

分散式农村生活污水处理设施运行效能及影响因素分析

杜韶光 李攀 李海芳
邯郸市生态环境局 河北 邯郸 056000

摘要：研究分散式农村生活污水处理设施运行效能及影响因素意义重大，关乎农村生态环境、公共卫生及社会发展，还能为实践提供依据。当前设施存在处理效果不稳定、运行效率低、维护管理不到位等问题，受水质水量、工艺技术、管理维护等因素影响。可通过优化工艺选型与设计、加强运维管理体系建设、推动技术推广与社会参与等措施提升效能。

关键词：分散式；农村生活污水；污水处理设施；运行效能；影响因素

引言：在乡村振兴战略稳步推进、农村生态环境备受关注的当下，分散式农村生活污水处理设施成为农村污水治理的关键依托。其运行效能不仅直接关系到农村水环境质量改善、村民身体健康保障，更是推动农村经济社会可持续发展的重要支撑。然而，当前部分分散式农村生活污水处理设施存在处理效果不稳定、运行效率低下、维护管理不到位等问题，水质水量波动、工艺技术选择不当、管理维护水平欠佳等因素，严重制约着设施效能的充分发挥。深入剖析这些问题与影响因素，探寻切实可行的提升措施，对于优化农村污水处理体系、实现农村生态与发展的良性互动，具有至关重要的现实意义。

1 分散式农村生活污水处理设施运行效能及影响因素的重要意义

研究分散式农村生活污水处理设施运行效能及影响因素，在当下农村发展进程中具有不可忽视且多方面的重要意义。（1）从生态环境层面来看，有助于显著改善农村水环境质量。分散式污水处理设施作为农村污水治理的核心环节，其运行效能直接关乎污水处理的最终效果。深入探究影响效能的各类因素，并据此采取精准有效的针对性措施，能够大幅提高设施对COD、氨氮、总磷等关键污染物的去除效率。这不仅可减少污染物向农村水体和土壤的排放，还能有效遏制水体富营养化等环境问题，逐步恢复农村生态系统的平衡与稳定。（2）在公共卫生领域，对保障村民身体健康意义重大。农村生活污水中富含大量病原体、有机物等有害物质，若处理不达标，极易通过饮用水、农作物等途径进入人体，危害村民健康。提升设施运行效能，确保污水达标排放，能从源头上切断疾病传播途径，有效降低肠道传染病、皮肤病等疾病的發生风险，为村民营造健康、安全的生活环境。（3）从社会发展角度而言，有利于推动乡村

振兴战略的实施。良好的生态环境是乡村振兴的重要基石，分散式污水处理设施的有效运行能够显著改善农村人居环境，提升农村居民的生活品质和幸福感。同时，优美的农村环境还能增强农村的吸引力和竞争力，吸引更多人才和资金流入，为乡村产业发展、旅游开发等创造有利条件，促进农村经济社会的可持续发展。（4）为相关实践开展提供依据。通过研究掌握设施运行的实际情况和影响因素，可为农村污水处理相关规划布局、资源投入等提供科学依据，提高实践工作的针对性和有效性^[1]。

2 分散式农村生活污水处理设施运行效能现状

2.1 处理效果不稳定

部分分散式农村生活污水处理设施处理效果不稳定，难以持续达到设计排放标准。在运行过程中，受水质水量波动、季节变化等因素影响，设施对污染物的去除率时高时低。例如，在雨季，大量雨水混入生活污水，导致污水浓度降低、水量增加，超出设施的处理负荷，处理效果明显下降；在冬季，低温环境会抑制微生物活性，影响生物处理工艺的净化效果，使得氨氮等指标去除不达标。处理效果的不稳定还体现在不同区域、不同类型的设施之间存在较大差异。一些经济条件较好、管理规范的地区，设施运行效果相对稳定；而在经济欠发达、管理薄弱的地区，设施处理效果往往较差，甚至出现污水直排现象。

2.2 运行效率低下

许多分散式农村生活污水处理设施存在运行效率低下的问题，主要表现为设施负荷率低、能耗物耗过高。部分设施因设计不合理或选址不当，实际处理水量远低于设计规模，造成设备闲置和资源浪费。例如，一些村庄由于人口外流导致实际居住人口减少，污水产生量降低，设施长期处于低负荷运行状态，不仅处理成本升高，还可能因运行参数不合理影响处理效果。在能耗方

面，部分设施采用的工艺技术落后，需要消耗大量电能用于曝气、搅拌等环节；在物耗方面，如化学处理工艺中，药剂投加量控制不当，不仅增加了运行成本，还可能因药剂残留对环境造成二次污染^[2]。

2.3 维护管理不到位

维护管理不到位是导致分散式农村生活污水处理设施运行效能低下的重要原因。农村地区缺乏专业的运维人员，多由村民或村干部兼职负责设施的日常维护，由于缺乏专业知识和技能，难以对设施进行科学的操作和保养。例如，未能及时清理格栅、沉淀池中的杂物，导致管道堵塞；未能定期检查设备运行状态，设备出现故障后不能及时维修，造成设施停运。此外，维护资金不足也是影响维护管理的关键因素。分散式污水处理设施的运维费用来源较为单一，部分地区资金筹措困难，导致设施缺乏必要的维护和更新，长期处于“带病运行”状态，甚至废弃。

3 影响分散式农村生活污水处理设施运行效能的因素

3.1 水质水量因素

水质水量作为影响分散式农村生活污水处理设施运行效能的关键因素，其复杂性和多变性给设施稳定运行带来了诸多挑战。（1）从水质角度来看，农村生活污水成分极为复杂且波动显著。它涵盖了厨房废水、洗涤废水、厕所污水等多种类型，其中有机物、氮、磷等污染物含量颇高。不仅如此，还可能混入农药、化肥等农业面源污染物质，进一步增加了水质处理的难度。不同季节和时段，污水水质差异巨大。以春节等节假日为例，大量返乡人口使得污水中的有机物浓度大幅攀升，超出日常水平数倍。这种水质的不稳定，要求处理设施具备较强的适应性和灵活性。（2）水量方面，农村生活污水水量受多种因素综合影响，呈现出明显的间歇性和波动性。人口数量的增减、生活习惯的改变以及气候条件的差异，都会导致水量发生变化。日常中，白天污水产生量远高于夜间；农忙时节，村民户外活动频繁，生活污水产生量相对降低；而雨季时，雨水的混入会使水量在短时间内急剧增加。水质水量的剧烈波动，会对处理设施的系统造成强烈冲击，干扰微生物的正常生长繁殖，破坏工艺的稳定运行，最终导致处理效能下降，难以达到预期的污水处理效果。

3.2 工艺技术因素

工艺技术的恰当选择对于分散式农村生活污水处理设施的运行效能起着决定性作用。当前，农村地区常用的污水处理工艺丰富多样，主要有生物接触氧化法、人工湿地、稳定塘以及一体化处理设备等。（1）每种工艺

都有其特定的适用条件和处理效果，若工艺选择未能充分考虑当地的水质特点、气候条件以及经济水平等实际情况，必然会导致设施运行面临重重困难，处理效果也会大打折扣。以人工湿地工艺为例，其对气候条件极为敏感，在北方寒冷地区，冬季气温骤降，湿地易结冰，微生物的活性受到极大抑制，使得污水处理效果大幅降低。而生物接触氧化法虽然处理效果较好，但需要较高的运维管理水平，若农村地区缺乏专业的技术人员，无法进行科学合理的操作和维护，就难以保证该工艺的正常稳定运行。（2）工艺设计方面的不合理同样会影响设施的运行效能。比如反应器容积设计不足，会导致污水与处理介质接触时间过短；水力停留时间不够，会使污染物未能充分降解；曝气系统布置不当，会影响氧气的供应和分布，进而造成污染物去除不彻底，影响整体的污水处理质量^[3]。

3.3 管理维护因素

管理维护水平堪称决定分散式农村生活污水处理设施能否长期稳定运行的“命脉”所在。（1）管理维护因素涵盖多个关键层面。其一，运维人员专业素质至关重要。运维人员是设施运行的直接操作者，其专业素养直接影响着设施的操作规范性与故障处理能力。若运维人员缺乏专业知识，在工艺参数设置上就可能出现偏差，无法根据实际情况进行精准调控；在设备维护方面，也可能因不熟悉设备性能而维护不及时，导致小问题演变成大故障，最终影响污水处理效果。（2）管理制度的完善程度对设施运行起着监督和约束作用。部分地区尚未建立健全的运维管理制度，对设施的运行状态、处理效果、维护记录等缺乏规范统一的管理。这使得设施运行过程中一旦出现问题，难以追溯问题根源，也无法明确责任主体，不利于设施的持续稳定运行。（3）运维资金保障是开展维护管理工作的基础。分散式污水处理设施的运维需要持续不断的资金投入，用于设备维修、药剂购买、人员工资等多个方面。若运维资金短缺，设施维护必然无法及时进行，设备会因缺乏保养而加速老化损坏，处理效能也会随之大幅下降，严重影响农村污水治理的效果。

4 提升分散式农村生活污水处理设施运行效能的措施

4.1 优化工艺选型与设计

优化工艺选型与设计是提升分散式农村生活污水处理设施运行效能的根基所在。由于不同地区农村在水质特点、气候条件、经济水平及管理能力上存在显著差异，因此必须因地制宜地挑选合适的污水处理工艺。

（1）在水质波动幅度大且水量较小的区域，宜选用抗冲

击负荷能力出众的工艺，像一体化生物处理设备，它能有效应对水质水量的动态变化，保障处理效果的稳定。而在气候温暖、闲置土地充裕的地区，人工湿地、稳定塘等生态处理工艺则更为适用，这类工艺不仅处理效果良好，还能大幅降低运行成本。（2）在工艺设计环节，需开展详尽的实地调研，精准预测污水水质水量的变化情况，以此合理确定设施的设计规模与关键参数。例如，鉴于农村污水水量波动大，设计时要预留一定缓冲容量；寒冷地区的生物处理单元应采取保温措施或选用低温适应性强的菌种。此外，工艺设计应兼顾简洁性与易操作性，方便农村地区开展日常维护管理。

4.2 加强运维管理体系建设

加强运维管理体系建设是保障分散式农村生活污水处理设施稳定、长效运行的关键所在。（1）建立专业的运维队伍至关重要。可由村民自治组织牵头，整合村内力量，同时委托专业环保公司，引入具备专业知识和技能的技术人员，负责设施的日常运行与维护。定期组织运维人员培训，涵盖设施操作方法、常见故障排除及安全防护知识等内容，切实提升其运维水平。（2）完善运维管理制度不可或缺。制定科学合理的设施运行操作规程、维护保养计划和水质监测制度，明确运维人员职责与工作流程，做到责任到人、流程规范。建立健全监测体系，定期对设施进出水水质、运行参数等进行精准监测并详细记录存档，为设施优化运行和管理提供有力依据。（3）保障运维资金投入是重要支撑。建立多元化资金筹措机制，通过村民自筹、村集体补助、社会力量帮扶等途径，确保资金稳定。同时，合理确定运维费用标准，加强资金监管，提高资金使用效率^[4]。

4.3 推动技术推广与社会参与

技术推广与社会参与是提升分散式农村生活污水处理设施运行效能的重要助力。（1）科研机构与企业应充分发挥创新主体作用，紧密结合农村实际情况，开发出高效、低耗且易于维护的污水处理技术和设备。这些技术和设备要能适配农村分散式布局、水质水量波动大

等特点。通过举办技术交流会、开展现场示范项目等形式，将这些先进技术和设备进行广泛推广，同时为农村地区提供全方位的技术指导与参考，帮助解决实际应用中的难题。（2）在社会层面，加强宣传教育是关键。运用多种渠道，如广播、宣传栏、线上平台等，提高农村居民的环保意识，引导村民养成节约用水、分类投放垃圾等良好生活习惯，从源头上减少污水排放量和污染物浓度。此外，鼓励村民积极参与设施的监督管理，成立村民监督小组，赋予其一定监督权力，定期对设施运行情况进行检查，及时反馈问题。如此，形成全社会共同参与农村污水治理的良好氛围，推动设施高效稳定运行。

结语

分散式农村生活污水处理设施运行效能的提升，关乎农村生态环境改善、村民健康保障以及乡村振兴战略推进，意义深远。当前设施运行存在处理效果不稳定、效率低下、维护管理不到位等问题，受水质水量、工艺技术、管理维护等多因素影响。为此，需多管齐下，优化工艺选型与设计，确保工艺适配农村实际；加强运维管理体系建设，打造专业队伍、完善制度、保障资金；推动技术推广与社会参与，引入先进技术与设备，提高村民环保意识与参与度。唯有如此，才能全面提升设施运行效能，实现农村污水有效治理，为农村可持续发展筑牢根基。

参考文献

- [1]孙丽君,刘涛,胡志斌.农村分散式污水处理设施运行现状及对策研究[J].给水排水,2022,58(8):120-125.
- [2]王泽宇,李小军,高琳琳.农村污水治理中分散式处理技术选择与管理机制分析[J].环境科学与管理,2023,48(3):94-100.
- [3]朱敏,刘振宇.农村生活污水治理工程运行与监管问题探析[J].中国农村水利水电,2021(6):102-106.
- [4]张金梅,宋晓丽.农村生活污水的人工湿地处理技术措施分析[J].中国资源综合利用,2020,39(06):174-175+182.