

# 一体化污水处理设备在农村生活污水处理中的应用研究

魏江州 廖谦谦 蒋衡 韦克任

(桂润环境科技股份有限公司 广西 南宁 530000)

**摘要:** 本文通过引出一体化污水处理设备在农村生活污水处理中的具体应用,并通过具体案例和污水处理指标监测,评估和分析了此类污水处理设备的效果和影响因素。该类设备参数调整方便、监测指标表现满意,为农村生活污水提供了一体化处理模式,体现出较好的处理效果。

**关键词:** 一体化污水处理; 生物滤池; 农村生活污水; 生物转盘

## 0 引言

随着我国经济社会的全面发展和农村生活的城市化进程,农村生活污水的排放和处理呈现出与以往和城市生活污水处理不同的治理需求。在新农村建设中,农村生活污水如何制定相应标准、选择何种处理模式和处理技术、如何营运和维护相关设施设备等,都是需要细化讨论的问题。本文将立足农村生活污水特点,分析其需求和条件,并提出一体化污水处理的设备、流程和监测标准,并通过具体案例对农村生活污水处理效果进行评估和优化,争取构建农村特色的污水处理系统,为更多农村生活污水提供处理思路,助力乡村振兴和美丽乡村建设高质量进展。

## 1 农村生活污水处理设备建设需求

### 1.1 自然性

农村一体化污水处理系统需要适应其地理水文条件,需要全面考虑可能发生的自然天气变化和自然资源保护需求。又由于农村生活方式的自然化和简单化,农村生活污水的来源比城市生活污水更多样,呈现出多来源的污水组成和单构成的污染指标组成,污水处理负荷均匀性差,需要因地制宜开展中体量、多功能处理污水体系的工程建设。

### 1.2 分散性

相比于城市的集中居住模式,农村地理条件的地势、地质特点以及农田水利设施等的不同,使得农村呈现出住户分散、生活污水排放分散、生活污水设施建设分散等特点,常规的旧农村和城市污水处理建设经验并不适

用于当前场景。所以在建设一体化污水处理设备过程中,需要考虑到施工难度、投资门槛和管网建设的分流处理等各方面因素,以避免事倍功半。

### 1.3 发展性

由于农村污水处理模式的特殊情况、生活污水排放和处理的标准制定都尚未有足够技术支持,如何预测农村污水处理的前景并建设满足发展需求的评价管理体系和工艺设备,如何使污水处理预算与收益相匹配等,都是需要在实践中不断摸索的课题。

### 1.4 波动性

考虑到农村生活污水受节气、农时等影响较大,在年生活污水排放中的波峰、波谷密集且可预测性差,同时此类污水通常还具有较高的污染物浓度。在没有专业营运管理人员指导下,生活污水处理受到浓度和水量的冲击,其运营和维护面临着更高要求的抗冲击能力。

## 2 一体化污水处理设备

对于管网建设和基础设施建设,需要充分考虑到收集和处理的集成统一,从源头分类环节做到灰黑分离模式,以充分利用农村地区的住户低密度、高分散、小型家庭化粪池高普及率、土地资源利用率低等特点,推广建设分类收集管网和处理设施,提高黑水处理效率和灰水资源利用。以往的生物脱氮、化学除磷、大面积低集成处理模式并不能直接套用于农村污水处理。为了避免处理系统的过高能耗和运营维护成本,本文重点讨论生物处理结合生态处理的一体化污水处理设备,以期实现低能耗、高能效的污水处理系统建设。

### 2.1 厌氧滤池 (AF)

从小型家庭化粪池收集到的农村生活污水将通过排水管道和潜污泵进入污水处理设备,并首先进入厌氧滤池和缺氧滤池进行处理。滤池中含有厌氧微生物,形成厌氧生物膜,能够对污水中的污染物进行初步降解和脱氮处理。厌氧滤池中设置的填料转盘能够启动进行搅拌,使污水在滤池中循环顺畅、停留时间延长,促进厌氧微生物充分降解污染物。滤池中的框架填料为自填充形式,避免运行过程中的操作误差。厌氧滤池作为有代表性的厌氧反应器,污水处理系统能够获得更高浓度的微生物富集和抗冲击能力,能够较好地满足农村生活污水处理的需求。

### 2.2 缺氧滤池 (ANF)

考虑到缺氧滤池对生物转盘的前置作用和一体化污水处理设备的脱氮效能,选用缺氧滤池作为一体化污水处理设备集成部分,充分利用其小体积、高负荷、低污染的有利条件,以高效生物填料填充,达到对污染物的反硝化作用和脱氮处理等,使得大分子的有机污染物转化为溶解度更高的小分子污染物,产生葡萄糖、麦芽糖、氨基酸、多肽等转化产物,重新被微生物吸收进行酶促反应,最终形成甲烷,实现农业生产污水转化燃料的再利用。与此同时,此类系统能够降低污水处理系统的建设门槛,其结构简单、营运和维护成本较低,选择的网状聚氨酯塑料也能够提高COD去除效能。

### 2.3 生物转盘 (RBC)

生物转盘由盘体、转盘电机和填料转盘组成。电机驱动填料转盘进行搅拌混匀和机械曝气,选择情绪生物填料固着介质,获得更大的附着表面,提高能耗率,降低运营维护成本,有效避免活性污泥处理方式的膨胀、漂泥问题,适合农村生活污水处理。

### 2.4 人工湿地 (CW)

在表面流型人工湿地和潜流型人工湿地中,选择潜流型处理技术,降低营运成本,提高污水收集载荷和污水处理载荷,有效形成生物-生态一体化的污水处理系统,适用于低密度、低流量的农村区域。

### 2.5 处理流程

在处理流程中需要注意前置收集系统的建设。本项目使用灰黑分流为基础的农村生活污水收集模式,此项目能够将厕所生活用水(黑

水)与其他生活用水(灰水)分流收集,并在农户内应用小型家庭化粪池进行预处理,最终进入排水管网泵入污水处理系统。

灰黑分流为基础的收集和预处理模式,既能降低污水处理波峰、波谷差异,又能显著降低排水管网的建设成本,降低收集处理系统的运营成本和维护成本,对区域经济建设和环境资源保护起到积极作用。

在处理环节中进水至厌氧滤池以及生物转盘回流至厌氧滤池的污水管网需要加用回流泵,以降低管网瘀滞和堵塞的发生,提高设备利用率和处理效果。将生物转盘和人工湿地设置于地上的设计,降低了进水口的泵水强度,提高农村居所和污水处理系统的美观性和宜居性,避免暴露设施造成的景观破坏和异味影响。与此同时,要注意避免气候地理条件可能导致的土壤富营养化和水质黑臭等问题,保证将对自然资源环境的影响降到最低。一体化处理流程见图1。

## 3 农村生活污水处理监测指标

根据《关于加快制定地方农村生活污水处理排放标准的通知》,国家标准对农村生活污水排放中的以下指标进行规定和限制,包括化学需氧量(COD)、固体悬浮物(SS)、氨氮(ammonia nitrogen)、总氮(TN)、总磷(TP)、动植物油(animal and vegetable oils)等。本项目选取农村生活污水中的重点项目进行测定,具体去除情况分别见表1、表2、表3和表4。评估一体化污水处理系统的处理效能,综合评价其性价比和维护成本。

根据污水处理系统水质监测汇总与国标农村生活污

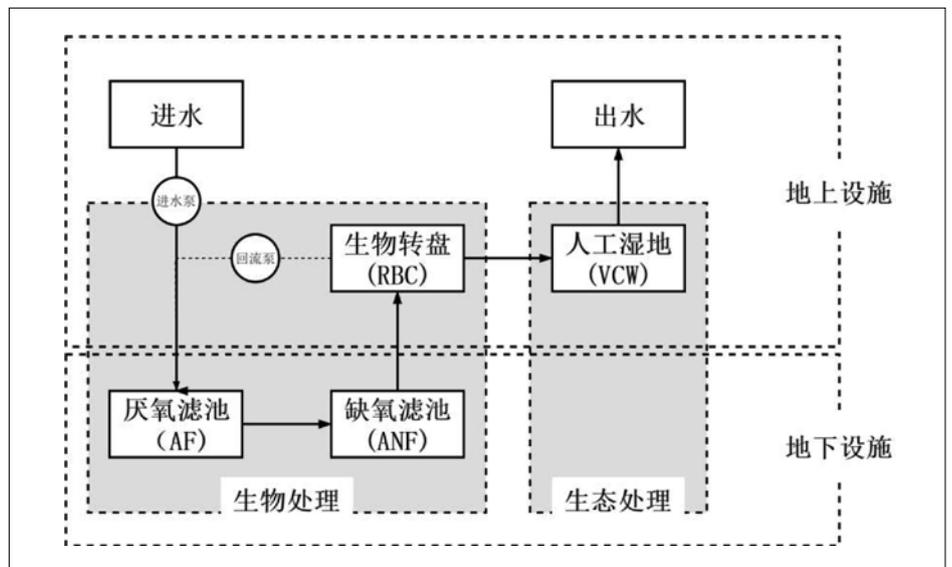


图1 农村生活污水一体化处理流程

表1 氨氮去除情况监测

监测时间 / 天	1	5	10	15	20	25	30
氨氮 / (mg/L)	36	16	8	6	6	5	5

表2 总氮去除情况监测

监测时间 / 天	1	5	10	15	20	25	30
总氮 / (mg/L)	38.3	18.6	15.3	13.4	11.6	10.6	10.2

表3 总磷去除情况监测

监测时间 / 天	1	5	10	15	20	25	30
总磷 / (mg/L)	1.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

表4 化学需氧量去除情况监测

监测时间 / 天	1	5	10	15	20	25	30
化学需氧量 / (mg/L)	189	113	75	65	52	46	45

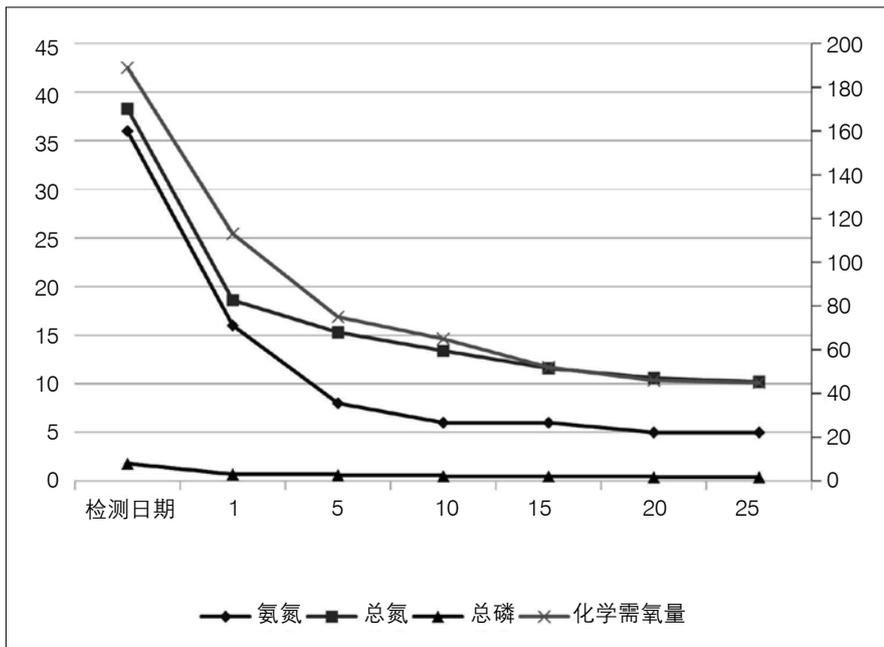


图2 污水处理水质监测总表 K 线图

表5 污水处理水质监测总表

检测日期	1	5	10	15	20	25	30
氨氮 / (mg/L)	36	16	8	6	6	5	5
总氮 / (mg/L)	38.3	18.6	15.3	13.4	11.6	10.6	10.2
总磷 / (mg/L)	1.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
化学需氧量 / (mg/L)	189	113	75	65	52	46	45

水排放标准, 各项指标改善显著, 氨氮改善至标准二级、总氮改善至标准一级、总磷改善至标准一级、化学需氧量改善至标准二级, 相比于初期水质有较大改善, 能够达到满意处理效果且具有较高性价比, 呈现出运营成本和维护成本低、污水处理效果好的优异特性(图2、表5)。

#### 4 一体化污水处理效果影响因素

##### 4.1 水力负荷

在水力负荷的改善中, 早期建设灰黑分流的收集机制、农户小型家庭化粪池等措施, 能够较好地改善污水处理的设备负载和维护成本, 间接提高设备投资回报和区域污水处理系统的营运质量。

##### 4.2 回流比

在设备设计中, 项目重点关注进水口和生物转盘回流环节的回流泵建设, 以达到更高的回流比, 避免管网瘀滞和堵塞等故障出现。在监测过程中没有出现污水处理障碍, 整体运营状态满意。

##### 4.3 生物转盘转速

项目采用的恒速电机相较于变速电机仍具有劣势, 建议使用变速电机按需调节控制生物转盘水体和曝气环境, 实现复氧和节能效果的提高。同时, 转盘盘片采用生物膜技术, 转速适当能够促进微生物在转盘中的生长(尤其需要促进长世代微生物的繁殖和生长), 实现微生物作用的最大化。

##### 4.4 滤池滤速

在将来的项目运营中, 需要根据当地具体污水量和污染程度, 对滤池滤速进行调整, 使污水处理能耗、能效得到提升。

(下转第45页)

器集成化技术的实现手段主要有两种:一是采用微加工技术,将多个传感模块构建在一个芯片上;二是在同一个硅片上,集成不同功能的敏感元件。该技术的应用,具有体积小、集成度高的优点,方便补偿、校正操作。

#### 4.4 传感器智能化技术

智能化传感器使用单片微机处理信息,参数变化可自动补偿和校正,能实现双向通信,环境适应性明显增强。以智能工业变送器为例,敏感元件采用的是硅谐振传感器、高精度电容传感器,精度能达到0.1075%,运行稳定性、可靠性显著提高。

#### 4.5 传感器强环境适应性技术

评价传感器的环境适应性,需进行电气安全、失效分析、材料、环境性能、腐蚀性气体等实验。得益于封装材料和技术进步,传感器的环境适应性不断增强。以金属基复合材料封装为例,该材料的热膨胀系数小,既能匹配电气元器件的膨胀系数,又具有低密度、高导热性特征,物理性能不断优化。

## 5 结语

传感器的不断升级换代,在机电一体化系统中的功能作用得到提升。文章从数控机床、机械加工、汽车制

造、安全监管、工业机器人5个领域,详细介绍了传感器技术的应用。在未来,随着新效应传感技术研发成功,传感器向着芯片化、集成化、智能化、高环境适应性的方向发展,将会助力工业制造行业健康发展。

#### 参考文献:

- [1] 张晟昊. 机电一体化系统概念设计的基本原理[J]. 内燃机与配件, 2022(5):184-186.
- [2] 万宏强, 肖瑞娟, 刘智豪. 基于PLC控制的机电一体化多功能教学实验台设计[J]. 轻工科技, 2021, 37(08):55-59.
- [3] 钟岚. 基于多传感器信息融合的机电一体化系统设计[J]. 现代电子技术, 2021, 44(12):6-10.
- [4] 袁卯生. 机电一体化中传感器与检测技术的运用探讨[J]. 内燃机与配件, 2019(21):257-258.
- [5] 徐强菊, 葛丽莉, 宗昌灏, 等. 面向压电能量收集的传感器自供电电源设计[J]. 压电与声光, 2019, 41(2):213-216.

**作者简介:**朱小霞(1985.03-),女,回族,新疆喀什人,本科,高级工程师,研究方向:机电工程。

(上接第41页)

## 5 结语

本文重点介绍了农村生活污水的特性和与之相匹配的一体化处理系统,通过多个设备和相关影响因素的讨论和设计,实现生物处理和生态处理的结合,在项目营运中取得了较满意的处理成果,与国家生活污水处理标准对照能够达到一级或二级标准。同时,本文强调了农村家庭化粪池和灰黑分流污水收集体系建设的重要性,并对可能影响污水处理能效和投入回报的相关因素开展了开放性讨论。

#### 参考文献:

- [1] 程方奎, 巩子傲, 汪思宇, 等. 农村生活污水低耗资源化处理工艺应用[J]. 东南大学学报(自然科学

版), 2020, 50(06):1076-1083.

- [2] 张尊举, 董亚荣, 王朦, 等. 填料生物转盘对农村家庭生活污水的处理[J]. 水处理技术, 2020, 46(02):120-123.
- [3] 王刚, 刘春梅, 赵雪莲, 等. 缺氧接触氧化/生物转盘组合工艺处理农村生活污水[J]. 中国给水排水, 2019, 35(19):99-104.
- [4] 吴恒, 张千, 刘向阳, 等. 生物强化方式对生物转盘处理养殖废水效果及生物多样性的影响[J]. 环境科学研究, 2020, 33(04):958-968.
- [5] 李昀婷, 石玉敏, 王俭. 农村生活污水一体化处理技术研究进展[J]. 环境工程技术学报, 2021, 11(03):499-506.