

Evaluation System of Urban Economic Vitality

Jinrong Gu Li Ge Yurong Xiao

School of Civil Engineering, Sichuan University of Light Chemical Engineering, Zigong, Sichuan, 643000, China

Abstract

The global economy has developed rapidly over the years, and the comprehensive competition between regions (or cities or provinces) has become increasingly fierce, among which the economic vitality of regions (or cities or provinces) is an important part of the comprehensive competitiveness of regions. How to find the key factors that affect the development of each region and improve the regional economic vitality is a question worth studying. To solve this problem, we choose a city as the research object, adopt the typical evaluation and analysis model, through establishing the principal component analysis model, the R clustering model, the factor analysis model, using the matlab software to solve the data relation, the analysis obtains the influence city economic vitality 1 Nine indicators. According to the model results of selected city, Chengdu, Sichuan, China, four constructive suggestions are put forward to the economic development of Chengdu according to local conditions: to increase the development of the tertiary industry; to increase the primary and secondary industries; to build high-tech industrial development zones; to increase the investment of scientific research funds. Through the research of Chengdu, Sichuan, China, it is extended to other major central cities in China, and the economic vitality of several major central cities in China is ranked.

Keywords

principal component analysis; regression analysis; factor analysis

城市经济活力评价体系

顾锦蓉 葛黎 肖玉容

四川轻化工大学土木工程学院, 中国·四川 自贡 643000

摘要

近年来, 全球经济发展迅速, 各区域(或城市或省)之间的综合竞争也日渐激烈, 其中区域(或城市或省)的经济活力是区域综合竞争力的重要组成部分。如何找到影响各区域发展的关键因素, 提高区域经济活力, 是一个值得研究的问题。针对这一问题, 任意选取一个城市作为研究对象, 采用典型的评价分析模型, 通过建立主成分分析模型、R型聚类模型、因子分析模型, 利用 matlab 软件求解数据关系, 分析得到影响城市经济活力的 19 个指标。结合选取研究的城市——中国四川成都的模型结果, 因地制宜地对成都市地经济发展提出了四条具有建设性的意见: 加大对第三产业的发展; 增加第一、第二产业; 建设高新技术产业开发区; 加大科研经费的投入。以点及面, 通过对中国四川成都这一城市的研究, 推广到中国的其他主要中心城市, 并对中国几大中心城市经济活力进行了排名, 建立的模型普遍适用于各省市的经济发展情况。

关键词

主成分分析; 回归分析; 因子分析

1 引言

改革开放以来, 中国的经济发展迅速, 但区域发展不平衡仍是中国经济发展的一个问题。其中各区域的经济活力影响着该区域的经济的发展, 近年来许多区域采取了不同措施来促进经济发展, 如减少招商引资审批步骤、为创业提供资金支持、降低落户门槛、吸引人才等。但是, 由于各地区实际情况的差异, 不同的刺激经济活力的优惠政策, 发挥作用的效果也有所差异。如何抓住各地区影响经济发展的关键因素, 提高区域经济活力, 是一个值得研究的问题。

2 问题提出

在以上背景下, 为研究如何提高区域经济活力, 笔者通过查找统计年鉴和地方性官网等渠道获得相关数据, 并通过建立合适的数学模型, 来解决以下问题。

首先, 以点代面, 选取一个地区(或城市或省)为代表来研究影响该地区经济活力的因素。并对该地区(或城市或省)进行经济活力进行分析。其次, 由于衡量不同区域的经济活力是十分复杂的问题。寻找一个合适的指标体系, 建立分析和衡量区域经济活力的模型是重要的一个环节。并用此模型对中国几大中心城市进行经济活力的排名。最后, 给选取作

为研究对象的区域经济发展提出建设性的意见,以便该区域有一个更好的经济活力可持续的发展和更强的竞争力。

3 模型假设

- (1) 假设收集的数据真实可靠。
- (2) 假设影响城市活力的因素主要由所选指标控制。
- (3) 假设当两组指标变量所对应的数据相关性很大时可任意选择一组数据来衡量城市活力。

4 符号说明

表 1 符号说明

符号	意义
m	因子指标变量
a_{ij}	第 i 个指标的第 j 个数据
λ	特征值
y	被解释变量

注:表中为部分符号说明,其余符号说明将在文中体现。

5 问题分析

5.1 问题一分析

一个城市的经济活力体现在社会经济发展中的诸多方面,故影响城市经济活力的因素也比较多。笔者以有天府之国美誉的中国成都为代表研究影响该城市经济活力的因素。可通过查找相关论文资料^[1]以及结合实际情况分析可能影响成都经济活力的主要因素。收集相关因素以及代表经济活力指标的数据^[2],通过建立主成分分析模型确定出影响经济活力的主要影响因素^[3]。根据所得关系,对影响经济活力的因素进行综合评价,并根据综合评价结果研究提高地区经济活力的行动方案。

5.2 问题二分析

要求衡量区域经济活力,以点及面,先通过对影响单个城市经济活力指标的因素筛选,综合推广到几大中心城市。由于指标因素较多,笔者希望探求其中的内在关系,用几个新变量来代替之前的众多基本变量信息,建立因子分析模型^[4],进而用此模型对区域经济进行排名。

5.3 问题三分析

结合前两个问题的研究成果进行分析,并通过调查“选取研究的城市”近几年的政府对于企业发展政策,进行综合性的统筹,最后提出富有建设性的意见。

6 模型的建立与求解

6.1 问题一模型建立与求解

6.1.1 建模过程

首先,通过查找论文文献以及结合实际情况分析可能影响城市经济活力的主要指标^[5]。其次,在成都统计局官网、中国国家统计局官网、成都市人力资源和社会保障局尽可能地找到各指标的数据,考虑到部分指标无法找到数据,笔者以相关分支因素的数据来代替,对找到的数据进行标准化处理。接着对数据进行深入分析,建立主成分分析模型;利用 matlab 编程求出相关系数矩阵的特征值和特征向量;再通过贡献率的分析,选择出两个主成分。最后,通过对变量与主成分的相关性进行分析得出结论。

6.1.2 模型建立

步骤一:利用 spss 软件对成都市 2010 年到 2017 年 9 个指标进行标准化处理:

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{a_{ij} - \mu_j}{s_j}, i = 1, 2, \dots, 9, j = 1, 2, \dots, 9$$

$$\mu_j = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^m a_{ij}$$

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{9-1} \sum_{i=1}^m (a_{ij} - \mu_j)^2}, j = 1, 2, \dots, 9$$

即 μ_j, s_j 为第 j 个指标的样本均值和样本标准差;得到 9 个指标标准化数据。

步骤二:对数据实施标准化得到数据矩阵:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m \tilde{a}_{ki} \cdot \tilde{a}_{kj}}{9-1}, i, j = 1, 2, \dots, 9$$

式中: $r_{ii} = 1; r_{ij} = r_{ji}; r_{ij}$ 为第 i 个指标与第 j 个指标的相关系数。

步骤三:利用 matlab 软件,得到相关系数矩阵的特征值和特征向量;相关系数矩阵的 9 个特征值前五个依次为 6.795, 1.227, 0.576, 0.275, 0.090;因为前五个特征值之和所占比例(累计贡献率)达到 0.9959。于是略去第 6 个到第 9 个特征值,保留前五个主要成分。

前两个保留的特征值对应的两个特征向量分别为:

$$\lambda_1^T = [0.995, 0.990, 0.924, 0.829, 0.987, -0.297, 0.673, 0.997, 0.880]$$

$$\lambda_2^T = [0.053, -0.021, -0.267, 0.229, 0.107, 0.902, -0.331, 0.057, 0.402]$$

$$\lambda_3^T = [0.042, -0.086, -0.039, -0.253, -0.038, 0.292, 0.644, -0.015, -0.006]$$

$$\lambda_4^T = [-0.044, -0.074, -0.081, 0.442, -0.080, 0.015, 0.148, -0.022, -0.192]$$

$$\lambda_5^T = [-0.022, -0.034, 0.254, 0.000, -0.060, 0.106, -0.040, 0.015, -0.087]$$

即取前五个主成分,分别为:

$$\begin{aligned} y_1 &= 0.995x_1 + 0.990x_2 \cdots + 0.880x_9 \\ y_2 &= 0.053x_1 - 0.021x_2 \cdots + 0.402x_9 \\ y_3 &= 0.042x_1 - 0.021x_2 \cdots + 0.402x_9 \\ y_4 &= -0.044x_1 - 0.074x_2 \cdots + 0.192x_9 \\ y_5 &= -0.022x_1 - 0.034x_2 \cdots + 0.087x_9 \end{aligned}$$

步骤四:构建主成分综合评价模型

分别以两个主成分的贡献率为权重,构建主成分综合评价模型,即:

$$Z = \begin{bmatrix} 0.5674 \\ 0.1542 \\ 0.1456 \\ 0.1088 \\ 0.0201 \end{bmatrix}^T [y_1 \ y_2 \ y_3 \ y_4]^T$$

6.1.3 模型的求解

主成分的变量线性组合系数称为主成分荷载,它表示主成分和相应的原先变量的相关系数。相关系数(绝对值)越大,主成分对该变量的代表性也越大。

可以看得出,第一主成分 y_1 与 x_1, x_2, x_3, x_5, x_8 呈现较强正的正相关。而这些指标变量反映了中国生产总值、在岗职工平均工资、就业率、社会商品零售价总额、高等学校在校人数的信息,因此可以认为第一主成分 y_1 是经济效益的代表。

同时也可以看出,第二主成分 y_2 与 x_6 呈现较强的正相关。而 x_6 这个指标反映了历年旅客运输量情况,因此可以认为第二主成分 y_2 代表了历年旅游业情况。

第三主成分 y_3 与 x_7 呈现较强正相关,与 x_6 呈现较弱正相关。而 x_6, x_7 这两个指标综合反映了城市的对外开放能力,因此可以认为第三主成分 y_3 代表了城市的对外开放能力。

分别以五个主成分的贡献率为权重,构建主成分综合评价模型,即:

$$Z = \begin{bmatrix} 0.5674 \\ 0.1542 \\ 0.1456 \\ 0.1088 \\ 0.0201 \end{bmatrix}^T [y_1 \ y_2 \ y_3 \ y_4]^T$$

由此可见,要增加成都市的经济活力,最主要的是提高经济效益,以及发展旅游业的情况,同时增加对外开放能力。

企业活力状况与常住人口密切相关,常住人口数量指标 x_9 又与第一主成分成较强正相关,由此可见人口数量通过影响经济效益,进而影响经济活力。

6. 问题二模型建立与求解

6.2.1 经济活力指标体系建立原则

(1) 科学性和完整性

为确保评价结果的合理,指标的选择一定要具有科学性,且客观、真实地体现出各个指标对区域经济活力的不同程度的影响。经济活力分析是一个多元、全方位的分析,因此指标的选择也因具有完整性,从多方位、多角度反映出各个区域经济活力发展的现状和前景^[6]。

(2) 实用性和可操作性

建立一个良好的经济活力评价体系是进行理论分析的基础。但在实际中,对于数据资料的收集是具有局限性的,因此对于体系的构建,应该具有通俗易懂,且同时保证采用数据的真实可靠。

(3) 相关性和适应性

在选择体系所需指标时,应考虑该指标是否对研究对象具有必然的相关性,而不是一味的盲目选择。综合现存的研究文献反映出不同区域、不同时间段,所构建的经济活力评价体系都应该有所不同,基于上述条件,在指标选择时应较为灵活、适应性要强。

6.2.2 模型建立过程

首先,通过查阅相关资料^[7]笔者在中国国家统计局官网中找到影响国家经济活力的19个指标。其次,对影响国家经济活力的19个指标数据进行标准化处理。再计算19个指标数据间的相关系数矩阵和载荷矩阵,确定影响国家经济活力的因子个数。然后计算因子得分。最后,根据因子得分模型对附件三中的19个城市作综合评价及排名。

6.2.3 模型建立

步骤一:对原始数据进行标准化处理

将 x_1, x_2, \dots, x_m 分别表示 m 个因子指标变量,每个变量的数据有 n 个, a_{ij} 表示第 i 个指标的第 j 个数据。把每个指标值 a_{ij} 转化为标准化数据值 \tilde{a}_{ij} 。

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{a_{ij} - \mu_j}{s_j}, (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

式子中:

$$\mu_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}, s_j = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_{ij} - \mu_j)^2$$

则标准化指标变量为:

$$\tilde{x}_j = \frac{x_j - \mu_j}{s_j}, (j=1,2,\dots,m)$$

步骤二: 计算相关系数矩阵 R

$$R = (r_{ij})_{m \times m}$$

式子中:

$r_{ii} = 1, r_{ij} = r_{ji}$, r_{ij} 是第 i 个指标与其第 j 个数据间的相关系数。

步骤三: 计算载荷矩阵

求解特征方程 $\lambda I - R = 0$, 得出特征值 $\lambda_i (i=1,2,\dots,m)$, $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0$, 再求出与特征值 λ_i 相对应的特征向量 $\mu_i (i=1,2,\dots,m)$, 其中 $\mu_j = (\mu_{1j}, \mu_{2j}, \dots, \mu_{mj})^T$, 得到初等载荷矩阵为:

$$\begin{aligned} \Lambda_1 &= [\sqrt{\lambda_1} \mu_1, \dots, \sqrt{\lambda_m} \mu_m] \\ \lambda_1^T &= [0.997, 0.997, \dots, 0.993, 0.997] \\ \lambda_2^T &= [-0.024, -0.023, \dots, -0.090, -0.016] \\ \lambda_3^T &= [0.016, 0.021, \dots, -0.002, 0.069] \\ \lambda_4^T &= [-0.065, -0.064, \dots, -0.061, 0.007] \end{aligned}$$

步骤四: 确定主因子个数 $t (t \leq m)$

选取满足累计贡献率 $\sum_{i=1}^t \lambda_i / \sum_{i=1}^m \lambda_i \geq 85\%$ 的 4 个主因子, 对这 4 个主因子载荷矩阵作旋转, 用 $\Lambda_1^{(t)}$ 表示 Λ_1 的前 t 列, 用 T 表示正交矩阵, 得到矩阵 $\Lambda_2 = \Lambda_1^{(t)} T$, 建立因子模型如下:

$$\begin{cases} \tilde{x}_1 = 0.890F_1 + 0.305F_2 + 0.338F_3 - 0.004F_4 + 0.028F_5 \\ \vdots \\ \tilde{x}_{19} = 0.871F_1 + 0.372F_2 - 0.313F_3 + 0.061F_4 + 0.026F_5 \end{cases}$$

步骤五: 计算因子得分, 并根据因子得分作综合评价及排名

求出单个因子的得分函数 \hat{F} , 用 \hat{F}_{ij} 表示第 i 个样本对第 j 个因子得分的估计值, Y 表示对原始数据标准化处理后的矩阵, 得出总得分:

$$\hat{F} = \hat{F}_{ij} = YR^{-1}\Lambda_i$$

$$\hat{F} = 0.7271x_1 + 0.1151x_2 + 0.0879x_3 + 0.0670x_4$$

排名如下:

表 2 城市经济活力综合排名表

城市	排名
深圳	1
上海	2
北京	3
广州	4
重庆	5
成都	6
南京	7
苏州	8
杭州	9
天津	10
青岛	11
郑州	12
东莞	13
西安	14
武汉	15
宁波	16
沈阳	17
长沙	18
昆明	19

6. 问题三求解

根据前面两问的结论, 结合找到的数据, 利用 excel 软件对附件二中的数据进行处理, 得到的结果如下图所示:

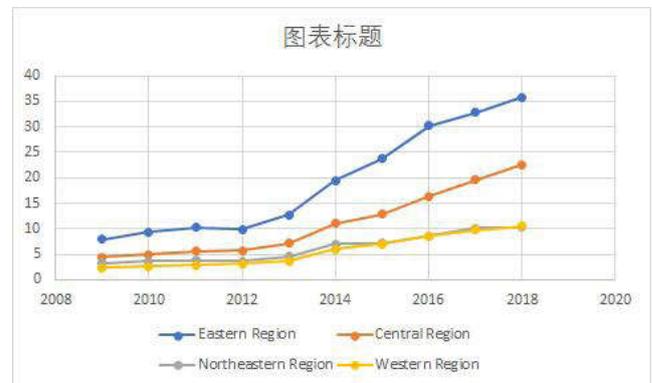


图 1 企业增量变化趋势表

一个区域的经济活力和企业的活力有很大的关系, 一个区域的企业数量可以反映出企业的活力, 进而可以反映该区域的经济活力。另外, 人均 GDP 增长量可以代表人均经济活力, 进而可以间接反映该区域的经济活力。人均经济活力必定与该区域人均经济水平相关, 包括人均工资、该区域科研水平、教育水平等。从第二问的城市经济活力打分排名及上表可以看出经济活力最强的区域落在了东部地区。该地区的企业数量和人均 GDP 都位居全国前列, 与该地区的产业结构、技术产业、地理位置等都有很大关系。成都市居于内陆, 没有沿海东部地区优越的地理位置, 且成都市于 2017 年才开始进行

传统企业的改造于城市转型,对于新的经济产业形态的适应也需要时间来证明。

6.3.1 意见提出

(1) 加大对第三产业的发展

根据上述问题的研究和实际数据显示不难发现,第三产业的发展需要第一产业和第二产业作为依托,且第三产业对第一、二产业的发展具有促进作用。故应加大对第三产业的发展。

(2) 增强第一、第二产业

第一产业是成都市的传统产业,第二产业的发展也优先在第三产业的基础上。在时代号召绿色发展的前提下,引进先进的技术手段,对传统产业进行革新,发展环保绿色产业链,缩小城乡差距,同时也推进第三产业的发展。

(3) 建设高新技术产业开发区

“科学技术是第一生产力”,大力建设高新技术产业开发区,不仅响应了政府政策,也可以为成都市的发展引进人才、

外资、注入新的血液,且可以更好地优化能源的利用、带动第二产业的发展、提高传统产业的科技含量。

(4) 加大科研经费的投入

加大科研经费的投入是发展高新技术的基础。政府在大力支持的条件下,也需要经费的投入,吸引科研人才、引进先进的技术设备等。

参考文献

- [1] 易伟. 成都经济区经济活力评价 [J]. 科学时代, 2014(16).
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [3] 司守奎, 孙兆亮. 数学建模算法与应用第二版 [M]. 北京: 国防工业出版社出版, 2015.
- [4] 姜启源, 谢金星. 数学模型第三版 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [5] 金延杰. 中国城市经济活力评价 [J]. 地理科学, 2007(01):9-16.
- [6] 吕明扬. 城市活力指标体系的构建与评价 [D]. 大连: 东北财经大学, 2011.
- [7] 张梦琪. 城市活力的分析与评价 [D]. 武汉: 武汉武汉大学, 2018.