



## 智慧城市韧性评价与影响因素分析

郭金莹, 徐水太

(江西理工大学 经济管理学院, 江西 赣州 341000)

**摘要:**随着城镇化进程的加速推进,城市病问题日益突出,智慧城市逐渐成为城市治理的重要方向。然而,当前智慧城市建设在城市韧性提升方面仍面临显著挑战。因此,韧性城市与智慧城市的协同发展将成为增强城市可持续性的关键路径。基于经济、生态、社会和基础设施 4 个维度构建城市韧性综合评价指标体系,选取我国 15 个副省级智慧城市 2021 年的截面数据,采用熵权法测度其韧性水平,并运用灰色关联分析探究韧性水平的影响因素。结果表明:1)我国 15 个副省级智慧城市的总体韧性水平处于中等偏下,呈现显著的“南强北弱”空间分异格局;2)城市韧性水平在很大程度上受经济韧性驱动,其中科学技术和教育支出占公共财政支出的比重对韧性提升的贡献率最高,其次为人均可支配收入,而进出口总额占 GDP 的比重影响最小。本文成果可为智慧城市建设与韧性提升的融合实践提供理论支撑与政策参考。

**关键词:**智慧城市; 韧性城市; 熵权法; 灰色关联度

**中图分类号:**F29

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-8993(2025)09-0066-06

**doi:**10.13402/j.gcjs.2025.09.116

## Resilience evaluation and influencing factor analysis of smart cities

GUO Jinying, XU Shuitai

(School of Economics and Management, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

**Abstract:** With the acceleration of urbanization, urban disease problems are becoming increasingly prominent, and smart cities have gradually become an important direction for urban governance. However, the construction of smart cities still faces significant challenges in improving urban resilience. Therefore, the coordinated development of resilient cities and smart cities will become a key path to enhance urban sustainability. A comprehensive evaluation index system for urban resilience based on four dimensions including economy, ecology, society and infrastructure is constructed. The cross-sectional data of 15 sub-provincial smart cities in China in 2021 are selected, and their resilience levels are measured by entropy weight method, and gray correlation analysis is used to explore the influencing factors of resilience levels. The results show that: 1) The overall resilience level of 15 sub-provincial smart cities in China is at a moderate lower level, showing a significant spatial differentiation pattern of “strong south and weak north”; 2) The urban resilience level is largely driven by economic resilience, among which the proportion of science and technology and education expenditures in public fiscal expenditures has the highest contribution rate to the improvement of resilience, followed by per capita disposable income, while the proportion of total import and export to GDP has the least impact. The results can provide theoretical support and policy reference for the integrated practice of smart city construction and resilience improvement.

**Key words:** smart city; resilient city; entropy weight method; grey correlation degree

**收稿日期:** 2024-10-30

**基金项目:** 江西理工大学研究生创新专项资金资助项目(XY2024-S226)

**作者简介:** 郭金莹(2000—),女,硕士研究生,从事建筑经济与数字治理方面的研究。

**通信作者:** 徐水太(1978—),男,副教授,博士,从事建筑经济与可持续发展方面的研究。

随着城镇化进程的快速推进, 资源短缺、交通拥堵、环境污染等“城市病”问题日益凸显<sup>[1]</sup>。在城市治理与新一代信息技术融合发展的背景下, 智慧城市逐步成为城市管理的重要战略选择。其目标是通过应用新一代信息技术, 提升城市治理水平, 破解“城市病”, 提高公共服务质量, 推动数字经济发展, 实现城市治理的智慧化<sup>[2]</sup>。然而, 当前智慧城市在应对自然灾害、社会突发事件等各种不确定性因素时, 仍面临巨大冲击和挑战, 也暴露出城市韧性方面的不足。2020 年, 《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中明确提出“建设韧性城市”。韧性城市与智慧城市的融合发展, 将成为增强城市可持续性的关键路径。因此, 评估智慧城市韧性水平, 识别影响智慧城市韧性的关键因素, 进而为推动城市可持续发展和提升智慧城市韧性建设提供科学依据。

随着技术的不断进步和城市脆弱性问题的日益突出, 国内关于智慧城市韧性的研究也在逐步丰富和完善。现有研究多从不同视角和路径展开, 普遍认为智慧城市试点政策的实施能够显著提升城市韧性。吴楠<sup>[3]</sup>基于政府责任视域, 提出政府制度设计应具备韧性以应对风险, 并可持续地统筹智慧城市建设; 武永超<sup>[4]</sup>研究发现, 智慧城市建设主要通过技术创新与结构升级提升城市韧性水平; 刘成杰等<sup>[5]</sup>认为, 智慧城市试点政策通过互联网集聚效应和绿色技术创新显著提升了智慧城市的发展质量; 宋蕾<sup>[6]</sup>基于智慧城市评价指标体系的研究发现, 智慧城市建设对城市社会韧性的提升作用最为显著; 楚尔鸣等<sup>[7]</sup>则从生态环境韧性的角度出发, 指出智慧城市建设有助于提升城市的生态韧性。在智慧城市韧性水平的评估体系与影响因素方面, 徐雪松等<sup>[8]</sup>主要从概念界定和风险分析等定性角度出发, 提出了智慧韧性城市建设的框架、生态、路径及评估指标。

综上所述, 现有文献多侧重于研究智慧城市建设对城市韧性的影响效应与作用机制, 而对智慧城市韧性水平的评价及其影响因素的实证研究仍相对不足。因此, 本文在构建多维度测度指标体系的基础上, 运用熵权法评估我国 15 个副省级

智慧城市的韧性水平, 并采用灰色关联度模型研究各因素与智慧城市韧性水平之间的关联性, 以期为智慧城市的韧性建设提供参考。

## 1 研究方法数据来源

### 1.1 智慧城市韧性水平指标体系构建

在遵循科学性、客观性等原则的基础上, 借鉴张明斗等<sup>[9]</sup>所构建的城市韧性评价指标体系, 从经济韧性、社会韧性、生态韧性和基础设施韧性 4 个维度选择指标, 测度我国 15 个副省级智慧城市的韧性水平。智慧城市的核心特征在于其智能化, 而智能化的实现依赖于信息化建设; 信息技术安全系数越高, 越能体现城市的智能化水平<sup>[10]</sup>。因此, 本文选取技术安全水平作为城市智能化的重要评估指标。具体指标体系如表 1 所示。

表 1 智慧城市韧性水平指标体系

目标层	维度层	指标层
经济韧性		财政收入/万元
		居民储蓄年末余额/万元
		人均生产总值/(万元·人 <sup>-1</sup> )
生态韧性		当年实际使用外资金额/万美元
		建成区绿化覆盖率/%
		工业废水排放量/万吨
社会韧性		工业固体废物综合利用率/%
		登记失业人员比重/万人
		普通高校学生在校人数/人
基础设施韧性		医院、卫生院床位数/张
		技术安全水平/分
		人均道路面积/(m <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )
固定互联网宽带用户数/户		燃气普及率/%
		每万人拥有公共汽车量/辆
		排水管道长度/km

### 1.2 熵权法

熵权法的基本思路是根据评价指标的熵值大小来确定各指标的权重, 是一种具有客观性的分析方法<sup>[11]</sup>。熵权法依赖于数据本身的规律, 从而使得计算出的权重更客观且具有科学依据。

假设存在  $n$  个评价对象和  $m$  个评价指标变量, 用  $a_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$ ) 表示第  $i$  个评价对象关于第  $j$  个评价指标变量的取值, 由此可

构造出相应的数据矩阵  $\mathbf{A}$ 。熵权法的具体步骤如下。

(1) 对原始指标数据进行标准化处理, 以消除各指标之间的量纲差异, 并将指标取值范围统一在 0 ~ 1。

正向指标的标准化公式:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min \{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}}{\max \{x_{1j}, \dots, x_{nj}\} - \min \{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}} + 0.0001 \quad (1)$$

式中:  $r_{ij}$  为标准化值;  $x_{ij}$  为第  $j$  个指标下第  $i$  个项目指标值。

负向指标的标准化公式:

$$r_{ij} = \frac{\max \{x_{1j}, \dots, x_{nj}\} - x_{ij}}{\max \{x_{1j}, \dots, x_{nj}\} - \min \{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}} + 0.0001 \quad (2)$$

形成一个标准化后的原始矩阵  $\mathbf{R}$ 。

$$\mathbf{R} = (r_{ij})_{(n \times m)} = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix}_{m \times n} \quad (3)$$

(2) 计算第  $j$  个指标下第  $i$  个项目的指标值在该指标所有项目中的比重  $p_{ij}$ :

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (4)$$

由此可得到对应的比重矩阵  $\mathbf{P}$ :

$$\mathbf{P} = (p_{ij})_{m \times n} \quad (5)$$

(3) 计算第  $j$  个指标的熵权  $e_j$ 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m r_{ij} \cdot \ln p_{ij} \quad (6)$$

式中:  $k$  为常数,  $k = \frac{1}{\ln m}$ 。

(4) 计算信息效用值  $d_j$ :

$$d_j = 1 - e_j \quad (7)$$

(5) 计算第  $j$  个指标的熵权  $w_j$ :

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (8)$$

$$\varphi_i(t) = \frac{\min_{1 \leq i \leq m, 1 \leq t \leq n} |y(t) - x'_i(t)| + \rho \max_{1 \leq i \leq m, 1 \leq t \leq n} |y(t) - x'_i(t)|}{|y(t) - x'_i(t)| + \rho \max_{1 \leq i \leq m, 1 \leq t \leq n} |y(t) - x'_i(t)|} = \frac{N + \rho M}{\Delta + \rho M} \quad (14)$$

式中:  $\rho$  为分辨系数, 取值为 0.5。

(5) 计算关联度  $r_i$ :

$$r_i = \frac{1}{n \sum_k \varphi_i(t)} \quad (15)$$

在上述灰色关联分析中, 当关联度越接近 1

(6) 计算城市韧性综合发展水平  $U$ :

$$U = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij} \quad (9)$$

通过上述步骤和公式, 可以计算出各指标的权重。利用熵权法确定的指标权重, 能够综合考虑指标间的相互关系, 从而更加准确地反映各指标在系统中的重要程度, 提供更具参考价值的决策依据。

### 1.3 灰色关联分析方法

灰色关联分析是一种通过定量化分析系统动态发展过程, 比较系统中相关参数之间的关系, 从而得出各因素间关联度大小的方法<sup>[12]</sup>。与传统的分析方法相比, 灰色关联分析具有计算过程简便、对数据要求较低的优点, 同时其定量分析结果与基于理论的定性分析结果具有较强的一致性<sup>[13]</sup>。灰色关联分析方法用于分析主要因素的步骤如下。

(1) 选择参考序列和比较序列:

将参考序列定义为  $y(t)$  ( $t=1, 2, \dots, n$ ), 比较序列为  $x_i(t)$  ( $i=1, 2, \dots, m; t=1, 2, \dots, n$ )。

(2) 运用初值法对数据进行无量纲化处理:

$$x'_i(t) = \frac{x_i(t)}{x_{i1}} \quad (10)$$

式中:  $x'_i(t)$  为无量纲化的比较序列。

(3) 计算序列差  $\Delta$ 、最大差  $M$  和最小差  $N$ :

$$\Delta = |y(t) - x'_i(t)| \quad (11)$$

式中: 差序列  $\Delta$  为参考数列和无量纲化的比较数列的绝对值之差。

$$M = \max_{(1 \leq i \leq m, 1 \leq t \leq n)} |y(t) - x'_i(t)| \quad (12)$$

式中: 最大差  $M$  为差序列  $\Delta$  中的最大值。

$$N = \min_{(1 \leq i \leq m, 1 \leq t \leq n)} |y(t) - x'_i(t)| \quad (13)$$

式中: 最小差  $N$  为差序列  $\Delta$  中的最小值。

(4) 计算参考序列  $y(t)$  与比较序列  $x'_i(t)$  间的灰色关联系数  $\varphi_i(t)$ :

时, 表示参考序列与比较序列之间的关联性越强, 说明该指标对系统的影响程度越显著。

本文以获得的各智慧城市韧性序列作为参考序列, 结合已有研究, 从开放程度、市场力、社会、科教、行政和财政 6 个方面选取关联指标作

为比较序列, 具体如表 2 所示。

表 2 智慧城市韧性水平关联指标

类型	关联指标	单位
开放程度	进出口总额占 GDP 的比重	%
市场力	人均社会消费品零售额	元
社会	城镇人口占总人口的比重	%
科教	科学技术和教育支出占公共财政支出的比重	%
行政	公共财政支出占 GDP 的比重	%
财政	人均可支配收入	元

#### 1.4 数据来源

我国的 15 个副省级城市在政策权益、经济发展和资源配置等方面具有明显优势。与我国其他智慧城市相比, 其城市韧性水平的评价结果能在一定程度上反映出我国大部分智慧城市的韧性建设现状。本文选取 2021 年我国 15 个副省级城市的截面数据, 数据来源包括《大数据城市网络安全指数报告》、2021 年各城市统计年鉴、环境统计年鉴以及统计公报等。对于部分缺失的数据, 采用插值法进行补充。

## 2 实证结果与分析

### 2.1 智慧城市韧性测度水平分析

采用熵权法对构建的城市韧性综合评价指标

体系中的各项指标进行赋权, 通过综合计算得出 2021 年我国 15 个副省级智慧城市各系统韧性指数以及综合韧性指数。具体结果如表 3 所示。

由表 3 可知: 在 15 个副省级智慧城市中, 沈阳、长春、大连、哈尔滨这 4 个位于东北三省的副省级城市, 其城市韧性综合指数在 15 个城市中排名靠后。这 4 个城市在经济韧性、社会韧性与基础设施韧性 3 个方面均相对薄弱, 尤其是经济韧性指数明显偏低, 这表明经济韧性对智慧城市整体韧性水平具有重要影响。

从经济韧性指数来看, 近年来智慧城市建设不断通过推动创新和科技发展等促进产业结构升级, 已成为我国城市推进经济发展的关键举措。南京依托长三角经济区, 具有较大的发展潜力, 各行各业竞相发展, 使得其经济韧性和活力持续增强, 在 15 个副省级智慧城市中排名第一。相比之下, 沈阳的经济韧性指数最低, 这与其产业结构相对单一, 缺乏新兴产业支撑密切关系。

从生态韧性指数来看, 在“双碳”目标背景下, 智慧城市建设通过运用新一代信息技术, 对城市生态环境进行动态监测, 从而提升生态环境韧性, 实现智慧化治理。近年来, 大连注重环境保护与绿化美化, 在城市建设与规划方面取得了显著成效, 其生态韧性指数位居第一。而哈尔滨

表 3 我国 15 个副省级智慧城市各系统韧性指数与综合韧性指数

城市名称	经济韧性	生态韧性	社会韧性	基础设施韧性	城市韧性综合指数
沈阳	0.030 1	0.041 9	0.053 9	0.053 5	0.179 4
大连	0.036 0	0.052 9	0.030 9	0.030 4	0.150 2
长春	0.020 6	0.025 7	0.032 2	0.035 3	0.113 8
哈尔滨	0.012 6	0.018 1	0.048 5	0.041 3	0.120 4
南京	0.245 9	0.047 5	0.108 4	0.179 0	0.580 8
杭州	0.103 0	0.047 0	0.114 1	0.097 0	0.361 1
青岛	0.053 9	0.039 9	0.067 1	0.075 2	0.236 1
济南	0.047 0	0.046 7	0.087 4	0.116 8	0.297 9
宁波	0.060 3	0.052 2	0.044 5	0.096 6	0.253 7
厦门	0.048 2	0.046 4	0.031 8	0.057 0	0.183 4
武汉	0.094 7	0.051 2	0.110 4	0.084 2	0.340 6
成都	0.234 3	0.043 2	0.125 0	0.126 0	0.528 6
西安	0.033 5	0.036 9	0.078 4	0.063 3	0.212 1
广州	0.097 9	0.046 0	0.132 8	0.264 6	0.541 3
深圳	0.142 6	0.028 6	0.082 8	0.188 0	0.441 9

在城市化进程中面临环保与城市发展失衡的挑战,空气污染、水域污染及城市垃圾处理等问题日益突出,导致其生态韧性指数最低。

从社会韧性指数来看,广州在 15 个副省级智慧城市中排名第一。广州拥有着丰富的人才资源和开放的创新环境,为城市的社会韧性发展提供了强大动力。相比之下,大连的社会韧性指数最低,这反映出其在创新资源的投入与配置方面仍需进一步提升,以培育更多创新型企业和高成长性产业。

从基础设施韧性指数来看,在 15 个副省级智慧城市中,广州的基础设施韧性指数排名第一,大连最低。近年来,广东省在新型基础设施建设方面取得显著进展,广州的交通基础设施(如机场、火车站、地铁系统)已在全国处于领先水平。而大连的基础设施建设时间相对滞后,与其他先进城市相比仍存在一定差距。

## 2.2 智慧城市韧性影响因素分析

进一步运用灰色关联分析,对我国 15 个副省级智慧城市韧性与各影响因素之间的关联度进行排序,结果如表 4 所示。

表 4 我国 15 个副省级智慧城市韧性  
与各影响因素之间的灰色关联度

关联指标	关联度
科学技术和教育支出占公共财政支出的比重	0.905
人均可支配收入	0.882
人均社会消费品零售额	0.862
城镇人口占总人口的比重	0.862
公共财政支出占 GDP 的比重	0.844
进出口总额占 GDP 的比重	0.784

由表 4 可知:科学技术和教育支出占公共财政支出的比重与智慧城市韧性指数的灰色关联度最高,为 0.905,反映出城市科技和教育发展对提升智慧城市综合韧性具有重要意义。近年来,公众与科技的联系日益紧密,科技创新已成为智慧城市发展的核心驱动力。发展教育事业、推动技术与机制创新,对提升智慧城市的综合韧性水平具有关键作用。例如,大数据和云计算技术能够实时监测城市的桥梁、道路、水电气管网等关键基础设施,提前预警潜在故障,提高应急响应能力,从而有效防止灾害发生。

其中,人均可支配收入与智慧城市韧性指数的灰色关联度排名第二,为 0.882。智慧城市通过数

据的智能化处理,推动产业结构升级、丰富普惠型数字公共服务、促进人才引进等,而人均可支配收入的提升往往与这些方面相辅相成,能够直观反映城市的经济发展水平、居民生活质量以及应对风险的能力等情况。因此,通过深入分析这一指标,有助于为智慧城市韧性建设制定更具针对性的政策。例如,人均可支配收入的增加可为改善交通、供水、供电等城市基础设施提供更多的资金支持,从而提升城市运行效率和应对突发事件的能力。

人均社会消费品零售额与城镇人口占总人口比重的灰色关联度并列第三,均为 0.862。随着大数据、移动支付、人工智能等技术日益成熟,智慧仓储、智能物流、智能售货柜等新业态不断涌现,零售业正加速向数字化、智慧化方向发展。通过监测人均社会消费品零售额的变化,可以评估消费者行为和市场供需情况,为政府及时采取调控措施提供有利参考,从而增强智慧城市的韧性。城镇人口占总人口的比重是城镇化的体现,智慧城市正是在城镇化进程中应运而生,二者相辅相成。因此,加强城镇化建设,提升城市的综合承载能力和治理能力,将对智慧城市韧性的提升起到有力支撑。

公共财政支出占 GDP 比重与智慧城市韧性的灰色关联度排名第四,为 0.844。政府在智慧城市建设中扮演着引导者的角色,借助技术和数据分析,政府能够更加及时、科学地做出决策。通过分析公共财政支出占 GDP 的比重,来考察智慧城市在面对风险时政府干预对其韧性的影响程度。适度的政府干预有助于经济发展,但过度干预则可能削弱智慧城市的韧性,降低其抵御危机的能力,这往往与政府与市场之间的协调机制不够完善有关。

进出口总额占 GDP 比重与智慧城市韧性指数的关联度最低,为 0.784。尽管该指标对智慧城市韧性的影响程度相对较小,但其显著性仍表明对外开放在智慧城市建设中的作用不可忽视。对外开放虽有助于加强内外交流、促进贸易往来,但同时也带来了对外依存度上升的风险,可能导致城市易受外部环境波动的影响。

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

(1) 我国 15 个副省级智慧城市的韧性水平总

体处于中等水平,其中中等强度韧性城市主要是省会城市,数量相对较少,尚无高强度韧性城市形成。在推进智慧城市和韧性城市建设过程中,省会城市作为区域的中心城市,往往因具有示范效应而优先获得政策支持和资源投入。然而,随着信息技术的快速发展,城市管理面临更多风险与挑战,目前智慧城市与韧性城市尚未实现有机结合,难以形成高强度韧性的智慧城市。

(2) 从空间分布来看,智慧城市韧性水平呈现不平衡状态,韧性较高的城市主要分布在南方地区,而低韧性城市则主要分布在东北地区。南方城市相比东北城市,在地理条件、经济基础和社会环境等多方面为智慧城市和韧性城市的融合建设提供了更有利的支撑。

(3) 在经济、生态、社会 and 基础设施 4 个维度中,智慧城市韧性水平在很大程度上取决于城市的经济韧性。经济韧性强的城市通常具备多样化的产业结构、灵活的市场机制、完善的基础设施、较强的技术创新能力以及丰富的研发资源,这些因素为智慧城市建设提供了必要的资源保障和应对能力。面对风险时,这类城市能够灵活调整经济结构和资源配置,迅速应对突发事件,确保城市稳定运行。

(4) 从影响因素来看,科学技术和教育支出占公共财政支出的比重对智慧城市韧性的影响最大,其次是人均可支配收入,而进出口总额占GDP比重的影响力相对较小。智慧城市建设核心在于利用先进的信息技术进行高效的城市管理,较强的技术创新能力和丰富的研发资源有助于推动智慧城市技术的研发和应用,从而增强城市对外部冲击的适应能力。

### 3.2 建议

(1) 充分发挥城市合作战略,推进城市协同发展。鉴于各地区在智慧城市韧性发展方面存在不平衡现象,东北地区整体韧性偏低,而南方地区韧性较高,应加强城市间的交流与合作,推动区域协调发展,学习先进的技术和管理理念,提升自身能力,强化智慧城市韧性建设,缩小区域间的发展差距。

(2) 以创新驱动为引领,促进经济高质量发展。智慧城市建设的关键在于推动创新融合,激

发数字经济的蓬勃发展。应以创新为引领,推动数字经济与实体经济的深度融合,促进资源合理配置,提升经济运行效率,增强城市经济韧性,进而带动整体智慧城市韧性水平的提升。

(3) 推进科技与教育事业发展,优化城市韧性建设。根据智慧城市韧性与相关指标的关联分析结果,科学教育水平对智慧城市韧性具有重要作用。应持续加大教育投入,引进优秀人才,开展技术培训,提升公众的知识文化水平和信息化环境适应能力,完善科技创新体系,加快科技成果转化,确保智慧城市韧性建设的持续活力。

### 参考文献:

- [1] 沈洁,张可云. 中国大城市病典型症状诱发因素的实证分析[J]. 地理科学进展,2020,39(1):1-12.
- [2] 唐斯斯,张延强,单志广,等. 我国新型智慧城市发展现状、形势与政策建议[J]. 电子政务,2020(4):70-80.
- [3] 吴楠. 政府责任视域中智慧城市的制度韧性[J]. 淮海大学学报(哲学社会科学版),2019,21(4):74-80;107-108.
- [4] 武永超. 智慧城市建设能够提升城市韧性吗?:一项准自然实验[J]. 公共行政评论,2021,14(4):25-44;196.
- [5] 刘成杰,胡钰苓,李虹桥,等. 中国智慧城市试点政策对城市发展质量的影响:基于韧性发展的视角[J]. 城市问题,2021(11):79-89.
- [6] 宋蕾. 智能与韧性是否兼容?:智慧城市建设的韧性评价和发展路径[J]. 社会科学,2020(3):21-32.
- [7] 楚尔鸣,孙红果,李逸飞. 智慧城市建设对生态环境韧性的影响研究[J]. 管理学刊,2023,36(6):21-37.
- [8] 徐雪松,闫月,陈晓红,等. 智慧韧性城市建设框架体系及路径研究[J]. 中国工程科学,2023,25(1):10-19.
- [9] 张明斗,冯晓青. 韧性城市的建设框架及推进策略研究[J]. 广西城镇建设,2018(12):10-23.
- [10] 刘琼,郭俊华. 我国智慧城市建设的协调度评价及障碍因子诊断:基于15个副省级城市的数据[J]. 现代城市研究,2023(1):83-88.
- [11] 何必,李远征,陈华,等. 基于熵权法和聚类分析的泥石流群危险度评价研究[J]. 公路,2024,69(9):159-169.
- [12] 孙文斌,张纪扬,王晓,等. 基于灰色关联分析的断层突水阶段化感知方法[J]. 中国安全科学学报,2024,34(7):63-70.
- [13] 牟琳琳,庞玉成. 基于灰色关联度分析的建筑施工安全管理研究[J]. 工程建设,2023,55(10):68-73.