

文章编号: 1003-207(2002)01-0031-04

合理产业结构的确定方法及预测

崔玉泉, 史开泉

(山东大学数学与系统科学学院, 山东 济南 2501001)

摘要: 本文根据技术矩阵决定产业结构的思想, 给出了不编制投入产出表年份的合理产业结构的计算方法及预测未来年份合理产业结构的计算方法。并将该方法应用于山东省合理产业结构的确定及预测。方法简便, 易操作, 且计算结果较理想。

关键词: 合理产业结构; 投入产出表; 特征向量

中图分类号: C931:F224 文献标识码: A

1 引言

在现代经济社会的发展过程中, 产业结构效应已经成为影响经济增长的一个非常重要的因素。这是由于一方面, 社会分工日益细化, 产业部门增多, 部门之间的交易变的越来越复杂, 其规模也不断扩大。在这种情况下, 结构效益就上升到了一个很重要的地位。另一方面, 资本积累和劳动投入固然是经济增长的必要条件, 但其投入的产出效益在很大程度上取决于结构状态。如果结构不合理, 则大量的资本和劳动投入将得不到合理的配置, 从而降低资源配置的效率。再一方面, 科学技术的发展也是影响经济增长的一个非常重要的因素, 但是, 科学技术的创新不可能是在所有生产部门之间平均分布, 而往往是首先在某几个部门出现, 然后在扩展到其它部门, 因而科学技术的创新对经济总量增长的作用在很大程度上也是通过结构效应实现的。在产业结构分析方面作出重要贡献的, 首先是美国经济学家 Leontief。他在二十世纪三十年代提出了投入产出分析方法。而后在这方面作了大量工作的还有美国经济学家多夫曼、萨缪尔森及索洛等。我国著名数学家华罗庚先生从二十世纪六十年代起, 在合理产业结构的最优经济增长方面也做了大量的工作。由于技术水平将决定生产水平和产业结构水平, 不同的技术水平将对应不同的产业结构, 因而编制投

入产出表以及给出直接消耗系数矩阵, 将变的非常重要。目前, 我国在编制投入产出表时, 是每隔五年编制一次。对于编制投入产出表的年份, 合理的产业结构可以按“诺依曼射线”的方法确定; 对于未编制投入产出表的年份如何确定合理产业结构以及如何预测未来年份的合理产业结构, 目前还未有较行之有效的办法。本文将对此问题进行研究, 并给出一种较为有效的方法。

2 合理产业结构的确定方法

由于结构效应对经济增长具有非常重要的影响作用, 因而如何确定合理的产业结构就成为一个很重要的问题。经研究表明, 对于某一经济系统, 经济增长存在经济均衡增长途径(亦称“诺依曼射线”)。当经济增长沿“诺依曼射线”增长时, 增长速度最快(或增长率最大)。而诺依曼均衡增长的增长率是由与结构相关联的技术矩阵 A 决定的(A 为投入产出表中直接消耗系数矩阵)。只要知道了技术矩阵 A , 则可以通过非负矩阵的弗罗比尼斯特征根和相应的弗罗比尼斯特征向量得到均衡增长的增长率和均衡增长的合理产业结构。具体确定方法如下:

对于投入产出模型, 假设: ①每一种产品由一个产业部门提供; ②对每个部门的投入是该部门产出水平的唯一函数; ③无外部经济或非经济。假定整个系统有 $n+1$ 个部门, 其中只有代表最终需求的一个部门是独立的。

令 i 部门的总产出为 X_i , X_{ij} 为投入 j 部门的 i 部门产品, 则有: $X_{ij} = a_{ij}X_j$, 其中 a_{ij} 为直接消耗系数。 ($i = 1, 2, \dots, n$ $j = 1, 2, \dots, n$)

令 $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)^T$, $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 则上

收稿日期: 2001-02-19, 修订日期: 2001-11-27

基金项目: 山东大学青年基金资助(11400501900320)

作者简介: 崔玉泉(1964-), 男(汉族), 山东曲阜人, 山东大学数学学院, 副院长, 副教授, 运筹学在宏观经济中的应用, 数理经济学。

式变为: $W = AX$ 其中 W 称为中间消耗向量。

$$\text{中间使用率定义为: } \lambda_i = \frac{W_i}{X_i}$$

由此可知 λ 的大小与 X 有密切关系, 在 i 种产品的中间使用量既定的情况下, 其产量不同, λ 就会不同。若定义最低中间使用率 $\lambda(X) = \min \lambda_i(X)$, 则应有: $AX \geq \lambda(X) \cdot X$ 且 $\lambda(X) > 0$ 。

当等式成立时(既调整各产品的产量, 使其都具有相同的中间使用率), 则有: $AX^* = \lambda X^*$

其中 λ 称为 A 的特征值, 相应的 X^* 称为 λ 的特征向量。对于不可约的非负矩阵 A , 弗罗比尼斯已证明: (1) 存在具有最大绝对值的正特征根; (2) 存在唯一的正特征向量。

因而对于投入产出表中所确定的直接消耗系数矩阵 A , (一般为非负不可约矩阵), 其最大正特征根 λ 及正特征向量 X^* , 可以由 A 来确定。特征向量 X^* 既为经济系统的合理产业结构, 且该经济系统的最优增长率为 $\frac{1}{\lambda} - 1$ 。

由于在编制投入产出表时, 工作量十分巨大, 因而一般每隔几年编制一次投入产出表。当某年编制投入产出表时, 相应的合理产业结构可按上面的方法得到, 既为技术矩阵 A 的最大正特征根的特征向量; 当在两个编制投入产出表的年份之间的哪些年中, 如何来确定合理的产业结构, 如何预测未来年份的合理结构; 下面给出该问题的解决方法。

假设每隔 m 年编制一次投入产出表, 前面某一基年(第 t 年)编制了投入产出表, 则相应的编制投入产出表年份对应的技术矩阵分别为: $A_t, A_{t+m}, A_{t+2m}, \dots$, 与其相对应的特征值分别为: $\lambda, \lambda_{t+m}, \lambda_{t+2m}, \dots$, 特征向量分别为: $X_t, X_{t+m}, X_{t+2m}, \dots$

令 $\Delta X_{t+m} = X_{t+m} - X_t, \Delta X_{t+2m} = X_{t+2m} - X_{t+m}, \dots$, 则 $\Delta X_{t+im} (i = 1, 2, \dots)$ 为相邻的两个编制投入产出表年份的产业结构调整量, (既从 $t + (i - 1)m$ 年的合理产业结构调整到 $t + im$ 年的合理产业结构的调整量)。

考虑到线性关系可以表述问题的主要方面及易计算性, 则相邻的两个编制投入产出表年份的中间那些年份的合理产业结构可由如下公式给出:

$$X_{t+(i-1)m+l} = X_{t+(i-1)m} + \alpha_l \Delta X_{t+im} (l = 0, 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

其中 α_l 为权系数, 若中间那些年份的变化都基本相同, 则可取 $\alpha_l = \frac{l}{m} (l = 0, 1, 2, \dots, m)$ 按公式(1)既可确定中间那些年份的合理产业结构, 从而明确了

实际产业结构的调整方向。

预测未来年份的合理产业结构, 可用如下方法: 假定第 $t + im$ 年的合理产业结构以及在此以前的合理产业结构都已知。则 $\Delta X_{t+m}, \Delta X_{t+2m}, \dots, \Delta X_{t+im}$ 都已知, 因而这些产业结构调整向量的差的差向量 $\Delta^2 X_{t+jm}$ 也可以得到。($\Delta^2 X_{t+jm} = \Delta X_{t+jm} - \Delta X_{t+(j-1)m} j = 2, 3, \dots, i$) 令这些差向量的均值差向量为 $\Delta X^{(1)}$, 则:

$$\Delta X^{(1)} = \left(\sum_{j=2}^i \Delta X_{t+jm} \right) / (i - 1) \quad (2)$$

从而

$$\Delta X_{t+(i+1)m} = \Delta X^{(1)} + \Delta X_{t+im} \quad (3)$$

因而预测的第 $t + (i + 1)m$ 年的合理产业结构为:

$$X_{t+(i+1)m} = X_{t+im} + \Delta X_{t+(i+1)m} \quad (4)$$

同时, 在第 $t + im$ 年与预测年第 $t + (i + 1)m$ 年之间的合理产业结构可利用公式(1)得到, 进一步也可按(2)、(3)、(4)公式预测第 $t + (i + 2)m$ 年的合理产业结构以及以后年份的合理产业结构。(若此时误差较大, 则可进一步考虑差向量的差向量, 而后取差向量的差向量的均值, 并按上面的方法给出第 $t + (i + 1)m$ 年的合理产业结构; 若误差还较大, 则可按上述方法继续。)

3 应用

将以上方法应用到山东省的经济社会发展当中去, 并利用山东省编制的1987年, 1992年, 1997年的投入产出表, 则经计算可得1987年, 1992年, 1997年的直接消耗系数矩阵(33个部门)对应的特征值和特征向量分别是:

$$\lambda_{1987} = 1.047$$

$$X_{1987} = (0.2337, 0.2022, 0.1149, 0.1174, 0.1314, 0.068, 0.0968, 0.0264, 0.0461, 0.0997, 0.1661, 0.1183, 0.0431, 0.5121, 0.1033, 0.5224, 0.0843, 0.221, 0.055, 0.0978, 0.0881, 0.2317, 0.046, 0.0462, 0, 0.1327, 0.184, 0.000, 0.0163, 0.0554, 0.0533, 0.2288, 0.0001)^T$$

$$\lambda_{1992} = 0.6319$$

$$X_{1992} = (0.4182, 0.1075, 0.1088, 0.0754, 0.0648, 0.1972, 0.2142, 0.0149, 0.024, 0.0705, 0.1138, 0.1052, 0.0208, 0.5773, 0.1183, 0.2962, 0.0674, 0.1446, 0.1619, 0.1593, 0.0387, 0.0306, 0.0241, 0.0219,$$

0.0013, 0.1382, 0.2971, 0.000, 0.0596,
0.0423, 0.1005, 0.1962, 0.000)^T

$$\lambda_{1997} = 0.666$$

$X_{1997} = (0.2857, 0.2283, 0.0776, 0.1924,$
0.1107, 0.172, 0.1302, 0.0595, 0.0234,
0.1013, 0.0893, 0.0784, 0.0275, 0.3707,
0.1515, 0.1628, 0.2463, 0.4749, 0.1124,
0.0514, 0.0402, 0.0205, 0.0542, 0.0397,
0.0686, 0.1508, 0.4018, 0.037, 0.0514,
0.0805, 0.033, 0.1987, 0.0161)^T

将上述三个特征向量还原为实际特征向量, (其还原过程为, 求将 X_t 乘 K 后再将各分量求和与第 t 年的各部门实际值求和后之差的平方最小, 从而确定出 K 的值。令 $X_t^* = KX_t$, 则 X_t^* 既为特征向量 X_t 还原后的实际特征向量的值。) 则有:

$X_{1987}^* = (51.7735, 44.795, 25.4548,$
26.0086, 29.1101, 15.0646, 21.4449, 5.8486,
10.2129, 22.0874, 36.7975, 26.208, 9.5483,
113.4498, 22.8849, 115.7316, 18.6757, 48.96,
12.1846, 21.6664, 19.5175, 51.3304, 10.1908,
10.2351, 0, 29.3981, 40.763, 0, 3.6111,
12.7232, 11.808, 50.688, 0.0222)^T

$X_{1992}^* = (229.0288, 58.8728, 59.5874,$
41.2931, 35.488, 107.9973, 117.3074, 8.16,
13.1437, 38.6096, 62.323, 57.6132, 11.3912,
316.1605, 64.7874, 162.2151, 36.9119,
79.1907, 88.6652, 87.2413, 21.1942, 16.7582,
13.1985, 11.9936, 0.7119, 75.6858, 162.7075,
0, 32.6402, 23.1658, 55.0392, 107.4497)^T

$X_{1997}^* = (437.8885, 349.9123, 118.9365,$
294.8889, 169.6684, 263.6221, 199.5558,
91.1946, 35.8649, 155.2611, 136.8689,
120.162842, 1489, 568.1669, 232.202, 249.5214,
377.5007, 727.8728, 172.274, 78.7801, 61.614,
31.4201, 83.0716, 60.8477, 105.1423,
231.1291, 615.8334, 56.7094, 78.7801,
123.3813, 50.5787, 304.5448, 24.6763)^T

X_{1987}^* , X_{1992}^* , X_{1997}^* , 分别为山东省 1987 年, 1992 年, 1997 年的合理产业结构向量。按照上面给出的方法, 它们的差向量分别为:

$\Delta X_1 = X_{1992}^* - X_{1987}^* = (177.2553, 14.0778,$
34.1299, 15.2845, 6.3779, 92.9327, 95.8625,
2.3114, 2.9308, 16.5222, 25.5255, 31.4052,

1.8429, 202.7107, 41.9025, 46.4835, 18.2362,
30.2307, 76.4806, 65.5749, 1.6767, - 34.5722,
3.0077, 1.7585, 0.7119, 46.2877, 121.9445, 0,
29.0291, 10.8926, 43.2312, 56.7617,
- 0.0222)^T

$\Delta X_2 = X_{1997}^* - X_{1992}^* = (208.8597,$
291.0395, 59.3518, 253.5958, 134.1804,
155.6248, 82.2484, 83.0346, 22.7212,
116.6515, 74.5459, 62.5496, 30.7577,
252.0064, 167.4146, 87.3063, 340.5888,
648.6821, 83.6088, - 8.4612, 40.4198,
14.6619, 69.8731, 48.8541, 104.4304,
155.4433, 453.1259, 56.7094, 46.1399,
100.2155, - 4.4605, 197.0951, 24.6763)^T

差向量的差向量为:

$\Delta \bar{X} = \Delta X_2 - \Delta X_1 = (31.6044, 276.9617,$
25.2219, 238.3113, 127.8025, 62.6921,
- 13.6141, 80.7232, 19.7904, 100.1293,
49.0204, 31.1444, 28.9148, 49.2957, 125.5121,
40.8228, 322.3526, 618.4514, 7.1282,
- 74.0361, 38.7431, 49.2341, 66.8654,
47.0956, 103.7185, 109.1556, 331.1814,
56.7094, 17.1108, 89.3229, - 47.6917,
140.3334, 24.6985)^T

由于差向量的差向量只有 $\Delta \bar{X}$, 因而其平均向量也是 $\Delta \bar{X}$ 。故

$\Delta X_3 = \Delta X_2 + \Delta \bar{X} = (240.4641, 568.0012,$
84.5737, 491.9071, 261.9829, 218.3169,
68.6343, 163.7578, 42.5116, 216.7808,
123.5663, 93.694, 59.6725, 301.3021,
292.9267, 128.1291, 662.9414, 1267.1335,
90.737, - 82.4973, 79.1629, 63.896, 136.7385,
95.9497, 208.1489, 264.5989, 784.3073,
113.4188, 63.2507, 189.5384, - 52.1522,
337.4285, 49.3748)^T

从而预测向量:

$X_{2002}^* = X_{1997}^* + \Delta X_3 = (678.3526,$
917.9135, 203.5102, 786.796, 431.6513,
481.939, 268.1901, 254.9524, 78.3765,
372.0419, 260.4352, 213.8568, 101.8214,
869.469, 525.1287, 377.6505, 1040.4421,
1995.0063, 263.011, - 3.7172, 140.7769,
95.3161, 219.8101, 156.7974, 313.2912,
495.728, 1400.1407, 170.1282, 142.0308,

$(31219197, -115735, 64119733, 7410511)^T$
 考虑到预测向量的各分量应都为非负值, 因而
 2002年山东省的合理产业结构应为: $X_{2002}^* =$
 $(67813526, 91719135, 20315102, 7861796,$
 $43116513, 4811939, 26811901, 25419524,$
 $7813765, 37210419, 26014352, 21318568,$
 $10118214, 8691469, 52511287, 37716505,$
 $104014421, 199510063, 2631011, 0, 14017769,$
 $9513161, 21918101, 15617974, 31312912,$
 $4951728, 140011407, 17011282, 14210308,$
 $31219197, 0, 64119733, 7410511)^T$

且2002年的山东省GDP的预测值为:
 142831508(亿元)。类似山东省2007年的合理产业

结构以及2002年至2007年之间的各年的合理产业
 结构都可以按前面的方法计算出来。

参考文献:

- [1] 周振华. 现代经济增长中的结构效应[M]. 上海三联书店, 上海人民出版社, 1995, 3.
- [2] 罗伯勋. 投入产出分析及其数学基础[M]. 华中工学院出版社, 1987, 11.
- [3] 山东省统计局. 山东统计年鉴[S]. 中国统计出版社.
- [4] 华学庚. 计划经济大范围最优化的数学理论[J]. 科学通报, 1985, (9).
- [5] 刘学壮, 胡发胜. 华氏宏观经济数学模型的推广[J]. 中国管理科学, 1995, 3(2): 1-8.

The Determing Method and Forecast of the Reasonable Industrial Structure

CUI Yuquan, SHI Kaquan

(School of mathematics and system science, Shandong University, Jinan 250100, China)

Abstract: According to the thinking that technical matrix decides industrial structure, this paper gives us the computing method about the reasonable industrial structure in the year that we didn't draw up the input-output table. It also gives us the computing method of forecasting the reasonable industrial structure in the future. We use this method in Shandong province to determine and forecast the reasonable industrial structure. The method is simple and do it easy. The computing result is reasonable.

Key words: reasonable industrial structure; input-output table; characteristic vector