化而变化,因此,不同时期的直接消耗系数是不同的,在应用中,特别是在进行中长期经济预测时,应对其进行调整,以使模型与现实经济状况相符合。

直接消耗系数矩阵的修正方法大致可分为两种:一是对所有系数进行调整,如(1)重新计算直接消耗系数阵(2)RAS修正方法<sup>[1]</sup>。其中,方法(1)要耗费大量人力物力财力,且花费时间长;二是对直接消耗系数矩阵中的某些系数进行修正,如:重点系数修正法<sup>[2]</sup>,唐小我的矩阵摄动法<sup>[5]</sup>,等等。这类方法只能确定哪些系数需要修正,而调整多少,则需另寻途径。

目前,世界各国普遍采用的一种修订直接消耗系数的方法,是英国著名经济学家STONE教授及其助手所提出的RAS方法。其主要特点是修订工作量少,花费的时间少,在一定条件下根据少量数据即可很快得到修正结果。但是其修正效果不太理想。RAS方法在应用上有多种形式,比如唐小我的矩阵逼近法<sup>[4]</sup>就是其中一种形式。本文提出另一种应用方法,以期提高应用效果。

## 二、RAS 方法概述

RAS方法的基本思路是:

根据过去已编制的 $T-N$ 期和 $T$ 期的两个直接消耗系数矩阵 $A$ 和 $B$ ,找出两套乘数:替代乘数矩阵 $R$ 和制造乘数矩阵 $S$ , $R$ 和 $S$ 均为正的对角阵, $R$ 表示代替的影响,即中间产品 $i$ 被其它产品代替或代替其它产品的程度; $S$ 表示制造的影响,即由于生产工艺过程变动而引起的中间投入与总投入之比的变动程度。假定上述两种影响一致发生作用。于是我们有 $B = RAS$ 。计算 $R$ 和 $S$ 每年平均变化率为 ${}^N R$ , ${}^N S$ 。将其引伸,即可推算出预期的第 $T+K$ 期的直接消耗系数矩阵为 $({}^N R)^K B ({}^N S)^K$ 。

RAS方法的关键是确定 $R$ 阵和 $S$ 阵。由 $B = RAS$ 得:

$$b_{ij} = r_i a_{ij} s_j \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n \quad (1)$$

这是包含  $n^2$  个方程的方程组, 而未知数为  $2n$  个, 对于  $n > 2$ , 式(1) 通常为矛盾方程组。目前求解(1) 的方法常为: 由(1) 确定出  $2n$  个方程, 并据此解出  $r_i$  和  $s_i$ 。但有  $n^2 - 2n$  个方程式的信息没有用上,  $B$  的大多数元素与 RAS 的元素有差异, 甚至差异明显。

本文从优化模型的角度出发, 探讨  $R$  与  $S$  阵的求法。

### 三、求 $R$ 和 $S$ 的优化模型

方程组(1) 用的信息仅为直接消耗系数阵本身所提供的, 投入产出的其它信息则没有用上。现在充分利用投入产出表信息, 设法构造一个体现 RAS 与  $B$  逼近程度的函数, 建立优化模型。

把 RAS 看作是对实际的  $B$  的逼近, 构造差矩阵:

$$A = B - RAS$$

引入矩阵范数度量  $B$  与 RAS 差别的大小。采用  $F$  范数  $A =$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - r_i a_{ij} s_j)^2$$

由第  $T$  年的投入产出行模型和列模型得:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n r_i a_{ij} s_j X_j + Y_j &= X_i \quad i = 1, \dots, n \\ (1 - \sum_{i=1}^n r_i a_{ij} s_j) X_j &= N_j \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

其中  $X_i$  为各部门产出,  $Y_i$  为各部门最终使用,  $N_j$  为各部门最初投入  
思路(1): 以  $A$  为目标函数(2) 式为约束条件, 建立优化模型:

$$\begin{cases} \min A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - r_i a_{ij} s_j)^2 \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n r_i a_{ij} s_j X_j + Y_i + \bar{r}_i - \bar{s}_i = X_i \quad i = 1, \dots, n \\ (1 - \sum_{i=1}^n r_i a_{ij} s_j) X_j + \bar{r}_j - \bar{s}_j = N_j \quad j = 1, \dots, n \\ r_i > 0, \bar{r}_i > 0, \bar{s}_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (3)$$

思路(2): 在实际经济运行中, 投入产出行模型并不是严格等式, 而往往为:

$$\sum_{j=1}^n r_i a_{ij} s_j X_j + Y_i \leq X_i \quad i = 1, \dots, n$$

因此, 优化模型(3) 可改写为:

$$\begin{cases} \min A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - r_i a_{ij} s_j)^2 \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n r_i a_{ij} s_j X_j + Y_i \leq X_i \quad i = 1, \dots, n \\ (1 - \sum_{i=1}^n r_i a_{ij} s_j) X_j = N_j \quad j = 1, \dots, n \\ r_i > 0, \bar{r}_i > 0, \bar{s}_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n \end{cases} \quad (4)$$

上面建立了求解  $R$  和  $S$  的优化模型。

#### 四、以优化模型为基础的 RAS 算法

STEP1 取得基础数据。选取某地或某部门第  $T - N$  期及第  $T$  期的投入产出表,设其直接消耗系数阵分别为  $A$  和  $B$ ,第  $T$  期各部门产出  $X_i$ ,最终使用  $Y_i$ ,最初投入  $N_i$ ;

STEP2 确定  $R$  阵和  $S$  阵

(1) 建立优化模型(3)或(4);

(2) 求解优化模型(3)或(4),得到  $R$  阵和  $S$  阵;

STEP3 用  $R$  阵和  $S$  阵计算第  $T + K$  期的直接消耗系数阵  $A_{T+K}$

(1) 计算  $R = {}^N R, S = {}^N S$ ;

(2) 计算  $A_{T+K} = RBS$ , 结束。

其中STEP2中优化模型的求解方法可以采用SUMT外点法(惩罚函数法)<sup>[3]</sup>,乘子法或极大熵方法<sup>[6]</sup>。SUMT外点法的基本思想是把约束优化问题转化为求解一系列无约束优化问题。对于问题

$$\begin{cases} \min f(x) \\ \text{s.t. } g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, m \\ h_j(x) = 0 \quad j = 1, \dots, l \end{cases}$$

构造罚函数  $F(x, \mu) = f(x) + P(x)$ , 其中  $P(x) = \sum_{i=1}^m (g_i(x))^2 + \sum_{j=1}^l (h_j(x))^2$ ,  $g_i(x) = [\max\{0, -g_i(x)\}]^2$ ,  $h_j(x) = |h_j(x)|^2$ , 是足够大的正数。SUMT外点法的计算步骤如下:

STEP1 选取初始点  $x^{(0)}$ , 初始罚因子  $\mu_1$ , 放大系数  $C \in [2, \infty)$ , 允许误差  $\epsilon > 0$ , 置  $K = 1$ ;

STEP2 以  $x^{(k-1)}$  为初始点, 求解无约束问题

$$\min f(x) + \mu_k P(x)$$

设所得极小点为  $x^k$ ;

STEP3 若  $\mu_k P(x^{(k)}) < \epsilon$  则停止计算, 以点  $x^{(k)}$  作为原问题最优解; 否则, 令  $\mu_{k+1} = C \mu_k$ , 置  $K = K + 1$ , 转STEP2。

#### 五、算例及分析

下面我们以1992年及1995年全国投入产出表的数据为基础,运用本文提出的方法进行计算和分析。所用的基础数据如下:

设1995年的直接消耗系数阵为  $B$ , 1992年的直接消耗系数阵为  $A$ , 1995年各部门产出为  $X_i$ , 最终使用为  $Y_i$ , 各部门增加值为  $N_i$ , 以表中数据为基础, 建立优化模型:

表1 1992 年全国六部门直接消耗系数表

部门 指标	农 业	工 业	建 筑 业	运 邮 业	商 业	非 物 质 部 门
农业	0 .1392848	0 .0785965	0 .0035416	0 .0000940	0 .0325312	0 .0053069
工业	0 .1566295	0 .5025068	0 .5636854	0 .3395938	0 .2405449	0 .2637755
建筑业	0 .0001379	0 .0004512	0 .0068616	0 .0013939	0 .0089830	0 .0148267
运邮业	0 .0112111	0 .0177346	0 .0298471	0 .0141536	0 .1107633	0 .0412210
商业	0 .0215670	0 .0746723	0 .0859055	0 .0487761	0 .0401158	0 .0453821
非物	0 .0269433	0 .0405158	0 .0142608	0 .0357798	0 .1088013	0 .0980941

表2 1995 年全国六部门直接消耗系数表

部门 指标	农 业	工 业	建 筑 业	运 邮 业	商 业	非 物 质 部 门
农业	0 .1723385	0 .0766844	0 .0042798	0 .0001093	0 .0326562	0 .0062277
工业	0 .1725820	0 .5328545	0 .5814694	0 .3488242	0 .1852587	0 .2678047
建筑业	0 .0001918	0 .0005941	0 .0084118	0 .0016960	0 .0076242	0 .0150449
运邮业	0 .0137386	0 .0191732	0 .0319709	0 .0106625	0 .0749433	0 .0254958
商业	0 .0220524	0 .0622525	0 .0708339	0 .0340253	0 .0302791	0 .0392910
非物	0 .0213770	0 .0216634	0 .0125829	0 .0223879	0 .1294834	0 .0949181

表3 所需的其它投入产出表数据：

1995 年各部门产出及最终使用,各部门增加值

单位:亿元

部门 指标	农 业	工 业	建 筑 业	运 邮 业	商 业	非 物 部 门
产出	20341 .0	91894 .03	13401 .9	4283 .751	11001 .359	15622 .88
最终使用	9274 .25	23908 .35	12904 .5	545 .455	2790 .147	10025 .384
增加值	12158 .2	26353 .19	3892 .60	2494 .41	5938 .04	8611 .611

$$\begin{cases}
 \min A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - r_i a_{ij} s_j)^2 \\
 \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n r_i a_{ij} s_j X_j + Y_i = X_i \quad i = 1, \dots, n \\
 (1 - \sum_{i=1}^n r_i a_{ij} s_j) X_j = N_j \quad j = 1, \dots, n \\
 r_i > 0 \quad s_j > 0 \quad i = 1, \dots, n
 \end{cases}$$

用上述的非线性优化方法求解,所得结果如下：

最小值为 0 .00617

R 阵为：

$$R = \begin{pmatrix} 0.6038264 & & & & & & \\ & 0.6192538 & & & & & \\ & & 0.6372169 & & & & \\ & & & 0.5432804 & & & \\ & & & & 0.4970308 & & \\ & & & & & 0.4558672 & \\ & & & & & & \end{pmatrix}$$

S 阵为：

$$S = \begin{pmatrix} 1.913086 & & & & & & \\ & 1.681554 & & & & & \\ & & 1.685432 & & & & \\ & & & 1.609759 & & & \\ & & & & 1.513769 & & \\ & & & & & 1.689278 & \\ & & & & & & \end{pmatrix}$$

根据上面的 R 阵和 S 阵,用 RAS 法求得的 1995 年直接消耗系数表为：

部门 指标	农 业	工 业	建筑业	运邮业	商 业	非物部门
农业	0.1608979	0.0798043	0.0036043	0.0000914	0.0297353	0.0054132
工业	0.1855567	0.5232647	0.5883242	0.3385238	0.2254885	0.2759333
建筑业	0.0001681	0.0004835	0.0073693	0.0014298	0.0086649	0.015960
运邮业	0.0116521	0.0162015	0.0273299	0.0123780	0.0910918	0.0378306
商业	0.0205073	0.0624099	0.0719640	0.0390257	0.0301827	0.0381039
非物部门	0.0234976	0.0310580	0.0109570	0.0262565	0.0750813	0.0755409

比较上表与表 4—2(1995 年实际的直接消耗系数表):二者所有系数中最大偏差为 0.0544021( $a_{65}$ ),最小偏差为 0.0000179( $a_{14}$ ),平均为 0.0069501,可以看出,大部分系数相差不多,由 A 的最小值可知总体逼近效果良好。将两表分别与表 4—1(1992 年直接消耗系数表)相比较,显然它们体现出相同的变动趋势,比如  $a_{11}$  增大,  $a_{12}$  增大,  $a_{25}$  减小,  $a_{62}$  减小,等等。由此,可以利用上面的 R 阵和 S 阵求得 1995 年以后年份的直接消耗系数阵。比如求 1996 年的直接消耗系数阵:

(1) 计算  $R = {}^3R$  和  $S = {}^3S$ 。

$$R = \begin{pmatrix} 0.8452218 & & & & & & \\ & 0.8523597 & & & & & \\ & & 0.8605229 & & & & \\ & & & 0.8159709 & & & \\ & & & & 0.7921263 & & \\ & & & & & 0.7696255 & \\ & & & & & & \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{pmatrix} 1 & .241399 & & & & & \\ & 1 & .189151 & & & & \\ & & 1 & .190064 & & & \\ & & & 1 & .171980 & & \\ & & & & 1 & .148206 & \\ & & & & & 1 & .190969 \end{pmatrix}$$

(2) 计算1996年的直接消耗系数阵  $A_{1996} = RBS$ 。

以表格形式给出：

部门 \ 部门	农 业	工 业	建筑业	运邮业	商 业	非物部门
农业	0 .1808275	0 .0770752	0 .0043049	0 .0001083	0 .0316925	0 .0062690
工业	0 .1826122	0 .5400929	0 .5898209	0 .3484575	0 .1813098	0 .2718576
建筑业	0 .0002049	0 .0006079	0 .0086143	0 .0017104	0 .0075331	0 .0154188
运邮业	0 .0139164	0 .0186040	0 .0310456	0 .0101966	0 .0702146	0 .0247767
商业	0 .0216851	0 .0586392	0 .0667738	0 .0315876	0 .0275396	0 .0370670
非物	0 .0204239	0 .0198264	0 .0115247	0 .0201936	0 .1144230	0 .0870019

### 参 考 文 献

- [1] 钟契夫等,投入产出分析,北京:中国财政经济出版社,1993
- [2] 庞皓,向蓉美,投入产出分析,成都:西南财经大学出版社,1989
- [3] 唐焕文,秦学志,最优化方法,大连:大连理工大学出版社,1994
- [4] 唐小我,RAS方法的改进算法,电子科技大学学报,1992,NO.1,98—103
- [5] 唐小我,修订直接消耗系数的一种新方法,预测,1991,NO.2,46—50
- [6] 唐焕文等,大系统优化有效算法的研究,系统工程学报,1997,NO.1,1—8

# 距离与RAS更新误差

许 健

(中国科学院数学与系统科学研究院)

## 一、引言

投入产出分析是进行经济结构研究的重要工具,但由于编制一个投入产出表需要大量的人力、物力以及时间投入,以至于每年编一张表在实际上既不可能也无必要,而且即使是在编表年份,当年投入产出表的公布一般也要滞后2-3年,所以缺乏时效性成为投入产出分析的一个重要的问题。因此,对各种用于更新、建立新的投入产出表的非调查(或半调查)技术的研究在投入产出研究领域受到普遍的重视。

在种种非调查技术中,由Stone等人在60年代提出的RAS方法得到了最广泛的应用。40年来,对RAS法的研究除了各种改进方法的提出以外,一个主要的研究方向是对RAS法用于投入产出表的更新和地区投入产出表的建立时所产生的误差水平,或者说RAS法的精确度进行评估和检验。而自60年代以后,在一国层面上,大部分国家先后都拥有了2张以上的以调查方法为基础的投入产出表,在地区层面部分国家也编制了有较可靠中间流量数据的投入产出表,这就为包括RAS法在内的各种非调查方法的实证检验、评价、比较提供了数据基础。

在各项研究中,除对RAS法的误差水平进行基本判断外,RAS法在何种情况下将有较高的精度也是研究的重点,而这实际上是一个比较研究。在各类比较中,基期与报告期不同时间间隔的比较是重要的一类。主要的研究有Szyrmer(1989)用美国1963、1967、1972年投入产出表进行RAS更新来估计1977年投入产出表,他得到结论:用1972年的表为原始表好于1967年和1963年表,但1967年表和1963年表比较起来,在更新误差方面的改进很有限,Toh(1998)用新加坡1978年、1983年表来估计1988年表,他的结论是时间间隔越长,更新的误差水平越高。上述研究的缺点在于:基本还停留在具体问题具体分析的阶段,较少进行更深入的一般性讨论,往往仅依据一些指标,指出以某年原始矩阵为基础进行更新比某年更好,而并未进一步探讨何以如此以及结论是否具有一般性。实际上,由于时间间隔的差异在本质上就是距离的差异,所以时间间隔与更新误差的关系可以一般化为矩阵距离(原始消耗系数实际矩阵与目标年实际矩阵)与更新误差之间的关系。本文将利用国家统计局公布的中国18部门可比价投入产出表(共有1981、1983、1987、1992年四张调查表),结合实际数据分析与模拟、实验设计的方法,将个别扩展到一般,对距离与RAS更新误差之间的关系进行一般性的分析,以进一步揭示RAS法的特

本文受国家自然科学基金重点基金资助(项目编号70131002)

点,为其实际应用提供参考。

误差水平是更新精度的数量表现,所以精度的概念将决定了误差水平的含义和度量指标。在对非调查方法进行实证评价的文献中,精度(Accuracy)这个概念有着不同的含义,其中最基本的两个含义是部分精度(Partitive Accuracy)与综合精度(Holistic Accuracy),前者注重于每个消耗系数更新值与实际值的接近程度,可以通过两者差异的某种平均指标来度量,后者则强调由更新消耗系数反映出的经济结构代表实际经济结构的能力,它可以通过用更新的投入产出表进行某项具体应用时,其结果与实际的差异来反映,局部精度高则整体精度必然高,反之则不然。关于此问题的详细讨论可参见Jensen(1980)的文章。本文中的精度是局部精度的概念。

正如 Mc Menamin 和 Haring(1974)所指出的,对RAS法实证检验所使用的控制向量都是报告年的实际向量,而在RAS法的实际应用中,这些数据都将含有更多的估计成分,所以度量指标所代表的仅仅是RAS更新精度的上限。但由于本文主要进行不同距离、不同自由度的比较,主要研究RAS法的运行性质,所以这一问题并不会影响到本文结论的有效性。

下文是按照如下顺序来组织的,第2节引进本文中所使用的概念与度量指标;第3节分析系数层次上距离与误差的关系;第4节根据实际的消耗系数矩阵初步判断矩阵距离与更新误差的关系;第5到第7节则采用不同的实验设计方案来生成模拟矩阵对距离与误差关系进行一般性的较深入的讨论。

## 二、基本概念与度量指标

本文将从系数和矩阵两个层次来讨论距离与更新误差的关系,在系数层次主要研究对原始矩阵进行RAS更新时,矩阵中每个系数在更新后与目标年实际值的误差水平是否和该系数与目标年实际值差异的大小有关,如果有关是何种关系;在矩阵层次,主要研究原始矩阵与目标矩阵的距离对更新误差的影响。

在系数层次上距离与误差的定义如下:将原始年、目标年实际消耗系数、更新的消耗系数分别记为 $a_{ij}^0$ 、 $a_{ij}^1$ 、 $a_{ij}^{1u}$ ,则系数绝对距离可定义为 $|a_{ij}^1 - a_{ij}^0|$ ,系数相对距离可定义为 $|a_{ij}^1 - a_{ij}^0|/a_{ij}^1$ ,与距离相应,误差也可有绝对、相对之分,绝对误差等于 $|a_{ij}^1 - a_{ij}^{1u}|$ ,相对误差等于 $|a_{ij}^1 - a_{ij}^{1u}|/a_{ij}^{1u}$ 。

在矩阵层次,距离与误差的测度都要比系数复杂,对于矩阵距离而言,从不同的角度选择多个距离测度来进行分析更是必要的。因此本文定义了如下三个距离的测度指标:

$$\begin{aligned} \text{绝对距离 } :D_A &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |a_{ij}^0 - a_{ij}^1|}{n} \\ \text{相对距离 } :D_R &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{|a_{ij}^0 - a_{ij}^1|}{a_{ij}^1}}{n} \\ \text{结构距离 } :D_S &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_j)}{(n-1) r_{ij}} = \frac{a_{ij}^1}{a_{ij}^0} \end{aligned}$$

这三个距离测度之间既密切相关,又各有侧重,绝对距离在逻辑上居于基础地位,但绝对距离相同,相对距离仍可以有相当大的差别,例如增加一单位小系数的基年报告年距

离,同样减少大系数的一单位距离,此时绝对值不变,但相对距离会增大;结构距离主要从各消耗系数比例关系差异的角度来度量距离,例如,一个矩阵中每个元素都比另一矩阵小20%,用结构距离的公式计算,可知结构距离等于0,这是因为两个矩阵各个元素的比例关系是完全相同的,而此时绝对、相对距离却都不会为0,可见它们都不具备反映比例关系差异,也即结构差异的能力。

在文献中,对更新误差也存在着多种度量指标,如STPE(Standardized Total Percentage Error)、SMAD(Standardized Mean Absolute Difference)、DSI(Dissimilarity Index)、MIC(Mean Information Content)、RMSE(Root Mean Square Error)、MAPE(Mean Absolute Percentage Error)等等,参见Szyrmer(1989)和Ali(2000)的文章。在各个指标中,由于STPE良好的实际含义(它表示对矩阵平均水平的平均误差)和在实证检验中表现出的稳定性(参见Szyrmer(1989)),本文将使用它作为更新误差的度量指标,其计算公式为:

$$STPE = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |a_{ij}^1 - a_{ij}^{1u}|}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^1}$$

误差水平在本质上也是两个矩阵之间的距离,不同之处在于它度量的不是原始年与目标年实际消耗系数矩阵的距离,而是目标年更新消耗系数矩阵与实际矩阵的距离。所以从理论上说,也可以分绝对距离(STPE就是绝对距离)、相对距离和结构距离三个层次来度量误差水平,但由于相对距离、结构距离作为误差大小的度量时其含义比较模糊、不直接,与部分精度的含义不吻合,所以本文以STPE作为对误差水平的唯一度量指标。

为简化说明文字,在本文中,提到矩阵的距离,是指该矩阵作为待更新的原始矩阵与实际目标矩阵之间的距离;提到矩阵的更新误差,是指以该矩阵为原始矩阵进行RAS更新的误差;同样提到系数的距离与系数的误差时,含义也相似。

### 三、系数距离与系数误差

以1987年18部门表为基础,利用RAS法得到1992年的更新直接消耗系数,本文计算了324个消耗系数绝对距离与绝对误差的Pearson相关系数、Spearman相关系数和Kendall相关系数,其数值分别为0.5814、0.7194和0.5387;对相对距离与相对误差,上述3个相关系数分别为0.7492、0.4195和0.2931。Pearson相关系数更多反映数量上的相关程度,而其他两个系数是等级相关系数,反映序次上的相关程度,所以计算结果说明:系数距离与误差的关系在数量上,更多的以相对形式存在,即相对距离的大小与该系数的相对更新误差的大小之间的相关程度明显高于绝对距离与绝对误差;而在序次上,情况却相反,将全部消耗系数按其基期报告期绝对距离的大小排序,一个消耗系数在这一序列中所处的位置将在相当大的程度上决定其更新误差在绝对误差序列(同样按其大小排序)中所处的位置,而在相对的水平上,这种关系就弱得多了。

为进一步研究距离与误差的数量关系,将324个系数进行分组,由于相对距离与误差在数量上关系更密切,所以以系数相对距离作为分组标准。将消耗系数按其相对距离的大小排序,相对距离大于1者分为1组,其余依大小每20个系数为1组(最后1组只有16个系数),这样共有16组,分别计算每组平均相对距离与相应的平均相对误差,得到图1。

由图1可见,平均相对距离曲线变化的规律是第一组显著大于其他各组,而其他组呈

图T5.jpg

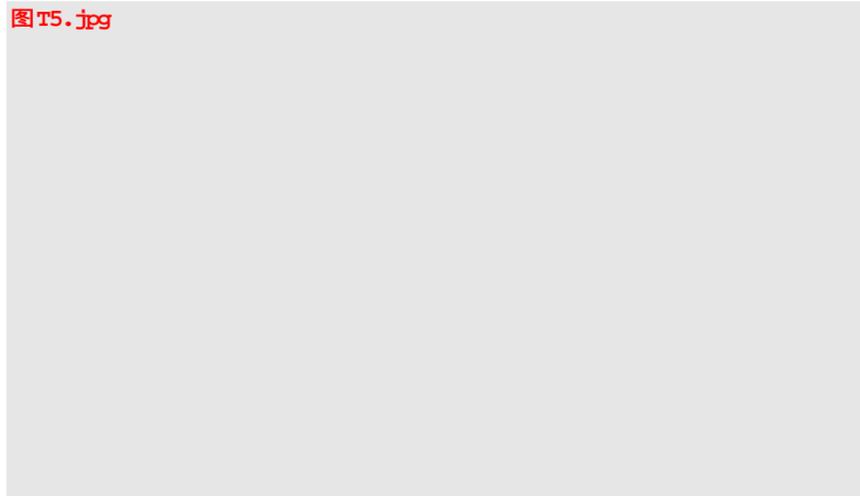


图1 系数距离与系数误差

平稳的线性下降趋势,与之相比,平均相对误差的变化则有阶段性,第1组平均相对误差虽然也显著的大于其他各组,第2、3、4组的平均误差则基本相同,没有明显下降趋势,从第5组开始,平均相对误差又出现一个明显的减少,但此后各组的平均误差则基本维持在同一水平上,平均相对距离最小的第16组系数,其平均相对误差还略高于相对距离远大于他的第5组系数。由此可以推断系数相对距离对相对误差的影响模式具有门限(threshold)的特点,这意味着只有当系数相对距离的差异达到一定程度时,相对距离对相对误差的影响才能明显的表现出来。

图1中还可看出,在第12组以前的所有消耗系数,其平均相对距离都大于平均相对误差,而从13组开始,情况则正相反,这说明随着系数相对距离的增加,相对误差虽绝对量增加,但相对量则有减少的趋势。

#### 四、实际消耗系数矩阵的距离与更新误差

分别以1981、1983、1987年为基年,用RAS法更新得到1992年更新消耗系数,各自的STPE和绝对距离、相对距离、结构距离列于表1。

表1 1981、1983和1987年直接消耗系数矩阵的距离与更新误差

年 份	STPE	绝对距离	相对距离	结构距离
1981	0.3750	0.0198	1.6665	8.2305
1983	0.3922	0.0194	3.4825	18.7485
1987	0.2052	0.0103	0.5507	0.8632

由表1可知,1987年与1992年的直接消耗系数矩阵之间的距离无论用何种指标测度,都远远小于1981、1983年与1992年的距离,因此以其为原始年得到的更新矩阵的STPE也明显小于其他两个年份,这说明了时间间隔与更新误差的相关主要来自于距离的差异;按时间间隔,1983年比1981年更接近于目标年,其消耗系数矩阵与目标年的绝对距离也略小于1981年,但由1983年得到的更新矩阵的STPE却略大于1981年,这反映出与系数距离与误差关系相似的特点,即只有当距离大到一定程度时,距离对更新误差的影响才会得到体现,所以并非时间间隔越长,更新精度就一定越差,关键在于与目标矩阵距离的差异要大到一定的程度。

1981年和1983年相比,尽管与1992年的绝对距离前者小于后者,但相对距离与结构距离后者却均大于前者,所以从相对距离、结构距离的角度来说,距离的大小与误差的大小是完全一致的。这就产生了如下一些问题:绝对距离、相对距离与结构距离,谁对STPE的影响更大,矩阵距离对误差的影响模式是什么,在绝对距离相近的情况下,是否相对距离越大,则误差越大等等。这些问题仅仅依靠现实中的几个实际矩阵是不能解决的,所以本文将使用模拟的方法产生一系列矩阵对之进行分析。

## 五、在一般意义上的矩阵距离与更新误差

由于矩阵的维数对距离与误差问题的研究并无影响,为使模拟更便于进行,在本部分使用的是由18部门矩阵总和而成的3部门直接消耗系数矩阵,这3个部门是第一产业、第二产业和第三产业。

Monte Carlo方法经常被用于对非调查方法的评价,最近的应用可参见Gilchrist和Louis(1999)、Robinson(2001)的文章。本文Monte Carlo方法的实验方案如下:以1992年3部门共9个直接消耗系数为基础,对每一消耗系数施加一个随机扰动项 $\epsilon_{ij}$ ,它服从正态分布,分布的均值为0,方差则设定为4个档次,分别为相应 $a_{ij}$ 的1%、5%、10%、20%,在每个档次,都产生10个随机扰动矩阵,一共形成40个随机扰动矩阵,将这40个矩阵加到1992年实际直接消耗系数矩阵之上,就可以得到40个模拟矩阵,而由于方差的不同,可以使各矩阵与1992年实际矩阵的距离有一个较大的分布空间。

本文计算了40个模拟矩阵与实际矩阵的绝对距离、相对距离和结构距离以及以其作为原始矩阵运行RAS程序得到的更新矩阵的误差(目标矩阵是1992年实际直接消耗系数矩阵),在此基础上可以进一步得到表2、表3和图2。

表2 随机模拟矩阵的距离与误差相关系数

	绝对距离	相对距离	结构距离	误差
绝对距离	1.0000			
相对距离	0.9340	1.0000		
结构距离	0.0475	0.1030	1.0000	
误差	0.8323	0.8368	0.0460	1.0000

表3 绝对距离、相对距离与误差的偏相关系数

	绝对距离	相对距离	误差
绝对距离	1.0000		
相对距离	0.7863	1.0000	
误差	0.2520	0.3025	1.0000

从本节后,由于在每一比较中发生变化的只是原始矩阵,目标矩阵不变,所以在计算更新误差,即STPE时,不再除以分母,同时为使距离与误差的形式保持一致,距离指标也

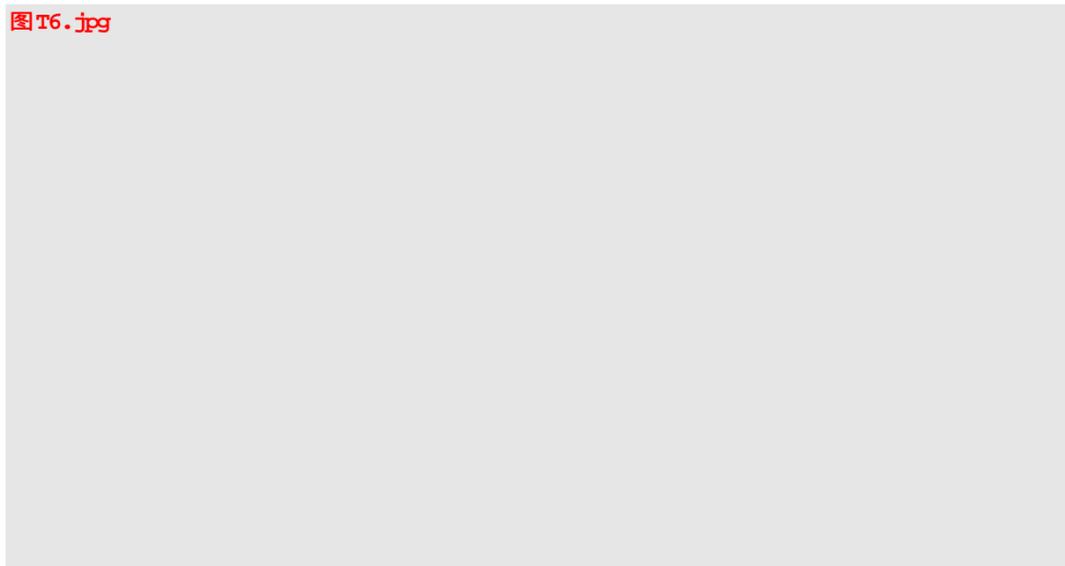


图2 随机模拟矩阵绝对距离与更新误差的关系

不再除  $n$ 。表2 为更新误差与3 个距离测度之间的 Pearson 相关系数,由此可见绝对距离、相对距离均相关关系,所以在后文主要讨论绝对、相对距离与更新误差的关系。

图2 反映了绝对距离与更新误差的关系,图中虚线为对角线,对角线上的点,其绝对距离等于更新误差,即原始矩阵与经 RAS 调整后的更新矩阵,两者与实际矩阵的距离是相同的,这意味着 RAS 法是无效的;同样道理,当样本点在对角线上方时,说明对此原始矩阵进行 RAS 更新还不如不更新;而样本点在对角线下方,则意味着用 RAS 法进行更新比不更新好。在图2 中,所有的样本点都在对角线下方,这说明了在已知目标年控制数的情况下,无论原始矩阵与实际矩阵的距离有多大, RAS 法都是有效的。

图中实线为通过最小二乘法得到的拟合直线,其斜率为正的 0.535,这表明随着绝对距离的增加,更新误差也有加大的趋势。但也应该看到,尽管存在这样的趋势,绝对距离与误差的关系仍是相当复杂的,存在着较大的不确定性(表现为拟合优度仅为 0.6927),由图2 可见,距离相近,误差可以有很大差别,同样误差相近,距离也可有很大差别。相对距离与误差的关系也与此近似。

相关系数度量的是两个变量间的完全联系,它既包含直接影响也包含交互影响。为了解绝对距离、相对距离与误差的直接关联程度,需要计算偏相关系数。与相关系数不同,偏相关系数反映在其他变量固定的情况下,两个变量的相关程度,例如绝对距离与误差的偏相关系数度量的是在相对距离固定的情况下,两者间的相关程度,所以它可以剔除交互影响,反映变量间的直接关系。由表3 可见,无论是绝对距离还是相对距离,其与误差的偏相关系数都明显小于相关系数,这说明绝对距离与相对距离共同变化所产生的交互影响是距离作用于更新误差的主要方式。下一节将进一步讨论此种联合影响的具体模式。

## 六、矩阵距离影响更新误差的模式与不确定程度

本节将通过以下三个层次的比较来研究绝对距离、相对距离对更新误差的影响模式与影响的不确定程度:第一个层次,比较与目标矩阵绝对距离、相对距离都完全相同的各矩阵的 RAS 更新误差;第二层次,比较绝对距离相同而相对距离不同的各矩阵的更新误差;第三层次,比较绝对、相对距离都不同的各矩阵的更新误差。由于完全由随机方法产生的模拟矩阵很难实现这样的比较研究,本节将主要采用人为调控的方法进行实验设计。

根据矩阵绝对距离和相对距离的计算方法,可以知道对于两个同阶矩阵,在所有相同位置元素差值的绝对值(元素距离)保持不变的情况下,两矩阵间的绝对、相对距离不会有变化,所以保持绝对值不变而改变差值的正负,就可以比较简单的获得一系列与目标矩阵具有相同绝对、相对距离的不同原始矩阵,例如对于 $n$ 阶方阵,则可得到这样的矩阵 $2^n \times n^n$ 个;各元素距离有变化,但其和不变,在此种情况下矩阵绝对距离不变而相对距离将改变,因此可以通过加大数值较大元素的距离而同时减少相同数量的数值较小元素的距离来获得绝对距离相同而相对距离更大的矩阵,同理反之则可得到绝对距离相同而相对距离减小的矩阵。

按照上述原理,可以通过如下3种调控手段来方便的获得所需要的矩阵:

调控手段<sub>1</sub>:用目标矩阵减去原始矩阵并取绝对值,得到系数距离矩阵,将由所有可能的正负号组合构成的同阶矩阵乘以系数距离矩阵并加上目标矩阵即得到 $2^n \times n^n$ 个同绝对、相对距离的矩阵。

对于2阶矩阵,这样的同距离矩阵共有16个,而3阶矩阵则上升到64个,在不影响分析的条件下,为简化计算,本文以2部门(农业、非农业)实际直接消耗系数矩阵为调控对象,1992年实际直接消耗系数矩阵是目标矩阵。

调控手段<sub>2</sub>:由于非农业部门对非农业部门的直接消耗系数(其位置在第2行第2列)远大于其它3个消耗系数,因此可以通过增大该系数距离而减少其它系数距离来增大矩阵的相对距离,定义一个调控单位:

$$\begin{pmatrix} -0.003 & -0.005 \\ -0.002 & 0.01 \end{pmatrix}$$

将系数距离矩阵分别加上1个调控单位、2个调控单位,减去1个调控单位、2个调控单位,并加上目标矩阵,共形成5个绝对距离相同,相对距离不同的原始矩阵。

以1987年实际直接消耗系数矩阵为原始矩阵,计算系数距离矩阵并施加调控手段<sub>2</sub>,对形成的5个矩阵分别施加调控手段<sub>1</sub>,就得到5组矩阵(每组由16个矩阵组成),按照相对距离由小到大顺序,记为A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>。

调控手段<sub>3</sub>:将1987年与1992年的系数距离矩阵分别乘以1.2、1.4、1.6、1.8和2,对之施加调控手段<sub>2</sub>和手段<sub>1</sub>,可以得到5大组矩阵(每一大组矩阵由5组矩阵组成),按照绝对距离由小到大顺序,记为B、C、D、E、F,所以每大组内各组矩阵可分别记为:B<sub>1</sub>—B<sub>5</sub>,C<sub>1</sub>—C<sub>5</sub>,D<sub>1</sub>—D<sub>5</sub>,E<sub>1</sub>—E<sub>5</sub>和F<sub>1</sub>—F<sub>5</sub>。

这样最终获得6大组、30组、共480个矩阵,每大组矩阵的绝对距离相同,每组矩阵的绝对、相对距离均相同。本文以组为分析单位。

以上述30组480个矩阵作为原始矩阵,1992年实际数据为控制数运行RAS程序进行更新,从而得到各矩阵的更新误差,并用箱线图加以展示。箱线图的统计特点是以一图涵盖5个位置统计量,箱线图的5条横线由上到下分别代表,上离群值截断点或最大值(在没有上离群值的情况下是最大值,如本图),上四分位数,中位数,下四分位数与下离群值截断点或最小值(在没有下离群值的情况下是最小值,如本图)。每一个箱线图反映一组同绝对、相对距离矩阵的更新误差分布,所以图中共有30个箱线图并列,分A、B、C、D、E、F6组。

图3除反映出更新误差在平均意义上与距离明显正相关的规律外,还蕴涵了关于距

图T7.jpg

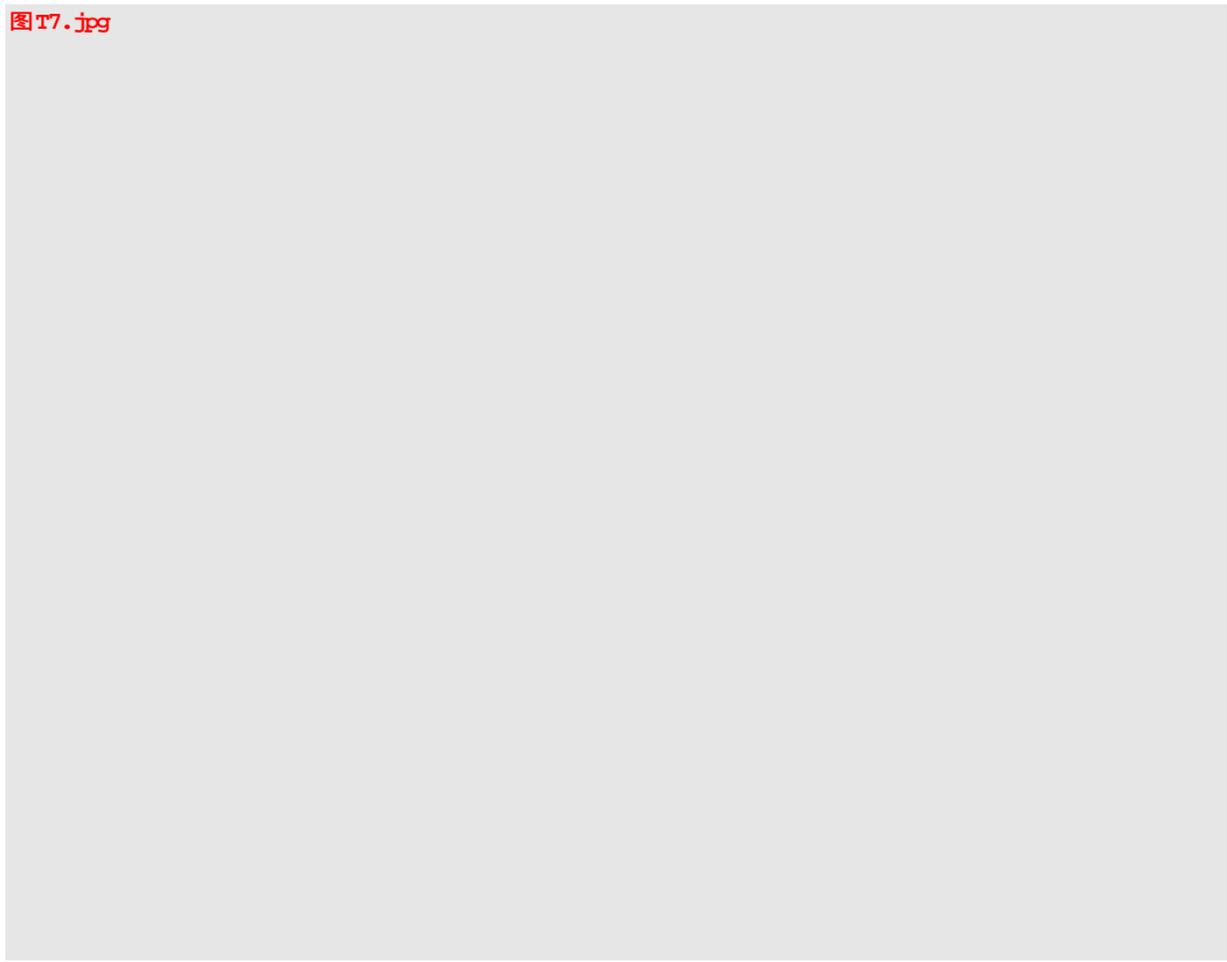


图3 30 组同绝对、相对距离矩阵更新误差分布的箱线图

离影响模式和不确定程度的丰富信息。利用图3 ,关于距离影响更新误差的模式可以得到如下认识：不同绝对距离、相对距离的30 组矩阵 ,其更新误差的最小值十分接近而最大值则相差悬殊。这说明距离的增加主要将导致更新误差上限的提高 ,对误差下限则无影响；当绝对距离不变 ,相对距离增加时 ,最大值上升的幅度最明显 ,上四分位数中位数次之 ,而下四分位数不仅上升的幅度比中位数更不明显 ,而且还有随距离上升而下降的情况 ,而不同绝对距离的箱线图组比较 ,情况也近似 ,这说明距离增加对更新误差的影响是不均匀的 ,对数值相对大的部分影响比较明显 ,对数值相对小的部分影响也相对较小 ,所以随距离增加平均误差增大这一规律主要是正向拉动的结果；绝对距离相同时 ,相对距离的差别对平均误差有重要影响 ,在每组箱线图中 ,相对距离较大的箱线图都比相对距离较小者具有更高的中位数、上四分位数和最大值 ,但如果绝对距离不同 ,相对距离与平均误差就不存在此种关系 ,例如 F1 组矩阵的相对距离大于 E3、E4、E5 组( 相对距离分别为 1 .8872、1 .9896、2 .0919 ) ,但其更新误差的分布却明显低于它们 ,图4 是各组矩阵相对距离( X 轴)与误差的算术平均值( Y 轴)的散点图 ,可以说明此种情况的普遍存在。

图T8.jpg

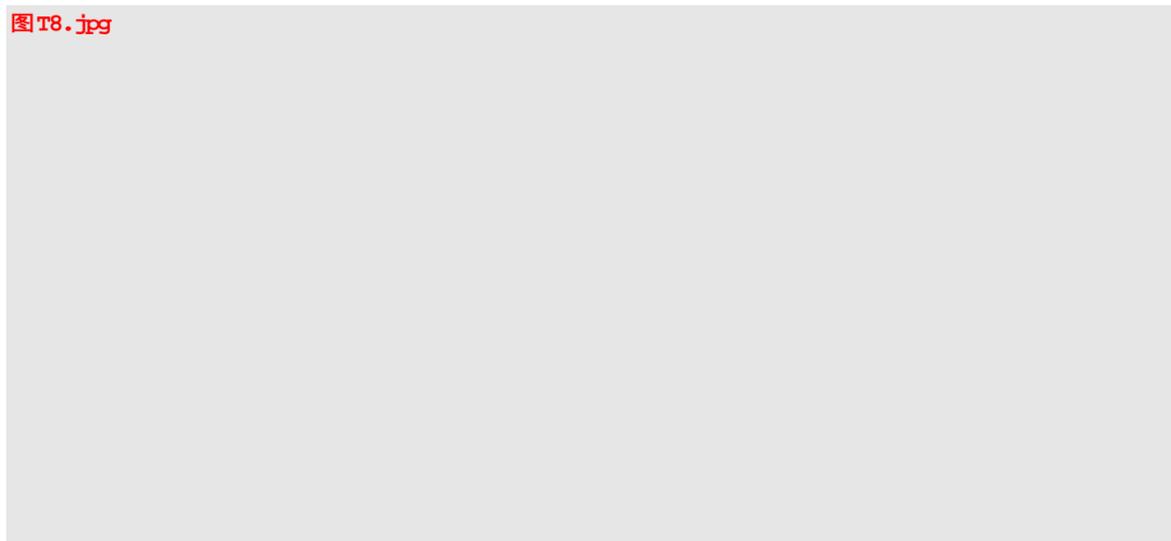


图4 相对距离与平均误差

对于不确定程度。可以得到如下认识：不确定的程度相当大，在图中表现为箱线图都具有相当的长度，绝对距离、相对距离最小的 A1 组矩阵，最大更新误差 0.0772，最小更新误差 0.0049，相差 15.76 倍，而绝对距离、相对距离最大的 F5 组矩阵，最大更新误差与最小更新误差更是相差 376.16 倍；不确定程度随距离增加而加大，不仅仅同组箱线图内，相对距离较大的箱线图全长（极差）和阴影部分的长度（四分位距）均更长，而且绝对距离较大的箱线图在平均上的长度也 longer。30 个箱线图所处区间存在交叉部分，这意味着即使一个矩阵与目标矩阵的距离远大于另一矩阵，但其更新误差仍有可能接近甚至小于另一矩阵；存在距离较大的矩阵平均误差反而较小的情况，例如 F1 组矩阵的绝对、相对距离均大于 E5 组矩阵，但其箱线图所处的位置却明显低于后者，这意味着比后者较低的平均误差。

根据计算结果，还可以发现一个重要的规律，即正负组合与更新误差有密切关系。表 4 列出在 30 组矩阵中，各种正负组合的平均误差，可以看到不同组合误差水平的巨大差异。平均误差最大的组合是 14 +23 -（1 行 1 列、2 行 2 列为正，其余为负），平均误差最小的组合是 12 +34 -（第 1 行为正，第 2 行为负），两者相差 24.13 倍。此种情况反映出在一个正负组合在不同组矩阵中，其更新误差所处的序次必定高度相关。本文计算了 30 组矩阵的 Spearman 等级相关系数，发现在 435 个两两相关系数中（不包括自相关），只有 69 个系数小于 0.8。

表 4 正负组合与平均误差

正负组合	平均误差	正负组合	平均误差
all -	0.1269	3 +124 -	0.0327
all +	0.0666	4 +123 -	0.1735
1 -234 +	0.0849	12 +34 -	0.0079
2 -134 +	0.0870	34 +12 -	0.0667
3 -124 +	0.0413	13 +24 -	0.0476
4 -123 +	0.1099	24 +13 -	0.0244
1 +234 -	0.1460	14 +23 -	0.1906
2 +134 -	0.0280	23 +14 -	0.1274

注 1 指 1 行 1 列 2 指 1 行 2 列 3 指 2 行 1 列 4 指 2 行 2 列。

## 七、矩阵距离与更新误差之间存在单调关系的条件

距离与更新误差的单调关系可定义为：当 A 矩阵与目标矩阵的距离小于 B 矩阵时，以 A 矩阵为原始矩阵进行 RAS 更新的误差也将小于 B 矩阵，A 与 B 均为任意矩阵。由第 3 节可知，在一般情况下，不仅绝对距离、相对距离与更新误差之间均不存在单调关系，而且即使一个矩阵绝对、相对距离均小于另一矩阵，其更新误差也有可能大于后者。所以只有对距离施加更严格的条件，才能使距离与更新误差之间存在单调关系。本节首先将检验在 A 矩阵中每一个元素的距离均小于 B 矩阵的条件下（ $|a_{ij}^1 - a_{ij}^0| < |a_{ij}^1 - b_{ij}^0|$ ，任意 ij），A 矩阵的更新误差是否必然小于 B 矩阵。满足此条件，A 矩阵的绝对、相对距离必然小于 B 矩阵，而 A 矩阵的绝对、相对距离小于 B 矩阵，则不一定满足此条件，所以这是一个更加严格的条件。如满足此条件，即称 A 矩阵的距离绝对小于 B 矩阵。

进行检验的实验方案如下:以1992年2部门直接消耗系数矩阵为目标矩阵,以1987年消耗系数矩阵的更新误差为参照值,设计一定数量的距离绝对小于1987年矩阵并且有代表性的矩阵作为原始矩阵进行更新,计算更新误差与参照值进行比较,如果存在设计矩阵的更新误差大于参照值,则该条件仍不能保证距离与更新误差的单调关系,需要寻找更严格的条件;如果所有的设计矩阵的更新误差均小于参照值,则由于设计矩阵所具有的代表性,可以推断在该条件下,距离与误差有单调关系。

为保证距离绝对小于1987年矩阵,设计矩阵的系数的数值应介于1987年和1992年之间,为在设计矩阵数量尽量少的前提下保证代表性,本文采用均匀设计的实验方案。由于均匀设计必须从有限的样本点中抽选样本,而一个系数1987年和1992年两个数值之间有无限多的可能取值,所以首先必须将无限有限化,将每个系数1987年和1992年两个数值之间的区间等分成20个小区间,每隔一个小区间取一个点,共有19个点,再加上1992年的实际数共有20个样本点。这样就形成4个变量,20个样本的取样框,根据均匀设计原则,只需要20个组合即可保证代表性。最后根据相应的均匀设计表进行取样,就可得到距离绝对小于1987年直接消耗系数矩阵距离的20个设计矩阵。

对20个矩阵进行RAS更新,得到更新误差,可以发现共有12个矩阵的更新误差大于1987年消耗系数矩阵,这充分说明了距离绝对小并不能保证误差必然小。要使单调性存在,必须规定更严格的条件。

本节选择的更严格的条件是:各系数按相同速度向目标矩阵的数值逼近。以1987年、1992年3阶消耗系数矩阵为原始矩阵和目标矩阵,将速度定为20%,计算各设计矩阵的更新误差,结果见图5。Y轴为更新误差,X轴为4个设计矩阵,按与1992年实际矩阵的接近程度从右至左排列,显然距离与误差间存在明显的单调性。

图T9.jpg

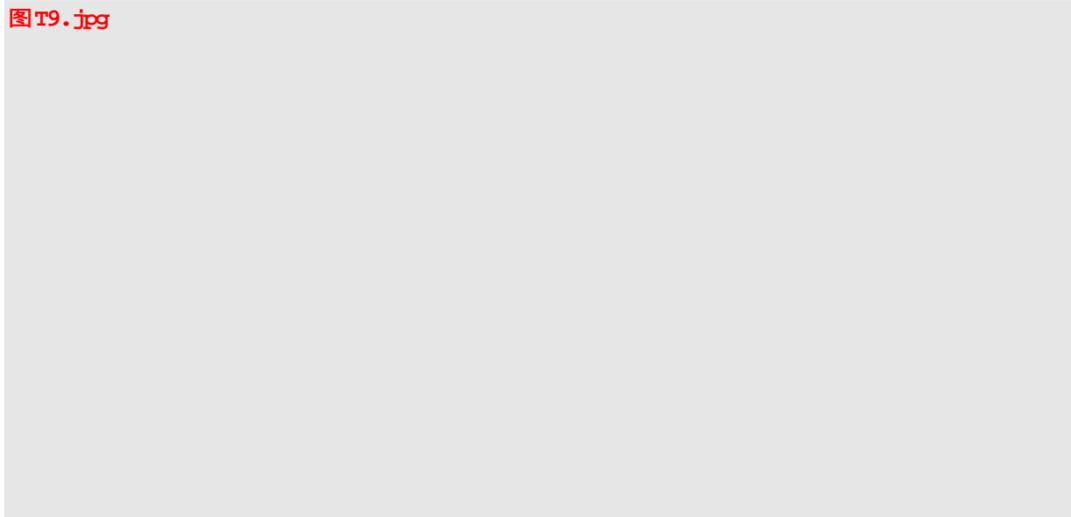


图5 各系数按相同速度向目标矩阵的数值逼近时的距离与误差

各系数按相同速度向目标矩阵的数值逼近虽不一定是唯一的单调性条件,但这也进一步说明了距离与误差关系的复杂性,只有在非常狭窄的范围内,简单的关系才会存在。

本文利用随机模拟和实验设计的方法,对距离与误差的关系进行了一般性研究,指出了存在的规律和复杂性,说明用最新的矩阵进行更新将获得最高精度的观点是不可靠的。

### 参 考 文 献

- [1] 钟契夫、陈锡康等主编,投入产出分析,中国财政经济出版社,1993
- [2] 孙尚拱,医学多变量统计与统计软件,北京医科大学出版社,2000

- [3] 李强、薛天栋主编,中国经济发展部门分析兼新编可比价投入产出序列表,中国统计出版社,1998
- [4] Ali, Reza Jalili, Comparison of Two Methods of Identifying Input-Output Coefficients for Exogenous Estimation, Economic Systems Research, Vol. 12, No. 1, pp113 - 129, 2000
- [5] Gilchrist, Donald A. and Larry V. St Louis, Completing Input-Output Tables using Partial Information, with an Application to Canadian Data, Economic Systems Research, Vol. 11, No. 2, pp185 - 194, 1999
- [6] Jensen, R. C., The Concept of Accuracy in Regional Input-Output Models, International Regional Science Review, Vol. 5, No. 2, pp139 - 154, 1980
- [7] Lynch, R. G., An Assessment of the RAS Method for Updating Input-Output Tables, In Readings in Input-Output Analysis: Theory and Applications, edited by Ira Sohn, New York: Oxford University Press, pp271 - 284, 1979
- [8] Malizia, Emil and Daniel L. Bond, Empirical Tests of the RAS Method of Interindustry Coefficient Adjustment, Journal of Regional Science, Vol. 14, No. 3, pp355 - 365, 1974
- [9] Mc Menamin, David G. and Joseph E. Haring, An Appraisal of Nonsurvey Techniques for Estimating Regional Input-Output Models, Journal of Regional Science, Vol. 14, No. 2, pp191 - 205, 1974
- [10] Robinson, Sherman, Andrea Cattaneo and Moataz El said, Updating and Estimating a Social Accounting Matrix using Cross Entropy Methods, Economic Systems Research, Vol. 13, No. 1, pp47 - 63, 2001
- [11] Sonis, Michael and Geoffrey J. D. Hewings, Coefficient Change in Input-Output Models: Theory and Applications, Economic Systems Research, Vol. 4, No. 2, pp143 - 157, 1992
- [12] Szyrmer Janusz, Trade-Off between Error and Information in the RAS Procedure, In Frontiers of Input-Output Analysis, edited by Ronald E. Miller, Karen R. Polenske and Adam Z. Rose, New York: Oxford University Press, pp258 - 277, 1989
- [13] Toh, Mun-Heng, The RAS Approach in Updating Input-Output Matrices: An Instrumental Variable Interpretation and Analysis of Structural Change, Economic Systems Research, Vol. 10, No. 1, pp63 - 79, 1998

# 论经济、资源、环境投入产出模型的基本分析框架

廖明球

(首都经济贸易大学)

在发展经济的同时保护资源和环境,走可持续发展道路已成为我们国家的一项基本国策。运用投入产出方法研究经济、资源、环境之间的关系,为政府实施可持续发展战略提供重要的决策支持显得尤为必要。本文重点讨论怎样编制经济、资源、环境投入产出模型,以建立起经济、资源、环境投入产出分析的基本框架。

## 一、经济、资源、环境投入产出模型的构架

构架经济、资源、环境投入产出模型有两种思路,一种思路是构架一个大模块,把经济、资源、环境的数据资料都放在这个大模块里,这种构架模型方法固然简洁,但不能充分考虑经济、资源、环境模型各自的特点;另一种思路是构架三大模块,即分经济、资源、环境分别构架,这种方法的好处是能照顾到各个模块的分析特点,但各个模块之间存在一个数据衔接问题。我们的构架思路是构架经济、资源、环境三大主模块,在三大主模块之间构架衔接模块,这样使得三大主模块之间既相对独立,又相互衔接。

三大主模块和衔接模块的构架图式如下(见3页)

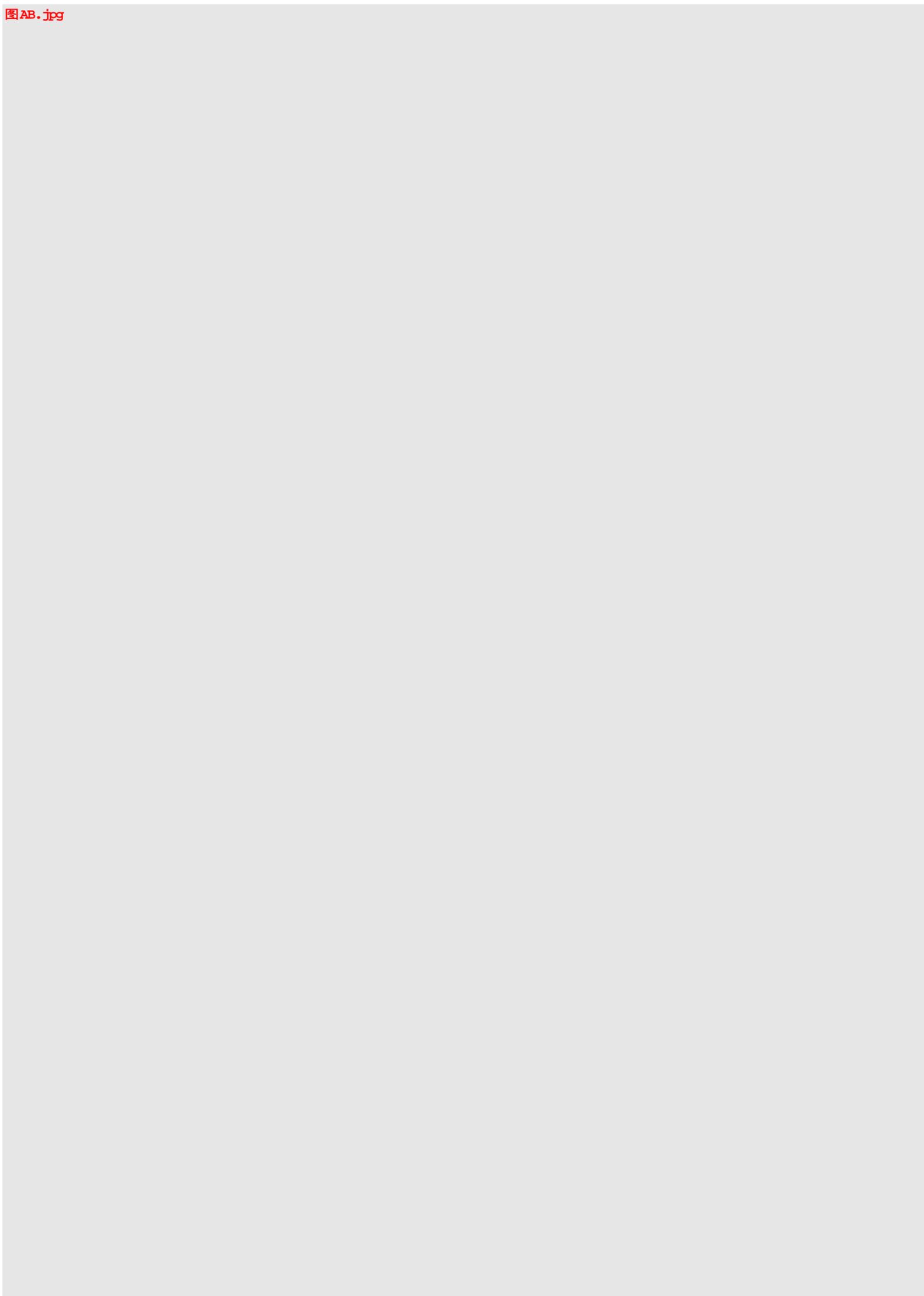
上图中三大主模块是经济模块、资源模块和环境模块,其中经济模块是核心模块。因为经济发展中必然产生对资源的消耗和对环境的使用,可持续发展就是要通过资源合理配置和加大对环境的治理力度来拓展经济发展的生存空间。根据这一思想,我们的模型衔接主要是解决经济模块与资源模块的衔接和经济模块与环境模块的衔接。

经济模块是经济流量矩阵,又称国民经济投入产出表,由三个象限组成,象限反映中间流量,也称中间消耗(或中间使用);象限反映最终使用,包括投资、消费、出口和进口;象限反映增加值。

资源模块是资源配置矩阵,又称存量投入产出表,由三个象限组成,象限反映中间存量,包括固定资产(原值)和生产性存货;象限反映最终存量,即非生产性存货,即用于投资、消费和出口的存货;象限反映其他资源占用,其内容包括其他非金融资产、土地资源、矿藏资源、水资源、人力资源的占用。为了便于研究经济流量与经济存量之间的数量关系,资源配置矩阵一律不采用年末数,而采用年平均数。

环境模块,即环境污染与治理矩阵,又称经济环境投入产出表,由八个象限组成,、象限分别反映产业部门的中间投入、增加值与排污情况;、象限分别反映治污部门的中间投入、增加值与治污情况,这里的治污部门是指生产部门用在治污方面的投入及消除污染物的活动;、象限分别反映居民生活消费与产污情况。

图 AB.jpg



### 模型构架图式

上图中除三大主模块外,还有两个衔接模块。一个是经济模块与资源模块之间的衔接模块,包括固定资产(原值)平均占用矩阵、存货平均占用矩阵。因为在经济流量矩阵的

第 象限反映了固定资产投资和存货变化量。我们在作期初、期末存量调查的基础上,通过公式:期初存量 + 本期(流量)变化量 = 期末存量与公式(期初存量 + 期末存量) ÷ 2 得到固定资产(原值)平均占用矩阵和存货平均占用矩阵。也就是说固定资产和存货平均占用矩阵与经济流量矩阵 象限的资本形成总额有一个数据衔接关系。另一方面在资源配置矩阵中 象限中间存量矩阵是由固定资产(原值)平均占用矩阵和存货平均占用矩阵中生产性部分相加而成,资源配置矩阵 象限最终存量矩阵是由存货平均占用矩阵中非生产性部分构成。也就是说固定资产(原值)平均占用和存货平均占用矩阵直接构成资源配置矩阵的 、 象限。

另一个是经济模块与环境模块之间的衔接模块,为生产部门投入及产污矩阵。这个矩阵由经济流量矩阵的 、 象限和产污矩阵连接而成,因此与经济流量矩阵有直接联系。另一方面环境模块中产业部门投入及排污和治污部门投入及治污矩阵是由生产部门投入及产污矩阵分解而成。这样生产部门投入及产污矩阵与环境模块有着直接的数据衔接关系。

此外,两个衔接模块还有着独自的分析作用,在后面介绍模型分析中将会涉及到。

## 二、经济、资源、环境投入产出模型数据采集及其衔接

编制经济、资源、环境投入产出模型所需数据资料较多,在数据采集上采取通盘考虑办法,能够通过现有统计渠道获得的资料采取直接收集的方法,现有统计渠道无法获得的资料采取发表调查的方法,有些数据采取推算方法。并且,根据各项数据资料之间关系进行衔接。

### 1. 模型数据的采集

#### 经济流量矩阵(国民经济投入产出表)的数据采集

经济流量矩阵按列平衡方法搜集资料。各项总控制数利用国内生产总值核算资料。工业按产品部门计算的总产出通过工业年报专门布置,其他部门总产出利用国内生产总值核算细化资料获得。中间投入和增加值结构通过投入产出典型调查获得。居民消费结构通过家计调查资料专门整理,政府消费结构采用推算得到。固定资产投资结构通过投资年报专门布置,存货变化量结构通过投入产出典型调查布置期初存货与期末存货结构的专项报表搜集。调出、调入结构也通过投入产出典型调查获得。我国已连续编制了几次国民经济投入产出表,资料搜集和整理方法已趋于成熟。

#### 固定资产(原值)和存货平均占用矩阵的数据采集

固定资产和存货属于存量。编制存量平均占用矩阵需要搜集期初存量和期末存量数据。期初存量和期末存量的总控制数取自资产负债年报,其结构资料按固定资产与存货分别搜集。固定资产原值结构(产品结构)通过投入产出典型调查布置其期初、期末结构专项调查搜集,并结合固定资产投资矩阵整理。存货的期初、期末结构已在编经济流量矩阵时作了布置,可以直接采用。

#### 资源配置矩阵的数据采集

资源配置矩阵 、 象限,即中间存量和最终存量象限直接利用固定资产(原值)平均占用矩阵和存货平均占用矩阵。将固定资产(原值)平均占用矩阵和存货平均占用矩阵中

工业部门数据相加放入中间存量矩阵,将存货平均占用矩阵中非工业部门数据放在最终存量矩阵,其中农业部门和商业部门存货放入消费与出口类存量中,建筑业、仓储业与金融业部门存货放入投资类存量中。

**资源配置矩阵** 象限是反映其他资源配置,我们选择了几项关键的资源配置,包括其他非金融资产、土地资源、矿藏资源、水资源、人力资源。其他非金融资产控制数取自资产负债表,并结合专业统计年报分出各经济部门的非金融资产数。土地资源控制数取自统计年鉴,将耕地、林地、宜林荒山、水面等放入农业部门,其他土地面积由其他部门按总产出分摊。矿藏资源采用其潜在价值数据,分煤炭资源、金属矿资源、非金属矿资源,分别列在煤炭采选业、金属矿采选业、非金属矿采选业。水资源数据利用水文部门提供的水资源年报数据,用其中用水量数据。农业部门用水量直接采用其年报数,工业用水量只有一个总数,则利用经济投入产出表中各工业部门对自来水供应业的直接消耗值占整个工业部门对自来水供应业的直接消耗值的比重分摊。其他部门用水量采用类似工业部门数据推算方法推算。人力资源配置数据直接取自劳动力资源年报和工业部门分行业职工人数资料整理得到。

#### 生产部门投入及产污矩阵的数据采集

生产部门投入包括中间投入与增加值直接取自经济流量矩阵的、象限。产污矩阵采用污染物的实物量,根据环保部门统计报表,产污量=排污量+治污量。我们选择了11项污染物指标,废水及含污物类6项:废水、汞镉铬铅、砷酚氰化物、石油类、化学需氧量(COD)、悬浮物硫化物;废气及含污物类4项:废气、二氧化硫、烟尘、粉尘;废物类1项:固体废物。将分生产部门的污染物数据按投入产出划分部门的方法重新归并。农业部门生产过程产生的污染主要是利用化肥、农药、除草剂、农膜过程中产生的对空气、对水、对土地的污染,目前尚无正式统计数据,暂略。

#### 环境污染与治理矩阵的数据采集

这一矩阵分三部分:产业部门投入及排污部分、治污部门投入及治污部分、居民消费及产污部分。由于前两部分数据之和等于生产部门及产污矩阵的数据。因此在数据采集时,我们主要采集治污部门的投入与治污数据,通过矩阵分离的方法(即用矩阵减法),得到产业部门投入及排污数据。治污的投入总控制数利用环保部门报表整理,治污的投入结构通过投入产出典型调查获得。

居民消费结构数据取自经济流量矩阵象限,居民生活消费的产污数据分别取自环保部门和城建部门。环保部门数据主要是生活污水及所含COD和生活用煤产生的二氧化硫。城建部门数据主要是城市居民生活产生的垃圾。城市生活垃圾只有国务院批准设市建制的城市生活垃圾统计数据,县城及小城镇没有这方面数据。

### 2. 模型数据的衔接

模型数据衔接的原则是各模型之间的总控制数据必须完全衔接,各项结构数据做到大致衔接。

#### 经济流量矩阵与资源配置矩阵的数据衔接

为了满足编制动态投入产出模型的需要,我们将经济流量矩阵象限中的投资列向量扩展成方阵,一个是固定资产投资方阵,一个是存货变化量方阵。这两个方阵与固定资产(原值)和存货平均占用矩阵(方阵)有着直接的数据衔接关系。具体操作时,采取期初

存量 + 本期变化量 = 期末存量的公式进行好存量与流量之间的数据衔接。待数据衔接后,再用(期初存量 + 期末存量) ÷ 2 的公式计算出固定资产(原值)和存货平均占用矩阵。然后利用固定资产(原值)和存货平均占用矩阵的数据资料编制资源配置矩阵的Ⅱ、Ⅲ象限。资源配置矩阵Ⅲ象限为最终存量占用,从理论上讲应是非生产性存货。由于严格将存货划分为生产性与非生产性在数据处理上比较困难,我们采取将工业部门存货划为生产性存货,非工业部门存货划为非生产性存货的大致划分方法,这样固定资产(原值)和工业部门存货放入资源配置矩阵第Ⅱ象限,即中间存量矩阵;非工业部门存货放入Ⅲ象限,即最终存量矩阵。在最终存量中我们只列了投资类、消费和出口类两类存量,将建筑业、仓储业、金融保险业存货放入投资类存货中,将农业的存货(主要是农民的粮食)和商业部门的存货放入消费和出口类存货中。

#### 经济流量矩阵与环境污染与治理矩阵的数据衔接

经济流量矩阵的Ⅱ、Ⅲ象限也就是生产部门的中间投入和增加值,将它分为两部分就成了环境矩阵中产业部门和治污部门的中间投入和增加值,生产部门的产污量等于产业部门的排污量与治污部门的治污量之和,其数据完全衔接。居民部门的产污有特殊性则单列,对居民生活消费产生的污染物的治理放在治污部门的社会服务业一栏中。

### 三、经济、资源、环境投入产出模型的基本分析

由经济、资源、环境投入产出模型构成的模型体系,可以从不同方面作出分析,其基本的分析有:

#### 1. 经济流量矩阵的分析

经济流量矩阵的分析主要包括直接消耗系数、完全消耗系数的分析,还有根据行平衡关系和列平衡关系建立的行模型分析和列模型分析。运用得较多的是列昂节夫逆矩阵,又称完全需要系数矩阵,其矩阵表达式为  $(I - A)^{-1}$ 。

#### 2. 固定资产(原值)平均占用矩阵和存货平均占用矩阵分析

根据这两个矩阵结合总产出的数据,可以计算固定资产(原值)直接占用系数矩阵  $D_1$ 、存货直接占用系数矩阵  $D_2$ 。并在此基础上,还可以计算包括固定资产折旧的完全需要系数矩阵  $(I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1}$  和包括固定资产折旧和存货占用的完全需要系数矩阵  $(I - A - \Lambda D)^{-1}$ 。

#### 包含固定资产折旧的完全需要系数矩阵 $B_1^*$ 的简单推导方法

先推导包括固定资产折旧的完全消耗系数矩阵  $B_1^*$

$$B_1^* = A + B_1^* A + \Lambda_1 D_1 + B_1^* \Lambda_1 D_1$$

上式经济含义是:

包含固定资产折旧的完全消耗 = 对产品的直接消耗 + 对产品的间接消耗 + 对固定资产的直接消耗 + 对固定资产的间接消耗

根据上式有:

$$B_1^* = (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} = A + \Lambda_1 D_1$$

$$B_1^* = (A + \Lambda_1 D_1)(I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1}$$

$$\begin{aligned}
 &= (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} - (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} + (A + \Lambda_1 D_1)(I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} \\
 &= (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} - (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1}(I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} \\
 &= (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1} - I
 \end{aligned}$$

则  $\Phi^* = B_1^* + I$

$$= (I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1}$$

式中  $\Lambda_1$  为固定资产折旧率对角阵。

包含固定资产折旧和存货占用的完全需要系数矩阵  $\Phi^*$  的简单推导方法  
我们采取类似包含固定资产折旧的完全需要系数矩阵的推导方法

令  $\Lambda D = \Lambda_1 D_1 + \Lambda_2 D_2$

式中  $\Lambda_1 D_1$  分别表示固定资产折旧率对角阵和固定资产直接占用系数矩阵；

$\Lambda_2 D_2$  分别表示存货占用率对角阵和存货直接占用系数矩阵

则有  $\Phi^* = (I - A - \Lambda D)^{-1}$

计算时先计算出  $\Lambda D$  ,再求  $(I - A - \Lambda D)^{-1}$  。固定资产折旧率通常采用5 %左右 ,存货  
占用率采用经济流量矩阵的中间货物投入占总产出比重。

### 3 .资源配置矩阵的分析

资源配置矩阵分 、 象限行平衡分析和 象限的单独分析

资源配置矩阵 、 象限分析

资源配置矩阵 、 象限反映的是中间存量和最终存量。根据中间存量和总产出数  
据可以计算中间存量直接占用系数矩阵  $A^c$  ,同时根据 、 象限平衡关系可以类似于国  
民经济投入产出表计算完全需要系数矩阵的方法求出存量完全占用系数矩阵。

中间存量系数矩阵的计算  $A^c = [X_{ij}^c]_{n \cdot n} X^{-1}$

式中  $A^c$  ——中间存量直接占用系数矩阵；

$[X_{ij}^c]$  ——中间存量矩阵(方阵)；

$X$  ——总产出对角阵。

有行平衡关系式 :中间存量 + 最终存量 = 总存量

用矩阵表示： $A^c X + Y^c = X^c$

引进产出总存量系数  $\alpha_i$  ,即

$$\alpha_i = X_i^c / X_i$$

其矩阵形式  $X^c = \Lambda X$  (  $\Lambda$  为产出总存量系数对角阵)

有公式(一)  $A^c X + Y^c = X^c$

因为  $X^c = \Lambda X$

则  $A^c X + Y^c = \Lambda X$

$$\Lambda X - A^c X = Y^c$$

$$(\Lambda - A^c) X = Y^c$$

$$X = (\Lambda - A^c)^{-1} Y^c$$

上式成立条件  $(\Lambda - A^c)$  可逆。

公式(二)  $A^c X + Y^c = X^c$

因为  $X = \Lambda^{-1} X^c$

则  $A^c \wedge^{-1} X^c + Y^c = X^c$

$$X^c - A^c \wedge^{-1} X^c = Y^c$$

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

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

上式成立条件  $\wedge$  可逆, 即主对角线不能有一项数字为 0。

根据公式 (一)、(二) 我们有存量完全占用系数矩阵 (1)、(2)。

$$B_1^c = (\wedge - A^c)^{-1} - I$$

$$B_2^c = (I - A^c \wedge)^{-1} - I$$

$B_1^c$ 、 $B_2^c$  分别反映最终存量与总产出和总存量之间数量关系。

资源配置矩阵 象限的分析

资源配置矩阵 象限包含有其他非金融资产、土地资源、矿藏资源、水资源、人力资源。可以求各种资源的直接占用系数和完全占用系数。

第  $i$  种资源的直接占用系数  $e_i$  的计算方法

$$e_i = Q_i \wedge^{-1}$$

式中  $e_i$ ——资源的直接占用系数；

$Q_i$ ——资源的占用数；

$\wedge$ ——总产出对角阵。

第  $i$  种资源的完全占用系数  $E_i$  的计算方法

方法(一)  $E = e(I - A)^{-1}$

方法(二)  $E = e(I - A - \wedge_1 D_1)^{-1}$

方法(二)  $E = e(I - A - \wedge D)^{-1}$

#### 4. 环境污染与治理矩阵分析

环境污染与治理矩阵分析主要包括经济与环境模型分析和污染及治理状况分析：

经济与环境模型分析

模型(一)：

产业部门中间使用 + 治污部门中间使用 + 最终使用 = 总产出

用矩阵表示  $A_1 X_1 + A_2 X_2 + Y = X$

令  $r_1 = X_1/X$   $r_2 = X_2/X$

有  $A_1 r_1 \wedge X + A_2 r_2 \wedge X + Y = X$

$$X - A_1 r_1 \wedge X - A_2 r_2 \wedge X = Y$$

$$(I - A_1 r_1 \wedge - A_2 r_2 \wedge) X = Y$$

$$X = (I - A_1 r_1 \wedge - A_2 r_2 \wedge)^{-1} Y$$

与  $X = (I - A)^{-1} Y$  比较

有  $A = A_1 r_1 \wedge + A_2 r_2 \wedge$

上式反映了生产部门的中间投入与产业部门和治污部门中间投入的数量关系, 式中：

$$r_1 \wedge + r_2 \wedge = I。$$

模型(二)：生产部门产污量 + 消费部门产污量 = 总产污

用矩阵表示  $FX + R = W$

式中  $F$  ——直接产污系数

将  $X = (I - A)^{-1} Y$  代入上式

$$F(I - A)^{-1} Y + R = W$$

则  $W = F(I - A)^{-1} Y + R$

利用以上模型,当  $F$ 、 $Y$ 、 $R$  已知,可以求  $W$ 。

#### 污染及治理状况分析

根据产污、排污、治污矩阵和相应的总产出(总投入)数据可以求出直接产污系数、直接排污系数、直接治污系数,并由完全需要系数矩阵可以求出完全产污系数、完全排污系数、完全治污系数。

设第  $i$  种污染物的直接产污系数为  $f_i$

$$f_i = W_i X^{-1}$$

式中  $W_i$  ——某种污染物行向量;

$X$  ——总产出对角阵。

完全产污系数计算方法:

$$F_i = f_i(I - A)^{-1}$$

$$F_i = f_i(I - A - \Lambda_1 D_1)^{-1}$$

$$F_i = f_i(I - A - \Lambda D)^{-1}$$

直接排污系数  $m_i$  和完全排污系数  $M_i$  以及直接治污系数  $n_i$  和完全治污系数  $N_i$  的计算方法与此相同。

# CNAGE 模型及其应用

魏涛远

(国家统计局国民经济核算司)

在最近刚刚完成的中挪环境统计与分析项目中,主要任务之一就是建立一个中国可计算的一般均衡(CNAGE)模型的逐步建立并用于相关分析研究。可计算的一般均衡模型充分利用了一个国家的国民经济核算资料对市场机制进行了系统的描述,并可在部门水平上进行相关政策影响的模拟分析,为政府决策提供重要的定量参考依据,从而具有广泛的应用前景。该分析方法已在海外广泛应用。这里将就CNAGE模型内容、分析应用成果和模型的前景作一扼要介绍。

## 1 CNAGE 模型

CNAGE模型是建立在1995年中国国民经济、能源、环境资料基础上的一个可计算的一般均衡(CGE)模型。CGE模型的优势在于其坚实的理论基础,它以经济系统整体作为分析对象,同时在模型中对各经济主体的经济行为模式进行了明确的描述和模拟,并通过价格和数量的相互作用,实现产品市场和要素市场的供需均衡。这样当经济受到突发冲击时,就可以全面考察该冲击对经济总量、结构、相对价格等各方面的影响,而不局限于局部。

CNAGE模型由两部分组成:第一部分是静态模型,主要包括各经济主体在一个时期内的行为方程设定,在这一部分实现对一个时期内各要素市场和商品市场的均衡或非均衡过程的模拟,可解决该时期内的均衡问题。第二部分是动态模型,包括各经济主体的跨时联动方程设定,以及各外生变量和跨时参数的数据调整。跨时联动方程为下一阶段提供了所需的全部外生变量,并以此为前提,通过静态模型部分得到新的均衡解。静态模型本身是非时间性的,主要用于模拟一个或一些外来冲击的即时效应,并不能模拟相应调整的时间路径。

CNAGE模型的静态部分主要包括三个模块:经济模块、能源模块和环境模块。这些模块组合在一起,对我国相应时期的环境能源经济情况进行了详细的定量描述,并建立了三者之间的相互联系和作用机制,从而能够模拟反映外部冲击对经济、能源、环境的影响程度,而不是仅仅局限于某一方面。

能源模块是利用能源帐户中较为详尽的能源使用数据,对经济模块中的能源使用部分进行细化处理,以反映各能源产品的部门投入数量。

环境模块则是利用排放清单中的空气污染物排放数据,主要对能源使用过程中排放的空气污染物情况进行了模拟,而对空气污染物的其他排放情况进行了简化处理。同时在模型中加入了征收排放税的政策变量,这使得模型可用于分析对有关空气污染物征收

排放税的政策分析。

经济模块作模型的核心部分,又可进一步区分为生产模块、最终需求模块、外贸模块和平衡模块。

生产模块主要描述了经济系统中的商品结构和生产者行为。在这一部分中,模型假定每个生产者在给定的生产技术条件下,按成本最小化原则确定其与相应产出水平相适应的有效投入及构成。

在最终需求模块中,居民、企业和政府的收入水平由总收入按要素贡献进行分配得到,并通过对居民、企业和政府各主体对所得收入的支出行为的模拟,居民消费(包括农村居民消费和城镇居民消费)、政府消费、总资本形成(与总储蓄相联系)等国内最终需求项目得以确定。居民消费按不变的消费倾向由相应的居民收入水平确定,其对合成商品的消费数量则由预算约束和效用最大化原则决定,且允许居民消费的各能源商品之间的不完全替代(CES函数);政府消费外生确定;总资本形成则根据分析需要由总储蓄确定,总储蓄是居民、政府收入中扣除消费支出后的剩余部分、企业收入以及国外资本净流入的合计。

在外贸模块中,进口供给接受阿明顿(Armington)假设,承认国产品和进口品之间的差异并允许两者间的不完全替代;出口需求内生决定,取决于国产品价格与国际市场价格比率(CET函数)。同时假定中国不能影响国际市场价格,即中国是国际市场价格的接受者。

在平衡模块中,根据分析需要,设置各要素市场和商品市场的供需双方均衡状态(均衡或非均衡)。

模型的动态部分主要是对一个参考情景的描述。一个参考情景是反映未来主要外生变量指标的可能变化,它是在研究税收、价格控制等政策变量影响时进行比较的基础。利用CNAGE模型进行分析应建立在一个与基期水平对应的参考情景上。一个参考情景并不能够很精确地确定未来的发展,而只是一个用来讨论各种政策和现象的简单但仍相当接近现实的反映未来发展趋势的设定情景。模型的参考情景可根据分析需要进行不同的设定,以服务于我们的应用分析目标。

## 2 目前模型的应用成果

建立CNAGE模型的主要目的就是利用模型进行分析应用工作,目前已取得了一系列应用成果。

在模型准备阶段,我们应用投入产出分析方法,将国民核算数据与能源数据相结合,对有关部门直接能耗和间接能耗的关系进行了研究,同时利用一个1995年到2020年间多部门增长情景,计算了能源需求量的部门和总量变化情况,以研究产业结构变化对总能源消耗量可能产生的影响。

在模型的描述方面,完成了对CNAGE模型的基本结构和特征、数据搜集加工过程以及模型的一个参考情景的文字说明工作。这样就可以对模型本身有一个较为清晰的认识,并有助于今后对模型进行扩展用于相关研究活动。

在模型建立后,我们对1995年至2020年间我国的能源需求情况进行了预测。同时

就征收碳税、悬浮颗粒物税对我国二氧化碳和悬浮颗粒物减排和经济的影响分别进行了分析研究。结果表明通过征收排放税来减少空气污染物的排放对我国而言是一项经济成本相当高的措施。在 CNAGE 模型中我们还进一步对中国的煤炭市场进行了细致刻画,并对中国的煤炭市场进行分析,以研究推广洗煤技术是否是中国减少温室气体排放并改善环境的一项可行战略。

此外,我们还就 CNAGE 模型在其他方面的应用进行了有益的探索。作为协调组织国民经济核算数据的一种工具,我们利用该模型研究了进出口价格的不同处理方法引起的不变价 GDP 计算结果的偏差问题。在价格政策分析方面,我们在 1997 年更新数据的基础上主要利用模型的静态部分,定量研究了不同价格政策下,世界油价上涨对我国石油市场和宏观经济的影响情况。

### 3 模型的应用领域

#### (1) 核算框架作用

CNAGE 模型要求有一个协调一致的宏观经济、能源、环境数据基础。在进行协调组织数据、加工数据的过程中,可以发现一些问题并对其影响因素进行细致分析。

#### (2) 经济决策分析

CNAGE 模型是中国的一个可计算的一般均衡(CGE)模型,因此,它继承了 CGE 模型的优势。由于该模型涉及到了经济系统整体,因此可以在一个统一的核算分析框架下对有关问题进行细致分析。比如:征税影响分析、收入分配政策分析、投资分析、行业分析等。

#### (3) 环境能源分析

CNAGE 模型在经济模型的基础上,进一步扩展了能源模块和环境模块,从而可以对征收排放税、环境政策、能源政策(能源安全)、环境污染的控制和治理等环境能源方面的问题进行分析研究。

#### (4) 动态预测

CGE 模型由于自身的局限,依靠自身很难提供有价值的动态预测结果。但它可以与宏观经济模型相结合,对经济系统整体进行更加细致的动态预测。

#### (5) 国际贸易分析

在 CNAGE 模型中,将进出口的有关信息也在分部门水平进行了详细描述,这使得我们可以利用该模型对关税、非关税贸易壁垒等国际贸易政策问题进行分析。特别是中国已加入世界贸易组织(WTO),将面临越来越多的贸易争端和贸易措施的选择问题,这为 CNAGE 模型提供了广阔的应用空间。

# 考虑固定资本磨损的投入产出平衡关系

李景华

(中国科学院数学与系统科学研究院)

## 一、问题的提出

美国经济学家列昂惕夫(Wassily W. Leontief)于1936年在文献[1]中首次提出了投入产出分析方法,在1953年出版的文献[2]中,他进一步阐述了投入产出分析的基本原理及其应用。投入产出分析中的产出实际上是指生产过程中对各部门产品的分配和使用,即经济系统有平衡关系:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

这里,  $\sum_{j=1}^n X_{ij}$  表示生产过程中第*i*部门中间产品的合计,它反映各个第*j*部门在生产中对第*i*部门产品的使用情况。 $Y_i$ 表示第*i*部门的最终产品数,它反映第*i*部门的产品用于最终需求的情况。 $X_i$ 是第*i*部门的总产品数。

投入产出分析中的投入是指生产过程中各部门产品的各种投入要素的构成或价值形成过程:

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} + D_j + V_j + M_j = X_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

这样,投入产出分析就可以研究国民经济各部门产品与产品之间的数量关系,从而研究多种产品的综合平衡。但是在经济生活中,实际生产过程所消耗使用的各种产品按价值周转方式可分为流动资本和固定资本两大类。流动资本是指以原料、燃料、辅助材料等形式存在的那部分资本,它经过一个生产过程,使用价值转化为新的实物形态,价值则全部一次性地转移到新产品中去,在投入产出分析中表现为中间产品。固定资本是指以厂房、机器、设备、工具等形式存在的那部分资本,其实物形态全部参加生产过程,供长期多次使用。随着这些厂房、机器、设备和工具等的逐渐磨损,其价值逐步转移到所生产的产品中去。我国在编制投入产出表时,对固定资本的处理方式是在表中第三象限单列出固定资本折旧一行,而在第二象限设有固定资本形成总额一列。这种处理办法,难以完整反映实际生产过程产品的消耗情况。

在我国1997年投入产出表中,折旧总额是固定资本形成总额的40.996%,是资本形成总额(包括固定资本形成和存货增加两个部分)的36.237%。由于折旧总额已经占到固

本文受国家自然科学基金重点基金资助(项目编号70131002)

定资本形成总额的五分之二以上,为了使投入产出表能够更全面、更准确地反映实际生产过程产品之间的消耗关系和部门之间的相互联系,必须直接考虑实际上属于中间产品的固定资本磨损问题。

## 二、考虑固定资本磨损的投入产出平衡关系

在投入产出分析中,所谓中间产品是指本时期内,在生产领域中还需要进一步加工的产品,而最终产品则是指本时期生产领域中已经加工完毕,可供社会消费和使用的产品。由此可见区分中间产品和最终产品,从价值形态上是考察它在本时期生产中是否发生了价值转移,从产品性质上看是研究它在本时期内是生产性的产品还是供消费使用性的产品。由于固定资本磨损是生产性的,它参加了生产过程,其价值随着磨损已经转移到所生产的产品中去,所以实质上是中间产品。从经济意义上最终产品包括消费品(供居民个人和政府团体消费)、资本形成总额(固定资本形成总额和存货增加)以及净出口等。资本形成总额指本时期内获得减去处置的固定资产和存货的净额,包括固定资本形成总额与存货增加两项。固定资本形成总额指本时期内购置、转入和自产自用的固定资产扣除销售和转出的固定资产后的价值。中国现行固定资本形成总额的主要部分是固定资产投资额。所以,现行投入产出表中的最终产品实际上是把新增固定资本和固定资本磨损合在一起考虑的。这就与垂直方向固定资本折旧项难以形成对应关系,不能反映实际生产过程中对固定资本的消耗。按照在生产中的实际使用情况,固定资本的磨损是对劳动资料的补偿,放在第一象限可以完整地反映劳动对象的消耗和部门之间的联系。这样,中间产品栏中应列入固定资本磨损,而固定资本折旧则列入中间投入,使水平和垂直方向相对应。于是,改进的投入产出表的结构如表1所示:

表1 改进的投入产出表

		中间产品				固定资本磨损	最终产品					总产出
		1	2	...	n		固定资本增加	存货增加	居民消费	政府消费	净出口	
中间投入	1	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1n}$	$d_1$					$Y_1$	$X_1$
	2	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2n}$	$d_2$					$Y_2$	$X_2$
	...	...	...	...	...	...					...	...
	n	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{nn}$	$d_n$					$Y_n$	$X_n$
	固定资本折旧	$D_1$	$D_2$	...	$D_n$							
最初投入	劳动报酬	$V_1$	$V_2$	...	$V_n$							
	利润和税金	$M_1$	$M_2$	...	$M_n$							
	小计											
	总投入	$X_1$	$X_2$	...	$X_n$							

这里,固定资本磨损额是指本时期内生产过程中实际消耗的固定资本,固定资本增加额是指本时期内新增加的固定资本。这样,投入产出表的第一象限就完全反映了生产过

程中劳动对象的消耗使用关系和部门间联系,从而可以更完整地研究各部门产品之间的综合平衡。

在改进的投入产出表中,经济系统在水平方向有新的平衡关系:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + d_i + Y_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

引入直接消耗系数  $a_{ij}$ ,用矩阵表示(3)式:

$$AX + D + Y = X \quad (4)$$

其中,  $A$  表示直接消耗系数矩阵,  $X$  表示总产品列向量,  $D$  表示固定资本磨损列向量,  $Y$  表示最终产品列向量。

### 三、完全消耗系数的计算

进一步,如果将固定资本磨损列向量改为生产中更容易统计的固定资本占用矩阵,表示生产中各部门所占用的全部固定资本数额,并使其部门分类与中间投入即第一象限的生产部门分类相一致。用  $d_{ij}$  表示固定资本直接占用系数,即生产过程中生产单位第  $j$  部门产品对第  $i$  种固定资本的占用量,计算公式为:

$$d_{ij} = \frac{w_{ij}}{X_j} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

这里,  $w_{ij}$  表示第  $j$  个生产部门对第  $i$  种固定资本的占用量。

在我国国民经济核算体系中,固定资本折旧率是有统一规定的,用  $\delta_i$  表示第  $i$  部门的固定资本折旧率,则有以下平衡关系:

$$AX + \delta DX + Y = X \quad (6)$$

这里,  $\delta$  表示固定资本折旧率对角矩阵,即:  $\delta = \text{diag}\{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n\}$ ,

$$D = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nn} \end{pmatrix}$$

由(6)式,有

$$Y = X - AX - \delta DX \quad (7)$$

$$X = (I - A - \delta D)^{-1} Y \quad (8)$$

这样,得到对应于 Leontief 逆的完全需要系数矩阵

$$B = (I - A - \delta D)^{-1} \quad (9)$$

于是,完全消耗系数矩阵为

$$B = (I - A - \delta D)^{-1} - I \quad (10)$$

这与中国科学院系统科学研究所陈锡康教授在文献[3]中给出的包含固定资本消耗的完全消耗系数矩阵的经验公式是一致的。

### 四、结 论

本文通过对固定资本磨损生产性属性的探讨,对投入产出分析中固定资本的处理问

题提出了可供参考的新方法,并由此建立了更符合生产实际的经济系统平衡关系,导出了经济意义更科学的完全消耗系数和完全需要系数计算公式。

### 参 考 文 献

- [1] Wassily W . Leontief , Quantitative input and output relations in the economics of United States , Review of Economic Statics , Vol . XVIII . No . 3 ( 1936 ) , pp . 105 - 125
- [2] Wassily W . Leontief et al , Studies in the Structure of the American Economy , New York , Oxford University Press , 1953
- [3] Chen Xikang , Input -Occupancy -Output Analysis and Its Application in China , in Dynamics and conflict in Regional Structural Change , edited by Manas Chatterji and Robert E . Kuenne , Macmillan Press , London , 1990
- [4] 沃西里 ,里昂惕夫 ,投入产出经济学 ,中国统计出版社 1990 7
- [5] 钟契夫、陈锡康 ,投入产出分析 ,中国财政经济出版社 1987
- [6] 国家统计局投入产出办公室 ,中国式投入产出总表的若干编制技术问题 ,中国统计出版社 1988
- [7] 国家统计局投入产出办公室 1992 年全国投入产出调查培训教材 ,中国统计出版社 1992

# 加入世界贸易组织对中国经济影响与对策

李善同 翟 凡 刘云中

(国务院发展研究中心)

## 1 引 言

经过14年的艰苦谈判,中国已与世界贸易组织(WTO)的大部分成员国就中国加入WTO达成协议。中国正式成为WTO的一员将为期不远。加入WTO要求进行一系列贸易和投资自由化的改革,它必将对中国经济与社会产生深刻的影响。因此,评价中国在加入WTO谈判中作出的承诺,定量估计对中国加入WTO的收益和成本,以使相关各方深刻理解中国加入WTO所带来的机会与挑战,具有非常重要的现实意义。

中国作为一个幅员辽阔的大国,国家内部各区域之间在自然环境和经济条件方面都存在很大差异,加入WTO必然也将对中国区域经济的发展产生深刻的影响,它对不同地区的影响和挑战都是不同的。事实上,自80年代后期开始,虽然沿海各省间和内地各省间的差距趋于缩小,但沿海和内地间发展差距却在扩大,并导致中国整体地区差距的扩大。无疑,沿海地区在80年代中后期对外开发的迅速扩大是导致其快速增长的一个重要因素。由于地区发展平衡与否是影响中国各项改革的政治可行性的一个重要方面,因此,分析加入WTO对中国区域经济发展的影响,无论对中央政府还是地方政府,对于它们理解相关挑战,制订相应的应对措施,都是非常重要的。

广东省的经济总量位居全国首位,而在对外经济方面,广东省更是处于举足轻重的地位。广东省外贸进出口占全国的40%,利用外资占全国的比重则接近30%。广东省可以看作是中国沿海地区过去20年的发展的代表。本文的目的在于定量分析中国加入WTO对中国和广东省在经济增长、结构调整等方面的影响。全文内容组织如下:第二节给出对中国加入WTO的市场准入承诺的总体状况的描述,第三节简略介绍用来评价中国加入WTO的影响的中国经济的可计算一般均衡模型;第四节分析基于我们的基期年数据,分析中国和广东省的经济结构特征;第五节描述所作的基准情景中的基本假设和模拟方案的设计;第六节详细讨论了中国加入WTO对中国和广东经济的影响。最后一节总结全文并给出主要政策建议。

## 2 中国的市场准入承诺

加入WTO要求中国进行一系列贸易和投资自由化的改革,根据目前已公布的中美双边协议,在市场开放方面,主要包括以下方面的内容:

---

有关中美世贸协议的详细内容,可参见<http://www.uschina.org>。

(1) 工业品关税削减和非关税壁垒的取消。在 2005 年,工业品的平均关税将从目前的 17% 降至 9.4%,其中汽车、电子及通讯产品、家具、烟草等产品的关税削减幅度在 75% 以上,同时,目前针对汽车、成品油、化肥、橡胶和部分机电产品的非关税管理措施也将在 2000 - 2005 年间逐步取消;

(2) 农产品关税由平均 22% 削减到 17%,并对小麦、大米、玉米、棉花、植物油、食糖等大宗进口品实行关税配额管理,即对配额内的进口征收 1% - 3% 的低关税,而超过配额之上的进口征收通常 40% 以上的高关税。在 2000 - 2005 年期间,配额量将保持一定的增长,并且配额外的关税税率也将逐步降低;

(3) 开放服务业部门的市场准入。在 2005 年将取消对大多数服务业部门的地域限制,提高电信、保险、证券等行业合资企业的外资所占有股份的比重限制,对外资银行,则在加入 WTO 的 5 年后给予全部的国民待遇;

### 2.1 工业品关税减让和非关税措施削减

削减关税和减少非关税措施是贸易自由化的重要方面,也是中国加入 WTO 历次谈判的关键议题。中国在为加入 WTO 进行谈判的同时,随着对外开放程度的提高,逐步降低了产品进口的关税保护。关税总水平有 1990 年的 43% 降到 1999 年的 23%,中美双边协议中 5686 个重要税目的基础税率主要采用了 1998 年的最惠国税率,平均水平(算术平均,下同)为 16.76%,而且根据协议,到 2008 年过渡期结束时,这 5686 个税目的平均税率将降为 9.46%。

这次中美双边协议涉及到的工业品有 5535 个税目,基础税率的平均水平为 16.98%,2008 年的最终税率为 9.3%,其中,美国优先考虑的产品的关税降至 7.1%,从 2000 年至 2008 年的平均关税水平如表 1 所示。可以看到,这次协议总体上比中国政府 1998 年 4 月的日内瓦方案提出的关税减让幅度略大,也略大于中美上次双边谈判的减让幅度,这两个方案当时分别承诺到 2005 年将工业品的平均关税水平将为 10.8% 和 10.56%。

表 1 工业品的平均关税水平

年 份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
税率 (%)	16.58	14.32	12.61	11.30	10.20	9.59	9.58	9.57	9.34

就重要的行业部门而言,中国将参加信息技术协议,对计算机设备、电信设备、半导体和其它高技术信息产品,根据基础税率和最终税率的差额大小,逐步取消关税,直至 2005 年对信息技术产品全部实施零税率。对于汽车行业,整车的关税税率将由目前的 80 - 100% 削减为 2006 年的 25%,汽车零部件的税率削减到 10%,其中 2001 年的削减幅度将是最大的一年。对于森工和造纸行业,木材和纸张的关税将分别由目前的 12 - 18% 和 15 - 25% 降到 5 - 7.5% 的水平,另外,中国政府还承诺,对于木材和纸张进口,美国企业可享受中国给予任何他国的优惠税率。对于纺织行业,中国政府应在 2005 年以前,将纺织品进口关税从目前的 25.4% 减少到 11.7%,其中,中美 1997 年达成的双边纺织品协议规定的关税应该在 2001 年实施,剩余的关税削减应该在 2005 年前完成。对于化工制品,包括化肥、化妆品、橡胶和塑料,将在 2005 年由目前 14.8% 的平均税率削减为 6.9%。

应该注意到,由于存在关税减免和走私活动,中国关税的实际征收率远低于名义水平。中国对加工贸易、外商投资企业、重点建设和技术改造项目以及特区开发等区域都给

予关税减免,如在97年和98年,仅加工贸易、外商投资企业作为投资进口的设备、保税区进口和无偿捐赠等享受免税优惠的进口额即占到当年进口总额的70%和66%。由于我国的关税税基很小、实际征收率偏低,关税的削减对经济整体的影响程度有限,实际上,近年来我国进口关税的几次下调并没有导致进口的明显增加。

中国以发展中国家的身份加入WTO,可以就工业品的非关税措施与WTO成员国商谈取消非关税措施的过渡期安排。在目前发达国家仍然对发展中国家实施纺织品配额管理的前提下,中国保持对部分工业品的非关税措施,不过是相对应的条件。这次中美双边协议也一致同意,中国政府可以对部分工业品在过渡期内采取进口配额和许可证等非关税措施,容许实施配额控制的产品,其配额数量以2000年的数量为基准,每年递增15%,直至2005年全部取消配额。协议中规定在过渡期内应逐步取消非关税措施的工业品税目361种,这361种产品的非关税措施必须在2000年到2005年之间取消,其中汽车及相关产品的期限为2005年,大部分化工产品为2002年,民用航空器、计算机及相关产品、医疗设备等产品的期限为加入WTO的当年。根据乌拉圭回合纺织品和服装协议的规定,2005年也是发达国家应取消纺织品配额的最后期限。此外,中国政府承诺允许外国企业从事工业品的进出口和分销业务。

## 2.2 农产品关税及非关税措施

中国为加入WTO而进行的农产品谈判相当艰难,一方面中国有大量农民完全依赖农业生产,获取收入,中国政府不得不保护农民的利益,另一方面WTO成员中主要的农产品出口国如美国、阿根廷、加拿大等都希望中国开放农产品市场,甚至将其作为中国加入WTO的一个重要条件。中美1999年达成的农产品协议是一次重要的突破。

中美协议规定,中国从美国进口的农产品的平均关税到2004年应从22%降为17.5%,对美国优先考虑的农产品的平均关税从31%降为14%,所有进口的农产品的税率都不能超过协议中规定的上限。协议覆盖的951个农产品税目中75%的产品的税率上限在20%以下,94%的产品的税率上限在30%以下。但协议对个别税目的农产品提供了较高的关税保护,税率最高的两个税目为菜籽油和芥菜油,达到72%,其次为燕麦、糖和烟酒中的部分产品,税率达到65%。由于中国政府在过去7年里,已经多次下调农产品的关税水平,现在22%的平均税率尚不及1992年平均税率46%的一半,这次协议约定的税率下调幅度并不是很大。

中国对重要的农产品,如小麦、玉米、大米、油料、棉花、羊毛等,实施关税管理和进口许可证制度,对配额数量内的进口征收较低的关税,而对配额之外的进口征收高得多的关税,藉此提供对国内相关产品的保护机制。表2列示了协议中的主要农产品的关税配额管理措施,所有产品的配额在执行期结束后应取消配额管理。

对于农产品进口配额的管理,中国政府将根据经济标准而不是政治标准进行分配,建立公开、透明、公平、及时、减轻贸易负担和反映最终使用者需求的关税—配额分配体制。中国政府有权保留一定份额的配额由国有贸易实体经营,但同时必须将部分配额交由其他贸易实体经营,国有贸易实体未完成的份额,应由其他贸易实体经营。

中国政府承诺消除非关税壁垒,对农产品的检查、测试和国内税收必须符合WTO的规则,采用透明、非歧视的方式进行。针对所有动物、植物和人体健康的进出境卫生检疫,都必须以合理的科学根据为基础,而不能根据政治或保护主义的需要而确定。中国政府

表2 农产品的关税 - 配额

产品名称	初始配额 (万吨)	最终配额 (万吨)	配额内关税 (%)	执行期间	国有贸易实体 经营份额 (%)
小麦	730	963.6	1 -10	2000 -04	90
玉米	450	720	1 -10	2000 -04	75 降至60
大米	266	532	1 -9	2000 -04	
其中：					
中短谷物	133	266	1 -9	2000 -04	50
其它	133	266	1 -9	2000 -04	90
豆油	171.8	326.1	9	2000 -05	50 降至10
棉花	74.3	89.4	1	2000 -04	33

说明 1. 棕榈油、菜油、糖、羊毛和毛条未载明配额量；2. 同一类产品中的配额内关税因不同的税目而有区别。

还同意消除对美国柑橘、小麦和肉类进口所采取的不科学的检疫限制,接受美方的单边认证结果,中美双方同意将继续就烟草、土豆和李子进行类似的谈判。

除小麦、棉花、大米、玉米等产品外,中国政府同意任何经营实体都可以将其它大部分的农产品进口到中国的任何地区。而且,在服务贸易项下,三年内逐步开放农产品的销售。加入 WTO 之后,中国政府不再向出口农产品提供出口补贴,同时,提高对农产品国内补贴的透明度,改善和减轻扭曲农产品贸易的国内补贴。

### 2.3 服务贸易

中美这次双边协议就中国的服务贸易的市场开放达成一致,构成该协议的一项重要内容。事实上,在1994年前,中国恢复关贸总协定席位的谈判并不需要就服务贸易的市场准入进行谈判,但由于乌拉圭回合《服务贸易总协定》在1995年1月1日正式生效,以及世界贸易组织成立,服务贸易市场准入就成了中国加入 WTO 谈判的重要内容。1997年世界贸易组织又达成了《基础电信服务协议》和《金融服务贸易协议》,更加突出了服务贸易谈判的重要性。就《服务贸易总协定》的原则而言,有一个突出的特征,即不将服务贸易的市场准入和国民待遇两条原则,作为个缔约方的普遍义务,而是按自愿原则对某一个服务部门的开放作为具体承诺,以此与其他缔约方作为对等互惠条件相互开放。因而,服务业相对滞后的发展中国家,在实现服务贸易自由化的过程中,享有适当的灵活性。

中美双方就服务贸易达成的条款从两个维度予以规定,第一个维度是将提供服务的方式划分为跨境提供、境外消费、商业存在和自然人存在四种方式,第二个维度则从市场准入的限制、国民待遇的限制和额外承诺三个方面给出规定。中国在这次协议中总体上对所有服务部门作了广泛、全面的开放,协议中予以开放的服务部门覆盖法律、会计、建筑规划、医疗、教育(不含国民义务教育)、环境保护、房地产、计算机及相关服务、电信、金融、分销、交通运输和旅游及音像服务等众多领域。

#### 1) 专业服务部门

中国政府在加入 WTO 的当年,即允许国外的专业服务提供者以合资的方式进入中国市场,除对法律和医疗服务有地域和数量限制之外,对于会计、建筑规划、教育、环境保护、管理咨询、计算机及相关服务、房地产、维修、广告、技术检测、包装、投送(法定邮政业务除外)、摄影等业务只是作了股权比例的限制,外方不得占有多数股份。到2004年,也就是中国加入 WTO 的第5年,这些限制将基本取消。应该注意的是,中国只允许外国法律服务机构以在中国设立代表处的方式提供服务。

## 2) 电信服务部门

电信和金融服务部门是中国开放服务部门的两个难点领域,而其中电信市场是中国改革开放以来保护程度最高的垄断性行业,中国的电信业依靠国家的保护长期进行垄断性经营,收费昂贵而且服务质量差,向为消费者所诟病。在这次双边协议中,中国同意外国企业可在电信业务方面进行广泛的服务和直接投资,中国将成为《基础电信服务协议》的成员,中国政府的承诺包括:支持协议中规定的竞争原则,同意技术中立的安排,外国电信业务提供者可利用他们所选择的技术提供电信服务。对于服务范围,中国将分阶段取消地域限制,在加入WTO后4年内取消所有的传呼和增值服务的地域限制,5年内取消对移动电话的限制,6年内全部业务取消地域限制。约占中国国内电信业务75%的北京、上海和广州的主要电信服务通道,自加入WTO之日起立即对所有的电信提供者开放。而且,中国政府将允许外国企业最终在从事电信服务的所有合资企业中占有49%的股份,并且对于其中的增值电信服务和传呼电信服务在加入WTO后4年内允许外资持有50%的股份。

## 3) 金融服务部门

自1979年首家外资银行在北京设立代表处以来,中国金融部门的对外开放程度逐步提高。中国金融部门的对外开放更带有其自身改革开放的特点,与中国加入WTO的谈判并没有必然的联系。截至1998年底,有各类外资商业银行160家,外资保险公司30多家,其中在上海和广州的外资保险公司12家,另外有100多家外国保险公司在中国设立了代表处,合资的投资银行1家,外资银行的贷款占到国内贷款量的2.8%。

中美这次双边协议进一步加快了中国金融业的开放步伐,中国政府承诺在加入WTO后2年后,外资银行可与中国企业进行人民币业务往来,5年后可与中国居民进行人民币业务往来,取消对客户和地域的所有限制。在加入WTO后3年内将外资财产和人寿保险公司的经营地域扩大到12个主要城市,并在5年内取消全部的地域和业务限制;同意外国公司在合资保险公司中拥有50%的股权,在2年后允许外国公司独资开办非人寿保险公司,人寿业务不得由外商独资经营,但外商可自主选择合伙人,取消合资保险公司在境内设立分支机构的限制;再保险业务在中国加入WTO后立即完全开放。对于证券服务,在加入WTO后立即允许外国证券公司在中国设立代表处,可成为中国证券交易所的特殊会员,在3年内允许设立合资证券经营机构,但股权不得超过49%,可从事证券承销和基金业务。

## 4) 分销服务

目前,中国不允许外国公司在中国直接分销其在境外生产的产品,拥有和管理分销网络、批发渠道和仓储。中国承诺在加入WTO后开放委托销售、批发贸易、零售业务和特许权经营业务,在4年内取消全部的经营地域和设立方式的限制,在5年内可经营除烟草和盐之外的所有合法产品。

# 3 研究方法

由于经济活动中各部门、机构间的复杂联系,我们采用了中国经济的可计算一般均衡(CG E)模型,相对综合和全面地分析中国加入WTO所带来的整体、部门和区域性影响。CG E模型是被广泛使用的一种政策分析工具,它所能揭示的经济联系比部分均衡或宏观

计量经济模型更为广泛。它通过比较在给定政策框架下的经济均衡状态和有一定外生冲击或政策变化下的经济均衡状态来估计外生冲击或政策变化的影响。估计贸易自由化的经济影响是 CGE 模型应用的一个主要方面。近年来,在世界银行和其他国际组织的推动下,有许多研究运用 CGE 模型分析和估计有关乌拉圭回合贸易自由化的影响。我们在此所用的 CGE 模型,是一个针对中国经济的多部门、多区域的动态模型(简称 DRCCGE 模型),它考虑了中国经济在外贸方面的一些结构特征,如一般贸易与加工贸易的区分等。我们曾经在 1998 年运用中国经济 CGE 模型评价与分析了中国加入 WTO 的影响。最近,我们对模型在两个方面进行了更新与改进,一是用最新的投入产出表(1997 年)和其他数据对模型进行了更新,二是构建了区分广东和中国其他地区的两区域模型。本节简要介绍模型的主要特征,对模型的详细描述在附录中给出。

本模型的一个重要特征是描述了一般贸易和加工贸易这两种不同的贸易机制。早在 1986 -1987 年间,中国就建立起双重的贸易机制。一种是出口加工(或出口促进)机制,它是非常开放的,大部分外资企业和部分出口倾向的国内企业参加这一机制;另一种是传统的,但也在逐步改革的普通贸易机制。90 年代以来,加工贸易出口增长迅速,目前已占总出口的一半以上。显然,要分析中国外贸行为和不同的贸易自由化措施,在模型中对其双重的贸易机制给予明确地对待是非常重要的。

这一多区域的中国 CGE 模型包括两个内生的地区:广东省和中国其他地区。各地区都有各自的生产和需求结构,而且模型还包括跨区域的商品和服务贸易以及区域间的要素流动。模型中的生产活动用多层的不变替代弹性(CES)的生产函数描述,居民需求则用扩展的线性支出系统(ELLES)描述,而所有其他最终需求则用固定支出系数的函数描述。进口需求采用阿明顿(Armington)假设,即认为国内产品和进口品是不完全替代的。在出口方面,相应地也假设出口需求和国内需求也是不完全替代的,模型采用 CET 函数描述这一假设。在进口方面采用小国假设,即进口品的国际价格不受中国进口需求的影响,出口需求用不变弹性的需求曲线描述,其价格弹性较高但不为无穷大,这意味着中国的出口对国际市场价格有有限的影响力。

所有商品和因素市场都通过价格调整来出清。每一类劳动力都可在部门间完全流动,资本则假设不是在部门间完全流动的,这反映了各部门资本品在性质上的差异。由于各种阻碍要素流动的体制和政策因素的存在,以及由于劳动力在居住地上的偏好,模型假设在地区间要素也是不完全流动的。资本在地区间的流动取决于各地区的相对资本回报率和固定的转换弹性,劳动力的流动则取决于各地区的相对收入。各地区劳动力的收入包括工资和人均净转移。

这一中国 CGE 模型具有一个简单的递推动态结构,模型中动态特性来源于生产要素的积累和生产率的变化。在动态模拟中,静态模型解出从 1997 至 2010 年间的数个单时期均衡。在各时期之间,一些参数在联结各时期的动态模块中被更新,这些参数更新或者基于基本趋势外生给出,或者由前一时期的解推出。模型中,人口、劳动力、劳动生产率的增长率是外生的。资本增长率由模型的储蓄/投资关系内生决定。

## 4 中国以及广东省的经济结构和市场开放

表 3 基于模型中的中国基准年数据,概括了中国经济在基期年的部门结构特征和市

场开放情况。分<sup>53</sup> 产业部门的有关产出、就业、进口和出口的份额以及贸易依存度和加工贸易情况的数据都在表中给出,表中第10和11列是关于进口保护程度的信息。从(1)-(4)列可见,在各部门的产出、就业和贸易份额方面,存在着明显的不对称。例如,种植业部门(部门1-5)拥有中国全部就业人员的40%以上,但仅生产6%的产出,其进出口额不到总进出口额的2%。而纺织、服装和皮革制品业虽然只占从业人员的2.5%和产出的7.7%,其出口却占总出口的26%。

表3 中国的经济结构和市场开放 1997(%)

	产出	就业	进口	出口	进口/ 国内 使用	出口/ 产出	一般贸 易出口/ 总出口	一般贸 易进口/ 总进口	净出口 (10亿 元)	名义 关税率	实际 关税 征收率
稻米	1.2	7.5	0.2	0.1	0.9	0.9	100	92	0.0	1.0	0.4
小麦	0.7	4.1	0.9	0.0	7.9	0.0	-	78	-11.3	1.0	0.2
玉米	0.4	2.6	0.1	0.4	1.1	7.9	100	21	6.3	1.0	0.0
棉花	0.3	2.0	0.6	0.0	10.7	0.0	100	17	-7.7	3.0	0.6
其他非粮食种植	3.8	23.8	0.5	1.1	0.8	2.3	100	25	12.8	4.4	5.7
林业	0.4	2.0	0.5	0.2	6.8	3.6	96	33	-2.6	28.6	8.3
羊毛	0.0	0.0	0.3	0.0	56.0	8.9	100	6	-3.8	15.0	0.7
其他畜牧业	3.8	8.2	0.1	0.4	0.1	0.9	97	47	6.8	5.0	2.1
渔业	1.1	3.2	0.0	0.2	0.2	1.2	92	77	2.5	0.8	0.5
其他农业	0.6	2.2	0.0	0.1	0.0	1.2	88	12	1.5	16.0	1.7
煤炭采选业	1.1	1.2	0.1	0.6	0.4	3.1	100	63	8.6	6.0	3.3
石油天然气	0.8	0.2	3.6	1.5	24.6	14.4	100	71	-20.6	1.5	1.0
非有色金属矿	0.2	0.1	1.1	0.0	30.2	0.0	100	43	-14.4	0.0	0.0
有色金属矿	0.4	0.2	0.5	0.1	6.5	1.1	92	37	-4.9	0.0	0.0
非金属矿采选	0.9	0.8	0.8	0.6	5.5	4.3	79	36	-0.5	2.9	0.9
蔬菜油	0.6	0.1	1.2	0.3	12.3	4.3	19	46	-10.3	17.0	5.3
粮食加工、饲料	1.6	0.2	1.1	0.3	4.0	1.6	76	94	-7.9	4.7	4.4
糖	0.2	0.1	0.2	0.1	6.0	3.3	12	36	-0.8	30.0	9.5
食品	2.6	0.6	1.0	3.3	2.5	9.7	72	18	42.4	23.2	3.7
饮料	1.3	0.3	0.1	0.5	0.5	3.1	84	45	7.5	60.2	24.0
烟草	0.7	0.1	0.2	0.3	1.3	3.2	96	24	3.3	49.1	10.6
纺织业	4.6	1.5	6.8	11.4	10.1	18.4	60	1	104.5	27.5	0.2
服装	1.9	0.6	0.7	9.9	3.6	37.0	45	2	156.2	41.8	0.7
皮革制品	1.1	0.3	1.8	5.0	13.2	32.6	29	1	61.4	35.5	0.3
木材加工、家具	1.1	0.4	0.9	2.1	5.6	13.1	61	20	22.8	14.4	2.5
纸和印刷	1.7	0.6	2.9	0.5	9.9	2.0	35	33	-29.2	11.0	3.1
玩具/文教用品	1.1	0.3	1.0	6.0	9.0	40.0	32	28	87.6	3.1	1.0
石油加工/炼焦	1.6	0.2	3.1	1.2	11.8	5.7	69	62	-19.6	8.7	4.8
化工	4.0	1.0	11.8	4.2	16.7	8.3	80	31	-77.8	10.8	3.0
医药	0.9	0.2	0.2	0.7	1.8	5.9	84	75	8.5	10.9	7.2
化纤	0.6	0.1	2.1	0.5	18.3	6.6	31	7	-17.4	15.5	1.0
橡胶和塑料	2.1	0.6	2.1	4.2	7.0	15.7	28	12	42.8	19.8	2.0
建材	4.4	2.1	0.8	2.1	1.2	3.4	82	20	23.9	20.8	3.6
钢铁	2.7	0.7	3.8	1.8	8.6	5.5	21	28	-17.5	8.1	2.0
有色金属	1.2	0.3	2.6	1.2	13.0	8.0	56	14	-13.1	7.1	0.9
金属制品	2.5	0.7	2.6	4.1	7.0	13.1	57	20	36.4	13.1	2.4

续表

	产出	就业	进口	出口	进口/ 国内 使用	出口/ 产出	一般贸 易出口/ 总出口	一般贸 易进口/ 总进口	净出口 (10 亿 元)	名义 关税 率	实际 关税 征收率
机械	2.5	1.0	5.6	1.8	13.3	5.9	61	35	-41.0	13.7	4.2
专用设备	1.7	0.6	8.0	1.1	23.6	5.6	63	21	-82.9	14.1	2.6
汽车	1.6	0.4	1.1	0.4	4.2	1.9	63	73	-7.6	50.7	32.6
其他交通设备	1.3	0.4	2.6	1.6	12.1	9.7	24	28	-5.8	5.6	1.3
电气机械	2.8	0.6	4.0	5.5	9.6	15.9	21	20	42.2	17.9	3.1
电子通讯设备	2.5	0.4	13.2	11.5	34.7	36.3	9	20	25.2	11.8	2.1
仪器仪表	0.4	0.2	2.7	2.7	44.3	49.5	15	20	12.3	12.5	2.3
其他工业	0.8	0.6	0.4	0.9	3.1	8.1	29	3	9.6	38.9	0.9
公用部门	2.2	0.5	0.0	0.2	0.0	0.9	100	-	3.8	0.0	0.0
建筑业	8.7	5.8	0.4	0.1	0.3	0.1	100	100	-2.6	0.0	0.0
交通	2.5	3.1	0.7	2.8	1.8	9.4	100	100	38.9	0.0	0.0
通讯和邮电	1.0	0.3	0.2	0.7	1.3	5.7	100	100	8.7	0.0	0.1
商业	6.6	9.0	1.2	0.7	1.2	0.9	100	100	-4.2	0.0	0.0
金融	1.8	0.5	0.4	0.1	1.2	0.5	100	100	-2.7	0.0	0.0
社会服务	3.8	1.6	2.9	4.5	5.2	10.1	100	100	38.8	0.0	0.0
文教医疗	3.3	4.0	0.2	0.3	0.4	0.7	100	100	1.7	0.0	1.7
政府部门	2.2	1.8	0.2	0.0	0.5	0.1	100	100	-1.5	0.0	0.0
总和/平均	100.0	100.0	100.0	100.0	6.4	7.7	51	32	409.5	11.2	2.5

注 1) 进口/国内使用和出口/产出是以国内价格计算。进出口份额是以国际市场价格计算

2) 稻米、小麦、其他粮食种植业、棉花、羊毛、粮油加工和糖的进口是 1993 - 1997 年五年的平均数。

服装、皮革制品、玩具和文教制品以及电子、仪器仪表是最具出口倾向的部门,它们 30% 以上的产品依赖于国际市场。其次是纺织品,其产品约有 1/5 出口。在进口方面,占较大进口份额的部门是机械、电子和化工等资本品和中间投入品部门。羊毛、仪器仪表、电子、专用设备以及两个原材料部门(原油和金属矿采掘)的进口占有较高的国内市场份额。电子行业同时具有高的进口和出口依存度,这反映该部门产品中有很大部分是从国外进口配件后加工组装出口的,即加工贸易出口。

各部门的净出口反映了中国的比较优势。中国是劳动密集型产品的净出口国和资本密集型产品的净进口国。中国的贸易顺差很大程度上来源于纺织品和服装部门。在农业部门,中国是粮食的净进口国,但在其他农产品方面存在顺差。

加工贸易是近年来中国外贸增长最快的部分。在 1997 年,加工贸易出口占总出口的 50%,加工贸易进口则占总进口的 46%。加工贸易对于最终产品来说更为重要。在 1997 年,约 80% 的钢铁、电气机械、电子产品和仪器仪表的出口是通过加工贸易进行的。<sup>2/3</sup> 以上的皮革制品、玩具文教制品和化纤出口也是加工贸易出口。此外,服装、纸制品和印刷品出口中的大部分也是加工贸易。大量的加工贸易出口需要相应的大量原材料、零部件和半成品进口。表 4.1 中的第 8 列表明在纺织品、服装、皮革制品、和其他未分类工业部门,一般贸易进口仅占其总进口的 5% 左右。许多纸制品、建材、化工产品、冶金和金属制品的进口也都是作为生产加工贸易出口所需的中间投入品而以加工贸易的方式进口的。

基期年数据中一个值得注意的特征是中国的名义关税率和实际征收率之间的巨大差异。众所周知,由于存在大量的加工贸易,广泛的关税减免以及普遍的走私活动,中国的

关税征收水平低于其名义水平。表3的最后2列给出各部门的名义关税率和实际关税征收率。它显示出各部门之间名义税率和实际税率的差异有显著的不同,二者之比最高的如纺织品部门为140倍,最低的如医药和汽车部门不到2倍。通常,出口导向性最强的部门有最高的名义税率/实际税率比,因为大部分的关税减免是针对中间投入品的进口的。

各部门名义关税率说明中国的关税结构典型地反映了发展中国家的特征,即对制造业部门提供较高的保护,特别是对资本密集型的制造业部门和最终消费品部门。但在总体水平上,中国的实际关税率并不高。汽车的名义关税率最高,约为50%,其针对一般贸易进口的实际关税率约为45%。其他未分类工业、糖、纺织品和服装的实际关税率也较高,但是这些高关税的效果非常有限,因为在这些部门受关税约束的进口非常小。

模型基期年数据也包括了有关广东省的经济结构和市场开放情况的信息。广东省人口仅占全国的5.7%,但其GDP占全国的10%,在各省市中排名第一。1978年以来,广东省的外贸以年均20%以上的速度增长,在1997年广东省约占全国外贸的40%。值得指出的是,加工贸易在广东的外贸中占重要地位。1997年广东省出口的70%是加工贸易出口,而全国加工贸易的50%以上是在广东省实现的。

表4给出了在基期年有关广东省经济结构的一些主要指标。表中的前4列报告了产出、就业、和对外贸易的部门结构。第5-8列给出各部门对外贸和国内贸易的依赖程度。一般贸易占总贸易的比重和各部门净出口在最后3列给出。与全国经济相比,广东省在服务业部门和出口导向的劳动密集型制造业部门更具优势。与全国平均数相比,广东省的农业部门相对来说不很重要,但仍有40%以上的全省劳动力在农业部门就业。广东省的经济是非常开放的,其总需求的20%来自进口,其产品的30%则出口到海外市场。广东经济对海外市场的依赖要高于对国内其他地区市场的依赖。从国内其他地区的进口占广东总需求的17%,而广东省的产品仅有11%销售到国内其他地区。在产业水平上,纺织品、服装、皮革制品、玩具和文教用品、电子和电机都是重要的出口部门,广东省出口的64%是有这些部门创造的。电子、化工和纺织品是三个最大的进口部门,它们占总进口的41%。电子、仪器仪表、专用设备和纺织品部门的进口和出口依赖程度都很高,这反映这些部门的高加工贸易比重。广东省的能源和金属原材料主要依赖于从国内其他地区的调入,电机和电子产品对国内调入的依赖程度也较高。广东省出口到国内其他地区的产品主要是电机、电子和化工产品。

表4 广东的经济结构和市场开放 1997(%)

	产出	就业	进口	出口	进口/ 省内 使用	出口/ 产出	调入/ 省内 使用	调出/ 产出	一般贸 易出口/ 总出口	一般贸 易进口/ 总进口	净出口 (10 亿 元)
稻米	0.9	7.2	0.2	0.0	3.5	0.0	23.3	8.1	100	89	-0.9
小麦	0.0	0.0	0.2	0.0	92.2	0.0	2.1	8.1	-	17	-0.9
玉米	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	-	0.0	-	100	0	-0.2
棉花	0.0	0.0	0.2	0.0	99.1	-	0.9	-	100	11	-0.8
其他非粮食种植	2.5	19.9	0.2	0.5	1.7	5.1	23.7	8.1	100	37	1.9
林业	0.3	1.5	0.3	0.1	15.3	6.2	5.0	0.0	84	32	-0.7
羊毛	0.0	0.0	0.1	0.0	99.9	-	0.1	-	100	5	-0.6
其他畜牧业	1.9	4.1	0.0	0.3	0.3	4.2	4.7	0.3	92	56	1.9
渔业	1.4	7.0	0.0	0.2	0.6	2.8	3.8	12.5	79	63	0.8

续表

	产出	就业	进口	出口	进口/ 省内 使用	出口/ 产出	调入/ 省内 使用	调出/ 产出	一般贸 易出口/总出口	一般贸 易进口/总进口	净出口 (10 亿 元)
其他农业	0.5	2.5	0.0	0.0	0.0	2.7	1.4	0.2	58	21	0.3
煤炭采选业	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6	4.4	94.9	2.8	100	55	-0.1
石油天然气	0.9	0.0	1.9	1.4	42.8	42.6	0.2	0.0	100	48	0.4
非有色金属矿	0.1	0.1	0.1	0.0	16.8	0.5	37.6	27.4	100	29	-0.4
有色金属矿	0.1	0.1	0.1	0.0	9.1	8.9	54.1	26.3	100	68	-0.1
非金属矿采选	0.6	0.3	0.8	0.3	17.4	12.4	27.2	0.2	39	19	-1.5
蔬菜油	0.3	0.1	1.1	0.4	49.4	28.4	7.2	12.7	3	23	-2.8
粮食加工、饲料	0.9	0.2	0.4	0.2	8.4	6.2	12.7	12.7	31	81	-0.5
糖	0.3	0.1	0.1	0.1	11.8	8.6	32.2	45.7	8	1	0.0
食品	1.7	0.8	0.8	1.4	12.3	21.0	17.5	26.6	49	30	5.2
饮料	1.0	0.3	0.1	0.5	1.9	12.6	26.9	34.6	84	75	2.8
烟草	0.3	0.1	0.1	0.1	5.7	10.1	43.9	14.9	100	22	0.1
纺织业	4.0	1.5	9.9	11.3	48.4	66.5	26.8	8.6	50	0	26.0
服装	3.5	2.4	0.6	8.7	8.6	54.2	4.0	9.9	38	1	50.9
皮革制品	2.7	1.5	2.5	6.8	32.4	61.4	9.9	5.0	18	1	30.8
木材加工、家具	1.4	0.5	1.6	2.4	16.8	41.6	47.4	10.9	40	13	8.1
纸和印刷	1.8	0.8	4.6	0.8	35.2	10.8	15.2	18.7	19	9	-15.2
玩具/文教用品	3.5	1.3	0.9	10.1	14.7	69.5	0.7	2.6	17	4	58.4
石油加工/炼焦	0.7	0.2	4.2	0.5	36.6	18.0	53.9	51.6	52	58	-15.4
化工	1.1	0.8	12.7	1.3	63.6	29.6	31.5	53.1	53	8	-47.7
医药	0.7	0.3	0.1	0.2	5.6	5.8	32.7	52.9	87	71	0.4
化纤	0.7	0.2	1.1	0.3	27.6	10.1	30.0	43.5	24	3	-3.3
橡胶和塑料	4.0	1.2	3.1	6.2	19.6	41.3	15.5	7.5	20	5	24.8
建材	3.0	1.8	1.0	1.9	7.0	15.2	17.7	11.8	69	7	7.1
钢铁	0.5	0.3	5.3	0.3	41.0	15.2	45.4	11.9	35	9	-21.6
有色金属	0.7	0.2	4.8	0.4	42.5	17.2	40.8	29.4	32	9	-18.3
金属制品	3.4	1.0	2.9	4.2	22.1	32.9	8.4	13.6	34	3	13.4
机械	0.8	0.6	3.6	0.9	49.2	28.1	19.5	15.9	29	18	-10.7
专用设备	0.3	0.5	5.3	0.6	89.8	56.3	7.9	35.4	20	7	-19.3
汽车	0.5	0.1	0.4	0.3	14.8	14.6	33.1	29.0	24	67	-0.1
其他交通设备	1.4	0.6	1.2	1.0	17.1	18.0	6.0	7.2	8	54	0.9
电气机械	5.9	1.7	5.3	9.2	34.4	41.7	35.3	42.5	13	8	33.4
电子通讯设备	7.0	2.0	18.0	18.4	62.1	67.9	29.1	24.9	5	6	34.1
仪器仪表	1.1	0.4	1.5	3.8	84.3	84.9	3.9	11.1	7	8	16.6
其他工业	1.2	0.9	0.5	1.3	8.4	26.3	19.4	7.6	12	1	5.7
公用部门	2.8	0.5	0.0	0.6	0.0	6.1	2.3	3.6	100	-	3.8
建筑业	7.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	100	0.0
交通	4.0	3.5	1.2	1.2	4.6	8.1	24.2	1.5	100	100	2.0
通讯和邮电	1.5	0.5	0.0	0.2	0.0	3.2	0.0	0.0	100	100	1.0
商业	8.9	12.0	0.9	0.5	2.0	1.7	4.4	2.7	100	100	-0.6
金融	2.3	0.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	100	100	0.0
社会服务	5.2	2.4	0.0	1.3	0.0	6.9	0.0	0.0	100	100	7.9
文教医疗	2.8	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	100	0.0
政府部门	1.9	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	100	0.0
总和/平均	100.0	100.0	100.0	100.0	19.8	25.1	17.0	11.4	29	14	177.1

注 1) 进口/国内使用和出口/产出是以国内价格计算。进出口份额是以国际市场价格计算

2) 稻米、小麦、其他粮食种植业、棉花、羊毛、粮油加工和糖的进口是 1993 - 1997 年五年的平均数。

有关广东省各部门净出口的数据表明广东省的外贸顺差主要来自服装、纺织品、皮革、电机和电子产品。电机部门也有很大的国内贸易顺差。广东是能源、化工和金属原材料的净进口省。

以上讨论提供了一个关于中国和广东省的经济结构、比较优势和外贸特征的概述，它对于中国加入WTO的影响具有重要意义，并将有助于理解后文所报告的模拟结果。

## 5 基准情形和模拟方案设计

中国加入WTO包括一整套关于贸易和投资自由化改革的复杂方案。在本项研究中，我们仅中美1999年11月双边协议的内容，定量分析以下四个主要方面的影响：(1)工业品的关税削减和非关税壁垒的取消；(2)农产品的关税削减和关税配额机制的引入；(3)由于开放投资领域导致的外资流入的增加；(4)分阶段取消对中国纺织品和服装出口的多纤维协定(MFA)配额。如果中国加入WTO，在2005年以前，中国出口到北美和欧盟市场上的纺织品和服装将同其他发展中国家一样，可以享受到配额加速增长的待遇，并且在2005年出口配额限制将最终取消。这是发展中国家在乌拉圭回合中所获得的主要好处，也是中国加入WTO后在国际贸易环境方面的所能获得的主要改善。由于数据和建模技术的限制，我们的模型分析只是集中于商品贸易方面，没有包括与WTO成员地位相关的一些其他重要方面，如开放服务贸易，保护知识产权，市场准入的保证等。

表5 模拟方案设计

试验	描 述												
E1	<p>基准情景：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 实际GDP和农业产出外生；</li> <li>- TFP增长率内生；</li> <li>- 受进口数量限制的农业和食品部门其进口配额增长率为3%（稻米，小麦，其他粮食种植业，棉花，羊毛，粮油加工，糖，石油加工，汽车）；</li> <li>- 外生纺织品和服装的出口配额增长率</li> <li>- 纺织品5.0% 服装6.2%</li> <li>- 其他税率都固定在其基期年水平上</li> <li>- 在2010年国际收支顺差逐渐减少到其基准年水平的30%。</li> </ul>												
E2	<p>削减关税和取消NTBs + E2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2000-2008年在2000年关税水平上将各部门关税逐步削减55%</li> <li>- 2000-2005年逐步削减石油加工和汽车的进口配额</li> </ul> <p>2000年石油加工的配额为276亿元，汽车为4968亿元，从2000年至2005年每年平均增加15%</p>												
E4	<p>农业贸易自由化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 引入关税配额机制</li> </ul> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2000年的配额</th> <th>配额年增长率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>稻米</td> <td>0.857</td> <td>18.9%</td> </tr> <tr> <td>小麦</td> <td>1.158</td> <td>7.2%</td> </tr> <tr> <td>玉米</td> <td>0.325</td> <td>12.5%</td> </tr> </tbody> </table>		2000年的配额	配额年增长率	稻米	0.857	18.9%	小麦	1.158	7.2%	玉米	0.325	12.5%
	2000年的配额	配额年增长率											
稻米	0.857	18.9%											
小麦	1.158	7.2%											
玉米	0.325	12.5%											

续表

试验	描 述	
	棉花	1 .046 4 .7 %
	羊毛	0 .635 4 .5 %
	粮油加工	10 .428 14 .5 %
	糖	1 .523 8 .0 %
	- 按中美协议的方案 ,其他农产品也逐步关税削减	
E4	逐步取消“多纤维协定”	
	- 1998 -2004 年间 MFA 配额加速增长	
	- 在2005 年纺织品和服装的出口税当量为0	
E5	整体的 WTO 加入方案	
	- E2 +E3 +E4	

由于中国加入 WTO 的全部方案将在 5 年的过渡期内逐步实现 ,我们在此运用递推动态的模型来估计中国加入 WTO 的影响。我们首先建立一个未来 10 年在没有贸易和其他改革情况下的基准增长情景 ,它提供了与其他方案比较的参照系。基准情景假设中国在不加入 WTO 的情景下 ,中国将不作任何贸易自由化的改革 ,并保持粮食自给的政策不变。然后我们考虑了 4 个与基准情景相对照的政策方案。

第一个方案考虑中国为加入 WTO 而承诺的工业品关税削减和非关税壁垒的取消。各部门关税削减幅度根据中美协议中 2000 -2005 的关税削减方案并用 1997 年一般贸易进口数据加权集结得出。汽车和石油加工部门的进口配额也将在 2001 -2005 间加速增长 ,并在 2005 年最终取消进口配额。第二个方案着重于农业部门的贸易自由化。在这一方案中 ,目前针对稻米、小麦、棉花、羊毛、蔬菜油和糖的进口配额机制将被关税配额机制 (TRQ) 替代 ,其他农产品的关税也将逐步削减。第三个方案则分析“多纤维协定”配额取消的影响。在该方案中 ,中国纺织品和服装出口的配额将加速增长 ,并在 2005 年取消对纺织品和服装出口的数量限制。最后一个方案综合考虑以上提及的中国加入 WTO 的四方面内容 ,考察中国加入 WTO 的整体效果。

## 6 加入 WTO 的影响分析

### 6.1 对中国经济的影响

加入 WTO 将会使中国获得较大的效率收益。这一收益主要来源于两方面 ,即资源再配置效应和内生增长效应。前者指根据比较优势而重新配置资源所导致的配置效率的提高 ,后者则反映对外贸易的扩张和外资的进入所带来的“溢出效应” ,因为它们可以促进市场竞争和技术的引进与吸收 ,从而有利于技术水平和生产率的提高。

模拟结果表明 ,在仅考虑资源配置效应的情况下 ,与中国没有加入 WTO 的基准情景相比 ,在 2010 年中国加入 WTO 的各项承诺完全实现后 ,中国的实际 GDP 增加 168 亿元 (1997 年价格) ,即比基准情景提高 1.1 %。由此导致 GDP 增长率在 2001 -2005 年期间年均提高 0.25 个百分点。而如果进一步考虑外贸和投资扩张所导致的内生增长效应 ,我们估计加入 WTO 将使中国的 GDP 增长率在未来 10 年间平均每年约提高 0.5 个百分点以上。

表6 中国加入 WTO 方案下的主要宏观经济结果 2010 年  
(相对于基准情景变化的百分比 除粮食自给率外)

	加入 WTO 的整体方案 (E5)	削减关税和取消 NTBs (E2)	农业贸易自由化 (E3)	取消“多纤维协定” (E4)
社会福利 (占当年 GDP 的%)	0.86	0.08	0.43	0.16
GDP	1.10	0.15	0.42	0.27
消费	1.05	0.19	0.47	0.21
投资	0.81	-0.05	0.44	0.15
出口	17.13	4.26	1.99	6.51
进口	16.75	4.16	1.98	6.36
政府收入	0.96	-1.62	-0.10	1.88
城镇居民收入	1.47	0.14	0.96	0.18
农村居民收入	0.71	0.26	0.03	0.24
贸易条件	-1.07	-0.31	-0.12	-0.45
实际汇率	-0.27	1.63	0.90	-2.01
粮食自给率 <sup>e</sup>	0.905	0.967	0.912	0.966

来源 模拟结果

进一步分析收益的来源,我们可以发现,在中国加入 WTO 的方案中,农业贸易自由化具有重要地位,由于农业贸易自由化导致的收益约占总收益的一半。由于中国人均耕地量较少,在农业生产方面的比较优势将持续减弱。长期来看,从进口方面对农业的保护意味着很高的社会成本。取消对中国纺织品及服装出口的配额限制也是一项较为重要的方面,而工业品关税减让和非关税壁垒取消的整体经济影响相对较小,这是由于中国的实际关税征收率较低和对加工贸易采取了较为开放的政策。

但整体的经济效率收益并不是在各部门间平均分配的,加入 WTO 将导致较大的结构调整。由于在发达国家市场上出口限制的取消,纺织和服装部门是中国加入 WTO 的主要的受益者。而另外一些部门将目前受到较高保护的部门和部分农业部门(如汽车、食用油、小麦等)受到的冲击较大,其产出水平和就业与基准情景相比都将有所减少。在农业部门,由于小麦和棉花的进口配额增长较慢,在2005年,这两种农产品的进口配额仍将起到实际约束作用。

结构调整必然带来相应的调整成本。劳动力在部门间的转移和替代可能是最主要的调整成本。特别是由于目前中国农业部门所占的就业比重较高,农业部门的收缩意味着部分农业劳动力需要转移到工业和服务业部门。与基准情景相比,从2001年到2005年,由于中国加入 WTO,大约有270万农业劳动力要转移到其他部门。考虑到改革开放二十年以来有一亿以上的农业劳动力转移出来,由加入 WTO 而导致的农业劳动力调整是可以承受的。

“多纤维协定”配额的取消和全球纺织品市场的扩张,对于中国农业劳动力的转移具有重要意义。由于纺织和服装行业部门具有劳动密集型的特性,它们的增长将有利于解决大量非熟练劳动力的就业问题。模拟结果也表明,中国加入 WTO 后,到2005年纺织和服装行业与基准情景相比会增加约230万人就业。

许多人担心中国农业贸易自由化会损害中国的粮食安全,但我们的模拟表明,在中国加入 WTO 框架之下的农业贸易自由化并不会对粮食安全形成威胁。加入 WTO 后,在 2005 年中国的粮食自给率仍可保持在 91% 以上。

表7 中国加入 WTO 情景(E5)下的部门产出、就业和贸易的变化 2010 年

	产出		就业		进口		出口	
	10 亿元	%	万人	%	10 亿元	%	10 亿元	%
稻米	-13.1	-4.6	-122.7	-4.5	19.4	590.5	0.0	-0.4
小麦	-8.9	-4.7	-82.2	-4.9	13.2	75.0	0.0	-
玉米	-2.5	-2.1	-33.4	-2.3	6.9	514.4	0.0	0.7
棉花	-1.7	-1.5	-23.4	-1.8	20.3	178.1	0.0	0.0
其他非粮食种植	-4.2	-0.3	-78.6	-0.6	8.5	27.6	0.1	1.4
林业	-5.1	-3.3	-48.9	-3.4	6.1	9.1	-0.1	-5.0
羊毛	-0.1	-1.2	-0.2	-1.4	0.5	5.8	0.0	1.5
其他畜牧业	37.7	1.9	59.5	1.6	0.0	1.6	0.4	3.7
渔业	6.4	0.9	12.6	0.8	0.1	5.5	-0.2	-1.9
其他农业	1.7	0.8	3.9	0.3	0.0	11.7	0.0	3.6
煤炭采选业	-3.3	-0.9	-12.8	-0.9	0.0	-0.1	-0.1	-2.5
石油天然气	-12.3	-4.3	-10.3	-4.1	-4.7	-3.2	-1.3	-4.3
非有色金属矿	-2.0	-2.2	-1.7	-1.8	-0.8	-2.0	0.0	-10.5
有色金属矿	-3.8	-1.7	-2.4	-1.5	-0.2	-1.2	-0.1	-5.2
非金属矿采选	0.2	0.0	0.5	0.1	0.1	0.3	-0.5	-3.6
蔬菜油	-30.3	-13.2	-6.4	-9.8	35.1	130.1	3.7	54.7
粮食加工、饲料	9.3	1.4	1.8	1.2	0.1	0.2	0.2	2.5
糖	-5.6	-8.4	-5.9	-7.9	4.8	132.7	-0.2	-7.3
食品	14.0	1.1	4.4	0.9	1.0	2.9	4.8	5.4
饮料	1.7	0.3	1.1	0.4	3.5	49.1	0.1	1.0
烟草	-0.1	0.0	0.0	0.0	2.5	29.2	0.0	-0.2
纺织业	491.7	23.4	191.1	16.4	183.7	96.2	325.3	100.4
服装	378.9	38.6	151.6	25.4	12.9	64.1	359.5	114.3
皮革制品	-8.0	-1.7	-3.5	-1.3	0.2	0.4	-8.3	-6.7
木材加工、家具	1.5	0.2	2.2	0.6	2.0	5.7	-1.8	-3.2
纸和印刷	-3.8	-0.4	-1.2	-0.2	6.1	5.5	-0.6	-4.0
玩具/文教用品	-12.3	-2.1	-3.2	-1.2	1.8	5.0	-13.9	-6.9
石油加工/炼焦	-38.0	-4.3	-12.9	-4.2	40.1	62.7	-2.7	-3.3
化工	-23.6	-1.2	-7.8	-1.0	33.6	8.9	-2.9	-1.8
医药	0.5	0.1	0.6	0.3	1.2	13.0	-0.1	-0.4
化纤	29.2	9.9	7.2	8.1	42.9	74.0	0.6	2.6
橡胶和塑料	-20.7	-1.8	-8.3	-1.4	3.4	5.0	-7.5	-4.6
建材	1.1	0.0	-1.0	0.0	0.8	2.5	-1.8	-2.3
钢铁	-31.9	-2.0	-15.9	-1.9	5.0	3.2	-1.7	-3.0

续表

	产出		就业		进口		出口	
	10 亿元	%	万人	%	10 亿元	%	10 亿元	%
有色金属	-10.4	-1.7	-3.6	-1.3	-0.6	-0.6	-1.2	-3.8
金属制品	-15.5	-1.2	-5.5	-0.8	5.1	4.7	-5.1	-3.9
机械	-34.8	-2.5	-17.6	-1.9	14.1	6.6	-4.2	-5.2
专用设备	-13.9	-1.6	-7.5	-1.3	19.0	5.9	-1.8	-4.3
汽车	-165.2	-17.3	-50.6	-15.0	82.5	375.4	-2.0	-12.3
其他交通设备	-3.6	-0.5	-0.4	-0.1	3.4	3.1	-2.8	-4.8
电气机械	-29.8	-1.8	-6.4	-1.0	9.5	6.0	-14.2	-6.1
电子通讯设备	-58.1	-4.0	-12.7	-3.3	9.7	2.2	-24.9	-5.7
仪器仪表	-13.7	-6.3	-9.5	-4.5	5.7	6.0	-7.2	-8.3
其他工业	-8.9	-1.9	-4.5	-0.9	1.7	12.0	-7.3	-12.0
公用部门	1.6	0.1	-1.1	-0.3	0.0	0.9	0.6	3.4
建筑业	38.8	0.7	34.5	0.5	0.2	1.1	-0.1	-1.6
交通	8.1	0.5	5.5	0.2	1.4	5.2	-1.9	-1.1
通讯和邮电	2.4	0.3	0.9	0.3	0.1	1.5	-1.3	-2.0
商业	64.3	1.6	114.8	1.2	1.8	3.0	-0.3	-1.1
金融	5.4	0.5	1.1	0.2	0.4	2.0	-0.1	-2.7
社会服务	12.6	0.5	5.3	0.3	1.5	1.2	-3.5	-1.4
文教医疗	1.5	0.1	0.9	0.0	0.3	1.8	-0.1	-2.4
政府部门	2.1	0.2	2.4	0.1	0.2	1.6	0.0	-1.8

注意的是,中国加入WTO虽然促进了经济增长,在整体上为中国带来较大的收益,但收入分配状况却有可能因此而有所恶化,这主要表现在城乡差距的进一步扩大上。在中国工业化过程中,农业保护的成成本会逐渐增加。虽然通过进口保护可以在一段时期内提高农民的收入,但这却是不可持续的。中国加入WTO将使农业部门受到一定冲击,从而导致农村居民的收益少于城镇居民。模拟结果表明,由于加入WTO对农业部门的冲击,虽有部分农业劳动力可以转移到其他部门,与基准情景相比农村居民的实际收入仅提高0.7%,而城镇居民的实际收入则增长1.5%。考虑到目前已经较大的城乡居民收入差距,中国加入WTO所带来的收入分配影响将是负面的。

## 6.2 对广东经济的影响

由于各地区不同的要素禀赋、产业结构、比较优势和对外开放的程度,中国加入WTO的对各省的影响也是不同的。贸易自由化的收益在地区也不是均匀分配的。通常,如果一省的产业结构较集中于能从加入WTO获益较大的产业,该省的获益就相对较大,而如果一省的产业结构较集中于受加入WTO负面影响的产业,则该省的获益就会较小,甚至其净收益是负的。而且,那些外贸比重较高的省份的获益也会较大。

表8报告了中国加入WTO对广东省和中国其他地区的主要宏观经济影响。模拟结果表明,在2005年,由于加入WTO,广东省的GDP将比基准情景提高5%,而中国其他地区仅提高0.8%,广东省在GDP提高方面的收益约占全国总收益的43%。

表8 加入 WTO 对广东和中国其他地区的主要宏观经济影响 2010  
(相对基准情景的变化的百分比)

	广东	中国其他地区
GDP	4.99	0.77
消费	4.53	1.21
投资	14.69	2.52
出口	7.55	10.81
进口	10.11	18.59
国内调出	-1.80	2.54
国内调入	2.54	-1.80
总贸易顺差	-4.97	3.76
GDP 缩减指数	1.07	1.58
居民人均收入		
城镇	0.89	1.54
农村	2.27	1.27
劳动力	1.99	-0.13

数据来源 模拟结果

加入 WTO 会导致对外贸易的迅速扩张。与基准情景相比,无论是广东还是中国其他地区,在2005年其进出口都会由于加入 WTO 而大量增加。但由于外资流入的增加,出口的增长没有进口增长快。广东省的外贸扩张幅度要略小于中国其他地区。这主要由于两方面的原因:在进口方面,广东省农业进口在总进口中的比重比全国平均水平低,由于农业贸易自由化导致的农产品进口增加对广东的影响相对较小,因而广东的进口扩张将小于全国水平;在出口方面,广东省的出口依存度远高于全国平均水平,同样幅度的出口扩张所导致的要素价格的上升,在广东省要比中国其他地区高。而由于要素在地区间不是完全流动的,广东省要素成本的相对快的上升将削弱其出口产品的竞争力,使广东省的出口扩张相对较小。

各地区要素价格的变化将导致要素在地区间的流动。广东的出口扩张和更快的经济增长吸引了更多的资本和劳动力涌入。外资和国内资本的流入导致广东省投资的更快增长,在2005年与基准情景相比,广东省的总投资提高15%,而中国其他地区的总投资仅比基准情景提高2.5%。同样,由于劳动力从中国其他地区流向广东,在2005年,广东省的劳动力将比基准情景增加2%。

加入 WTO 对广东省收入分配的影响也是与全国不同的。由于广东省农业部门的比重较小,且主要以稻米、渔业等部门的生产为主,加入 WTO 对广东省农业的总体冲击较小,因而其农村居民因为农业部门贸易自由化而受到的负面影响也较小。另一方面,广东省劳动密集型制造业会由于出口扩张而有较快增长,从而吸纳一定的农业劳动力,这会导致农村居民收入的增加。而广东省的城镇劳动力由于会受到农村转移的劳动力和其他地区流入的劳动力的竞争,城镇居民的收益相对则较小。因此,加入 WTO 会导致广东省农村居民的收益大于城镇居民,从而会改善其收入分配状况。

表9给出了中国加入 WTO 对广东省的部门产出、就业和贸易方面的影响,它说明各部门在总产出和贸易方面的变化差别很大。曾受到进口配额保护的稻米产出将下降,其

进口将增加近3倍。但由于在基期年中稻米的进口非常少,其进口大量增加对生产的影响并不很大。由于仍受配额限制,棉花进口的增加并不大。虽然这些受保护的农产品部门会有所收缩,其他的农业部门,如畜牧业和其他农业的生产将会扩张。

表9 中国加入WTO情景下广东省的部门产出、就业和贸易的变化(2010年)  
(相对基准情景的变化百分比)

	产出		就业		进口		出口	
	10 亿元	%	万人	%	10 亿元	%	10 亿元	%
稻米	-4.2	-16.0	-8.9	-3.4	-27.4	-16.8	-95.3	-3.7
小麦	0.0	-22.6	-8.8	-4.6	-0.2	-23.4	-82.0	-4.9
玉米	0.0	-	-2.5	-2.1	0.0	-	-33.4	-2.3
棉花	0.0	-	-1.7	-1.5	0.0	-	-23.4	-1.8
其他非粮食种植	-1.0	-1.0	-3.2	-0.3	-10.4	-2.0	-68.2	-0.6
林业	-0.3	-2.4	-4.8	-3.4	-0.8	-2.7	-48.1	-3.4
羊毛	0.0	-	-0.1	-1.2	0.0	-	-0.2	-1.4
其他畜牧业	5.6	5.1	32.0	1.7	4.8	4.2	54.7	1.5
渔业	1.7	1.8	4.7	0.8	2.7	1.4	9.9	0.7
其他农业	0.4	1.9	1.3	0.6	1.0	1.2	2.9	0.3
煤炭采选业	-0.3	-12.5	-3.0	-0.8	-2.9	-12.5	-9.9	-0.7
石油天然气	-1.9	-4.6	-10.5	-4.2	-0.1	-4.6	-10.1	-4.1
非有色金属矿	-0.3	-8.3	-1.7	-2.0	-0.2	-8.2	-1.5	-1.6
有色金属矿	-0.8	-7.1	-3.0	-1.4	-0.8	-7.5	-1.6	-1.0
非金属矿采选	0.5	1.4	-0.3	-0.1	0.2	0.9	0.4	0.0
蔬菜油	-2.1	-13.5	-28.2	-13.1	-0.5	-17.0	-5.9	-9.5
粮食加工、饲料	1.9	4.5	7.4	1.2	0.2	2.8	1.7	1.1
糖	-1.3	-8.6	-4.3	-8.4	-0.8	-9.0	-5.1	-7.7
食品	0.1	0.1	14.0	1.2	-0.4	-1.0	4.8	1.1
饮料	-2.7	-3.6	4.4	0.8	-0.8	-4.1	1.9	0.8
烟草	-0.8	-6.7	0.7	0.2	-0.1	-6.5	0.1	0.4
纺织业	159.2	65.2	332.5	17.9	35.5	52.0	155.6	14.2
服装	114.0	58.7	264.9	33.7	60.9	48.0	90.7	19.3
皮革制品	-8.5	-7.1	0.5	0.1	-4.7	-6.9	1.3	0.7
木材加工、家具	-1.9	-2.3	3.3	0.6	-0.7	-2.6	2.8	0.8
纸和印刷	-3.1	-2.1	-0.7	-0.1	-1.6	-2.9	0.5	0.1
玩具/文教用品	-8.8	-4.5	-3.5	-0.9	-2.5	-3.9	-0.7	-0.3
石油加工/炼焦	-3.5	-4.7	-34.5	-4.2	-1.4	-4.8	-11.5	-4.1
化工	0.2	0.3	-23.8	-1.3	-0.5	-1.4	-7.4	-1.0
医药	-0.6	-1.9	1.1	0.2	-0.3	-2.4	0.9	0.5
化纤	5.9	13.5	23.3	9.3	1.0	10.4	6.2	7.8
橡胶和塑料	-7.4	-2.7	-13.3	-1.5	-2.6	-3.7	-5.7	-1.1
建材	6.1	2.7	-5.0	-0.2	1.0	0.9	-2.0	-0.1
钢铁	-0.5	-1.4	-31.5	-2.0	-0.5	-2.4	-15.4	-1.9
有色金属	-1.7	-5.4	-8.7	-1.5	-0.6	-5.8	-3.0	-1.1

续表

	产出		就业		进口		出口	
	10 亿元	%	万人	%	10 亿元	%	10 亿元	%
金属制品	-4.2	-2.0	-11.3	-1.0	-1.4	-2.4	-4.1	-0.7
机械	-2.7	-5.8	-32.1	-2.3	-1.7	-5.7	-15.9	-1.7
专用设备	-1.2	-6.5	-12.7	-1.5	-1.5	-6.4	-5.9	-1.1
汽车	-10.9	-37.9	-154.3	-16.7	-2.4	-35.8	-48.3	-14.6
其他交通设备	-0.3	-0.4	-3.3	-0.5	-0.3	-0.9	-0.1	0.0
电气机械	-25.6	-5.0	-4.2	-0.4	-6.6	-5.5	0.2	0.0
电子通讯设备	-20.9	-5.4	-37.2	-3.5	-5.2	-5.5	-7.6	-2.6
仪器仪表	-4.4	-8.9	-9.2	-5.5	-1.3	-8.3	-8.2	-4.2
其他工业	-6.1	-4.7	-2.8	-0.8	-3.4	-4.8	-1.1	-0.2
公用部门	7.4	3.5	-5.8	-0.5	0.0	0.1	-1.2	-0.3
建筑业	38.6	7.5	0.1	0.0	32.7	5.9	1.7	0.0
交通	7.9	3.0	0.1	0.0	3.5	1.7	1.9	0.1
通讯和邮电	5.4	4.3	-3.0	-0.5	0.9	2.7	0.1	0.0
商业	39.8	6.8	24.5	0.7	37.9	5.0	76.9	0.8
金融	7.7	4.3	-2.4	-0.2	1.3	2.8	-0.2	-0.1
社会服务	15.3	3.7	-2.8	-0.1	3.3	2.4	2.0	0.1
文教医疗	3.5	2.0	-2.1	-0.1	3.5	1.2	-2.6	-0.1
政府部门	2.1	1.8	0.0	0.0	1.0	0.8	1.4	0.1

数据来源 模型模拟结果

纺织品和服装行业将会有很大的增长。“多纤维协定”的逐步废除极大地提高纺织品和服装工业的出口竞争力,其中纺织品出口将增长57%,而服装出口增长将提高1倍。服装出口的较大程度扩张反映了“多纤维协定”对服装出口的严重限制,和服装生产的更强的劳动密集型特性。纺织品和服装部门的产出将分别提高41%和58%,与此同时,这两个部门的扩张将创造约70万就业机会。

减少关税和非关税壁垒使几乎所有产品的进口都有所增加,但是出口的增长也在很大程度上推动了进口的增加。因为在中国的出口中加工出口占相当高的比重,出口增长,特别是加工贸易出口的增长会导致相应投入品进口的大量增加。纺织品、服装和其他未分类工业的进口的大量增加即反映了这一效应。在这3个部门,加工贸易进口占其总进口的90%以上。

值得注意的是,由于纺织品和服装出口的大量增加和外资流入增加,会带来实际汇率升值的效应,这对其他出口部门都是不利的。仪器仪表、电子、玩具和文教用品等部门出口和产出的下降即反映了这一效应。一些资本密集型部门,如电气机械、电子,它们并没有受到很高的进口保护,但是由于资本使用成本的增加,其产出也有较大的下降。纺织和服装等劳动密集型行业的迅速扩张,大量农业劳动力的转移,以上两个因素一起引起资本的相对短缺和其价格的上升,推动了各部门生产成本的上升,而对资本密集型的部门影响则更大。

## 7 主要结论和政策建议

需要指出,上述模拟结果并不是对未来的精确预测。我们的分析是基于我国的比较优势,模拟在中美双边协议的若干条款的前提下可能产生的结果。现实世界的经济运行是多种决定因素交互影响的结果。另一方面,一般均衡分析只是描述达到均衡状态时的结果,它反映经济运行的趋势,而在调整过程中可能出现的变化则未能得到充分的反映。我们的分析结果只是可为决策者提供在哪些方面我们可能获得利益或机会,在哪些方面可能面临挑战或负面影响的信息,以主动进行政策调整,尽可能争取到我们可能得到的利益,尽可能减少可能产生的负面影响。综合上述结果,可以得出以下基本结论:

大量非熟练劳动力的存在和较低的人均可耕地水平,是中国的一项基本国情,它在相当长的一段时期内都不会根本改变。这一国情是中国未来经济发展和战略选择的基本决定因素。加入WTO,积极参与国际分工,是与中国的中长期发展战略相一致的。在未来10-20年,中国面临着工业化和全球化的双重挑战,WTO即是这种挑战的具体表现,它对中国经济也意味着巨大的机会。中国应在加入WTO的同时,对国内政策应作出主动调整,以适应经济发展的基本趋势,使调整成本达到最小。

加入WTO所带来的一项重要挑战可能是在农业劳动力的转移方面。在一个拥有50%以上农业劳动力的经济中,是不可能通过对农业保护的方式来保证农民收入的提高。提高农民收入,实现农业现代化的根本出路在于农业劳动力由农业向第二、三产业,由农村向城镇转移,这也是中国实现工业化和现代化的必要条件。由于加入WTO可以使中国在向发达国家劳动密集型产品市场出口方面更加有保障,中国加入WTO在形成农业劳动力的转移压力的同时,另一方面也为这一转移创造了有利条件。在未来的双边与多边谈判中,中国应当注意防止发达国家新的歧视措施,以保障我国劳动力方面的比较优势得以充分发挥,同时,在国内应及早为农业劳动力转移提供相应的经济和社会条件,实现他们的平稳转移,减少可能由此带来的社会冲击。

无论从城乡收入差距还是从沿海内地差距的角度来看,中国加入WTO都有可能使中国的收入分配状况恶化。促进劳动密集型产业的发展,为劳动密集型产品的出口争取良好的国际市场环境,积极支持农业劳动力的转移,是改善城乡收入分配的主要途径。在地区经济发展方面,中央政府应通过改善基础设施、减少国内市场交易成本的方式促进国内经济的一体化,加强沿海和内地的贸易联系,同时,还应该减少目前出口部门和国内经济在体制上的分割,使外贸出口具有更强的带动国内经济的作用。与此同时,国内财政和税收政策应当起到更强的收入再分配功能,通过加强完善个人所得税和政府间转移支付制度,减缓中国加入WTO所带来的收入差距扩大,使各利益群体较为均等地享受贸易自由化的福利提高,防止可能由此带来的社会不稳定。

为了掌握加入WTO过渡期间的主动权,争取得到应该获得的收益,并尽量减少入世贸易的冲击造成的适应成本,政府的作用是至关重要的。政府应该在以下方面作出调整:

### (1) 完善经济运行规则

一方面,要按照市场经济的规律和加入WTO的承诺,全面清理现行有关法律、法规和政策,以增强法律、法规 and 政策的统一性和公开性。凡是违背WTO规则或与承诺不相

符的,都应进行修正和完善。另一方面,目前我国法律体系还不够完整,应当加快立法的进程,使经济主体的一切经营行为都有法可循。政府则应该依据公开的、统一的法律,以形成一个透明的、公平有序的竞争环境。这也有利于投资环境的不断完善。

#### (2) 改革政府干预经济的方式,清理并减少政府行政性审批

行政性审批是现阶段政府干预经济的重要形式。对任何政府来说,一定范围内的审批都是不可避免的,但目前我国政府的审批有着浓厚的计划经济的色彩。这种计划性质的审批不仅耗费时间长、效率低,从审批本身来看,往往实际效果与设定的目标有很大的差距,而且,还提供了寻租的机会。因此,清理并大幅度减少审批是政府改革面对的一项重要任务,也是政府职能转换程度的一个重要标志。根据公平性、有效性、责任性原则,对现有审批进行清理,以分清哪些是必须保留的,哪些必须予以取消。对需要保留的审批事项应当明确审批程序和责任,增加透明度和健全监督机制。其它的审批事项可改为登记制或备案制。

#### (3) 用好 W T O 及其它国际规则,有效地保护国内市场

为了维护国家安全、保障人民健康和安全、保护生态环境、防止欺诈行为、保护产品质量,各国都对其他国家商品和服务自由进入该国市场采取一些措施,如技术标准、技术法规等,我们应当加快完善这方面的措施。W T O 及其它国际规则中,也有一些规定和条款,如反倾销及其他贸易争端解决机制,我们也应当充分利用这些来保护我国企业的合法权益。

#### (4) 加强政府的能力建设

在市场经济和进一步开放的条件下,政府的行政管理效率的提高至关重要。政府的行政管理应做到公平、廉洁、透明、协调和高效。首先,应该根据政府在社会主义市场经济中的作用,明确各政府部门的职责,并要加强部门间的协调性。其次,要提高政府机关人员的素质,要把精干、养廉和高效有机地结合起来。第三,要修改和完善国家公务员考试、录用、任免、培训、晋升、奖惩、退休等制度,加强对公务员的激励机制,把社会上的一部分优秀人才吸引到政府机构里来,以建立一支高效、廉洁、稳定的公务员队伍。

#### (5) 加强社会保障体制的建设

中国加入 W T O 后,经济结构调整的力度加大,市场竞争将日趋激烈,必然会带来劳动力在部门间、地区间和城乡间更大规模的流动,摩擦性失业率有可能上升。为了促进劳动力的平稳流动,必须加快建立一个覆盖全社会的,包括养老、失业、医疗以及社会救助在内的社会保障体系,为社会主义市场经济运行构筑一个社会安全网。还要加强对弱势群体的关注,为城市和农村的贫困阶层创造条件,使其中有劳动能力的人尽快摆脱贫困。

#### (6) 加强人力资源的培训,完善劳动力市场

加入 W T O 和进一步对外开放,需要一批熟悉有关法律和各种国际规则的人才,因此,应该加快人才的培训。这一方面,要普及世贸组织的有关规则,也要尽快培养一批熟悉国际贸易规则和国际商务活动的复合型专业人才,并加强对企业管理人员和执业律师进行专业培训。

由于劳动力流动性增强,也需要加强劳动力的培训,以提高他们对不断变化的环境的适应能力。要相应地消除阻碍劳动力自由流动的各种制度和规定,如在小城镇放开户籍制度,废除地方政府限制人口流动和就业的各种歧视性规定等。

### (7) 经济结构调整与产业政策

为适应加入 W T O 带来的变化 ,必须对我国产业结构进行调整。“十五”计划中已明确 ,结构调整是主线。“十五”时期我国经济结构调整中 ,既要继续发挥现有的比较优势 ,发展劳动密集型产业 ,从技术含量、品种和价格方面增强产品的竞争力 ,同时加快资本密集型产业的发展 ,促进我国产业结构的升级。要促进服务业的发展。服务业是中国经济的新的增长点 ,是吸纳就业的重要部门。服务业的快速发展也有利于促进制造业竞争力的增强。要加快城市化进程。城市化滞后是中国经济诸多矛盾的焦点。加快农村人口向城市的转移 ,也有利于提高农产品的竞争力。

产业政策从部门倾斜型向强化功能型转变。由传统的产业政策向增强产业竞争力的政策转变 ,这包括支持 R & D 、保护环境、支持中小企业发展等。要加快对具有自然垄断和公用事业特点的行业进行改革 ,包括电信、电力、石油石化、铁路、民航等 ,使对内开放与对外开放相协调。

### (8) 国内市场的统一 ,促进区域协调发展

尽快建立起我国统一的空间市场 ,实现全国经济的一体化。这是未来我国区域经济发展面临的一项重要任务。要大力促进中央和地方职能的转变 ,加强中央政府对区际贸易和要素流动的有效监督 ,消除地方政府对区域经济的过多干预 ;进一步加大三大地带之间跨地区的重大交通通信基础设施建设 ,为空间市场一体化创造必要的硬件条件 ;采取有效措施 ,消除地方壁垒 ,整顿市场秩序 ,完善市场体系 ,通过加强和鼓励地区间经济联系和合作 ,促进全国经济的一体化的形成。

# 国债投资的宏观经济效益分析

李子奈 娄洪 王佳

(清华大学经济管理学院)

1998年和1999年的2100亿元国债投资产生了显著的宏观经济效益,主要表现为对当年国内生产总值增长的拉动、对当年相关产业的拉动和对中长期经济增长的促进作用,本文只分别采用投入产出投资乘数模型和投资矩阵对前两方面进行分析。

由于1998年的1000亿元国债和1999年的1100亿国债并没有全部形成投资完成额,所以这里的“宏观经济效益”仅指实现了的那部分国债投资所产生的宏观经济效益;另一方面,国债投资带动了几乎是相同数量的社会投资,从理论上讲,由这部分社会投资所产生的宏观经济效益也应该计入国债投资的宏观经济效益中。本文分别对不同口径投资额的宏观经济影响进行了计算,为了减少篇幅,列入下文的只是其中某一种计算结果。

## 一、国债投资对当年国内生产总值增长的拉动

### (一)概述

当一个国家处于有效需求不足的情况下,扩大需求就成为宏观经济政策的主要目标。需求包括消费需求、投资需求和出口需求三部分,而扩大投资需求对于经济启动具有立竿见影的显著效果。扩大投资需求对于经济增长的拉动作用包括两个方面,一是投资的增长直接引发和扩大对于生产资料的需求,可以吸收更多的生产资料的供给;二是生产资料的增长引致国民收入的增加,推动消费资料需求的增长,而消费资料的增长又进一步带动新的消费资料的需求和供给。这两个方面的结合,构成投资启动经济增长的全过程。

投资启动的方式主要有三种:一是以国家财政投资为主,辅以其他投资方式。这是一种高度集中的启动方式,可以迅速地集中资金,也有利于产业结构的全面调整。二是以企业投资为主,辅以其他投资方式。这样有利于改善微观经济效益。三是以居民投资为主,辅以其他投资方式,也就是以银行为中介的间接投资。这是一种更为分散的投资方式。

在我国处于经济增长乏力的情况下,为了迅速地启动经济,采取了上述第一种投资启动方式。财政部在1998年、1999年共发行了2100亿元人民币国债,作为国家预算内基础性设施建设专项投资,定向用于农林水利、交通、城市基础设施建设、农村电网、环境保护以及公检法等建设性项目上,即通过积极的财政政策,扩大中央财政赤字,增加投资,刺激消费,拉动内需,促进经济增长。

事实表明,国债投资对于当年国内生产总值(GDP)产生了显著的拉动作用。应用投入产出投资乘数模型,通过与实际情况的对比和对所采集的数据的整理和估算,可以定量

---

该文是我们承担的财政部研究课题的一部分,完成于2000年6月,文中的所有数据都截止到2000年5月底。

分析2100 亿元国债投资的实际完成部分对于1998、1999 两年的国内生产总值增长的贡献。

国债投资是否产生了“挤出效应”,很多人的研究表明,根据我国现有的银行和企业的情况,增加国债对于基础设施的投资并不会产生挤出效应,甚至有利于带动社会投资的增加。所以在本文的分析中不考虑国债投资对于整个社会投资的负面影响。

## (二)基本模型的建立

### 1.乘数及理论基础

投资对于即期经济增长,具体地说,对于即期国内生产总值增长的作用,可以从乘数的角度来分析。凯恩斯在《就业利息和货币通论》一书中根据有效需求不足理论,建议国家多负起直接投资之责,提出政府依靠财政措施来刺激消费和增加投资,以提高总需求的水平;同时明确论述了投资量的变动给国民收入带来的影响要比投资量本身实际的变动大得多,这就是“乘数原理”。凯恩斯乘数描述的是独立投资一次性增加一个单位值,引起国民收入的初始增加,又循环引起一连串收入和消费的增加,最后导致总的国民收入的增量。这里的国民收入指的是SNA 体系中的国民生产总值GNP。可以不严格区分GDP 与GNP 之间的差异( $GDP = GNP - \text{来自国外的要素收入净额}$ ),于是,每增加1 单位的投资,对GDP 的影响是

$$1 + c + c^2 + c^3 + \dots = 1 / (1 - c)$$

这就是凯恩斯乘数的具体表达式。其中c 是边际消费倾向,等于消费支出的增量与国内生产总值的增量之比。这一理论在后来得到不断发展和改善,也有很多经济学家对该模型提出了修正。这种对宏观经济运行的分析方法,在一定程度上也是可以适用于我国现阶段的宏观经济研究的。

### 2.投入产出投资乘数模型

单位投资额投资于不同行业,会产生不同的投资品需求,那么是否会对GDP 产生不同的影响?李子奈(1994) 采用扩展的投入产出分析方法进行了推导和证明,发展了投入产出投资乘数模型,得到的结论是:单位投资额投资于不同行业,尽管会产生不同的投资品需求,但是对GDP 产生的影响是相同的,并且等同于凯恩斯乘数。利用这一结论,我们在分析国债投资对当年GDP 的影响时,只要考虑实现了的国债投资总额,无须考虑这些投资投向哪些部门。

### 3.对模型的说明与修正

在投入产出投资乘数模型的推导过程中,给定了几个基本假设:

在投资中没有引进进口产品或服务;

有足够的闲置生产能力、劳动力和尚未充分利用的资源,即增加总产品不需要新建新的生产能力,不需要进行新的投资;

总产值中增加值比例保持不变;

增加值中用于消费的比例不变;

居民消费构成没有变化。

这些假设与实际情况不相符之处,可以通过调查和分析进行研究和调整。在对上述

李子奈 投入产出投资乘数模型《当代中国投入产出实证与探新》,中国统计出版社 1995.11.

假设条件的调整过程中,可以定量的对投资乘数模型进行修正,从而可以从理论上计算国债专项投资对当年 GDP 的影响。

#### (1) 关于进口品的调整

由于进口品对拉动 GDP 没有作用,极端地说,如果用于国债投资的投资品全部为进口品,那么它对当年 GDP 的拉动为 0。所以对有关实际完成投资额中的进口成分应进行调查,从而在  $Y$  中扣除这一数量。在具体的调查数据不充分的情况下,先按照 1997 年中国投入产出表中进口在总产出中的比例,并假定进口品在各项使用中的比例相同进行数据调整,扣除用于国债投资的投资品中的进口品。

#### (2) 关于各部门增加值与总产值的比重

该比重可以由 1997 年投入产出表得出。假设增加值按其在总产出中的固定比例增加而增加,因为这一比例与产业部门间的相互联系(产业直接向后连锁)相关,可以假设从 1997 年到 1999 年没有发生显著性的变化。

#### (3) 关于边际消费倾向

可以假设边际消费倾向不会由于国债投资而发生变化,所以只需要求出这一数值即可。需要说明的是,通常意义上的消费函数是以居民消费和收入的数据进行计算,而在这里我们所要得到的  $c$  应该是考虑 GDP 的增量对于消费支出的增量的影响。是一个更为宏观的总量计算结果。

#### (4) 关于消费品构成

消费构成的变化对于国内生产总值总量变化并不构成影响,只在进行行业分析时起作用,因为它影响了居民收入中用于某个特定行业的消费比例,从而影响对这一行业的间接拉动作用。统计数据表明,我国 1997 与 1998 两年的消费结构变化并不明显。所以,可以以 1997 年投入产出表中的消费结构作为 1998、1999 年消费结构的近似。

#### 4. 边际消费倾向的计算

假设边际消费倾向长期不变。运用《中国统计年鉴》1978 年到 1998 年的支出法国内生产总值和最终消费的数据进行线性拟合,在消除了序列相关后得到边际消费倾向  $c = 0.5697$ ,由此算得的投资乘数为 2.3 左右。

这里所采用的消费函数模型是根据绝对收入假设建立的,即消费只与当期收入有关,这也是凯恩斯最早提出的模型。需要说明的是,尽管还存在着相对收入假说模型、持久收入假说模型等用来解释消费与收入关系,但试验表明,绝对收入假设模型能够最好地拟合我国的历史数据,说明我国的消费行为确实遵循绝对收入假设。另外,在我国,通常城镇居民消费模型与农村居民消费模型估计出来的边际消费倾向往往相差较远,但是考虑到这里需要的数据是对于整体国内生产总值和消费支出关系的总量的估算,所以还是采用总量数据在经济含义上更为简单明确。

#### (三) 数据整理和对 GDP 拉动作用的计算

定量计算国债投资对于当年 GDP 的拉动作用所需要的数据主要有以下几项(后两项用于行业带动作用的计算):

---

国债投资完成额中进口品数量对于宏观经济效益分析影响很大,为此,原财政部基建司曾专门发出调查表,截止本文完成时,数据尚未收集齐全。我们也曾经试图进行典型调查,向各类国债投资的典型项目发出调查表,收回的数据质量不高,无法使用。

(1) 1998、1999 年度的国债投资实际完成额和其中的进口额。

(2) 1998、1999 年各行业(按照国债投资的几个大的方向来划分)的实际完成额。

(3) 各个行业(按照1997 年中国投入产出表划分的40 个部门分类)的投资品构成(可以由投资矩阵计算得到)和用于国债投资项目的进口品的数额。

#### 1. 1998 年国债投资对于当年 GDP 的影响

根据《中国国债专项投资》(财政部基本建设司编)一书中提供的数据,可以整理得到1998 年1000 亿元国债投资和相应增加的1000 亿元银行贷款的一些数据。具体见表1。

表1 1998 年国债专项投资情况 (单位:亿元)

	国债专项计划	国债专项到位	银行贷款计划	银行贷款到位	总到位额
水利基础设施	270 .80	151 .20	0	0	151 .2
交通通信	230 .24	123 .62	279 .28	242 .20	365 .82
环保和市政工程	347 .32	150 .76	151 .71	51 .59	202 .35
农村电网	85 .03	18 .03	340 .12	80 .08	98 .11
粮库建设	172 .00	66 .39	0	0	66 .39
经济适用房	0	0	380 .52	55 .06	55 .06
合计	1105 .39	510 .00	1151 .63	428 .93	938 .93

由于没有关于进口品统计或调查的准确结果,那么根据1997 年投入产出表中基本流量表的数据,计算得到各个行业的最终使用中进口额的比例,再根据国债投资具体项目所属行业,按照这一行业的进口比例扣除进口品的金额,求和后得到总的进口品在国债投资总量中的比例大约为5.1%。(具体计算过程在后面对行业的带动作用的计算部分有详细的叙述)

从表1.1 可见 1998 年国债专项投资到位额为510 亿元。按前面的投资乘数来计算,如果边际消费倾向不变,它所引起的 GDP 增加量为:

$$510 \times (1 - 0.051) \times 2.3 = 1113 \text{ 亿元}$$

即在1998 年比1997 年增加的7.8%的国内生产总值中(按98 年价格计算约为5800 亿元),占19%,拉动1.5 个百分点。

#### 2. 1999 年国债投资对于当年 GDP 的影响

由上可见,在1998 年发行的1000 亿元国债中,当年到位额仅为510 亿元。同样,根据调查 1999 年尽管有1998 年结转的未到位国债投资490 亿元,再加上1999 年新发行1100 亿元,而当年实际到位的只有595.56 亿元。

按前面的投资乘数来估算,如果同样计算进口比例为5.1%,假设边际消费倾向不变,结果为:

$$596.6 \times (1 - 0.051) \times 2.3 = 1300 \text{ 亿元}$$

那么在1999 年比1998 年增加的7.1%的国内生产总值中(按99 年价格计算约为5511 亿元),占23.6%,拉动经济增长1.7 个百分点左右。

在2000 年7 月财政部长的讲话中指出1998、1999 年国债投资拉动 GDP 增长分别为1.5 和1.8 个百分点。

## 二、国债投资对当年相关产业的拉动

### (一)基本方法

当获得各个部门的实际完成投资额后,首先要利用投资矩阵计算得到各个产业部门用于国债投资的最终需求向量。得到最终需求向量后,在扣除了进口品的情况下,该最终需求的增加量( $Y$ )所直接产生的对各个部门总产出量的拉动可以通过完全消耗系数矩阵  $B$  来得到。计算公式为:

$$X_{\text{直接}} = (E - A)^{-1} Y = (B + E) Y \quad (2.1)$$

由于各个部门总产出量的增加,导致国内生产总值的增加和居民收入的增加,而居民收入的增加又导致消费的增加,由此又带来各个部门总产出量的增加。称之为由国债投资所引致的对各个部门总产出量的一次间接拉动。在假设边际消费倾向  $c$  和消费品构成向量  $w$  不变的情况下,其计算公式为:

$$X_{\text{一间接}} = (E - A)^{-1} [c (E - A)^{-1} Y] \quad (2.2)$$

其中的  $c$  用1997年投入产出表中的增加值行向量与总投入行向量之比来得出;用1997年投入产出表中的最终消费列向量除以最终消费总额得出。

同样的道理,该各个部门总产出的增加量又引致了对各个部门总产出量的二次间接拉动,其计算公式为:

$$X_{\text{二间接}} = (E - A)^{-1} \{ c (E - A)^{-1} [c (E - A)^{-1} Y] \} \quad (2.3)$$

在这里,将根据一次间接拉动和二次间接拉动的计算结果,决定是否计算三、四、...次间接拉动。直接拉动与各次间接拉动之和即为国债投资对当年各个部门总产出量的拉动。

### (二)1997年40部门投资矩阵的研制

实现上述方法的关键之一是投资矩阵。现有的最新投资矩阵是1995年的投资矩阵,而这里需要的是1997年的投资矩阵,为此,需要在1995年投资矩阵的基础上研制1997年投资矩阵。

1995年与1997年的投入产出表部门划分存在着一定的差别。1995年只划分为33个部门,而1997年的投入产出表的部门分类是与1995年的投入产出表相一致。如果希望应用1997年的投入产出表来计算,则需要首先把这33个部门转换为40个部门的形式。事实上,由于国债投资的部门种类很少且高度集中,33个部门完全可以描述,并不需要再细分,所以只需把投资矩阵的行数转变为40个,即把投资矩阵转变为40行33列的矩阵就可以满足需要。具体方法如下:

首先调整33个部门的排列顺序,使之与1997年的部门大致相对应(见附表一)。此时与1997年行业1、2、3、4、6、7、9、12、13、14、15、17、18、19、21、24、27、31、32、33相对应的1995年的顺序调整后的部门是在统计方法上一致的。另外与1997年行业8、40相对应得是近似一致的,可以不考虑调整。

接着需要调整的主要有以下六个方面:

(1)1997年的行业5和行业26的总和与1995年行业5在统计上是一致的。按照1997年投入产出表中二者的比例关系,把1995年的行业5在投资矩阵中的数据拆分成两项。

(2)1997 年行业11 的炼焦业在1995 年的统计中属于行业13 ,应从中划分出来 ,并入1997 年的行业11 ,则1995 年的行业12 的数据可以和1997 年的行业11 相同 ,1995 年的行业13 中的煤制品业应分离出来并加入1997 年行业22 其他制造业 ,1995 年的行业24 的其他工业中的废品和废料拆分出来称为1997 年的行业23 ,则1995 年的行业13、24 分别与1997 年的25、22 相同。

(3)1995 年的行业18 机械工业拆分成1997 年的行业16 机械工业和行业20 中的一部分——文化办公用机械制造业 ,则1997 年的行业16 和20 分别等于1995 年行业的18 和22。

(4)1995 年的行业26 货运邮电业中除了邮电通讯业的其余部分和行业27 商业中的物质供销仓储业合并为1997 年的行业28 货物运输及仓储业 ,1995 年的行业26 货运邮电业中的邮电通讯业在1997 年单独成为邮电业 ,则1995 年行业27 商业中除了物质供销仓储业外的部分近似等于1997 年行业中的商业。

(5)1995 年的行业30 公用事业及居民服务业分成1997 年的行业34 房地产业和35 社会服务业。

(6)1995 年的行业31 文教卫生科研事业分成1997 年的行业36 卫生体育和社会福利业、37 教育文化艺术及广播电影电视业、38 科学研究事业、39 综合技术服务业。

然后要进行的是1995 年与1997 年各个行业的价格调整 ,因为行业产出品价格和国民经济总值的价格指数并不是同比例的增长 ,所以要作相应的调整。由于没有这40 个行业的1995 年和1997 年的具体价格变化 ,所以采用中国统计年鉴(1999 年)上的三大产业的可比价和当年价的总产值推算得出部门划分较为近似的结果(见表2)。

表2 三大产业的价格变化情况

	第一产业	第二产业		第三产业	
		工业	建筑业	交通运输仓储 邮电通讯业	批发和零售 贸易餐饮业
1997 与1995 年价格指数之比	1 .08933	1 .04723	1 .13137	1 .007094	1 .092078

为了进一步分析工业部门中各行业的影响 ,通过《中国工业经济年鉴》(1998 年)和《中国机械工业年鉴》(1996 年) ,可以计算得到对投资矩阵有影响的几个行业的价格变化(见表3)。

表3 工业部分行业的价格变化

	1995 年与1990 年 价格比	1997 年与1990 年 价格比	1997 年与1995 年 价格比
金属制品业	1 .186	1 .180	0 .995
普通机械制造业	1 .109	1 .056	0 .953
专用设备制造业	1 .127	1 .097	0 .973
交通运输设备制造业	1 .112	1 .077	0 .968
电气机械及器材制造业	1 .018	0 .989	0 .971
仪器仪表及文化办公用机械制造业	0 .921	0 .929	1 .009
电子工业	0 .718	0 .659	0 .918

经过对这些价格的调整,就可以计算得出适用投资矩阵,并可直接应用这个矩阵。设此矩阵为  $T$ ,每个元素为  $t_{ij}$ 。该矩阵中各列之和表示该部门用1997年价格计算的1995年的投资总额,对应的与每一行交点数据表示对每个部门投资品的需求量。

对矩阵进行变换,使之变换为投资系数矩阵  $Z$ ,其中元素

$$z_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sum_{i=1}^{40} t_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, 40, j = 1, 2, \dots, 33$$

表示第  $j$  部门1个单位的投资总额所需要第  $i$  部门提供投资品最终需求的数量。再利用公式

$$Y_{40 \times 1}^{(0)} = Z_{40 \times 33} I_{33 \times 1} \quad (2.4)$$

就可以计算各个产业部门用于国债投资的最终需求向量。其中  $I$  是对于各个行业(部门)的投资完成额。

### (三)1998年国债投资各产业拉动作用的估算

首先要求出初始投资向量  $I$  的数据。由前面已知1998年对于六个方面的投资数额,然后根据估算得到每个方面的实际完成额(见表4)。再分别根据其具体性质把这六个投资方向分别归类于投资矩阵相应的列中(见表5),其他行业的投资量为0。这样就得到了初始投资额的向量  $I$ 。

表4 各行业实际投资完成额 (单位:亿元)

	到位额	实际完成额
农田水利 <sup>151.2</sup>	100.80	
交通通信	365.82	243.88
环保和市政工程	202.35	134.90
农村电网	98.11	65.40
粮库建设	66.39	44.26
经济适用房	55.06	36.70
合计	938.93	652.95

表5 按投入产出表部门分类的实际投资完成额 (单位:亿元)

部门	1	11	25	26	30	合计
实际投资完成额	100.80	65.40	80.97	243.88	134.90	652.95

利用投资系数矩阵和式(2.4)可以求出最终需求向量  $Y^{(0)}$ ,再按照各个行业的进口比例扣除进口额,结果详见表6,其最后一列也就是公式(2.1)、(2.2)和(2.3)中所要求的  $Y$ 。再按照(2.1)、(2.2)和(2.3)式分别计算出对各个产业的直接拉动和一次间接拉动、

关于国债投资对各个产业的拉动效果,共计算了3个方案:仅考虑国债投资;同时考虑国债投资和带动的银行贷款;同时考虑国债投资和带动的银行贷款,但是按照投资到位额的 $\beta$ (即投资实际完成额)计算。这里列出的是第3方案计算结果。

二次间接拉动、三次间接拉动的结果。在计算到第四次间接拉动以后,由于每个产业的数字都较小,所以忽略后面的再次拉动作用,以前五次之和作为对于各个产业总产出的总的拉动作用,详见表7。

表6 各行业最终需求量 (单位:亿元)

行业	需求向量	进口率	扣除进口后的需求向量	行业	需求向量	进口率	扣除进口后的需求向量
1	75.32	1.5843 %	74.125	21	0	-	0
2	0	-	0	22	0	-	0
3	0	-	0	23	0	-	0
4	0	-	0	24	0	-	0
5	0	-	0	25	0	-	0
6	0	-	0	26	0	-	0
7	0	-	0	27	332.753	0.2815 %	331.817
8	0	-	0	28	2.397	0.0000 %	2.397
9	0.967	5.0270 %	0.919	29	0	-	0
10	0	-	0	30	14.028	0.0000 %	14.028
11	0	-	0	31	0	-	0
12	0	-	0	32	0	-	0
13	0	-	0	33	0	-	0
14	0	-	0	34	9.871	0.0000 %	9.871
15	1.444	6.3711 %	1.352	35	0	-	0
16	54.607	17.3674 %	45.123	36	0.133	0.6256 %	0.132
17	75.347	8.1960 %	69.172	37	0.020	0.5827 %	0.020
18	8.529	8.4547 %	7.808	38	0.002	0.0000 %	0.002
19	48.112	25.8346 %	35.683	39	0.006	0.0000 %	0.006
20	2.417	29.5881 %	1.702	40	0	-	0
				合计	625.952	5.0798 %	594.155

表7 对各行业拉动作用的计算结果 (单位:亿元)

	直接增加	一次间接增加	二次间接增加	三次间接增加	四次间接增加	估算增加的全部总产出
1	118.34	156.45	89.11	50.79	28.95	443.63
2	20.78	8.86	5.04	2.88	1.64	39.20
3	21.20	7.94	4.52	2.58	1.47	37.71
4	19.84	3.96	2.25	1.29	0.73	28.07
5	23.88	4.06	2.31	1.32	0.75	32.32
6	18.23	87.78	50.00	28.50	16.24	200.74
7	25.26	33.04	18.82	10.73	6.11	93.96
8	6.36	23.81	13.56	7.73	4.41	55.86
9	16.42	7.67	4.37	2.49	1.42	32.36
10	22.97	19.54	11.13	6.34	3.62	63.59
11	35.26	12.17	6.93	3.95	2.25	60.56
12	108.08	74.25	42.29	24.11	13.74	262.46

续表

	直接增加	一次间接增加	二次间接增加	三次间接增加	四次间接增加	估算增加的全部总产出
13	126.09	15.22	8.67	4.94	2.82	157.74
14	118.01	21.30	12.13	6.92	3.94	162.30
15	51.19	12.52	7.13	4.07	2.32	77.22
16	113.81	18.30	10.42	5.94	3.39	151.86
17	112.66	15.17	8.64	4.92	2.81	144.20
18	52.75	18.14	10.33	5.89	3.36	90.47
19	78.92	19.26	10.97	6.25	3.56	118.97
20	8.55	2.68	1.53	0.87	0.50	14.12
21	5.45	3.40	1.94	1.10	0.63	12.51
22	12.10	8.82	5.02	2.86	1.63	30.43
23	6.37	1.63	0.93	0.53	0.30	9.77
24	35.22	17.21	9.80	5.59	3.19	71.01
25	0.46	0.87	0.50	0.28	0.16	2.28
26	2.15	1.95	1.11	0.63	0.36	6.21
27	336.65	5.85	3.33	1.90	1.08	348.82
28	34.34	12.69	7.23	4.12	2.35	60.72
29	15.33	8.39	4.78	2.72	1.55	32.77
30	77.31	43.13	24.57	14.00	7.98	166.99
31	8.93	12.60	7.18	4.09	2.33	35.12
32	3.17	8.20	4.67	2.66	1.52	20.23
33	22.42	18.16	10.34	5.89	3.36	60.17
34	13.28	10.89	6.20	3.54	2.02	35.92
35	26.28	28.93	16.48	9.39	5.35	86.44
36	0.69	13.88	7.90	4.51	2.57	29.54
37	2.43	21.85	12.44	7.09	4.04	47.86
38	0.48	1.95	1.11	0.63	0.36	4.54
39	6.56	8.92	5.08	2.90	1.65	25.11
40	0.00	34.13	19.44	11.08	6.32	70.98
合计	1708.21	825.56	470.21	268.02	152.77	3424.77

从表7中可以看出,国债投资对于1998年各个行业的总产出的拉动作用总量为3425亿元;直接拉动效果较明显的行业有农业、建筑业、非金属矿物制品业、金属冶炼和金属制品业、电气机械和电子通信设备制造业等等;在多次间接拉动后,由于消费结构的影响,引导人们把增加的收入较多的部分投入到某些特定的行业,使得对总产出的全部的拉动效果中,作用比较大的有农业、建筑业、食品制造业、化学工业、商业、以及金属冶炼和制品业、机械工业等等。

按照三大产业划分,可以发现国债投资对于第二产业的促进作用最为显著,大约为2300多亿元;对于第一和第三产业来说则相对作用较弱,分别为440多亿和670多亿元。

附表一 投资矩阵顺序变换表

97年40个部门	95年33个部门	改变顺序后的95年部门
1 农业	1 农业	1 农业
2 煤炭采选业	2 煤炭采选业	2 煤炭采选业
3 石油和天然气开采业	3 石油和天然气开采业	3 石油和天然气开采业
4 金属矿采选业	4 金属矿采选业	4 金属矿采选业
5 非金属矿采选业	5 其他非金属矿采选业	5 其他非金属矿采选业
6 食品制造及烟草加工业	6 食品制造业	6 食品制造业
7 纺织业	7 纺织业	7 纺织业
8 服装皮革羽绒及其他纤维品制造业	8 缝纫及皮革制品业	8 缝纫及皮革制品业
9 木材加工及家具制造业	9 木材加工及家具制造业	9 木材加工及家具制造业
10 造纸印刷及文教用品制造业	10 造纸及文教用品制造业	10 造纸及文教用品制造业
11 石油加工及炼焦业	11 电力及蒸汽、热水生产和供应业	12 石油加工业
12 化学工业	12 石油加工业	14 化学工业
13 非金属矿物制品业	13 炼焦、煤气及煤制品业	15 建筑材料及其他非金属矿物制品业
14 金属冶炼及压延加工业	14 化学工业	16 金属冶炼及压延加工业
15 金属制品业	15 建筑材料及其他非金属矿物制品业	17 金属制品业
16 机械工业	16 金属冶炼及压延加工业	18 机械工业
17 交通运输设备制造业	17 金属制品业	19 交通运输设备制造业
18 电气机械及器材制造业	18 机械工业	20 电气机械及器材制造业
19 电子及通信设备制造业	19 交通运输设备制造业	21 电子及通信设备制造业
20 仪器仪表及文化办公用机械制造业	20 电气机械及器材制造业	22 仪器仪表及其他计量器具制造业
21 机械设备修理业	21 电子及通信设备制造业	23 机械设备修理业
22 其他制造业	22 仪器仪表及其他计量器具制造业	24 其他工业
23 废料及废品	23 机械设备修理业	
24 电力及蒸汽热水生产和供应业	24 其他工业	11 电力及蒸汽、热水生产和供应业
25 煤气生产和供应业	25 建筑业	13 炼焦、煤气及煤制品业
26 自来水生产和供应业	26 货运邮电业	
27 建筑业	27 商业	25 建筑业
28 货物运输及仓储业	28 饮食业	26 货运邮电业
29 邮电业	29 旅客运输业	27 商业
30 商业	30 公用事业及居民服务业	28 饮食业
31 饮食业	31 文教卫生科研事业	29 旅客运输业
32 旅客运输业	32 金融保险业	
33 金融保险业	33 行政机关	32 金融保险业
34 房地产业		30 公用事业及居民服务业
35 社会服务业		
36 卫生体育和社会福利业		31 文教卫生科研事业
37 教育文化艺术及广播电影电视业		
38 科学研究事业		
39 综合技术服务业		
40 行政机关及其他行业		33 行政机关