

南京市高淳区农村生活污水治理模式选择与改进思考

葛智凯

(南京市高淳区水务局, 江苏 南京 211300)

摘要:介绍南京市高淳区在农村生活污水治理工作中,结合区内水文地理特点、村庄规划、人口情况等,因村制宜,分类确定治理模式,选用“生物滤池+人工湿地”“一体化 A/O”“一体化 MBR”“生态池”“净化槽”等污水处理工艺差别化治理。

关键词:农村生活污水治理;治理模式;BOT 模式;五位一体

中图分类号: 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)S1-0072-05

Consideration on selection and improvement of rural domestic sewage governance mode in Gaochun District, Nanjing City

GE Zhikai

(Gaochun Water Affairs Bureau of Nanjing City, Nanjing 211300, China)

Abstract:The treatment of rural domestic sewage in Gaochun District of Nanjing City was introduced. Combined with hydrological and geographical characteristics, village planning and population situation in the area, the treatment mode was determined according to village conditions, and differential treatment of sewage treatment processes such as "biological filter + constructed wetland" "integrated A/O" "integrated MBR" "ecological pool" and "purification tank" were selected.

Key words:rural domestic sewage governance; governance mode; BOT mode; five-in-one

农村生活污水治理是农村人居环境整治的重要组成部分。农村生活污水包括洗浴、洗衣、厨房炊事废水、厕所污水及家养畜禽粪便、废水等^[1]。与城镇生活污水相比,农村生活污水浓度低、可生化性好,但排放分散、排放量小、水量变化大^[2]。

1 区域概况及治理现状

1.1 区域概况

高淳区位于南京市南端,苏皖交界处,由固城湖、石臼湖和长江支流水阳江所环抱,东部为丘陵地区,西部为平原圩区。高淳区属北亚热带和中亚热带过渡季风气候区,光照充足,年平均气温

15.9℃。

高淳区下辖 6 个街道、2 个镇,行政村 134 个,自然村 944 个(10 户以上、近 3 年不拆迁村庄)。2019 年末,全区户籍人口 45.03 万人,其中乡村人口 22.97 万人。

1.2 治理需求

高淳区水域面积占国土面积比例达到 30%,东部东坝街道及桠溪街道位于太湖流域;西部砖墙镇、阳江镇、淳溪街道、古柏街道、漆桥街道及固城街道环固城湖分布,河流、沟渠纵横交错,且固城湖为区内唯一供水水源地。区内农村生活污水治理要求高、需求大且迫切。

收稿日期:2021-03-01

作者简介:葛智凯(1992—),男,工程师,本科,主要从事供排水与污水设施管理工作。E-mail:1290968411@qq.com

1.3 治理现状

高淳区 10 多年来通过太湖流域水环境综合治理项目、农村环境连片整治示范项目、覆盖拉网式农村环境综合整治项目等,逐步推进农村生活污水治理工作。2020 年底前,高淳区已实现农村生活污水处理设施自然村全覆盖,设施正常运行率维持在 95% 以上。

全区参照《江苏省村庄生活污水治理适宜技术及建设指南(2016 版)》的规定,选取用水量定额为 80 L/(人·d),总排水量按照总用水量的 75% 估算,结合乡村人口 22.97 万人,规划需求日处理能力 1.4 万 t。实际建成农村污水处理设施 907 套,生态池 86 个,铺设污水管网 1 845.5 km,接户数 7.23 万户,实际日处理废水能力达到 1.5 万 t,已能够满足区内治理需求。

2015 年全国农村环境连片整治工作现场会在高淳召开,2016 年高淳被列入江苏省首批国家级村庄生活污水处理示范县,2019 年高淳区实施“五位一体”的农村生活污水治理运维体系成功入选住建部县域统筹推进农村生活污水治理案例。

2 治理模式及工艺选择

处理设施出水排放标准按照《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB32 3462—2020),根据出水排向及设施规模等分级执行。

处理工艺选择方面,高淳区综合考虑村庄自然地理因素、布局形态规模、基础设施条件、环境改善需求等,分别采用纳管处理、相对集中处理及分散处理模式。

2.1 纳管处理模式

2.1.1 接入城镇污水处理厂处理

距离城镇污水管网近、接入城镇污水管网更为经济合理的村庄,主要采用接入城镇污水处理厂处理模式。

2.1.2 接入邻村污水处理设施处理

距离邻村农村污水处理设施较近,接入邻村污水管网更为经济合理,且拟建或已建设规模满足要求的村庄,主要采用接入邻村污水处理设施处理模式。

2.2 相对集中处理模式

对管网接户数大于 50 户或处于生态敏感区的村庄采用相对集中处理技术,其中,一般条件下采用生物滤池+人工湿地工艺,土地紧张或工期紧的采用一体化 A/O 工艺,出水水质要求严格的采用一

体化 MBR 工艺。

2.2.1 生物滤池+人工湿地工艺

生物滤池+人工湿地工艺(图 1)具有组合处理效果好、能耗低、运行成本省、剩余污泥量少、无噪声及集成化控制等优点。工艺包含格栅池+集水池+缺氧池+滴滤池+人工湿地。调节池内填料选用辫带式填料,堆积体积占调节池有效容积的 30%。滴滤池结构整体分两层,每层均采用不同粒径规格的陶粒及卵石分层铺设。滴滤池出水回流至缺氧池前端,回流比例 3:1,回流至缺氧池后端,回流比视运行情况调节。人工湿地陶粒、卵石及石膏分层铺设,水生植物主要选用菖蒲。

生物滤池主要强化 COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 处理,而人工湿地能有效去除 TSS、TP 及 TN。该工艺对 TSS、COD 及 $\text{NH}_3\text{-N}$ 具有良好的处理效果,而对 TN 和 TP 的处理效率偏低。因此,需根据进水条件优化工艺运行参数,保持碳源供给与微生物脱氮除磷之间的平衡^[3]。

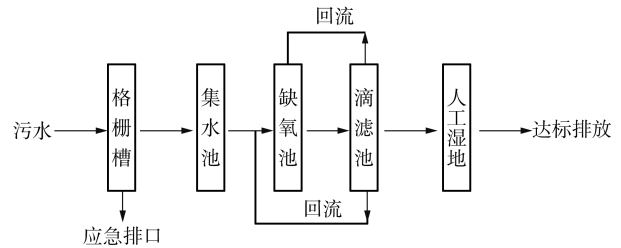


图 1 生物滤池+人工湿地工艺

2.2.2 一体化 A/O 工艺

一体化 A/O 工艺具有处理效果好、耐冲击能力强、占地小、施工周期短、集成化程度高及易打造景观等优点。工艺包括厌氧+好氧一体化反应器污水依次经过厌氧段、好氧段,部分好氧污水回流至厌氧段,不需要额外增加碳源即可完成反硝化反应,能很好地去除 TN 和 TP^[4]。且一体化设备多配备化学除磷装置及消毒装置,应对阶段性高负荷冲击能力强。

2.2.3 一体化 MBR 工艺

一体化 MBR 工艺具有处理效果好、耐冲击负荷能力强、集成化程度高及施工周期短等优点,适用于水环境敏感、出水水质要求较高的村庄,运行成本相对较高。膜生物反应器(MBR)是将传统活性污泥法与膜分离技术结合的一种处理技术。膜具有截留提高活性污泥浓度、高效截留悬浮物的作用,对悬浮物去除效果好^[56]。

2.3 分散处理模式

对管网接户数小于 50 户的或处于非生态敏感

区村庄采用分散处理技术,其中 20~50 户的采用生态池工艺,1~20 户的采用净化槽工艺。

2.3.1 生态池工艺

生态池工艺(图 2)具有投资及占地小、能耗低、运行成本低、维护简便等优点。工艺采用调节池+人工湿地处理系统。调节池内填料选用辫带式填料,堆积体积占调节池有效容积的 30%。工艺含气提泵一台,起到污水提升及人工湿地曝气作用。人工湿地根据实际处理能力将出水按一定比例回流至调节池循环处理,确保出水水质达标。通过植物选择、补充曝气、污水回流等措施优化工艺或操作条件可以提高人工湿地污染物去除率^[7]。

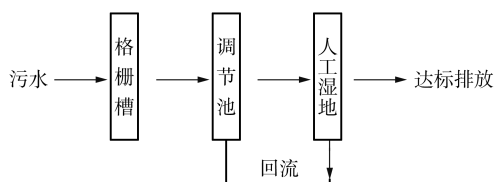


图 2 生态池工艺

2.3.2 净化槽工艺

净化槽工艺具有技术成熟、建设成本低、占地小、施工周期短、可重复利用等优点。工艺为利用微生物对污染物质进行分解,并通过结构设计对生物处理进行人工强化。槽体外壳和内部大量采用复合材料,内部无需要检修的动力部件,运行寿命超过 30 年,污染物去除率可以稳定在 80% 以上^[8]。

3 建管模式与监督保障

3.1 建管模式

3.1.1 “BOT 模式”实现建管一体

初期为解决建设管理质量及引入专业第三方运维而推行的“EPC+委托运营模式”,后期为全面提升建管质量而采用的“BOT 模式”。“BOT 模式”中第三方合作单位负责建设项目出资、建设全过程管理和实施,以及建成设施专业运维。创新模式通过引入社会资本投入建设,减轻政府财政压力;也通过建管一体提升建设及运维质量。

3.1.2 “五位一体”及“多规合一”

一是“五位一体”。高淳区在治理工作上坚持政府主导、属地为主的原则,建立区政府为统筹主体、镇政府为责任主体、村级组织为实施主体、农户为受益主体、第三方专业服务机构为服务主体的“五位一体”运维管理体系。区委、区政府对全区农村生活污水处理工作成立领导小组,明确区生态环境局牵头组织各镇街实施建设工作,区水务局负责

监督考核工作。

二是“多规合一”。结合村庄布点规划和其他相关规划,力求规划一张图,将实施内容进行整合后再分解,合理安排建设时序,结合“美丽乡村建设”“四好农村路建设”等建设项目相结合,在减少无效重复工作的同时,也保证了项目建设质量及美观度,实现因村制宜、降本增效。

3.2 监督保障

3.2.1 设施季度考核及“效能亮榜”专项行动

高淳区出台《高淳区农村污水处理设施长效运行管理暂行办法》《高淳区农村分散式生活污水处理设施运行维护工作考核评分标准》等考核管理办法。委托第三方对所有运行设施每季度进行一次运行情况出水水质情况考核,对考核中发现问题进行通报,并要求各相关单位限时整改到位。

同时,通过“效能亮榜”专项行动,用“红旗”“红黄灯”每月公示,并作为各镇街年度各项考核评分依据之一,充分激发工作积极性。

3.2.2 专项资金保障

明确设施运维资金统一由镇街列专项资金支付,其中,运维单位进场后支付合同价的 50% 用于日常运维工作,其余 50% 根据设施每季度考核结果分季度按比例支付,激发运维单位内动力。

4 建设运维情况及治理效果

4.1 建设运维情况

建设方面采用“BOT 模式”后,各参建单位的管理水平及责任意识明显加强,建设质量明显提升。规划科学性、实施坚决性明显增强,新建设施配套管网的入户率明显提升,基本在 90% 以上。

在设施运维方面,全区 8 个镇街均实行专业化运维机制,组织专业运维人员进行日常运行维护。聘请第三方考核和水质检测机构,每季度对全区已农村生活污水设施运行管理进行现场考核,对设施出水水质进行检测,设施运行率、出水水质合格率较以前有了显著提高。

4.2 治理效果

以高淳区 2020 年度的设施出水水质达标情况为例,出水达标率分别为一季度 95.2%,二季度 98.6%,三季度 96.8%,四季度 98.6%。设施出水达标率维持在 95% 以上,且出水水质检测结果平均值远低于《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB32 3462—2020)中一级 A 标准限制,处理效果良好,有效维护了周边水环境,详见表 1。

表 1 高淳区农村生活污水处理设施出水情况

2020 年度 考核批次	出水水质检测结果平均值/(mg·L ⁻¹)			
	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$	$\rho(\text{NH}_3 - \text{N})$	$\rho(\text{TN})$	$\rho(\text{TP})$
一季度	15	1.43	4.28	0.53
二季度	15	0.471	5.32	0.46
三季度	14	1.20	6.35	0.69
四季度	16	1.80	7.18	0.72
一级 A 标准限值	50	5(8)	20	1
一级 B 标准限值	60	8(15)	30	3

注:括号外数值为水温大于 12℃ 时的控制指标,括号内数值为水温小于等于 12℃ 时的控制指标。

5 治理工作持续改进建议

5.1 加强管网入户提升及雨水有序排放

一是加强管网入户提升。逐步提高管网入户率,推进污水应接尽接、应收尽收工作。着重加强餐厨废水的接入率,厨房用水中含有大量油脂等易被微生物降解的物质,是生活污水中 BOD 的主要来源。厨房污水的接入使污水的可生化性得以提升,且为反硝化反应提供优质碳源^[10]。

二是加强雨水有序排放。大部分村庄无专门雨水管网,雨水多为自然漫流或明沟收集排放。村庄基础设施条件提升后,这部分雨水的排放受到影响。雨水排放不畅引发了农户私自将雨水接管入污水管网问题,且部分村庄还存在建设不规范所遗留的雨污混流问题。后期应考虑村庄内雨水收集排放,避免局部积淹水及雨污混流现象。

5.2 加强进水监督控源及尾水综合利用

一是加强进水监督控源。加强村庄内调查监督,避免村内小作坊的高浓度废水等直接排入污水管网,导致进水浓度超过设施负荷,出水不达标。

二是加强尾水综合利用。加强与循环农业的结合,在农村生活污水治理达标排放的基础上,充分考虑周边农林产业对经初步处理后的生活污水需求和接受能力,降低污水处理成本,节约水资源。

5.3 推进站网运维一体化及信息化

一是推进站网运维一体化。区内设施与管网建设及运维分开由不同单位实施,相互之间沟通衔

接不畅,也没有产生整体效应,相互之间推诿现象也增大了监管工作的难度。通过站网运维一体化可以有效克服此项弊端,更高效运维。

二是推进站网运维信息化。对处理设施增加数据采集器等信息化设备,采集污水流量、泵运行状态等数据信息,构建具有设施基本情况查询、运行数据查询、GIS 信息查询、设备故障报警的监控监管平台,为设施维护和监管提供有力的支撑。

5.4 持续提升村民认可度及参与度

一是加强环保宣传。充分利用各种新闻媒体、海报传单、宣讲等,宣传农村污水治理工作,提高村民环保意识和参与意愿。

二是强化政府信息公开。强化农村污水治理工作的信息公开,让村民有建议渠道,能够参与监督评判,营造出全民参与农村生活污水治理的良好氛围。

6 结 语

高淳区在农村生活污水治理工作中,结合区内水文地理特点、村庄规划及人口情况等,因材施教,分类确定治理模式及处理工艺。高淳区创新建管模式,强化监督保障,现已完成农村生活污水处理设施自然村全覆盖的阶段性目标,取得了显著的治理成效。笔者对高淳区治理工作进行总结,希望能为其他地区农村污水治理的建设运维及监督管理提供借鉴。

参考文献:

- [1] 孙小锋,倪丽,陈宏观. 农村生活污水处理方式与运行模式的思考[J]. 江苏农业科学, 2011(1):419-421.
- [2] 张后虎,祝栋林. 农村生活污水处理技术及太湖流域示范工程案例[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2011:5-6.
- [3] 易齐涛,李慧,章磊,等. 厌氧/生物滤池/潜流人工湿地组合工艺处理农村生活污水效果评估[J]. 环境工程学报, 2016, 10(5): 2394-2400.
- [4] 李云,李松,刘平,等. 基于 MBR 的一体化处理装置在农村污水处理中的应用研究进展[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(23):44-47.
- [5] IORHEMEN O T, HAMZA R A, TAY J H. Membrane Bioreactor (MBR) Technology for Wastewater Treatment and Reclamation: Membrane Fouling [J]. Membranes, 2016, 6(2):1-29.
- [6] CHIN H N, ZAINURA Z N, NOOR S A M, et al. Green technology in wastewater treatment technologies: Integration of membrane bioreactor with various wastewater treatment systems [J]. Chemical Engineering Journal, 2016

- (283):582-594.
- [7] 庄晓杰,潘智民,邓红波,等. 人工湿地在农村生活污水处理中的研究及应用现状[J]. 广州化工, 2021, 49(1):89-91.
- [8] 范彬,胡明,顾俊,等. 不同农村污水收集处理方式的经济性比较[J]. 中国给水排水, 2015, 31(14):20-25.
- [9] 鞠昌华,张卫东,朱琳,等. 我国农村生活污水治理问题及对策研究[J]. 环境保护, 2016, 44(6):49-52.
- [10] 仲雨叶,朱光灿,任亮,等. 进水条件对小型一体化装置处理污水效果的影响[J]. 水处理技术, 2021, 47(2):102-105.

(上接第 53 页)

2.4 配水行动

2.4.1 调度好洪涝水

提升智慧水平,聚焦精准调度,健全完善方案,实施“百库塘坝千堤万河工程”,夯实软硬件基础,在“排得出、泄得下、守得好”基础上,进一步实现雨洪资源“蓄得住”。

2.4.2 保障好供需水

抓好一批引水调水、应急水源工程,完善巩固“双源供水”布局。抢抓入海水道二期、南水北调东线二期等重大项目建设机遇,争取落实一批河道新建开挖、建筑物更新改造等工程。

2.4.3 规划好生态水

坚持以水定城,优化水量分配,强化定额管理,做好计量评价,有效保证城市生态基流。

2.5 乐水行动

2.5.1 建设幸福河

提升现有 15 个国家、省级水利风景区档次与品位,实施洪泽湖、大运河、里运河、古淮河“一湖三河”美丽幸福河湖建设,形成标准,以点带面,逐步

推开。“十四五”期间,计划新创 20 条以上省级生态示范河湖、5 个水生态涵养特区、3 个国家级水利风景区。

2.5.2 弘扬水文化

实施水情教育普及工程、水利品牌打造工程等。2021 年将重点开展水情教育基地建设,高质量完成“淮河水文化丛书”编纂任务,筹备开展第 11 届淮安水文化周、第 4 届樱花节等。以“调水与节水”为主题,组织一场国家节水型城市复查动员暨水形势报告会,积极对接,筹办“全国水利博物馆联盟研讨会”,围绕“展示水工科技,弘扬工匠精神”主题,争取举办“中国水工科技论坛”。

2.5.3 发展水经济

在“水利+文化”“水利+旅游”基础上,按照“因水而美、由美而富”的发展路径,积极进行水利产业化实践。分类分级做好划界确权、综合整治、生态保护等工作,加大河湖岸线资源集约利用试点探索,加快推动“资源变资产、资产变资本、资本变资金”,更好服务乡村振兴。