

数字技术赋能乡村人居环境治理的机制研究

付楠瑄, 刘子青, 丁静雅, 翁俊迪, 赵乐乐

武汉科技大学法学与经济学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2026年2月2日; 录用日期: 2026年2月14日; 发布日期: 2026年3月4日

摘要

当前, 乡村人居环境治理面临着资源分配失衡、治理主体效能不足、参与渠道梗阻等问题, 严重制约了乡村人居环境治理的现代化进程。而数字技术凭借其跨空间性、物联性以及智能计算能力, 为化解这些难题提供了关键支撑。本文基于数字中国建设赋能乡村振兴战略的背景, 系统剖析数字技术赋能乡村人居环境治理的作用机理、现实挑战以及优化路径。研究表明, 数字技术通过推动治理流程向扁平化转型、构建多元协同治理格局、完善长效治理机制, 有效提升了治理效能。然而, 在实践过程中, 仍面临数字基础设施薄弱、主体数字素养欠缺、技术与产业及治理赋能程度较浅、制度保障与激励机制缺失等诸多制约因素。基于此, 本文提出筑牢“数字基建 + 传统基建”双支撑体系、深化数字技术赋能绿色发展、推动农业智能化改造与数字化转型、强化主体赋能与制度保障等政策建议, 旨在为推进乡村人居环境治理的数字化、智能化转型, 实现乡村治理现代化提供理论依据与实践指导。

关键词

乡村人居环境, 数字技术, 数字化, 智能化

Research on the Mechanism of Digital Technology Empowering Rural Living Environment Governance

Nanxuan Fu, Ziqing Liu, Jingya Ding, Jundi Weng, Lele Zhao

School of Law and Economics, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei

Received: February 2, 2026; accepted: February 14, 2026; published: March 4, 2026

Abstract

Currently, the governance of rural living environments faces challenges such as imbalanced resource allocation, insufficient effectiveness of governance entities, and obstructed participation channels,

文章引用: 付楠瑄, 刘子青, 丁静雅, 翁俊迪, 赵乐乐. 数字技术赋能乡村人居环境治理的机制研究[J]. 现代管理, 2026, 16(3): 26-35. DOI: 10.12677/mm.2026.163060

which severely constrain the modernization process of rural living environment governance. Digital technology, with its cross-spatiality, interconnectivity, and intelligent computing capabilities, provides critical support for addressing these issues. Based on the background of digital China construction empowering the rural revitalization strategy, this paper systematically analyzes the mechanisms, practical challenges, and optimization paths of digital technology in empowering rural living environment governance. The study shows that digital technology effectively enhances governance efficiency by promoting the flattening of governance processes, building a multi-stakeholder collaborative governance framework, and improving long-term governance mechanisms. However, in practice, there are still many constraints, including weak digital infrastructure, insufficient digital literacy among entities, shallow technological and industrial empowerment, and the lack of institutional safeguards and incentive mechanisms. In light of this, the paper proposes policy recommendations such as consolidating the “digital infrastructure + traditional infrastructure” dual-support system, deepening digital technology empowerment for green development, promoting intelligent transformation and digitalization of agriculture, and strengthening entity empowerment and institutional safeguards. These aim to provide theoretical basis and practical guidance for advancing the digital and intelligent transformation of rural living environment governance and achieving the modernization of rural governance.

Keywords

Rural Living Environment, Digital Technology, Digitization, Intelligentization

Copyright © 2026 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

乡村人居环境是村民生活主要场所，其质量关乎村民幸福感与获得感，体现乡村振兴战略成效。习近平总书记指出“建设宜居宜业和美乡村是农业强国应有之义”[1]，党的二十届四中全会强调“宜居宜业是乡村振兴关键”，乡村人居环境治理是乡村治理的关键，推进其现代化是解决城乡环境治理失衡难题的着力点。自二十届四中全会召开以来，党中央全方位布局深化乡村治理，构建“共建共治共享”格局，推动“自治、法治、德治”融合，出台《乡村全面振兴规划(2024~2027年)》，专项部署农村人居环境整治与生态宜居建设，彰显对乡村人居环境治理的重视与考量。这些政策举措和制度安排，为乡村环境善治、走向生态繁荣提供方向指引与政策保障。

乡村人居环境治理旨在均衡城乡发展，以整治提升人居环境为核心，改善乡村生产生活条件，实现环境美、百姓富的目标。其矛盾包含城乡环境治理资源分配不均、管护机制不健全以及地理空间造成的治理效能落差。受城乡二元结构影响，资源向城镇集中，导致乡村环卫设施滞后、管护缺位；村级整治资金匮乏，环境监测等工作难以常态化；城乡经济差距使青年劳动力外流，治理主体力量和专业人力不足。同时，留守村民信息受限、参与渠道不畅，环保与自治意识淡薄，“三治”¹机制衔接不畅，导致整治效率低、成果难巩固。为此，需打通城乡治理联动通道，均衡资源分配，同步治理信息，让更多主体参与。数字技术的跨空间性、物联性和智能计算能力，能破解治理中的核心难题，为乡村人居环境治理现代化提供关键支撑。

在乡村振兴战略深入推进[2]与数字中国建设加速落地[3]的背景下，数字技术为乡村人居环境治理提供了全新路径，其在资源调配、污染监测、服务优化等领域的应用潜力已得到初步挖掘，但从实践需求

¹三治指：自治、法治、德治。

与治理实效来看，数字技术赋能乡村人居环境治理机制的研究仍存在几个方面明显不足，难以充分支撑数字技术与乡村人居环境治理的深度协同。一是乡村数字配套基础设施薄弱，资源分散、重复建设与整合不足，现有研究缺乏系统性布局优化与资源共享机制设计，制约数字技术普及与效能发挥。二是基层干部数字治理思维滞后、村民数字素养偏低且应用意愿薄弱，形成数字化内生阻力，现有研究对现实障碍剖析不足，缺乏针对性能力提升与参与激励方案，导致技术赋能难以下沉。三是数字技术与乡村产业、人居环境治理融合度不足，农业智能化数字化水平低，现有研究未充分挖掘其在环境监测、生态保护等方面的应用潜力，限制对乡村绿色发展与人居环境治理的支撑。四是乡村数字化转型缺乏有效制度保障与激励措施，现有研究对政策衔接、资金支持等制度建设关注不足，未系统构建长效机制，且对多元主体参与动力与权益保障研究欠缺，影响工作可持续与系统性推进。

针对这些研究短板带来的现实挑战，本文将从以下方面对已有的数字技术赋能乡村人居环境治理机制的研究做出改进：坚持由政府主导构建“数字基建 + 传统基建”一体化支撑体系，为数字平台发展奠定坚实基础；坚持绿色发展道路，依托数字技术优化清洁能源供给结构，构建数字化生态监测网络，搭建数字化环境监管系统；开展系统性的村民主体意识建设和能力赋权，激发其主动参与人居环境治理的内生热情，构建“政府引导、村民主体、多方协同”的共建共治共享治理格局。基于乡村在技术适配、治理协同、制度建设等方面面临的实践探索与挑战，深入探讨数字技术赋能乡村人居环境改善的理论机制与实践方法，为推进乡村治理现代化提供理论依据。

2. 作用机理

数字基础设施作为农村人居环境数字化治理的核心支撑体系，通过搭建治理平台整合环境数据，优化治理流程、明晰主体权责，推动乡村人居环境治理智能化转型，并促进可持续治理机制的构建和完善。其作用机理如图 1 所示。

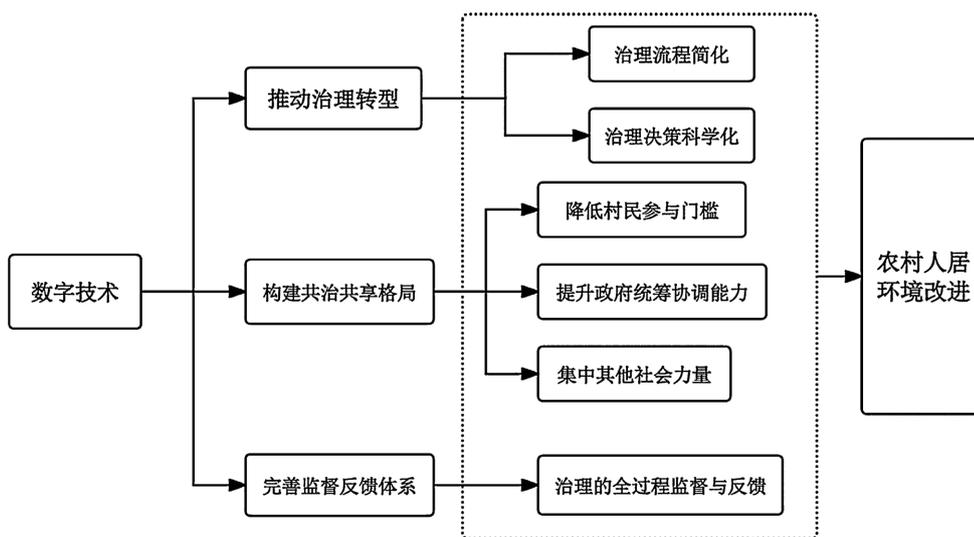


Figure 1. The mechanism of digital technology in rural living environment governance

图 1. 数字技术赋能乡村人居环境治理的作用机理

2.1. 提升乡村治理效率，推动治理转型

数字技术通过信息化手段，优化了农村人居环境治理的资源配置和决策效率，使得农村人居环境治理能够更好地实现信息互联和资源共享，提升治理效果。

从乡村事务处理流程来看，数字技术推动治理模式从“层级化传导”向“扁平化闭环”转型，大幅压缩信息流转与执行周期，规范治理流程，促进乡村治理标准化[4]。传统治理中，农村环境问题需经村民-村委会-乡镇政府-职能部门多层次上报、批转，易产生信息损耗、权责模糊、响应迟缓等问题，处置周期较长。而5G、大数据平台、智能终端等数字技术的协同应用，压缩信息流转周期、明确各级权责，推动基层组织从被动传导转向协同统筹，权力运行实现“上下联动、双向负责”。实现“标准量化、流程固化、责任到人”，从制度层面规避传统治理的主观性弊端。

从乡村决策依据来看，数字技术通过数据整合与分析，为治理决策提供科学化支撑，避免传统治理中的“盲目施策”，将决策由原本的经验主导转变为经验和数据共同主导，例如，依托物联网终端、卫星遥感、政务数据平台等技术，可同步采集乡村水体水质、空气质量，以及当下乡村公共服务使用情况等生活治理数据，让乡村治理决策更贴近地方环境需求，更符合人民生活需要。

数字技术实现了执行流程的优化，强化了数据赋能，破解传统农村人居环境治理中“响应慢、处置乱”的痛点，实现治理效率的系统性提升。

2.2. 增强多方主体的协同治理，构建共治共享格局

信息共享与互动平台作为打破传统治理的工具，打破了信息孤岛，协助构建多元共治体系，破解传统治理中“政府单一主导、公众参与不足”的困境，激发农民在人居环境治理中的创新作用，让村民从弱参与、被动参与、形式化参与、碎片化参与的“被动”转变为“主动”[5]。

对村民而言，数字技术为其参与治理提供了便捷化、低门槛的渠道，让村民不再是单向的被管理者，而是乡村建设的共同发起者。依托网络等载体，村民可随时通过照片、留言及电话等方式将人居环境中存在的不便因素及时向上反馈，也可参与环保条款制定，公共设施改造等公共事务讨论。以山东济宁邹城市“君子故里·智慧南宫”管理平台为例，平台上线“发布矩阵”模块，开辟乡村数字化信息发布新场景后，村民可以在线上随时查看村情要闻、政策文件、通知公告、三务公开等信息，使村民更好地获悉村情村务，了解乡村动态。²

对政府而言，数字技术帮助其提升统筹协调能力、改变了传统治理中“信息不对称、调度不及时”的困境，大幅提升了政府对基层信息的掌握程度。通过数字平台，政府可实现治理全流程的可视化管控，实时掌握环境问题处置进度、民生诉求办结情况、社会资源对接成效，精准督办薄弱环节。同时，数字平台作为信息传递平台，拓宽了村民的公共意识培养渠道，通过推送科普视频、公益口号等通俗化内容，普及垃圾分类等环保知识、培养村民们的公共爱护意识，提升村民环保素养与治理参与能力。

对其他社会力量而言，数字平台搭建了精准对接乡村治理需求的桥梁，打破了治理资源分散的壁垒。例如，志愿组织可借线上募捐渠道，筹集垃圾分类设施建设资金；环保企业可通过平台承接乡村污水治理、生态修复项目；科研机构可基于监测数据，为乡村提供定制化治理方案。

这种以政府为核心、数字技术为纽带的多元协同机理，通过信息透明化减少协同摩擦，凝聚起治理合力，使农村人居环境治理从“政府独唱”转变为“多方合唱”。

2.3. 完善监督反馈体系，促进治理可持续发展

数字基础设施为农村人居环境治理提供了长期可用的工具。在实践过程中，数字技术突破原本治理过程中预警滞后、跟进缺乏、反馈不足等问题，建立起乡村治理信息网，对乡村人居环境存在的问题进行全流程，多角度的监督与反馈，推动了乡村治理的可持续发展[6]。

建立治理前的风险预防预警机制，推动乡村人居环境治理从“事后补救”向“事前预防、事中干预”

² 《山东济宁邹城市：数字赋能打开乡村网格化治理新局面》，《学习强国》2024年5月22日。

转变。依托物联网、大数据等技术，搭建“空天地人”多角度监测网络，对秸秆焚烧、污水排放、畜禽养殖污染等重点场景进行全天候实时监测；同时，运用算法模型估计污染扩散趋势，提前采取防控措施。如福建南安罗东镇在全镇布设多个环境监测设备，实时捕捉 PM2.5、PM10 等污染物浓度变化。一旦数据出现异常波动，系统会自动分析溯源，迅速锁定秸秆焚烧、工地扬尘等问题高发区域。³

建立治理中的动态评估机制，使治理措施更加适配治理过程中环境的动态变化，保障治理的有效性与持续性。例如在乡村污水治理中，数字平台通过记录治理全流程数据，分析治理前后水中污染物含量变化，对治理效果、资源使用效率进行量化评估。基于评估结果，精准识别治理过程被忽略的细小问题并及时采取措施，优化治理策略与资源配置，以达到更好的治理跟进效果。

建立治理后的持续反馈机制，巩固治理成效、防范问题反弹。数字平台通过协助政府收集治理后的相关信息，如治理后现状如何、村民对改善后的环境满意度等，对收集到的反馈信息进行研判分析，定期对人居环境进行治后维护与完善，精准补齐治理短板。同时，将其转化为未来优化治理政策、完善防控措施的具体依据，改进治理方法，为农村人居环境治理政策的长期落地、持续推进提供坚实技术支撑。

农村人居环境治理并非阶段性工作，数字技术为其寻求了新的突破：对治理的全过程进行监督并及时反馈。实现了精细化管理和动态化监督，推动农村人居环境治理从传统模式向数字化、智慧化转型，确保治理措施的持续性和有效性，更加贴合未来发展需求。

3. 现实挑战

数字技术是推动乡村人居环境治理现代化、落实国家数字中国与乡村振兴战略的重要力量。在当今时代，数字浪潮奔涌向前，互联网、大数据、人工智能等数字技术为乡村环境领域人居治理的策划、管理、服务等带来了前所未有的便利，为人居环境治理智慧化，数字化赋能。到目前为止，我国行政村通光纤和 4G 基本已经实现所有行政村“村村通宽带”。与此同时，根据中国互联网络信息中心第 56 次《中国互联网络发展状况统计报告》，截至 2025 年 6 月，我国农村地区互联网普及率为 69.2%，农村网民规模达 3.22 亿人^[7]。我国数字技术的不断发展，推动了乡村农业的进步、文旅的发展、人居环境的改善，响应“三农”工作的号召，推动乡村振兴的实现。

然而，理想的图景始终与现实的时间存在着差距。即使数字技术为人居乡村环境治理已经初有成效，当前却也面临数字基础设施的覆盖不足，资源比较匮乏，居民的数字素养与意识欠缺带来的“内生阻力”、技术对乡村赋能程度不足、制度保障缺失等多重制约，需要进一步进行系统破解以提升乡村治理效能，从而推动乡村人居环境治理数字化从“有”到“优”发展。

3.1. 乡村配套数字基础设施不足，资源分散匮乏

数字基础设施是实现数字技术赋能乡村人居环境治理的“血管”与“神经”，其发展水平直接决定了对乡村人居环境治理的范围、效率与效果。不可否认的是我国目前的乡村数字基础设施建设效果显著，但对标我国现代化的要求，仍存在数量不足，资源匮乏分散的问题。

我国的互联网大多集中于乡镇驻地或主要道路沿线，而部分乡村“神经末梢”仍存在疏忽。而那些恰恰需要重点监测的影响人居环境治理的对象如污水处理设施、生态敏感的河渠和分散的垃圾回收处等分散式公共用品，却常常面临信号“失联”的窘境。这种失联问题往往会使数据采集出现漏洞，出现难以确定污水排放和化粪池是否溢出，垃圾是否需要清理等情况，让数字基础的准确实施、服务与监管有所失误。在农村宽带方面，根据 2025 年通信业统计公报，截至 2025 年底，我国农村宽带用户总数达 2.04 亿户，较去年提升约 2.25%，提升较为缓慢；同时，2025 年农村宽带接入用户占比仅仅约 29.6%，

³《泉州南安罗东：科技网格双驱动，绘就乡村“生态答卷”》，《中国网》2025 年 8 月 28 日。

[8]农村宽带有很大的发展空间。在乡村网民规模方面,截至2025年6月我国网民规模达11.23亿人,其中农村网民规模达3.22亿人[9],仍存在部分人员无法接触网络与部分农村网民会“上网”但是不会“用网”的问题。此外,由于污水监测、村容监控等数字技术难以直接获利,具有公共属性,难以激励宽带运营商进行投资建设,进一步加剧信号的“失联”情况。

乡村数字资源分散匮乏,一方面是因为数据不足,在乡村生产生活过程中产生的如每日垃圾产量、农户污水排放规律、能源消耗、公共照明等数据信息,由于缺乏必要的感知设备或记录手段,大多也难以记录,导致很大部分数据信息缺失。另一方面,是因为农村的数据壁垒严重[10],农村的农业情况、住房建设、生态环境等属于不同的职能部门,其往往拥有独立的信息管理平台,根据不同技术标准收集数据,且往往数据封闭,从而导致“信息茧房”。而乡村人居环境治理是典型的综合性的系统工程,往往需要跨领域数据的关联分析,如污水治理所涉及的管道布局需要与改善厕所的管道设计相关联,厕所改善要与改善村容相配合,但坚固的信息壁垒会使得跨部门协同治理困难重重[11]。

3.2. 主体能力与认知局限形成内生阻力

人是实现数字技术赋能乡村人居环境的“心脏”,具有关键性作用。乡村人居环境治理的主体主要包含基层干部与乡村居民。

基层干部是进行数字技术赋能乡村人居环境治理的“枢纽”。然而,部分基层干部对数字技术的理解十分浅层,仅仅停留在为乡村配备系统、添置设备的层面,而缺乏将数据转化为治理决策的能力,如污水处理设施应与季节变化相结合,不能只看报表;改善乡村厕所应完善后期处理保障,收集农民意见等。基层干部的数字治理意识的缺乏往往会导致部分基层干部在推动数字技术赋能乡村人居环境治理时,总是注重形式而忽视实效,一味的凑数据而非通过这些数据发现问题并从而改善,难以让技术匹配人居环境治理的需求,难以真正发挥数字技术对乡村人居环境治理的有效赋能。

乡村居民是实现数字技术赋能乡村人居环境治理的“主力军”。但是随着我国老龄化,乡村空心化,留守儿童等问题突出,乡村居民中有很大大一部分的数字素养低,对数字技术赋能乡村人居环境治理产生内生阻力[12]。一方面,乡村居民数字认知局限会导致面向村民的便利服务和信息公开服务难以产生作用,如对于污水治理,居民需通过小程序进行上报个人使用损坏情况,如果小程序操作困难,居民就难以甚至不愿及时反馈;对于村容的维护监督,如果上报流程繁琐,部分居民宁可无视也不愿意上报。另一方面,乡村居民长期地难以参与会进一步降低其使用数字工具参与乡村环境治理的意愿、积极性与获得感。对于具备基础操作能力的居民,如果屡次上报污水错误排放、垃圾乱倒,厕所损坏等人居环境问题,却没有得到及时的改善响应,其热情也会急速消退。人居环境治理无法为村民带来可视化的直接利益,仅凭责任驱动长此以往,其参与和应用的意愿也会下降。乡村居民参与的缺失,会使得数字技术赋能失去重要的信息数据来源与监督力量,失去民心民意,为实现乡村人居环境治理带来内生阻力。

3.3. 数字技术产业对乡村人居环境治理赋能程度不足

数字技术赋能乡村人居环境治理不能只浮于表面,而是要与乡村的生产、生活进行交融,从而推动产业转型、绿色发展、乡村居民人居环境改善、生活质量与幸福感提升。然而目前的数字技术对乡村人居环境治理的赋能程度不足。

一方面,乡村农业生产数字化滞后使得难以进行绿色转型和有效管控。农业生产中的化肥农药过量使用、秸秆焚烧、畜禽养殖产生的废弃污染物等处理不当,会对村容村貌和人居环境带来污染。数字技术赋能乡村人居环境治理,可以从农业生产环节切入,促进传统农业转型,节能减排,绿色发展,改善环境。然而,我国农业生产经营数字化智能化水平较低。我国的农业生产信息化率整体偏低,根据我国

农业农村部发布的《中国数字乡村发展报告(2022年)》，我国农业生产信息化率仅仅 27.6%；全国智慧农业平台还未基本建成。同时乡村往往是小规模家庭经营，难以承担智能监测设备、精准灌溉系统等资金投入和应用知识。农业生产环节的短板，会让人居环境治理始终停留在乡村清扫和垃圾回收的表层。

另一方面，乡村的数字化赋能生活较为表象化，与人居环境治理联动不足。在乡村居民的生活领域，数字技术应用更多体现在线上办理事务、信息精准推送、数字娱乐等方面。这些应用固然提升了生活便利性，却与人居环境治理环境的关联较弱。例如，现有的垃圾分类 APP 可能仅提供知识科普和回收点查询功能，未能与智能分类垃圾桶、清运车辆 GPS 调度系统等数据平台实现信息共享协同，难以对居民的准确分类行为进行实时激励；智能水务只提供抄表行为，而没有对居民用水进行分析，提供改善，最终难以切实激励帮助乡村居民进行人居环境治理改善。

3.4. 缺乏有效制度保障与激励

在各地积极探索“数字乡村”实践的过程中，一个难题日益凸显：相关的制度框架尚不健全，同时缺乏能够驱动各方持续参与的激励体系。两方面交织，对数字技术赋能乡村人居环境治理产生制约。

一方面，我国缺乏有效的法律法规制度保障。在数字技术赋能乡村人居环境治理的法律规范上存在着模糊地带。例如，乡村环境数据(如宅基地信息、污水排放监测数据等)的采集和使用，涉及隐私与权属问题。目前缺乏清晰有效的法律界定，导致基层干部在操作时顾虑重重^[13]，既担心数据收集不全影响治理，又害怕触及法律红线，直接影响了乡村人居环境治理的数字化进程。除此之外，乡村各部门、各层级推行的数字平台或系统，往往会有数据格式不一和接口互不开放的问题，缺乏统一“数字中枢”进行协同调度，容易出现多头管理、重复建设或责任推诿的问题。

另一方面，政府对参与人员的激励不足。乡村人居环境治理数字化往往是一个长期过程看，成效往往周期长，污水管道监测预警、垃圾溢满改善情况等人居环境改善情况往往难量化，都会导致基层干部压力大，负荷高，从而降低其管理意愿。而对于乡村居民来说，参与的激励动力不足，APP 反映的问题不能及时解决会大大降低其参与感与信心。对于企业参与者来说，这种乡村人居环境治理的投入如为污水处理设备加装监控模块，即使单个成本不高，但要保证区域覆盖，所涉及资金往往数额大，回报周期长，难以获得市场收益，面临较大风险，如果没有税收优惠，制度保障往往难以吸引第三方进行投资发展。

4. 政策建议

为进一步推动数字技术在乡村人居环境治理中的深度应用并放大其成效，需要从基础设施、生态融合、产业驱动及主体赋能等多个维度协同施策，构建系统完备、运转高效的治理新格局。

4.1. 筑牢双基建支撑底座，夯实数字治理硬件根基

基础设施是数字技术在乡村人居环境治理中发挥效用的基石，其建设水平直接关系到技术应用的深度、广度与稳定性。必须坚持政府主导，构建“数字基建 + 传统基建”⁴双轮驱动的一体化支撑体系。

在数字基础设施建设层面，应精准聚焦城乡数字鸿沟这一核心症结，持续加大财政专项资金投入力度，并辅以差异化的政策倾斜。首要任务是全面推进 5G 基站、光纤宽带向行政村、自然村延伸覆盖，重点优化偏远山区、丘陵地带等网络薄弱区域的信号质量与稳定性，确保数字治理平台的数据传输速率与实时性。同时，需系统性布局物联网感知终端，如环境监测传感器、智能垃圾桶、视频监控设备等，并科学设置乡村数据采集节点，搭建统一标准、互联互通的一体化数字底座，从而实现对乡村人居环境关键

⁴雄安新区智能城市建设标准体系框架(1.0 版本)和第一批成果发布会。

数据的全面感知、实时上传与高效处理分析。

在传统基础设施配套层面，应秉持“数字赋能 + 实体联通”的发展导向。一方面，升级改造乡村交通路网，规划建设农产品运输专线、数字农业产业园快速连接线，彻底打通农产品“最初一公里”的运输梗阻。另一方面，全面完善乡村水利设施，保障灌溉用水与生活用水；升级改造农村电网，提升电力供应的稳定性与可靠性，为各类数字化应用提供坚实的能源与水利保障，最终形成“数字基建赋能治理创新、传统基建保障运行畅通”的协同发展格局。

4.2. 深化绿数融合实践，提升生态环境治理效能

将绿色生态保护理念与数字技术深度融合，是实现乡村自然环境改善与人居品质提升双向赋能的关键路径。

在清洁能源替代领域，应依托数字技术优化乡村能源供给结构。运用大数据分析技术，结合区域资源禀赋与用能需求，科学规划太阳能光伏电站、小型风电等清洁能源设施的布局与容量。搭建村级或区域性智能能源调度平台，对清洁能源的生产、存储、分配与使用进行全流程动态监测和精准调控，最大限度提升清洁能源消纳比例，降低对传统化石能源的依赖，从而减少碳排放、空气污染与生态破坏。

在生态保护强化方面，运用数字技术构建全方位、立体化的生态监测网络。通过部署传感器、卫星遥感、无人机巡护等手段，实时追踪空气 PM_{2.5}、水质 COD、土壤重金属含量等关键生态指标。利用人工智能算法对监测数据进行智能分析，精准识别乱砍滥伐、非法排污、过度养殖等生态破坏行为，并实现早期预警，显著提升生态执法的精准性、时效性与威慑力。建立生态治理数字化台账，将各项治理任务的完成情况、生态指标的改善程度与地方政府及相关责任人的绩效考核机制紧密挂钩，强化生态保护的刚性约束。

在污染治理升级方面，搭建一体化的数字化环境监管系统，对乡村生活污水、生活垃圾、畜禽养殖废弃物处理的收集、运输、处置全流程进行可视化、智能化监控。运用大数据算法优化处理工艺参数，提升处理效率和污染物去除率；同时优化收运路线规划，降低运输成本和能耗。积极推广智能化、无害化处理新技术、新模式，如智能垃圾分类回收设备、小型一体化污水处理设施等，有效遏制水、土、气各类污染，打造生态优美、宜居宜业的乡村环境。

4.3. 驱动农业智改数转，夯实环境治理经济支撑

乡村经济的可持续发展是人居环境长效治理的根本物质保障。必须以数字技术为核心驱动力，全面推动农业产业转型升级，为环境治理持续注入内生动力。

在农业生产智能化方面，集成物联网、大数据、人工智能、区块链等数字技术，构建从种养到采收的全流程智慧农业生产体系。通过部署各类传感器设备采集土壤墒情、气象信息、作物长势等数据，经云端平台分析处理后生成精准种植、养殖方案。大力推广智能灌溉、智能温控、病虫害智能识别与绿色防控等技术，实现农业生产从“经验驱动”向“数据驱动”的根本性转变^[14]，显著提升农产品产量与品质，减少化肥、农药等投入品的过量使用，降低面源污染。建设一批高标准数字农业示范园区，培育壮大规模化、智能化农业经营主体，通过“公司 + 合作社 + 农户”等模式带动小农户融入智慧农业发展链条，有效破解传统农业生产效率低下、资源浪费、环境污染等难题。

在乡村产业多元化方面，借助数字技术激活乡村经济发展新动能。搭建或引进成熟的农村电商平台、农产品溯源系统，整合生产、加工、物流、销售等供应链资源，拓宽农产品销售渠道，提升品牌影响力和附加值。积极培育农业与文旅、康养、教育等产业深度融合的新业态，运用 VR、AR 等技术打造沉浸式乡村旅游体验项目，开发数字文创产品，推动乡村经济从单一农业向“农业+”多业态融合转型。通过农

业智能化转型和产业多元化发展,实现农民经营性收入和工资性收入双提升,壮大村集体经济实力,为农村人居环境整治提升工程提供稳定的资金支持,形成“经济发展-环境改善-民生提升”的良性循环。

4.4. 强化主体意识赋能,激活村民共建共享动能

受过去政府管理路径依赖的思维惯性影响,基层政府尚未跳出传统自上而下的管理思维,习惯于采取运动式治理方式[5]。然而,村民作为乡村人居环境治理的核心主体,其参与意愿、认知水平与行动能力直接决定治理成效的可持续性。因此,必须开展系统性的村民主体意识建设和能力赋能,激发其主动参与人居环境治理的内生热情,构建“政府引导、村民主体、多方协同”[15]的共建共治共享治理格局。

培育数字治理认知与环保理念,构建多元化、精准化的宣传教育体系。充分利用村广播、宣传栏、村民大会等传统阵地,结合微信公众号、短视频、直播等数字化传播渠道,用通俗易懂的语言和案例,深度解读数字技术赋能人居环境治理的政策内涵、成功案例与实际效益,普及环保知识、卫生习惯和可持续发展理念。通过持续宣传,破除村民对数字技术的陌生感、畏惧感与抵触情绪,显著提升其对数字治理的认同感、对环境保护的责任感以及主动参与治理的意识。

提升村民数字技能与参与能力,针对不同年龄段、不同文化水平的村民群体开展分层分类的数字技能培训。为青壮年村民开设电商运营、直播带货、农业生产 APP 操作、数据分析等实用性强的进阶课程;为中老年村民开展智能手机基础操作、在线办事流程、防网络诈骗等基础技能培训。通过培训,有效提升村民运用数字技术参与环境治理、发展生产经营、获取公共服务的能力。

搭建便捷化参与机制与激励平台,开发并推广面向村民的数字化参与平台,如微信小程序、村级 APP 等,设置意见征集、在线投票、问题上报、进度查询、成效评价等功能模块,建立村民诉求快速响应与及时反馈机制,让村民能够便捷、高效地参与到人居环境治理规划、实施、监督、评估的全过程。同时,通过设立“环保积分”、“文明家庭”评选、物质奖励与精神激励相结合等方式,充分调动村民参与环境整治、垃圾分类、污水治理、绿化管护等具体事务的积极性和创造性,推动其从“旁观者”“被动接受者”真正转变为乡村人居环境的“积极参与者”“直接建设者”和“最终受益者”,凝聚起共建美好家园的强大合力。

基金项目

武汉科技大学大学生创新创业训练计划项目(S25047);湖北省教育厅哲学社会科学基金项目(24Y066);湖北非营利组织研究中心课题(HBNOP202203)。

参考文献

- [1] 吴灿. 建设好宜居宜业和美乡村[N]. 人民日报, 2025-12-02(09).
- [2] 中共中央国务院印发《乡村全面振兴规划(2024-2027年)》[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/202501/content_7000493.htm, 2025-01-22.
- [3] 国家数据局综合司印发《数字中国建设 2025 年行动方案》[EB/OL]. https://www.nda.gov.cn/sjj/zhuanti/sjzgzxd/sjzgf/0605/20250516160504500412691_pc.html, 2025-05-16.
- [4] 赵鑫. 数字技术赋能农村人居环境治理的内在机理及提升路径[J]. 中国集体经济, 2024(11): 8-11
- [5] 张诚, 刘旭. 农村人居环境数字化治理: 作用机理、现实挑战与优化路径[J]. 现代经济探讨, 2023(5): 109-118.
- [6] 杨濡月. 数字化转型背景下农村人居环境治理的作用机理及优化路径探析[J]. 改革与开放, 2024(9): 31-35+50.
- [7] 中国互联网络信息中心. 第 56 次《中国互联网络发展状况统计报告》[EB/OL]. <https://www.cnnic.cn/n4/2025/0721/c88-11328.html>, 2025-07-21.
- [8] 中华人民共和国工业和信息化部. 2025 年通信业统计公报[EB/OL]. https://www.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/txy/art/2026/art_5c99d65350f7452f999e8efcb1ee2d6a.html, 2026-01-18.

-
- [9] 农村农业部新闻办公室. 《中国数字乡村发展报告(2022年)》发布[EB/OL]. https://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202303/t20230301_6421963.htm, 2023-03-01.
- [10] 师方媛, 何睦. 中国式现代化进程中数字经济赋能农村共同富裕的路径探析[J]. 商业经济与管理, 2024(7): 67-74.
- [11] 李健. 数字技术赋能乡村振兴的内在机理与政策创新[J]. 经济体制改革, 2022(3): 77-83.
- [12] 沈费伟, 崔钰. 数字乡村高质量发展的功能发挥与价值重塑——基于多功能乡村理论的探讨[J]. 贵州财经大学学报, 2026(1): 1-11.
- [13] 汪振, 唐惠敏. 数字下乡: 乡村产业振兴的技术实践与风险规避[J]. 农村经济, 2023(12): 53-61.
- [14] 鲍雅茹. 从“应急之治”到“系统之治”: 国家总体应急预案的价值转向与制度创新[J]. 城市与减灾, 2025(3): 18-22.
- [15] 徐松林. 国土空间规划背景下的实用性村庄规划编制[J]. 工程建设与设计, 2025(20): 234-236.