

# 农村生活污水处理工艺的研究与应用探讨

李蒙 贺瑞

武汉智汇元环保科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i6.2740

**[摘要]** 随着农村经济的发展和环境保护要求的提高,农村生活污水的处理已成为当前环境治理的一项重要任务。本文通过对国内外农村生活污水处理技术的研究与比较,探讨了适合我国农村特点的污水处理方法。首先,介绍了农村生活污水的主要污染物质及其对环境的影响。其次,分析了生物处理、人工湿地、厌氧消化等常用的污水处理技术,以及它们的应用效果和存在的问题。研究表明,综合应用多种工艺对提高处理效果、降低运营成本具有重要意义。特别是构建多级联合处理系统,通过优化各处理单元的配置和运行参数,可以有效提升污水处理效率并实现资源的回收利用。最后,本文针对农村生活污水治理提出了一系列可行性建议,为实际工程应用和环境政策制定提供参考。

**[关键词]** 农村生活污水处理; 环境保护; 生物处理; 多级联合处理系统; 环境治理

**中图分类号:** U664.9+2 **文献标识码:** A

## Discussion on the Research and Application of Rural Domestic Sewage Treatment Processes

Meng Li Rui He

Wuhan Zhihuiyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** With the development of rural economy and the improvement of environmental protection requirements, the treatment of rural domestic sewage has become an important task in current environmental governance. This paper discusses the sewage treatment methods suitable for the characteristics of rural areas in China by researching and comparing rural domestic sewage treatment technologies at home and abroad. Firstly, the main pollutants in rural domestic sewage and their impacts on the environment are introduced. Secondly, commonly used sewage treatment technologies such as biological treatment, constructed wetlands, and anaerobic digestion are analyzed, along with their application effects and existing problems. The research shows that the comprehensive application of multiple processes is of great significance for improving treatment efficiency and reducing operational costs. In particular, constructing a multi-level combined treatment system and optimizing the configuration and operating parameters of each treatment unit can effectively enhance sewage treatment efficiency and achieve resource recovery and utilization. Finally, this paper proposes a series of feasible suggestions for rural sewage treatment, providing references for practical engineering applications and environmental policy formulation.

**[Key words]** rural domestic sewage treatment; environmental protection; biological treatment; multi-level combined treatment system; environmental governance

### 引言

随着我国农村经济的飞速发展,环境保护日益受到重视,具体到农村地区,生活污水处理已成为环境治理中的一个迫切问题。农村地区的生活污水处理不仅关系到环境健康,还直接影响到农村居民的生活质量和社会可持续发展。尽管农村生活污水的处理技术在全球范围内已有诸多研究和应用,但针对我国农村特有的经济与环境条件,还需探索更加高效与经济的处理方案。传统的污水处理技术如生物处理、人工湿地和厌氧消化等

虽各有优势,却也存在着成本、效率或适应性方面的不足。本研究旨在通过国内外技术的比较与分析,找出一种既适合我国农村特点,又能高效处理生活污水的技术方案。通过构建多级联合处理系统,优化处理单元配置和运行参数,旨在提高处理效率,降低运营成本,并实现资源的回收利用。本论文的研究成果不仅可为农村环境治理提供理论支持,也为相关环境政策的制定和工程实践提供实际参考与指导。

### 1 农村生活污水的污染特性与环境影响

### 1.1 农村生活污水的主要成分

农村生活污水主要来源于居民日常生活活动,其复杂而多样的性质使得处理过程更加具有挑战性<sup>[1]</sup>。这些污水通常包含多种污染物质,包括悬浮固体、有机物、氮、磷、病原微生物、重金属及其他化学品。其中,有机物主要来源于人类饮食残渣、洗涤剂 and 卫生纸等,主要以生化需氧量(BOD)和化学需氧量(COD)进行衡量。这些有机物在环境中分解可能产生异味,并对水体中的氧资源产生消耗,危害水生生物的存活。

氮和磷是农村生活污水中另一类重要的污染物,其通常以氨氮和正磷酸盐的形式存在。氮、磷元素的过量存在会导致水体富营养化,加速水生植物和藻类的生长,最终导致水体质量下降,影响当地生态系统平衡。此外,农村生活污水可能含有来自餐厨废水和人畜粪便的病原微生物,包括细菌、病毒和寄生虫等,对公共卫生安全构成潜在威胁<sup>[2]</sup>。

污水中可能存在来自家庭化学品使用的重金属和其他化学污染物,这些可能具有毒性,并在生物体内逐级累积,影响生物健康和生态系统稳定<sup>[3]</sup>。理解农村生活污水的主要成分及其来源将有助于制定更加有效的处理和管理策略,以减少其对环境和人类健康的危害。

### 1.2 农村生活污水对环境造成的影响

农村生活污水对环境的影响主要表现为引发水体富营养化、污染地下水资源以及破坏生态平衡等方面。农村生活污水中含有较高浓度的氮、磷等营养物质,这些物质排入水体后,可导致藻类和水生植物过度繁殖,形成“水华”或“赤潮”,造成水体富营养化,影响水质并危害水生生物。未经处理或处理不当的污水渗入地下,会污染地下水资源,危害人类健康。农村污水中可能夹带病原微生物及有毒物质,直接排放不仅对当地生态系统产生负面影响,也可能在食物链中累积,威胁生态安全。污水的无序排放导致水体中溶解氧减少,水生生物死亡,引发生态失衡。总体而言,农村生活污水若不加以妥善处理,将对生态环境构成多重威胁,进而影响农村可持续发展。

## 2 目前农村生活污水处理技术概述

### 2.1 生物处理技术

生物处理技术是农村生活污水处理中的核心方法之一。该技术主要包括活性污泥法与生物滤池法,通过微生物的代谢作用去除污水中的有机物及其他污染物。活性污泥法利用混合液中的微生物与有机污染物反应,产生沉降性良好的污泥,再通过沉淀分离达到净化目的,其优势在于处理效率高且适应性强。该法需要定期排泥且对运行管理要求较高。生物滤池法则是污水经过填料载体,使污水与微生物充分接触并降解污染物,此法具有结构简单及运行稳定的优点。在应用过程中,两者都面临着污泥膨胀及温度变化对处理效果的影响。为了提升生物处理的效率,须结合其他处理工艺优化设计。例如,配合使用厌氧处理工艺可显著降低能耗。各地在选择具体工艺时,需考虑当地气候条件与经济成本。生物处理技术在处理规模较小的农村地区具有较好的适应性与应用前景。

### 2.2 人工湿地技术

人工湿地技术作为一种生态友好的污水处理方式,已逐渐应用于农村生活污水处理中<sup>[4]</sup>。其基本原理是通过利用植物、微生物和基质的综合作用去除污水中的污染物。这种技术具有较高的生态效益和自然净化能力,能够有效去除有机物、氮、磷等污染物,实现自然景观美化。人工湿地的设计与应用需考虑农村地区的气候特点、土地利用情况以及植物选择等因素,以确保处理设施的长期稳定运行。当前的研究已表明,合理的湿地构型和维护能够显著提升处理效率,但也存在占地面积大、季节性变化影响等问题,需要进一步优化技术参数和运行管理策略以满足农村污水处理的实际需求。

### 2.3 厌氧消化技术

厌氧消化技术在农村生活污水处理中具有显著优势,通过微生物在无氧条件下分解有机物,生成沼气和较少的污泥。其处理过程能有效减少污染物含量,并可回收能源。该技术对温度、pH值等运行条件要求相对较高,且启动时间较长。在实际应用中需注意优化工艺参数,以确保处理效率和稳定性。厌氧消化适用于具备一定规模和运行管理能力的农村地区。

## 3 多级联合处理系统的构建与优化

### 3.1 多级联合系统的设计原则

多级联合处理系统的设计原则涉及多个方面,以确保系统的高效运行和资源的有效利用。在设计过程中,必须充分考虑农村生活污水的复杂性与多变性,以确保系统能够适应不同的污水成分和流量变化。工艺组合的选择应基于各单元处理技术的特长和相对优势,实现污染物的协同去除。系统设计应充分考虑生态环境的友好性,避免对周边环境产生二次污染,强调可持续发展。各处理单元之间的配置要求流线合理,能够实现物质和能量的有效传递。运行参数的优化则需通过模拟与实验得到最佳值,以保证资源回收和能耗降低的效果。设计过程中,还应注意系统的可扩展性和适应性,便于未来的升级和改造,为农村污水处理系统提供灵活的应对方案。

### 3.2 各处理单元配置和运行参数优化

在构建多级联合处理系统过程中,各处理单元的配置与运行参数的优化是提升系统效率的关键<sup>[5]</sup>。生物处理单元需要根据特定水质条件选择合适的微生物群落,以确保在不同温度和pH值下的高效去除率。人工湿地单元的设计需考虑湿地植物的选择、基质材料的透水性及其对污染物吸附能力,优化植物种植密度和基质厚度,以提高净化效果。厌氧消化单元则应通过反应器体积、搅拌速度及温度等参数调整,促进有机物的分解和沼气的产出。对各单元的协同作用进行实时监测与调控,确保整体流程的稳定性和高效性,并促进资源的有效回收利用,降低运营成本。

### 3.3 效率提升与资源回收的实现

多级联合处理系统有效提升污水处理效率与资源回收。通过将生物处理、人工湿地、厌氧消化等技术有机结合,发挥各自优势,进一步提高处理效果。在系统设计中,通过优化各个处理

单元的配置,并合理调控运行参数,确保处理过程的高效性。资源回收方面,经过处理后的出水可用于农业灌溉,作为一种再生水资源,在厌氧消化过程中产生的沼气可作为能源利用。强化监控与管理体系,确保系统高效稳定运行,为农村环境治理提供长效解决方案。

#### 4 针对农村生活污水处理的可行性建议

##### 4.1 提高处理效果的关键因素

提高农村污水处理效果的关键因素主要包括技术选择、设计优化和管理制度。在技术选择上,需要结合当地实际情况,优先选用成熟且适合农村特点的污水处理工艺,如稳定塘、人工湿地等。这些技术具有适应性强、维护简便等优势,有助于提升处理效果。在系统设计中,应重视生活污水处理系统的统一规划与布局,确保各单元间的高效协同运作,通过合理配置生活污水处理设施的位置,促进资源循环利用和环境友好。另外,优化处理系统的运行参数,如水力停留时间、氧化还原电位等,可有效提高污染物去除效率。管理制度的建立则需结合污水处理全生命周期,从设计、建设到运营管理各阶段实施系统化管理,以保障处理设施的长期稳定运行。增加技术培训和公众参与度也是增强污水处理效果的重要保障因素,通过推广相关知识,提高农村社区的环保意识及参与度,使污水处理过程更加高效和可持续。

##### 4.2 降低运营成本的策略

为了有效降低农村生活污水处理的运营成本,需从技术改进和管理优化两个方面入手。采用低成本材料和设备,可显著减少初期投资和维护费用。引入高效的自动化监测和控制系统,可以降低人工成本,提升运行效率。通过资源回收利用,例如污水中营养物质的再利用,能够实现经济效益的提升。加强人员培训与技术支持,提高操作人员的专业素养,确保系统的稳定运行与维护。合理的政策支持和资金补贴也是重要的成本控制措施,助推经济可持续发展。

#### 5 结束语

本文针对农村生活污水处理技术进行了广泛的探讨,明确

了不同技术的适用性与效率,尤其是生物处理、人工湿地和厌氧消化等常用技术。通过深入分析各技术的应用效果和存在的挑战,此研究对于构建与优化农村污水处理体系提出了实质性的策略。尤其在多级联合处理系统的构建上,本文的研究明显指出通过优化处理单元配置和运行参数,不仅能有效提升污水处理效率,还能实现资源的可持续回收利用。虽然本文提出了多种有效的处理工艺并对它们的集成应用提供了具体方案,但在不同地理和经济条件下的具体适应性和最优化配置仍需进一步的研究。此外,随着技术的更新和环境政策的变化,新的处理技术和材料也可能引入,应持续关注和评估这些新兴技术的应用潜力。最后,针对现实工程应用和政策制定,本文所提建议需在更广泛的社会经济环境中进行验证及调整。未来研究可以继续探讨这些技术在特定地区的应用效果,以及环境、经济和社会因素的综合影响,以提供更加系统和精确的实施策略。推动农村生活污水处理向更高效、经济及环境友好的方向发展,对促进区域环境的可持续性具有重要价值。

#### [参考文献]

- [1]万荣芳.农村生活污水处理工艺优选研究[J].科技经济导刊,2020,(01):113.
- [2]张东华.基于环境保护的农村生活污水处理研究——评《分散型农村生活污水处理技术研究》[J].灌溉排水学报,2022,41(02):149.
- [3]罗俊玲,韩磊.农村生活污水处理工艺设计[J].价值工程,2020,39(26):44-45.
- [4]陈昱奇,张梦麟,杨曦.农村生活污水处理工艺浅析[J].新农业,2023,(05):76-77.
- [5]黎燕.农村生活污水处理技术[J].乡村科技,2021,12(28):91-93.

#### 作者简介:

李蒙(1991—),女,汉族,湖北省武汉市人,硕士研究生,工程师,研究方向:生态环境保护。