

城镇水系统研究与应用

蒋明. 初期雨水就地调蓄处理工程方案及运行策略[J]. 净水技术, 2024, 43(6): 145-152.

JIANG M. Engineering scheme and operation solution of on-site storage and disposal for initial rainwater [J]. Water Purification Technology, 2024, 43(6): 145-152.

初期雨水就地调蓄处理工程方案及运行策略

蒋明*

(上海市城市建设设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200125)

摘要 雨水排口出流污染是南方某市“两湖”水质恶化的重要因素之一,通过排水管网改造解决雨污混接污染问题,采用调蓄处理的工程方案解决初期雨水污染及溢流污染问题,初期雨水处理工艺采用“高效沉淀池+曝气生物滤池(BAF)+高效澄清池+转盘滤池”的组合工艺。通过中试试验验证 BAF 间歇运行的适用性,连续运行工况下, COD_{Cr}、氨氮均能稳定达到Ⅳ类水质;当间歇运行时,随着间歇期增大,氨氮的去除效果大幅度降低,当间歇期超过 4 d 后,出水氨氮浓度无法达到地表Ⅳ类水质。文章提出了初期雨水处理工艺运行维护模式,为类似工程提供借鉴。

关键词 初期雨水 就地处理 曝气生物滤池(BAF) 高效澄清池 运行模式

中图分类号: TU992 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-0177(2024)06-0145-08

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2024.06.017

Engineering Scheme and Operation Solution of On-Site Storage and Disposal for Initial Rainwater

JIANG Ming*

(Shanghai Urban Construction Design and Research Institute <Group> Co., Ltd., Shanghai 200125, China)

Abstract The pollution caused by the outflow of rainwater is one of the important factors for the deterioration of water quality of "two lakes" in a city. The mixed pollution of rainwater and wastewater is solved through the reconstruction of drainage pipe network, and the initial rainwater pollution and overflow pollution are solved by the engineering scheme of storage treatment. The combined process of "high efficiency sedimentation tank +BAF+high efficiency clarification tank+rotary table filter" is adopted for the initial rainwater treatment process. The applicability of intermittent operation of BAF is verified by pilot test. Under continuous operation conditions, COD_{Cr} and ammonia nitrogen can reach class IV water quality stably. When the intermittent operation, with the increase of intermittent period, the removal effect of ammonia nitrogen is greatly reduced. When the intermittent period exceeds 4 days, the concentration of ammonia nitrogen in the effluent cannot reach the surface water quality. The operation and maintenance mode of initial rainwater treatment process is put forward, which provides reference for similar projects.

Keywords initial rainwater on-site treatment biological aerated filter (BAF) high-efficiency clarification tank operation mode

随着我国城市生活污水的收集率及处理率不断提高,雨水排口出流污染逐渐成为我国城市水环境

综合治理的重点和关键,主要包括分流制排水系统初期雨水径流污染、雨污混接污染以及合流制排水系统溢流污染^[1]。《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》中要求,新增初期雨水治理设施规模为 831 万 m³/d;《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》中要求,因地制宜推进合流制溢流污水快速净化设施建设。本文以南方某

[收稿日期] 2023-08-24

[基金项目] 国家重点研发计划:“长江黄河等重点流域水资源与水环境综合治理”重点专项(2021YFC3200700)

[通信作者] 蒋明(1979—),男,高级工程师,博士,主要从事水环境综合整治、污水处理、海绵城市等设计研究工作, E-mail:12651720@qq.com。

市“两湖”为例,采用就地调蓄处理的工程方案解决雨水排口出流污染问题,以供行业参考。

1 工程背景

南方某市“两湖”是该市重要的城市景观湖泊。“两湖”水域面积为 1.34 km^2 ,平均水深为 2.4 m ，“两湖”常水位为 15.60 m (1985 国家高程系统),最高水位为 17.40 m 。环湖管网破损导致污水直接与湖泊存在水体交换、环湖管网截流标准较低导致雨天溢流严重,大量的氮、磷等污染进入“两湖”,使得“两湖”水质迅速恶化、底泥淤积严重。当前“两湖”面临严重的富营养化现象,夏季大量的蓝藻暴发,空气中弥漫着恶臭,严重影响周围居民生产生活和城市形象。

“两湖”片区的的服务面积总计 10.16 km^2 ,共分为浔南片区、长虹大道北片、老城区-2,现状服务分区及管网布置情况如图 1 所示。浔南片区的排水系统现状为分流制排水体制,片区内污水通过管网收集进入陆家垄路泵站,提升进入鹤门湖污水处理厂;雨水通过雨水管涵经环湖截污管道截流后排入“两湖”;片区内存在严重的雨污混接情况。长虹大道北片和老城区-2 的排水系统现状为合流制排水体制,片区内污水通过合流管网收集进入环湖截污管,并经“两湖”泵站提升进入老鹤塘污水处理厂;雨水通过合流管网收集经环湖截污管道截流后排入“两湖”。

利用 InfoWorks ICM 作为城市排水管网的模型



图 2 入湖污染占比

Fig. 2 Pollution Proportion of the Influent in Lakes

由图 2 可知,“两湖”片区年入湖 COD_{Cr} 负荷中初期雨水径流污染、合流制溢流污染、雨污混流污染占比分别为 68%、10%、22%;氨氮负荷分别为 19%、3%、78%;TP 污染分别为 28%、3%、69%。

为解决雨水排口出流污染,对浔南片区分流制排水管网开展混接改造解决雨污混接污染,对长虹大道北片合流制排水管网进行雨污分流改造,减少合流制溢流污染。针对分流制排水系统初期雨水径



图 1 “两湖”片区服务范围及排水系统

Fig. 1 Service Scope and Drainage System in "Two Lakes" Area

软件对“两湖”片区的排水管网进行模拟分析,入湖污染各指标在初期雨水径流污染、合流制溢流污染、雨污混流污染占比情况如图 2 所示。

流污染、老城区-2 片区合流制溢流污染,借鉴国内外相关治理经验^[2-5],拟采用截流调蓄处理的方案。合流制溢流污染经调蓄后输送到市政污水处理厂进行集中处理,初期雨水径流污染经过截流调蓄后进行就地处理排放,作为“两湖”的景观补充水。

2 工程方案

2.1 服务范围及工程目标

本工程服务范围共计 10.16 km^2 ,其中合流制

片区服务面积为 1.06 km²,分流制片区服务面积为 9.1 km²,服务范围如图 3 所示。本工程为片区内的末端治理工程,主要为控制末端出流(包括径流和溢流)污染,实现入湖污染削减率达到 80%以上。

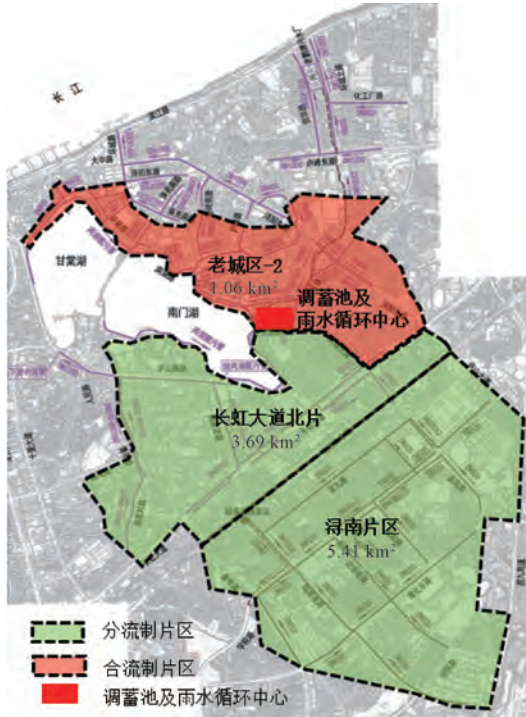


图 3 调蓄池及雨水循环中心服务范围
Fig. 3 Service Scope of Storage Tank and Rainwater Circulation Center

2.2 设计规模

调蓄池设计有效容积为 7 万 m³,其中合流制溢流污染调蓄容积为 3 万 m³,初期雨水径流污染调蓄容积为 4 万 m³;雨水循环中心设计规模为 3.0 万 m³/d。

2.3 雨水循环中心设计标准

工程研究期间对现状合流制、分流制排口雨天

出流水质进行了实测分析,结果表明,分流制、合流制区域排口出流初期阶段的污水 COD_{Cr} 浓度极高,溢流污水(或初期雨水)中 COD_{Cr} 成分主要为非溶解性 COD_{Cr}。溢流污水(或初期雨水)经过滤后测试其 COD_{Cr} 质量浓度基本处于 15~80 mg/L。同时结合国内已建典型分流制小区雨天出流水质的监测数据,确定本工程的设计进水水质。本工程设计出水水质根据环评报告及生态环境主管部门的审批意见确定。

“两湖”雨水循环中心进出水指标如表 1 所示。

表 1 “两湖”雨水循环中心进出水水质指标

Tab. 1 Water Quality Index of Influent and Effluent from Rainwater Circulation Center of “Two Lakes”

项目	SS	COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	TP
进水水质/(mg·L ⁻¹)	/	120	50	15	2.0
出水水质/(mg·L ⁻¹)	10	30	6	1.5	0.1

2.4 工艺流程

本工程采用的工艺流程如图 4 所示。

污水经过粗格栅提升泵站输送至老鹤塘污水处理厂,处理达标后尾水排放长江。

合流制片区合溢流污水通过截流箱涵进入粗格栅,接入合流调蓄池,待雨后输送至老鹤塘污水处理厂,处理达标后尾水排放长江。

分流制片区初期雨水通过环湖收集管涵进入粗格栅,经格栅预处理后进入分流调蓄池,经提升后进入雨水循环中心处理。初期雨水首先进入细格栅及曝气沉砂池,出水进入高效沉淀池,然后接入曝气生物滤池(BAF),BAF 出水进入多效澄清池和纤维转盘过滤反应单元,经紫外消毒处理后出水达标排放至“两湖”。当分流调蓄池内水质超过设定的进水水质时,将调蓄池内的水排放至污水管网输送至老鹤塘污水处理厂,处理达标后尾水排放长江。

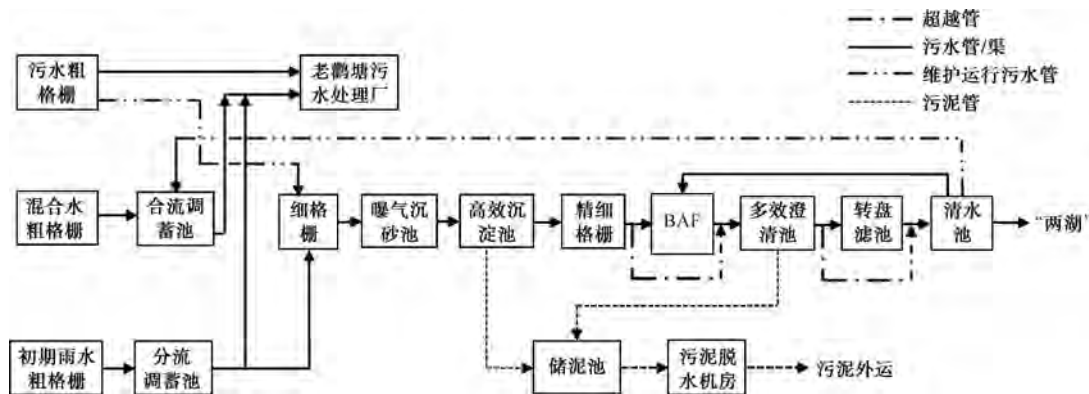


图 4 调蓄池及雨水循环中心工艺流程
Fig. 4 Process Flow of Storage Tank and Rainwater Circulation Center

2.5 主要构(建)筑物

所示。

调蓄及雨水循环中心主要构(建)筑物如表 2

表 2 主要构(建)筑物
Tab. 2 List of Major Structures

项目类别	单体名称	平面尺寸/面积	数量	备注
调蓄设施	调蓄池主体	146 m×79 m	1 座	水下,分两格
雨水循环中心及附属设施	地下箱体	145 m×54 m	1 座	-
	进水格栅间及污水提升泵房	43.0 m×24.7 m	1 座	地下
	细格栅、曝气沉砂池、高效沉淀池	40 m×24 m	1 座	地下
	BAF、高效澄清池、纤维转盘滤池、清水池	52 m×24 m	1 座	地下
	鼓风机房	35.8 m×8.7 m	1 座	地下
	污泥储池及脱水机房	30.0 m×8.7 m	1 座	地下
	消防水池及消防泵房	25.4 m×8.5 m	1 座	地下
	加药间	8.7 m×8.5 m	1 座	地下
	管理用房	660 m ²	1 座	地上
	变配电间	32.2 m×5.5 m	1 座	地下
	除臭系统	-	3 套	地下

2.6 主要工艺设计参数

1) 调蓄池

调蓄池为地下式钢筋砼结构,数量为 1 座两格,设计尺寸为 146 m×79 m,深为 9.7 m。设计规模共 7 万 m³,合流调蓄池为 3 万 m³,初雨调蓄池为 4 万 m³。合流调蓄池放空时间为 40 h,初雨调蓄池放空时间为 40 h。初雨调蓄池采取分层出水方式,使初期雨水得到初步沉淀,去除部分砂及 SS,减少后续处理工艺段的压力。

2) BAF

去除水中 COD_{Cr}、BOD₅ 和氨氮。设计规模为 3 万 m³/d,数量为 1 座 8 组,设计池宽(单池)为 6.5 m;设计池长(单池)为 7.2 m;滤料深度为 4.0 m。表面负荷为 3.33 m³/(m²·h);BOD₅ 容积负荷为 1.0 kg BOD₅/(m³·d);硝化容积负荷为 0.3 kg 氨氮/(m³·d);空床水力停留时间为 71.88 min;计算需氧量为 3 538.24 kg/d;计算供气量为 3 833 m³/h;设计气水比为 4:1。

3) 高效澄清池

去除水中 SS 和 TP。设计规模为 3.00 万 m³/d。混合区有效容积为 21.84 m³,2.0 m×2.4 m×4.55 m(有效水深);载体反应区有效容积为 21.84 m³,2.0 m×2.4 m×4.55 m(有效水深);一级絮凝区有效容积为 20.75 m³,1.9 m×2.4 m×4.55 m(有效

水深);二级絮凝区有效容积为 31.69 m³,2.9 m×2.4 m×4.55 m(有效水深),重质核心采用矿砂。

3 试验验证

初期雨水经过混凝沉淀过滤工艺处理后,可确保出水 SS、TP 达到排放标准,但混凝沉淀过滤工艺对溶解性 COD_{Cr}、BOD₅ 去除效果较差,尤其是氨氮基本无去除效果^[6],溶解性 COD_{Cr}、BOD₅、氨氮主要依靠生物法去除,但由于初期雨水具有间断性发生等特点,为验证生物处理工艺间断性运行的适用性,本工程开展了两个阶段的中试试验。试验设置 1 套调节池及 4 套反应单元,有效容积为 1.32 m³,单组装置满负荷为 0.44 m³/h,反应单元内填充移动床膜生物反应器(MBBR)悬浮填料。

第一阶段以“两湖”泵站集水池及周边合流管污水为原水,设置不同的进水流量梯度,研究不同流量梯度下,系统运行情况及污染物去除效果。雨天 4 组装置进水流量均为 0.44 m³/h,旱天 1#~4#装置,对应进水流量分别为雨天满负荷水量的 10%、30%、50%、70%。进水 COD_{Cr} 质量浓度为 24.73~97.41 mg/L,均值为 50.62 mg/L。进水氨氮质量浓度为 4.02~20.76 mg/L,均值为 13.87 mg/L。

旱天及雨天中试装置出水 COD_{Cr}、氨氮浓度变化如图 5~图 6 所示。试验一周后系统基本达到稳定状态,1#~4#处理单元出水 COD_{Cr} 均值为 10.78~

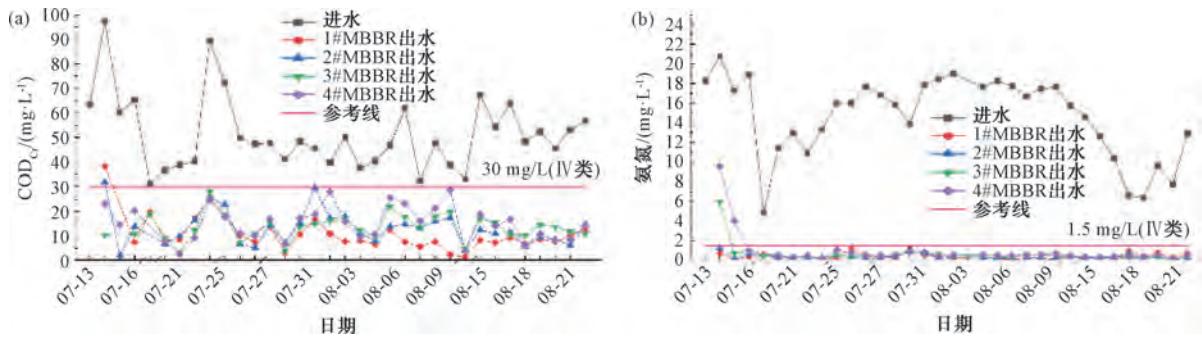


图5 旱天中试装置出水 COD_{Cr}、氨氮浓度变化

Fig. 5 COD_{Cr} and Ammonia Nitrogen Concentrations in Effluent from Pilot Plant on Dry Days

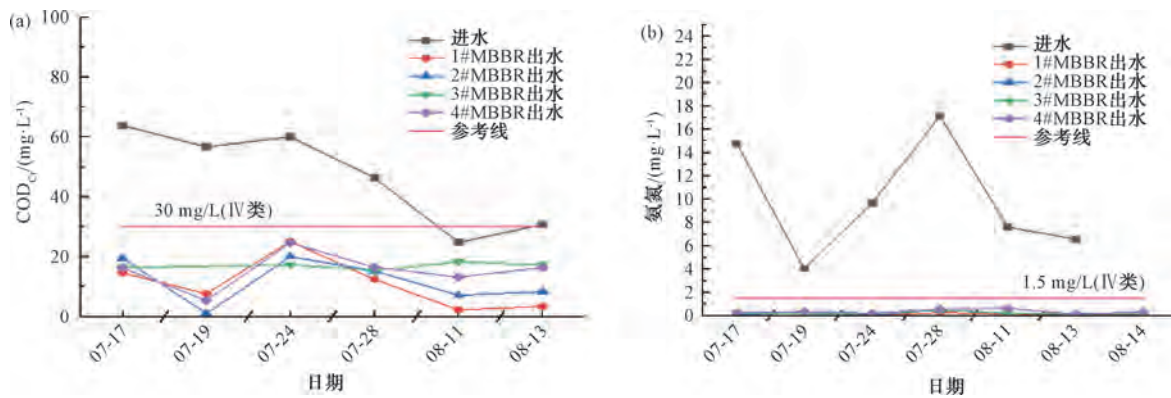


图6 雨天中试装置出水 COD_{Cr}、氨氮浓度变化

Fig. 6 Effluent COD_{Cr} and Ammonia Nitrogen Concentrations from Pilot Plant during Rainy Days

15.05 mg/L; 出水氨氮质量浓度为 0.309 ~ 0.782 mg/L; 均能稳定达到IV类水水质。1#~4#反应装置对污染物的去除率无本质差别。

第二阶段设置 4、6、8 d 进水间歇期, 开展为期 1.5 个月研究, 掌握不同进水间歇期下, 系统运行情

况及污染物去除效果。不同停置期 4 个反应装置的进水 COD_{Cr} 和氨氮浓度设置为固定值, 分别为 100 mg/L 和 13 mg/L, 出水 COD_{Cr}、氨氮浓度变化如图 7 所示。

由图 7 可知, 间歇期 4、6、8 d 时, 4 组反应装置

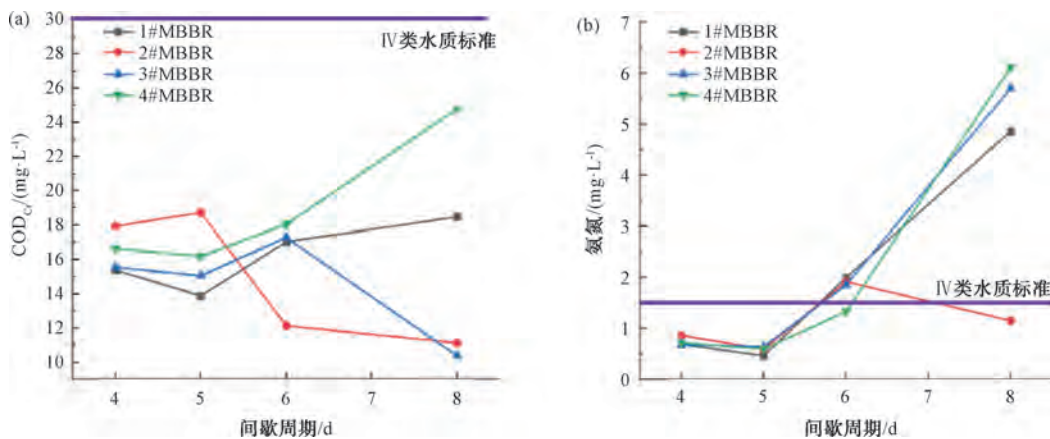


图7 不同停置期 4 个反应装置出水 COD_{Cr}、氨氮浓度变化

Fig. 7 Effluent Concentration Changes of COD_{Cr} and Ammonia Nitrogen from Four Reaction Units during Laydown Periods

出水 COD_{Cr} 质量浓度为 11.13~24.79 mg/L, 均能达到Ⅳ类水水质。在停置期为 4 d 时, 4 组反应装置出水氨氮质量浓度为 0.69~0.86 mg/L; 在停置期为 6 d 时, 4 组反应装置出水氨氮质量浓度为 1.33~2.00 mg/L; 在间歇期为 8 d 时, 4 组反应装置出水氨氮质量浓度为 1.15~6.12 mg/L。随着间歇期增大, 氨氮的去除效果大幅度降低, 当间歇期超过 4 d 后, 出水氨氮浓度无法达到地表Ⅳ类水水质。

通过以上中试试验可知, 生物膜法去除间歇

运行的初期雨水污染是可行的。在实际生产过程中, 需要严格控制进水间歇期, 当长时间不下雨时, 需要考虑日常维护运行措施, 确保间歇期不超过 4 d。

4 运行控制

调蓄池及雨水循环中心设计工艺流程如图 4 所示, 实际运行中, 雨天和旱天不同运行工况下各单体运行状态按需调整。

主要构筑物及设备运行工况如表 3 所示。

表 3 旱天主要构筑物及设备运行工况

Tab. 3 Operation Conditions of Main Structures and Equipments in Dry Weather

构筑物	旱天		雨天
	降雨结束后 1~2 d	降雨结束 2 d 后	
粗格栅及进水提升泵房	污水格栅渠及进水提升泵房连续运行、合流及雨水格栅渠闲置		连续运行
调蓄池	放空	闲置	正常运行
细格栅及曝气沉砂池	满负荷运行	低负荷维护性运行	低负荷维护性运行
高效沉淀池	满负荷运行	低负荷维护性运行	低负荷维护性运行
精细格栅	满负荷运行	低负荷维护性运行	低负荷维护性运行
中间提升泵房	满负荷运行	低负荷维护性运行、小泵组启动	低负荷维护性运行、小泵组启动
BAF	满负荷运行	低负荷维护性运行	低负荷维护性运行
多效澄清池	满负荷运行	低负荷维护性运行	低负荷维护性运行
转盘滤池	满负荷运行	低负荷维护性运行	低负荷维护性运行
清水池	满负荷运行	低负荷维护性运行、小泵组启动	低负荷维护性运行、小泵组启动

1) 粗格栅及进水提升泵房

粗格栅间: 旱天, 粗格栅停置; 雨天, 雨水/合流水经收集后进入雨水/合流水粗格栅, 继而进入雨水/合流水调蓄池。正常运行调蓄池达到设计水位时, 格栅间进水闸门关闭; 故障情况下, 雨水/合流水格栅间进水闸门关闭后调蓄水位仍然持续上升, 则关闭格栅后第二道闸门; 极端事故情况下, 格栅间两道闸门关闭调蓄池水位仍然继续上升, 则启动报警, 同时关闭格栅间防水门, 并采取人员撤离雨水循环中心地下空间等应急措施。

2) 调蓄池

调蓄池: 降雨发生时, 调蓄池开始进水, 达到设计水位时停止进水, 储存雨水/合流水至降雨结束。降雨结束后的 1~2 d 内, 放空泵启动, 将存储的雨水输送至雨水循环中心, 将存储的合流污水输送至老鹤塘污水处理厂。放空后旱天调蓄池处于闲置状态。

3) 细格栅及曝气沉砂池

雨天: 降雨发生过程中, 细格栅及曝气沉砂池处

于维护性运行状态, 处理规模为 Q (满负荷运行规模 Q 为 3 万 m^3/d , 低负荷运行规模流量一般取值 10% $Q \sim 70\%Q$, 余同), 可根据实际情况调整。

旱天: 降雨结束后的 1~2 d 内, 细格栅及曝气沉砂池处理初期雨水, 处理规模为 Q 。调蓄池放空后旱天细格栅及曝气沉砂池恢复维护性运行状态, 处理规模为 Q , 直至下一场降雨发生后, 再次满负荷处理调蓄池存储的雨水。

4) 高效沉淀池

雨天: 降雨发生过程中, 高效沉淀池处于维护性运行状态, 处理规模为 Q , 系统内混凝及絮凝搅拌器调至最低频率运行, 刮泥机及回流污泥泵调至最低频率运行。

旱天: 降雨结束后的 1~2 d 内, 高效沉淀池处理调蓄池存储的初期雨水, 处理规模为 Q , 此时系统内各设备均在设计工况下正常运行。调蓄池放空结束后旱天仍持续时, 高效沉淀池恢复维护性运行状态, 系统内混凝及絮凝搅拌器调至最低频率运行, 刮泥机及回流污泥泵调至最低频率运行。

特殊情况下,系统需要短期停运,停置时间在3~4 d时,为避免沉淀池污泥厌氧发酵以及污泥沉积影响设备二次启动,需将回流污泥泵调至最低频率运行,刮泥机及絮凝搅拌器调至最低频率运行或间歇运行,其他所有设备均停止运行。

系统需要长期停运,停置时间大于4 d时,需将池体排空,各设备均停止运行。

5) 精细格栅及中间提升泵房

雨天:降雨发生过程中,精细格栅及中间提升泵房处于维护性运行状态,处理规模为 Q ,可根据实际情况调整。中间提升泵房中小泵组投入运行。

旱天:降雨结束后的1~2 d内,精细格栅及中间提升泵房处理调蓄池存储的初期雨水,处理规模为 Q ,中间提升泵房中大泵组投入运行。调蓄池放空后精细格栅及中间提升泵房恢复维护性运行状态,处理规模为 Q ,直至下一场降雨发生后,再次满负荷处理调蓄池存储的雨水。

6) BAF

雨天:降雨发生过程中,BAF处于维护性运行状态,处理规模为 Q ,滤池运行格数 X 按进水流量 Q 调整, $X=Q/3750$ (结果向上取整);当运行格数 $2 \leq X < 8$ 时,可定期切换运行滤池和停运滤池,每格停运时间不超过4 d,以保障滤池系统整体生物量。

曝气风机运行数量与滤池运行格数对应,一般24 h连续运行,也可根据实际运行情况调整,控制池内溶解氧在4~8 mg/L。

滤池反冲洗周期控制在1~2 d(可根据现场实际情况调整)。反冲洗强度为 $75 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,气冲时间为2 min,气水联合反冲时间为4 min。运行过程中,可结合滤池压力、出水水质等综合调整相关参数。反冲洗水首先接至废水池,然后提升至雨水循环中心细格栅进水渠,继而进入后续处理流程。

旱天:降雨结束后的1~2 d内,BAF处理调蓄池存储的初期雨水,处理规模为 Q ,此时8格滤池、曝气及反冲洗设备均在设计工况下正常运行。调蓄池放空结束后旱天仍持续时,BAF恢复维护性运行状态。

特殊情况下,进水流量提升速度较快或转换时间段水温较低,可考虑向滤池内投加活性菌种及营养物质等提升生物量增长速度,以尽可能保障出水水质稳定达标。

需要长期停运的滤池,需在停运前彻底反冲洗

并放空。

7) 多效澄清池

雨天:降雨发生过程中,多效澄清池处于维护性运行状态,处理规模为 Q ,系统内混合搅拌器、絮凝搅拌器、刮泥机及剩余污泥泵调至最低频率运行。回流污泥泵及污泥输送泵根据实际需求间歇运行。

旱天:降雨结束后的1~2 d内,多效澄清池处理调蓄池存储的初期雨水,处理规模为 Q ,此时系统内各设备均在设计工况下正常运行。调蓄池放空结束后旱天仍持续时,多效澄清池恢复维护性运行状态。

特殊情况下,系统需要短期停运,停置时间在3~4 d时,为避免沉淀池污泥厌氧发酵以及污泥沉积影响设备二次启动,停止进水后,停止加药,回流污泥泵、剩余污泥泵、刮泥机、正常运行0.5~1.0 h,将池内砂子回收至反应池,然后将回流污泥泵调至最低频率运行。将刮泥机、絮凝及载体搅拌器调至最低频率运行(或间歇时间运行),避免池污泥完全沉积影响设备的二次启动。其他所有设备均停止运行。

系统需要长期停运,停置时间大于4 d时,需将池体排空,各设备均停止运行。

8) 转盘滤池

雨天:降雨发生过程中,转盘滤池处于维护性运行状态,处理规模为 Q 。

旱天:降雨结束后的1~2 d内,转盘滤池处理调蓄池存储的初期雨水,处理规模为 Q ,此时系统内各设备均在设计工况下正常运行。调蓄池放空结束后旱天仍持续时,转盘滤池恢复维护性运行状态。

系统需要长期停运,停置时间大于4 d时,需将池体排空,各设备均停止运行。

特殊情况下,系统需要短期停运,停置时间在3~4 d,为避免污泥厌氧发酵以及污泥沉积,停止进水后,反洗泵及旋转电机正常运行0.5~1.0 h,将池内污泥排出池体。

系统需要长期停运,停置时间大于4 d时,需将池体排空,各设备均停止运行。

9) 清水池

雨天:降雨发生过程中,系统处于维护性运行状态,处理规模为 Q ,清水池中小泵组投入运行。

旱天:降雨结束后的1~2 d内,系统处理调蓄池存储的初期雨水,处理规模为 Q ,清水池中泵组

投入运行。调蓄池放空后系统恢复维护性运行状态,处理规模为 Q ,直至下一场降雨发生后,再次满负荷处理调蓄池存储的雨水。

10) 除臭系统

设置3套除臭系统,1#系统处理规模为1万 m^3/d ,服务于粗格栅间及进水提升泵房;2#系统处理规模为0.35万 m^3/d ,服务于细格栅曝气沉砂池、精细格栅间及污泥脱水车间;3#系统处理规模为12万 m^3/d ,服务于调蓄池。

1#~2#系统连续运行,3#系统按需间歇运行。3#系统运行工况如下。

进水运行工况:调蓄池进水状态下,采用机械排风,维持池内为微负压状态。异味气体经过风道送至3#系统处理,达标后经20 m排气筒排放。

放空运行工况:调蓄池放空状态下,通过通风井进行自然补气,维持池内气压平衡;异味气体经过风道送至3#系统处理,达标后经20 m排气筒排放。

空池运行工况:调蓄池闲置状态下,当池内可燃气体、异味气体浓度超标时启动机械排风,通过机械排风及机械送风控制池内气体浓度,异味气体经过风道送至3#系统处理,达标后经20 m排气筒排放。

检修工况:调蓄池检修状态下,采用机械排风和机械送风。工作人员进入调蓄池前应对池内进行气体检测,检测合格后方可进入。人员作业的整个过程,应持续进行通风,确保安全作业。

5 运行成本分析

雨水循环中心运行分为雨季工况和旱季工况,其中雨季工况处理量为30 000 m^3/d ,约为125 d;旱季工况平均处理量为750 m^3/d ,约为240 d。成本分析按雨季和旱季分别计算,雨季运行工况单位经营成本约为2.2元/ m^3 ;旱季运行工况单位经营成本约为2.35元/ m^3 。

6 结论

初期雨水径流污染是南方某市“两湖”水质恶化的重要因素之一,工程中一般通过新建调蓄处理系统实现污染消减的目标。本文针对初期雨水具有间断性发生等特点,进行中试试验对生物处理工艺间断性运行的适用性进行了验证。

1)连续运行工况下, COD_{Cr} 、氨氮均能稳定达到IV类水质。

2)间歇运行工况下,随着间歇期增大,氨氮的去除效果大幅度降低,当间歇期超过4 d后,出水氨氮浓度无法达到地表IV类水水质。

3)采用生物膜法去除间歇运行的初期雨水污染是可行的,但需要严格控制进水间歇期,当长时间不下雨时,需要考虑日常维护运行措施。

参考文献

- [1] 唐建国. 雨水排水口出流污染辨析和削减之道[J]. 给水排水, 2020, 56(2): 1-5.
TANG J G. Identification and reduction of pollutants from the stormwater outlet[J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 56(2): 1-5.
- [2] 周传庭, 王梦玉, 幸韵欣, 等. 城市初期雨水污染及处理措施的研究进展[J]. 净水技术, 2022, 41(7): 17-26.
ZHOU C T, WANG M Y, XING Y X, et al. Research progress of urban initial stormwater pollution and treatment measures[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(7): 17-26.
- [3] 周传庭, 杨殿海, 赵金保. 天津市中心城区合流系统末端调蓄工程的设计要点[J]. 中国给水排水, 2020, 36(16): 91-94, 100.
ZHOU C T, YANG D H, ZHAO J B. Design key points of terminal regulation and storage project of combined drainage system in central urban area of Tianjin[J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(16): 91-94, 100.
- [4] 周传庭, 郭葵香, 赵国志. 初期雨水就地调蓄处理工程方案[J]. 净水技术, 2020, 39(8): 44-48.
ZHOU C T, GUO K X, ZHAO G Z. Engineering proposal of on-site regulation and storage and treatment for initial rainwater[J]. Water Purification Technology, 2020, 39(8): 44-48.
- [5] 周传庭. 合肥市老城区全地下水调蓄池工程设计[J]. 中国给水排水, 2019, 35(14): 63-66.
ZHOU C T. Project design of the full underground stormwater detention tank for old urban area of Hefei City[J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(14): 63-66.
- [6] 周传庭, 朱砂砾, 杨殿海, 等. 初期雨水就地快速处理技术中试研究[J]. 中国给水排水, 2022, 38(19): 108-113.
ZHOU C T, ZHU S L, YANG D H, et al. Pilot study on on-site rapid treatment technology of initial rainwater[J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(19): 108-113.