

劳动投入产出模型与企业全要素生产率测度的研究^①

胡振华

(中南工业大学经济贸易系, 长沙 410083)

摘 要 在研究和实际编制企业劳动投入产出模型的基础上, 利用投入产出技术测度企业全要素生产率, 并提出了分析企业全要素生产率增长的因素分析法。

关键词 劳动投入产出模型 完全劳动消耗 全要素生产率 和式因素分析 积式因素分析

所谓全要素生产率(TFP), 是指产出与全部投入要素(有时用劳动 L 与资本 K 之和表示)之比。由于全要素生产率指标中包括了产出与全部投入要素, 因此, 它既可用以分析企业经济效益的状况、成因及其制约因素, 又可衡量企业科技进步水平和速度。

全要素生产率的定量测度通常是从生产函数出发, 并借助于生产函数所描述的投入产出关系进行的。国外常用的全要素生产率的测算方法有: 全要素生产率的算术指数、全要素生产率的几何指数和全要素生产率的 Divisia 指数等。这三种指数尽管表现形式各不相同, 但其出发点都是为了解决把不同质的劳动与资本结合为“全要素投入”这样一个困难的问题, 并以这种全要素投入去除产出, 反映全要素生产率。这三种指数由于其自身的局限性, 目前尚不能应用于我国企业全要素生产率的测度^[1]。因此, 必须寻求新的途径。

在产品投入产出表基础上编制的劳动投入产出表, 全面反映了企业生产中活劳动的直接消耗和物化劳动的直接消耗, 而且, 可以计算与某种产品的生产相联系的一切直接的和间接的劳动消耗, 即完全劳动消耗。这样, 就成功地解决了各种投入要素的加总问题, 可以较好地反映企业各产品(部门)的全要素生产率。

1 活劳动投入产出表的编制方法

投入产出表是投入产出技术的基本分析形式, 是进行投入产出分析的基础。活劳动投入产出表是在产品投入产出表的基础上编制的。

设 t_i 为 i 部门生产单位产品的活劳动消耗系数, 则:

$$t_i = l_i / X_i \quad (1)$$

其中 l_i 为 i 部门的年平均工作人员的人年数, X_i 为投入产出表中 i 部门的总产品。

企业活劳动投入产出表的编制方法如下: 在价值型产品投入产出表的基础上, 用 t_i 分别乘以投入产出表中各行的第 I 象限各元素 X_{ij} 和第 II 象限元素 Y_{ij} , 这样, 就将以价值量表示的产品流量表转换为以劳动量表示的流量表; 各部门对外购产品的消耗量的转换方法, 是在价值型投入产出表的基础上, 用某外购产品消耗量除以生产该产品的行业(或部门)的当年全员劳动生产率, 即得以劳动量表示的对该外购产品的消耗量; 固定资产折旧的转换方法, 是先将固定资产分为若干类, 然后, 用各类固定资产的折旧分别除以生产该类固定资产的行业(部门)的当年全员劳动生产率, 并将其加

① 属国家科委软科学研究计划项目 收稿日期: 1994-09-02

总,即得固定资产折旧的劳动量;而新创造价值的转换则可直接用活劳动消耗量表示,即直接以各部门的劳动者人数填入。

金川有色金属公司(简称金川公司)是隶属于中国有色金属工业总公司的国家一级企业,是一个包括采矿、选矿、冶炼、化工等单位的特大型有色冶金联合企业。金川公司各部门1990年活劳动消耗系数如表1所示。

表1 1990年金川公司活劳动消耗系数表

指标	龙首矿	二矿区	露天矿
活劳动消耗系数 (人年/万元)	0.3289	0.1985	0.5963
指标	选矿厂	冶炼厂	化工厂
活劳动消耗系数 (人年/万元)	0.0471	0.0577	0.5795

根据1990年金川公司价值型投入产出表和表1中数据,按照上述编表方法,可得到金川公司1990年活劳动投入产出表(详见表2)。

2 完全劳动消耗投入产出模型

所谓完全劳动消耗,是指产品生产中所包含的全部物化劳动和活劳动的总量,它等于生产某种单位产品的直接劳动消耗和一切间接劳动消耗之和。

若以 a_{ij} 表示 j 部门生产单位产品对 i 部门产品的消耗量,即企业自产产品之间的直接消

耗系数;以 f_j 和 g_j 分别表示 j 部门单位产品对外购产品消耗量和折旧的劳动量;以 T_j 表示 j 部门单位产品的完全劳动消耗量,则 j 部门单位产品的完全劳动消耗量计算公式为:

$$T_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} T_i + (f_j + g_j + t_j) \quad (j = 1, \dots, n) \quad (2)$$

(2)式写成矩阵形式为:

$$T = AT + f + g + t$$

$$= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{n1} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \\ \dots \\ T_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \dots \\ f_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \dots \\ g_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ \dots \\ t_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

上式是一组线性联立方程组。如果把方程组中的活劳动消耗向量 t 、外购产品消耗向量 f 和折旧向量 g 作为外生变量,则该方程组就成为有 n 个未知变量、 n 个方程的方程组,于是可以对它进行求解。

(3)式的通解形式为:

$$T = (I - A)^{-1}(f + g + t) \quad (4)$$

根据表2中的数据以及产品投入产出完全消耗系数资料,利用(4)式可计算出各部门单位产品的完全劳动消耗系数(同时列出1986年的完全劳动消耗系数,见表3)。

表2 1990年金川公司活劳动投入产出表

	中间产品						最终产品	总产品
	龙首矿	二矿区	露天矿	选矿厂	冶炼厂	化工厂		
物 化 劳 动	龙首矿			1406.71			40.29	1447
	二矿区			2245.53	255.53		67.94	2569
	露天矿			1174.15	208.11		26.74	1409
	选矿厂				1225.76		0.24	1226
	冶炼厂				157.84		6067.16	6225
	化工厂				609.57	2.17	274.26	886
	外购产品等	322.67	644.65	338.93	378.31	3006.61	121.29	
	固定资产折旧	381.29	682.87	598.69	271.93	1420.68	253.36	
	活劳动	1447	2569	1409	1226	6225	886	
总 计	2150.96	3896.52	2346.62	6702.63	13109.10	1262.82		

在实际编表中,各部门数据按纯部门分解。为结合实际分析问题,表中各部门名称仍按金川公司二级厂矿命名。

表3 产品完全消耗系数表

年份	龙首矿	二矿区	露天矿	选矿厂	冶炼厂	化工厂
1986	0.6544	0.4140	1.0737	0.4840	0.2933	1.0872
1990	0.4889	0.3011	0.9931	0.3583	0.2053	0.8266

在产品投入产出表的基础上,根据上述完全劳动消耗的经济含义、计算原理以及表3中的数据,可以编制完全劳动消耗投入产出模型,这实际上是以劳动量来度量的产品投入产出模型。金川公司1990年完全劳动消耗投入产出表如表4所示。

完全劳动消耗投入产出表是用劳动时间来计量的产品部门间联系平衡表。同活劳动消耗投入产出表比较,它不仅反映了产品生产中的活劳动消耗,而且反映了全部物化劳动消耗。因此,它能更全面地反映部门间产品生产和分配的技术经济联系和比例关系。同价值型投入产出表相比较,由于它直接以劳动时间来计量,所以能更确切地反映部门间实际的数量联系。在进行企业生产发展和全要素生产率增长的分析和评价时,它能避免价格变动的影响,从而能更确切地反映企业生产结构和科技进步的现状与发展变化。

3 利用投入产出技术测度企业全要素生产率

3.1 全要素生产率的静态分析

完全劳动消耗系数反映了生产单位产品的活劳动消耗和全部物化劳动消耗,因此,它是全要素生产率的一种度量,其中,产出是单位产品,投入是全部劳动。由于完全劳动消耗系数用劳动时间作为计量单位,从而解决了全部投入要素的加总问题。根据完全劳动消耗系数值(见表3),可将金川公司各二级厂矿按全要素生产率高低排序,其结果如表5所示。

3.2 全要素生产率的动态分析

全要素生产率的动态分析是通过对不同年度的全要素生产率进行比较研究,以反映由于企业科技进步而使各产品生产部门的全要素生产率得以提高,并且,由于全要素生产率反映了科技进步水平,所以,全要素生产率增长率就是科技进步速度的一种度量。

3.2.1 全要素生产率增长率的计算

(1) 金川公司各厂矿全要素生产率增长率的计算

金川公司第*i*产品部门(厂矿)的全要素生产率计算期(1990年)对基期(1986年)的平均增长率计算公式为:

$$a_i = (\sqrt[n]{T_i^{(0)}/T_i^{(n)}} - 1) \times 100\% \quad (i = 1, \dots, 6) \quad (5)$$

根据表3中的数据资料,运用公式(5),可计算出“七五”时期金川公司各厂矿的全要素生产率平均增长率(见表6)。

表6中数据表明,金川公司各厂矿在实现

表4 1990年金川公司完全劳动消耗投入产出表

	中间产品						最终产品	总产品
	龙首矿	二矿区	露天矿	选矿厂	冶炼厂	化工厂		
全部物化劳动	龙首矿			1406.71			40.29	1447
	二矿区			3405.78	387.20		103.54	3896.52
	露天矿			1955.48	346.63		44.51	2346.62
	选矿厂				9326.54		2.22	9328.76
	冶炼厂				561.63		21582.09	22143.72
	化工厂				869.43	3.09	391.22	1263.74
	外购产品	322.67	644.65	338.93	378.31	3006.61	121.29	
	固定资产折旧	381.29	682.87	598.69	271.93	1420.68	253.36	
	活劳动	1447	2569	1409	1226	6225	886	
总 产 品	2150.96	3896.52	2346.62	9328.76	22143.72	1263.74		

表5 各厂矿按全要素生产率排序表

次序	1	2	3	4	5	6
1986年	冶炼厂	二矿区	选矿厂	龙首矿	露天矿	化工厂
1990年	冶炼厂	二矿区	选矿厂	龙首矿	化工厂	露天矿

表6 “七五”时期各厂矿全要素生产率平均增长率

部 门	龙首矿	二矿区	露天矿
全要素生产率 平均增长率(%)	7.56	8.29	1.97
部 门	选矿厂	冶炼厂	化工厂
全要素生产率 平均增长率(%)	7.81	9.33	7.09

1983~1985年“三年三大步”的腾飞之后,在“七五”期间,各厂矿全要素生产率仍不断增长。“七五”期间冶炼厂全要素生产率增长最快,这表明冶炼厂全要素生产率的迅速增长可促进该厂生产迅速发展,冶炼厂生产的迅速发展将带动整个金川公司生产的迅速发展(1990年冶炼厂的带动度为0.4661)。“七五”期间二矿区和龙首矿的全要素生产率的平均增长率也较高,这表明金川矿山全要素生产率的较快增长可促进矿山生产的迅速发展,而矿山生产的迅速发展为整个金川公司生产的迅速发展奠定了坚实的基础(1990年二矿区和龙首矿的感应度分别为0.5542和0.2951)。

(2) 金川公司全要素生产率增长率的计算

金川公司全要素生产率计算期(1990年)对基期(1986年)的平均增长率计算公式为:

$$\alpha = \left(\sqrt[n]{\sum_{j=1}^6 T_j^{(0)} X_j^{(n)} / \sum_{j=1}^6 T_j^{(n)} X_j^{(0)}} - 1 \right) \times 100\% \quad (6)$$

根据表3和表4中的数据资料,通过计算,金川公司“七五”时期全要素生产率平均增长率为8.35%。与同时期金川公司总产值平均增长速度相比,可知“七五”期间科技进步对总产值增长速度的贡献为49.64%。

3.2.2 全要素生产率增长的因素分析

从(3)式中可知,促使某产品部门的全要素生产率增长有如下三个因素:①本部门产品生产中活劳动消耗的减少;②本部门产品

生产中对其他部门产品的消耗、对外购产品的消耗和对固定资产的消耗(固定资产折旧)的减少;③其他部门全要素生产率的提高,这可表现在本部门产品生产中消耗的其他产品中包含的完全劳动消耗的减少。

根据上述讨论,对企业全要素生产率增长的因素分析,可分别采用和式因素分析法与积式因素分析法。

(1) 和式因素分析法与金川公司全要素生产率增长的因素分析

设部门 j 的全要素生产率增长率为 A_j ,有 $A_j = (T_j^{(0)} - T_j^{(n)})/T_j^{(n)}$,则

$$\begin{aligned} A_j &= S_{1j} + S_{2j} + S_{3j} \\ &= (t_j^{(0)} - t_j^{(n)})/T_j^{(n)} + \left(\sum_{i=1}^6 T_{ij}^{(n)} a_{ij}^{(0)} + f_j^{(0)} + g_j^{(0)} \right. \\ &\quad \left. - \left(\sum_{i=1}^6 T_{ij}^{(n)} a_{ij}^{(n)} + f_j^{(n)} + g_j^{(n)} \right) \right) / T_j^{(n)} \\ &\quad + \left(\sum_{i=1}^6 T_{ij}^{(0)} a_{ij}^{(0)} - \sum_{i=1}^6 T_{ij}^{(n)} a_{ij}^{(0)} \right) / T_j^{(n)} \quad (7) \end{aligned}$$

其中 S_{1j} 为由于 j 部门单位产品生产中活劳动消耗的减少而使该部门全要素生产率的增长率; S_{2j} 为由于 j 部门单位产品生产中物化劳动消耗的减少而使该部门全要素生产率的增长率; S_{3j} 为由于其他部门生产率增长而对 j 部门全要素生产率增长率的影响

金川公司各厂矿1986~1990年全要素生产率增长率及各因素影响数值如表7所示。

通过对表7中数据进行分析可知,1986~1990年,在龙首矿和二矿区的全要素生产率增长率中,由于本部门产品生产中活劳动消耗的

表7 各厂矿全要素生产率增长率的和式因素分析表

指标 (%)	龙首矿	二矿区	露天矿	选矿厂	冶炼厂	化工厂
	1	2	3	4	5	6
A_j	33.85	37.50	8.12	35.08	42.86	31.53
S_{1j}	24.59	24.18	11.09	2.48	20.39	34.92
S_{2j}	9.26	13.32	-2.97	10.06	10.72	-3.49
S_{3j}	0	0	0	22.54	11.75	0.10

减少而使其全要素生产率增长率的增长所占份额分别为72.64%和64.48%;由于本部门产品生产中物化劳动消耗的减少而使其全要素生

产率增长率的增长所占份额分别为 72.64% 和 64.48%; 由于本部门产品生产中物化劳动消耗的减少而使其全要素生产率增长率的增长所占份额分别为 27.36% 和 35.52%; 由于龙首矿和二矿区均不消耗其他 5 个部门的产品, 所以, 其他部门生产率的增长对龙首矿和二矿区全要素生产率增长率的影响为 0。龙首矿相对于二矿区来说, 活劳动消耗的减少对全要素生产率增长率的贡献份额, 龙首矿大于二矿区; 而物化劳动的减少对全要素生产率增长率的贡献份额, 二矿区大于龙首矿。之所以如此, 是因为在“七五”时期, 龙首矿加快技术改造步伐, 实际使用的矿山维简费(包含在固定资产折旧中)大幅度增长, 致使龙首矿物化劳动的减少对全要素生产率增长率的贡献份额较二矿区小。在选矿厂的全要素生产率增长率中, 其他部门生产率增长对全要素生产率增长率的贡献份额最大, 占 64.26%; 而由于本部门活劳动消耗和物化劳动消耗的减少对全要素生产率增长率的贡献份额为 35.74%。这也解释了表 5 中按全要素生产率高低排序, 选矿厂位居第三的原因: 选矿厂不仅自身全要素生产率较高, 而且还受到全要素生产率较高的矿山的较大影响。在冶炼厂全要素生产率增长率中, 本部门活劳动消耗的减少对全要素生产率增长率贡献份额最大, 占 47.57%; 其他部门生产率增长对全要素生产率增长率的贡献份额次之, 占 27.42%; 本部门物化劳动消耗的减少对全要素生产率增长率的贡献份额最小, 占 25.01%。在化工厂和露天矿全要素生产率增长率中, S_{2j} 为负值, 说明与 1986 年相比, 该部门 1990 年单位产品中物化劳动消耗有所增加。但由于活劳动消耗的较大幅度减少, 这两个部门仍具有一定的全要素生产率增长率。

(2) 积式因素分析法与金川公司全要素生产率增长的因素分析

由于 $T_j = \sum_{i=1}^6 T_i a_{ij} + t_j + f_j + g_j$, 所以, $T_j^{(0)}/T_j^{(n)}$ 可分解为三项之积, 即

$$\begin{aligned} T_j^{(0)}/T_j^{(n)} &= P_{1j} \cdot P_{2j} \cdot P_{3j} \\ &= \left(\frac{\sum_{i=1}^6 T_i a_{ij}^{(n)} + f_j^{(n)} + g_j^{(n)} + t_j^{(0)}}{\sum_{i=1}^6 T_i a_{ij}^{(0)} + f_j^{(0)} + g_j^{(0)} + t_j^{(0)}} \right) \\ &\quad \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^6 T_i a_{ij}^{(n)} + f_j^{(n)} + g_j^{(n)} + t_j^{(n)}}{\sum_{i=1}^6 T_i a_{ij}^{(n)} + f_j^{(n)} + g_j^{(n)} + t_j^{(n)}} \right) \\ &\quad \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^6 T_i a_{ij}^{(0)} + f_j^{(0)} + g_j^{(0)} + t_j^{(0)}}{\sum_{i=1}^6 T_i a_{ij}^{(0)} + f_j^{(0)} + g_j^{(0)} + t_j^{(0)}} \right) \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{因此, } A_j &= (T_j^{(0)} - T_j^{(n)})/T_j^{(n)} \\ &= P_{1j} \cdot P_{2j} \cdot P_{3j} - 1 \quad (9) \end{aligned}$$

其中 P_{1j} 和 P_{2j} 分别为由于 j 部门单位产品生产中活劳动消耗的减少和物化劳动消耗的减少对该部门全要素生产率增长率的影响; P_{3j} 为由于其他部门生产率增长而对 j 部门全要素生产率增长率的影响。

运用积式因素分析法计算金川公司各厂矿 1986 ~ 1990 年全要素生产率增长率及各因素影响数值如表 8 所示。

表 8 各厂矿全要素生产率的
积式因素分析表

指标 (%)	龙首矿	二矿区	露天矿	选矿厂	冶炼厂	化工厂
	1	2	3	4	5	6
A_j	0.3385	0.3750	0.0812	0.3508	0.4286	0.3153
P_{1j}	1.2459	1.2418	1.1109	1.0248	1.2039	1.3492
P_{2j}	1.0744	1.1073	0.9733	1.0910	1.0879	0.9728
P_{3j}	1	1	1	1.2082	1.0908	1.0021

对表 8 中的数据分析, 其结论与对表 7 中数据分析的结论一致。

参考文献

- 1 郑绍濂, 胡祖光. 系统工程理论与实践, 1986, 6(1): 33-39.
- 2 张守一. 数量经济技术经济研究, 1992, (8): 17-23.
- 3 陈钟, 王清馨, 利晓红. 系统工程理论与实践, 1991, 11(2): 65-70.
- 4 邵汉青, 钟契夫. 投入产出法概论. 北京: 中国人民大学出版社, 1983.