

农村生活污水处理与村庄水环境修复措施研究

文 / 黄玉玲 安徽省城建设计研究总院股份有限公司

摘要：在乡村振兴发展下，农村人民生活质量日益提升，但生活污水问题却逐渐加重，不仅会影响水环境质量，而且不利于长远发展。鉴于此，本文将重点围绕农村生活污水处理与村庄水环境修复措施开展研究，先了解当前农村水环境以及生活污水现状，然后提出具体修复路径，包括基于实际情况选用技术、大力推广生态农业污染管控技术、科学建设水环境智能监测体系等，以此为构建美丽乡村提供有力借鉴。

关键词：农村生活污水处理；环境治理；水环境修复

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.116

引言

目前，水环境修复与保护是全球人民关注的重点。对于农村而言，由于需要发展农业，且基础设施尚有发展空间，因此在污水处理以及水环境修复方面难度较高。为有效保障农民健康，实现乡村可持续目标，需针对现有问题及时加以应对。由此可见，围绕农村生活污水处理与村庄水环境修复措施开展研究具有重要意义。

一、农村生活污水与村庄水环境现状分析

(一) 现状与问题

在农村经济高速发展背景下，随着农民生活水平的提升，生活污水类型也日益增多，包括厨余污水、洗衣洗澡污水等。此类污水若不及时经过处理，便会携带大量的病菌、营养盐等污染物，会对周围水环境带来严重不利。基于当前来看，我国多数农村尚未建成完善的污水处理体系，

依旧是以传统基础处理形式，例如化粪池、沉淀池等，此种处理不仅不满足当前环境保护需要，而且还会对周围湖泊、河流带来不利。第一，有机污染，现阶段农村生活污水内还有大量的COD以及BOD5污染物，若没有经过系统化处理直接排污，则会出现指标超标等问题，影响水体自净效果。第二，营养盐。生活污水内存在大量的氮、磷物质，直接进入水体，会出现水体富营养化的现象。第三，微生物污染。大肠杆菌、沙门氏菌是生活污水内最为常见的病菌微生物，若没有经过系统处理，则会对农民的日常带来威胁，甚至可能会引发疾病。第四，地下水污染。部分污水直接渗入土壤内，与地下水混合，此时若农村饮用地下水，则会出现严重的疾病问题，表1为农村生活污水以及水环境污染主要问题数据^[1]。技术处理后的设计进水水质与出水水质具体指标如表2所示。

表1 农村生活污水以及水环境污染主要问题数据

| 问题 | 数据体现 |
|-------|--------------------------------------|
| 有机污染 | 生活污水中的BOD5含量在120mg/L，其中COD含量在250mg/L |
| 微生物污染 | 含氮量约为15mg/L |
| 地下水污染 | BOD5含量为80mg/L，COD含量为150mg/L |

表2 进水与出水相关指标

| 进水水质指标 | | 出水水质指标 | |
|--------|-----------|--------|-----------|
| 名称 | 指标 | 名称 | 指标 |
| COD | ≤ 250mg/L | COD | ≤ 60mg/L |
| BOD5 | ≤ 120mg/L | BOD5 | ≤ 15mg/L |
| pH值 | 6-9 | pH值 | 6-9 (无量纲) |
| 动植物油 | ≤ 5mg/L | 动植物油 | ≤ 3mg/L |
| | | 总氮 | ≤ 20mg/L |
| | | 总磷 | ≤ 0.5mg/L |

基于表2可知，对于COD等指标来讲，在技术处理之后，其标准应该控制在≤60mg/L以下，且BOD5的浓度要控制在≤15mg/L。与此同时，对于农村污水处理而言，动植物油处理尤为关键，要控制在≤3mg/L以内。

(二) 影响分析

没有经过系统处理的生活污水会对周围水环境造成不利，不仅会使水体失去平衡，而且还会影响水资源自净能力，造成区域污染，增加产生疾病的风险。对于牲

畜和人类而言，一旦饮用此水源，便会产生严重疾病，这对于农业建设以及农村经济发展而言十分不利。

二、农村生活污水处理与村庄水环境修复措施

(一) 针对农村污水以及水环境情况选用技术

当前，部分农村在污水处理以及水环境修复方面存在技术应用不合理的问题。之所以产生此情况，是因为没有基于当地实际状况优化流程，盲目选用技术，以至于无法满足技术应用条件。所以在后续必须针对性

地展开技术选择。(1)在选型中,应了解当地农民的生活习惯以及用水特征,基于关键参数与指标科学分析,确保选用可行性。在可行性研究时,要对运行成本、后续维护管理难度等进行全面研究。例如对于用地紧张的区域,可以加大对膜生物反应器技术的使用,而对于水质波动明显的山区,都可以加大对人工湿地等净化体系的应用。(2)在确认技术之后,要针对不同处理单元优化指标参数。例如在技术引入后,技术人员需要基于水力停留时间以及污泥负荷状况展开模拟计算,分析A0池的指标需求,在合理确认污泥回流比等参数的基础上运用技术。(3)合理进行工程验收与移交。要建立完善的质量验收机制,对基础设施建设展开全面把关,同时加大对设备调试以及运行的关注,及时解决系统应用的问题。(4)建立完善的运维管护机制,通过定期巡检维护的方式保障。

1. 生物处理技术

基于我国当前农村污水治理情况来看,生物处理技术使用较为常见,由于此技术操作便捷,因此被广泛运用在农村生态保护工作中。具体包括活性污泥法以及生物膜法。其中前者是指借助微生物代谢的方式去除污水内的污染物,在技术运用中,污染物会与活性污泥相混合,此过程不仅可以有效治污,而且还可以有效维持微生物正常生长。需要注意,此技术虽然能够针对大范围污水进行治理,但对设备的要求较高,要配合设备使用,有效调控氧气的供应,调节污泥回流。所以相比于其他技术,此技术在冬季会因为低温的影响削减处理效率。生物膜法则是指通过形成生物膜的方式对污水进行过滤处理。一般而言,此技术在使用方面具有占地小的特征,从原理来看,是通过营造生物滤池进行污染物过筛并对其展开有效分解。

2. 生态处理技术

此技术是通过模拟自然净化的方式对生活污水进行处理,一般包括湿地建设、生态沟渠建设等。此类系统不仅可以有效治理区域污染、强化污水处理效能,而且还能够带来其他益处,例如为生物提供舒适环境,提高区域生物多样性等。

人工湿地主要被运用在水量不足、水质稳定的区域,可通过模拟自然湿地水质净化的方式展开污水处理。从原理角度来看,人工湿地建造中,植物与微生物会通过有效配合去除污水中的氮、磷以及营养盐等污染物,且在污水处理的同时,还会通过生态系统的建设吸引周围生物栖息,以此提升区域生态质量。

生态沟渠则是一种较为简单的处理形式,具体如图1所示,是指借助沟渠植被过滤吸附的方式去除污水污染物。此项技术成本较低,主要被运用在平原等区域,

不仅可以展开生活污水处理,而且还可以拓展区域绿化,具有景观价值。例如,在我国某地区农村,有关部门便在沟渠内种植了耐旱植物,不仅有效实现污水处理,而且还通过植物种植减少了土壤侵蚀等情况的产生。经过分析来看,生态处理技术使用优势较多,但在应用时也要注意部分问题。例如此类技术并不适合所有区域,对于地势陡峭的地区而言,人工湿地建设成本较高,且后续维护难度较大,无法满足污水处理需要。所以对于农村技术应用而言,还要基于当地的地理气候情况综合分析,以此推动农村水环境长远发展。



图1 农村生态沟渠建设

3. 膜处理技术

膜处理技术主要是借助生物膜反应器MBR理念进行污水处理,近年被广泛运用在全球各地区。此技术融合了传统的微生物技术以及膜分离体系,不仅可以有效分离水中污染物,而且还可以过滤病原体,确保水质质量。在膜处理技术应用时,污水经由反应器会展开生物降解,而处理后的水在后续经过膜组件时,会再一次阻隔水中的悬浮固体。基于当前来看,在膜处理技术应用下,即使是高浓度的生活污水也可以实现高质量净化,后续出水可以直接被用作农业发展,可满足排放需求。但需要注意,膜技术对周围环境的要求较高,例如pH值、进水质量等,以上指标都会直接影响膜的应用寿命。虽然膜处理技术应用优势较为明显,但前期成本较高,对于农村而言可能会出现预算局限的问题,所以在使用时需要政府以及有关部门提供帮助,以此营造良好的膜处理技术条件。

4. 一体化污水处理技术

一体化污水处理主要包括生物沉淀、深度处理等多种技术理念,属于多技术集成的一体化处理装置,对于农村生活污水以及水环境优化而言,可针对性地展开设计。一般情况下,此套装置外壳为玻璃钢以及聚乙烯材料组建,包括污泥泵、曝风系统以及其他深度处理技术,例如生物填料、膜生物反应器等,不仅可以有效规避污

水处理站建设问题,而且还能够综合多种技术工艺优势,提升污水处理效果。但此技术对工作人员的专业性要求较高,且需要针对具体情况展开设计,否则会影响技术应用成果^[2]。

(二) 大力推广高效生态农业污染管控技术

针对当前部分技术使用受限的问题,应转变思路,加大对高效生态污染控制技术的推广,以此实现针对性处理。第一,要加大对生态沟渠建设的关注,并全面进行宣传与推广。尤其是在农田与水环境交界区域,可以构建以堤坝、缓冲带、沟渠为主体结构的防线体系,有效阻隔水中的氮磷污染物。第二,要科学展开源头控制,基于施肥、农药使用展开全面管控,尽量在保障农业产量的基础上减少土壤氮磷流失。对于低洼区,可以通过建造雨水集蓄池的方式进行资源收集,并在统一净化后用于日常灌溉,以此在提升水资源利用率的同时优化污染控制。第三,还要注重技术研发,在育种、养殖等多个环节强化技术处理,通过完善种养结构的形式,打造生态农业体系,从根本上控制污染。第四,做好技术示范与推广。各地区要加大资源投入,提供技术指导,使农户能够了解生态污染控制技术的经济性以及可行性,为后续技术引入提供条件。

(三) 科学建设水环境智能监测体系

在技术发展背景下,水环境修复以及农村污水治理也需要借助技术引入强化智能监测,以此通过监测体系构建增强水处理以及水环境优化效果。

首先,需要基于云计算、物联网等技术布设监测站点,展开实时监测,并借助系统异常报警等功能对水质指标进行全面分析。在系统运作下,会借助光谱分析等技术体系进行分钟级监测并及时回传,帮助技术人员了解当前水质情况,并及时追溯污染源。

其次,要加大对其他监测体系的关注,例如遥感、无人机等技术,构建以天空、地面为一体的监测体系。例如在日常管理时,可以借助遥感影像识别周围农业发展中的农药使用强度,分析当前的土壤结构状况,并借助光谱成像技术分析水体的富营养化状况,方便技术人员预测后续发展趋势^[3]。

最后,借助大数据技术,建设有效的数据共享机制,将监测系统与气象水文系统相关联,以此构建更为完善的风险识别模型。在识别出水体污染时,会综合现阶段的降雨强度、地表径流、农药使用情况等因子,构建风险模型,及时进行风险预判,为有效治理提供机会。除此之外,还要补齐当前在水环境修复方面的短板,例如要制定应急预案,进入管理盲区进行现场勘查,并在管网末端布设监测设备,进一步拓展监测

覆盖面,方便技术人员了解污染来源,为后续决策提供参考。

(四) 开展农村生态功能评估修复

目前很多农村区域在水环境修复方面无法识别重点,导致技术应用不合理。在后续应基于当地的生物多样性特征,深入开展生态服务评估,以此有效识别退化区域,展开针对性的水环境修复。一是要基于目标区域内的生态系统展开服务功能设计,具体要从供给、调节、支持等维度进行分析,以此形成健全的评估体系。例如分析当前河流状态时,便可以在水质净化、生物多样性的基础上纳入农业灌溉、景观价值等指标,而在湿地系统评估时,则要注重农田净流量以及周围水环境污染负荷。二是要基于生态模型构建,从种养布局等多个角度对生态系统的时空分异特征进行全面研究,识别关键退化区,并找出其主要影响因素,以此确认后续修复优先级,为精准修复提供帮助。例如,可以借助土地利用数据以及日常水质监测数据分析当前农村水环境健康状况,并借助主成分研究的手段确认主要影响因子,分析是否是因为建筑过密或者农村面源污染而引发生态问题,为后续制定修复方案提供帮助。三是要注重长效管护。对于生态修复而言,不仅要展开日常监测与评估,而且还要进行常态管护,通过长期预警追踪机制建设的方式,对目标区域水环境进行全周期研究,以此确保修复效果能够满足长期发展需要^[4]。

结语

综上所述,对于农村发展而言,生活污水处理与水环境改善十分关键,应基于现状,合理选用生物处理、生态处理、膜处理以及一体化处理技术,并在此基础上大力推广生态农业污染管控体系,通过数字化引入的方式,强化智能监测、及时展开生态评估,以此确保区域水质,为乡村振兴以及农业长久发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 孙莉. 基于农村水环境监测分析的污染源治理和循环利用——以丹阳鹤溪河为例[J]. 资源节约与环保, 2025, (01): 87-90.
- [2] 张志国. 农村中小河流生态修复技术对水环境影响分析[J]. 水土保持应用技术, 2023, (06): 40-42.
- [3] 刘福兴, 宋祥甫, 邹国燕, 等. 农村面源污染治理的“4R”理论与工程实践——水环境生态修复技术[J]. 农业环境科学学报, 2023, 32(11): 2105-2111.
- [4] 朱芳芳, 袁根勤, 张景. 农村水环境治理与生态修复研究——以姜堰市马沟河为例[J]. 绿色科技, 2022, (08): 193-195.

作者简介: 黄玉玲(1991-), 女, 汉族, 安徽合肥人, 本科, 工程师, 从事水环境、给排水设计工作。