未来农村污水治理路径与策略研究

王雨思
石家庄市审计局，中国・河北 石家庄 050011

摘　要：随着乡村振兴战略的深入推进，农村生活污水治理已成为改善人居环境、建设生态宜居乡村的关键环节。论文在分析当前农村生活污水治理现状与挑战的基础上，系统探讨了未来农村污水治理的主要路径与发展策略。文章提出，未来治理工作需以因地制宜为核心原则，构建以资源化、智慧化、集成化为导向的技术体系，并强化政策支持与长效运维机制，从而实现农村污水治理从“有”到“优”、从处理到循环的转型升级，为农村可持续发展提供坚实的环境基础。

关键词：农村污水治理；未来路径；资源化利用；智慧运维；综合治理

Research on Future Pathways and Strategies for Rural Sewage Treatment

Wang Yusi
Shijiazhuang Municipal Audit Bureau, Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

Abstract: With the deepening implementation of the rural revitalization strategy, the treatment of rural domestic sewage has become a key link in improving the living environment and building an ecologically livable countryside. Based on an analysis of the current status and challenges of rural domestic sewage treatment, this paper systematically explores the main pathways and development strategies for future rural sewage treatment. The article proposes that future treatment efforts should take adapting to local conditions as the core principle, build a technology system oriented towards resource recycling, intellectualization, and integration, and strengthen policy support and long-term operation and maintenance mechanisms. This will achieve the transformation and upgrading of rural sewage treatment from “having” to “optimizing”, and from treatment to recycling, providing a solid environmental foundation for sustainable rural development.

Keywords: Rural sewage treatment; Future pathways; Resource utilization; Intelligent operation and maintenance; Comprehensive treatment

0 前言

农村生活污水治理是农村人居环境整治的突出短板，亦是美丽乡村建设的核心内容。经过近年来的持续努力，中国农村污水治理取得了初步成效，但依然面临治理覆盖率不高、技术适配性不强、长效管护机制不健全等挑战。面向未来，为实现“十四五”规划目标及乡村振兴的宏伟蓝图，亟须探索出一条符合中国农村实际、高效可持续的污水治理新路径。本研究旨在梳理未来治理趋势，提出系统性的发展策略，为下一阶段的农村污水治理工作提供方向性参考。

1 未来农村污水治理的核心原则：因地制宜与分类施策

未来农村污水治理的首要原则是彻底摒弃“一刀切”模式，坚持因地制宜、分类施策。

1.1 科学分区分类

根据村庄布局、人口规模、地理环境、经济水平、出水去向等影响因素，将村庄划分为不同的治理类型。对于人口聚集、毗邻城镇的村庄，优先纳入城镇污水管网系统；对于布局相对集中、条件适宜的村庄，建设村级集中式污水处理设施；对于居住分散、地形复杂的山区、丘陵地区，则推广低成本、易维护的分散式处理技术，如改良化粪池、小型人工湿地等。

1.2 技术精准匹配

治理技术的选择必须与当地实际需求高度匹配，绝不能脱离区域发展水平和管理能力搞“一刀切”或盲目追求高标准。科学合理的技术选型是农村污水治理成功的关键前提。在具体决策过程中，应建立多维度评估体系，综合考量技术的处理效率、稳定性、抗冲击负荷能力等性能指标，同时深入分析其全生命周期成本，包括初期建设投资、日常运行能耗、药剂消耗、设备折旧以及维护更新费用。尤其要重视运行费用的可持续性，避免因电费、人工或药剂成本过高而导致设施闲置。此外，技术的管理难度必须与当地的运维能力相适应。在偏远或技术力量薄弱的村庄，应优先选择操作简便、自动化程度高、抗干扰能力强的低维护型工艺，如稳定塘、人工湿地、一体化 MBR 设备等，避免采用需要专业人员频繁调试的复杂系统。同时，还应结合当地气候条件（如寒冷地区防冻）、地形地貌（如山区布管难度）、人口分布（集中或分散）以及出水去向（排入水体、回用或下渗）

等因素进行综合比选。通过建立“技术适配性评估矩阵”，实现从“以技术为中心”向“以需求为中心”的转变，确保所选技术真正实现“建得起、用得起、管得好、可持续”，最终达成环境效益、经济效益与社会效益的协调统一 [1]。

2 未来农村污水治理的技术方向：资源化与智慧化

技术创新是推动未来农村污水治理发展的根本动力。

2.1 资源化利用技术

未来的农村污水治理理念正加速从传统的“末端处理、达标排放”向“资源回收、循环利用”转型升级。这一转变不仅顺应生态文明建设的总体要求，也深度契合乡村振兴背景下发展绿色循环农业的战略方向。在这一新范式下，污水不再被视为需要 costly 处理的废弃物，而是被重新定义为蕴含水、氮、磷、有机质等可利用资源的“城市矿产”。其中，氮、磷作为农业生产不可或缺的营养元素，其回收利用具有显著的生态与经济价值。例如，采用鸟粪石（$MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$）结晶法，可在污水处理过程中选择性地回收污水中的氨氮和磷酸盐，生成高附加值的缓释肥料，不仅有效削减水体富营养化风险，还可替代部分化学肥料，降低农业面源污染。该技术已在部分农村分散式处理站点试点应用，每吨污水可回收磷资源约 0.3~0.8g，具备良好的推广潜力。与此同时，处理后的尾水安全回用技术也日益成熟。通过深度处理（如过滤、消毒、人工湿地净化等），确保水质达到 GB 5084《农田灌溉水质标准》或城市绿化用水要求后，可用于农田灌溉、果园浇灌、村庄景观补水或道路洒水，显著减少对新鲜水资源的依赖。特别是在水资源紧缺的北方地区，尾水回用可有效缓解农业用水压力，提升水资源利用效率。此外，结合智慧灌溉系统，还可实现水肥一体化管理，进一步提升资源利用精准度。这种“以废养农、以水促绿”的闭环模式，不仅降低了污水处理的综合成本，还为农村地区构建“污水—资源—农业”循环链条提供了现实路径，真正实现从“污染治理”到“价值再生”的跨越，推动农村生态环境与农业生产协同发展 [2]。

以江苏省某生态村为例，该村采用“黑灰水分离 + 人工湿地 + 尾水回用”模式，实现了污水的资源化闭环利用。生活污水中厕所污水（黑水）经厌氧发酵后转化为沼气用于炊事，沼液经稳定化处理后作为有机肥施用于果园；洗浴、厨房等灰水则通过小型人工湿地净化后，用于村内绿化灌溉和景观补水。该模式年节约自来水约 1.2 万吨，减少化肥使用量 30% 以上，村民年人均环境收益提升约 800 元。类似地，在云南高原农业区，部分村庄探索将处理达标尾水用于高原特色作物（如蓝莓、中药材）滴灌，结合土壤养分监测系统，实现水肥一体化管理。这些实践表明，资源化路径需与当地农业结构、气候条件深度融合，方能实现生态与经济效益双赢。

2.2 智慧化运维管理

利用物联网、大数据、云计算和人工智能技术，构建农村污水治理智慧平台（见表 1）。通过安装在设施上的传感器，实时监控水质水量、设备运行状态、能耗等数据，实现远程监控、智能预警、故障诊断和派单维护。这能极大提升运维效率，降低人力成本，解决“重建设、轻管理”的痛点，保障设施长期稳定运行 [3]。

表 1 农村污水处理智慧运维平台核心功能对比

功能模块	传统运维方式	智慧化运维方式	提升效果
水质监测	人工采样，周期长	实时在线监测，数据自动上传	响应速度提升 90% 以上
故障预警	依赖经验判断	AI 算法分析异常趋势，自动报警	故障发现时间缩短至 1 小时内
运维调度	电话通知，效率低	APP 派单，GPS 定位维修人员	维修响应时间缩短 50%
成本管理	手工记账，易出错	能耗、药耗自动统计，生成成本报表	运维成本降低 15%~25%
数据归档	纸质档案，难追溯	云端存储，支持历史数据回溯与分析	管理透明度显著提升

3 未来农村污水治理的模式创新：整县推进与建管一体

3.1 推行整县制推进模式

未来鼓励以县为单元，统一规划、统一设计、统一建设、统一运营。这种模式有利于整合资金、优化资源配置、规模化采购降低成本和引入专业公司，避免项目碎片化，提升整体治理效率和效果。

以浙江省湖州市安吉县“整县推进”试点为例，该县通过统一招标引入专业环保公司，三年内完成辖区内 138 个行政村的污水设施改造，总投资约 2.3 亿元。通过规模化采购设备，单位建设成本较分散建设降低 18%；统一运维后，设施正常运行率从 62% 提升至 95% 以上。该模式还建立了“县—乡—村”三级监管体系，确保责任落地。

3.2 建立长效管护机制

探索建立“建管一体”的长效机制，是破解当前农村污水处理“重建设、轻管理”困局的关键路径。长期以来，许多地区存在设施建设与后期运维脱节的问题，导致部分设施“晒太阳”或运行效率低下。为此，必须从制度设计层面明确污水处理设施的产权归属、管理责任和运维经费来源，形成“谁建设、谁负责，谁运营、谁监管”的责任闭环。建议以县级政府为统筹主体，将设施建设与运维打包整合，推行“一体化”管理模式，避免出现权责不清、推诿扯皮现象。在此基础上，应积极推行第三方专业运营维护模式，通过政

府购买服务、特许经营或委托运营等方式，引入具备技术实力和管理经验的环保企业，对县域内或片区内的污水处理设施实行统一巡检、集中监控、专业维护。这种模式不仅能提升运维专业化水平，降低运行成本，还能借助企业技术力量实现数据化、智能化管理。同时，应建立科学的绩效考核机制，将水质达标率、设备运行率、群众满意度等指标纳入考核体系，实现“按效付费”，确保治理效果长期稳定、可持续。唯有如此，农村污水治理才能真正从“建得好”迈向“管得好、用得久”[4]。

4 未来农村污水治理的保障体系：政策支持与多方共治

4.1 强化政策与资金保障

持续加大中央和地方财政对农村污水治理的支持力度，是保障治理工作稳步推进的基础性条件。中央财政应通过专项转移支付、生态补偿资金、乡村振兴引导基金等渠道，加大对中西部地区、革命老区、民族地区和边远山区的倾斜支持力度；地方政府则应将农村污水治理经费纳入年度预算，设立专项资金，确保设施建设、运维补贴和监管能力建设的稳定投入。在此基础上，应积极推动绿色金融体系建设，鼓励政策性银行、商业银行开发针对农村环境治理的低息贷款、绿色债券和专项信贷产品，支持具备条件的项目申报国家绿色发展基金。同时，大力创新投融资模式，探索推广生态环境导向开发（EOD）模式，将农村污水治理与生态农业、乡村旅游、田园综合体等经营性项目捆绑实施，以未来产生的生态收益反哺环境治理投入，实现“以绿养治、自我造血”。例如，通过治理改善村庄水环境后，带动周边民宿经济、有机农产品品牌增值，形成可持续的回报机制，吸引社会资本以 PPP、特许经营、股权合作等方式积极参与。此外，还需完善配套政策体系，破除项目落地的制度性障碍。在用地方面，将农村污水处理设施纳入乡村公共基础设施用地保障范围，简化审批流程，优先保障项目用地需求；在用电方面，落实污水处理设施享受农业或居民用电价格优惠政策，显著降低运行成本。还可探索建立“以奖代补”“先建后补”等激励机制，对治理成效显著的地区给予额外资金奖励，激发基层积极性。唯有构建“财政引导、金融支持、社会参与、政策协同”的多元化投入机制，才能为农村污水治理提供持久动力，推动治理工作从“政府主推”向“多元共治”转变。

4.2 构建多方共治格局

明确政府、企业、村集体和村民的责任。政府负责规划和监管；企业提供技术和服务；村集体参与协调与监督；村民则需承担付费责任和参与日常监督，形成“共谋、共建、共管、共评、共享”的良好局面[5]。

村民参与机制的创新是共治的关键。部分村庄探索‘积分制’管理，村民按户缴纳少量运维费（如每月 5~10 元），并参与环境监督可获得积分，积分可兑换生活用品或减免费用。这种机制显著提升了村民的环保意识与参与积极性，形成良性循环。

5 结语

未来农村污水治理是一项复杂的系统工程，绝非单一技术或模式所能解决。它需要以因地制宜为根本，以资源化、智慧化为技术引领，以整县推进和建管一体为模式创新，以完善的政策和共治机制为保障，系统性地推进。唯有如此，才能切实破解当前农村污水治理的困境，实现治理体系与治理能力的现代化，为建设绿水青山的美丽乡村奠定坚实基础。

尽管未来路径清晰，但农村污水治理仍面临诸多挑战：一是偏远地区专业运维人才短缺，智慧系统“建而不用”现象仍存；二是资源化产品的安全标准与市场接受度有待提升；三是长效资金保障机制尚不健全，部分村庄依赖财政“输血”，缺乏“造血”能力。未来应加强跨学科协作，推动政策、技术与社会行为的协同创新。建议开展“农村污水治理试点县”评估体系建设，定期发布治理成效指数，引导社会监督与持续改进。

参考文献：

[1] 王子兴,咸义,段会波,等.我国农村生活污水处理研究现状与趋势[J].环境生态学,2025,7(5):74-82.

[2] 李剑.城市与农村生活污水处理设备对比分析[J].农村科学实验,2025(8):57-59.

[3] 向津.关于农村生活污水分散式治理技术的应用[J].黑龙江环境通报,2025,38(5):79-81.

[4] 黄鹏.农村生活污水处理中A-MBR工艺设计探讨[J].黑龙江环境通报,2025,38(6):23-25.

[5] 丁富鑫.西南地区农村生活污水治理技术设计探讨[J/OL].给水排水,1-5[2025-06-14].

作者简介：王雨思（1985-），女，中国河北石家庄人，本科，审计师，从事自然资源环境审计研究。