

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.12.005

城镇污水处理提质增效推进的江苏经验

桂衍武¹, 王阿华¹, 李勇², 任云¹, 黄伟¹

(1. 南京市市政设计研究院有限责任公司, 江苏 南京 210000; 2. 太仓市水务局, 江苏 太仓 215400)

摘要: 江苏省结合地方实际,将全省县、市建成区划分为若干污水处理提质增效达标区,化整为零,并印发《江苏省污水处理提质增效精准攻坚“333”行动方案》,明确了以“三消除”为基础、“三整治”为重点、“三提升”为目标的工作思路,收齐污水、赶尽外水,逐步实现污水处理提质增效。结合江苏省近3年在污水处理提质增效工作方面的具体实践,从政策文件、技术措施等方面进行了分析,总结得出“区块划分,逐步推进”“系统排查,摸清家底”“查缺补漏,消除管网空白区”“混错接改造,源头分流”四方面的江苏经验。并介绍了江苏经验在太仓南郊污水处理厂片区的应用效果,为其他城市污水提质增效工作提供了可借鉴的技术路线。

关键词: 城镇污水; 江苏; 提质增效; 雨污混接; 雨污分流

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)12-0035-06

Thinking and Practice of Improving Quality and Efficiency of Sewage Treatment in Jiangsu Province

GUI Yan-wu¹, WANG A-hua¹, LI Yong², REN Yun¹, HUANG Wei¹

(1. Nanjing Municipal Design and Research Institute Co. Ltd., Nanjing 210000, China;
2. Taicang Water Affairs Bureau, Taicang 215400, China)

Abstract: In response to local needs, Jiangsu Province has divided the urban built-up area into several zones to assess sewage treatment quality and efficiency, and then created an action plan to address the findings. The “333” Action Plan for Improving the Quality and Efficiency of Sewage Treatment in Jiangsu Province was issued, detailing the guiding principles of “three elimination” as the basis, “three remediation” as the focus, and “three improvement” as the goal. This framework is designed to ensure effective sewage collection, removal of external water intrusion, and a gradual improvement in sewage treatment quality and efficiency. Combined with the practice of improving the quality and efficiency of urban sewage treatment in Jiangsu Province in recent three years, this paper analyzes the policy documents and technical measures. The experience of Jiangsu was summarized in four aspects: “block division, gradual promotion”, “system investigation, find out the resources”, “identifying and filling in gaps, eliminating blank areas of pipe network”, “mixed and wrong connection transformation, rainwater and sewage diversion”. And the application effect of Jiangsu’s experience in the service scope of Nanjiao sewage treatment plant of Taicang was introduced, providing a reference technical roadmap for the improvement of sewage quality and efficiency in other cities.

Key words: municipal sewage; Jiangsu Province; quality and efficiency improvement; mixing of rainwater and wastewater; diversion of rainwater and wastewater

2019年4月,住房和城乡建设部、生态环境部、发展改革委联合印发《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)》。文件的发布一方面是基于消除城市黑臭水体,进一步巩固提升水环境质量,另一方面也是为解决污水系统长期存在的“两高两低”问题(高水位、高负荷、低浓度、低效益),提高生活污水集中收集效能^[1]。

如今污水处理提质增效工作仍在继续,相关学者已对污水处理提质增效工作做了大量的探讨,如胡小凤等^[2]以福鼎市为例,系统分析了污水处理厂服务范围内存在的问题,并从收污水、挤外水两个角度提出了相应的解决策略;董进波等^[3]以镇江市某污水处理厂为例,针对性地排查低浓度外水的来源并提出了相应的解决措施。基于江苏省污水处理提质增效推进情况,从行业政策、工程实践以及实际效果等方面做了总结与思考,供同行参考。

1 污水收集处理系统现状问题

就江苏而言,各设区市、县等地污水收集处理系统均存在不同程度的“两高两低”问题,造成该问题的原因主要有外水入管、低浓度污水排入以及管道的不合理建设和养护三方面。

1.1 外水入管

外水主要是除污水以外的雨水、河水、山溪(泉)沟(渠)水、地下水、施工降水等。外水入管的原因有很多种,如雨污水管道的错混接、管道的破损渗漏、河水的倒灌等。

1.1.1 雨污混接或合流

雨污混接主要是指分流制排水系统中雨污水系统通过某根管道连通在一起,当连通管管内底标高高于污水管水位时,晴天污水正常排入污水处理厂,但汛期雨水管水位超过连通管管内底标高时,部分雨水会排入污水处理厂,一方面增加了污水处理厂的运行负荷,另一方面也降低了污水处理厂进水污染物的浓度;当连通管管内底标高低于污水管水位时,晴天就会有部分污水排入雨水管进入城市水体,这是造成水体黑臭的主要原因。汛期当雨水管下游接纳水体水位升高造成雨水管排水不畅时,部分雨水会排入污水管。

雨污合流主要是指雨污水共用一套排水系统,晴天时污水排入污水处理厂;汛期部分雨水与污水一起排入污水处理厂,造成污水厂进水污染物浓度

降低,同时也有部分污水通过截流井溢流进入城市河道,造成河道水质恶化。

以苏州太仓南郊污水处理厂2017年—2018年的运行情况为例。该污水厂旱季污水处理量约为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,负荷率为57%左右;汛期时,污水处理量高达 $6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,负荷率为86%。旱季该污水厂进水COD、BOD₅分别约250、120 mg/L,汛期进水COD和BOD₅浓度明显降低,分别约200、80 mg/L。

通过以上分析可知,污水处理厂服务范围内仍存在较严重的雨污混接或合流问题,汛期部分雨水或河水通过管网进入污水处理厂,导致污水厂水量上升,进水污染物浓度下降。

1.1.2 管道破损

近年来,由于我国城镇化建设覆盖范围越来越广,城市排水管道也越来越长,2019年我国城市排水管道长度达 $73.5 \times 10^4 \text{ km}$,同比增长7.6%。但由于管道材质、施工质量差以及后续不合理运维等原因,管网出现变形、破裂、腐蚀、错口、脱节、支管暗接、异物穿入、渗漏等问题,进而造成管网破损,大量外水进入污水管网。

以扬州为例^[4]。2017年—2019年间,扬州市相关部门对全市890 km排水管网进行了CCTV和QV检测,共检出8 952处缺陷,其中Ⅲ、Ⅳ级缺陷2 560处(结构性缺陷1 500处,功能性缺陷约1 000处)。其中,结构性缺陷又以破裂、变形、错口、渗漏为主,进而造成地下水入渗,污水处理厂处理水量增加,进水污染物浓度降低。

1.1.3 河水倒灌

江苏省各地水系发达,河网密布,河道运行水位较高,雨水排口淹没式出流随处可见。当雨水管与污水管之间存在混接时,污水管网水位与河道水位基本持平,河水顺着雨水管进入污水管,最终进入污水处理厂,并造成污水厂进水污染物浓度降低。部分地区虽设置了鸭嘴阀、拍门、闸门、下开式堰门、液动旋转式堰门等防倒灌设施,但河水倒灌问题依然是部分城市污水处理厂进水污染物浓度较低的主要原因之一。

1.2 低浓度污水排入管道

江苏省经济发达,各地工业企业较多,但由于城市规划问题,部分地区并未将工业废水与生活污水进行分质处理。

以无锡某污水处理厂为例^[5]。2019年该厂平均

处理水量约 $2.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,进水COD平均为152 mg/L, BOD_5 平均为56 mg/L。服务范围内有8家重点工业企业,工业废水经预处理后排入市政污水管网,接管COD为8~1170 mg/L,均值约161.5 mg/L;接管 BOD_5 为2.5~358 mg/L,均值为59.6 mg/L,但89%的废水COD<260 mg/L,且 BOD_5 <100 mg/L,甚至近1/2的废水COD<100 mg/L,1/3的废水 BOD_5 <20 mg/L。

工业废水预处理后接入市政污水管网在大部分城市成为普遍现象,该部分低浓度工业废水的排入无疑为城镇生活污水处理厂的运行增加了负担。

1.3 管道的不合理建设和养护

地下设施是一项良心工程,项目业主方、设计方或监理方均无法做到施工无死角监督或检查,大管接小管、管道倒坡、管道断头等问题已屡见不鲜,这也是导致污水管高水位运行、雨污混接的重要原因。同时,从1978年至今,我国排水管网建设更多追求规模增长,每年增长比例基本保持在10%,但却忽略了对管网的养护,导致其未能发挥应有的作用,“重建轻管”问题比较突出。根据各地水务部门的数据统计,上海市排水管网2018年的平均养护成本为3.78万元/km,苏南太仓、常熟、张家港等城市2021年的平均养护成本约1.0~1.5万元/km,即便如此,其排水管网问题依然严峻,而对于大部分县级城市,其年均管网养护成本不足0.5万元/km。

2 江苏经验

2020年2月,江苏省打好污染防治攻坚战指挥部印发了《江苏省污水处理提质增效精准攻坚“333”行动方案》(以下简称《行动方案》),决定在全省县以上城市以“污水处理提质增效达标区”为抓手,全面开展以“三消除、三整治、三提升”为主要内容的城镇污水处理提质增效精准攻坚“333”行动,具体内容如下:

“三消除”:消除黑臭水体、消除污水直排口、消除管网空白区;

“三整治”:整治工业企业排水、整治“小散乱”排水、整治阳台和单位庭院排水;

“三提升”:提升城镇污水处理综合能力、提升新建污水管网质量管控水平、提升污水管网检测修复与养护管理水平。

同时,为有效推进各地的污水处理提质增效达标区建设,江苏省还陆续发布了《江苏省城镇排水

管网排查评估技术导则》《城镇污水处理提质增效达标区建设工作指引》《江苏省城镇污水处理提质增效系列工作指南》等相关文件,从工作流程、工作方法、技术难点以及工程标准等方面为各地污水处理提质增效工作提供了指引和方向。

2.1 区块划分,逐步推进

为更好地完成《行动方案》中明确的2021年和2025年工作目标,江苏省将全省县级以上城市建成区以每座污水处理厂服务范围为基础,根据市政污水主管网走向、污水提升泵站服务范围等,并综合考虑行政区划因素,全面划分污水处理提质增效达标区(划分后的单个达标区面积原则上不小于 2 km^2)。同时,结合《行动方案》目标要求,排定2020年—2025年污水处理提质增效达标区完成时限。

江苏省13个地级市、22个县级市、19个县共划定2307个污水处理提质增效达标区,总面积约为5729.33 km^2 ,基本覆盖县级以上城市建成区。

2.2 系统排查,摸清家底

污水处理提质增效工作系统性强,涉及厂、网、河、湖及排水户等多方面,因此工程实施前需结合城市黑臭水体整治、海绵城市建设、老旧小区改造等相关工作对已划定的达标区进行系统调查,形成底册清单、问题清单和任务清单。

为科学推进江苏省污水处理提质增效工作,江苏省住房和城乡建设厅印发了《江苏省城镇排水管网排查评估技术导则》,排查工作按照“四位一体”(测绘、调查、检测、评估)逐步推进。通过测绘,查清排水管网的基本情况;通过调查,查清排水管网存在的污水直排、雨污混接、溢流污染、地表水倒灌、外水入渗等问题以及排水户接管情况;通过检测,查清管道及检查井存在的结构性和功能性缺陷;通过评估,梳理排水系统存在的问题,形成问题整改项目清单,为后续整改工作提供依据。

2.3 查缺补漏,消除管网空白区

全面消除因生活污水收集处理设施不完善而造成生活污水未能得到有效收集和处理的片区,主要针对片区面积 $>0.25 \text{ km}^2$ 或污水量 $>90 \text{ m}^3/\text{d}$ 的区域。根据管网空白区的成因,将其分为以下几种:

① 分流制区域缺少市政污水主管网。片区内已建有污水收集支管网,但周边无市政污水主管网,或因管网断头等原因污水无法通过主管网输送至污水处理厂。

② 分流制区域缺少市政污水支管网。片区周边已建有市政污水主管网,但片区内部无系统、完善的污水收集支管网,片区污水未得到有效收集。

③ 合流制区域未截流。合流制区域内污水未得到有效收集和处理而直接就近排放。

结合江苏省各地实际情况,在不同的排水体制条件下,城中村、老旧城区、城郊接合部易成为管网空白区。根据空白区类型和片区现状,可选择如表1所示的工程措施消除管网空白区。

表1 管网空白区消除措施

Tab.1 Elimination measures for blank areas of pipe network

空白区类型	处理措施				
	建设管网	雨污分流(区域内)	截流工程	分散处理	其他临时工程
分流制区域缺少市政污水主管网	√			√	√
分流制区域缺少市政污水支管网	√		√	√	√
合流制区域未截流	√	√	√	√	√

2.4 混错接改造,源头分流

工程实施前对拟整治小区、公建、企事业单位进行充分的踏勘,通过现场调研、测绘、CCTV、QV等手段全面排查排水户内部雨(污)水管网和检查井错混接、管网缺陷、化粪池等情况,摸清每栋楼宇雨污水去向,特别关注有排放生活污水的一楼和地下车库,列出问题清单,因地制宜、精准施策。改造过程中有条件的地方可结合海绵城市建设进一步提升。

2.4.1 混接改造

针对污水出户管接入楼前雨水的情况,改造时对现状连接管进行废除封堵,同时新建污水连接管就近接入污水管,若连接管长度超过3 m,则在污水出户管处增设污水收集边井。

针对雨水立管或雨水算子接入污水管的情况,改造时对现状连接管进行废除封堵,同时新建连接管就近接入雨水管,可视情况埋地敷设或增设雨水算。

针对雨(污)水主管混接的情况,改造时直接废除封堵连接管即可。

2.4.2 立管改造

① 雨水立管:部分雨水立管由于存在洗衣污水或其他污水接入,故应对其进行改造。根据具体条件采用不同的改造方式,若有条件,则将屋顶雨水斗另行排设立管接至雨水系统,否则雨(污)水落地后改接至污水系统。

② 污水私排至雨水散水或落水井:将该私设立管在距离地面0.5 m处截断,另行落地后接入污水系统。

2.4.3 沿街商铺改造

全面排查农贸市场、餐饮业、洗车业、建筑工地、洗浴业、洗涤业、小旅馆业、垃圾箱、垃圾房、流动摊点、夜排档、小诊所等有污水排放的“小散乱”排水户,摸清排水点数量、排水管径、排水去向、污水类别等信息,分类提出治理对策,确保污水不排入雨水管道、河道。同时,针对不同的排水户,分别增设隔油池、沉淀池、毛发收集器等预处理设施。

2.4.4 管道缺陷改造

对直接影响地下水环境的各级渗漏进行修复;结构性缺陷中破裂1~2级、脱节1~2级根据管道破损状况进行评估,若需要,则优先采用非开挖方式修复;对于存在破裂3~4级、错口3~4级以及两井段间管道缺陷数量≥3处的管段,原则上应开挖翻建新管道。未对管道运营造成严重影响的洼水、起伏等缺陷暂不进行修复;对于未渗漏的2级及以下错口、脱节、变形可暂不修复。

2.4.5 管道及检查井等附属设施

排水管道优先采用钢筋混凝土管、球墨铸铁管以及实壁PE管等管材,排水检查井优先采用现浇、模块或成品混凝土检查井,逐步淘汰改造现有的砖砌井。

2.4.6 其他要求

排水户整治完成后,其雨(污)水管网需上墙公示,明确雨(污)水管网走向,同时在排水户接入市政管网的最后一个检查井做好节点井标识。

3 工程实践

3.1 项目概况

南郊污水处理厂位于太仓市科教新城片区,根据江苏省“333”行动要求,其服务范围内建成区共划分为6个达标区,具体见图1。

南郊污水处理厂服务范围内的福州路、郑州

路、昆明路、东仓路、健雄路、西安路、太原路等道路敷设DN200~DN1 200污水干管,污水管道总长约196 km,其中市政污水主管约32 km,具体见图2。

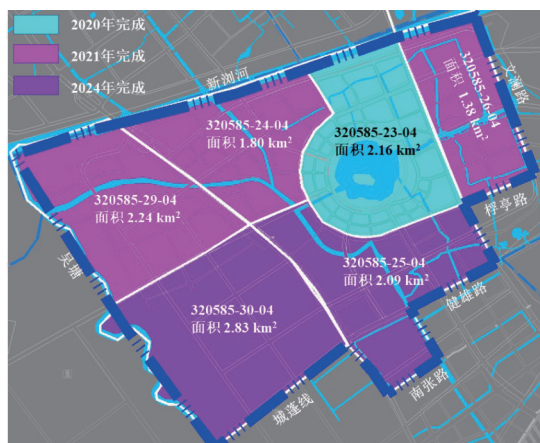


图1 太仓市南郊污水处理厂达标区划分

Fig.1 Division of standard area of Nanjiao sewage treatment plant in Taicang

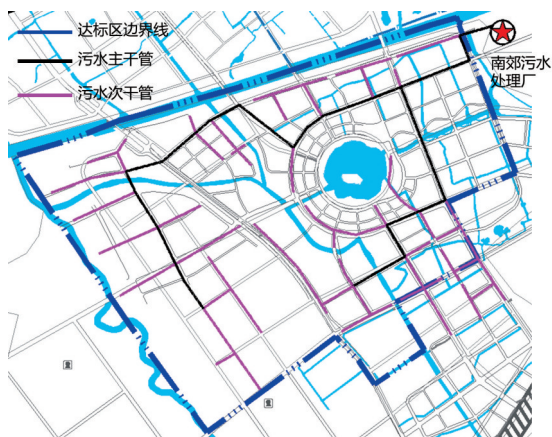


图2 太仓市污水管网分布

Fig.2 Distribution of sewage pipeline network in Taicang

南郊污水处理厂服务范围内生活污水(小区、公建)排水户29个,其中合流制排水地块2个,分流制排水地块25个,管网未覆盖地块2个;工业企业排水户90个,其中合流制排水地块5个,分流制排水地块85个;商贸等排水户340个,均为分流制排水地块,但有73处存在错混接问题,且大部分均未安装隔油池、沉淀池等预处理设施。

3.2 工程实施

太仓市按照江苏省污水处理提质增效精准攻坚“333”行动方案要求,将南郊污水处理厂片区划分为6个达标区,并分别编制达标区建设方案,按照“三消除、三整治、三提升”的技术路线,共实施以下

6项工程:

① 消除管网空白区。针对现状污水未收集地块,铺设污水收集管网,将地块内的污水全面收集,共敷设管网约15 km,投资约5 250万元。

② 消除污水直排口。对河道沿线直排口全面调水排查,并通过QV、CCTV等手段进行溯源排查,统一进行源头改造,溯源排查费用约45万元。

③ 整治阳台和单位庭院。对2个合流制小区进行雨污分流改造,对25个小区及公建等进行错混接改造,实现雨污分流,投资约1.5亿元。

④ 整治“小散乱”。对错混接排水户进行改造,并增设隔油池、沉淀池等预处理设施,投资约500万元。

⑤ 整治工业企业。对合流制以及存在错混接情况的工业企业下发整改通知单,要求其限期内完成雨污分流改造及错混接改造。

⑥ 市政污水管网检测修复。对干、支管开展管道功能性和结构性检测,对存在Ⅲ、Ⅳ类缺陷的管道进行修复,投资约1 500万元。

综上,南郊污水处理厂6个达标区建成共需投资约2.2亿元。

3.3 实施效果

南郊污水处理厂范围内共6个达标区,目前已完成4个(320585-23-04、320585-24-04、320585-26-04、320585-29-04),2个尚在建设中。2019年—2021年该厂进水COD和BOD₅浓度变化见图3。

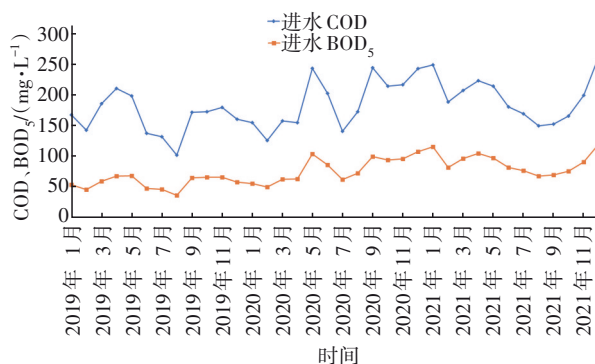


图3 南郊污水处理厂进水COD、BOD₅变化

Fig.3 Change of influent and effluent COD, BOD₅ concentration of Nanjiao sewage treatment plant

由图3可知,南郊污水处理厂进水COD、BOD₅浓度均呈逐年递增趋势。2019年进水COD平均约161 mg/L,2021年平均约194 mg/L,增长约20.5%;2019年进水BOD₅平均约56.3 mg/L,2021年平均约

88.4 mg/L,增长约57.0%。

另外,根据供水与排水统计数据对比分析,南郊片区2019年污水处理总量约 $384.57 \times 10^4 \text{ m}^3$,自来水用水量约 $463.73 \times 10^4 \text{ m}^3$,污水处理量与自来水用水量比值约0.83;污水处理提质增效三年行动实施后,南郊污水处理厂服务片区2021年污水处理总量约 $656.23 \times 10^4 \text{ m}^3$,自来水用水量约 $720.06 \times 10^4 \text{ m}^3$,污水处理量与自来水用水量比值约0.91。

综上,太仓市南郊污水处理厂片区按照江苏省“333”精准攻坚行动方案开展达标区建设取得了一定成效,污水处理量逐年上升,进厂污染物浓度也显著提高。

4 总体成效

截至2021年底,江苏省县级以上城市基本消除黑臭水体、污水直排口和管网空白区。2021年江苏省城市污水处理厂平均进水 BOD_5 浓度较2018年提高约8.9%,其中进水 BOD_5 浓度超过100 mg/L的城市污水处理厂数量提升约58.9%;县级以上城市生活污水集中收集率较2018年提升约17%。

5 结语

江苏省提质增效工作的开展主要围绕“收污水,挤外水”两个基本点,不断完善污水管网建设,收齐污水,杜绝污水入河;实施雨污分流改造、雨污混接改造以及管网缺陷修复等,赶尽外水,杜绝外水入管。

对于经济发达城市,可充分借鉴江苏经验,以达标区为单位,以问题为导向,对范围内厂、网、户、河进行全方位、多维度整治,高标准实现污水系统提质增效;但对于部分经济欠发达地区,考虑到其资金投入有限,对于排水户,建议以雨污分流及错混接改造为主,消除晴天污水直排口,杜绝污水管通河现象;对于市政主管网,建议以雨污混接以及管道破损、渗漏等导致有外水入管的问题整治为主(现阶段市政主管网已基本实现雨污分流),尤其对倒虹管、沿河敷设污水管及截污管重点排查整治,杜绝污水入河以及河水入管。

污水处理提质增效工作是一项系统性、复杂性工程,具有一定的动态性和反复性,工程实施后,各地主管部门还应不断加强厂、网、户、河的动态监管和运行维护工作,建立长效运维机制,真正做到“建

有所管、管有所养、养有所依”,促进城市污水系统高效益、低水位运行,持续改善城市水环境质量。

参考文献:

- [1] 孙永利. 城镇污水处理提质增效的内涵与思路[J]. 中国给水排水, 2020, 36(2): 1-6.
SUN Yongli. Connotation and way of quality and efficiency improvement of municipal wastewater treatment [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(2): 1-6(in Chinese).
- [2] 胡小凤, 袁芳, 石鹏远, 等. 福鼎市污水系统问题识别及提质增效策略[J]. 中国给水排水, 2022, 38(12): 61-67.
HU Xiaofeng, YUAN Fang, SHI Pengyuan, et al. Problem diagnosis and strategy of improving quality and efficiency of sewage system in Fuding [J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(12): 61-67(in Chinese).
- [3] 董进波, 汤燕, 马顺博, 等. 镇江市某城镇污水处理系统外水分析[J]. 中国给水排水, 2022, 38(8): 92-98.
DONG Jinbo, TANG Yan, MA Shunbo, et al. Analysis of extraneous water in an urban sewage treatment system in Zhenjiang [J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(8): 92-98(in Chinese).
- [4] 郭翔. CCTV管道检测在扬州污水提质增效行动中的应用[J]. 中国给水排水, 2020, 36(20): 67-70, 76.
GUO Xiang. Application of CCTV pipeline inspection in Yangzhou sewage quality improvement and efficiency enhancement action [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(20): 67-70, 76(in Chinese).
- [5] 周乙新, 李激, 王燕, 等. 城镇污水处理厂低浓度进水原因分析及提升措施[J]. 环境工程, 2021, 39(12): 25-30.
ZHOU Yixin, LI Ji, WANG Yan, et al. Reason analysis and improvement measures for low pollutants concentration of influent water of urban sewage treatment plants [J]. Environmental Engineering, 2021, 39(12): 25-30(in Chinese).

作者简介: 桂衍武(1989-), 男, 山东济宁人, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为城市水环境整治、城镇污水处理提质增效等。

E-mail: 1017863350@qq.com

收稿日期: 2022-08-06

修回日期: 2022-09-14

(编辑: 丁彩娟)