

基于绿色处理设施理念下的农村生活污水 工程建设实例分析

马骁¹ 尹兆龙² 包波² 蒋贝贝² 郝元坤²

1. 台州市住房和城乡建设局; 2. 浙江工业大学工程设计集团有限公司

摘要: 某村根据自身本底条件, 结合《浙江省农村生活污水绿色处理设施评价导则》(以下简称《导则》), 因地制宜, 新建180t/d污水处理终端一座。此污水处理终端在水质达标、资源节约、安全稳定、运维便利、环境友好5类指标和1个创新与示范加分项都有具体体现, 经过评定, 处理终端总得分Q=79.7, 等级为一星级。本次工程的建设, 是我国农村生活污水处理设施绿色化高质量建设的生动实例, 为其他农村生活污水处理设施建设提供了范本。

关键词: 农村生活污水; 污水处理终端; 绿色处理设施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.117

农村污水治理是重要的民生工程, 是水污染防治攻坚的“最后一公里”, 更是乡村振兴战略中的重要一环^[1]。农村生活污水具有排放点分散、水量小、时段性和季节性强等特点, 污水中氮、磷浓度高且含有大量的营养盐、细菌和病毒, 若得不到有效治理, 将会影响村镇饮用水安全, 造成土壤肥力下降, 粮食产量降低, 也会对地下水、湖泊、流域的水质产生影响^[2-3]。以浙江省为代表的农村生活污水治理“模范生”, 经过20余年的探索发展, 在农村污水治理方面取得长足进步。同时, 在“双碳”背景的支持下, 浙江省发布了全国首个农村生活污水绿色处理设施的建设评价导则, 农村污水治理结合低碳理念势在必行^[4]。为此, 通过研究某绿色处理设施工程建设, 研究其在水质达标、资源节约、安全稳定、运维便利和环境友好方面的情况, 为浙江省农村生活污水绿色处理设施建设提供经验和启示。

一、工程概况

(一) 项目介绍

本项目位于浙江省某村。该村共有户籍农户820户, 常住人口约为700人, 村内存在农家乐和民宿。主要收集村民厨房洗菜、洗漱、冲厕等排放的废水和少量餐饮、民宿等经营性废水。工程新建180t/d污水处理终端一座, 位于村庄南侧, 村庄北侧污水新建污水提升泵站, 将污水输送至新建处理终端内, 设计出水指标为《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》(DB 33/973-2021) 一级标准。工程建设完成后, 行政村接入率达到100%, 目前运行状况良好。

表1 设计进、出水水质指标 单位: mg/L

类型	指标	设计进、出水水质指标		
		CODcr	NH ₃ -N	TP
进水		≥130, ≤400	40	5
出水		60	8 (15)	1

(二) 工艺流程

处理终端采用的是AAO+化学除磷工艺, 具体工艺流程为污水经收集后经过格栅经过滤, 进入调节池, 经调节池进入生化处理阶段, 最后通过沉淀池、消毒池, 一部分尾水直接排放, 另一部分用于绿化灌溉等, 厌氧、



图1 处理终端设计效果图

缺氧、好氧、沉淀系统采用AAO一体化设施, 整个处理终端占地面积约为280m²。工艺流程图详见图1。

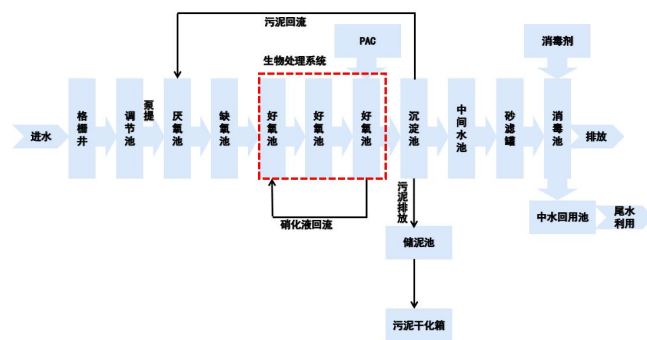


图2 污水处理工艺流程

(三) 主要构筑物及参数

一体化处理设备在传统污水处理工艺的基础上进行优化设计、组合, 具有占地面积小、运行维护简单、建设、运行成本低等优点而广泛用于农村污水处理^[5]。考虑到工程建设质量和处理效果, 此污水处理终端采用一体化污水处理设备, 其全部采用玻璃钢材质整体焊制而成, 承重力大、耐腐蚀能力强^[6]。其主要构筑物包括厌氧池、缺氧池、好氧池、沉淀池等。

(1) 调节池: 17m×5.5m×3.4m, 钢砼材质, 停留时间16h, 有效水深1.2m。设施配置: 提升泵Q=17.3m³/h一台。

(2) 厌氧池: 2.8m×3m, 停留时间2.5h, 有效水深3.0m。

(3) 好氧池: 2.8m×3m, 停留时间2.5h, 有效水深3.0m。

(4) 沉淀池: 3m×3.5m水力表面负荷1.06m³(m²×h), 有效水深3.0m。

主要构筑物及具体参数见表2。

表2 一体化成套设备清单

序号	名称	规格型号	单位	数量
1	厌氧池	规格: $\phi 2.8 \times 3$, $\phi 150$ 球形, 填料 2m^3	只	2
2	缺氧池	规格: $\phi 2.8 \times 3$, $\phi 150$ 球形, 填料 2m^3 , 含穿孔曝气管	只	2
3	好氧池	规格: $\phi 2.8 \times 3$, 含固定填料床 4m^3 , 管式曝气器	只	6
4	沉淀池	$\Phi 3 \times 3.5$	只	2
5	反硝化装置		套	1
6	浮球开关		只	2
7	排泥泵	型号: 40PU2.15AS, 规格: $Q=6\text{m}^3/\text{h}$, $H=2\text{m}$, $N=0.15\text{kw}$, 单相	台	4
8	回转式风机	型号: HC-601S, 规格: $Q=2.34\text{m}^3/\text{min}$, $N=4\text{kw}$, 三相	台	3
9	电磁阀	不锈钢, DN32	只	1
10	控制柜	壁挂式, PLC+触摸屏控制	套	1
11	计量泵	型号: CONCO806PP1000A002, 规格: $Q_{\text{max}}=7.2\text{L}/\text{h}$,	套	1
12	加药系统	PE500L, 内含低液位保护球1只,	套	1
13	加药桶	$V=300\text{L}$	台	2
14	除磷加药装置	配套	台	2

二、运行成效

(一) 处理效果

工程建成后经过试运行, 系统运行稳定。从2022年11月至今的出水水质监测数据(取平均值)见表3。从表中可以看出, 污水处理终端处理效果较好, COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和TP的去除率都达到了70%以上。出水主要污染物浓度达到《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》(GB 33/973-2021)一级标准, 出水清澈透明, 无异味。

表3 处理设施进、出水检测结果 单位: mg/L

项目	COD	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
进水水质	150	32	3.5
出水水质	40	8	1
排放标准	60	15	2
去除率	73%	75%	71%

(二) 成本分析

工程总投资为305.07万元, 含工程费用258.74万元, 工程建设其他费31.81万元, 工程基本预备费14.53万元。

污水处理运行费用主要包括电费和人工费用: 电费为 $0.21\text{元}/\text{m}^3$, 人工费用为 $1.3\text{元}/\text{m}^3$ 。合计废水处理运行成本为 $0.21+1.3=1.51\text{元}/\text{m}^3$ 。

三、绿色处理设施理念应用

(一) 污水处理终端设计

此污水处理终端的建设, 包括污水收集系统(户内处理设施和公共管道系统)和集中处理终端, 在建设过程中深入贯彻绿色处理设施理念, 节能环保, 减少碳排放, 改善农村人居环境, 推进农村生活污水处理设施的可持续、高质量发展。

1. 污水收集系统

农村污水收集系统包括户内处理设施和公共管道系统。此处理终端对未接入污水管道的农户进行接户改造, 除无人居住或年累计居住时间不足60天, 且对周边环境影响较小的以外, 实现全村污水应接尽接, 满足村民对美好环境的需求。并且, 新建区域严格实施雨污分流制, 保障终端正常稳定运行。

2. 集中处理终端

根据建设需求, 集中处理终端建设改造措施如下:

①优化原址。根据《导则》要求以及村民生活需求, 确定终端位置如图3。从图中可以看出处理终端周边无农户; 终端处理设施周边有运维车辆进出的道路, 且停车点便于运维人员操作。且此位置不易受淹, 具有较强的抗风险能力。



图3 处理终端最终选址

②设计规模优化论证。通过对村内常住人口、民宿餐饮等调查, 合理设计处理规模, 确定处理规模为 $180\text{m}^3/\text{d}$; 考虑节省用地, 采用AAO一体化设施, 其吨水占地面积仅为 $1.55\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

③资源节约系统。根据现场实际情况, 处理终端附近的公园有许多绿化苗木, 并且设置了景观水体, 将处理终端处理后的达标尾水进行灌溉苗木、景观水体回用较为方便, 处理终端产生的污泥可用于除臭花箱的底泥。



图4 处理终端设置的水景与绿化苗木

(二) 绿色处理设施评估

农村生活污水绿色处理设施在满足基本条件的情况下进行评价, 评价体系由水质达标、资源节约、安全稳定、运维便利、环境友好5类指标和创新与示范加分项组成, 每类指标包括控制项和评分项, 总得分采用百分制, 计算公式^[2]如下:

$$Q = (Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) / 10 + Q_A / 10$$

式中: Q ——总得分;

Q₀ ——控制项分值, 当满足所有控制项的要求时取500分;

Q₁ ——水质达标评分项得分;

Q₂ ——资源节约评分项得分;

Q₃ ——安全稳定评分项得分;

Q₄ ——运维便利评分项得分;

Q₅ ——环境友好评分项得分;

Q_A ——创新与示范加分项得分。

处理终端接户率达到100%, 平均水力负荷率稳定在65%以上, 运维废弃物统一由运维单位运送至污水处理厂处置, 所需材料齐全且完成上报, 符合基本条件。经评估, 本处理设施满足《浙江省农村生活污水绿色处理设施评价导则》基本规定及控制项内容, 达到农村生活污水绿色处理设施一星级要求, 总得分Q=79.7。

(三) 控制项

经检测, 处理终端的进水COD浓度约在150mg/L, 出水水质满足《农村生活污水集中处理设施水污染物排放标准》DB 33/973一级标准, COD、NH₃-N 的去除率均大于70%, 尾水回用于周边地块的绿化浇灌, 相应的隔离、防坠、用电保护等安全设施和警示标识标牌规范设置, 处理设施运行状况良好, 满足控制项要求, Q₀=500。

(四) 评分项

1. 水质达标

本处理终端在污水收集和处理效果方面相对良好, 得分为Q₁=50分。

其中进出水水质检测频次较为合理, 有固定的运维公司按要求检测, 但无检测进出水水质能力, 得20分; 进出水水质最大相对偏差小于40%且施 COD、NH₃-N 的去除率大于70%, 得30分。

2. 资源节约

资源节约是绿色处理设施的重要理念, 此工程始终贯彻“绿色”理念, 得分为Q₂=45。

污水处理终端合理利用尾水, 每年尾水回用量为4580m³, 尾水回用率为11%, 处理终端旁设置了除臭花箱, 剩余污泥干化后回用至花箱, 得20分; 节地方面, 一般的处理终端吨水占地面积为4m²/m³, 此处理终端占地面积为1.55m²/m³, 得20分; 在能耗降低率方面为7.5%, 得5分。

3. 安全稳定

安全稳定是处理终端发挥作用的前提。选址安全且距离农户100m以上, 基本采取了保障处理设施安全的技术措施, 设置相应的防坠网等。并且严格按规范施工, 保证处理设施的耐久性和运行稳定性。总得分Q₃=80。

4. 运维便利

为了使处理终端获得更好的处理效果, 聘请了专业运维公司对终端进行运维。因此, 运维便利也是绿色处理设施里面重要的评价指标, 在此方面, 处理终端得分

为Q₄=54。

处理工艺相对便于运维, 周边有运维车辆进出的道路, 且停车点便于运维人员操作, 得16分; 设备安装位置合理, 检修更换空间充足, 零件更换方便, 具有明确的进出水水质取样点, 采样方便, 标识清晰, 得20分; 运维废弃物清掏方便, 但需转运至运维废弃物集中处理处置场所, 得18分。

5. 环境友好

处理终端在环境友好方面总得分Q₅=65, 具体如下:

经检测, 处理终端运行噪声不高于自然环境本底噪声, 环境臭气符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554 的要求, 臭气浓度不超过20, 且运维废弃物有效收集、处置或资源化利用, 未对环境造成影响得35分; 整个处理终端草皮面积192m², 占总用地面积68%, 适当融合了当地农村的村容村貌和民俗文化, 村民满意度超过了80%, 得30分。

6. 创新示范

在创新示范方面, 此处理终端具有流量、视频监控和设备运行状态监控的数据采集和上传能力, Q_A=3。



图5 现场设置的监控设施

四、结语

新建的污水处理终端运行状况良好, 安全稳定, 且尾水用于绿化浇灌, 节约了大量水资源, 实现了污水资源化, 助力了我国绿色发展迈上新台阶, 能够达到绿色处理设施一星级标准, 为该地区绿色处理设施创建提供了良好的范本。

参考文献

- [1]王仲旭, 梅冬. 新农村建设污水处理工程实例[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2012, 22(03): 70-72.
- [2]唐占谱, 何芳, 胡前亮等. 浙江省农村生活污水一体化处理设施应用现状与典型工艺研究[J]. 低碳世界, 2022, 12(10): 19-21.
- [3]骆其金, 钟昌琴, 谌建宇等. 农村生活污水处理技术评估方法与案例研究[J]. 环境工程技术学报, 2016, 6(2): 105-110.
- [4]盛建龙, 马骁, 郭特迪等. 《浙江省农村生活污水绿色处理设施评价导则》浅析[J]. 中国给水排水, 2023, 39(02): 16-20.
- [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.
- [6]关辉. 浅谈玻璃钢管道的性能特点及发展现状[J]. 科技与企业, 2016(04): 218.