

投入产出表

INPUT-OUTPUT PRODUCTION TABLE

王 中

自去年以来,国内报刊登载了许多讨论经济规律和综合平衡的文章,这些文章都认为按照经济规律搞好综合平衡对中国的经济发展是十分重要的。

综合平衡是个涵义广泛的经济术语。它的定义随着时代、社会制度以及作者的构思而变迁。本文只想讨论综合平衡的一部分:就是国家计委决定了生产目标后如何用投入产出表及线性规划来推算出各生产单位的综合平衡,包括物资物价、工资、劳工等等。例如,在第五届人大中所提出新的生产目标:粮食、钢铁、石油。这些增产目标对其他有关部门有多少影响?如何计算它们对物价、资金、劳力的影响?如何达到综合平衡,避免生产缺口?由于作者暂时寄居海外,手边参考书少,疏漏之处请多指教。

本文是“综合平衡方法”(Methods for General Equilibrium)一文的第一章。该文共分三章。第一章简单介绍投入产出表的历史、理论根据、编算方法,并举例示范如何应用投入产出表作好综合平衡。第二章介绍线性规划,及其应用,并举例示范。第三章讨论如何应用投入产出表及线性规划处理有关经济及工商管理问题。为了方便读者,公式与计算程序列在篇

后附表。

投入产出表简史

前美国哈佛大学经济系教授里昂梯夫(W. Leontief)于1931年开始编制第一个投入产出表,1941年出版:“美国的经济结构,1919—1939”。¹为了这本书对经济理论的贡献,瑞典诺贝尔基金委员会赠予里昂梯夫诺贝尔奖金。几年前他曾访问中国。

在经济理论的分类,投入产出表应属于综合平衡范畴。远在1758年法国人 Francois Quesnay,已经想到在一国生产中各生产单位是密切互相连关的,他并且出版了“Tableau Economique”一书。但是近代研究综合平衡的学者多受另一法国经济学家 Leon Walras²的影响。他是近代西方计量经济学的开创人。因为他是第一个有系统的用数学公式来综合平衡的经济学家。虽然用数学来研究经济比较容易明瞭而且准确,但是有人批评他的理论太抽象,难以实际应用。里昂梯夫的投入产出表给予综合平衡一个新的内容。

但是投入产出表对市场经济制度的用处很少,而

duction to the Yugoslav Economy, Charles E., Mernill Publishing Company, Columbus, Ohio, U.S.A., 1973.

5. Gregory, Paul R. and Robert C. Staurt. *Soviet Economic Structure and Performance*, Harper & Row, Publishers, New York, N.Y., U.S.A., 1974.

6. “Japanese Managers Tell How Their System works”, *Fortune*, Vol. XCVI, No. 5, Nov. 1977.

7. Kitamura, Hiroshi. *Choices For the Japanese Economy*, The Royal Institute of International Affairs, London, England, 1976.

8. Nove, Alec. *The Soviet Economic System*, George

Allen & Unwin Ltd., London, England, 1977.

9. Ohkawa, Kazushi and Henry Rosovsky, *Japanese Economic Growth*, Stanford University Press, Stanford, California, 1973.

10. Ozawa, Teruotomo. *Japan's Technological Challenge to the West, 1950—1974: Motivation and Accomplishment*, The Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, U.S.A. 1974.

11. Rose, Sanford. “The Secret of Japan's Export Prowess”, *Fortune*, Vol. 97, No. 2, Jan. 30, 1978. 自

对计划经济则用处很大。尤其是在今日，电子计算机如此发达，再加线性规划的新发展，用投入产出表及线性规划来作综合平衡对发展中国经济是十分重要的。

投入产出表的组成

投入产出表是用不变价格来表示各生产单位在生产过程中彼此的相互关系。其实投入产出表基本上三个表组成的：

- (一) 产品交流表 (transactions table) ,
- (二) 技术投入系数表 (technical input coefficient table) ,
- (三) 直接间接生产系数表 (direct and indirect requirements per unit of final demand), 另称逆行式表 $(I - A)^{-1}$ 。

表一 投入产出表之结构

	购 买 单 位							总产量		总供应
	作生产用			最终供销						
	各生产单位	投资	消费	出口	政府开支		国产	进口		
卖出 生产 单位	$X_{11} \ X_{12} \cdots X_{1n}$	I_1	C_1	E_1	G_1	X_1	X_1	M_1		
	(第二部分) $X_{21} \ X_{22} \cdots X_{2n}$	I_2	C_2	E_2	G_2	X_2	X_2	M_2		
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$					
	$X_{n1} \ X_{n2} \cdots X_{nn}$	I_n	C_n	E_n	G_n	X_n	X_2	M_n		
原始生产 资料 (净增加值)	$V_{11} \ V_{12} \cdots V_{1n}$	V_I	V_C	V_E	V_G	V				
	(第三部分)	(第	四	部	分)					
总产量	$X_1 \ X_2 \cdots X_n$					X	X	M		

V_i = 原始生产资料, M = 进口, I = 投资, C = 消费, E = 出口, G = 政府开支

基本上投入产出表的结构可分四部分, 如表一所示。第一部分是各种产品的终点, 术语叫作最终供销 (final demand), 这包括人民消费、出口、投资、国家征用等。这些项目的总数差不多接近国民所得 (national income) 的数字。详细情形留在第二章再讨论。

第二部分包括各生产单位在生产过程中的相互交流。每一方格内的符号代表某一生产单位向另一生产单位在生产中购进或供应材料的数量。譬如 X_{ij} , i 代表出产的单位, j 代表购进的单位, X 代表某产品在另一产品的数量。例如 X_{12} , 表示在生产单位1向生产单位2购进的物料。以下在第二表用具体数字示范。

第三部分包括原始生产资料譬如劳动力、固定资产折旧、租金、利息等。对经济核算上的综合平衡来说是用利润、租金、利息衡量每一个生产单位每一项基建项目的经济效果。没有利润、利息、租金这些概念, 就无法计算生产及管理效果, 无法判断哪些基建应该作, 哪些不应该作, 哪些应该先作, 哪些后作,

哪些生产单位效果高, 哪些效果低等等。所以利润、租金、利息都应列入原始生产资料一项。这里的利润、租金、利息的概念与“市场经济”制度里的利润、租金, 利息的概念不同。在计划经济里它们是用作经济核算的工具, 而不是实际将利润、租金、利息分配给私人。实际上, 每一生产单位付出的原始生产资料的代价即相当于该单位的生产净值。

第四部分包括最终供销部分对原始生产资料直接付出的价值, 主要的是政府、军政人员、干部的薪金。通常投入产出表不列此项, 不过为了说明这个表的结构还是应该讲解一下。表的最后两项是总产值与进口, 为了简单易于了解起见见本文以下省略进口部分。在第三章再详细讨论如何处理进口出口部分。

举例说明

为了读者容易了解起见, 用简单的数字假设一个投入产出表: 在下列第二表共有三个生产单位: 农业、工业、国防, 象征四个现代化。(科学无法列入生产单位。目前美国的投入产出表有四百个生产单位³, 每一单位的划分是以同种类物品为根据, 不是以企业单位为根据。)

表二 假设的投入产出表

(以实物计算)

投入 \ 产出	农业	工业	国防	最终供销	总产量
农业	80	160	0	160	400(斤)
工业	40	40	20	300	400(担)
国防	0	40	10	50	100(单位)
劳动力	60	100	80	10	250(天)

注意每一生产单位在上表中出现两次。一次是横列, 一次是竖列。横列表明一个生产单位在一定期间, 例如一年, 所生产物品的总量(毛额)其中包括两部分: 一部分是买给其他有关生产单位作生产材料用, 另一部分是制成成品, 当人民消费、企业投资、出口、政府征用等项, 笼统的称作最终供销。譬如第二表, 左起第二行, 第一方格内是80斤农产品, 第二方格内的160斤农产品是卖给工业单位作加过工的材料用, 其余的160斤是为最终供销用的。总计农业单位毛产400斤。每一生产单位不但供应其他生产单位, 也向其他单位买进已经加工的材料。譬如第二表内竖的第三行是工业, 从上到看, 160斤农业产品是工业生产单位向农业购买的, 40担工业产品是本生产单位留用的, 其他的40件是向国防生产单位购买的。最后一行 100个劳动日是上文所讲的原始生产材料, 实际应用时, 尚应加上利润、租金、利息等项。这里应该说明的是这个表可横加, 而不可竖加, 因为每一横栏都是一种产物, 每一竖栏是不同的产物。这个问题在下文再继续

续讨论。

这个表有什么用处？第一，它表示出生产单位在生产过程中的相互关系。例如，农业只向工业买材料，不向国防买材料，农业只卖材料给工业并没有卖材料给国防，在这个例子上说明农业与国防在直接生产关系上不大，而工业不但卖材料给农业、国防，同时也向农业与国防买材料。所以第二表显示工业的生产关系相对的比农业与国防的生产关系重要。但是这只是一种笼统的说法。计划经济需要用准确数字来推算各生产单位间的相互关系。那么如何用数字来表达这种相互的关系？从第二表里可以推算出一个生产技术系数表。它的理论根据在下文再详细讨论，现在先解释这个表是如何推算出来的。

在第二表里，农业总量（毛额）是400斤，其中80斤留在本生产单位作再生产用（例如种子）。那么生产一斤农业产品需要留下多少材料作本身生产用？答案是 $\frac{80}{400}=0.2$ 斤。农业供给工业的材料是160斤， $\frac{160}{400}=0.4$ 斤，农业没有供给国防生产材料， $\frac{0}{400}$ 。如此类推可以算出每生产一斤毛额农业产品所需要供给其他有关生产单位的生产系数。例如表三。

表三 生产技术系数表

(以实物计算)

投入 \ 产出	农业	工业	国防
农业	.20	.40	.00
工业	.10	.10	.20
国防	.00	.10	.10
劳动力	.15	.25	.80

第三表虽然为各生产单位在生产程序上的相互关系提供了重要知识，可是在实用上往往不是以实物计算而是以货币计算。这样可以解决上文所说的无法总计不同产品的困难，从以实物计算转变到以货币计算只要以单位产物价格乘产量即可获得。注意这里有个问题：就是用哪种价格？出厂价格还是零售价格？前者不包括运输、周转费、服务费等项，因此如果用出厂价格算，编表时须设有运输、零售等项。以下第四表举例示范如何从以实物计算转换成以货币计算。假定农产品是每斤0.5元（¥），工业产品是每担一元（¥），国防产品是每件二元（¥）。以推算出来农业的总产值是400斤乘0.5元（¥），一斤等于200（¥），工业向农业所购进的材料是160斤乘0.5元（¥），一斤等于80元（¥）。工业总产值是400担乘每担一元等于400元。

以此类推得出表四每一方格的数字。不但如此，从表四可以计算出以货币计算的生产技术系数表。表五的计算方法与表三同，唯一不同的是表三是用实物

单位计算，而表五是以单位产品价格折成货币计算。

表四 生产技术系数表

(以货币计算) ¥ = 元

投入 \ 产出	农业	工业	国防	最终 供销	总计
农业	40	80	00	80	200
工业	40	40	20	300	400
国防	00	80	20	100	200
劳动力	120	200	160	20	500
总计	200	400	200	500	1300

表五 生产技术系数表

(以货币计算)

投入 \ 产出	农业	工业	国防	最终 供销	总计
农业	.2	.2	0	80	200
工业	.2	.1	.1	300	400
国防	0	.2	.1	100	200
劳动力	.6	.5	.8		

从表三与表五不但可以看出各生产单位在生产程序上的相互关系，而且可以看出彼此间数量的关系，这对于计划经济与综合平衡提供了有用的材料。但是这还不够，因为只表示了各生产单位在生产程序上的直接关系，而没有计算各生产单位在生产程序上的间接关系。如果要算出各生产单位在生产过程中彼此的直接的与间接的数量关系，那么就需要编制一个直接间接投入产出系数表。

直接间接投入产出系数表

以上第三与第五两表是说明毛额总产量与各生产单位的直接关系，但是各生产单位不但有直接而且有间接关系。以第五表示范说明，假如国家计委只知每项最终供销生产指标与生产技术系数，如何求得各项生产毛额总量？

如第五表所示：最终供销农产品指标为80¥（元），工业产品为300¥，国防产品为100¥。如何求得各生产单位的毛产总额？从表五已知每产生1¥价值的农产品须用0.2¥该单位本身出产的材料，0.2¥供给工业作材料，因此为了满足80¥，300¥，100¥最终供销指标，农业与工业单位的生产材料必须至少增加到 $(0.2) \times 80 + (0.2) \times 300 = 76$ 。农业生产毛额总值等于最终供销80¥ + 生产材料76¥ = 156¥。但是这只是第一轮迴直接生产关系。为了满足这76¥农产品材料，该生产单位必须再增加材料 $(0.2) \times 76 = 15.2¥$ ，等等。如此轮流推算直到农产品毛额总数接近200¥，工业产品接近400¥，国防产品接近200¥为止。详细计

算方法请参看表六。

表六 说明如何推算直接间接生产影响

1	2	3	4	5	6	7
	农业	工业	国防	生产单位间 材料供应	最终 供销	毛产 总计
农业	(.2)16.0 15.2 5.3 2.2 ⋮	(.2)60.0 11.2 5.6 2.0 ⋮	(0)	76.0第一轮算 26.4第二轮算 10.9第三轮算 4.2第四轮算 ⋮	80	156.0 182.4 193.3 197.5 ⋮ 200.0
工业	(.2)16.0 15.2 5.3 2.2 ⋮	(.1)30.0 5.6 2.8 1.0 ⋮	(.1)10.0 7.0 1.8 0.5 ⋮	56.0 27.8 9.9 2.7 ⋮	300	356.0 383.8 393.7 396.4 ⋮ 400.0
国防	(0)	(.2)60.0 11.2 3.6 2.0 ⋮	(.1)10.0 7.0 1.8 0.5 ⋮	70.0 18.2 5.4 2.5 ⋮	100	170.0 188.2 193.6 196.1 ⋮

这里有两点需要说明：第一在实际应用上无须用此麻烦推算程序，而是用单位计算。譬如每生产1 元的最终供销产品，每一有关生产单位需要多少直接间接生产材料？这样可以计算方便，第二因为实际应用的表数字很大，所以多半用电脑计算。以下表七是每生产价值1 元的最终供销所需直接间接生产系数。为了容易了解及节省时间，该表的计算方法附于篇后附录。

表七 生产材料直接间接
需要系数表（或者 $(1-A)^{-1}$ ）

以货币计算*			
投入 \ 产出	农业	工业	国防
农业	1.3255	0.3020	0.0336
工业	0.3020	1.2081	0.1342
国防	0.0671	0.2685	1.1409

* 这表的编制与计算方法附在章后

这个表说明每一生产单位生产价值1 元的最终供销成品所直接与间接需要的材料。譬如表七左起第二行第二格说明农业每生产1 元价值的最终供销成品直接与间接需要1.3255元农产的材料，如此类推。

综合平衡与投入产出表的应用

假如为了促进四个现代化，国家要加快经济发展，生产目标在第四表里的农业、工业、国防从80元，

300元，100元，提高到100元，300元（未变）及200元。这样对：(1)毛值总产额有什么影响？(2)对各有关生产单位的材料供应有多少影响？(3)劳动力需要增加多少才能没有缺口？回答这些问题需要一点代数特别是矩阵来推算。

假设

X = 毛产额总计，那么
 X_1 = 农业毛产额总计
 X_2 = 工业毛产额总计
 X_3 = 国防毛产额总计

Y = 最终供销成品，如此
 Y_1 = 农业最终供销成品 = 100元
 Y_2 = 工业最终供销成品 = 300元
 Y_3 = 国防最终供销成品 = 200元

A = 生产技术系数，如此

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} .2 & .2 & 0 \\ .2 & .1 & .1 \\ 0 & .2 & .1 \end{bmatrix}$$
$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$I - A = \begin{bmatrix} .8 & -.2 & 0 \\ -.2 & .9 & -.1 \\ 0 & -.2 & .9 \end{bmatrix}$$

如果用矩阵表示

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

两边乘以 $(I - A)^{-1}$

$$(I - A)^{-1} Y = (I - A)^{-1} (I - A) X \tag{1-2}$$

因为 $(I - A)^{-1} (I - A) = I$

所以公式 (1-2) 成为

$$X = (I - A)^{-1} Y \tag{1-3}$$

但是 $(I - A)^{-1}$ 即是生产材料直接间接需要系数表（也就是第七表）。现在可以推算出前面所提出的三个问题。

(一) 如果 Y_1, Y_2, Y_3 增加到100元，300元，200元， X_1, X_2, X_3 需要增加多少？

根据公式 (1-3), $X = (I - A)^{-1} Y$,

$$\begin{bmatrix} 1.3255 & 0.3020 & 0.0336 \\ 0.3020 & 1.2081 & 0.1342 \\ 0.0671 & 0.2685 & 1.1409 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 100 \\ 300 \\ 200 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

$$X_1 = (1.3255 \times 100) + (0.3020 \times 300) + (0.0336 \times 200) = 229.87$$

$$X_2 = (0.3020 \times 100) + (1.2081 \times 300) + (0.1342 \times 200) = 419.45$$

$$X_3 = (0.0671 \times 100) + (0.2685 \times 300) + (1.1409 \times 200) = 315.44$$

(二) 假定生产物品价值不变

农业产品=0.5 ¥—单位

工业产品=1 ¥—单位

国防产品=2 ¥—单位

如欲保证各生产单位无缺口,毛额总生产须增加到下列产量:

①以实物计农业毛额增加到459.94单位。

②以实物计工业毛额增加到419.00单位。

③以实物计国防毛额增加到158.00单位。

(三) 劳动力需要增加多少?

在第五表最底一行看到每生产1 ¥的毛额农业制成品有0.6%是工资,在工业生产里是每1 ¥产值有0.5%是工资,在国防生产是0.8%是工资。如此:

(1)农业生产单位的工资须增加137.92等于 X_1 229.87乘以0.6%。

(2)工业生产单位的工资须增加209.73等于 X_2 419.45乘以0.5%。

(3)国防生产单位的工资须增加252.35等于 X_3 315.44乘以0.8%。

如果知道每一生产单位的平均工资,又可求得每一生产单位所需劳动人数,或劳动日。

附表(一)

投入产出表的理论根据

投入产出表是在三个假设下编制的:第一个假设是在表内所划分的生产单位只出产一种物品,第二个假定是没有联合产物,譬如一个企业又生产石油又生产煤气,在投入产出表里应以两个不同的生产单位看待。第三个假定是每一生产单位从别的单位购进来的材料与该单位的出产量成固定比例。换句话说,投入产出系数在一定期间内,譬如五年,是固定的,不以生产量大小而改变。这个假定的经济含意是说生产技术在短期内变化不大,同时为了计算省事,不考虑因大规模生产成本降低的可能。

投入产出表的模型有三种:第一是在静止状态,

第二是在演进发展状态(static与dynamic)。第三在静止状态又分为范内处理与范外处理(“open”或“closed”model)除了将演进发展型的投入产出表留在第三章讨论外,本章所讨论的是静止状态范外处理模型,就是说将人民消费一项列入最终供销内。如果将该项放入表内第二部分(参看第一表),那就成了范内处理模型了。

附表(二) 如何计算 $(I-A)^{-1}$ 表(逆行式表)

计算方法很多,以下只用 2×2 及 3×3 矩阵方式表示:

假设

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{a_{22}}{a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21}} & \frac{a_{12}}{a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21}} \\ \frac{a_{21}}{a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21}} & \frac{a_{11}}{a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21}} \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{a_{22}a_{33}-a_{23}a_{32}}{G} & \frac{-a_{12}a_{33}+a_{13}a_{32}}{G} & \frac{a_{12}a_{23}-a_{13}a_{22}}{G} \\ \frac{-a_{21}a_{33}+a_{23}a_{31}}{G} & \frac{a_{11}a_{33}-a_{13}a_{31}}{G} & \frac{-a_{11}a_{23}+a_{12}a_{31}}{G} \\ \frac{a_{12}a_{23}-a_{13}a_{22}}{G} & \frac{-a_{11}a_{23}+a_{12}a_{31}}{G} & \frac{a_{11}a_{22}-a_{12}a_{21}}{G} \end{bmatrix}$$

$$\text{设 } G = (a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{32}a_{21}) - (a_{13}a_{22}a_{31} + a_{11}a_{23}a_{32} + a_{12}a_{21}a_{33})$$

注释:

1. Leontief, W. (1951 edition), The Structure of the American Economy, 1919-1939, Oxford University Press.
2. Walras, Leon, Pure Theory of Economics, (Jaffe translated) Homewood, Ill., Richard D. Irwin, Inc.
3. For instance, the latest Input-output table of the United States and also Japan's Input-output table both have more than 400 sectors. ㊦

·上接 79 页·

果时,如不绝对尊重数理规律,而另谋主观作用,虚报假造,削足适履,则抽查结果不会准确。

上文所说的社会学和调查研究,具有实用价值。其实,调查研究之重要,早在毛泽东思想中,占了重要地位。中国今后的责任是利用科学立场与技术,将其发扬光大。本文毋庸喋喋。如果说的话,多属常识之谈,则我的解释是,科学不过是精确的常识。只在搁笔前,我不禁想起几十年来社会学在中国的厄运。在二十和三十年代,社会学往往被军阀们误认为与社会主义有关,会传播危险思想,因而受到多方压制。社会学者冯锐且被韩复榘逮捕枪杀。

在另一方面,忆当初列宁和俄国社会学家索罗金(P.A. Sorokin)笔战,指索氏抹煞马克思主义的精华,以至认为社会学是服务资本主义和攻击共产主义的工具,乃决定社会学没有存在余地,社会学在苏联从此被禁。索氏的几篇笔战文章就被认作社会学的全部内容。中国解放之初,诸事效法苏联,社会学于是亦被取消。三十年来,社会学被视作唯心之学,无人敢谈。中国今幸得开明领导,以解放思想、实事求是、打破禁区为本,毅然号召重建社会学,为知识现代化之一途。深望社会学在中国从此结束了几十年的灾难,在中国从头入土生根,为现代化和社会主义建设,作出应有的贡献。 ㊦