

# 湖南城市可持续发展水平的 因子和聚类实证分析<sup>\*</sup>

吴雄周

(湖南农业大学 经济学院, 湖南 长沙 410128)

**摘要:** 选用 14 项指标, 对湖南 14 个城市的可持续发展水平进行因子和聚类分析, 将影响其可持续发展水平的因素归结为投资和发展因子、生活水平因子、产业结构因子和基础设施因子, 以综合加权因子得分为变量将湖南城市可持续发展水平划分为四个等级, 分析了每个等级城市的发展情况。

**关键词:** 可持续发展; 因子分析; 聚类分析

**中图分类号:** F291.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-4074(2009)01-0108-05

**作者简介:** 吴雄周(1975—), 男, 湖南涟源人, 湖南农业大学经济学院博士研究生。

可持续发展是指既满足当代人需要, 又不对后代人满足其需求的能力构成危害的发展。提高经济、人口、资源和环境的可持续发展水平是构建和谐社会的内在要求。在可持续发展水平研究方面廖志杰(2000)应用耗散结构理论建立区域 PRED 系统的非线性数学模型, 提出可持续发展水平指数(SDI)的概念和计算方法, 分析了中国各省区的可持续发展状况; 盖美(2003)建立了由经济、环境、资源、社会和人口共 5 个子系统组成的城市可持续发展指标体系, 运用因子和聚类分析方法探讨了辽宁省 14 个城市的可持续发展水平; 邢会(2005)设计了一套区域可持续发展多维评估体系, 利用主成分分析和层次分析法对河北省区域可持续发展水平进行了实证评估; 王上铭(2002)利用因果检验和回归分析构造了湖南经济可持续发展的评价及预测模型; 王良健(2000)利用区域可持续发展指标体系及其评估模型实证分析了湖南长沙市的可持续发展水平。尽管众多学者运用多种方法对中国许多区域的可持续发展水平做了实证分析, 但湖南各市、州的可持续发展水平的测度和比较研究尚无人触及。湖南正在推行新型工业化发展战略, 这客观上要求我们对其可持续发展水平有一个清楚的认识。因此本文试建立可持续发展水平的指标体系, 运用因子和聚类分析方法对湖南各市、州的可持续发展水平做出实证分析。

## 一、可持续发展指标的选择和数据的获取

可持续发展水平的评价属于多指标综合评价, 本文选取下述 14 个指标反映城市的可持续发展水平。 $X_1$ : 人均 GDP(元);  $X_2$ : 固定资产投资占总产值的比重(%);  $X_3$ : 第三产业占总产值的比重(%);  $X_4$ : 出口额占总产值的比重(%);  $X_5$ : 人均可支配收入(元);  $X_6$ : 污水处理率(%);  $X_7$ : 人均公共绿地面积(平方

米);X8:人均拥有城市维护建设资金(元);X9:人均拥有道路面积(平方米);X10:城镇居民人均消费额(元);X11:财政收入占总产值的比重(%);X12:城市人口密度(人/平方公里);X13:外商直接投资(万美元);X14:用气普及率(%).

查《湖南统计年鉴》,可得其 2005 年 14 个市、州上述指标的数据(见表 1)。

表 1

地区	指标													
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
长沙	23 968	0.573	0.50	1.05	12 433.88	44.22	7.68	3 584	13.40	9 659.86	0.07	3 750	90 204	95.50
株洲	14 497	0.293	0.36	1.04	11 229.73	47.00	8.06	1372	3.66	8 348.55	0.05	1 676	16 125	93.26
湘潭	13 604	0.461	0.41	1.15	9 685.10	46.90	8.04	1343	12.87	6 927.98	0.04	2 575	15 613	76.91
衡阳	8 899	0.269	0.37	0.41	8 490.25	23.60	5.11	301	7.25	6 230.50	0.03	1 643	17 245	59.98
邵阳	5 399	0.392	0.41	0.27	7 912.22	25.21	5.46	629	6.83	6 602.58	0.04	1124	4 046	46.83
岳阳	12 532	0.304	0.34	0.07	10 979.62	47.34	8.29	904	11.55	8 361.73	0.04	450	4520	91.42
常德	11 811	0.231	0.33	0.17	9 775.56	49.76	8.40	1571	11.78	7 411.55	0.04	197	12 182	66.69
张家界	7 588	0.323	0.58	0.04	7 667.08	15.09	5.32	363	10.97	5 394.56	0.04	1 331	845	58.71
益阳	7 130	0.310	0.43	0.25	8 822.41	56.74	6.34	530	9.87	6 987.53	0.03	6 029	3 449	58.06
郴州	11 073	0.393	0.35	0.52	9 595.06	48.97	7.35	342	7.71	8 349.25	0.06	256	24 398	72.89
永州	7 139	0.341	0.43	0.05	8 044.05	39.59	6.96	134	8.48	5 593.24	0.04	4 862	12 067	86.66
怀化	6 564	0.304	0.45	0.11	8 935.12	15.83	6.11	167	6.72	6 419.95	0.04	6 346	1 895	75.15
娄底	8 193	0.378	0.35	0.54	8 788.10	57.72	6.81	1 610	12.65	6 906.55	0.04	2 248	4 120	87.00
湘西	5 026	0.438	0.44	1.24	7 781.27	14.45	5.40	1 980	11.58	5 920.25	0.05	1 032	526	81.25

注 资料据 2005 年湖南统计年鉴整理所得

## 二、湖南城市可持续发展的因子分析

影响事物发展的众多因素往往存在极大的相关性。因子分析法作为一种多元统计分析方法,通过数据的降维,将高度相关的众多因素简化为少数几个互不相关的公共因子。公共因子避免了信息的重叠,每个因子都反映了某一类事物的共同特征(高惠旋,2005)。因子分析法在科学研究中得到了广泛的应用,本文运用此法对湖南省 14 个城市、州的数据进行分析。

### (一)因子特征值、贡献率和累积贡献率的计算

运用 SPSS12.0 统计分析软件对表 1 的数据进行因子分析,特征值大于 1 的公共因子有四个,它们的方差累计贡献率为 82.327%(>80%),说明这四个公共因子对原始数据的代表性较高,已经反映了原始数据的大部分信息。总方差解释如表 2 所示。

表 2 总方差解释

主成分	初始特征值			旋转平方载荷总和		
	特征值	方差贡献率	累计贡献率	特征值	方差贡献率	累计贡献率
1	6.525	46.610	46.610	4.754	33.954	33.954
2	2.612	18.659	65.269	4.002	28.589	62.544
3	1.265	9.038	74.307	1.399	9.996	72.539
4	1.123	8.021	82.327	1.370	9.788	82.327

注 抽取方法:主成分分析

### (二)因子载荷矩阵及公共因子的提取和解释

因子载荷是公共因子与原指标变量相关程度的表征,它的绝对值越大,两者的相关程度就越高,所代表的指标变量的解释性就越好(高惠旋,2005)。为了更好地解释指标变量,一般将原因子矩阵进行因子旋转,本文采取方差最大化正交旋转得如下旋转因子载荷矩阵(表 3)。

表 3 旋转后的因子载荷矩阵

指标	因子			
	1	2	3	4
财政收入占总产值的比重/%	0.931*	0.122	-0.055	-0.013
外商直接投资/万美元	0.835*	0.328	0.240	-0.014
固定资产投资占总产值的比重/%	0.794*	-0.079	0.123	0.398
人均拥有城市维护建设资金/元	0.762*	0.288	-0.088	0.423
人均 GDP/元	0.720*	0.417	0.083	0.007
出口总量占总产值的比重/%	0.692*	0.046	-0.282	0.207
人均公共绿地面积/m <sup>2</sup>	0.129	0.911*	-0.109	0.099
污水处理率/%	-0.089	0.862*	-0.041	0.221
人均可支配收入/元	0.556	0.783*	0.030	-0.133
城镇居民人均消费支出/元	0.565	0.741*	-0.102	-0.164
用气普及率/%	0.400	0.568*	0.067	0.153
城市人口密度/(人/km <sup>2</sup> )	-0.113	0.007	0.921*	-0.009
第三产业占总产值的比重/%	0.343	-0.479	0.592*	0.154
人均拥有道路面积/m <sup>2</sup>	0.199	0.121	0.027	0.916*

说明 提取方法为主成分分析法;旋转方法为最大方差正交旋转;\*表示显著的载荷

从表 3 可以看出:

财政收入占总产值的比重(X11)、外商直接投资(X13)、固定资产投资占总产值的比重(X2)、人均拥有城市维护建设资金(X8)、人均 GDP(X1)、出口总量占总产值的比重(X4)这六个指标在公共因子 1 的载荷绝对值较大。其中,财政收入占总产值的比重、出口总量占总产值的比重、人均拥有城市维护建设资金、人均 GDP 代表了城市的发展水平,固定资产投资占总产值的比重和外商直接投资代表了城市发展的投资水平,可以将公共因子 1 命名为发展和投资因子。

人均公共绿地面积(X7)、污水处理率(X6)、人均可支配收入(X5)、城镇居民人均消费支出(X10)、用气普及率(X14)这五个指标在公共因子 2 的载荷绝对值较大,它们代表了城市居民的生活水平,可以将公共因子 2 命名为生活水平因子。

城市人口密度(X12)和第三产业占总产值的比重(X3)在公共因子 3 的载荷绝对值较大。根据产业结构演化的趋势,产业结构的高度化表现为第三产业比重不断扩大和人口聚集程度越来越高的过程,可以将公共因子 3 命名为产业结构因子。

人均拥有道路面积(X9)在公共因子 4 的载荷绝对值较大,它代表了城市基础设施发展的程度,可以将公共因子 4 命名为基础设施因子。

### (三)各城市的因子加权综合得分

因子得分是某个样品对不可观测的公共因子随机向量取值的估计。借助成分得分系数矩阵可以得到湖南各市、州的公共因子得分,以各公共因子的方差贡献率为权重,可以计算每个市、州的因子加权综合得分,计算方法为:

$$Z_i = (33.958 \times F1_i + 28.589 \times F2_i + 9.996 \times F3_i + 9.788 \times F4_i) / 82.327.$$

其中 i 代表湖南 14 个市、州。因子加权综合得分及名次如表 4 所示。

表 4 因子得分表

城市	因子					
	公因子 1	公因子 2	公因子 3	公因子 4	加权公因子得分	加权公因子名次
长沙	2.892	0.729	1.242	0.398	1.64	1
株洲	0.526	1.029	-0.615	-1.839	0.28	3
湘潭	0.223	0.340	-0.134	1.357	0.36	2
衡阳	-0.323	0.757	-0.512	-1.032	-0.58	13

邵阳	-0.084	-1.212	-0.672	-0.715	-0.62	14
岳阳	-0.606	1.394	-0.603	0.179	0.18	4
常德	-0.759	1.010	-0.968	0.450	-0.03	7
张家界	-0.051	-1.697	0.433	0.248	-0.53	12
益阳	-1.093	0.343	1.432	0.328	-0.12	8
郴州	0.454	0.353	-0.997	-1.001	0.07	6
永州	-0.864	0.056	1.302	0.080	-0.17	9
怀化	-0.471	-0.474	1.624	-1.067	-0.29	11
娄底	-0.581	0.517	-0.379	1.490	0.07	5
湘西	0.739	-1.633	-1.151	1.121	-0.27	10

#### 四、湖南城市可持续发展的聚类分析

聚类分析是多元分析中研究“物以类聚”的一种探索性数据分析方法。它能从数据本身的特征出发,给出在同一分类过程中始终如一的分类标准,将原始数据自动分类,避免普通分类中的主观随意性问题(蒋涛,2006)。其中系统聚类分析方法是一种应用最为广泛的方法,本文利用此法对湖南各市、州的可持续发展水平加权综合因子得分进行聚类分析。

##### (一)城市综合得分聚类谱系图

在上述因子分析的基础上,将各个市、州的可持续发展加权综合得分作为聚类变量进行分层聚类。

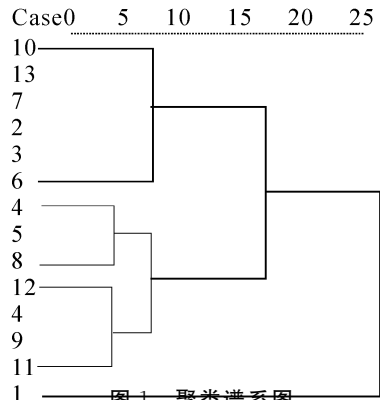


图1 聚类谱系图

本文采取样品系统聚类分析(Case Hierarchical Cluster),运用组间均联法(Between Groups Average-Linkage),采取平方欧式距离(Squared Euclidean Distance),得到如下树形聚类谱系图(图1)。

##### (二)城市可持续发展等级划分和分析

依照聚类谱系图可以将湖南各市、州可持续发展水平划分为四个等级(表5)。

表5 湖南各市、州可持续发展等级分类表

第一等级	长沙
第二等级	湘潭、株州、岳阳、郴州、常德、娄底
第三等级	益阳、永州、怀化、湘西
第四等级	张家界、衡阳、邵阳

第一等级为长沙市,为可持续发展水平最高的城市。其投资和发展因子的得分遥遥领先,固定资产投资绝对量和比重、外商直接投资比重、出口总量、财政收入总量和比重、人均GDP、人均拥有城市维护建设资金等指标在全省全部位居第一,表明其投资和经济发展水平为全省最高,在湖南发展格局中领头雁的地位日益突出。生活水平因子的得分虽然位居第四,但优势不很明显。尽管其人均可支配收入、城镇居民人均消费支出、用气普及率等指标在全省位居第一,但其污水处理率不高,人均公共绿地面积不大。这表明长沙的居民生活水平虽不断提高,但环境保护的步伐略有滞后。基础设施因子和产业结构因子的得分名列前茅,表明其产业结构合理化程度高,基础设施建设与经济发展水平基本保持同步。

第二等级为湘潭、株州、岳阳、娄底、郴州、常德,为可持续发展水平较高的城市。投资和发展因子得分较高的城市为湘潭、株州和郴州,三者的人均GDP、出口额占总产值的比重、外商直接投资和财政收入比重等指标都位于全省前端,表明这三个城市的投资和经济发展水平较高。这主要是因为湘潭和株州比邻长沙,容易接收来自长沙的辐射效应和扩散效应。生活水平因子得分较高的城市为岳阳、株州、常德、娄底

和郴州,其人均可支配收入、污水处理率、人均公共绿地面积和城镇居民人均消费额均处在全省前端,其中娄底的污水处理率处在首位,说明它的环保水平在全省最高。除了湘潭和娄底的产业结构因子得分处在全省中间位置外,其他四个城市在该因子上的得分都处在后端。前者主要得益于较大的城市人口密度,后者在城市人口密度和第三产业产值比重上都略落后于其它城市。娄底、湘潭和常德在基础设施因子上的得分很高,说明三者的基础设施建设已迈上了一个台阶。但其它三个城市的基础设施尚不发达,尤其是株州的基础设施建设有待大幅度加强。

第三等级为益阳、永州、怀化、湘西,为可持续发展水平较低的城市。在投资和经济发展因子的得分上,湘西仅次于长沙,而益阳、永州和怀化位于末端。湘西在此因子上的高得分主要是由于它的出口比重、固定资产投资比重、人均拥有城市建设资金等在全省都名列前茅。这四个城市在生活水平因子上的得分都不高,其中湘西的污水处理率为全省最低。怀化、益阳和永州在产业结构因子上的得分名列前茅,湘西却为全省最低,这表明怀化、益阳和永州的产业结构基本合理,而湘西的产业结构呈畸形发展。

第四等级为张家界、衡阳和邵阳,为可持续发展水平最低的城市。这三个城市在四个公共因子中的得分都不高。张家界的出口比重为全省最低,外商直接投资为倒数第二,固定资产投资比重也远处于平均水平以下,表明其投资水平整体偏低。其污水处理率、人均公共绿地面积、城镇居民人均消费额都处在全省的底部,生活水平因子得分为全省最低。衡阳的投资和发展因子处于中间位置,但生活水平因子位置偏后,主要是因为它的污水处理率和人均绿地面积明显偏低。邵阳的人均 GDP 为倒数第二,而固定资产投资、出口额占总产值的比重、外商直接投资等指标处在中间位置,这使其投资和发展因子得分处在全省中间状态。但人均可支配收入、污水处理率、人均公共绿地面积明显偏低,这导致其生活水平因子得分排在末尾。人均道路面积和城市人口密度并不高,基础建设因子和产业结构因子得分不高。综合来看,邵阳的可持续发展水平为全省最低。

#### 参考文献:

- [1] 廖志杰. 中国区域可持续发展水平及其空间分布特征[J]. 地理学报, 2000(2).
- [2] 盖 美. 城市可持续发展水平的指标体系及评价[J]. 辽宁师范大学学报, 2004(1).
- [3] 邢 会. 河北省区域可持续发展水平的实证评估[J]. 河北工业大学学报, 2005(2).
- [4] 王上铭. 湖南经济可持续发展分析[J]. 湖南大学学报, 2002(3).
- [5] 王良健. 区域可持续发展指标体系及其评估模型——湖南长沙市的实证研究[J]. 中管理科学, 2000(92).
- [6] 湖南省统计局编. 湖南统计年鉴(2005)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006.
- [7] 高惠旋. 应用多元统计分析[M]. 北京: 北京大学出版社, 2005.
- [8] 蒋 涛. 山东城市可持续发展的因子和聚类分析[J]. 经济论坛, 2006(20).

(责任编辑: 彭介忠)

## Factor and Cluster Analysis on the Urban Sustainable Development in Hunan

WU Xiong-zhou

(College of Economy, Hunan Agriculture University, Changsha, Hunan 410128, China)

**Abstract:** This paper selects fourteen indexes to analyze the sustainable development level of fourteen cities in Hunan province by means of factor analysis and clustering analysis. Factors affecting the development level of are classified as four kinds, which are investment and development factor, standard of living factor, industry structure factor and foundation factor. According to the variable of weighted synthetic factor scores, it classifies the development level of cities in Hunan as four grades and analyzes the development instance respectively.

**Key words:** sustainable development; factor analysis; cluster analysis