

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.08.002

湖北省建制镇污水收集处理现状及经验教训

尤鑫, 吴瑜红, 李卿, 王怡帆

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010)

摘要: 目前,国家对建制镇污水处理水平提出了更高要求,因此,加快补齐污水处理短板、提升建制镇污水处理能力迫在眉睫。调研分析发现,湖北省小规模及大规模污水厂(站)数量占比较小,中等规模的污水厂站占比较大,以县(区、市)为单位,工艺较为集中,约80%的污水厂采用活性污泥法+深度处理工艺,活性污泥法中约76%采用A²/O工艺,较多厂站采用传统的钢筋混凝土建设形式;吨水平均建设费用为1.18万元,管网平均建设费用为212.68万元/km;吨水平均处理成本为2.21元,主支管网年均运维成本为1.4万元/km。经梳理发现,湖北省建制镇污水系统存在污水厂水量水质不稳定、建设资金需持续投入、可持续运行及管理不规范、绩效管理有待加强、项目手续审批难等风险及问题,并从高位推动、压实责任、务实规划设计、执行厂网建管一体模式、实行全程监管、按效付费、多元化资金来源、探索市场化运行机制等方面总结了污水系统建设的经验教训,以期为其他省市建制镇污水收集处理提供借鉴。

关键词: 建制镇; 污水收集处理; 经验教训

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)08-0011-06

Present Situation and Lessons of Sewage Collection and Treatment in Towns of Hubei Province

YOU Xin, WU Yu-hong, LI Qing, WANG Yi-fan

(Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China)

Abstract: At present, the country has put forward higher requirements for the sewage treatment level of towns, so it is urgent to accelerate the completion of the shortcomings in sewage treatment and improve the sewage treatment capacity of towns. Based on investigation and analysis, Hubei Province has a small proportion of both small-scale and large-scale sewage treatment plants (stations), with a larger proportion of medium-scale sewage treatment plants (stations). The process is relatively centralized by taking the county (district and city) as the unit. About 80% of the sewage treatment plants adopt activated sludge process + advanced treatment process, with approximately 76% of activated sludge process adopting A²/O process. Furthermore, many sewage treatment plants and stations utilize the form of traditional reinforced concrete. The average construction cost is 11 800 yuan/m³, and the average construction cost of pipe network is 2 126 800 yuan/km. Additionally, the average treatment cost of sewage treatment plant is 2.21 yuan/m³, and the average annual operation and maintenance cost of main

基金项目:住房和城乡建设部2021课题(12020210198 建村〔2021〕14号)

通信作者:尤鑫 E-mail:youxin-2009@qq.com

and branch pipe network is 14 000 yuan/km. Through analysis it was found the sewage system faces the risks and issues related to unstable influent quantity and quality of sewage treatment plants, continuous investment of construction funds, sustainable operation, non-standard management, the need for strengthened performance management, and difficulty in obtaining project approval. Additionally, this paper summarized the experiences and lessons learned from high-level promotion, reinforced responsibility, pragmatic planning and design, the implementation of an integrated mode of sewage treatment plant and network construction and management, whole process supervision, efficiency-based payment, diverse capital sources, and exploration of market-oriented operation mechanisms, in order to provide valuable insights for sewage collection and treatment in other provinces and cities in China.

Key words: town; sewage collection and treatment; experiences and lessons

当前,我国城镇化水平持续快速提高,根据住房和城乡建设部发布的《2020年城乡建设统计年鉴》,全国现有建制镇总数18 822个,建成区常住人口共18 433万人,约占全国城镇人口的20.3%,已经成为全国城镇化发展的重要力量。“十三五”期间,建制镇基础设施建设力度和环境治理能力大幅提升,污水处理厂的数量和处理能力均有较大增幅,但总体还存在区域发展不平衡、处理能力不足、建设模式和管理机制不健全等短板。《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》对建制镇污水处理水平提出了更高要求,即到2025年,实现城镇污水处理能力全覆盖,长江经济带、黄河流域、京津冀地区建制镇污水收集处理能力、污泥无害化处置水平明显提升。因此,加快补齐污水处理短板,提升建制镇污水处理能力迫在眉睫。

作为住房和城乡建设部2021课题“年度建制镇污水处理案例及需求研究(二)”中的一部分,笔者所在课题组于2021年6月—11月深入湖北省28个建制镇,通过资料分析、实地调研、访谈座谈等形式,对其污水收集处理现状进行调研及跟踪评估,重点关注技术工艺、建设模式、运维模式等,分析了建制镇污水收集处理经验、研判现存问题及风险,并总结了经验教训,以供参考。

1 湖北省建制镇污水收集处理系统特点

湖北省住房和城乡建设厅资料显示,自2017年以来,湖北省计划投资309亿元,实际完成投资317亿元,开建乡镇污水处理项目996个,建成859座乡镇污水处理厂,新建主支管网总长11 368 km,接户218万户,污水处理总设计规模为 $114.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》

(GB 18918—2002)一级A标准,全省建制镇生活污水处理设施实现全覆盖。

1.1 污水厂规模

根据湖北省住房和城乡建设厅提供的资料,对建制镇污水厂项目规模进行了分析,结果见图1。由图1可知,湖北省建制镇污水厂中10.34%的厂站规模 $<500 \text{ m}^3/\text{d}$, $5\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 及以上的厂站占比为6.79%,而82.86%的厂站规模为 $500 \sim 5\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。从厂站规模角度分析,小规模及大规模污水厂(站)数量占比小,中等规模污水厂站占比大。

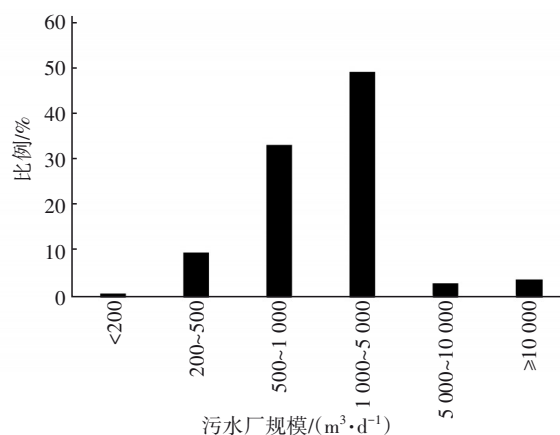


图1 湖北省建制镇污水厂规模分布

Fig.1 Scale distribution of sewage treatment plants in towns of Hubei Province

1.2 污水厂处理工艺及形式

从工艺集中度、工艺类型及污水厂形式三方面进行污水处理系统分析。

首先,以县(区、市)为单位,湖北省全省建制镇污水厂分属85个县(区、市),其中39个仅采用1种处理工艺,占比45.89%,29个采用2种处理工艺,占

比 34.11%。可以看出,湖北省以县(区、市)为单位的污水处理工艺较为集中,便于后期运行管理。

其次,针对湖北省建制镇污水厂的处理工艺进行归纳总结,可分为以下几种:①约 80% 的污水厂采用活性污泥法+深度处理工艺,活性污泥法中 A²/O 工艺约占 76%;②约 20% 的污水厂采用生物膜法+深度处理工艺,其中生物膜法多为生物接触氧化及生物转盘工艺。统计显示,全省建制镇污水厂中,采用一体化设备的厂站为 81 个,占比约为 12%。

总体来看,湖北省建制镇污水厂中等规模居多,较多厂站采用传统钢筋混凝土建设形式。

1.3 建设模式及成本

统计显示,全省 83.7% 的项目采用 PPP 模式建设,16.3% 的项目采用政府直接投资模式建设。污水厂吨水建设费用及单位长度管网建设投资费用分别见图 2、3。

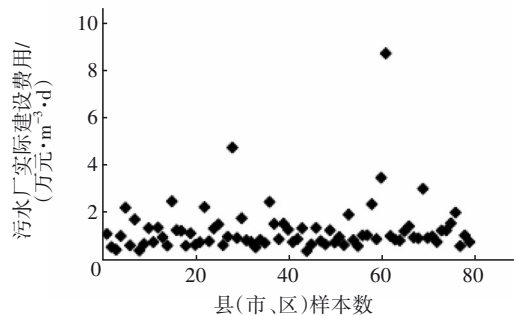


图2 湖北省建制镇污水厂吨水建设费用

Fig.2 Construction cost per ton of sewage treatment plant in towns of Hubei Province

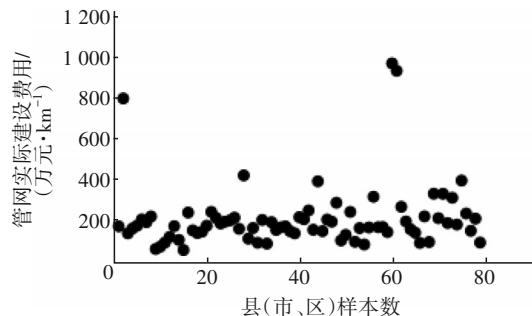


图3 湖北省建制镇排水管网建设费用

Fig.3 Construction cost of drainage pipe network in towns of Hubei Province

经测算,湖北省建制镇污水系统平均投资成本(含管网投资)为 3.35 万元/(m³·d⁻¹),其中污水厂建设费用为 0.52~1.41 万元/(m³·d⁻¹),平均为 1.18 万元/(m³·d⁻¹);管网建设费用为 108.54~289.48 万元/km,

平均为 212.68 万元/km。

调研发现,湖北省建制镇的污水厂吨水建设费用与贵州、四川的相当,高于江西和江苏;湖北省建制镇的管网单位长度建设费用与四川、江西、江苏的相当,高于贵州。深入研究发现,江西及江苏等地的大部分建制镇污水厂采用自建模式,湖北、贵州及四川的大部分建制镇污水厂则采用 PPP 模式。根据调研反馈,自建模式的优点是资金投入少,可分期建设,缺点是专业技术力量缺乏,建设标准不高、后期运行维护不专业;PPP 模式的优点是建设标准高、建设周期短、配套管网完善,缺点是投融资压力大^[1]。在管网方面,湖北省与四川、江西及江苏等地相似,因地下水位高而导致管网建设费用增加。

1.4 运维模式及成本

目前,湖北省 82 个县(市、区)的污水处理设施已转入商业运营阶段,748 座污水厂采用 PPP 模式运营,占比 93.5%;38 座污水厂由县级委托相关单位运营,占比 4.75%;14 座污水厂由乡镇负责运营,占比 1.75%。三种运维模式比较见表 1。

表 1 湖北省建制镇污水厂运维模式比较

Tab.1 Comparison of operation and maintenance modes of sewage treatment plants in towns of Hubei Province

管理模式	建设资金来源	运行成本	优缺点
乡镇负责运营	中央项目资金及地方配套	低	建设资金地方财政负担较大,运行成本最低,但缺乏专业管理人员,管理不规范,污水处理效果差
县级委托直属单位运营	中央项目资金及地方配套	中等	建设资金地方财政负担较大,运行成本相对较低,管理规范,污水处理效果较好
PPP 模式	PPP 模式融资	高	建设资金地方财政负担小,但后期运维地方财政压力大,运行成本高,管理较规范

在管网方面,除 8 个县(市、区)的管网由乡镇负责运维外,其余县(市、区)均已实现厂网一体化运维。管网运维分为厂网一体化及厂网分开运维两种,总体而言,厂网一体化运营方便管理、出现问题可及时找到原因,是今后的一个发展方向。

在污水厂运营方面,湖北省 2021 年建制镇生活污水处理厂平均吨水处理成本见图 4,主支管网单位长度运维成本见图 5。由图 4、5 可知,湖北省建制镇污水厂吨水处理成本为 1.24~2.4 元/m³,平均为

2.21元/m³;在管网运维方面,主支管网年运维成本为1~1.63万元/km,平均为1.4万元/km。

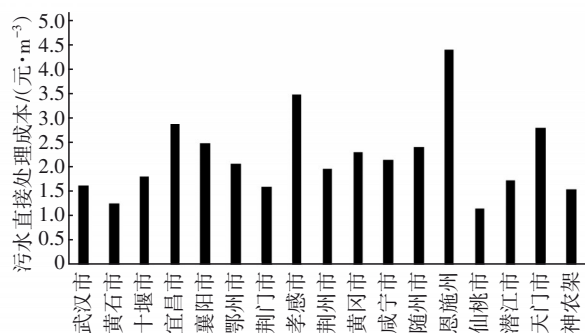


图4 湖北省2021年建制镇生活污水厂处理成本

Fig.4 Cost of sewage treatment of township domestic sewage treatment plants in towns of Hubei Province in 2021

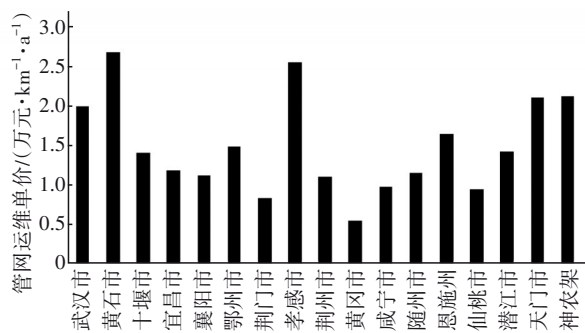


图5 湖北省2021年建制镇污水主支管网年运维单价

Fig.5 Unit price of year operation and maintenance of sewage main and branch pipe network of towns in Hubei Province in 2021

调研发现,湖北省建制镇污水厂的吨水处理成本与长江经济带沿线四川、江西及江苏的相当;湖北省建制镇污水管网年运维单价与贵州相当,高于江苏。深入研究发现,在同等排放标准且同等规模下,由政府运营的污水直接处理成本较低,而由第三方运营的较高;在管网维护方面,由政府自行运维的年维护成本较低。

2 风险与问题

2.1 污水厂水量与水质

建制镇污水厂设计规模的确定主要与人口数、生活用水定额、污水收集率、地下水入渗率等有关^[2],湖北省部分建制镇污水厂存在运行负荷率偏低的情况,难以发挥其更大效能。

湖北省部分建制镇污水厂进水水质指标偏低(见图6),分析原因如下:湖北省位于长江中游,地下水位高易造成地下水渗入,加之生活习惯、老城

区采用雨污合流制收集系统以及河水倒灌、管道乱接混接、施工质量参差不齐、老旧管道破损等原因,造成部分污水处理厂进水COD浓度长期较低,有时比出水标准还低。同时在“厕所革命”工程建设中,大部分农村住户都建有化粪池,虽然避免了管道堵塞问题,但化粪池水力停留时间过长也会导致接入市政管网的生活污水污染物浓度降低。

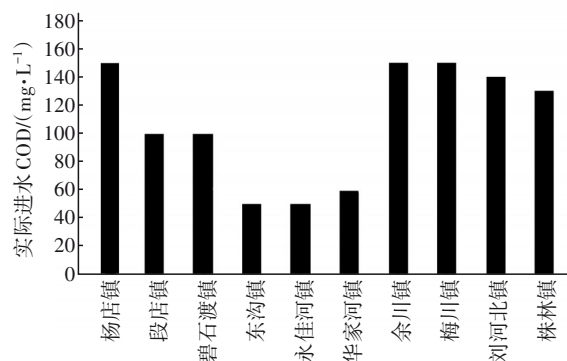


图6 湖北省部分建制镇污水厂进水COD浓度情况

Fig.6 Influent COD concentration of sewage treatment plants in some towns of Hubei Province

2.2 建设资金还需持续投入

配套管网建设尤其是支管网及接户管建设滞后是制约建制镇生活污水处理设施正常运行的瓶颈,管网延伸拓展、雨污分流改造需持续推进,同时管网破损具有反复性、长期性,故建设资金还需持续投入^[3]。

2.3 可持续运行风险高

① 建制镇污水厂及管网本身运行费用较城市污水厂高。运行费用涉及厂区及管网两部分,城市污水处理厂吨水处理成本为1元/m³左右,乡镇污水处理厂平均吨水处理成本是其2倍多,其中电费、人力成本及在线监测成本对乡镇污水处理厂的成本控制影响较大。

② 部分污水厂设计规模偏大,但运行负荷率较低,污水处理厂的经营收费尚未完全产销平衡,政府部门补贴较高。但是部分建制镇财政单薄,财政投入和支持受限,同时地方企业和群众对基础设施的投入也受到经济发展的影响和限制,部分区域受区位、经济发展及工程规模较小等影响,外地企业和外资的投入也较为有限,污水收集处理系统可持续运行存在一定的风险^[4]。

③ 污水费征收难度大。各地征收污水费工

作推动不均衡,部分县市区工作较为滞后,部分县(市、区)尚未启动污水处理费的征收。同时征收地区也没有实施全面征收,部分群众对收费工作认识不够,有抵触情绪,征收工作难度大。

2.4 管理不规范,缺乏专业人员

① 目前大多数地方没有成立专门的管理机构(职能单位),专业人员力量远远不够,80%以上县(市、区)依托住建局,人手欠缺,难以有效监督管理。在管网方面,各建制镇主支管网、接户管网建设点多、线长、面广,建制镇生活污水管网被破坏现象时有发生,应加强执法,严厉打击破坏污水设施的行为,压实建制镇政府的责任^[5]。

② 部分建制镇小型污水厂由于资金和技术水平的限制,在水质管理上较不规范,另外受经济水平等制约,缺乏专业技术人员,部分工作人员不具备专业的管理经验和技能,厂区设备及厂外管网的运行维护和检修能力较低。

③ 厂网未能实现一体化管理,建制镇污水收集处理系统规模普遍不大,但数量庞大,部分污水厂由于历史原因等缺乏高效统一的管理机制,厂网未做到一体化建设、一体化运行,松散型的管理模式不利于污水收集处理系统的高效运行。

④ 各地绩效考评、管网维护、污泥处置、污水收付费、应急预案等长效管理机制还不完善,PPP项目合同具体细节还需完善及谈判协商。少数地区还没有出台污水处理费征收政策,没有及时批准转入商业运营。有时财政预算执行不到位,如2021年,虽然统计各地乡镇污水处理项目财政预算合计达到17.9亿元,但实际有的并未执行。

2.5 绩效管理有待加强

① PPP模式存在合同纠纷问题。在建制镇生活污水治理工作初期,全国PPP项目总体上处于摸索阶段,合同条款设置不规范,风险分担机制不全面,导致部分项目在建设运营过程中,社会资本与政府产生纠纷,甚至解约。各地在处理此类问题上经验不足,少数地方纠纷不断,出现信访问题。部分地区由于种种原因,与原资本方协商解约,重新选择运营单位。

② 绩效管理不规范。部分地区绩效管理不明晰,并未有严格考核制度。各地在实际操作中还存在不规范行为。

2.6 项目手续审批难

适合建设建制镇污水厂的地点一般处于地势较低的河边,这些地方用地性质多为农田甚至是基本农田,现在农用地转为建设用地审批非常严格,手续复杂,时间跨度大。且部分因镇区规划调整,城镇规划与土地规划不一致,污水处理厂选址一变再变,严重影响项目进度。

3 经验教训

根据资料及现场调研走访,发现湖北省建制镇生活污水治理近年来建设加快,硬件设施水平普遍明显提升,排放标准均采用一级A标准,且都设有在线监测系统,对污泥处理也都有所考虑,借鉴了城市污水厂的优点,并根据建制镇特点进行了部分改良。2020年以来,湖北省累计处理乡镇生活污水 $47\,402\times 10^4\text{ m}^3$,削减COD排放80\,216 t,削减率达90%以上。乡镇生活污水处理设施建成后,生活污水直排问题基本消除,城镇周边基本无黑臭水体,乡镇周边水质得到明显改善。

① 高位推动、压实责任、务实规划设计。省政府主要领导应亲自部署、亲自推动,各级政府主要负责人需亲自负责,成立专班组织实施。建立完善乡镇生活污水处理设施运营维护管理的长效机制,明确各方责任,加强统筹协调沟通机制,明确运维管理体系。

建制镇污水收集处理系统建设涉及范围广、资金投入大、建设任务重,各地应综合考虑镇规模和发展规划、人口集聚程度、管线敷设及自然条件等多种因素,实事求是、因地制宜地制定建设规划,既算民生账、环境账,又算经济账、效益账^[6]。从整体调研结果来看,建制镇污水厂整体负荷率偏低,故设计阶段需根据常住人口、规划等,确定污水厂的合理规模,避免“贪大求高”。对于已建厂区,如若进水量不足,可从扩大污水处理厂的服务范围(纳入周边农村生活污水)、厂区进水端设置调节池以减少污水厂每日运行时间等方面进行补救;需新建厂区的建制镇根据自身特点科学选择处理模式,按照“经济适用、易于维护”的原则,优先采用自动化程度高、运行成本低,并能满足排放标准和可以进行污泥干化处理的设备,并同步推进污泥稳定化、无害化和资源化处置。

② 执行厂网建管一体、全程监管模式。针对

管网建设不配套、进水污染物浓度低等突出问题,湖北省采用厂网建管一体模式,并取得了良好的效果,建议坚持厂网一体同步设计、同步建设。借鉴各地经验,做好顶层设计,出台加强乡镇污水厂运营维护管理的文件,建立长效机制^[7]。

③ 按效付费、多元化资金来源。避免“建得起,用不起”,乡镇污水处理设施规模小、分布广,相较于城市污水厂运行成本较高,而财政资金补贴力度不够,但乡镇财政基本上是“吃财政饭”,承担污水处理设施运行费用举步维艰且不可持续,还有的地方政府延期支付污水处理费。乡镇污水处理收费制度不健全,污水费征收困难,建议形成多元化(中央、省市、乡镇、个人等)筹资。

④ 探索市场化运行机制。建立托管机制,根据国家法规和标准,将已建好的污水处理设施以县为整体,通过承包的形式委托给专业的环保企业或者专业运营队伍,由他们负责统一管理运行处理。建立融资机制,按照“谁投资、谁受益”的原则,通过授予特许经营权等方式吸引社会资本,建立健全政府主导、市场运作、社会投资的机制,多渠道、多元化破解资金瓶颈。同时,通过回购资产、抵押融资等方式盘活污水处理设施资产,缓解财政压力。

4 结语

污水处理状况与当地经济发展状况呈现明显的正相关,不同省份的建制镇污水处理项目处于项目全生命周期的不同阶段。湖北省建制镇污水处理状况较好,污水处理设施建设和运营取得了阶段性的成效,污水处理设施覆盖率、建设规模、污水收集率、污水处理率、达标排放率等均取得了较大增长,但仍需进一步提升已建污水处理设施的运行效率、健全优化监督考评体系等,扎实推进污水处理设施高水平运维,为改善长江水环境提供保障。

参考文献:

- [1] 侯婉宁,王华成,李兰娟. 江苏省太湖流域建制镇污水处理现状及对策研究[J]. 住宅产业, 2019(11): 149-153.
- HOU Wanning, WANG Huacheng, LI Lanjuan. Study on current situation and countermeasures of sewage treatment in established towns in Taihu Lake basin, Jiangsu Province[J]. Housing Industry, 2019(11): 149-

153(in Chinese).

- [2] 陶相婉,邵宇婷,刘广奇,等. 黄河流域建制镇污水处理可持续发展策略[J]. 净水技术, 2021, 40(9): 1-5, 28.
- TAO Xiangwan, SHAO Yuting, LIU Guangqi, et al. Sustainable development strategy of wastewater treatment in administrative towns in Yellow River basin [J]. Water Purification Technology, 2021, 40(9): 1-5, 28 (in Chinese).
- [3] 李伟,徐国勋,鲁剑. 小城镇污水处理设施的特点及对策[J]. 中国给水排水, 2012, 28(6): 29-32.
- LI Wei, XU Guoxun, LU Jian. Characteristics and countermeasures about sewage treatment facilities in small towns [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(6): 29-32(in Chinese).
- [4] 华佳,张茂刚,张军. 我国建制镇污水处理现状及其存在问题[J]. 城镇供水, 2021(2): 81-86.
- HUA Jia, ZHANG Maogang, ZHANG Jun. Analysis on the current situation and existing problems of sewage treatment in built-up towns in China[J]. City and Town Water Supply, 2021(2): 81-86(in Chinese).
- [5] 王寅,周传庭,唐建国. 污水处理系统问题诊断及提质增效策略[J]. 净水技术, 2021, 40(7): 75-78, 140.
- WANG Yin, ZHOU Chuanting, TANG Jianguo. Problem diagnosis of wastewater treatment system and the strategies of quality and efficiency improvement [J]. Water Purification Technology, 2021, 40(7): 75-78, 140(in Chinese).
- [6] 檀雅琴. 我国乡镇污水处理模式的探讨[J]. 净水技术, 2021, 40(3): 88-91.
- TAN Yaqin. Discussion on the township wastewater treatment modes at home [J]. Water Purification Technology, 2021, 40(3): 88-91(in Chinese).
- [7] 王宁,边德军,赵乐欣. 吉林省农村污水处理现状及治理思路[J]. 净水技术, 2020, 39(12): 99-104.
- WANG Ning, BIAN Dejun, ZHAO Lexin. Present situation and management solutions for rural sewage treatment in Jilin Province [J]. Water Purification Technology, 2020, 39(12): 99-104(in Chinese).

作者简介:尤鑫(1983-),女,陕西西安人,硕士,高级工程师,从事给排水相关研究及设计工作。

E-mail:youxin-2009@qq.com

收稿日期:2022-03-29

修回日期:2022-04-08

(编辑:丁彩娟)