

诏安县农村生活污水治理工程实践分析

谢冰冰

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司厦门分公司, 福建 厦门 361000]

摘要: 农村生活污水治理在黑臭水体整治、资源化利用、乡村振兴、碳减排及生态文明建设等方面具有重要意义。基于漳州市诏安县乡村振兴(农村人居环境整治)工程实例,对农村生活污水治理现状进行全面分析,系统介绍农村污水治理的设计过程,因地制宜提出适合诏安县村镇生活污水治理技术路线,总结农村污水提升与处理设施选址关键要素,优化传统农村污水处理工艺,阐述一体化泵站及处理站构筑物的具体设计参数,并利用智慧污水治理管控平台对处理水量和水质加强监督管理,建立长效管理机制。通过工程实例介绍,以期为广大农村污水治理项目提供思路和经验。

关键词: 农村生活污水治理;污水提升与处理设施选址;一体化泵站;集中式处理站;智慧污水治理

中图分类号: TU992.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)02-0261-05

Analysis on Engineering Practice of Rural Domestic Sewage Treatment in Zhaoan County

XIE Bingbing

[SMEDI Xiamen Branch, Xiamen 361000, China]

Abstract: The treatment of rural domestic sewage is of great significance in the black and odorous water body remediation, resource utilization, rural revitalization, carbon emission reduction and ecological civilization construction. Based on a case of Zhaoan County of Zhangzhou City Rural Revitalization Project (improvement of the living environment in rural areas), a comprehensive analysis on the current situation of rural domestic sewage treatment is conducted. The design process of rural sewage treatment is systematically introduced. A technical route suitable for the treatment of rural and town domestic sewage in Zhaoan County is proposed according to the local conditions. The key factors in selecting the location of rural sewage pumping and treatment facilities are summarized. The traditional rural sewage treatment processes are optimized. The specific design parameters of integrated pumping and treatment station structures are explored. And the supervision and management of the treated water quantity and water quality are strengthened by utilizing the intelligent sewage treatment and control platform to establish the long-effect management mechanism. The introduction of the engineering examples can provide the ideas and experience for numerous rural sewage treatment projects.

Keywords: rural domestic sewage treatment; site selection of sewage pumping and treatment facilities; integrated pumping station; centralized treatment station; intelligent sewage treatment

0 引言

近年来,农村生活污水治理成为我国乡村振兴的关键举措。2022年,生态环境部、农业农村部、住房和城乡建设部、水利部、国家乡村振兴局五部门联合印发的国家级政策文件《农业农村污染治理攻坚战行动方案(2021—2025年)》提出“到2025年全国农村生活污水治理率要达到40%”^[1]。2025年中央1

号文件《中共中央 国务院关于进一步深化农村改革扎实推进乡村全面振兴的意见》强调“实现中国式现代化,必须加快推进乡村全面振兴。要加强农村生态环境治理,因地制宜选择农村生活污水治理模式”^[2]。福建省人民政府办公厅发布的《福建省农村生活污水提升治理五年行动计划(2021—2025年)》提到“力争到2025年,全省农村生活污水治理率达国家要求的65%以上”^[3]。

1 工程概况

诏安县包括15个乡镇(包含217个行政村、16个

收稿日期: 2025-08-06

作者简介: 谢冰冰(1992—),女,硕士,注册给排水工程师,从事给排水设计工作。

社区、1个农场,共700余座自然村),大部分乡镇仍采用合流制排水体制,未进行雨污分流建设。接户管道覆盖率低,大部分生活污水由自建化粪池处理后就近排入排水沟渠,依地势最终排入山地、农田或自然下渗。现有管道存在堵塞、淤积、管径偏小、敷设倒坡、管顶覆土不足等问题,部分管道及附属设施破损。现有大多污水井采用砖砌井,污水渗漏严重。污水收集量不足,处理量难以达到设计规模。现有集中污水处理设施数量较少,且生化设施运行较差。

针对上述问题,结合诏安县乡镇及村庄规划,通过对全县15个乡镇,共分为3期(见图1),进行全域污水管网建设、配套泵站建设及污水处理站建设,大幅度改善农村人居环境。



图1 项目分批建设情况

2 污水治理技术路线

根据《福建省农村生活污水治理规划(2020—2030)》^[4],通过诏安县情研究^[5],制定诏安县乡镇污水治理的3种具体技术路线:

(1)管控方式。距离镇区1 km以上且人口小于1 000人,距离2 km以上且人口小于2 000人,空间零星分布的,采用分散式处理方式,如设置大三格化粪池,并适当利用净化槽等方式。

(2)纳管方式。对于敏感区域内村庄(如流域控制断面、省级乡村振兴试点村等),常住人口超过250人,且污水规模大于20 m³/d或不属于环境敏感区附近的村庄,常住人口超过1 000人,且污水规模大于80 m³/d,将生活污水通过管网纳入现有镇区污水处理厂统一处理。

(3)集中处理方式。在(2)基础上,若村庄距离市政污水管网较远或现有镇区处理场站无法接纳来

水时,利用地势条件,统一新建污水处理设施进行村庄生活污水治理。

3 污水治理方案

(1)排水体制。为彻底改善农村生态环境,项目范围内污水治理排水体制采用雨污完全分流制,局部无法采用雨污完全分流制时,采用截流式合流制进行过渡。

(2)进水水质。根据实测和调研,诏安县农村生活污水水质情况见表1。

表1 诏安县农村生活污水水质

水质指标	pH	SS	COD	BOD	NH ₃ -N	TN	TP
进水水质	6~9	200	220	130	25	40	3~4

(3)排放标准。执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》^[6]及《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》^[7]。

(4)污水量计算。参照《农村生活饮水量》^[8]、《城市居民生活用水量标准》^[9]及《福建省农村生活污水处理技术指南》^[10]:镇区的生活用水量指标取135 L/人·d。考虑到秀篆镇、官陂镇及霞葛镇3个乡镇地处诏安县北部,属于山区村庄,其非镇区村庄生活用水量指标取100 L/人·d,其余乡镇非镇区村庄生活用水量指标取110 L/人·d。排放系数取0.7。近期山区村庄污水收集率达到65%以上,平原村庄(沿海)达到80%以上;远期山区村庄达到75%以上,平原村庄(沿海)达到85%以上。以第七次人口普查各乡镇提供人口数据测算。

4 污水提升与处理设施选址

污水提升与处理设施包括污水泵站和污水处理站。污水提升与处理设施选址是污水系统构建的一个重要环节,对整个污水系统的布置起到至关重要的作用,对污水排向、周围环境卫生、基建投资及运转管理会产生重大影响。污水提升与处理设施运行时,厌氧池、污泥处理构筑物等会排放NH₃、H₂S、CH₄等有害气体,鼓风机产生一定噪声污染,污水提升与处理设施选址往往相对较为困难。部分农村未编制村庄规划,部分村民污水收集意识淡薄,对污水处理的必要性缺乏正确认识,存在部分村民不支持建设污水基础设施,甚至阻工等问题。

污水提升与处理设施选址要统筹考虑众多关键要素:(1)要结合污水收集范围的整体地形地势,考虑污水管网建设难易程度、初次建设投资及长期运

营成本。(2)要尽量避开居民点、学校、医院及环境敏感地带,避开目标主导风向的上风。要保证一定防护距离,若距离受限,必须采取必要的除臭设施保证周边居民不受影响。(3)要注意水质保护目标、受纳水体功能分区及受纳水体环境容量,从而确定污水厂排放标准及尾水排放区域。(4)要满足设备进出场站及污泥清运的进出场道路需求,尽量达到交通运输便利。(5)要满足污水提升与处理设施供水及供电需求。(6)要分析周边土地现状利用情况及规划用地性质,尽量增加污水提升与处理设施与周边土地利用的相容性。(7)要远离低洼易涝区,实在无条件时,应增设或加高挡水围墙,或设置围墙外围排水沟等,防止雨水汇聚,保证不受洪涝灾害影响。(8)特别地,针对农村生活污水提升与处理设施选址,还要充分尊重民风民俗,如民间寺庙等传统习俗,争取老百姓对工程建设的理解与支持,普及污水处理的重要性,降低征地协调难度。(9)要在上述基础上综合对比分析不同选址方案利弊。

根据上述原则,对诏安县 148 个村庄进行现场实地调研,并在乡镇书记、镇长及相关村干部的配合下,完成污水提升与处理设施选址工作。

5 污水管网设计

(1)管网系统。农村村道一般较为狭窄,局部需采用人工开挖。污水管覆土深度:通行机动车 ≥ 0.7 m,不通行机动车 ≥ 0.6 m,否则采用混凝土包封保护措施。

(2)管材及接口。a.水重力管:管径 $DN < DN200$,管材、管件均采用硬聚氯乙烯(PVC-U)实壁排水管;管径 $DN200 \leq DN \leq DN500$,管材、管件均采用 HDPE 管。b.污水压力管:管径 $DN < 50$ 采用 PE100 管;管径 $50 \leq DN \leq 600$,管材选用钢骨架 PE 塑料复合管,采用电热熔套筒连接,PN1.0。

(3)不行车道路下的污水检查井采用塑料检查井。车行道下采用预制钢筋混凝土检查井。

(4)开槽深度小于 1.2 m,采用直槽开挖;开槽宽度在 1.2~1.6 m 之间,采用横板支护开挖;开槽宽度位于 1.6~2.5 m,开挖方式采用槽钢;开槽宽度大于等于 2.5 m,支护开挖方式采用拉森钢板桩。

6 一体化泵站设计

根据污水设计流量及扬程,设计一体化提升泵站。结合地块收水范围内最低点标高设置报警水

位,结合变频泵启动次数设置启泵水位,结合潜水泵最小保护高度设置停泵水位。一体化预制泵站需要设置粉碎格栅,筒体底部设置有潜污泵,水位通过液位计进行控制,还需配备检测仪表、冲洗阀、进口可曲挠接头及出口可曲挠接头,控制柜设置于高于地面标高 0.15 m 以上。井筒采用 GRP 玻璃钢材质,内部管道采用不锈钢材质。井筒采用整体缠绕一次成型工艺。

7 污水处理站设计

7.1 工艺选择

农村生活污水处理工艺的选择要综合考虑受纳水体的水环境承受能力、该地区经济发展水平及土地资源等因素。受纳水体水质目标等级较高、地区经济较为发达,居住农户密度较大、土地资源紧张的农村,应选择处理效果好、场站设备占地面积较小的生物处理技术。相反,工艺选择可以考虑成本较低的无动力处理技术。传统的无动力处理技术主要为人工湿地、稳定塘等。相关研究显示,上述工艺具有占地面积较大、易受环境因素影响、运行效果不稳定等缺点。因此,优化工艺,进一步改进农村污水的处理工艺,是可持续发展的必然选择^[11]。污水处理应尽量采用能耗低、成本低、处理效率高、日常易于维护、便于集约化管理的工艺^[12]。

针对农村生活污水的生物处理技术应根据具体去除污染物目标确定。农村生活污水以去除有机物为主要目标时,应采用好氧生物处理工艺;以去除有机物和总氮为主要目标时,可采用缺氧和好氧组合工艺;以去除有机物、总氮、总磷为主要目标时,宜采用厌氧、缺氧及好氧组合工艺。

福建省《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》^[7]明确提出,以规模 500 m³/d 为分界线,规模高于或等于分界线,执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》^[6];规模小于分界线,结合受纳水体功能水域类别,确定排放标准。

诏安县大部分农村经济较为发达,水域功能和标准分类较高,但土地资源较为紧张且普遍征地困难,按照福建省地方标准规定,并结合各个乡镇实际情况,工艺选择如下:(1)规模 ≥ 500 m³/d,排放标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》^[6]一级 A,采用 A2O+MBR 工艺(见图 2)。(2)20 m³/d $\leq$ 规模 < 500 m³/d,排放标准为《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》^[7]一级标准,采用 A2O+MBBR 工艺(见图 3)。

(3) 20 m³/d≤规模<500 m³/d,排放标准为《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》^[6]二级A标准,采用A2O工艺(见图4)。

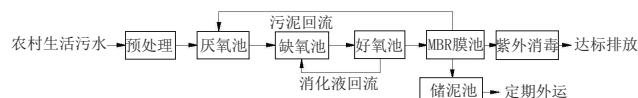


图2 A2O+MBR工艺流程

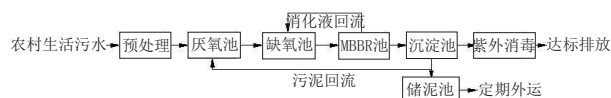


图3 A2O+MBBR工艺流程

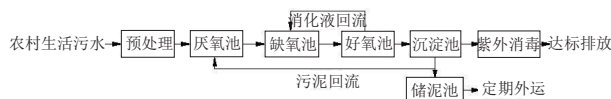


图4 A2O工艺流程

7.2 污水处理站布置

污水处理站布置要考虑各种构(建)筑物的相对位置,满足输水管道、输泥管道、排水管道、电力管道、阀门、检查井布置需求,管道尽量横平竖直,减少交叉,避开道路、绿化、围墙等。尽量按照功能进行分区,充分利用地形,注意风向和大门朝向,污水处理站平面布置见图5,工艺流程见图6。

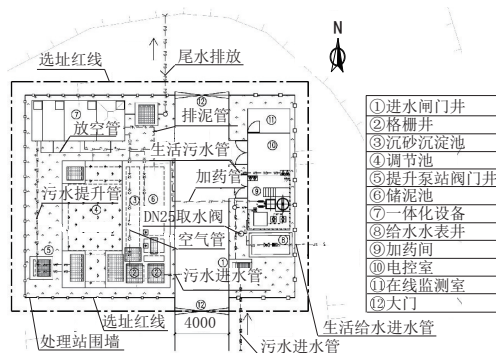


图5 污水处理站平面布置图节选

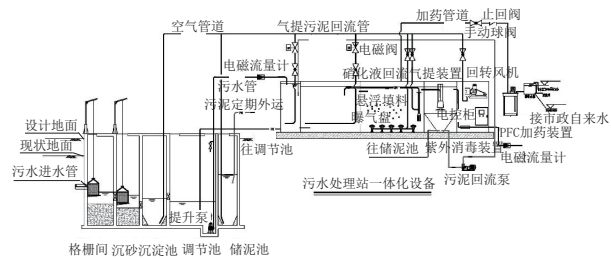


图6 工艺流程剖面图节选(A2O+MBBR工艺)

7.3 污水处理站主要构筑物设计

考虑便于污水管道直接接入,降低排水设施运行时对周边环境的干扰(如噪声、异味)、节省地表空间等因素,土建构筑物均采用全地下式。考虑设备便于维护及人员出入安全方便,一体化设备、加药间、电控间、在线检测室采用地上式。处理站场平标

高高于周边地块0.2~0.5 m,检修口防水设防高度高出室外地坪0.3 m。

(1)格栅池。在调节池前设置粗、细两道格栅,对污水中的头发、渔网等生活垃圾进行拦截,起到防止堵塞及保护水泵作用。

(2)沉砂池。沉砂池停留时间不小于0.5 h,污泥斗倾角60°,排泥管管径采用DN200。

(3)因农村污水水量、水质波动性大,排放点分散,在污水生化处理系统前设置调节池,能有效提高抗冲击负荷的能力,达到调节水量、均衡水质的目的^[13]。调节池的调节时间为8~12 h,池内设置冲洗、溢流孔、排空管、潜水搅拌机防止沉淀、排除漂浮物的设施,且兼做提升水泵的集水池。

(4)一体化设备。厌氧池:HRT≥1.5 h;缺氧池:HRT≥3.0 h;好氧池/MBR:HRT≥7.5 h;MBBR池:HRT≥4.5 h,悬浮填料载体比不小于30%。沉淀池:停留时间≥2.0 h,有效水深≥2.0 m。鼓风机:风压≥0.5 kgf/cm²,风量≥1.35 m³/min;紫外消毒池:灯管数量不少于2组。

(5)储泥池。通过设置闸门,控制不同有效水深,提供不同停留时间,动态调整污泥清运周期(7~14 d)。

(6)尾水流量计井。采用电磁流量计,直管道惯常满足前五后三倍管径,提高测量准确性。

(7)配套构筑物。设置在线检测室、加药间、电控室。

8 污水处理设施智慧管控平台

污水系统建成后,运行维护及管理至关重要^[14]。农村污水处理设施利用物联网管理平台,可以使污水系统管理更加简便直观,通过远程控制,具有智能省心优势^[15]。该项目借助物联网技术,搭建智慧污水处理管控平台,通过现场及远程同步管控,确保污水收集及处理设施运行顺利。

9 结 语

针对农村生活污水普遍具有居住区分散、地域面积广、地形复杂、水量水质不稳定、建筑分布密集无序、雨污混流严重、污水收集困难、部分村民对污水处理重要性意识淡薄、农村征地协调工作难度大等特点,开展农村生活污水整治,改善人居环境,并保证长效治理的重要性不言而喻。

工程结合诏安县的人口规模、自然地理、区域经

济条件,按照“一村一策”执行建设实施方案,取得良好的社会效益,有效改善了农村面貌和农村人居环境,保障了乡镇水体安全,提高了区域生态环境功能质量,促进了乡镇生态经济的长期稳定发展。自2021年8月项目建议书发改委批复至今,一期沿海片区已经施工完成,二期平原片区正在如火如荼开展施工。三期山区片区污水管网系统梳理及农村污水提升与处理设施初步选址已完成。本文基于项目实例,总结出以下经验:

(1)结合诏安县县情,管控方式新增“距离2 km以上人口小于2 000人”设计原则。该设计原则通过专家评审并得到实际应用。对农村居住分散、地理位置偏僻、地形地势复杂的村落更加具体量化,对整个诏安县农村生活污水治理技术路线优化至关重要。

(2)污水提升与处理设施选址是污水提升与处理设施建设的先行条件。污水提升与处理设施选址会对污水管道的布置及污水排放出路产生重大影响。本文总结农村污水提升与处理设施选址关键要素,在保证经济技术可行的基础上,结合农村特点,充分尊重民风民俗,降低农村征地及施工协调难度,做到科学合理、经济可行,且对环境友好。

(3)农村生活污水治理包括污水管网的设计、一体化泵站的设计及集中式处理站的设计。在传统工艺占地面积大、出水质量不稳定的基础上,该项目对污水处理工艺进行优化,选择合适的工艺。针对农村污水治理缺少统一设计标准,本文结合诏安县现

有污水处理设施运行维护情况,阐述诏安县农村污水治理主要构筑物的具体设计参数,为相关项目设计提供参考经验。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国生态环境部. 农业农村污染治理攻坚战行动方案(2021—2025年)(环土壤〔2022〕8号)[Z/OL]. (2022-1-19)[2025-8-6]. <https://www.mee.gov.cn/>.
- [2] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央国务院关于进一步深化农村改革 扎实推进乡村全面振兴的意见(国发〔2025〕7号)[Z/OL]. (2025-1-1)[2025-8-6]. <https://www.gov.cn/>.
- [3] 福建省人民政府办公厅. 福建省农村生活污水提升治理五年行动计划(2021—2025年)的通知(闽政办〔2021〕28号)[Z/OL]. (2021-6-17)[2025-8-6]. <http://sthjt.fujian.gov.cn/>.
- [4] 福建省生态环境厅. 福建省农村生活污水治理规划(2020—2030)[Z/OL]. (2020-3-30)[2025-8-6]. <http://sthjt.fujian.gov.cn/>.
- [5] 阎铁婧. 乡村振兴战略下县域农村污水治理工程规划探索[J]. 净水技术, 2022, 41(S1): 127-132.
- [6] GB 18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准[S].
- [7] DB 35/1869—2019 农村生活污水处理设施水污染物排放标准[S].
- [8] GB/T 11730—2025 农村生活饮用水量[S].
- [9] GB/T 50331—2002 城市居民生活用水量标准[S].
- [10] 福建省住房和城乡建设厅. 福建省农村生活污水处理技术指南[Z/OL]. (2011-6-17). [2025-8-6]. <https://zjt.fujian.gov.cn/>.
- [11] 范梓昀. 装配式一体化同步脱氮除磷生物滤池装置研发与应用[D]. 杭州: 浙江大学, 2021.
- [12] 曲波, 谭学军, 顾俊, 等. 县(市)域农村污水处理设施集约化运行管理方式与应用[J]. 中国给水排水, 2016, 32(22): 34-38.
- [13] 程庆松, 徐骄阳, 葛军, 等. 对农村污水收集处理设计中几个问题的探讨[J]. 中国给水排水, 2022, 38(6): 29-32.
- [14] 陈莹, 张晨. 福建省农村生活污水处理设施的长效管理模式分析[J]. 给水排水, 2021, 57(S2): 61-67.
- [15] 郭露, 陈伟雄, 沈玉东, 等. 基于物联网的生态型农村污水处理设施研究及应用[J]. 中国给水排水, 2020, 36(10): 95-100.