

企业投入产出模型与成本灵敏度分析

孙世民^① 吴扬俊

(管理工程学院)

摘 要 根据现代工业企业生产的特点和实际核算的需要,对投入产出表的结构进行了改进和分解。利用改进后的模型分析了现代工业企业生产过程中某产品成本变化、某产品基本投入变化、原材料价格变化以及外购件价格变化对本企业产品成本的影响程度。

关键词 工业企业; 产品成本; 投入产出模型; 灵敏度分析

中图分类号 F275.3

An Input-Output Model and Cost Sensitivity Analysis of Industrial Products

Sun Shimin Wu Yangjun

(College of Management Engineering, CAU)

Abstract According to the character of production and the demand of accounting in the modern industrial enterprises, the structure of input-output model is modified and subdivided. Using the improved model the effects of variations of some product's basic invests, raw material prices and bought part's price on the cost of the products made in the enterprise are analysed.

Key words industrial enterprise; cost of product; input-output model; sensitivity analysis

1 问题的提出

成本灵敏度分析,是指在其他条件不变的情况下对其中某一成本影响因素的变化引起单位产品成本变动程度的分析。通过灵敏度分析,可查明成本升降的主客观原因,找出影响成本的关键因素,寻求降低成本的途径和方法,以达到不断降低成本、提高企业生产经营效果的目的。

目前成本分析的主要内容是考查成本计划的执行情况。所用方法主要有对比分析法和因素分析法 2 种^[1]。

对比分析包括本期与上期成本的对比,实际成本与计划成本的对比,本企业与同行企业成

收稿日期:1995-06-05

①孙世民,北京清华东路 17 号中国农业大学(东校区)129 信箱,100083

本的对比等。这种方法只能分析成本的变化量,而不能揭示成本变动的原因。

因素分析法又称连环代替法,即在产量、品种结构、单位产品成本中顺序固定其中的2个,分析第3个因素对成本的影响程度。实际上,产量、品种结构、单位产品成本对成本既有单独的影响,又有关联影响。而因素分析法忽略了三者间的相互联系,所以不能正确评价三者对成本的影响程度,甚至会出现一些反常的结果。

此外,对比分析法和因素分析法共同的不足是:只考虑直接成本,未考虑间接成本;只注重直接影响,忽视了间接影响;只能分析各因素对成本变化的影响,不能分析产品之间以及车间之间成本的相互影响。

本文中利用投入产出模型,从生产的角度综合研究生产消耗与生产成果之间的平衡关系,分析企业产品、基本生产车间之间的经济联系。通过模型的运算可得出企业内某产品成本变化、某产品基本投入变化、原材料价格变化以及外购件价格变化对本企业产品成本的影响程度,从而找出影响成本的关键因素,为制定降低成本的措施提供依据。

2 工业企业投入产出模型的建立

2.1 投入产出表的设计

根据现代工业生产的特点和成本核算的要求,将投入产出表设计成实物—价值综合型。表中一部分以实物为计量单位,反映企业产品间的生产与消耗分配过程以及产品对外购件(不需本企业加工,直接用于生产)和原材料的消耗量。在产品的中间使用中,各产品按生产工艺流程进行排列。另一部分以货币为计量单位,反映企业产品在生产过程中所消耗的各种费用和盈利。

在设计该表时考虑到^[2]:1)工业企业一般都有生产周期,每月底都有盘存在产品;2)企业每月进行成本核算时,本期发生的各种费用要在完工产品和在产品之间分摊。完工产品成本和在产品成本之间的关系为,本期完工产品成本=期初在产品成本+本期生产费用-期末在产品成本。为此,该表相对于以往的企业投入产出表增加了2项内容^[3]:一是在横栏的最终产品中增加了在产品库存量;二是在纵栏的基本投入费用中增加了在产品期初期末差额。

2.2 消耗系数的计算

一个企业同时生产多种产品,有些产品可能被其他产品消耗成为中间产品,而有的产品则成为最终产品。本文中所指的产品包括中间产品和最终产品,产品成本分析是指厂内成本分析。

生产过程中,一方面产品间相互消耗,另一方面又消耗原材料、基本投入(包括燃料动力费、生产工人的工资、制造费和在产品期初期末差额)和外购件。用矩阵 A 表示产品之间的直接消耗系数; A_E, A_N, A_M, A_I 分别表示产品对外购件、基本投入、原材料和利税的直接消耗系数矩阵。 B, B_E, B_N, B_M, B_I 分别表示与直接消耗系数相对应的完全消耗系数矩阵。

根据完全消耗系数=直接消耗系数+间接消耗系数,推导出各消耗系数的计算公式^[4],见表1。其中, $\hat{q}_{n \times n}$ 是以产品总产出向量 $q_{n \times 1}$ 为对角元素的对角矩阵。

表1 消耗系数的计算公式

	直接消耗系数 1, 2, ..., n	完全消耗系数 1, 2, ..., n	投入量 1, 2, ..., n	总产出
产 1 2 ⋮ 品 n	$A_{n \times n} = X_{n \times n} \hat{q}_n^{-1}$	$B_{n \times n} = (I - A)^{-1} - I$	$X_{n \times n}$	(实物型) $q_n \times 1$
外 1 2 ⋮ 购 件 m	$A_{E_{m \times n}} = X_{E_{m \times n}} \hat{q}_n^{-1}$	$B_{E_{m \times n}} = A_{E(I-A)^{-1}}$	$X_{E_{m \times n}}$	(实物型)
基 1 2 ⋮ 本 投 入 k	$A_{N_{k \times n}} = X_{N_{k \times n}} \hat{q}_n^{-1}$	$B_{N_{k \times n}} = A_N (I - A)^{-1}$	$X_{N_{k \times n}}$	(价值型)
原 1 2 ⋮ 材 料 l	$A_{M_{l \times n}} = X_{M_{l \times n}} \hat{q}_n^{-1}$	$B_{M_{l \times n}} = A_M (I - A)^{-1}$	$X_{M_{l \times n}}$	(实物型)
利 税	$A_{1_{1 \times n}} = X_{1_{1 \times n}} \hat{q}_n^{-1}$	$B_{1_{1 \times n}} = A_1 (I - A)^{-1}$	$X_{1_{1 \times n}}$	(价值型)

3 产品成本的确定及灵敏度分析

设 P_E, P_M 分别表示外购件和原材料的价格矩阵, 则产品对外购件以价值表现的完全消耗系数矩阵为

$$\bar{B}_E = P_E X_E \hat{q}^{-1} (I - A)^{-1} = P_E B_E \quad (1)$$

产品对原材料以价值表现的完全消耗系数矩阵为

$$\bar{B}_M = P_M X_M \hat{q}^{-1} (I - A)^{-1} = P_M B_M \quad (2)$$

产品的成本即为生产产品的物质消耗和劳动报酬之和。由表1和式(1)及(2)得到产品的成本为

$$C = (c_1, c_2, \dots, c_n) = \sum_{i=1}^m P_E B_E + \sum_{i=1}^k B_N + \sum_{i=1}^l P_M B_M \quad (3)$$

式(3)反映了产品成本形成过程中凝结和物化了直接的与间接的各项投入费用, 这才是产品的真实成本。

一般说来, 产品的成本主要受企业内部结构和外部环境两方面的影响。企业内部影响主要表现在车间或产品之间的相互影响, 外部影响主要是原材料和外购件价格的变化。现对成本的灵敏度作如下分析。

对于一种产品成本变化对其他产品成本的影响, 设第 j 种产品成本变化 $\Delta \bar{c}_j$, 而其他产品的直接成本不变。式(3)可写成

$$C = \left(\sum_{i=1}^m P_E A_E + \sum_{i=1}^k A_N + \sum_{i=1}^l P_M A_M \right) (I - A)^{-1} = Z \bar{B} \quad (4)$$

其中

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_n) = \sum_{i=1}^m P_E A_E + \sum_{i=1}^k A_N + \sum_{i=1}^l P_M A_M$$

为直接成本向量; $\bar{B} = (I - A)^{-1}$ 为列昂节夫逆系数矩阵。由式(4)得

$$[\Delta c_1, \dots, \Delta \bar{c}_j, \dots, \Delta c_n] = [0, \dots, \Delta z_j, \dots, 0] \cdot \begin{bmatrix} \bar{b}_{11} & \bar{b}_{12} & \dots & \bar{b}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \bar{b}_{j1} & \bar{b}_{j2} & \dots & \bar{b}_{jn} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \bar{b}_{n1} & \bar{b}_{n2} & \dots & \bar{b}_{nn} \end{bmatrix}$$

所以有

$$\left. \begin{array}{l} \Delta c_1 = \Delta z_j \bar{b}_{j1} \\ \vdots \\ \Delta \bar{c}_j = \Delta z_j \bar{b}_{jj} \\ \vdots \\ \Delta c_n = \Delta z_j \bar{b}_{jn} \end{array} \right\} \quad (5)$$

由式(5)可得

$$\frac{\Delta c_i}{\Delta \bar{c}_j} = \frac{\bar{b}_{in}}{\bar{b}_{jj}} \quad (i \neq j) \quad i=1, 2, \dots, n \quad j=1, 2, \dots, n \quad (6)$$

式(6)即为第 j 种产品成本变化一单位时第 i 种产品的成本变化量。企业可用此式分析某产品成本变化对其他产品成本的综合影响。

对于一种产品直接基本投入变化对其他产品成本的影响, 设第 j 种产品直接基本投入变化 $\Delta \bar{x}_n$, 而其他条件不变。式(3)中

$$\sum_{i=1}^k B_N = \sum_{i=1}^k X_N \hat{q}^{-1} (I - A)^{-1} = \left(\sum_{i=1}^k X_N \right) \hat{q}^{-1} \bar{B}$$

$$\text{令} \quad \sum_{i=1}^k X_N = (\bar{x}_{n1}, \bar{x}_{n2}, \dots, \bar{x}_{nn}) = \bar{X}_N$$

$$\text{则} \quad \sum_{i=1}^k B_N = \bar{X}_N \hat{q}^{-1} \bar{B}$$

所以, 当第 j 种产品直接基本投入变化为 $\Delta \bar{x}_n$ 时, 有

$$[\Delta c_1, \Delta c_2, \dots, \Delta \bar{c}_j, \dots, \Delta c_n] = [0, \dots, \Delta \bar{x}_n, \dots, 0] \cdot$$

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{q_1} \\ \vdots \\ \frac{1}{q_j} \\ \vdots \\ \frac{1}{q_n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{b}_{11} & \bar{b}_{12} & \dots & \bar{b}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \bar{b}_{j1} & \bar{b}_{j2} & \dots & \bar{b}_{jn} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \bar{b}_{n1} & \bar{b}_{n2} & \dots & \bar{b}_{nn} \end{bmatrix}$$

将此式展开, 得

$$\left. \begin{aligned} \Delta c_1 &= \frac{\overline{\Delta x n_j}}{q_j} \bar{b}_{j1} \\ &\vdots \\ \Delta c_i &= \frac{\overline{\Delta x n_j}}{q_j} \bar{b}_{jn} \\ &\vdots \\ \Delta c_n &= \frac{\overline{\Delta x n_j}}{q_j} \bar{b}_{jn} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

由式(7)有

$$\frac{\Delta c_i}{\overline{\Delta x n_j}} = \frac{\bar{b}_{ji}}{q_j} \quad (i \neq j) \quad (8)$$

式(8)即为第 j 种产品直接基本投入变化一单位时第 i 种产品成本的变化量。

对于原材料价格变化对产品成本的影响,设第 i 种原材料价格变化 Δpm_i ,在其他条件不变的情况下,由式(3)得到产品成本的变化量

$$[\Delta c_1, \Delta c_2, \dots, \Delta c_n] = \sum_{i=1}^i \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ \Delta pm_i \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} bm_{11} & bm_{12} & \dots & bm_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ bm_{i1} & bm_{i2} & \dots & bm_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ bm_{n1} & bm_{n2} & \dots & bm_{nn} \end{bmatrix}$$

由此式可导出

$$\frac{\Delta c_j}{\Delta pm_i} = bm_{ij} \quad (9)$$

式(9)即是第 i 种原材料价格变化一单位时第 j 种产品成本的变化量,而这一变化量正好是第 j 种产品对第 i 种原材料的完全消耗系数;因此,原材料的完全消耗系数矩阵反映了原材料价格变化对企业产品成本的影响程度。

对于外购件价格变化对产品成本的影响,若第 i 种外购件价格变化 Δpe_i ,在其他条件不变的情况下,可得出如下关系式:

$$\frac{\Delta c_j}{\Delta pe_i} = be_{ij} \quad (10)$$

式(10)表示了第 i 种外购件价格变化一单位时第 j 种产品成本的变化量。该式也说明,企业产品对外购件的完全消耗系数矩阵反映了外购件价格变化对产品成本的影响程度。

4 应用实例

这一成本灵敏度分析方法用于某厂的实际分析,效果良好,分析结果为该厂进行成本管理提供了依据。

根据该厂的生产工艺流程,选出 4 种中间产品和 2 种最终产品。产品生产过程中主要消耗 3 种原材料和 2 种外购件。根据投入产出表的结构统计有关数据(略)。由于篇幅有限,只给出内、外影响各 1 项,见表 2 和表 3。

表2 某产品成本变化一单位对其他产品成本的影响

元

产 品	产品 1	产品 2	产品 3	产品 4	产品 5	产品 6
产品 1	1	0.247 2	0.416 3	0.574 2	0.877 6	1.134 8
产品 2		1	0.632 8	0.734 5	1.008 4	1.315 6
产品 3			1	0.722 9	0.829 2	1.086 9
产品 4				1	0.900 0	0.953 9
产品 5					1	0.846 2
产品 6						1
目前成本	43.335 6	32.438 9	50.214 6	64.537 6	130.321 8	174.338 7

表3 原材料价格变化一单位对产品成本的影响

元

原材料	目前价格	产品 1	产品 2	产品 3	产品 4	产品 5	产品 6
原材料 1	4.00	4.772 7	2.464 8	3.647 5	5.170 8	8.759 2	11.756 9
原材料 2	28.00	0.563 6	0.321 4	0.428 9	0.608 4	1.097 6	1.434 8
原材料 3	2.50	1.863 8	0.957 9	1.333 4	1.876 1	3.267 2	5.440 7
目前成本		43.336	32.439	50.215	64.538	130.320	174.339

由表2可以看出,在整个生产过程中,处于最前面环节的中间产品1对后面5种产品的成本都有不同程度的影响,尤其是对最终产品的影响较大,其成本变化一单位时,产品5和产品6的成本分别变化0.877单位和1.1348单位。中间产品2对最终产品的成本影响最大,其成本变化一单位时,产品5变化1.0084单位,产品6变化1.3156单位。中间产品3和4对最终产品成本的影响相对小一些,但影响程度也达到0.83以上。这说明该厂各产品间成本的相互影响是比较大的,第1,2两种中间产品是最终产品成本的主要影响因素。

由表3可知,第1种原材料的价格变化对各产品的成本影响最大,其价格变化一单位时,产品5的成本变化8.7592单位,产品6的成本变化量高达11.7569单位。其次是第3种原材料,其价格变化一单位时,引起2种最终产品成本的变化量分别是3.2672单位和5.4407单位。

以上结论符合该厂的实际情况,说明笔者提出的方法是可行的。

5 结 语

成本灵敏度分析是投入产出模型的一项新功能,这种方法解决了传统成本分析法不能解决的问题,具有较大的实用价值。采用该方法进行成本灵敏度分析的关键在于:正确地设计与分解投入产出表,合理地确定各栏目的内容及排列顺序,深入研究各产品间、各生产环节间的内在联系。

参 考 文 献

- 1 马文钰. 成本管理的基本原理和方法. 上海: 知识出版社, 1989. 202~203
- 2 于富生, 黎文珠. 成本会计学. 北京: 中国人民大学出版社, 1994. 75~76
- 3 宋 辉. 企业新型投入产出实用核算模型的建立与应用. 系统工程理论与实践, 1995, 15(4): 74~77
- 4 高洪深. 工业企业投入产出分析. 北京: 中国计划出版社, 1992. 119~120