

# 基于多元数据分析的中国市政建设发展现状研究



韩奕舟\*

天津理工大学管理学院, 天津 300384

**摘要:** 本文选取 2020 年度中国 31 个省（直辖市、自治区）市政建设情况数据，从管道和水系工程、道路交通工程、街道绿化工程 3 个方面选取 10 个指标，利用主成分分析、因子分析和聚类分析对中国市政建设水平进行了综合评价，并通过 R 语言进行可视化。研究结果表明，中国各省市市政建设水平存在明显区域差异，总体呈现出南方优于北方、东部优于西部的特点，且各省市内部多个市政建设指标之间也存在发展不均衡的现象，可将中国各省市市政建设水平分为 5 类，分别为市政建设高、中高、中、中低、低水平城市，且类型等级划分与现实情况基本一致。文末提出了相应建议措施，因地制宜做好街道绿化工程，合理规划城市市政建设，培养引进高素质专业人才，加大投资力度，健全融资体系，以此来促进中国各地区提高市政建设水平，实现全面综合发展。

**关键词:** 因子分析; 聚类分析; 主成分分析; R 语言; 市政建设; 实证研究

**DOI:** [10.57237/j.wjms.2023.01.001](https://doi.org/10.57237/j.wjms.2023.01.001)

## Research on the Development Status of Chinese Municipal Construction Based on Multivariate Data Analysis

Yi-zhou Han\*

School of Management, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China

**Abstract:** This article selects data on municipal construction in 31 provinces (municipalities, autonomous regions) in China in 2020, and selects ten indicators from three aspects: pipeline and water system engineering, road traffic engineering, and street greening engineering. Principal component analysis, factor analysis, and cluster analysis are used to comprehensively evaluate the level of municipal construction in China, and visualization is conducted using R language. The research results indicate that there are significant regional differences in the level of municipal construction among various provinces in China, with the overall characteristics of the south being better than the north and the east being better than the west. There is also a phenomenon of uneven development among multiple municipal construction indicators within each province and city. The level of municipal construction in various provinces and cities in China can be divided into five categories, namely high, medium high, medium low, and low level cities in municipal construction, and the classification of types and levels is basically consistent with the actual situation. At the end of the article, corresponding suggestions and measures were proposed to do a good job in street greening projects according to

\*通信作者: 韩奕舟, 1058642275@qq.com

local conditions, reasonably plan urban municipal construction, cultivate and introduce high-quality professional talents, increase investment, and improve the financing system, in order to promote the improvement of municipal construction levels in various regions of China and achieve comprehensive development.

**Keywords:** Factor Analysis; Cluster Analysis; Principal Component Analysis; R Language; Municipal Construction; Empirical Research

## 1 引言及文献综述

中国的城市化发展速率已经全面加快,市政建设是推动一个城市发展中必不可少且举足轻重的一环,当今经济社会的飞速发展和人民生活水平的日益上升,也对市政建设提出了更高的要求 and 标准。近年来,城市规划、建设和发展的重要性不断提高,建设好、管理好一座城市,就要把菜篮子、人居环境、城市空间等工作放到重要位置切实抓好。因此,本文就中国市政建设水平进行综合评价,以明确优势发展方向,及时调整相关政策,弥补短板,为加快综合发展提供科学的决策依据。

目前,对于各地市政建设发展情况的研究较少。沙杰[1]对市政基础建设成就、问题及策略进行了分析,得出需对当下城市基础设施取得的成就进行基础剖析,并结合问题进行探讨,最后做好城市的高级水平配置及多元化社会融资,以优化城市建设方案的结论。王彬[2]用主成分分析法、因子分析法对中国 31 个省(直辖市、自治区)的市政基础设施建设水平进行了综合评价,得出江苏是全国市政设施水平最高的省份,青海是全国市政基础设施水平最差的省份的结论。吕锋伟[3]对城市市政基础设施特征和市政基础设施建设问题进行了分析,从投资渠道和资源配置两方面提出了建议并给出优化措施。张龙[4]着眼于城市市政基础设施建设的现状和发展特点,深入探讨了中国当前城市市政基础设施建设中存在的主要问题,认为要想不断完善城市市政基础设施建设,就必须合理规划城市建设、加大投资力度、节约资源能源,采用集约型发展模式,促进现代化城市市政建设的可持续发展。潘薪宇[5]认为城市基础设施建设是一个城市赖以生存发展的基础,与城市的发展息息相关,也是提高城市的竞争力和对城市功能定位的基础,对城市的发展有着极其重要的作用,并就当前中国城市基础设施在建设过程中的常见问题进行论述,并针对这些问题提出了相关对策。

在市政建设水平的评价方法中,主要有主成分分析法、聚类分析法和因子分析法等,构建指标体系进而进行分析已成为诸多学者采用的评价模式。焦子涵[6]利用

因子分析和聚类分析对中国市政建设水平进行了综合评价,得出中国各省市市政建设水平存在明显区域差异,呈现出南方优于北方、东部优于西部的结论,并提出了相应建议措施。李国军[7]以多元分析的主成分分析与探索性因子分析、判别分析与聚类分析、相关分析与对应分析为主要研究内容,探讨这些方法在实际中的应用。曹洋[8]利用系统聚类方法对北京各区城乡最低生活保障进行聚类分析,对北京市各区县的最低生活保障情况进行归类,并针对每类的特点找出影响各区城乡最低生活保障待遇和政策差别的根源,提出相关结论。祖来克孜·米吉提[9]利用因子分析法,建立 10 个指标的评价体系对新疆各地、州、市经济发展水平状况进行评价,得出新疆各地州经济发展水平差距较大的结论,并提出需要不断地改善经济发展水平相较于落后的地区,缩小各地州之间经济发展差异,实现新疆各地州经济共同发展。魏景海[10]优化了主成分分析方法,实现简单,且语言代码简练,结果显示清晰,容易理解,拓宽了研究此类问题的思路。潘秋艳[11]利用主成分分析和聚类分析,对中国 2018 年 31 个省市的幸福指数的指标进行分析,进而对提高各地区居民的幸福指数提出有效的建议。黎诗梅[12]利用主成分分析法,选取 2006、2011、2016 年广东省各市邮电业务数据,对广东省 21 地级市的邮政和通信事业发展状况进行分析和水平层次划分,从时间和地域空间两个维度对广东省各地区邮电业发展情况进行排名分组,得出当前广东省各地区邮电业发展状况存在显著的地域差异的结论。张小川[13]针对市政事件、部件的关联性分析问题,提出了基于 Kruskal 算法和轮廓系数法的 K-means 聚类算法,并将其运用于经过数据预处理的市政绩效评估数据中。总体来看,现有研究理论方法单一,实证分析较少,多数采用文字分析后提出建议措施。本文采用对数据实证分析的方法,构建指标体系,通过因子分析和聚类分析评价中国目前市政建设水平,以弥补已有研究的缺陷和不足。

目前中国市政基础设施有明显改善,但仍存在部分待解决的问题。曹海军[14]对科学准确地理解中国城市网格化管理,探究城市网格化管理注意力分布和变迁逻辑,推进城市精细化管理、提升城市治理效能提出相应措施。王伟[15]针对近年来城乡规划领域兴起的城市实验室进行剖析,从中探索适应大数据开放应用的城乡规划研究与实施模式,并对大数据在中国城乡规划领域的探索给予了展望。付明[16]提出实施城市市政基础设施智能化,逐步建立全国城市市政基础设施数字化监管体系,实现对市市政基础设施的全面掌控、动态监管与决策分析,进而提升城市市政基础设施综合管理水平。

2 数据来源及指标体系构建

2.1 数据来源

选取 2020 年的截面数据为样本数据,涉及中国 22 个省、5 个自治区、4 个直辖市,所有数据均来自于中国统计年鉴(2021 年)城市、农村和区域发展板块。

2.2 指标体系构建

基于中国实际国情并查阅参考文献,从管道和水系工程、道路交通工程、街道绿化工程 3 个方面选取 10 个发展指标,据此来分析中国市政建设水平,并提出发展意见。具体指标见下表 1。

表 1 市政建设水平指标体系

| 指标分类       | 指标名称                     | 指标代码     |
|------------|--------------------------|----------|
| 管道水系基础设施工程 | 城市桥梁数量/座                 | $X_1$    |
|            | 年末供水管道长度/km              | $X_2$    |
|            | 城市燃气管道长/km               | $X_3$    |
|            | 城市排水管道长度/km              | $X_4$    |
| 道路交通工程     | 公共汽电车运营车辆/辆              | $X_5$    |
|            | 轨道交通配属车辆数/辆              | $X_6$    |
|            | 出租汽车数量/辆                 | $X_7$    |
| 街道绿化工程     | 城市绿地面积/hm <sup>2</sup>   | $X_8$    |
|            | 公园数量/个                   | $X_9$    |
|            | 道路清扫保洁面积/km <sup>2</sup> | $X_{10}$ |

3 主成分分析及因子分析

为了解中国城市的市政建设水平,使用主成分分析法以及因子分析法进行测算。首先通过主成分分析法获取最能反应总体信息量的主成分个数,计算各主成分得分并做碎石图和散点图,且便于后面进行聚类分析;然后通过因子分析法将变量进行降维分析,并通过公共因子的得分对中国 31 个省的市政建设发展情况进行排序。

3.1 主成分分析

主成分分析是通过降维技术把多个变量化为少数几个主成分的方法,这些主成分保留原始变量的绝大部分信息,它们通常表示为原始变量的线性组合。

3.1.1 主成分分析的一般步骤

- (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。
- (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:每个主成分的贡献率代表了原数据总信息量的百分比。
- (5) 确定主成分:设  $C_1, C_2, \dots, C_p$  为  $p$  个主成分,其中前  $m$  个主成分包含的数据信息总量不低于 80%时,可取前  $m$  个主成分来反映其原评价对象。
- (6) 用原指标的线性组合来计算各主成分得分:以各主成分对原指标的相关系数为权,将各主成分表示为原指标的线性组合,而主成分的经济意义则由各线性组合中权数较大的指标的综合意义来确定。
- (7) 计算综合得分:以各主成分的方差贡献率为权,将其线性组合得到综合评价函数。
- (8) 利用总得分得到得分名次。

3.1.2 进行主成分分析

对数据进行标准化处理后,计算相关矩阵,求出矩阵的特征值和主成分载荷。计算出主成分的标准差、方差的贡献率、累积贡献率。主成分提取表如表 2 所示。

表 2 主成分提取表

| Component<br>(因子) | Standard deviation<br>(标准差) | Proportion of Variance<br>(方差的贡献率%) | Cumulative Proportion<br>(累计贡献率%) |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                 | 2.7347857                   | 0.7479053                           | 0.7479053                         |
| 2                 | 0.90988547                  | 0.08278916                          | 0.83069442                        |

绘制出碎石图，如图 1 所示。

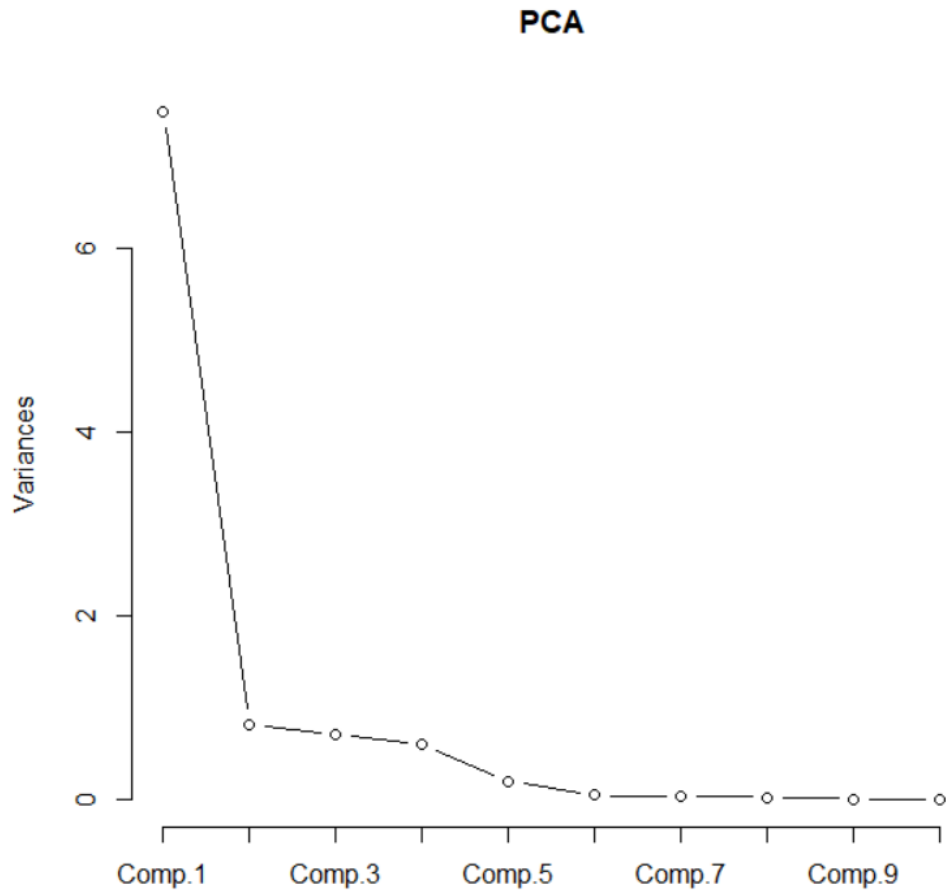


图 1 主成分分析碎石图

由表 2 可知，提取的两个因子累计方差贡献率为 83.07%，再由图 1 可知提取的这两个因子基本可以代表大部分总体数据的变化，充分说明这两个因子放映的信息基本能反映各城市的市政建设水平。

### 3.1.3 确定主成分

由主成分载荷计算结果，可以得到提取出的第一主成分与第二主成分分别为：

$$Y_1 = -0.305x_1 - 0.352x_2 - 0.293x_3 - 0.356x_4 - 0.354x_5 - 0.241x_6 - 0.212x_7 - 0.352x_8 - 0.313x_9 - 0.345x_{10}$$

$$Y_2 = 0.144x_2 - 0.242x_3 + 0.193x_4 - 0.355x_6 - 0.773x_7 + 0.358x_9 + 0.117x_{10}$$

## 3.2 因子分析

为了更好地分析中国市政建设的发展情况，对提取的样本数据矩阵进行因子分析。

因子分析是通过降维技术将复杂的变量归结为少数几个综合因子的一种多元统计分析方法，即在具有较强相关性的原始变量中提取公共因子，通过建立因子模型以描述原始变量之间的相关关系，主要应用于

探求观测数据基本结构和对变量或样品分类和排序中。

### 3.2.1 因子分析的一般步骤

- (1)根据研究问题选取原始变量。
- (2)分析变量之间的相关性及因子分析的适用性。
- (3)求解初始公共因子及因子载荷矩阵。确定因子载荷矩阵的方法主要有主成分法、主轴因子法、最小二乘法、极大似然法和因子提取法等。主成分法是对数据进



行主成分分析,依据累计贡献率>85%的原则选取公共因子,因其较为简单,选取主成分法确定因子载荷。

(4)因子旋转。即对初始公共因子线性组合,找到解释意义更为明确的公共因子。因子旋转分为正交旋转和斜交旋转,目的是使因子载荷系数更可能的两极分化,使公共因子的解释能力更贴近实际。

(5)计算因子得分。可用回归的思想建立公共因子为因变量、原始变量为自变量的回归方程,将各样本数值代入求得各因子得分。

(6)根据因子得分做进一步分析。

### 3.2.2 因子分析适用性检验

使用因子分析的前提是数据中多个变量之间有较强的线性相关关系。采用 Bartlett 检验判断变量间的相关关系,即是否适用于因子分析。利用 R 语言对中国 2020 年城市市政建设水平的 10 个发展指标进行因子分析,所得 Bartlett 球形检验结果见表 3。

表 3 Bartlett 球形检验

| 近似卡方    | P 值 | 自由度 |
|---------|-----|-----|
| 477.868 | 0   | 45  |

Bartlett 球形检验结果显示,在 0.01 显著性水平下,拒绝协方差阵为单位阵的原假设,适合做因子分析。

### 3.2.3 选择因子个数

通过主成分分析法可得前 3 个公共因子的方差贡献率为 74.8%、8.3%、7.2%,累计方差贡献率为 90.3%。表明前 3 个公共因子可解释 90.3% 的全部方差,基本可提取样本所包含的信息。因此,中国市政建设水平可通过前 3 个公共因子进行综合评价,分别记为 F1、F2、F3。

### 3.2.4 因子命名

为对因子含义进行解释,采取对因子载荷进行方差最大化正交旋转。旋转后的因子载荷矩阵及贡献率表见表 4 和表 5。

表 4 旋转后的因子载荷矩阵

| 指标             | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> | X <sub>10</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| F <sub>1</sub> | 0.438          | 0.696          | 0.262          | 0.803          | 0.718          | 0.283          | 0.220          | 0.827          | 0.949          | 0.834           |
| F <sub>2</sub> | 0.839          | 0.670          | 0.841          | 0.542          | 0.519          | 0.480          | 0.148          | 0.413          | 0.193          | 0.381           |
| F <sub>3</sub> | 0              | 0.182          | 0.339          | 0.206          | 0.399          | 0.485          | 0.928          | 0.337          | 0.147          | 0.324           |

表 5 因子分析贡献率表

| 指标      | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> |
|---------|----------------|----------------|----------------|
| 方差      | 4.314          | 3.028          | 1.691          |
| 方差贡献率   | 0.431          | 0.303          | 0.169          |
| 方差累计贡献率 | 0.431          | 0.734          | 0.903          |

由表 4 和表 5 可知:

第 1 公共因子 F<sub>1</sub> 载荷较高的指标为 X<sub>9</sub> 公园数量、X<sub>10</sub> 道路清扫保洁面积、X<sub>8</sub> 城市绿地面积,主要反映街道绿化建设水平, F<sub>1</sub> 指标越高,该地区街道绿化建设

越好,因此命名 F<sub>1</sub> 为街道绿化因子。

第 2 公共因子 F<sub>2</sub> 载荷较高的指标为 X<sub>3</sub> 城市燃气管道长度和 X<sub>1</sub> 城市桥梁数量,主要反映管道水系基础设施工程建设水平,因子命名 F<sub>2</sub> 为管道水系基础设施因子。

第 3 公共因子 F<sub>3</sub> 载荷较高的指标为 X<sub>7</sub> 出租汽车数量和 X<sub>6</sub> 轨道交通配属车辆数,主要反映道路交通建设水平,因此命名 F<sub>3</sub> 为道路交通因子。

计算因子的标准化得分系数,得到 3 个公共因子关于标准化原始变量的线性关系,各因子得分计算表达式如下:

$$F_1 = -0.164X_1 + 0.075X_2 - 0.351X_3 + 0.210X_4 + 0.117X_5 - 0.18X_6 - 0.154X_7 + 0.264X_8 + 0.511X_9 + 0.289X_{10}$$

$$F_2 = 0.562X_1 + 0.229X_2 + 0.581X_3 + 0.040X_4 + 0.008X_5 + 0.176X_6 - 0.240X_7 - 0.136X_8 - 0.360X_9 - 0.166X_{10}$$

$$F_3 = -0.272X_1 - 0.164X_2 + 0.063X_3 - 0.128X_4 + 0.110X_5 + 0.320X_6 + 0.911X_7 + 0.045X_8 - 0.127X_9 + 0.039X_{10}$$

再对这 3 个公共因子得分按照表 5 的贡献率进行加权平均,得到综合得分计算公式为:

$$F = \frac{(0.431F_1 + 0.303F_2 + 0.169F_3)}{0.903}$$

3.2.5 因子得分与综合得分计算

各省（直辖市、自治区）各公共因子得分和综合得分见表 6。

表 6 因子得分

| 省份  | 街道绿化因子         |    | 管道水系基础设施因子     |    | 道路交通因子         |    | 综合     |    |
|-----|----------------|----|----------------|----|----------------|----|--------|----|
|     | F <sub>1</sub> | 排名 | F <sub>2</sub> | 排名 | F <sub>3</sub> | 排名 | F      | 排名 |
| 北京  | -1.239         | 31 | 0.165          | 9  | 2.766          | 1  | 0.368  | 6  |
| 天津  | -0.999         | 30 | 0.668          | 6  | -0.035         | 15 | -0.364 | 26 |
| 河北  | -0.065         | 12 | -0.278         | 14 | 0.798          | 7  | 0.185  | 9  |
| 山西  | -0.407         | 25 | -0.305         | 16 | -0.148         | 17 | -0.301 | 22 |
| 内蒙古 | -0.138         | 14 | -0.827         | 30 | 0.137          | 12 | -0.175 | 16 |
| 辽宁  | -0.096         | 13 | -0.641         | 26 | 2.211          | 2  | 0.576  | 4  |
| 吉林  | -0.355         | 23 | -0.800         | 29 | 0.927          | 6  | -0.008 | 14 |
| 黑龙江 | -0.199         | 16 | -0.994         | 31 | 1.203          | 3  | 0.123  | 10 |
| 上海  | -0.819         | 29 | 0.803          | 5  | 0.949          | 5  | 0.078  | 13 |
| 江苏  | 0.235          | 6  | 3.947          | 1  | -0.338         | 19 | 0.737  | 3  |
| 浙江  | 0.599          | 3  | 2.019          | 2  | -0.684         | 23 | 0.434  | 5  |
| 安徽  | 0.214          | 8  | -0.109         | 11 | 0.062          | 13 | 0.103  | 12 |
| 福建  | 0.215          | 7  | -0.250         | 13 | -0.868         | 25 | -0.235 | 18 |
| 江西  | 0.265          | 5  | -0.295         | 15 | -1.140         | 28 | -0.311 | 23 |
| 山东  | 1.036          | 2  | 0.836          | 4  | 0.950          | 4  | 0.970  | 2  |
| 河南  | 0.184          | 9  | -0.371         | 17 | 0.672          | 8  | 0.244  | 7  |
| 湖北  | -0.191         | 15 | 0.642          | 7  | 0.233          | 11 | 0.107  | 11 |
| 湖南  | 0.061          | 11 | -0.073         | 10 | -0.382         | 20 | -0.113 | 15 |
| 广东  | 4.825          | 1  | -0.558         | 23 | 0.555          | 9  | 2.385  | 1  |
| 广西  | 0.090          | 10 | -0.375         | 18 | -0.905         | 26 | -0.331 | 24 |
| 海南  | -0.316         | 21 | -0.463         | 20 | -1.381         | 30 | -0.701 | 29 |
| 重庆  | -0.221         | 17 | 0.170          | 8  | -0.528         | 22 | -0.251 | 19 |
| 四川  | -0.297         | 20 | 1.333          | 3  | 0.377          | 10 | 0.234  | 8  |
| 贵州  | -0.263         | 19 | -0.624         | 24 | -0.289         | 18 | -0.339 | 25 |
| 云南  | 0.296          | 4  | -0.695         | 28 | -0.818         | 24 | -0.263 | 21 |
| 西藏  | -0.487         | 27 | -0.391         | 19 | -1.552         | 31 | -0.826 | 31 |
| 陕西  | -0.402         | 24 | -0.208         | 12 | -0.063         | 16 | -0.252 | 20 |
| 甘肃  | -0.336         | 22 | -0.686         | 27 | -0.497         | 21 | -0.456 | 27 |
| 青海  | -0.498         | 28 | -0.480         | 21 | -1.242         | 29 | -0.744 | 30 |
| 宁夏  | -0.460         | 26 | -0.525         | 22 | -0.990         | 27 | -0.650 | 28 |
| 新疆  | -0.232         | 18 | -0.634         | 25 | 0.018          | 14 | -0.223 | 17 |

3.2.6 结果分析

由表 6 可知，中国各省（直辖市、自治区）市政建设水平存在明显区域差异。综合得分排名前 5 的地区为广东、山东、江苏、辽宁和浙江。这些地区的市政建设相对来讲呈现出全面综合良好的发展趋势；此外，这些地区的全国 GDP 排名也位居前列，说明这些地区的发展相对比较全面，人民的生活质量可以得到较好的保障。综合得分排名较低的地区为西藏、青海、海南、宁夏和甘肃，这些地区大多位于中国西部地区，自然地理条件恶劣，经济发展相对落后。

第 1 公共因子 F<sub>1</sub> 得分越高，说明该地区的街道绿化建设越好。F<sub>1</sub> 得分最高的是广东，说明广东街道绿化建设水平较高。得分最低的是北京，说明北京街道绿化建设水平较低。得分较高的地区有山东、浙江、云南、江西、江苏、福建和安徽，多为中国南方地区，气候适宜植物生长。得分较低的地区有天津、上海、青海、西藏、宁夏、山西、陕西、吉林和甘肃，这些地区大多经济发展水平相对较低，且所处的自然环境相对较差，因此街道绿化整体水平偏低。北京街道绿化建设水平落后的原因：①其历史年代悠久，在原有的低矮民宅的基础上进行街道绿化难度较大；②其为

政治、文化、经济中心，用地需求极高；③其风尘大，水资源少，且冬天气候又冷又干，不适宜植物生长，相比起南方后期维护成本高。天津由于盐碱土质不适宜植物生长，而上海由于老旧小区问题未得到妥善处理，因此街道绿化建设水平较低。

第2公共因子F2得分越高，该地区的管道水系基础设施建设水平越好。F2得分较高的地区为江苏、浙江、四川、山东和上海，得分较低的地区为黑龙江、内蒙古、吉林、云南和甘肃。可以看出，管道水系基础设施建设与地区经济发展水平大体呈正相关关系。从整体上看，西北和东北地区的管道水系基础设施相对落后，华东地区的管道水系基础设施相对发达。

第3公共因子F3得分越高，该地区的道路交通建设水平越好。F3得分最高的是北京，说明北京的交通最便利。西藏在F3上得分最小，西藏地区的交通建设最差，主要受地理因素的影响。得分较高的有辽宁、

黑龙江、山东、上海、吉林、河北和河南，得分较低的有海南、青海、江西、宁夏、广西、福建和云南。由此可看出，东北地区的道路交通建设水平较高。中国各省（直辖市、自治区）市政建设存在明显的区域差异，南方发展整体比北方有较大优势。总体来看，中国北方地区的市政建设还有待提高。

## 4 聚类分析

在因子分析之后，对样本点进行聚类分析，对中国各省（直辖市、自治区）市政建设情况从高至低进行分类排序，可将分析结果更直观化。系统聚类的5种方法中，类平均法能综合利用所有样品之间的信息，因此采用此方法绘制谱系聚类图，见图2。

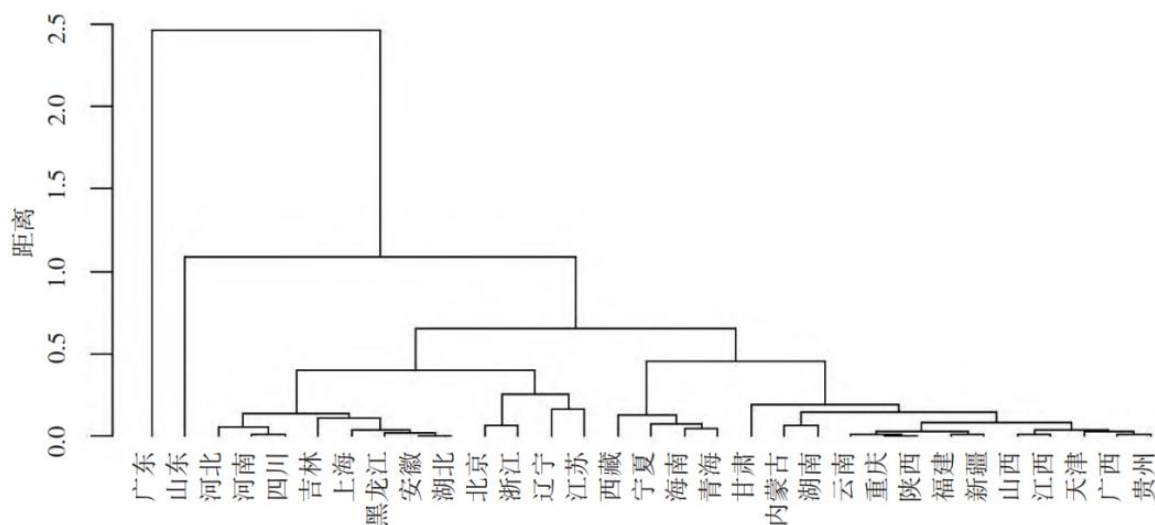


图2 类平均法系统聚类图

从图2可以看出，可将中国各省（直辖市、自治区）市政建设水平分为5类，而类型等级划分与现实情况基本一致。进一步可将这5类城市划分为市政建设高、中高、中、中低、低水平城市。

- (1) 市政建设高水平城市。此类型只有广东地区，其综合因子得分为2.385，远高于排名第2位的山东。由此说明广东在全国范围内的市政建设水平遥遥领先。原因主要是广东经济实力全国领先，拥有较高的城市建设投资基金。
- (2) 市政建设中高水平城市。此类型只有山东地区。山东的综合因子得分排名第2，虽不处于绝对

领先地位，但3大公共因子得分都位居前列，系统完备、建设均衡，在各方面都具有较高的保障。

- (3) 市政建设中水平城市。此类型包括河北、河南、四川等12个地区，得分处于-0.1~0.8之间，在各自所在地区中处于领先地位。其中河北、北京在华北地区领先，河南、湖北在华中地区领先，四川在西南地区领先，上海、安徽、浙江、江苏在华东地区领先，东北地区整体市政建设良好，均处于中水平。
- (4) 市政建设中低水平城市。此类型包括甘肃、内

蒙古等 13 个地区，得分处于-0.5~-0.1 之间，在各自所在地区中处于落后地位，但其中甘肃、陕西、新疆在西北地区处于领先地位。

- (5) 市政建设低水平城市。此类型包括西藏、宁夏、海南、青海 4 个地区，得分处于-0.9~-0.5 之间。可看出中国西北和西南地区的市政建设处于落后地位。

## 5 改善建议

中国目前的市政建设水平正在稳步提高，市政基础设施有明显改善，但仍存在部分待解决的问题。研究结果显示，中国市政建设水平存在地域性显著差异，且各省（直辖市、自治区）内部发展也存在不均衡的现象，针对本文所提到的问题，有针对性的提出以下改善建议，采用不同方式优化中国市政建设。

### 5.1 因地制宜做好街道绿化工程

中国街道绿化呈现出南方优于北方、新城优于老城的特点。北方地区应全面评估自身自然环境，因地制宜选择合适的植物种类，并结合城市发展方向和历史定位，合理规划街道绿化，改善城市生态环境，建造高度园林化和生态化的可持续发展的城市。此外，在建设市政工程的过程中，应注重环境保护和可持续发展，促进生态平衡。

### 5.2 合理规划城市市政建设

在市政建设过程中应最大程度避免重复建设问题，防止资源能源的浪费，从根本上提高城市市政建设效率，用最小的建设成本获得最大的社会效益。东部沿海地区市政建设明显优于西部地区，西北地区整体落后，在 3 个公因子中都处于落后位置。因此，全国各地区若要全面协调发展，国家应加大对西部地区的投资和扶持力度，促进西部地区发展。同时，检验了内部市政建设是否存在不均衡现象，研究发现，除山东外，各地区市政建设存在明显短板，因此应注重多元化发展，明确当前和未来需重点发展的方向，让城市发展能够更好更快适应时代发展需求。

### 5.3 培养引进高素质专业人才

高素质专业人才是市政建设强有力的支撑，可弥补一个城市市政建设发展的短板。其中，北京和天津

应引进生态环境建设方面的人才，海南和西藏应引进交通规划建设方面的人才，内蒙古和黑龙江应引进市政基础设施建设方面的人才。政府可向民众开通市政建设服务平台，展示现阶段建设成果，也可吸纳民众对市政建设的建议，提高社会群众对市政建设的监督，并完善相关举报途径。

## 5.4 加大投资力度，健全融资体制

中国城市市政建设资金来源主要是各地区政府部门，投资渠道和资金结构单一。为促进市政建设长远发展，应充分利用社会自由资金，政府部门应主动引入社会自有资金，加强多元化社会融资建设，立足自身发展情况不断创新，实现市政建设资金多元化、社会化发展。同时，加大投资力度，创建新的投资模式，合理规划和应用外来投资。

## 6 结语

本文就中国市政建设水平进行综合评价，利用 R 语言分析各省（直辖市、自治区）市政建设水平数据，对其进行因子分析和聚类分析，计算并作出因子得分表和谱系聚类图，从各因子得分、综合因子得分、各地区市政建设水平分类排序 3 个角度出发进行了分析，得出了各省（直辖市、自治区）市政建设水平存在明显区域差异，南方优于北方、东部优于西部，且内部发展不均匀的结论，并由此提出建议措施，促进各地区市政建设水平发展。

## 参考文献

- [1] 沙杰. 我国城市市政基础设施建设成就、问题与对策 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2017 (36): 165-166. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.201736141.
- [2] 王彬. 全国城市市政基础设施水平的实证分析 [J]. 发展改革理论与实践, 2017 (08): 22-25. DOI: 10.13814/j.cnki.scjyyjg.2017.08.006.
- [3] 吕锋伟. 城市市政基础设施建设中的常见问题与优化策略 [J]. 中阿科技论坛 (中英文), 2020 (08): 89-91.
- [4] 张龙. 城市市政基础设施建设问题与对策 [J]. 中国建筑金属结构, 2022 (03): 144-145.
- [5] 潘薪宇. 我国城市市政基础设施建设成就、问题与对策 [J]. 智库时代, 2018 (26): 50+52.



- [6] 焦子涵. 基于 R 语言因子分析和聚类分析的市政建设水平综合评价研究 [J]. 福建建材, 2022 (10): 102-106.
- [7] 李国军. 基于 R 语言多元分析的教育统计应用研究 [J]. 鞍山师范学院学报, 2015, 17 (02): 69-74.
- [8] 曹洋. 基于 R 语言的北京城乡居民最低生活保障聚类分析研究 [J]. 社会福利 (理论版), 2013 (02): 26-30+17.
- [9] 祖来克孜 米吉提. 基于 R 语言因子分析法的区域经济发展水平综合评价 [J]. 当代经济, 2021 (08): 66-69.
- [10] 魏景海. 基于 R 下的主成分分析及应用 [J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报, 2014, 30 (04): 36-39.
- [11] 潘秋艳, 葛梅梅, 魏薇. 基于主成分、聚类分析对我国各地区居民幸福指数的研究 [J]. 经济研究导刊, 2020 (21): 28-31.
- [12] 黎诗梅, 李雄英. 基于主成分分析的广东省邮电业发展状况研究 [J]. 经济数学, 2018, 35 (03): 47-51. DOI: 10.16339/j.cnki.hdjjsx.2018.03.008.
- [13] 张小川, 严杰, 朱常鹏. 聚类算法在市政绩效评估中的应用 [J]. 软件导刊, 2015, 14 (11): 48-51.
- [14] 曹海军, 侯甜甜. 我国城市网格化管理的注意力变迁及逻辑演绎——基于 2005—2021 年中央政策文本的共词与聚类分析 [J]. 南通大学学报 (社会科学版), 2022, 38 (02): 73-83.
- [15] 王伟, 王瑛, 刘静楠. 我国大数据研究综述及其在城乡规划领域应用机制探索 [J]. 北京规划建设, 2017, No. 177 (06): 50-61.
- [16] 付明. 实施市政基础设施智能化, 提高运行效率和安全性 [J]. 中国建设信息化, 2023, No. 180 (05): 6-9.