

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.06.006

对农村污水收集处理设计中几个问题的探讨

程庆松¹, 徐骄阳², 葛 军¹, 徐冬喜²

(1. 南京江北新区管委会生态环境和水务局, 江苏 南京 210000; 2. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司 江苏分公司, 江苏 南京 210019)

摘 要: 针对现状农村污水设施普遍存在的设备运行不稳定、收集系统渗漏严重等问题, 在分析农村污水特点的基础上, 提出在设计过程中应合理确定污水处理规模、重视调蓄池的建设、尽可能采用相对集中的处理方式、加强污水收集系统防渗漏措施等。为避免不合理设计导致建设投资增加、存在安全风险、影响水环境质量的情况出现, 还对污水管道的管位及埋深、污水处理设施的位置及尾水排放等问题进行了探讨。

关键词: 污水处理规模; 调蓄池; 管道埋深及管位; 尾水排放; 防渗漏措施

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)06-0029-04

Discussion on Several Problems in the Design of Rural Sewage Collection and Treatment

CHENG Qing-song¹, XU Jiao-yang², GE Jun¹, XU Dong-xi²

(1. Ecological Environment and Water Affairs Bureau of Nanjing Jiangbei New Area Management Committee, Nanjing 210000, China; 2. Jiangsu Branch, North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Nanjing 210019, China)

Abstract: At present, there are many problems in rural sewage treatment facilities, such as unstable operation of equipment, and serious leakage of collection systems. Based on the analysis of the characteristics of rural sewage, this paper puts forward that in the design process, we should reasonably determine the sewage treatment scale, pay attention to the construction of regulation and storage tank, adopt relatively centralized treatment mode, and strengthen the anti-leakage measures of sewage collection systems. In order to avoid the following situations caused by unreasonable design, such as increased construction investment, existing safety risks and affecting water environment quality, the paper also discusses the location and the depth of sewage pipeline, the location of sewage treatment facilities and tailwater discharge.

Key words: sewage treatment scale; regulation and storage tank; depth and location of sewage pipeline; tailwater discharge; anti-leakage measure

改善农村人居环境、建设美丽宜居乡村, 是实施乡村振兴战略的一项重要任务。在农村人居环境整治提升过程中, 各地均把污水治理作为主攻方向。但从实际的运行状况来看, 现状农村污水处理设施普遍存在设备运行不稳定、收集系统渗漏严重

等问题。部分不合理的设计造成工程建设存在安全隐患, 还会大幅增加建设投资。部分污水处理设施与尾水排放口设置不合理、存在河水倒灌与受淹风险, 对水环境质量造成一定影响。针对农村污水治理工程在建设、运行过程中存在的问题, 对设计

过程中涉及的污水处理规模的确定、调蓄池的设置、污水管道的埋深及管位、污水处理设施的位置选择、尾水排放、防渗漏措施等几个问题进行探讨。

1 污水处理规模的确定

1.1 农村污水水量产生特点

农村污水总体呈现水量小和水量波动大的特点,污水量小主要是因为使用人数较少且分散。污水量变化大的原因有以下几个方面:

① 农民外出打工导致的水量变化。农民外出打工是目前我国农村的常见现象,这种现象必然导致外出打工期间污水量的减少。但节假日期间、农忙季节,打工及外出人员出现回流,此时又会导致污水量的大量增加。

② 乡村旅游及农家乐导致的水量变化。随着美丽乡村的建设,城市周边农村的乡村旅游日益兴旺。乡村旅游必然带来污水量的增加,但平时与周末的污水增加量又会有所不同。

③ 污水资源化利用导致的水量变化。部分农民有污水资源化利用的需求,主要用于菜地等的施肥、灌溉,这会导致进入污水系统的水量有所减少,但在雨季等不需要灌溉的季节,该部分污水又会进入系统。

④ 季节变化、生活习惯导致的水量变化。由于每个村庄的污水收集系统较小,污水量总体来说都较小。由季节变化、生活习惯等因素导致的水量变化,对污水系统的影响也比较大。

1.2 农村污水处理规模的确定

① 一般计算方法

污水量一般采用用水定额法计算,具体如下:

$$Q = n \times q \times \psi \times (1 + \alpha) / 1\,000 \quad (1)$$

式中: Q 为污水量, m^3/d ; n 为人数,人; q 为综合生活用水定额,即平均日综合生活用水定额; ψ 为污水排放系数; α 为地下水渗入系数。

该方法存在三方面的问题:一是公式中的人数取值未明确是常住人口还是实际使用人数,未考虑农民外出打工的实际情况;二是未考虑乡村旅游及农家乐带来的用水量增加;三是未考虑农村污水资源化利用导致的污水量减少。

② 污水量计算建议

由于农村污水量的复杂多变,因此应根据各村用水和排水特点合理确定污水处理规模。为此,提

出如下三方面的建议:一是对村庄用水情况进行调查统计,分析用水规律,计算出平均日用水量、平均日污水量、最高日污水量、特殊用水季节平均日污水量、特殊用水季节最高日污水量等,建议以平均日污水量为基础,并用特殊用水季节污水量进行校核,同时结合调蓄池的建设,合理确定污水处理设施规模。二是建议将农村污水分类,可细分为农民生活污水、村企业生活污水、乡村旅游、农家乐污水等,并对各类污水分别测算,其中在农民人数计算过程中要考虑农民外出打工、城市居民在农村租房等情况。三是对污水资源化用水进行调查,必要时进行核减。

2 调蓄池的设置

2.1 调蓄池设置的必要性

调蓄池的功能主要有:①当水质变化较大时,调蓄池可起到均质的作用;②当水量波动较大时,调蓄池可起到削减峰值、均衡水量的作用;③当污水处理设备发生故障或管网需要维修时,调蓄池还起到暂存污水的作用。由于农村污水存在水量波动大的特点^[1],为合理确定农村污水处理设施规模、确保污水处理设施正常运行,在农村污水系统中设置调节池十分必要。

2.2 调蓄池的设置场所

农村污水系统中的调蓄池一般设置在管网的末端,可与污水提升泵的进水池合并建设。当村庄收集系统较大或地形较为复杂时,污水调蓄池也可结合中途污水提升泵站的设计一并考虑。设置中途调蓄池的作用,一方面可减小污水提升泵的流量,对下游管网的冲击也较小,另一方面还便于下游管网和设施的检修与维护。

2.3 调蓄池容积确定

为确保污水系统的正常运行,在进行调蓄池容积计算时应考虑最不利时段的污水产生量,确保用水高峰季节污水不漫溢。图1为某村最不利时段污水量变化情况。

调查结果表明,该村污水处理设施处理能力为 $15\text{ m}^3/\text{d}$,2月13日及之前调蓄池水位一直维持低位运行;2月14日以后,调蓄池的水位不断上升;2月25日,调蓄池的水位上升到最高;2月26日之后,调蓄池水位又呈现下降趋势。因而,为保证调蓄池污水不漫溢,调蓄池的调蓄容积应满足2月25日的容

积最高要求,即调蓄容积应不小于 64.8 m^3 。

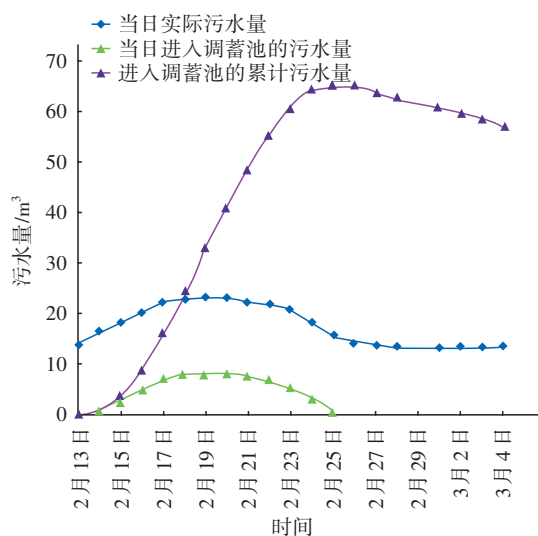


图1 某村污水量变化

Fig.1 Change of wastewater quantity in a village

3 污水管道的埋深及管位

3.1 污水管道的埋深

农村的房屋地基处理相对薄弱,且农村房屋之间的间距较小,污水管道如果埋深较大,在基坑开挖时,势必会对道路周边的房屋产生影响。为减少污水管道建设对农村房屋的影响,建议适当减小污水管道埋深:①适当减小最不利点农户收集管道的埋深,在无车行、重物碾压的情况下,污水管道埋深满足冻土深度要求即可;②对道路下不满足最小覆土厚度的污水管道进行封装加固处理;③污水管道坡向尽可能与道路坡向一致,减少逆坡现象,减小管道埋深。当污水管道埋深过大时,可考虑采用优化污水管道走向、加大污水管道与房屋距离、必要时设置污水提升装置等措施。

3.2 污水管道的管位

为便于污水管道的维护,一般将污水管道沿道路敷设。沿道路敷设的污水管道,可以敷设在道路中间位置,也可敷设在道路外侧的绿地内。污水管道敷设在道路中间,有利于道路两侧的污水收集,但存在道路开挖而导致投资增加的缺点;污水管道敷设在路边绿地内,可减少路面开挖,节省投资,但存在与农民协调的问题。表1为破路导致的污水管道建设费用增加情况。

从表1可以看出,道路破除和恢复的费用占了总费用的40%左右。当道路较窄时,考虑到路面美观,恢复面积常常大于破除面积,此时投资还会有

所增加。另外,破除路面还存在产生噪声、扬尘和建筑垃圾等问题。从节省投资 and 环境保护的角度考虑,污水管道应尽可能敷设在道路外侧的绿地内。当道路两侧农户较为密集且均有污水收集需求时,污水管道也可埋设在道路中间。

表1 污水管道建设费用分析

Tab.1 Analysis of sewage pipeline construction costs

污水管管径	管道埋深/m	污水管道建设费用/(元·m ⁻¹)	道路破除及恢复费用/(元·m ⁻¹)	道路破除及恢复费用占比/%
DN200	1.2	350	238	40.5
DN300	1.5	500	296	37.2

注: 污水管道为HDPE管;现状道路为混凝土路面,恢复成混凝土路面;DN200管道的路面破除宽度为0.8 m, DN300管道的为1.0 m。

4 污水处理设施及尾水排放

4.1 污水处理设施

农村污水处理设施可以分为预处理设施和末端污水处理设施。预处理设施可包括化粪池、隔油池等,设置预处理设施的目的主要是保障系统的正常运行。设置末端污水处理设施的目的是为了达标排放,根据污水处理系统的大小可分为分散污水处理设施和集中污水处理设施。

① 化粪池。农村污水量一般较小,污水管道内流速较小,污水中的杂物容易沉积。而农村污水管道的管径一般较小,管道疏通相对困难。为防止农户污水中排出的废纸、纸巾等易沉淀物堵塞管道,在污水管网的前段设置起到预沉和预处理作用的化粪池是必要的。当农户较为密集时,可几户共用一座化粪池;当农户较为分散时,可每户设置一座化粪池。化粪池分为两格、三格和四格等形式,以预沉为主要目的时可采用两格化粪池,当农户有污水资源化利用需求时可采用三格、四格化粪池。

② 隔油池。农家乐以及旅游餐饮场所排出的污水,需经隔油池处理后方可排入农村污水收集管网;农户每户也可设置带拦污、沉渣、隔油功能的设施,以减小厨房内产生的杂质对污水系统造成影响。

③ 集中污水处理设施。农村污水具有水量较小且水量变化较大等特点,因而进行集中处理更有利于污水系统运行。当村庄距离城镇污水管网较近时,建议就近纳入城镇污水系统;在村庄连片

情况下,可采用多村设置一座污水处理设施的形式;当村庄比较分散时,污水处理装置可单村设置。农村集中污水处理设施一般设置在地势较低处,便于收集污水自流排入;但也应避免设在雨季易受水淹的低洼处,排放口的位置应避免雨季和洪水季节的河水倒灌。

④ 分散污水处理设施。当农户与集中式污水处理装置的距离较远、敷设管道有困难时,可采用分散处理方式。分散处理设施可灵活采用净化槽、化粪池+湿地、多格化粪池等多种形式,可多户合用一座,也可一户设置一座。

4.2 尾水排放

污水处理装置处理达标的尾水,应就近排入流动的河道,避免排入鱼塘、水塘等封闭水体。当尾水必须排入封闭水体时,应进行水体自净能力分析,在生态容量允许的前提下方可排入,或将封闭水体改造成湿地,满足水环境质量的要求。

5 污水收集系统防渗漏措施

从现状农村污水设施的运行情况来看,普遍存在污水处理量不足的现象。造成污水量不足的主要原因是污水系统存在渗漏问题:一是污水管道破损严重,污水管道接口部位也存在渗漏;二是井体存在渗漏,管道与井体之间的衔接部位渗漏;三是化粪池、隔油池等设施存在渗漏现象。为解决污水渗漏问题,需选用质量合格的管材;做好管道基础和回填处理;加强管道接口、管道与井体衔接部位的防渗处理,提高检查井、化粪池、隔油池的施工质量。当采用成品检查井、化粪池、隔油池时,应确保成品设施的质量;当利用现状设施时,应对现状设施的运行情况进行调查,对不能满足要求的管道、检查井、化粪池、隔油池等设施进行改造或修复。

6 设计创新

建议在设计过程中积极开展创新设计。一是积极探索实壁PE管在农村污水工程中的应用,实壁PE管被用作给水、燃气工程压力管的实例较多,但用于污水排水的案例不多。在南京江北新区的农村污水工程中实壁PE管已被大量采用,该管材具有施工便捷、柔性大、适当弯曲可减少检查井的设置数量、接口密封性好、无渗漏等优点。二是加强污水处理设施管控的智能化设计,建立集中管控平

台,对农村污水处理设施进行实时监控,对污水处理进出水的水量、水质进行动态监测;智能化管控平台的建设,便于引入专业化单位对农村污水处理设施进行专业化管理,有利于污水设施的正常运行。三是针对沟塘众多、地形复杂、街巷狭窄、管道敷设困难的农村地区,积极探索污水真空收集系统和压力输送污水系统的应用。四是加强农村污水的资源化利用研究,对于一些山村、苗木之乡等地区,污水资源化利用研究具有实际意义。

7 结论与建议

农村污水收集处理系统具有水量小、水量波动大等特点,因而在污水收集处理工程设计时应合理确定污水处理规模、重视调蓄池的建设、尽可能采用相对集中的处理方式。为减少工程投资,污水管道尽可能敷设在道路外侧的绿地内,减少破路带来的投资增加;为提高工程安全,应尽量减小管道埋深,降低污水管道建设对农户房屋造成的影响;为满足环保及水环境质量要求,污水处理设施应避免设置在易淹地段,防止洪水倒灌,尾水尽可能排放至流动的河道,减少污水处理系统对水环境的影响;为确保处理设施的正常运行、减少污水处理量不足的现象,需加强污水收集系统防渗漏处理;为便于农村污水设施的建设与运行管理,建议进行创新设计与研究,包括新型管材的使用、智能化管控平台的建设、污水真空收集和压力管道收集系统以及农村污水资源化利用的研究等。

参考文献:

- [1] 江苏省住房和城乡建设厅. 江苏省村庄生活污水治理适宜技术及建设指南[M]. 南京:江苏省住房和城乡建设厅,2016.
- Department of Housing and Urban-Rural Development of Jiangsu Province. Suitable Technology and Construction Guide of Village Sewage Treatment in Jiangsu Province [M]. Nanjing: Department of Housing and Urban-Rural Development of Jiangsu Province, 2016(in Chinese).

作者简介:程庆松(1974—),男,江苏六合人,本科,高级工程师,现从事水务建设管理工作。

E-mail:412655274@qq.com

收稿日期:2020-02-25

修回日期:2020-03-04

(编辑:丁彩娟)