

# 基于多元统计分析的福建省城市竞争力比较研究

白子怡, 郑 昕, 朱雯昕

厦门理工学院应用数学学院, 福建 厦门

Email: 603012549@qq.com, 2423155112@qq.com, 1779385831@qq.com

收稿日期: 2020年10月7日; 录用日期: 2020年10月22日; 发布日期: 2020年10月29日

---

## 摘 要

本文以福建省9个主要城市为研究对象, 以城市经济实力、教育和科学技术、开放程度、环境质量和公共基础设施等五个方面作为评价城市竞争力体系的二级指标, 借助统计软件SPSS采用主成分分析和因子分析法得出福建省各城市竞争力的综合评分和排名, 综合评价城市竞争力。

## 关键词

城市竞争力, 主成分分析, 因子分析

---

# A Comparative Research on Urban Competitiveness of Fujian Province Based on Multivariate Statistical Analysis

Ziyi Bai, Xin Zheng, Wenxin Zhu

School of Applied Mathematics, Xiamen University of Technology, Xiamen Fujian

Email: 603012549@qq.com, 2423155112@qq.com, 1779385831@qq.com

Received: Oct. 7<sup>th</sup>, 2020; accepted: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2020; published: Oct. 29<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

In this paper, nine major cities in Fujian province are taken as the research objects, five aspects including urban economic strength, education and science and technology, openness, environmental quality and public infrastructure are used as the secondary indicators to evaluate the ur-

ban competitiveness system, a comprehensive score and ranking of the competitiveness of the cities in Fujian Province are concluded with the help of statistical analysis software SPSS, principal component analysis and factor analysis, then an integrated evaluation of the city competitiveness can be obtained.

## Keywords

Urban Competitiveness, Principal Component Analysis, Factor Analysis

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

城市竞争力是一个城市与其他城市相比在国内竞争中所表现出来的综合能力的强弱,所具有的自身创造财富和推动地区、国家或世界创造更多社会财富的能力,反映了城市的生产能力、对外经济辐射能力和吸引能力。对于城市竞争力,国内已有许多研究,莫静和熊亚洲[1]基于多元统计分析分析了湖北省城市竞争力;朱士鹏,毛蒋兴和张美竹[2]通过多元统计对广西城市竞争力进行了研究;刘国静和王静[3]基于主成分分析对河北省各城市综合竞争力进行探讨;祈瀛[4]用多元统计分析分析了河北省各城市竞争力。

福建地处中国东南大陆沿海,地理位置独特,面对台湾,毗邻港澳,改革开放以来,福建经历了从封闭向开放,从贫穷走向小康的巨变,各项社会事业全面进步。本文在综合前人研究的基础上,采用多元统计分析方法,通过对福建省各城市的经济实力、教育和科学技术、开放程度、环境质量、公共基础设施进行比较排名,主要采用主成分分析和因子分析,划分区域,得出福州、厦门、漳州、泉州、南平、莆田、三明、龙岩、宁德九市的城市竞争力排名。

## 2. 数据来源

本文研究的城市包括福州市、厦门市、三明市、泉州市、漳州市、南平市、龙岩市、宁德市、莆田市等9个设区市。鉴于各城市相关数据尚不完全,故主要参考2018年各地区相关指标数据。数据主要来源于福建省以及九市统计局,个别数据来源于中商情报网。

## 3. 模型介绍与建立

### 模型建立及主要步骤

主要步骤有确认待分析的原变量是否适合作因子分析,构造因子变量,利用旋转方法使因子变量更具有可解释性,计算因子变量得分。

计算过程:

- 1) 将原始数据标准化,以消除变量间在数量级和量纲上的不同

$$X_i = \frac{X_i - E(X_i)}{\sqrt{\text{Var}(X_i)}}$$

- 2) 求标准化数据的相关矩阵。
- 3) 求相关矩阵的特征值和特征向量。

- 4) 计算方差贡献率与累积方差贡献率。
  - 5) 确定因子: 设  $F_1, F_2, \dots, F_p$  为  $p$  个因子, 其中前  $m$  个因子包含的数据信息总量(即其累积贡献率)不低于 80% 时, 可取前  $m$  个因子来反应原评价指标。
  - 6) 因子旋转: 若所得的  $m$  个因子无法确定或其实际意义不是很明显, 这时需将因子进行旋转以获得较为明显的实际意义。
  - 7) 用原指标的线性组合来求得各因子得分, 采用回归估计法, Bartlett 估计法计算因子得分。
  - 8) 综合得分: 以各因子的方差贡献率为权, 由各因子的线性组合得到综合评价指标函数。
  - 9) 得分排序: 利用综合得分分析得到得分名次。
- 具体分析步骤:
- 1) 确定待分析的原有若干变量是否适合进行因子分析。
  - 2) 构造因子变量。

## 4. 指标建构和研究方法

### 4.1. 指标建构

指标体系的构建过程是根据研究目的, 选择若干个相互联系的统计指标, 以组成一个统计指标体系的过程[5]。

城市竞争力评价涉及诸多方面, 需要综合考虑多方面的因素。在城市竞争力的评价, 我们根据研究对象实际情况出发, 在大量相关文献的基础和前学者的研究成果上, 结合福建城市的各方面现实, 构建一个科学合理的指标, 城市竞争力评价指标体系见表 1。

**Table 1.** Evaluation index system of urban competitiveness  
**表 1.** 城市竞争力评价指标体系

一级指标	二级指标	单位	编号
城市经济实力	人均 GDP	元	$X_1$
	财政收入	亿元	$X_2$
	社会消费品零售总额	亿元	$X_3$
	房地产开发投资额	万元	$X_4$
教育和科学技术	高等学校在校学生人数	人	$X_5$
	专利申请授权量	件	$X_6$
开放程度	进出口总额	万美元	$X_7$
	实际利用外资	亿美元	$X_8$
环境质量	空气质量优良率	%	$X_9$
	卫生机构床位数	张	$X_{10}$
公共基础设施	邮电业务总量	万元	$X_{11}$
	公路通车里程	公里	$X_{12}$

### 4.2. 研究方法

本次研究采用主成分分析法、因子分析法[6]和聚类分析法。主成分分析法在过程中产生新变量, 而聚类分析法在过程中没有产生新变量。主成分分析和因子分析能够将多个相关变量转化为无关变量, 从而提取主要成分进行分析。而聚类分析则是对数据进行分类, 得到一个分类系统。而本次研究侧重分析

各个成分对城市竞争力的影响[7]，根据每个城市在各个因素上的表现进行排名评价，所以采用主成分分析和因子分析。

## 5. 数据处理

### 5.1. 数据标准化

因为采用原始数据进行分析，数据较大的指标产生影响较大，为了消除量纲和数量级的影响，保证结果可靠性，对指标数据进行标准化处理。

### 5.2. 提取主因子

借助 SPSS 软件对标准化后的数据进行主成分分析，得到 12 个变量的相关系数矩阵见表 2，由表可知  $X_4$  与  $X_5$  的相关系数为 0.957，变量之间具有高度相关性，故可降维。各个主因子的典型代表不是很突出，利用因子旋转使因子载荷的绝对值向 0 和向 1 两个方向分化，使大的载荷更大，小的载荷更小，可得到比较满意的主因子，用最大方差法进行旋转，经过降维处理，得到总方差解释见表 3，前三个主成分累计贡献率为 87.254%，最终提取的 3 个主因子的基本能代表原有的 12 个成分因子。

Table 2. Correlation matrix

表 2. 相关性矩阵

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$
$X_1$	1.000	0.861	0.543	0.632	0.660	0.635	0.832	0.182	0.277	0.385	0.659	-0.308
$X_2$	0.861	1.000	0.753	0.869	0.861	0.764	0.909	0.429	-0.021	0.582	0.785	-0.374
$X_3$	0.543	0.753	1.000	0.887	0.911	0.735	0.415	0.428	-0.304	0.917	0.322	0.127
$X_4$	0.632	0.869	0.887	1.000	0.957	0.642	0.646	0.283	-0.298	0.764	0.610	-0.302
$X_5$	0.660	0.861	0.911	0.957	1.000	0.590	0.628	0.214	-0.185	0.722	0.473	-0.170
$X_6$	0.635	0.764	0.735	0.642	0.590	1.000	0.586	0.823	-0.027	0.797	0.645	0.089
$X_7$	0.832	0.909	0.415	0.646	0.628	0.586	1.000	0.331	0.147	0.219	0.882	-0.601
$X_8$	0.182	0.429	0.428	0.283	0.214	0.823	0.331	1.000	-0.174	0.554	0.465	0.188
$X_9$	0.277	-0.021	-0.304	-0.298	-0.185	-0.027	0.147	-0.174	1.000	-0.276	0.039	0.229
$X_{10}$	0.385	0.582	0.917	0.764	0.722	0.797	0.219	0.554	-0.276	1.000	0.293	0.293
$X_{11}$	0.659	0.785	0.322	0.610	0.473	0.645	0.882	0.465	0.039	0.293	1.000	-0.642
$X_{12}$	-0.308	-0.374	0.127	-0.302	-0.170	0.089	-0.601	0.188	0.229	0.293	-0.642	1.000

Table 3. Total variance interpretation

表 3. 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %	总计	方差百分比	累积 %
1	6.796	56.637	56.637	6.796	56.637	56.637	4.749	39.578	39.578
2	2.274	18.952	75.589	2.274	18.952	75.589	3.692	30.768	70.346
3	1.400	11.665	87.254	1.400	11.665	87.254	2.029	16.908	87.254
4	1.120	9.335	96.589						
5	0.217	1.809	98.398						

Continued

6	0.178	1.484	99.882
7	0.010	0.081	99.964
8	0.004	0.036	100.000
9	2.260E-15	1.883E-14	100.000
10	4.181E-16	3.484E-15	100.000
11	3.313E-16	2.761E-15	100.000
12	-5.619E-17	-4.683E-16	100.000

Table 4. Component matrix

表 4. 成分矩阵

	1	2	3
$X_2$	0.971	-0.187	0.020
$X_4$	0.917	0.073	-0.329
$X_5$	0.880	0.110	-0.265
$X_6$	0.854	0.265	0.365
$X_3$	0.846	0.459	-0.168
$X_7$	0.810	-0.547	0.118
$X_1$	0.795	-0.341	0.230
$X_{11}$	0.764	-0.484	0.115
$X_{10}$	0.744	0.626	-0.020
$X_8$	0.532	0.366	0.400
$X_{12}$	-0.265	0.808	0.453
$X_9$	-0.125	-0.337	0.784

Table 5. Component matrix after rotation

表 5. 旋转后的成分矩阵

	成分 1	成分 2	成分 3
$X_7$	0.970	0.167	-0.021
$X_{11}$	0.894	0.180	-0.013
$X_2$	0.845	0.459	0.231
$X_1$	0.823	0.346	-0.061
$X_{12}$	-0.728	0.586	-0.235
$X_4$	0.621	0.445	0.608
$X_5$	0.571	0.478	0.551
$X_{10}$	0.130	0.852	0.451
$X_6$	0.464	0.847	0.028
$X_8$	0.158	0.739	-0.074
$X_3$	0.313	0.734	0.563
$X_9$	0.154	0.049	-0.847

### 5.3. 计算综合得分及排名

运用回归法求得成分得分系数矩阵见表 5。

各单因子的得分函数：

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 0.191x_{11} + 0.161x_2 - 0.047x_3 + 0.072x_4 + 0.059x_5 + 0.021x_6 + 0.252x_7 \\
 &\quad - 0.043x_8 + 0.100x_9 - 0.104x_{10} + 0.228x_{11} - 0.259x_{12} \\
 y_2 &= 0.042x_{11} + 0.036x_2 + 0.156x_3 - 0.004x_4 + 0.025x_5 + 0.269x_6 - 0.053x_7 \\
 &\quad + 0.282x_8 + 0.139x_9 + 0.243x_{10} - 0.039x_{11} + 0.359x_{12} \\
 y_3 &= -0.157x_{11} + 0.007x_2 + 0.210x_3 + 0.263x_4 + 0.225x_5 - 0.157x_6 - 0.113x_7 \\
 &\quad - 0.180x_8 - 0.553x_9 + 0.134x_{10} - 0.105x_{11} - 0.190x_{12}
 \end{aligned}$$

由三个主成分的贡献率来确定综合评价函数，评价函数为：

$$y = 0.566y_1 + 0.190y_2 + 0.117y_3$$

**Table 6.** Component score coefficient matrix

**表 6.** 成分得分系数矩阵

	成分 1	成分 2	成分 3
$X_1$	0.191	0.042	-0.157
$X_2$	0.161	0.036	0.007
$X_3$	-0.047	0.156	0.210
$X_4$	0.072	-0.004	0.263
$X_5$	0.059	0.025	0.225
$X_6$	0.021	0.269	-0.157
$X_7$	0.252	-0.053	-0.113
$X_8$	-0.043	0.282	-0.180
$X_9$	0.100	0.139	-0.553
$X_{10}$	-0.104	0.243	0.134
$X_{11}$	0.228	-0.039	-0.105
$X_{12}$	-0.259	0.359	-0.190

将标准化后的数据代入评价函数，各市在三个主因子下的得分排名和总得分见表 7。

**Table 7.** Total ranking score and ranking

**表 7.** 总排序得分及排名

	主成分 1	排序	主成分 2	排序	主成分 3	排序	综合主成分	总排序
福州市	0.46658	2	0.72428	2	2.00012	1	0.64	2
厦门市	2.43548	1	0.41362	6	0.81888	8	1.20	1
三明市	0.49238	7	0.26727	5	0.96767	9	-0.44	7
泉州市	0.11663	4	2.31145	1	0.32795	5	0.33	3
漳州市	0.05814	3	0.46284	8	0.42907	3	0	4
南平市	0.84886	9	0.05725	3	0.71111	6	-0.57	9
龙岩市	0.43605	6	0.18118	4	0.75389	7	-0.37	6
宁德市	0.76994	8	0.45756	7	0.14778	4	-0.51	8
莆田市	0.29634	5	1.19601	9	1.00252	2	-0.28	5

针对五个一级指标进行分析,先得出个主成分的公因子方差矩阵,使累计贡献率不小于 80%以确定相应的主成分个数和权重,再由因子成分得分矩阵表确定系数,计算得出分数。9 个城市 5 个方面的得分情况见表 8。

**Table 8.** Scores of each index of each city  
**表 8.** 各城市各项指标得分

	城市经济实力	教育与科学技术	开放程度	环境质量	公共基础设施
福州市	1.44	1.24	0.1	-0.93	0.48
厦门市	0.96	0.66	1.14	0.9	1.06
三明市	-0.52	-0.55	-0.63	1.08	-0.74
泉州市	0.71	1.17	1.04	-0.2	0.65
漳州市	-0.2	-0.18	-0.27	-0.2	0.5
南平市	-0.78	-0.53	-0.33	0.84	-0.66
龙岩市	-0.34	-0.53	-0.62	0.99	-0.59
宁德市	-0.76	-0.65	-0.01	-0.85	-0.56
莆田市	-0.51	-0.63	-0.43	-1.63	-0.15

## 6. 结论

本文在基于多元统计分析方法上,对福建省九个市区的城市竞争力进行了研究和分析。通过数据分析排名可看出综合排名最靠前的是厦门市,其次是福州市和泉州市,而漳州市刚好是处于平均水平。研究表明,福建省各市区的城市竞争力存在着较大差距,两极分化较为严重。从地域上看,竞争力较强的市区主要集中在省会城市(福州市)和闽南地区(厦门市、漳州市、泉州市),地域分布差异明显;从城市各项指标得分处看,福州在城市经济实力和教育与科学技术方面表现突出,厦门和泉州的开放程度相较其他城市而言更大,在公共基础设施方面厦门做得更好,而环境质量方面表现突出的是三明市和龙岩市。

排名靠前的城市发展水平高、潜力大,在保持现有城市经济发展的同时,积极扩展在经济、文化多方面辐射作用,带动就近市区发展,提高全省整体城市竞争力;竞争力排名居中的,如漳州市、莆田市、龙海市,可提高资源利用率,积极发展可持续产业和高新产业,提高城市对周围地区的辐射和带动作用,提高城市活力水平;龙岩市、南平市、宁德市和三明市这些竞争力一般的城市优势不明显,综合创新能力有待增强,科技创新实力有待提高。各市区在发展的同时应加强合作,优势互补,实现大带小共同发展,不断提高福建省级竞争力。

## 基金项目

国家级大学生创新创业训练计划项目(项目编号:201911062021)。

## 参考文献

- [1] 莫静,熊亚洲.基于多元统计分析的湖北省城市竞争力评价研究[J].科技创业月刊,2016,29(18):1-5.
- [2] 朱士鹏,毛蒋兴,张美竹.基于多元统计分析的广西城市竞争力研究[J].西北师范大学学报(自然科学版),2013,49(2):113-116.
- [3] 刘国静,王静.基于主成分分析的河北省各城市综合竞争力评价[J].经济研究导刊,2014(34):128-129.
- [4] 祈瀛.基于多元统计分析的河北省各城市竞争力综合评价[J].中外企业家,2018(27):51.
- [5] 周宏山,吴诣民,路维春.城市竞争力评价指标与方法研究[J].经济问题,2003(3):2-4.

- [6] 杜子芳. 多元统计分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [7] 倪鹏飞. 中国城市竞争力研究报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2010.

## 附 录

	人均 GDP $X_1$ (元)	财政收入 $X_2$ (亿元)	社会消费 品零售总 额 $X_3$ (亿 元)	房地产开 发投资额 $X_4$ (万元)	高等学校 在校学生 人数 $X_5$ (人)	专利申请 授权量 $X_6$ (件)	进出口总 额 $X_7$ (万 美元)	实际利用 外资 $X_8$ (亿美元)	空气质量 优良率 $X_9$ (%)	卫生机构 床位数 $X_{10}$ (张)	邮电业务 总量 $X_{11}$ (万元)	公路通车 里程 $X_{12}$ (公里)
福州市	102037	1118.11	4666.46	14403195	319943	17855	3742202	8.15	0.923	37455	1191300	11660
厦门市	118015	1283.29	1542.42	8845759	162459	21393	9104392	17.25	0.986	16604	3990800	2191.2
三明市	91406	165.71	588.5	1214582	33703	2956	264900	0.3978	0.992	14675	91802	15273
泉州市	97614	861.05	3407.89	7914050	130296	39914	2812580	41.9214	0.948	40463	2101700	17696
漳州市	77102	352.06	1111.6	7127237	74723	8212	1052420	8.23	0.9481	24842	2113438	8140
南平市	66760	144.14	675.09	1906125	35466	3126	159077	10.39	0.984	16054	258245	15890
龙岩市	90655	296.8	907.42	2523074	24707	4576	427948	0.0218	0.989	18324	107709	14561
宁德市	66878	200.77	611.11	1893600	15109	2540	499880	18.9	0.926	13860	368305	12096
莆田市	77325	225.91	763.42	3582171	20602	2357	563481	5.45	0.899	15364	825022.1	6536.377