

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.02.025

海岛的农村生活污水处理方案比选

谭晶晶¹, 徐明²

(1.中铁建安工程设计院有限公司, 陕西 西安 710032; 2.西安市政设计研究院有限公司, 陕西 西安 710068)

摘要:针对海南省定安县农村生活污水处理现状及特征,提出了切实可行的适用于海岛的农村生活污水处理模式,即“接市政管网、集中式设施、分散式设施、大集中+小分散模式”这4种农村污水处理模式;同时通过方案比选,确定了A/O生物接触氧化的污水处理工艺,为后续在农村生活污水处理提供了有效的参考。

关键词:农村生活污水;污水特征;治理模式;工艺

中图分类号: TU993

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)02-0100-04

0 引言

2017年11月15日海南省人民政府办公厅下发《关于印发海南省农村环境综合整治全域覆盖工作方案的通知》(琼府办[2017]186号),要求加快推进农村生活污水治理,建立散居户、自然集中村落生活污水处理体系和后续服务体系。污水处理设施建设应坚持科学规划、因地制宜、分散处理、生态循环、就近回用原则。到2022年,全省行政村农村环境综合整治基本实现全覆盖,行政村辖区生活污水基本得到处理、达标排放^[1]。

海南省定安县人民政府高度重视农村生活污水处理工作,全面推进农村生活污水处理。根据农村人口规模、经济发展水平和工作难易程度,逐步完成辖区内全覆盖农村环境综合整治任务,不断提升人民群众的幸福感和获得感、安全感。

1 定安县自然条件

定安县位于海南岛中部偏东北,全县面积1 189 km²,全县人口约34.14万人。定安县地貌呈南北长、东西窄的不规则形状。南北长68 km,东西宽45.50 km,疆界长251.50 km。地势由南向北缓度倾斜,形成南高北低的态势,从海拔最高点512.70 m递降至最低点15.20 m。全县既有浅海沉积物和河流冲积物形成的平坦阶地地貌,也有砂页岩、玄武岩、火山灰岩、花岗岩等所构成的台地、残丘地貌。大部分为砂壤土和砖红壤土、石子红壤土和石子白壤土^[2]。

收稿日期: 2022-05-07

作者简介: 谭晶晶(1982—),女,硕士,高级工程师,主要从事污水处理技术研究及市政给排水工程设计等工作。

定安县属于热带季风海洋性气候,夏长冬暖,最热7月平均气温为27.4℃,最冷1月平均气温为17.1℃,年平均温度25℃以上;年降雨量1 500~2 500 mm,光照充足,土地肥沃。

2 定安县农村生活污水现状及特征

2.1 农村生活污水现状

各自然村均无污水管网及处理设施,村民自建无底化粪池,化粪池内污水全部下渗土层中,未见污水漫流出现;洗漱及厨房用水散排至路边排水沟,如图1所示。



图1 定安县农村污水现状

根据定安县住房和城乡建设局《关于确认厕所革命实施情况的复函》(2019年11月1日),定安县正在实施农村“厕所革命”工程,户厕改造包含户厕和化粪池建设,资金来源为专项补贴资金。目前大部分

自然村已完成改厕,小部分自然村正在实施改厕。定安县农村卫生厕所覆盖率达到95%。

2.2 污水特征

2.2.1 污水量

农村生活污水的来源主要是村民的日常生活用水,污水种类主要包括沐浴废水、洗涤废水、厨房排水、冲厕污水等。

设计农村生活污水量 (m^3/d)=污水收集率 \times 污水排放系数 \times 平均日生活用水定额($\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$) \times 常住人口 \times 供水日变化系数/1000。式中各参数分别为:

(1)本项目确定经济条件一般的村庄人均平均日生活用水定额为80 $\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$,经济条件较好的村庄人均平均日生活用水定额为100 $\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ^[1]。

(2)本项目农村供水服务区域较大,且定安县供水规模较小,根据现状实际情况,本项目确定供水日变化系数为1.6。

(3)服务人口按常驻人口数量进行计算。

(4)结合项目区的现状条件、建筑内部排水设施水平,本项目确定污水排放系数为0.85。

(5)根据规划目标,本项目确定污水收集率为1。

2.2.2 污水浓度

农村生活污水主要污染物包括有机物、氨氮、磷酸盐等^[3]。根据《海南省农村生活污水处理技术指引》,设计进水水质指标参考定安县农村污水治理工程(一期)的进水水质,如表1^[4]所示。

表1 设计进水水质指标 单位:mg/L

化学需氧量 (COD_{Cr})	5日生化需氧 量(BOD_5)	悬浮物 (SS)	总氮 (TN)	氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)	总磷 (TP)	pH值
≤ 200	≤ 100	≤ 220	≤ 35	≤ 25	≤ 4	6~9

3 农村生活污水处理的具体目标

遵循“科学研究、因地制宜、分步实施、长效管理”的思路,推进定安县人居环境质量改善,防止生活污水直接排放引起农村环境污染,切实改善居民生活条件,改善村容村貌,规范农村生活污水处理设施建设和运行管理,实现村庄的环境优美和生态和谐。本项目污水治理后出水主要用于农田灌溉及排入附近水塘。结合项目实际情况及《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB 46/483—2019),本项目集中污水处理后出水水质标准按二级标准,分散污水处理后出水水质标准按三级标准,如表2所示。

4 农村生活污水处理模式选择

污水处理站收集的污水包括冲厕、洗涤、洗浴和

表2 海南省农村生活污水处理设施水污染排放限值表 (DB 46/483—2019)

序号	污染物或项目名称	一级标准	二级标准	三级标准
1	pH值	6~9		
2	悬浮物(SS)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	20	50	100
3	5日生化需氧量(BOD_5)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	20	30	80
4	化学需氧量(COD_{Cr})/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	60	100	150
5	氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	8	25	
6	总氮(TN)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	20		
7	总磷(以P计)/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	3	5
8	类大肠杆菌群数/($\text{个}\cdot\text{L}^{-1}$)	104		

厨厕等家庭用水。同时,结合工程实际情况,为协调统一,便于管理,规模较大的集中养殖场的养殖废水禁止接入本项目污水收集系统;个体散养户的养殖废水经预处理出水达到《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596—2001)的要求后再接至本项目污水收集系统。

定安县辖10个镇,108个村,3个农场,行政区域面积1189 km^2 ^[2]。定安县按照全县农村生活污水产生区域特征,将全县农村划分为污水处理厂辐射区和分散处理片区。依托本地实际,遵循规划,因地制宜,总结出“接市政管网、集中式设施、分散式设施、大集中+小分散模式”4种农村污水治理模式,推行差异化、针对性治理。

(1)接市政管网:对于靠近市政管网的自然村,定安县采用接驳城镇污水处理系统方式进行处理。

(2)集中式设施:对于村庄分布密集、人口密度较大、有尾水排放水体、污水排放量较大的村庄,将1个村庄或是相连的多个村庄的农村四水(厕所、洗衣、洗浴、厨房污水)经过污水管网集中收集之后,建设统一的污水处理设施进行统一处理,尾水就近排放至周边水体或回用。污水处理站产生的污泥定期抽吸后送至就近污水处理厂进行处理,户内化粪池污泥以农户为单元,采用自然干化并就地处置,回用农田为宜。

(3)分散式设施:村庄分布分散、人口密度较低、地形较为复杂,管网建设难度大的地区,将每个片区1户或附近几户的生活污水分片收集之后,进行单独处理,尾水就近排放至周边水体或回用。污水处理规模在1~5 m^3/d 的采用分散式污水处理设备,如小型净化槽、“桶中通A/O工艺”等。污泥以农户为单元,采用自然干化并就地处置,回用农田为宜。

(4)大集中+小分散模式:村庄分布既有密集区,又有距离集中村庄较远、不利于集中收集的分散区,集中部分住户污水统一收集之后,建设污水处理设施进行统一处理;分散部分单户或联户分片收集后单独处理。尾水就近排放至周边水体或回用。污水处理站产生的污泥定期抽吸后送至就近污水处理厂进行处理,户内化粪池污泥以农户为单元,采用自然干化并就地处置,回用农田为宜。

5 农村集中污水处理方案的选择

农村集中污水处理是无害化处理系统,由一级处理和二级处理组成。集中式处理站工艺流程图见图2。

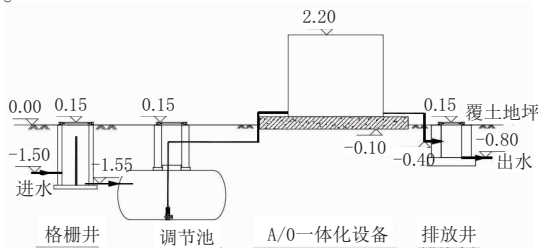


图2 集中式处理站工艺流程图(单位:m)

污水一级处理设格栅井,主要去除污水中呈悬浮或漂浮状态的固体污染物质。格栅井中设粗、细人工格栅各1套。农村污水水量和水质随时间变化较大,为保证后续二级处理的正常运行,降低运行负荷,需要对污水的水量和水质进行调节,在进入二级处理系统前设置调节池。调节池采用成品玻璃钢结构,调节池内设置潜污泵,以额定流量将污水提升至后续二级处理系统。调节池内的污水水力停留时间为6~8h。

二级处理采用生物方法,总结起来,适用于农村生活污水处理,且有代表性的工艺主要有A/O生物接触氧化工艺、A/O工艺、SBR工艺、人工湿地等。这些技术各有长短,比选见表3。

污水处理工艺的选择应根据进站污水水质、出水水质要求、处理站规模、污泥处置方案以及当地气温、工程地质、排放环境等条件来慎重选择。定安县农村生活污水中有机成分比较高,可生化性好,农村集中污水处理推荐采用占地少、运行费用低、运行稳定的A/O生物接触氧化工艺^[5]。

地上式A/O生物接触氧化工艺污水处理系统是集永久性、无噪音、微电脑全自动控制技术等技术为一体的高新技术产品。其技术原理为:生化反应段分为厌/缺氧段+曝气接触氧化反应,其中的厌/缺氧段将污水中难降解的污染物分解,回流污泥在厌氧条件下实现释磷过程,同时回流液中硝酸盐被反硝化成氮气、从系统逸出,实现脱氮过程;在接触氧化反应时,悬浮立体填料可以实现复杂微生物菌群的聚集,很长的食物链便于实现污染物的全程降解,大幅提高系统的脱氮效率,降低吨水处理能耗,剩余污泥产量远小于常规的曝气工艺。针对农村污水排放的阶段性,通过现场/远程对控制器参数进行调整,可实现间歇曝气运行,序批式的处理过程更加切合农村特点,可提高脱氮效率,降低运行成本,也保证了出水水质的稳定性。

一体化污水处理设备采用碳钢材料,设备内设有厌氧池、好氧池、沉淀池、深度接触氧化池、储泥池、设备房等7个分区。处理系统总水力停留时间为16~22h,风量0.20~2.29m³/min,接触氧化池悬浮填料填充率为20%~40%,以每kgMLSS(混合液悬浮固体浓度)计算的污泥负荷为0.25~0.50kg(BOD)/d,污泥浓度为1500~3000mg/L,污泥回流比为20%~75%,沉淀池表面负荷为0.6~1.0m³/(m²·h)。定安县农村集中污水处理规模5~50m³/d的水力停留时间如下:厌氧区2.5~3.5h;缺氧区2.5~3.5h;好氧区7.0~10.0h;沉淀区3.5~5.0h;深度接触氧化

表3 污水处理工艺比选

处理工艺	占地面积	处理效率	建设成本	运营成本	污泥量	优缺点
A/O生物接触氧化工艺	小	稳定	高	较低	剩余污泥量少	生物活性高、污泥龄长、耐冲击负荷,有一定的间歇运行能力,管理维护简便、自控程度较高,但对于调试专业要求高
A/O工艺	较大	较稳定	高	较高	剩余污泥量大	工艺成熟,但处理效率低、生物系统波动较大
SBR工艺	较大	较稳定	较高	较低	无回流污泥,剩余污泥量大	工艺简单,但对操作人员技术水平要求较高,要求操作人员具有一定的文化程度和技术水平
人工湿地	大	不太稳定	较低	较低	较多易堵塞	绿色生物过程,维护简单,几乎无运行费用。没有精确的设计、运行标准,生物、水文过程复杂,可能带来蚊虫等问题

区 4.0~5.0 h。

6 结 语

(1)定安县政府机构应大力实施美丽乡村建设和乡村旅游开发,以“百里百村、红色文化、富硒美食”等为引导,以全域旅游带动乡村振兴,畅通由绿水青山走向金山银山的转化“通道”。

(2)有关部门应对排入污水处理系统的有毒有害废水加强监测和控制,以保证污水处理系统的正常运行。

(3)要强化技术指导,做好示范引导,稳步推进农村生活污水治理项目建设,加快完善运维体系。建立长效管理机制,制定定安县农村生活污水治理设

施运营维护的监督管理办法。

(4)加强农村环境保护宣传与科普教育力度。

参考文献:

- [1] 海南省人民政府办公厅.琼府办[2017]186号《海南省人民政府办公厅关于印发海南省农村环境综合整治全域覆盖工作方案的通知》(2017-11-15).2022-5-25 [http://jt.hainan.gov.cn/xxgk/0200/0202/201811/t20181122_1057193.html].
- [2] 海南省定安县地方志编撰委员会.定安县志[M].海口:海南出版社,2007.
- [3] GB/T 51347—2019, 农村生活污水处理工程技术标准[S].
- [4] 海南省生态环境保护厅.海南省农村生活污水处理技术指引[Z].海口:海南省生态环境保护厅,2018.
- [5] 张天益,王琬.农村分散生活污水一体化处理工程实例[J].水处理技术,2020,46(11):129-132.

(上接第 99 页)

5 结 语

高淳水系连通及农村水系综合整治试点县项目人文景观设计将专业的设计手法与传统的农村民俗民风相融合;子项工程与整体措施体系相融合;设计主题与地域特点相融合,从这三方面探索并实践了新形势下农村水系景观设计的新思路、新方法。工程实施后社会效益、生态效益显著,顺应了当前大力发

展生态文明、推进乡村振兴的形势,为乡村振兴发展视角下的农村水系景观建设提供了有益的参考。

参考文献:

- [1] 李原园,杨晓茹,黄火键,等.乡村振兴视角下农村水系综合整治思路与对策研究[J].中国水利,2019,891(9):29-32.
- [2] 毛亨,毛蓑.诗经[M].北京:西苑出版社,2020.
- [3] 管桂玲,付东王,高健,等.南京高淳区农村水系综合整治研究[J].中国水利,2021,918(12):37-39.