

基于熵权-TOPSIS 模型的智慧城市评价研究——以西安、武汉、郑州为实例

王鑫瑶 邹颖芳

北京建筑大学 城市经济与管理学院, 中国·北京 100044

摘要: 在信息化高速发展的背景下, 智慧城市建设正成为全球城市数字化转型的重要方向。科学合理的评价体系是衡量城市智慧发展水平、优化资源配置与制定政策的重要工具。论文以智慧基础设施、智慧经济、智慧民生、智慧生态与智慧创新五个核心维度为基础, 构建了系统的智慧城市评价指标体系, 并通过熵权法与 TOPSIS 法相结合的方式建立综合评价模型。选取西安、郑州、武汉三座中部典型城市为研究对象, 开展实证分析。研究发现, 三座城市在智慧城市建设中各有优势与短板, 西安在基础设施和创新方面表现突出, 武汉在经济与民生服务领域具备优势, 而郑州则在整体智慧化水平上尚有提升空间。研究结果可为相关城市在智慧化建设中的战略制定与路径优化提供参考, 也为智慧城市评价提供实证支持与方法借鉴。

关键词: 智慧城市; 评价体系; 熵权-TOPSIS 模型; 西安; 郑州; 武汉

Smart City Evaluation Based on the Entropy-TOPSIS Model — Taking Xi'an, Wuhan, and Zhengzhou as Examples

Xinyao Wang Yingfang Zou

School of Urban Economics and Management, Beijing Jianzhu University, Beijing, 100044, China

Abstract: Against the backdrop of rapid development of informatization, the construction of smart cities is becoming an important direction for global urban digital transformation. A scientifically reasonable evaluation system is an important tool for measuring the level of urban smart development, optimizing resource allocation, and formulating policies. The paper constructs a systematic evaluation index system for smart cities based on five core dimensions: smart infrastructure, smart economy, smart livelihood, smart ecology, and smart innovation. A comprehensive evaluation model is established by combining entropy weight method and TOPSIS method. Select Xi'an, Zhengzhou, and Wuhan as typical central cities for empirical analysis. Research has found that each of the three cities has its own strengths and weaknesses in the construction of smart cities. Xi'an has outstanding performance in infrastructure and innovation, Wuhan has advantages in the fields of economy and livelihood services, and Zhengzhou still has room for improvement in overall intelligence level. The research results can provide reference for the strategic formulation and path optimization of relevant cities in smart construction, as well as empirical support and methodological reference for smart city evaluation.

Keywords: smart city; evaluation system; entropy-TOPSIS model; Xi'an; Zhengzhou; Wuhan

0 前言

“智慧城市” (Smart City) 概念最早由 IBM 公司于 2008 年提出, 旨在借助新一代信息技术手段提升城市治理能力与居民生活质量, 进而实现资源高效配置、管理智能化与发展可持续。自提出以来, 全球范围内的城市相继启动智慧城市建设实践, 以应对城市化带来的多重挑战。

在中国, 随着城市化进程的持续推进, 智慧城市成为提升城市综合竞争力、优化公共服务水平的重要战略路径。自 2009 年中国政府首次提出智慧城市建设以来, 国家相关部门陆续出台政策文件, 从试点推广到系统推进, 智慧城市进入快速发展阶段。特别是在《智慧城市顶层设计指南》《促进智慧城市健康发展的指导意见》等政策支持下, 智慧城市

的顶层设计、技术路径与治理理念日益完善。党的二十大报告进一步强调要“打造宜居、韧性、智慧城市”, 凸显其在新时代城市转型中的战略地位。

经过十余年的建设探索, 中国智慧城市在基础设施升级、城市治理数字化、公共服务智能化等方面取得显著成效。然而, 随着建设的深入推进, 如何科学、客观地评估智慧城市的发展水平, 成为摆在城市管理者和政策制定者面前的关键问题。一个系统化、多维度、可比性强的评价体系, 既能识别城市发展优势与短板, 也为后续规划制定与资源配置提供理论依据。

近年来, 学术界针对智慧城市评价方法展开了多种探索。层次分析法 (AHP) 因其能有效结合定性定量分析被

广泛采用,如王振源等通过 AHP 法构建城市评价体系,明确城市建设重点。熵权法因其赋权过程客观、基于数据波动特征,在多指标权重确定中应用广泛。TOPSIS 法则通过评价对象与理想解之间的贴近程度排序,能有效量化多指标综合水平。将熵权法与 TOPSIS 法结合构建的熵权-TOPSIS 模型,兼具权重客观性与评价合理性,已成为智慧城市评价研究的重要方法之一。

尽管现有研究为智慧城市评价提供了丰富的理论与实证支撑,但也存在以下不足:一是大多数研究聚焦于单一城市或区域,缺乏对不同城市间智慧建设水平的系统比较;二是部分评价指标体系设计存在维度覆盖不全、主客观因素未有效结合的问题。因此,亟须构建一个科学完整的指标体系,并通过合理模型对多个城市进行横向对比与综合分析。

基于此,论文以西安、武汉、郑州三座中部代表性省会城市为研究对象,构建包含五大核心维度的智慧城市评价指标体系,结合熵权法与 TOPSIS 方法进行权重计算与综合排序,旨在系统评估三城的智慧城市建设水平,识别其优势与不足,提出有针对性的优化建议。研究成果可为其他城市智慧化发展路径提供实证参考与方法借鉴。

1 智慧城市评价指标体系构建

1.1 指标选取原则

为确保智慧城市评价体系的科学性与可操作性,论文在构建指标体系过程中遵循以下四项原则。

1.1.1 科学性原则

指标选取应充分体现智慧城市的核心内涵式发展目标,紧密围绕信息基础设施、智慧治理、智能服务等关键领域展开。各项指标须具备明确的理论基础和实际代表性,能够准确反映城市智慧化建设水平。例如,在智慧基础设施维度中选取“5G 基站密度”与“光纤覆盖率”等技术指标,以体现信息网络的普及程度。

1.1.2 系统性原则

智慧城市发展具有多维度交叉融合的特征,指标体系的构建应涵盖“基础设施—应用系统—生态环境—创新支持”的逻辑闭环,确保不同维度间具有内在关联与结构完整性。本研究构建的五大一级指标体系,即智慧基础设施、智慧经济、智慧民生、智慧生态与智慧创新,体现了从支撑条件到目标结果的系统集成逻辑。

1.1.3 可操作性原则

指标应具备明确的统计口径与数据来源,确保可量化、可获取与可对比。数据主要来源于政府统计年鉴、行业报告与权威数据库,以保证信息的权威性与时效性。同时,部分指标可辅以问卷调查或大数据平台采集的动态信息,用于提升评价的细致度和真实性。

1.1.4 动态性原则

智慧城市建设处于快速演进之中,指标体系须具备适应性与前瞻性,能够及时响应技术变革与政策导向。例如,随着区块链、人工智能等新兴技术在城市治理中的应用,指标体系应适时纳入“AI 赋能场景覆盖率”“城市数据开放平台建设水平”等新型指标,以提升体系的动态反映能力。

1.2 指标体系内容设计

为了全面、系统地衡量智慧城市的发展水平,论文在前期文献分析与政策文件梳理的基础上,构建了一个包含五个一级维度与十个二级指标的智慧城市评价指标体系。该体系在继承已有研究框架的同时,结合当前智慧城市发展重点,体现出结构合理、内涵完整、可操作性强的特点。

1.2.1 一级指标设计逻辑

一级指标层面采用“5 维结构”框架,覆盖城市智慧发展的核心要素:

①智慧基础设施:反映智慧城市的物理支撑系统,如信息与数据网络,是实现数字化治理和服务的前提;

②智慧经济:评估城市产业结构优化、数字经济发展和创新投入情况,体现城市竞争力与活力;

③智慧民生:衡量智慧化在教育、医疗、社会保障等领域的服务供给与便捷性;

④智慧生态:考察城市在环境质量、资源利用等方面的智慧治理能力;

⑤智慧创新:反映人才、科研、技术成果等要素的集聚与产出能力,是推动智慧城市持续演进的关键动因。

该设计框架参考了住建部智慧城市试点指标体系、《智慧城市顶层设计指南》以及多个国内外智慧城市评价案例,确保指标体系的政策适配性与国际比较性。

1.2.2 二级指标内容说明

在一级指标框架下,论文选取了 10 项具有代表性与可比性的二级指标,涵盖数据基础、经济效能、服务体验、生态质量和创新驱动五类重点要素。各指标具体含义、类型及数据来源如表 1 所示。

1.2.3 数据采集原则

为确保指标数据的时效性、权威性与可比性,论文主要依据以下三个数据来源开展采集与核对:

①政府官方统计资料:如《2023 年中国城市统计年鉴》《各省/市年度统计公报》等;

②行业报告与专项调研:如通信发展年度报告、科研投入统计公报;

③地方政府公开平台:如各地智慧城市建设进展报告、大数据平台动态监测数据。

部分个别指标数据采用线性估算或第三方机构数据交叉验证,确保数据覆盖与一致性。

表 1 智慧城市评价指标体系

一级指标	二级指标	指标含义说明	数据来源
智慧基础设施	固定宽带普及率 X_1	反映城市基础网络设施建设与信息接入能力。	各城市统计年鉴
	5G 基站密度 X_2	衡量新型网络基础设施发展水平。	工信部、通信发展年鉴
	数据中心建设规模 X_3	表示城市数据汇聚、处理与调度能力。	政府公开建设规划报告
智慧经济	高新技术产业增加值占比 X_4	衡量产业智慧化程度及科技含量。	各城市统计年鉴
	R&D 经费占 GDP 比重 X_5	体现科研投入强度，是创新能力的核心衡量标准。	国家统计局，科研投入公报
智慧民生	社保卡普及率 X_6	衡量智慧政务与服务整合程度。	各地人社部门
	居民电子健康档案建档率 X_7	表征智慧医疗服务覆盖能力。	卫健委相关统计
智慧生态	万元 GDP 能耗 X_8	反映单位经济产出对资源消耗情况，能效水平的间接反映。	各地能源统计年鉴
	污水处理率 X_9	衡量城市水资源循环与治理能力。	城市建设年度报告
智慧创新	每万人专利授权量 X_{10}	体现城市技术创新产出能力。	知识产权年鉴、科技局数据

2 评价方法与模型构建

本研究采用熵权法与 TOPSIS 法相结合的组合模型来构建智慧城市的综合评价体系。

2.1 熵权 -TOPSIS 模型原理

论文采用熵权法与 TOPSIS 法组合的综合评价模型。熵权法能够根据各指标数据的离散程度赋予权重，避免主观干扰，具备高度客观性；TOPSIS 法则通过贴近理想解的程度来判断优劣排序，逻辑清晰、计算简便，已广泛用于多属性决策问题中。两者结合可有效提升评价的科学性与适应性，特别适用于智慧城市多维指标交织的综合分析需求。

2.2 模型构建步骤

论文根据建立的新型智慧城市评价指标体系，先用熵权法确定各个指标变量的权重，然后通过 TOPSIS 模型对新型智慧城市进行综合评价，具体构建步骤如下。

2.2.1 构建原始数据矩阵

现有 m 个智慧城市， n 个评价指标，形成原始数据矩阵。

$$X = (x_{ij})_{m \times n} : X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

其中， x_{ij} 为第 i 个智慧城市下第 j 个指标的评价值。

2.2.2 原始数据矩阵标准化处理

因指标体系中各个指标的量纲不同，为消除其对综合评价的影响，需对该指标进行标准化处理，得到标准化矩阵 R 。

$$R = (r_{ij})_{m \times n} : R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

其中：对正向指标（指标越大越好） x_{ij} ，进行标准化操作如下：

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (3)$$

对负向指标（指标值越小越好） x_{ij} ，进行标准化操作如下：

$$r_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n) \quad (4)$$

2.2.3 计算第 j 个指标的熵值

假设 e_j 为第 j 个指标的熵值，则：

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (5)$$

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (6)$$

其中， k 为玻尔兹曼常量，值为 $\frac{1}{\ln(m)}$ 。

式中： $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$;

2.2.4 计算第 j 个指标的熵权

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (7)$$

其中： $1 - e_j$ 为第 j 个指标的差异性系数，差异性系数越大，则信息熵越小，从而指标所提供的信息量就越大，权重相应地就应该越大；反之，该指标的权重就应该越小。

2.2.5 构造加权标准化决策矩阵 V

将各个指标的权重 w_j 与标准化后的 R 矩阵相乘，得到加权标准化决策矩阵 V 。

$$V = (v_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{pmatrix} \quad (8)$$

2.2.6 使用 TOPSIS 确定各指标的正理想解和负理想解

正理想解 $v^+ = (v_1^+, v_2^+, v_3^+, \dots)$ 是每个指标在所有评价对象中的最大值构成的向量；

负理想解 $v^- = (v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots)$ 是每个指标在所有评价对象中的最小值构成的向量。

2.2.7 计算各城市与正、负理想解的距离

采用欧几里得距离公式来计算每个城市与正理想解和负理想解的距离。

城市 i 与正理想解的距离为:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1, \dots, m \quad (9)$$

城市 i 与负理想解的距离为:

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, \dots, m \quad (10)$$

2.2.8 计算综合评价指数

计算每个城市的综合评价指数:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (11)$$

指数 c_i 的值介于 0 和 1 之间, c_i 越接近 1, 表示该城市越接近正理想解, 智慧城市建设水平越高; c_i 越接近 0, 表示该城市越接近负理想解, 智慧城市建设水平越低。

2.2.9 排序

根据综合评价指数对城市进行排序, 从而得出各个智慧城市建设水平的高低顺序。

3 案例分析与评价结果

3.1 案例选择及数据来源

为验证所构建的智慧城市评价指标体系及熵权-TOPSIS模型的适用性与实用性, 论文选取中国中部地区三座具有代表性的省会城市——西安、武汉、郑州作为案例对象进行实证分析。这三座城市在智慧城市建设中均处于积极探索阶段, 具备一定的数据基础, 且在区域地位、城市规模及产业结构方面具有一定可比性。

所用数据主要来源于《2023 年中国城市统计年鉴》、各城市 2023 年度统计公报及各级政府部门发布的智慧城市建设报告。为增强数据的时效性与准确性, 部分缺失指标通过权威机构数据估算或多来源交叉校验完成补充。

3.2 模型计算与结果分析

本研究依照熵权-TOPSIS 模型步骤, 首先对各项指标进行标准化处理, 并通过熵权法计算各指标的权重, 结果如表 2 所示。

表 2 各指标权重情况

指标	权重	指标	权重
X_1	0.057	X_6	0.109
X_2	0.057	X_7	0.134
X_3	0.144	X_8	0.068
X_4	0.093	X_9	0.109
X_5	0.086	X_{10}	0.143

基于上述权重与标准化数据, 利用 TOPSIS 模型分别计算出三个城市的正理想距离、负理想距离及综合贴近度, 结果如表 3 所示。

表 3 智慧城市综合评价结果

城市	贴合度	排名
西安	0.596	1
郑州	0.153	3
武汉	0.453	2

根据模型输出结果, 三座城市在智慧城市建设水平上表现出明显差异。总体来看, 西安位居首位, 武汉次之, 郑州相对落后。具体分析如下。

3.2.1 西安

西安在智慧基础设施与智慧创新维度表现尤为突出。近年来, 西安市加快推进 5G 通信网络布局与大数据中心建设, 形成较为完善的信息化基础环境。同时, 该市拥有雄厚的科研资源和高校密集优势, 专利产出与创新投入显著高于区域平均水平。此外, 在数字治理、智慧医疗等应用层面也取得了显著进展。但在智慧经济方面仍存在一定短板, 产业结构仍以传统工业为主, 高新技术产业比重有待进一步提升。

3.2.2 武汉

武汉在智慧经济与民生服务领域展现出一定优势。作为中部区域科技和教育重镇, 武汉在研发投入、科技创新活跃度方面居全国前列。数字民生服务体系日益健全, 居民享有较为成熟的智慧医疗、智慧交通应用。但在智慧基础设施方面发展略显滞后, 部分地区 5G 覆盖率、公共数据平台建设仍需加强, 影响了智慧治理效率的进一步提升。

3.2.3 郑州

郑州在近年来智慧城市建设中虽取得积极进展, 但整体发展水平仍相对滞后。在智慧基础设施建设方面, 通信网络升级与城市信息化尚处于推进阶段。智慧经济指标偏低, 尤其在高新技术产业增加值与创新产出方面与西安、武汉存在明显差距。此外, 公共服务数字化水平不高, 市民对智慧服务的满意度与使用频率仍处于提升阶段。郑州亟须在技术投入、产业优化和治理机制创新等方面持续发力。

4 结论与政策建议

4.1 研究主要结论

论文基于熵权-TOPSIS 模型, 构建了一个涵盖智慧基础设施、智慧经济、智慧民生、智慧生态和智慧创新五大维度的智慧城市发展评价指标体系, 并选取西安、武汉、郑州三座城市为案例开展实证研究。通过标准化数据处理、熵值法权重确定以及 TOPSIS 模型计算, 得出如下主要结论:

①西安在综合评价中排名第一, 表现出较强的智慧城市建设基础。其在智慧基础设施和智慧创新方面优势明显, 得益于较高的科研资源集聚度和政策支持力度, 但在产业结构智能化和数字经济规模方面仍有提升空间。

②武汉位居第二, 在智慧经济与智慧民生方面展现出

相对优势,尤其在研发投入、智慧医疗和公共服务领域建设成效突出。然而,智慧基础设施建设相对滞后,影响了整体智慧治理能力的进一步提升。

③郑州得分最低,在智慧经济和智慧治理相关指标上表现相对薄弱。尽管近年来投入增加、发展意愿强烈,但在高新技术产业占比、创新投入强度及服务智能化方面仍存在明显差距,整体智慧化水平尚处于追赶阶段。

该评价结果说明,城市间智慧化发展呈现出“多维不均衡”态势,不同城市应结合自身资源禀赋、发展阶段和功能定位,制定差异化的智慧发展策略。

4.2 政策建议与发展方向

结合评价结果及三座城市实际情况,提出以下针对性建议,以优化智慧城市建设路径,提升城市整体数字化治理水平和居民生活品质。

4.2.1 西安: 强化智慧产业支撑, 推动经济结构智慧化升级

在巩固现有基础设施和科研优势的基础上,应加大对高新技术产业、数字经济平台的扶持力度,推动科研成果市场转化。优化人才引进机制,构建“基础设施—数据资源—智慧服务”闭环,增强城市创新生态系统的持续竞争力。

4.2.2 武汉: 加快补齐基础设施短板, 提升数字治理效率

针对当前 5G 网络覆盖率和城市数据平台建设不足的问题,应加大基础设施投资,提高网络通达能力与数据共享水平。结合已有高校和科研资源优势,推动“政产学研用”融合,增强智慧城市的协同治理能力。

4.2.3 郑州: 聚焦薄弱环节, 推动智慧城市整体跃升

建议郑州优先发展智慧基础设施和智慧治理平台,通过引入市场主体、提升政府数字服务能力,激发城市数字活力。同时,应重点加强对科技企业和初创团队的政策支持,形成以科技创新为引擎的智慧产业发展格局。

4.2.4 共性发展建议: 构建动态更新的智慧城市评价体系

随着技术演进和治理需求的变化,建议城市管理者持续优化指标体系,引入更多反映治理韧性、数据安全和市民参与感的维度,形成“常态监测—动态调整—策略引导”相结合的治理反馈机制,为智慧城市高质量发展提供科学支撑。

本研究构建的智慧城市评价模型结构合理,适用于多城市间智慧发展水平的横向对比,具备良好应用价值。未来研究可进一步引入主观感知指标(如居民满意度)、多时间序列数据与空间差异分析,拓展模型的适应性与深度,为推动中国新型智慧城市发展提供更强有力的理论与实践支撑。

参考文献:

- [1] 许庆瑞,吴志岩,陈力田.智慧城市的愿景与架构[J].管理工程学报,2012(4).
- [2] 张永民.我国智慧城市建设的现状及思考[J].中国信息界,2011(2):28-32.
- [3] 崔璐,杨凯瑞.智慧城市评价指标体系构建[J].统计与决策,2018,34(6):33-38.
- [4] 任亮,张海涛,魏明珠,等.基于熵权TOPSIS模型的智慧城市发展水平评价研究[J].情报理论与实践,2019,42(7):1000-7490.
- [5] 李雪曼,冯爱芬,林莉,等.基于离差最大化-TOPSIS模型的智慧城市评价体系研究[J].价值工程,2018,37(36):252-254.
- [6] 王振源,段永嘉.基于层次分析法的智慧城市建设评价体系研究[J].科技管理研究,2014,17(165-170).
- [7] 官攀,张令新.国内外智慧城市评价指标体系对比分析及启示[J].规划师,2018(11):96-100+107.
- [8] 王威,王丹丹,单志广,等.新型智慧城市一体化评价体系研究与实践——以长沙市为例[J].电子政务,2022,12(13-22).
- [9] 胡超,刘彩合,龙雨楠.智慧城市建设如何提升城市的宜居性——基于中国239个城市多期双重差分的实证研究[J].广西财经学院学报,2024,37(4):22-18.
- [10] 陈铭,王乾晨,张晓海,等.“智慧城市”评价指标体系研究——以“智慧南京”建设为例[J].城市发展研究,2011,5(84-89).
- [11] 邓贤峰.“智慧城市评价指标体系研究[J].发展研究,2010(12):111-116.
- [12] 刘花.基于“门到门”出行链的公共交通高效出行模式研究[C]//中国城市交通规划年会论文集,2016.
- [13] 李贤毅,邓晓宇.智慧城市评价指标体系研究[J].电信网技术,2011(10):43-47.
- [14] 栾恺,初傲翔,高超航.山东省智慧城市韧性与宜居性协调发展评价体系研究[J].山西大同大学学报(自然科学版),2024,40(6).
- [15] 赵四东,欧阳东,钟源.智慧城市发展对城市规划的影响述评[J].规划师,2013,2(5-10).
- [16] 张一豪,崔欣超,左晨,等.基于博弈论组合赋权-TOPSIS法的矿井通风系统可靠性评价[J].山西大同大学学报(自然科学版),2024,40(6).
- [17] 陈嘉欣,林雯雯,饶欣瑶,等.“双碳”目标背景下新型智慧城市的绿色发展机制与评价指标[J].福建师范大学学报(自然科学版),2024.
- [18] 张海侠,陈莉.基于熵权-云模型的智慧城市发展潜力评价——以华东13城市为例[J].淮阴工学院学报,2018,27(1):69-74+91.
- [19] 贝芳芳.基于熵权的绿色智慧城市评价[D].合肥:安徽建筑大学,2017.
- [20] 李霞,戴胜利.面向建设国家中心城市的智慧武汉发展评价及模式优化:理论与实证[J].中国软科学,2018(1):13.
- [21] 段凯莉.层次分析法视角下的智慧城市建设理论与实践[J].研究论文,Research Papers,2024:60-63.
- [22] 高焕超.熵权-TOPSIS模型的新型智慧城市评价体系研究[J].武汉轻工大学学报,2024(1):61-67.
- [23] 刘维跃,王海龙,刘凯歌,等.运用熵权/TOPSIS组合模型构建智慧城市的评价体系——以京津沪为实例探究[J].现代城市研究,2015(1):31-36.