Vol 7,No. 5 Oct 2005

主成分分析法用于可持续发展综合评价的探讨

李 松1, 邸彦彪2, 贺 婧3

(1. 吉林大学 管理学院, 吉林 长春 130022; 2 辽宁工学院 经济管理学院, 辽宁 锦州 121001; 3 吉林大学 经济信息学院, 吉林 长春 130012)

摘要: 本文提出了用主成分分析法评价可持续发展系统综合能力的方法。选择吉林省可持续发展评价为研究对象, 把研究对象划分为经济、资源、环境、社会和教育科技等五个子系统, 用主成分分析法计算各子系统可持续发展能力, 以五个子系统得分为五个变量, 用主成分分析法进行综合评价, 得出可持续发展能力评价结果。

关键词: 主成分分析法; 层次分析法; 可持续发展

中图分类号: F224 1 文献标识码: A 文章编号: 1008-3391(2005)05-0018-03

一、引言

可持续发展综合能力评价一般是把评价对象划分为若干个子系统,并为每个子系统设计若干个评价指标,然后,对各系统的评价结果进行综合评价,得出一个系统整体水平的评价结论。朱启贵在《可持续发展评估》一书中介绍了两种评价方法:一是层次分析法;二是用主成分分析法评价系统得分的统得分的统行,然后用层次分析法评价系统得分的确定的,因此,评价结果不一定符合实际。第二种评价方法虽然在子系统评价上排除了层次分析法的缺陷,但是,在综合评价时使用层次分析法仍然没有避免规定各子系统权数的问题,因而,评价结果还是有人为因素的干扰。可持续发展能力是相对的,评价结果应反应可持续发展能力的变化趋势。因此,笔者提出用主成分分析法进行评价对象的综合评价的思路。

二、主成分分析方法

选择评价指标 $P \cap H$ 抽取 $N \cap H$ 本数据,构建 $P \times N$ 原始矩阵。

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{p1} & X_{p2} & \dots & X_{pn} \end{bmatrix}_{p \times n}$$

收稿日期: 2005-02-18

作者简介: 李 松(1965-), 女(满族), 辽宁北宁人, 副教授, 博士。

主成分分析方法的步骤[2]:

第一步, 对原始数据进行标准化处理。

第二步, 计算相关矩阵 R。 经过标准化变换后, x_i 的均值为 0, 方差为 1, 这样相关矩阵 R 和协方差矩阵 S 完全一样, 这时相关矩阵: $R = X \cdot X$ (假设经过标准化的矩阵仍记为 X)。

第三步, 计算相关矩阵 R 的特征根和 λ 特征向量。

第四步, 计算各主成分的方差贡献率及累计贡献率。主成分 F_j^l 的方差贡献率 a_j 表示 F_j^l 在总方差中的比重, 即第 j 个主分量所取得的原 P_l 个变量的信息在全部信息中的比重; 累计贡献率 $\sum_{j=1}^k a_j$ 则是前 k 个主成分提取信息累计量在信息总量中的比重。

第五步, 选取主分量。 假如按所选取的m 个主因子的信息量的和占总体信息量的 85%, 即有m 个主因子被提取。

则主成分因子模型为:

$$\begin{cases} x_{1} = a_{11}F_{1} + a_{12}F_{2} + \dots + a_{1m}F_{m} \\ x_{2} = a_{21}F_{1} + a_{22}F_{2} + \dots + a_{2m}F_{m} \\ \dots \\ x_{p} = a_{p1}F_{1} + a_{p2}F_{2} + \dots + a_{pm}F_{m} \end{cases}$$
(1)

第六步, 计算主成分得分和综合得分。将标准化的数据 x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{p1} (I= 1, 2, ..., n) 分别代入因子模型中, 计算各因子得分。 然后, 在此基础上, 用下式

计算综合得分。

$$F^{1} = \sum_{i=1}^{k} a_{i} F_{i}^{1}$$
 (2)

可见 F¹ 是以各主成分的方差贡献率为权数 p¹ 个主成分得分的加权平均值。综合得分越高, 系统水平越高, 反之说明系统水平越低。综合得分有正负:

综合分值为正, 说明系统评价结果高于平均水平; 综合分值为负, 说明系统评价结果低于平均水平; 综合分值为 0, 说明系统评价结果为平均水平。

三、吉林省可持续发展评价

表 1 经济系统可持续发展指标值

						-		
年份	人均 GDP	人均粮 食产量 (公斤)	第三 产业 比(%)	财政 收入/ GDP(%)	固定资 产投资/ GDP(%)	工业 增加值/ GDP(%)	比上年 GDP 增 长率(%)	
1994	3 703	801	28 7	5. 47	35. 3	39. 9	34 94	7 749
1995	4 414	781	30 6	5 6	30 3	36 65	16 62	8 886
1996	5 163	902	31. 3	5. 71	29. 5	35. 2	18 42	10 637
1997	5 504	695	34 8	5. 73	25. 2	34 22	8 21	11 690
1998	5 916	948	34 1	6 0	27. 0	32 36	7. 66	13 775
1999	6 341	868	34 4	6 1	29. 9	33 08	7. 18	14 907
2000	7 012	623	35. 7	9. 9	31. 4	35 16	11. 70	16 021
2001	7 640	741	36 5	10 7	33. 5	35. 66	8 99	17410

续表 1 经济系统可持续发展指标值

年份	工业产 值利税 率(%)	百元固定 资产实现 利税(%)	工业资 金利税 率(%)	人均固 定资产 投资(元)	基本建设投 资/固定资 产投资(%)	货物周 转量(亿 吨公里)	旅客周 转量(亿 人公里)
1994	20 07	9. 92	7. 05	1 202 4	45. 36	495. 64	178 09
1995	19. 21	6 40	4. 74	1 340 1	48 87	497. 31	177. 11
1996	9. 36	4. 71	3 63	1 529. 9	51. 71	501. 88	168 21
1997	16 6	5. 44	3 51	1 401. 9	49. 61	520 70	176 09
1998	15. 23	5. 13	3. 29	1 616 7	47. 74	464. 34	184 09
1999	21. 32	6 05	4. 85	1 906 5	46 16	617. 80	196 83
2000	31. 34	8 23	8 25	2 233 7	47. 14	612 04	206 67
2001	30, 05	8 03	8 01	2 577. 3	46. 78	613 94	212 23

数据来源:《吉林统计年鉴》1995~ 2002, 工业产值利税率= 工业利税/工业增加植, 劳动生产率= GDP/全部从业人员数。

表 2 Component Score Coefficient Matrix

表 3 经济系统可持续发展能力综合得分

	Component				
	1	2	3		
人均 GD P	. 142	- 027	- 031		
人均粮食产量	. 074	. 185	 718		
第三产业比	. 123	- 102	. 082		
财政收入比	. 076	. 001	. 172		
固定资产投资比	- 005	. 253	- 161		
工业增加值比	- 129	. 096	. 217		
GDP 增长率	- 122	. 142	. 010		
劳动生产率	. 157	. 014	- 131		
工业产值利税率	. 058	. 069	. 131		
百元固定资产实现利税	- 030	. 186	. 042		
工业资金利税率	. 015	. 127	. 123		
人均固定资产投资	. 131	. 040	- 051		
基本建设投资比	- 083	295	. 425		
货物周转量	. 096	. 034	. 040		
旅客周转量	. 129	. 105	- 110		

(一) 子系统评价

以经济系统为例,评价经济系统指标体系的构建

-	fac1-1	fac1-2	fac1-3	综合得分
1994	-1. 452 65	1. 757 67	-0 127 86	-0 240 52
1995	- 0 894 96	-0 164 67	0 419 01	-0 546 33
1996	-0 742 44	-0 868 05	-0 178 36	-0 745 53
1997	-0 262 901	-1. 395 38	1. 033 11	-0 563 04
1998	0 241 85	-0 633 78	-1. 530 19	-0 190 31
1999	0 785 95	0 126 05	-1. 240 77	0 410 50
2000	0 948 00	0 400 28	1. 316 29	0 783 98
2001	1. 376 25	0 777 88	0 308 77	1. 091 25

要考虑经济的发展述评 发展速度、经济结构、经济效益和能力等五方面的指标。 因此,该指标设计及统计数据如表 1 所示。用 SPSS 软件对表 1 及续表中数据进行主成分分析,分析结果见表 2。 对经济系统 8 个样本数据进行主成分分析后,选出 3 个主成分,3 个主分量的各样本得分表 3 中的 fac1-1, fac2-1 fac3-1 所示。 三个主成分方差贡献率分别为 53 973,32 363,6 697,累计贡献率为 93 033。 根据公式(2) 计算经济系统各年综合得分为: Fi = (53 973 ×

32 363 \times fac2-1i +fac1-1i +6 697 fac3-1i)/93 033 计算结果如表 3 最后一列所示。 他系统指标设计和计算过程与经济系统同, 略去。各 系统综合得分如表 4 所示。

合能力进行评价,然后对各子系统评价结果进行综合 率如表 5 所示,分析结果见表 6。

评价即是吉林省的可持续发展能力的评价结果。

(二)综合评价

以主成分分析法计算的经济、资源、环境、社会和 科教各系统可持续发展能力得分为变量, 用主成分分 把吉林省可持续发展系统划分为经济、资源、环 析法计算吉林省可持续发展能力综合得分。用 SPSS 境、社会和教育科技五个子系统, 先对每个子系统综 软件对表 4 中数据进行主成分分析分析, 主成分贡献

表 4 五个子系统得分表

系统	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
X1(经济)	-0 240 5	-0 546 3	-0 745 5	-0 563 0	-0 190 3	-0 410 5	0 784 0	1. 091 3
X2(资源)	1. 250 9	0 523 4	0 422 5	- 0 678 0	-0 233 2	-0 383 5	- 0 580 1	-0 462 4
X3(环境)	1. 363 6	0 943 6	0 121 3	0 001 7	- 0 298 1	-0 531 8	- 0 706 9	-0 893 2
X4(社会)	-0 741 2	-0 848 4	-0 710 3	-0 354 4	0 159 3	0 543 4	0 616 3	1 334 4
X5(科教)	- 668 0	-0 736 4	-0 377 1	- 0 079 4	0 034 2	0 270 0	0 626 2	0 930 4
综合得分	-1 . 289 1	- 1. 111 9	-0 733 4	-0 111 5	0 147 3	0 637 0	1. 013 5	1. 448 1

表 5 Total Variance Explained

_	Component			I	nitial Eigenvalu	es	Extraction Sum s of Squared Loadings		
Cor			Total		% of V ariance	Cum u lative%	Total	% of V ariance	Cum u lative%
	1			4 282	85. 636	85. 636	4 282	85 636	85 636
	2			. 603	12 062	97. 697			
	3		3.	022E-02	1. 604	99. 302			
	4		2	076E-02	. 415	99. 717			
	5		1.	416E-02	. 283	100 000			

Extraction Method: Principal Component Analysis



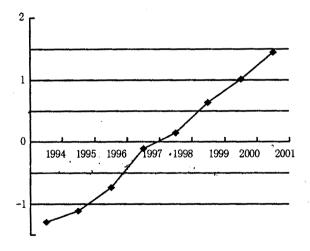


图 1 吉林省可持续发展能力

对吉林省五个子系统 8 个样本数据进行主成分 分析后,选出1个主成分,主成分方差贡献率为 85. 636, 超过 85%。 因此, 吉林省各年综合得分即为 fac1-1i的值。结果列入表 4 中最后一行。用表 4 中 最后一行数据作图 1。从图 1 中可以看出, 吉林省可 持续发展能力成上升趋势。

表 6 Component Score Coefficient Matrix

	Component
	1
X1	. 203
X2	- 195
X3	- 222
X4	. 227
X5	. 232

考文 献

- [1] 朱启贵 可持续发展评估[M] 上海: 上海财经大学出 版社, 1999.
- [2] 罗积玉, 邢瑛 经济系统统计分析方法及预测[M] 北 京: 清华大学出版社, 1997.
- [3] 吉林省统计局 吉林统计年鉴(1995~ 2002)[M] 北 京: 中国统计出版社, 1995-2002
- [4] 卢纹岱 SPSS for W indow s 统计分析(第 2 版) [M] 北 京: 电子工业出版社, 2002 (责任编校: 李延军)