

文章编号 1000-5013(2004)03-0322-04

主成分分析法在地区企业经济效益评价中的应用

王 志 江

(华侨大学经济管理学院, 福建 泉州 362021)

摘要 在多指标综合评价中,主成分分析方法是一种较为客观的综合评价方法.利用这种方法对企业的经济效益指标进行综合评价,不仅能综合反映各企业经济效益强弱的各项信息,而且可以确定各指标的客观权重.由此避免了决策者在多指标综合评价中遇到的需要确定指标权重的问题.应用主成分分析方法,以 2001 年中国各地区全部国有及规模以上非国有工业企业主要经济效益指标为基础数据,对各地区工业企业经济效益进行综合评价.评价结果与各地区企业的实际情况基本吻合.

关键词 经济效益指标,主成分分析法,综合评价

中图分类号 O 212.4 F 224.0 F 272.5

文献标识码 A

1 主成分分析法

在多指标综合评价中,主成分分析法是一种很有用的方法.这种方法是通过恰当的数学变换,使新变量即主成分为原来变量的线性组合.同时,选取少数几个在变差总信息量中比例较大的主成分,分析和评价事物.利用这种方法^[1]对企业的经济效益进行综合评价,不仅能综合反映各企业经济效益强弱的各项信息,而且可以确定各指标的客观权重.

1.1 原始指标数据的标准化处理

在企业经济效益评价中,各评价指标的量纲往往不同.而不同量纲的数据不能放在一起进行比较,必须对指标的数值进行标准化处理,以消除其量纲,使其具有可比性.设有 n 个样本和 p 项指标,可得数据矩阵为 $X = (x_{ij})_{n \times p}$, $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, p$, 其中, x_{ij} 表示第 i 个样本的第 j 项指标值.用 Z score 法对数据进行标准化变换 $Z_{ij} = (x_{ij} - \bar{x}_j) / S_j$, 其中 \bar{x}_j 为第 j 项指标的平均值, S_j 为第 j 项指标的标准差.利用 SPSS 统计软件包,在数据窗口输入各评价指标 x_{ij} 后,按 Analysis Descriptive Statistics Descriptives 顺序单击,选“Save Standardized Values as Variables”复选框,就可以对原来的数据进行标准化处理,产生相应的 Z_{ij} 值.

1.2 求指标数据的相关矩阵

经标准化处理后,指标数据的相关系数矩阵 R 为

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & r_{pp} \end{bmatrix}.$$

指标间的相关系数也很容易利用 SPSS 统计软件包算出,按 Statistics Correlate Bivariate 顺序单击,即可算出.

收稿日期 2003-12-21

作者简介 王志江(1951-),男,教授,主要从事数量经济和技术经济的研究. E-mail: zjwang@hqu.edu.cn

基金项目 福建省社会科学基金资助项目(2003B063)

1.3 求 R 的特征根和特征向量以确定主成分

确定主成分由特征方程式 $|I - R| = 0$, 可求得的 p 个特征根 $\lambda_g (g = 1, 2, \dots, p)$. 特征根将其按大小顺序排列为 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$. 其主成分的方差, 它的大小描述了各个主成分在描述被评价对象上所起作用的大小. 由特征方程式, 每一个特征根对应一个特征向量 $L_g, L_g = (l_{g1}, l_{g2}, \dots, l_{gp})$. 将标准化后的指标变量转换为主成分 $F_g = l_{g1} Z_1 + l_{g2} Z_2 + \dots + l_{gp} Z_p, (g = 1, 2, \dots, p)$. F_1 称为第 1 主成分, F_2 称为第 2 主成分, 以此类推, F_p 称为第 p 主成分. 在主成分分析中, 求相关矩阵的特征根和特征向量计算工作量很大, 但是利用 Matlab 软件包却很容易算出. 具体做法是在 Matlab 软件包的“Command Windows”输入 p 阶相关系数矩阵 R 后, 键入 $[x, y] = \text{eig}(R)$, 则计算的 p 个特征向量存放在数组 x 中, p 个特征根存放在数组 y 中.

1.4 求方差贡献率以确定主成分个数

一般主成分个数等于原始指标个数, 如果原始指标个数较多, 进行综合评价时就比较麻烦. 主成分分析法的基本思想就是选取尽量少的 k 个主成分 ($k < p$) 来进行综合评价, 同时还要使损失的信息量尽可能少. k 值由方差贡献率 $\sum_{g=1}^k \lambda_g / \sum_{g=1}^p \lambda_g \geq 85$ 决定.

1.5 对 k 个主成分进行综合评价

先求每一个主成分的线性加权值 $F_g = l_{g1} Z_1 + l_{g2} Z_2 + \dots + l_{gp} Z_p, g = 1, 2, \dots, k$. 再对 k 个主成分进行加权求和, 即得最终评价值. 权数为每个主成分的方差贡献率 $\lambda_g / \sum_{g=1}^k \lambda_g$, 则最终评价值为 $F = \sum_{g=1}^k (\lambda_g / \sum_{g=1}^k \lambda_g) F_g$.

2 企业经济效益评价案例

现以 2001 年中国各地区全部国有及规模以上非国有工业企业主要经济效益指标为基础^[2](表 1),
表 1 各地区全部国有及规模以上非国有工业企业主要经济效益指标 (2001 年)

地区	工业增加值率/(%)	总资产贡献率/(%)	资产负债率/(%)	流动资产周转数/次 a^{-1}	工业成本费用利润率/(%)	全员劳动生产率/元 \cdot (人 a) $^{-1}$	产品销售率/(%)
北京	25.82	7.28	55.29	1.48	4.63	69 539.00	98.17
天津	24.76	8.01	58.28	1.68	6.59	58 984.00	98.02
河北	33.03	8.85	63.25	1.79	5.26	45 576.00	98.05
山西	35.78	5.56	63.79	1.07	3.04	27 988.00	97.06
内蒙古	37.05	5.79	58.44	1.33	2.44	37 770.00	97.93
辽宁	28.03	6.13	58.69	1.40	3.26	48 170.00	97.33
吉林	31.39	7.83	62.63	1.38	4.98	47 306.00	96.94
黑龙江	51.06	18.34	59.02	1.49	26.69	68 104.00	97.61
上海	28.39	8.83	46.46	1.56	6.61	95 393.00	98.83
江苏	25.06	9.42	60.03	1.99	3.88	57 177.00	97.06
浙江	23.78	12.07	55.31	2.06	6.28	51 127.00	96.97
安徽	31.63	8.17	61.41	1.53	3.73	38 548.00	98.16
福建	29.72	8.52	56.76	1.91	4.47	54 060.00	96.99
江西	30.34	6.25	66.37	1.31	1.42	30 623.00	97.60
山东	30.93	11.45	60.28	2.12	6.61	55 455.00	97.77
河南	32.52	8.13	65.68	1.60	4.08	37 225.00	97.89
湖北	33.12	8.18	60.72	1.60	4.63	49 138.00	97.60
湖南	33.49	9.30	66.55	1.47	3.25	39 081.00	98.72
广东	26.63	8.70	56.01	1.89	4.49	64 571.00	97.62
广西	32.35	7.22	61.18	1.46	3.78	38 564.00	97.18
海南	29.75	7.12	59.93	1.31	3.86	55 433.00	95.31
重庆	28.73	6.63	62.72	1.21	2.28	36 606.00	97.91
四川	34.30	6.94	62.81	1.27	3.89	40 330.00	98.01

续表

地区	工业增加值率/(%)	总资产贡献率/(%)	资产负债率/(%)	流动资产周转数/次 a ⁻¹	工业成本费用利润率/(%)	全员劳动生产率/元·(人 a) ⁻¹	产品销售率/(%)
贵州	33.96	6.90	62.80	0.94	3.08	35 649.00	95.73
云南	50.30	14.74	54.14	1.24	8.99	82 038.00	98.61
西藏	53.08	5.22	23.82	0.74	18.88	32 500.00	89.32
陕西	34.35	7.10	66.01	1.16	5.19	39 813.00	97.17
甘肃	31.17	5.09	64.81	1.13	0.97	34 485.00	96.99
青海	37.00	4.62	69.76	0.86	2.73	50 950.00	93.32
宁夏	30.85	5.26	57.53	1.19	1.63	37 661.00	96.78
新疆	41.66	10.35	60.18	1.46	12.42	86 193.00	99.08

进行企业经济效益评价.表1资料来源于2002年中国统计年鉴.现采用主成分分析法,对全国31个地区的工业企业综合竞争力进行综合评价.评价所采用的经济效益指标,分别为工业增加值率、总资产贡献率、资产负债率、流动资产周转次数、工业成本费用率、全员劳动生产率和产品销售率.下面介绍各指标的计算公式和经济含义所示.

2.1 工业增加值率

指在一定时期内,工业增加值占同期工业总产值的比重,它反映了降低中间消耗的经济效益.其计算公式为

工业增加值率(%)=[工业增加值(现价)/工业总产值(现价)]×100%.

2.2 总资产贡献率

反映企业全部资产的获利能力,是企业经营业绩和管理水平的集中体现.它还是评价、考核企业盈利能力的核心指标.其计算公式为

总资产贡献率(%)=[(利润总额+税金总额+利息支出)/平均资产总额]×100%.

2.3 资产负债率

既反映企业经营风险的大小,也反映企业利用债权人提供的资金从事经营活动的能力.计算公式为

资产负债率(%)=[负债总额/资产总额]×100%.

2.4 流动资产周转次数

指在一定时期内流动资产完成的周转次数,反映流动资产的周转速度.计算公式为

流动资产周转次数=产品销售收入/全部流动资产平均余额.

2.5 工业成本费用率

指在一定时期内,实现的利润与成本费用之比.它既是反映工业生产成本及费用投入的经济效益指标,又是反映降低成本的经济效益指标.计算公式为

工业成本费用利润率(%)=[利润总额/成本费用总额]×100%.

2.6 全员劳动生产率

指根据产品的价值量指标,计算平均每一个就业人员在单位时间内的产品生产量.它是考核企业经济活动的重要指标,又是企业生产技术水平、经营管理水平、职工技术熟练程度和劳动积极性的综合表现.目前,我国的全员劳动生产率是将工业企业的工业增加值除以同一时期全部就业人员的平均人数来计算的.计算公式为

全员劳动生产率=工业增加值/全部就业人员平均人数.

2.7 产品销售率

指报告期工业销售产值与同期全部工业总产值之比.它是反映工业产品已实现销售的速度,分析工业企业产销衔接情况,研究工业产品满足社会需求程度的指标.计算公式为

产品销售率(%)=[工业销售产值/工业总产值]×100%.

根据表1提供的资料及主成分分析的计算方法,确定如表2所示的特征根、贡献率和累计贡献率.因为前3项特征根的累计贡献率为85.8%大于85%,所以可以用第1主成分、第2主成分和第3主成分作为评价的综合指标.其评价的可信度为85.8%.对应特征根₁=2.6543,它的特征向量L₁=(0.4915,

表 2 特征根与贡献率和累计贡献率

特征根	2. 654 3	2. 424 0	0. 927 4	0. 542 5	0. 247 8	0. 122 4	0. 081 5
贡献率/(%)	37. 92	34. 63	13. 25	7. 70	3. 50	1. 75	1. 25
累计贡献率/(%)	37. 92	72. 55	85. 80	93. 50	97. 00	98. 75	100

0. 3633, - 0. 4076, - 0. 0803, 0. 5770, 0. 2801, - 0. 2062)。那么,第1主成分 $F_1 = 0. 4915 Z_1 + 0. 3633 Z_2 - 0. 407 6 Z_3 - 0. 080 3 Z_4 + 0. 577 0 Z_5 + 0. 280 1 Z_6 - 0. 206 2 Z_7$, 其对应特征根 $\lambda_2 = 2. 424 0$, 因此它的特征向量 $L_2 = (- 0. 201 9, 0. 457 3, 0. 168 7, 0. 528 8, 0. 057 8, 0. 417 6, 0. 514 1)$ 。第 2 主成分 $F_2 = - 0. 201 9 Z_1 + 0. 457 3 Z_2 + 0. 168 7 Z_3 + 0. 528 8 Z_4 + 0. 057 8 Z_5 + 0. 417 6 Z_6 + 0. 514 1 Z_7$, 对应特征根 $\lambda_3 = 0. 927 4$, 它的特征向量 $L_3 = (0. 461 8, 0. 238 2, 0. 661 4, - 0. 383 2, 0. 082 5, - 0. 209 9, 0. 307 9)$ 。第 3 主成分 $F_3 = 0. 461 8 Z_1 + 0. 238 2 Z_2 + 0. 661 4 Z_3 - 0. 383 2 Z_4 + 0. 082 5 Z_5 - 0. 209 9 Z_6 + 0. 307 9 Z_7$ 。所以,综合评价价值(F)为 $F = 0. 379 2 F_1 + 0. 346 3 F_2 + 0. 132 5 F_3$ 。最终计算的各地区综合评价价值和企业竞争力排序,如表 3 所示。

表 3 各地区工业企业经济效益综合评价排序

排序	地区	F	排序	地区	F	排序	地区	F	排序	地区	F
1	黑龙江	2. 893 5	9	江苏	0. 1098	17	吉林	- 0. 188 8	25	重庆	- 0. 6389
2	云南	1. 810 7	10	福建	0. 0832	18	西藏	- 0. 219 4	26	贵州	- 0. 7029
3	新疆	1. 416 1	11	天津	0. 0793	19	四川	- 0. 314 2	27	江西	- 0. 7611
4	上海	0. 7868	12	北京	0. 0240	20	陕西	- 0. 3405	28	山西	- 0. 7738
5	山东	0. 6857	13	湖北	0. 0200	21	广西	- 0. 3644	29	宁夏	- 0. 8466
6	浙江	0. 4323	14	湖南	- 0. 0032	22	海南	- 0. 3986	30	青海	- 0. 9164
7	广东	0. 2120	15	河南	- 0. 1686	23	内蒙古	- 0. 4642	31	甘肃	- 0. 9416
8	河北	0. 1655	16	安徽	- 0. 1808	24	辽宁	- 0. 4949			

3 结束语

从本文的计算结果看,主成分分析方法是一种较为客观的综合评价方法.它无需人为确定各个指标的权重,而是根据各项指标的相关关系和各项指标的变异程度来确定权重,以计算综合评价价值.这种方法不仅可以用于各地区工业企业经济效益综合评价,而且可以用于同一地区不同时期企业经济效益综合评价,以判断企业发展变化趋势^[3]。

参 考 文 献

1 李艳双,曾珍香,张 闽等.主成分分析法在多指标综合评价方法中的应用[J].河北工业大学学报,1999,28(1):94~97
2 国家统计局编.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2002.144~145
3 彭介寿,赵金先.主成分分析法与企业综合经济效益评价[J].企业经济,2003,(6):115~116

Application of Primary Component Analysis to the Evaluation of
Economic Benefit for the Enterprises in Different Regions
Wang Zhijiang

(College of Econ. Manag., Huaqiao Univ., 362021, Quanzhou, China)

Abstract Among the methods of multiple indexes comprehensive evaluation, primary component analysis (PCA) is a relatively objective one. By using PCA in comprehensively evaluating indicators of economic benefit of enterprises, not only the information of economic benefit of various enterprises can be reflected comprehensively, but also the objective weights of various indicators can be determined which are usually needed by the decision makers. Taking the indicators on economic benefit of all state-owned and non-state-owned industrial enterprises above designated scale in various regions of China in 2001 as fundamental data, the author uses PCA in comprehensively evaluating economic benefit of industrial enterprises in various regions. The results of evaluation are basically consistent with the actual situation of enterprises in various regions.

Keywords indicators on economic benefit, primary component analysis, comprehensive evaluation