

基于因子分析的中国省市人居环境的综合评价

冯 路

北方工业大学, 北京

收稿日期: 2022年11月13日; 录用日期: 2022年12月3日; 发布日期: 2022年12月16日

摘 要

从20世纪90年代起, 国内开始倡导并坚持经济建设和生态人居环境建设并重的原则。党的十八大以来, 习近平生态文明思想对于构建中国式的生态文明体系提供了科学的指引。近年来, 生态环境问题日益受到全社会的重视。本文研究我国人居环境的发展的现状, 影响人居环境质量的因素。本文运用因子分析法对我国31个省(市)人居环境状况进行综合评价和比较研究, 总结了影响我国城市人居环境综合水平的主要因素。结论为: 经济发展水平和社会保障水平是决定我国省市人居环境质量的主要因素, 经济发展水平也是决定省市的综合人居环境状况的关键指标。

关键词

人居环境, 因子分析, 综合评价

Comprehensive Evaluation of Human Settlements in Chinese Provinces and Cities Based on Factor Analysis

Lu Feng

North China University of Technology, Beijing

Received: Nov. 13th, 2022; accepted: Dec. 3rd, 2022; published: Dec. 16th, 2022

Abstract

Since the 1990s, China began to advocate and adhere to the principle of attaching equal importance to economic construction and ecological living environment construction. In recent years, the ecological environment problem has been paid more and more attention by the whole society. This paper studies the status quo of the development of Chinese living environment and the factors that affect the quality of living environment. This paper makes a comprehensive evaluation

and comparative study of human settlements in 31 provinces (cities) by using factor analysis method, and summarizes the main factors that affect the comprehensive level of human settlements in Chinese cities. The conclusion is that the economic development level and social security level are the main factors to determine the quality of human settlements in provinces and cities, and the economic development level is also the key index to determine the comprehensive human settlements in provinces and cities.

Keywords

Human Settlement Environment, Factor Analysis, Comprehensive Evaluation

Copyright © 2022 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

随着社会发展水平的提高,人们越来越关注自身居住环境的问题。建设宜居城市,给市民提供良好的人居环境成为许多地区一个重要的发展课题。伴随着十九大报告中“加快生态文明建设,建设美丽中国”的提出,宜居城市的建设成为全社会广泛关注的问题。在国家宜居性建设中,分析哪些因素是影响城市人居环境的因素,对于今后更好的开展宜居城市建设具有重要意义。

1997年,吴良镛[1]阐述了人居环境科学的基本概念、我国人居环境目前发展现状。并将人居环境分为人类、居住、社会、自然、支持系统五大类,并给出人居环境的研究建议。2008年1月1日正式实施的《城市规划法》将人居环境建设提升到法律层面。2010年,张云彬[2]等选用29个与人居环境有关的指标,对286个地级市及以上城市的人居环境综合水平进行了评价,结果表明:各省人居环境有显著差异,其中东部、西部地区优于西部地区。2011年王维国[3]等运用典型相关分析和因子分析的方法对国内37个城市人居环境状况进行了实证分析,结果说明城市人居环境的好坏与该地区经济社会发展状况密切相关。2018年,尹文娟[4]等将中国大陆分为七个地区,基于舒适度的评价标准,认为中国大陆人居环境从东南向西北逐渐降低。

现有的文章大都选择一些的城市,并以此为样本进行研究,由于选择的城市大都是所在经济发展水平相对较高的城市,得出的结论也具有地区局限性。因此本文以省份为单位进行研究,降低因为城市选择带来的结果的误差。进而反映当今社会各省份人居环境的实际水平。

2. 人居环境评价指标

吴良镛认为人居环境科学就是把乡村、集镇、城市在内的所有人类聚居的环境作为研究对象,着重研究地区人与环境之间的关系的一门综合性的学科群。人居环境简而言之就是综合经济、生态、基础设施等各个方面研究人的居住环境的适宜性。从人居环境的含义出发,构建符合我国国情的地区宜居评价标准,根据科学性、可操作性、实用性的原则构建指标。按照上述原则,借鉴刘颂[5]和周志田[6]相关研究文献的指标选取方案,本文初步选定2020年31个省(市)的4个一级指标和11个二级指标(本文所有数据均来自于2021年《中国统计年鉴》)。目标层是社会生活各要素的综合体现,可以反映地区综合宜居程度。系统层是对地区宜居水平的各个方面的综合反映,主要包括经济发展水平、自然环境状况、基础设施建设三个层面;指标层是一系列可量化的指标,是对三个层面的具体反映。城镇人口比重越高,城

市规模越大, 经济发展水平就越高。人均地区生产总值和地区居民人均可支配收入越高, 地区经济发展水平也越高。城市公共交通在城市经济发展的过程中起着重要作用, 因此每万人拥有公共交通工具可以反映该地区经济发展水平。森林覆盖率和建成区绿化覆盖率可以充分彰显城市生态治理体系和治理能力现代化, 因此可以充分反映生态环境状况。每万人口医疗卫生机构床位和每万拥有人口卫生技术人员反映了基层医疗改革的成果, 每十万人人口高等教育学校平均在校生数和人均拥有公共图书馆藏量反映了基层教育对教育的重视程度, 基层教育和医疗能很好地反映基层基础设施建设的状况。具体表示见表 1:

Table 1. Comprehensive evaluation index of regional livability level

表 1. 地区宜居水平的综合评价指标

| 目标层 | 系统层 | 指标层 | 符号表示 |
|--------|--------|-----------------------|----------|
| 地区宜居水平 | 经济发展水平 | 城镇人口比重(%) | X_1 |
| | | 人均地区生产总值(元/人) | X_2 |
| | | 分地区居民人均可支配收入(元) | X_3 |
| | | 每万人拥有公共交通工具(标台) | X_4 |
| | 生态环境状况 | 森林覆盖率(%) | X_5 |
| | | 建成区绿化覆盖率(%) | X_6 |
| | | 每万人口医疗卫生机构床位(张) | X_7 |
| | 基础设施建设 | 每万拥有人口卫生技术人员(人) | X_8 |
| | | 每十万人人口高等教育学校平均在校生数(人) | X_9 |
| | | 人均拥有公共图书馆藏量(册) | X_{10} |

3. 基于因子分析的宜居环境综合评价

3.1. 相关性检验

采用因子分析方法评价地区宜居之前, 首先要检验样本数据的有效性, 即是否适合因子分析。本为采用 KMO 检验法和巴特利特检验法。运用 SPSS 24 计算, 得到表 2:

Table 2. KMO and Bartlett test results

表 2. KMO 和巴特利特检验结果

| KMO 和巴特利特检验 | | |
|-------------|------|---------|
| KMO 取样適切性量数 | | 0.738 |
| | 近似卡方 | 225.744 |
| 巴特利特球形度检验 | 自由度 | 45 |
| | 显著性 | 0.000 |

若 KMO 大于 0.7, 说明适合进行因子分析。表中可以看到, KMO 检验值为 0.738, 因此该数据适合做因子分析, 并且显著性水平小于 0.05, 更加印证了此数据适合做因子分析。

3.2. 因子提取

由表 3 公因子方差计算所得结果中, 提取值表示每个变量被公因子表达的多少, 从表中可以看出, 绝大多数变量的提取值都大于 0.7, 所有变量的提取值都大于 0.6, 因此变量能被公因子很好地表达。

Table 3. Common factor variance
表 3. 公因子方差

| 公因子方差 | | |
|----------------------|----|-------|
| | 初始 | 提取 |
| 城镇人口比重(%) | 1 | 0.831 |
| 人均地区生产总值(元/人) | 1 | 0.913 |
| 分地区居民人均可支配收入(元) | 1 | 0.943 |
| 森林覆盖率(%) | 1 | 0.67 |
| 建成区绿化覆盖率(%) | 1 | 0.776 |
| 每万人口医疗卫生机构床位(张) | 1 | 0.657 |
| 每万拥有人口卫生技术人员(人) | 1 | 0.732 |
| 每万人拥有公共交通工具(标台) | 1 | 0.609 |
| 每十万人口高等教育学校平均在校生数(人) | 1 | 0.669 |
| 人均拥有公共图书馆藏量(册) | 1 | 0.902 |

提取方法：主成分分析法。

根据主成分分析法提取主因子，从原有的 10 个统计指标中提取了 3 个相关系数矩阵特征值大于 1 的主因子。如表 4 所示，所提取的 3 个主因子累计方差贡献率达到 77.013%，接近 80%。因此，可以认为这 3 个因子足够反映了原变量的绝大部分信息。设这三个公因子分别为 F_1 , F_2 , F_3 。其中，第一个公因子的方差贡献率最大，为 44.656%，说明公因子 F_1 对结果的解释能力最强。

Table 4. Explains the total variance
表 4. 解释的总方差

| 成分 | 总方差解释 | | | | | | | | |
|----|-------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 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 | 4.623 | 46.23 | 46.23 | 4.623 | 46.23 | 46.23 | 4.466 | 44.656 | 44.656 |
| 2 | 1.754 | 17.545 | 63.775 | 1.754 | 17.545 | 63.775 | 1.764 | 17.637 | 62.293 |
| 3 | 1.324 | 13.238 | 77.013 | 1.324 | 13.238 | 77.013 | 1.472 | 14.72 | 77.013 |
| 4 | 0.766 | 7.661 | 84.674 | | | | | | |
| 5 | 0.571 | 5.705 | 90.379 | | | | | | |
| 6 | 0.382 | 3.821 | 94.2 | | | | | | |
| 7 | 0.326 | 3.259 | 97.459 | | | | | | |
| 8 | 0.167 | 1.67 | 99.129 | | | | | | |
| 9 | 0.06 | 0.596 | 99.724 | | | | | | |
| 10 | 0.028 | 0.276 | 100 | | | | | | |

提取方法：主成分分析法。

3.3. 因子旋转

本文采用了方差极大值法进行因子载荷阵正交旋转,得到 10 个指标旋转后的因子载荷阵如表 5 所示,第 1 主因子 F_1 , 在 $X_1, X_2, X_3, X_9, X_{10}$ 上的载荷系数较大, 因此, $X_1, X_2, X_3, X_9, X_{10}$ 主要表示经济发展水平和社会保障, 因此可将主因子 F_1 命名为“经济和社会保障因子”。第 2 主因子 F_2 , 在 X_4, X_5 上的载荷系数较大, 主因子 X_4, X_5 主要反映地区环境状况, 因此可将主因子 F_2 命名为“生态环境因子”, 第 3 主因子 F_3 , 主因子 X_6, X_7, X_8 上的载荷系数较大, X_6, X_7, X_8 主要反映基础设施与社会民生状况, 因此可将主因子 F_3 命名为“社会民生因子”。

Table 5. Component matrix after orthogonal rotation

表 5. 正交旋转后的成分矩阵

| | 成分矩阵 ^a | | |
|----------------------|-------------------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 城镇人口比重(%) | 0.906 | | |
| 人均地区生产总值(元/人) | 0.949 | | |
| 分地区居民人均可支配收入(元) | 0.959 | -0.136 | |
| 森林覆盖率(%) | | 0.693 | -0.429 |
| 建成区绿化覆盖率(%) | 0.363 | 0.733 | -0.328 |
| 每万人口医疗卫生机构床位(张) | -0.365 | 0.232 | 0.686 |
| 每万拥有人口卫生技术人员(人) | 0.476 | 0.156 | 0.694 |
| 每万人拥有公共交通工具(标台) | 0.288 | 0.452 | 0.567 |
| 每十万人口高等教育学校平均在校生数(人) | 0.747 | 0.331 | |
| 人均拥有公共图书馆藏量(册) | 0.767 | -0.558 | |

提取方法: 主成分分析法; ^a提取了 3 个成分。

3.4. 因子得分与综合排名

根据上面因子分析的结果, 利用回归分析的方法计算各个省市在第 i 个公因子上的得分, 公式为:

$$F_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \quad (1)$$

式中, F_i 表示各公因子得分, $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$ 是旋转后各因子的载荷, X_1, X_2, \dots, X_n 是各指标原始数据经量化后的结果。将 31 个省市的观测值代入因子得分, 以各因子的方差贡献率占三个因子总方差贡献率的比重作为权重进行加权汇总, 得出各城市的综合得分 F , 即

$$F = \frac{44.656}{77.013}F_1 + \frac{17.637}{77.013}F_2 + \frac{14.720}{77.013}F_3 \quad (2)$$

对 31 个省市的综合因子得分从高到低排序, 具体如表 6 所示。中国省市宜居度排名前 5 的分别是北京, 山东, 湖南, 辽宁, 上海, 这些省份都是经济发展水平相对较高的地区, 说明经济发展水平与人居环境呈正相关。

Table 6. Livability ranking of provinces and cities
表 6. 省市宜居度排名

| 地区 | F_1 | 排名 | F_2 | 排名 | F_3 | 排名 | 因子得分 | 综合排名 |
|-----|----------|----|----------|----|----------|----|-------|------|
| 北京 | 2.78887 | 2 | 1.80502 | 2 | 2.19058 | 1 | 2.45 | 1 |
| 上海 | 1.65687 | 3 | -0.99301 | 27 | -0.83521 | 25 | 0.57 | 5 |
| 浙江 | -0.52797 | 20 | 0.30086 | 12 | -0.2615 | 21 | -0.29 | 21 |
| 江苏 | -0.39779 | 16 | 0.08306 | 16 | -0.27897 | 22 | -0.26 | 19 |
| 福建 | -0.00051 | 11 | -0.77837 | 24 | 0.06231 | 17 | -0.17 | 16 |
| 陕西 | 0.04309 | 9 | 0.05351 | 17 | 0.38901 | 11 | 0.11 | 10 |
| 天津 | -0.14957 | 14 | -0.07703 | 21 | 0.30806 | 12 | -0.05 | 13 |
| 广东 | -0.62989 | 24 | -0.80263 | 25 | 1.16016 | 4 | -0.33 | 23 |
| 山东 | 3.1236 | 1 | -2.08326 | 30 | -1.32959 | 29 | 1.08 | 2 |
| 湖南 | 1.04371 | 4 | -0.06883 | 20 | 0.66878 | 7 | 0.72 | 3 |
| 辽宁 | 1.02753 | 5 | 0.60452 | 7 | -0.23032 | 20 | 0.69 | 4 |
| 重庆 | -0.51945 | 19 | 0.03526 | 19 | -0.01545 | 18 | -0.3 | 22 |
| 海南 | 0.39619 | 7 | 1.6087 | 3 | -1.02755 | 26 | 0.4 | 6 |
| 湖北 | -0.53254 | 21 | 1.8577 | 1 | -1.20532 | 28 | -0.11 | 15 |
| 宁夏 | 0.0286 | 10 | -0.26236 | 22 | 0.87114 | 5 | 0.12 | 9 |
| 四川 | -0.63226 | 25 | 0.05298 | 18 | 0.09162 | 16 | -0.34 | 24 |
| 内蒙古 | -0.18273 | 15 | 0.17086 | 13 | 0.10466 | 14 | -0.05 | 13 |
| 江西 | -0.59325 | 22 | 0.41519 | 9 | 1.80802 | 2 | 0.1 | 11 |
| 吉林 | 0.57081 | 6 | 1.29436 | 4 | -1.82444 | 30 | 0.28 | 8 |
| 河北 | -0.64648 | 26 | 0.88855 | 5 | -1.16972 | 27 | -0.39 | 26 |
| 河南 | -0.40872 | 18 | 0.63998 | 6 | -0.5823 | 24 | -0.2 | 18 |
| 安徽 | -0.11589 | 13 | 0.56995 | 8 | -0.07874 | 19 | 0.05 | 12 |
| 山西 | -0.72411 | 27 | 0.15802 | 14 | 0.65084 | 8 | -0.26 | 19 |
| 黑龙江 | -0.94315 | 30 | 0.14652 | 15 | 0.09447 | 15 | -0.5 | 28 |
| 云南 | -0.88303 | 29 | 0.40363 | 10 | 0.30079 | 13 | -0.36 | 25 |
| 广西 | -0.96629 | 31 | -1.08819 | 28 | -2.34633 | 31 | -1.26 | 31 |
| 新疆 | -0.08719 | 12 | 0.38169 | 11 | 1.3372 | 3 | 0.29 | 7 |
| 贵州 | -0.7781 | 28 | -1.562 | 29 | 0.40861 | 10 | -0.73 | 30 |
| 青海 | -0.40379 | 17 | -2.22104 | 31 | 0.7026 | 6 | -0.61 | 29 |
| 甘肃 | 0.0668 | 8 | -0.55641 | 23 | -0.43863 | 23 | -0.17 | 16 |
| 西藏 | -0.62333 | 23 | -0.97723 | 26 | 0.47524 | 9 | -0.49 | 27 |

3.5. 我国省市居住环境影响因素分析

从单项排名看, 因子 F_1 的权重最大, 对于整个综合排名结果的影响也越大。从样本城市人居环境综合排名表, 我们看到排在前十位的省市依次是: 北京, 山东, 湖南, 辽宁, 上海, 海南, 新疆, 吉林,

宁夏, 陕西。其中 5 个省市是东部沿海地区, 这些省市都是经济发展水平综合较高的省份。海南, 新疆, 宁夏这三个省份人居环境好可能是因为这些省份都是旅游胜地。另外从单项指标的权重和排名来看, 因子 F_1 的权重最大, 对整个综合排名结果具有重要影响, 而排在前 10 位的城市在这一单项因子上的得分都非常高。由此可知, 城市的经济发展水平和社会保障是决定省市居住环境水平的关键方面。湖北、北京、海南、等地拥有丰富的自然生态资源, 第 2 个公因子 F_2 以绝对高分位居前列, 北京地区近年来十分重视自然环境, 大力实施“碳平衡”, 因此第 2 个公因子的值非常高。对于基础设施来讲, 排名前列的分别有北京、江西、新疆、广东。第 3 个公因子 F_3 中新疆排名靠前可能是由于近年来西部大开发和各种援疆政策的实施。

4. 结论

本文运用因子分析法对 31 个省市的居民居住环境现状进行了综合评价。通过比较, 分析了我国不同省市居民宜居水平的影响因素。经济发展水平和医疗等的社会保障是影响我国居民居住环境的最主要的因素, 而环境质量、教育水平等并不是最主要的影响因素。与其他发达国家追求舒适的自然环境不同, 我国省市居民宜居水平主要是建立在一定的经济发展水平基础之上的。说明中国还需要进一步地发展经济, 改善民生, 提升人民的幸福感。

参考文献

- [1] 吴良镛. “人居二”与人居环境科学[J]. 城市规划, 1997(3): 4-9.
- [2] 张云彬, 吴伟, 刘勇. 中国城市人居环境的综合水平评价与区域分异[J]. 华中农业大学学报, 2010, 29(5): 623-628.
- [3] 王维国, 冯云. 基于因子分析法的中国城市人居环境现状综合评价及影响因素分析[J]. 生态经济, 2011(5): 174-177.
- [4] 尹文娟, 潘志华, 潘宇鹰, 韩国琳, 王佳琳, 黄娜, 张子源, 张稼乐. 中国大陆人居环境气候舒适度变化特征研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(S1): 5-8.
- [5] 刘颂, 刘滨谊. 城市人居环境可持续发展评价指标体系研究[J]. 城市规划汇刊, 1999(5): 35-37+14-80.
- [6] 周志田, 王海燕, 杨多贵. 中国适宜人居城市研究与评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2004(1): 29-32.