

基于AHP-模糊综合评价法的上海市社区智能化建设的评价指标体系研究

刘佳琦, 李潇凌, 牛晓蕙

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年1月18日; 录用日期: 2024年3月25日; 发布日期: 2024年6月26日

摘要

社区智能化建设诞生于互联网时代, 是基层治理体系、治理能力走向现代化的一个重要标志。社区智能化是指借助当代各种先进的智能化技术, 将社区现有的各种资源有机整合在一起, 进而为社区居民提供各种便捷服务, 如政务、医疗、娱乐、教育等, 这是一种独特的社区治理发展模式。本文基于层次分析法构建社区智能化建设的评价指标体系, 并通过调查研究的结果检验调整所构建的指标体系。最后通过模糊综合评价法对上海市社区的智能化建设进行评价。

关键词

社区智能化, 层次分析法, 模糊综合评价法, 社区改造, 社区建设

Research on Evaluation Index System of Shanghai Community Intelligence Construction Based on AHP-Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

Jiaqi Liu, Xiaoling Li, Xiaohui Niu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jan. 18th, 2024; accepted: Mar. 25th, 2024; published: Jun. 26th, 2024

Abstract

The intelligent construction of communities emerged in the Internet era and is an important

文章引用: 刘佳琦, 李潇凌, 牛晓蕙. 基于 AHP-模糊综合评价法的上海市社区智能化建设的评价指标体系研究[J]. 运筹与模糊学, 2024, 14(3): 628-636. DOI: 10.12677/orf.2024.143300

symbol of the modernization of the grassroots governance system and governance capabilities. Community intelligence refers to the organic integration of various resources available in the community through the use of various advanced intelligent technologies of the contemporary era, in order to provide convenient services such as government affairs, healthcare, entertainment, and education to community residents. It is a unique model of community governance and development. This article constructs an evaluation index system for community intelligence construction based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) and adjusts the constructed index system through the results of investigation and research. Finally, the fuzzy comprehensive evaluation method is used to evaluate the intelligent construction of Shanghai communities.

Keywords

Community Intelligence, Analytic Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Comprehensive Evaluation Method, Community Renovation, Community Construction

Copyright © 2024 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

党的二十大报告指出,完善社会治理体系,健全共建共治共享的社会治理制度,提升社会治理效能,建设人人有责、人人尽责、人人享有的社会治理共同体[1]。随着我们迈入实现第二个百年奋斗目标的历史进程,社会治理的科学化趋势不断彰显,互联网、云计算、大数据、人工智能等现代信息技术在潜移默化中助力当代公共行政和社会治理高效,有力地推动治理体系和治理能力现代化愿景的实现。在当前倡导高质量发展和城市更新发展的背景下,现代信息技术对社区进行智能化改造来提升住区居民的生活品质,是解决既有社区更新问题、实现高质量发展的一种新思路 and 方向。但是,当前上海市社区智能化建设的相关规范和标准还有待完善。本文通过构建社区智能化建设的评价指标体系,具体评价上海市社区智能化建设的效果,并提出合理建议。

2. 评价指标的选取与体系的建立

在确立评价指标时,需从多个维度进行审慎考量,而其中最为关键的便是确保系统的整体性和全面性。目前,一些学者已对社区智能化建设的评价指标展开了研究。罗茜、龙海泉(2022)根据社区居民的需求建议、社区智能化的发展目标、国家的相关政策规定,认为社区智能化建设的基本架构可以分为保障体系、平台建设、社区管理、便民服务四个大类[2]。刘书燃(2022)认为,要从增加基础设施支撑、搭建信息运管平台和提升社区治理效能三个方面来进行社区智能化建设的实践[3]。吴伟斌(2022)认为还需要加入建设资金、专业人才、政策措施等指标[4]。李晴(2023)将指标体系构建分为政策保障、经济支持、技术创新、应用监管、主体认可度五个方面[5]。本文通过文献梳理了解国内外社区智能化建设的研究现状后,基于层次分析法构建了社区智能化建设的指标体系,并且在对指标体系的内容进行分析检验与调整后,最终确定了包含社会环境、技术创新、运营管理、人文体验 4 大方面的一级指标(见图 1)。

在确定了一级指标后,确定的二级指标包括: 1) 政府扶持: 政府通过政策扶持、资金投入等方式,为社区智能化建设提供必要的支持和引导,确保项目顺利推进。2) 法规支持: 建立健全的法律法规体系,为社区智能化建设提供法律保障,规范各方行为,确保社区建设合法合规。3) 经济保障: 通过财政支持、

社会资本引入等方式，为社区智能化建设提供经济保障，确保项目的可持续性和稳定性。4) 配套设施：完善社区基础设施建设，包括交通、通信、供水、供电等，为社区智能化建设提供硬件支持。5) 智能化平台建设：建立高效的智能化平台，整合社区各类资源，提供便捷的信息服务。6) 智能化平台使用：推广智能化平台的使用，提高居民和工作人员的信息化水平，促进社区信息化建设。7) 信息资源整理：对社区内的各类信息进行整合、分类、管理，确保信息的准确性和时效性。8) 数据安全保护：加强数据安全保护，防止信息泄露和非法访问，确保社区信息的安全性和可靠性。9) 人才流动：建立合理的人才流动机制，吸引和留住优秀人才，为社区智能化建设提供人力资源保障。10) 应用效率：提高智能化平台的应用效率，优化操作流程，降低运营成本，提升社区管理效率。11) 智能化平台维护：定期对智能化平台进行维护和升级，确保平台的稳定性和可靠性。12) 突发事件监控：建立突发事件监控系统，对社区内的各类突发事件进行实时监控和预警，确保社区安全。13) 居民使用便利性：优化智能化平台的设计和功能，使居民能够轻松使用平台，享受便捷的服务。14) 工作人员操作性：简化操作流程，提高工作人员的操作效率，降低工作难度，提升工作满意度。15) 服务提供程度：根据居民需求，提供多样化的服务，包括物业服务、文化娱乐、健康医疗等，提升社区服务质量。

为完成社区智能化建设体系构建的相关研究,本文将基于层次分析法(AHP)对社区智能化建设指标体系的各个指标内容进行进一步分析,通过构建层次结构模型和判断矩阵对指标内容进行权重计算,得出其相对重要性程度。

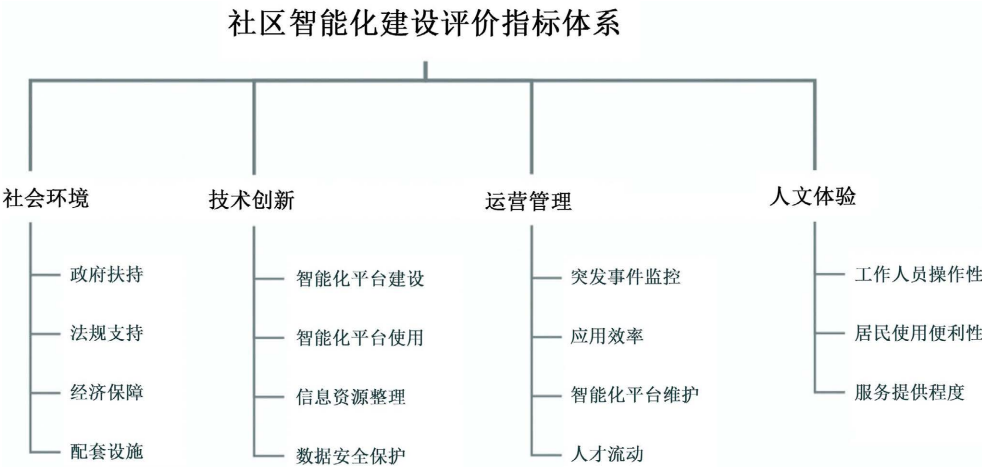


Figure 1. Evaluation index system of community intelligent construction
图 1. 社区智能化建设评价指标体系

3. 基于层次分析法确定指标权重

层次分析法(AHP)的核心原则在于将错综复杂的问题解构为具有层次性的多个构造因子。将评价指标划分成目标层、准则层和指标层。基于这些因子之间的从属关系，构建出多层次的构造模型。随后，通过专家打分法，让专家对各因子的相对重要性进行评判，最终形成对因子相对重要性的排序，从而实现对问题的有效分析和决策。

3.1. 构建判断矩阵

在社区智能化建设的综合评价过程中，使用了标度赋值方法(如表 1 所示)。该方法能够有效地反映出各标度指标之间的相对性和重要性关系，确保综合评价结果的准确性和客观性。构造判断矩阵 $A = (x_{ij})_{(n \times n)}$ 。

Table 1. Scale and meaning of judgment matrix
表 1. 判断矩阵标度及含义

标度	说明(<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素(X_i/X_j))
1	<i>i</i> 因素与 <i>j</i> 因素同等重要
3	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素稍微重要
5	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素明显重要
7	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素非常重要
9	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素极其重要
2, 4, 6, 8	上述相邻判断的中间值
1/3	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素稍微不重要
1/5	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素明显不重要
1/7	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素非常不重要
1/9	<i>i</i> 因素比 <i>j</i> 因素极其不重要
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	上述相邻判断的中间值

3.2. 指标权重计算及矩阵一致性检验

计算各判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 及相应的特征向量 W_i 。根据式(1)计算随机一致性比率 CR:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

(1)

式中, RI 代表的是随机一致性指标, 表 2 是 RI 的具体数值。

Table 2. Random consistency index
表 2. 随机一致性指标

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

若 CR 值小于 0.1, 则认为矩阵 A 具有令人满意的一致性, 可以接受。完成一致性检验后, 进一步计算各子指标的综合权重 W, 并根据权重对层次进行排序。

下表(表 3)是社区智能化建设评价指标体系具体的准则层和指标层的评价指标权重、排序以及一致性检验的结果。由表 3 得到, 各个判断矩阵的 CR 值小于 0.1, 社区智能化建设评价指标体系的判断矩阵具有较好的一致性。

3.3. 评价目标排序与分析

将评价目标从目标层到指标层逐步进行排序, 在准则层中, 技术创新、运营管理的权重较高, 分别为 0.2968、0.3814, 而社会环境的权重较低为 0.1019, 这体现了技术创新和运营管理的完善能在更大程度上影响社区智能化的建设。在指标层中, 排序结果前三的指标为: 配套设施、居民使用便利性、突发事件监控, 这三者是影响社区智能化平台建设的重要因素。

Table 3. System weight table and consistency test
表 3. 体系权重表及一致性检验

目标层	准则层	准则层权重	准则层一致性检验	指标层	指标层一致性检验	指标层权重	排序
社区智能化建设评价指标体系	社会环境	0.1019	$\lambda_{\max} = 4.002$ CI = 0.001 CR = 0.002	政府扶持		0.2990	7
				法规支持	$\lambda_{\max} = 4.002$ CI = 0.001 CR = 0.002	0.0901	14
				经济保障		0.1260	12
				配套设施		0.4849	1
	技术创新	0.2968		智能化平台建设		0.2759	8
				智能化平台使用	$\lambda_{\max} = 4.007$ CI = 0.002 CR = 0.003	0.4470	4
				信息资源整理		0.1177	13
				数据安全保护		0.1595	9
	运营管理	0.3814		突发事件监控		0.4638	3
				应用效率	$\lambda_{\max} = 4.002$ CI = 0.001 CR = 0.002	0.1189	11
				智能化平台维护		0.3380	6
				人才流动		0.0793	15
	人文体验	0.2199		工作人员操作性	$\lambda_{\max} = 3$ CI = 0 CR = 0	0.3682	5
				居民使用便利性		0.4810	2
				服务提供程度		0.1508	10

技术层面的创新是推动社区智能化进程的核心动力。随着科技的日新月异，新的技术手段不断涌现，如人工智能、大数据、物联网等，为社区智能化提供了强大的技术支持。这些技术的应用，使得社区管理更加高效、便捷，居民的生活体验也得到了极大的提升。运营管理的完善是确保社区智能化建设顺利进行的重要保障。只有建立科学的管理体系，制定合理的运营策略，才能充分发挥智能化系统的潜力，使其更好地服务于社区居民。同时，完善的运营管理还能有效预防和解决智能化系统在使用过程中可能出现的问题，确保系统的稳定运行。

配套设施的完善程度直接决定了社区智能化平台的基础水平。这包括了各种智能化设备、系统以及服务设施，如智能门禁、智能照明、智能安防等。这些设施的齐全与否，直接影响到社区智能化平台能否正常运行，为居民提供高质量的服务。居民使用便利性也是衡量社区智能化平台建设成功与否的重要标准。一个优秀的社区智能化平台应该能够充分考虑到居民的需求和习惯，提供便捷、高效的服务。例如，通过智能化的方式，简化居民的日常生活流程，提高办事效率，减少不必要的等待和繁琐操作。突发事件监控是社区智能化平台不可或缺的一环。在面临突发事件时，如火灾、盗窃等，智能化平台应能够迅速响应，及时启动应急预案，保障居民的生命财产安全。同时，通过实时监控和数据分析，平台还能为社区管理者提供有力的决策支持，帮助他们更好地应对各种挑战。

4. 模糊综合评价理论

模糊综合评价法借助模糊数学的相关概念，通过构建与评价目标相匹配的评价体系和隶属函数，实现了对那些界限模糊、难以直接量化的影响因素进行量化处理，进而对实际问题展开全面而综合的评价。

相较于一级模糊评价，二级模糊评价在客观性和准确性上更胜一筹。本文的主要研究焦点即聚焦于后者的模糊评价的运用与探索。

4.1. 评价因素及评价集的确定

由上文得到上海社区智能化建设指标体系的权重，本文需要建立模糊综合评价矩阵。图 1 建设的社区智能化建设评价指标体系的各项评价指标可以作为模糊综合评价的指标集，评价集是通过客观地对评价对象评价而形成的评价结果的集合。根据实际情况可以将其划分成 5 个等级，评价集 $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$ ，相应的评语值为“5 = 优，4 = 良，3 = 中，2 = 较差，1 = 差”。

4.2. 建立隶属度矩阵

本文利用隶属度公式来测量上海社区智能化建设各指标评价等级，形成单因素评判隶属度矩阵，具体为：

$$R_i = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

4.3. 构建一级、二级模糊变换

一级模糊综合评价： $B = \omega R$ 式中： ω_i 为第 i 层权重。

二级模糊综合评价： $R = [B_1, B_2, B_3, B_4, B_5]$ 的转置

$$R = [B_1, B_2, B_3, B_4, B_5]^T \quad (3)$$

$P = AR$ 为评价的结果，其中 A 为指标层权重。本文采用加权平均合成算子 $M(\cdot, \odot)$ 进行计算。

5. 评价结果分析与措施

5.1. 社区智能化建设综合评价

经过对上海市浦东新区 Y 社区居民、社区工作人员、平台管理人员等调查对象发布的 253 份问卷数据进行分析后，本文构建了指标体系的模糊综合评价矩阵，并据此计算得出了准则层和目标层的模糊评价结果。具体如下：

5.1.1. 准则层综合评价

R_1, R_2, R_3, R_4 分别为社会环境、技术创新、运营管理、人文体验四个准则层的模糊综合评价矩阵。

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.09 & 0.18 & 0.30 & 0.29 & 0.14 \\ 0.04 & 0.21 & 0.38 & 0.22 & 0.15 \\ 0.13 & 0.12 & 0.35 & 0.23 & 0.17 \\ 0.03 & 0.16 & 0.39 & 0.24 & 0.18 \end{bmatrix}, \text{ 通过权重向量 } A_1 = (0.2990 \ 0.0901 \ 0.1260 \ 0.4849), \text{ 可以得到社会环}$$

境的模糊综合评价值： $P_1 = [0.061 \ 0.165 \ 0.357 \ 0.251 \ 0.164]$ 。

$$\text{同理, } R_2 = \begin{bmatrix} 0.04 & 0.16 & 0.28 & 0.30 & 0.22 \\ 0.12 & 0.11 & 0.25 & 0.29 & 0.23 \\ 0.12 & 0.18 & 0.24 & 0.26 & 0.20 \\ 0.05 & 0.16 & 0.33 & 0.27 & 0.19 \end{bmatrix}, \text{ 通过权重向量 } A_2 = (0.2759 \ 0.4470 \ 0.1177 \ 0.1595), \text{ 可以得到}$$

社会环境的模糊综合评价： $P_2 = [0.086 \ 0.140 \ 0.270 \ 0.286 \ 0.217]$ 。 $R_3 = \begin{bmatrix} 0.06 & 0.11 & 0.23 & 0.20 & 0.40 \\ 0.11 & 0.15 & 0.21 & 0.24 & 0.29 \\ 0.05 & 0.11 & 0.23 & 0.27 & 0.34 \\ 0.10 & 0.12 & 0.25 & 0.28 & 0.25 \end{bmatrix}$ ，通

过权重向量 $A_3 = (0.4638 \ 0.1189 \ 0.3380 \ 0.0793)$ ，可以得到社会环境的模糊综合评价值：

$P_3 = [0.065 \ 0.116 \ 0.230 \ 0.235 \ 0.355]$ 。 $R_4 = \begin{bmatrix} 0.07 & 0.11 & 0.30 & 0.29 & 0.24 \\ 0.08 & 0.12 & 0.27 & 0.37 & 0.15 \\ 0.08 & 0.10 & 0.29 & 0.31 & 0.22 \end{bmatrix}$ ，通过权重向量

$A_4 = (0.3682 \ 0.4810 \ 0.1508)$ ，可以得到社会环境的模糊综合评价值： $P_4 = [0.076 \ 0.113 \ 0.284 \ 0.332 \ 0.194]$ 。

由此可得，社会环境综合评分为： $0.061 \times 1 + 0.165 \times 2 + 0.357 \times 3 + 0.251 \times 4 + 0.164 \times 5 = 3.286$ ；技术创新综合评分为： $0.086 \times 1 + 0.140 \times 2 + 0.270 \times 3 + 0.286 \times 4 + 0.217 \times 5 = 3.702$ ；运营管理综合评分为： $0.065 \times 1 + 0.116 \times 2 + 0.230 \times 3 + 0.235 \times 4 + 0.355 \times 5 = 3.349$ ；人文体验综合评分为： $0.076 \times 1 + 0.113 \times 2 + 0.284 \times 3 + 0.332 \times 4 + 0.194 \times 5 = 3.452$ 。综上，社区居民、社区工作人员、平台管理人员对社区智能化建设的社会环境、技术创新、运营管理、人文体验综合评分均为一般。

5.1.2. 目标层综合评价

在得到准则层的模糊综合评价结果后，对上海市社区智能化建设的目标层进行模糊综合计算， R_0 为准则层的模糊综合评价矩阵。

$R_0 = \begin{bmatrix} 0.061 & 0.165 & 0.357 & 0.251 & 0.164 \\ 0.086 & 0.140 & 0.270 & 0.286 & 0.217 \\ 0.065 & 0.116 & 0.230 & 0.235 & 0.355 \\ 0.076 & 0.113 & 0.284 & 0.332 & 0.194 \end{bmatrix}$ ，通过权重向量 $A_0 = (0.1019 \ 0.2968 \ 0.3814 \ 0.2199)$ ，可以得到

上海市社区智能化建设目标层的模糊综合评价值： $P_0 = [0.073 \ 0.128 \ 0.267 \ 0.273 \ 0.260]$ 。

5.2. 评价结果分析

得到上海市社区智能化建设评价目标层和准则层模糊综合评价后，本文按照设定的 5 级评价等级，计算得出上海市社区智能化建设指标体系中各因素的得分和等级。上海市社区智能化建设综合评价得分为：

$$0.073 \times 1 + 0.128 \times 2 + 0.267 \times 3 + 0.273 \times 4 + 0.260 \times 5 = 3.522$$

此结果证明上海市社区智能化建设的等级为中等偏上。说明上海市社区智能化建设有所成果，但在四个方面还有待进一步提高。

5.3. 促进上海社区智能化建设的措施

5.3.1. 社会环境：促进各主体协同参与

在推动社区智能化建设的过程中，政府应扮演引领者的角色，同时积极激发其他各方力量的活力[6]。要不断丰富社会组织类型和职能，确保政府治理、社会调节与居民自治之间形成和谐互动，从而构建出一个共建、共治、共享的社区治理新局面。政府还需在政策支持与法律法规完善上持续发力，为社区智能化建设提供坚实的保障。同时，政府应赋予社区智能化建设工作者更多的自主权，简化工作流程，使他们能够更专注于提供优质服务与创新治理方法。此外，政府、街道与社区居委会之间的有效沟通至关重要，通过实现信息一体化，能够显著提升社区事务的办理效率。

5.3.2. 技术创新：促进技术应用协同发展

为了缩小社区智能化技术平台开发者与社区居民使用者之间的技术鸿沟与需求差异，应降低技术应用的门槛，确保社区居民能够轻松掌握相关功能的使用。同时，要深入了解社区的实际需求，确保智能化应用能够精准满足居民的期望[7]。此外，我们还需加强社会力量的参与，使虚拟网络平台与实体社区能够更好地融合对接。在推进社区智能化建设的过程中，我们应同步加强智慧基础设施的投入与智慧技术的开发应用，确保新技术能够形成规模效应，并保障智慧产品的稳定运行，为社区居民提供更加便捷、高效的服务。

5.3.3. 运营管理：建设多样化的智能社区

在进行社区智能化改造与建设时，应充分考虑各地的实际情况，因地制宜地制定方案。通过综合考虑房价、生活便利程度、教育资源、医疗资源、户型以及业主年龄结构等因素，可以精准描绘出业主群体的基本特征，从而制定出更具针对性的社区规划设计。对于不同类型的社区，如老龄社区、亲子社区和上班社区等，我们应修建与之相匹配的公共设施，安排合适的公共服务，并开发具有本社区特色的应用[8]。同时，我们还应积极增强社会组织的创新能力，避免小区建设陷入同质化和项目内容千篇一律的困境，为居民提供更加多元化、个性化的服务。

5.3.4. 人文体验：满足居民个性化需求

为不同居民提供量身定制的个性化服务。对于常住居民和流动人口，我们会分别提供符合他们需求的定制化公共服务，确保每位居民都能享受到贴心、周到的服务。同时，也特别关注老年人、儿童、残疾人以及精神障碍患者等特殊群体，为他们提供适老化、无障碍的专属服务，让他们的生活更加便利、舒适。为了更好地满足居民的差异性需求，建立了每个居民的个人数据库，通过智能推荐系统为他们提供精准的服务推荐[9]。此外，鼓励不同社区服务主体创新服务方式，包括政务服务、公共服务等形式的创新，以提供更加优质、高效的服务。支持民间组织、社会工作者、志愿者等力量，发挥他们的专业化和特色化优势，为居民提供多样化、个性化的服务。

6. 结束语

本文基于层次分析法构建社区智能化建设的评价指标体系，通过检验所构建的指标体系，最终构建层次结构模型、计算不同指标内容的相对权值并对指标体系进行检验评价。最后利用评价指标体系对上海市社区的智能化建设进行评价发展上海市社区智能化建设等级良好。但在社会环境、技术创新、运营管理、人文体验方面还有待进一步提高，本文也从促进各主体协同参与、促进技术应用协同发展、建设多样化的智能社区、满足居民个性化需求四个方面给出了相关建议。

参考文献

- [1] 习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M]. 北京：人民出版社，2022.
- [2] 罗茜，龙海泉. 智慧社区建设存在的问题及对策分析[J]. 互联网周刊, 2022(8): 40-43.
- [3] 刘书燃. 智慧社区建设的探索和思考——以重庆市渝中区七星岗街道领事巷社区为例[J]. 重庆行政, 2022, 23(2): 52-54.
- [4] 吴伟斌. 智慧社区建设路径研究——以 FZ 市 QT 社区为例[J]. 上海商业, 2022(1): 14-16.
- [5] 李晴. 基于 AHP-模糊综合评价法的智慧社区建设评价研究——以 H 市为例[J]. 房地产世界, 2023(4): 48-51.
- [6] 周广辉. 大数据时代背景下智慧城市规划的理论与实践[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(11): 28-29.
- [7] 卢建平，刘静. “新基建”背景下智慧社区的建设方向及效益分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(5): 104-106.

- [8] 王群朋, 李凯凯, 王柏博, 等. 防疫常态化下中国基层社区智能化建设探析[J]. 科技与创新, 2023(19): 147-149.
<https://doi.org/10.15913/j.cnki.kjycx.2023.19.045>
- [9] 何思潼, 辜烁樨, 何欣倩, 等. 技术信任提升社区智能化服务发展: 结构性差异与政策促进[J]. 吉林广播电视大学学报, 2022(4): 24-26+86.