

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.20.009

全地下式污水处理厂站防淹方法及应用实例

杜立刚, 石亚军, 吴志高, 李 尔, 肖雪莹, 饶世雄, 邹惠君
(武汉市工程设计研究院有限责任公司, 湖北 武汉 430023)

摘 要: 防淹设计是全地下式污水处理厂站安全设计的重中之重。针对防淹设计存在的问题,结合武汉市大东湖污水深隧工程二郎庙污水预处理站设计案例,介绍了通过提升泵出水池设置低位堰和高位堰,并利用速闭闸进行高、低位堰切换,预处理站末端设置溢流提升泵及相应的防倒灌闸门,在避免雨季进水量超标和下游发生事故时而造成地下箱体遭受水淹的同时,实现了污水处理系统连续正常运行。

关键词: 全地下式污水处理厂; 预处理站; 防淹设计

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2024)20-0059-04

Flood Prevention Design Method and Application Case of Underground Sewage Treatment Plant (Station)

DU Li-gang, SHI Ya-jun, WU Zhi-gao, LI Er, XIAO Xue-ying, RAO Shi-xiong,
ZOU Hui-jun

(Wuhan Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430023, China)

Abstract: Flood prevention design is of top priority for design of underground sewage treatment plant (station). In view of the existing problems in flood prevention design, combined with the design case of Erlangmiao sewage pretreatment station of Dadonghu sewage deep tunnel project in Wuhan, this paper introduces that by setting low and high weir at the outlet of lift pump, switching between high and low weir with quick closing gate, as well as setting overflow lift pump and corresponding anti-backdown gate at the end of the pretreatment station, the underground box can avoid flooding caused by the excessive inflow in the rains and the downstream facilities accident, and the sewage treatment system can operate normally and continuously at the same time.

Key words: underground sewage treatment plant; pretreatment station; flood prevention design

全地下式污水处理厂站具有环境友好、节约用地、可实现土地复合利用以及能较好地解决污水处理厂站邻避效应等显著优点,已成为城市污水工程建设的新方向,但因全地下式污水处理厂站为全地下箱体结构,低于周边地面,容易发生水淹的风险。文献^[1]将水淹风险的来源主要分为外水和内水,并结合工程案例介绍了防淹设计要点,其中,针对管网超量进水的防淹问题,在地下式污水处理厂进水处设置速闭闸,虽能防淹,但也切断了进水,不能发挥

下游污水处理设施的功能。

结合武汉市大东湖核心区污水深隧传输系统工程二郎庙污水预处理站设计案例,重点介绍如何避免全地下式污水处理厂站系统遭受水淹,同时实现污水处理系统连续正常运行,最大限度发挥污水处理设施功能的经验。

1 工程概况

武汉市大东湖污水深隧工程^[2]主要为解决区域地块品质需求与环保要求的矛盾,于2017年动工兴

建,2020年9月正式通水投入运行,且运行状况达到设计目标。该工程主要包含3座污水预处理站、17.6 km长的主隧和1.7 km长的支隧,工程总体布置见图1。其中,3座污水预处理站位于中心城区,周围存在环境敏感点,因此采用全地下式的建设型式进行土地复合利用,可与周边环境融合,提升区域景观质量。

以二郎庙预处理站设计为例,介绍针对管网超

量进水的防淹方法。二郎庙污水预处理站设计处理规模为 $9.8 \text{ m}^3/\text{s}$,占地面积约 $9\,100 \text{ m}^2$,平面布置见图2。其中,地下箱体长约105 m,宽约46 m,最大埋深约15 m,地下一层操作层相对地面标高为 -5.0 m ,建设工程费用约1.5亿元。预处理工艺为粗格栅(20 mm)+提升泵+细格栅(6 mm)+曝气沉砂池+精细格栅(3 mm),经预处理后的污水再经入流竖井进入深隧,转输至北湖污水处理厂进一步处理。



图1 工程总体布置

Fig.1 General layout of the project

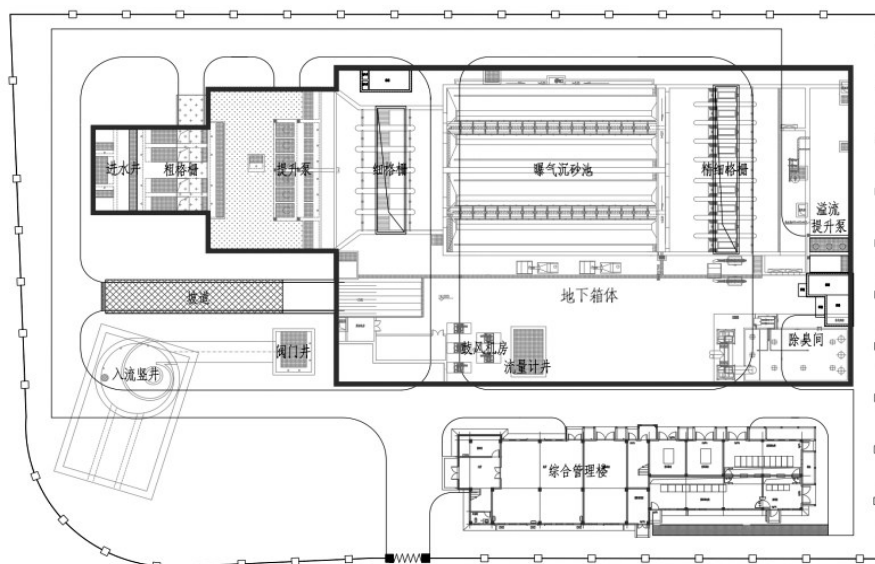


图2 二郎庙污水预处理站平面布置

Fig.2 Plan layout of Erlangmiao sewage pretreatment station

2 防淹设计

针对内水的水淹风险,二郎庙污水预处理站各处理环节均进行防淹设计,采用处理效果好、性能稳定、防堵的设备。粗格栅选用钢丝绳牵引格栅除污机,细格栅和精细格栅均选用孔板格栅,配套稳定可靠的冲洗系统,并在最有可能发生堵塞的精细格栅单元设置超越渠;其他方面,低点处设置废水排空泵,在线备用,排空泵备用率为100%。针对外水的水淹风险,二郎庙污水预处理站设计地坪标高

比周边路面高出 $1\sim 1.5 \text{ m}$,地下箱体出入口、吊装孔、采光孔、通风孔等的标高均高出周边地坪约 0.3 m ,并均设置防雨罩,从而防止雨水从地面漫溢至地下箱体造成水淹。

上述防淹措施主要针对二郎庙污水预处理站内部风险要素,而实际运行中厂站外部风险要素因不受控,造成地下箱体被水淹的风险较大。二郎庙污水预处理站服务区域规划为雨污分流制,但现状存在较多雨污混错接现象,且部分区域为截流式合

流制,处于过渡阶段,存在降雨时进入的雨污合流污水超过设计规模的情况。同时,存在因下游污水设施故障造成经预处理后的污水无法外排的情况。为实现二郎庙污水预处理站系统连续正常运行,同时防止雨季超量合流污水进入地下式污水预处理站和预处理后的污水无法外排等造成地下箱体被水淹,在设计过程中采取了针对性措施。

2.1 相关设施设计

进水井内设置进水控制总闸(1#速闭闸),同时设置了溢流管,溢流管近期排入附近的沙湖港,远期排入规划调蓄池,并在溢流管上设置了防倒灌设施。

提升泵出水池为堰流水。考虑到雨季进水流量超标时,提升泵前池水位会上升,当净扬程过小时,水泵会产生抖动等不正常运行状况,或前池水位上升至来水可直接通过水泵管路进入下游处理单元时,流量不可控,会造成地下箱体被淹。为防止上述情况发生,提升泵出水池设置了低位堰和高位堰,并在提升泵前池设置了报警水位(正常工况下,提升泵能正常运行的最小工作扬程对应的水位)。正常工况为低位堰出水,雨季进水流量超标才切换至高位堰出水。水泵扬程根据低位堰的堰

顶高程、提升泵前池设计水位和管路水损计算,低位堰的堰顶高程根据下游处理单元的水位推算,高位堰的堰顶高程综合考虑溢流排放水体最高控制水位、提升泵最小工作扬程、水泵管路水损等因素确定,从而确保低位堰和高位堰出水时,提升泵均位于高效区间运行。高、低位堰通过2#速闭闸的启闭进行切换,2#速闭闸关闭时为高位堰出水,2#速闭闸打开时为低位堰出水。

在精细格栅出水池后设置溢流提升泵,出水通过高位水池堰流水排出,近期排入附近沙湖港,远期排入规划调蓄池,出水堰堰顶高程比沙湖港最高控制水位高1.0 m。

预处理后的污水进到入流竖井前,为了防止下游深隧泵站或污水处理厂故障或检修时,其他预处理站正常进水,造成二郎庙入流竖井水位上涨倒灌至地下箱体而发生水淹事故,设置了闸门井,闸门为3#速闭闸,并在入流竖井内设置了报警水位(与入流竖井进水管涵底平)。

上述速闭闸均为液压式启闭机,手动和电动两用,断电时自动关闭,正常为打开状态,全开全闭时间均 ≤ 60 s。

预处理站流程见图3。

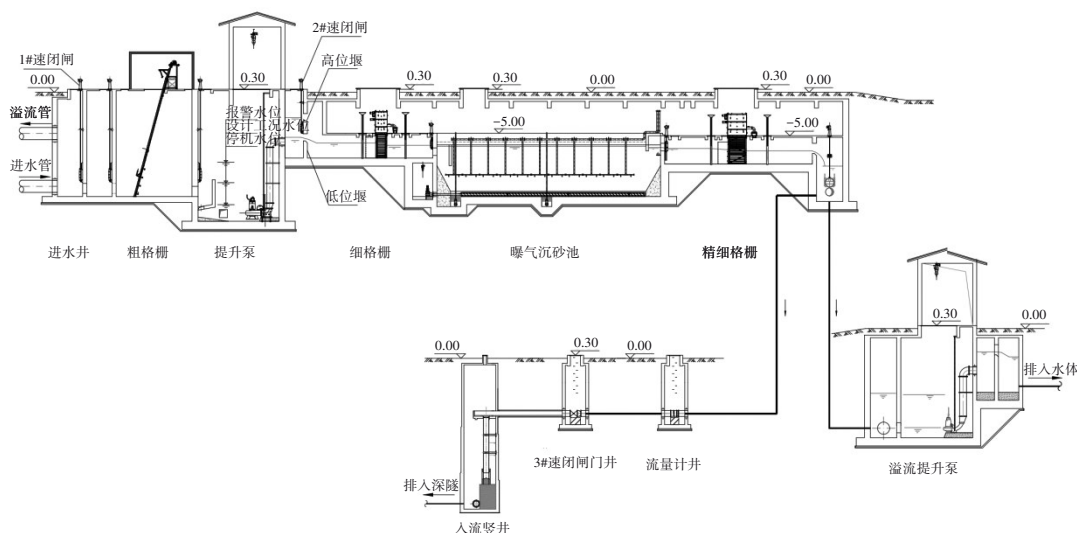


图3 预处理站流程

Fig.3 Process flow diagram of pretreatment station

2.2 自控系统设计

在粗格栅前后、提升泵前池、细格栅前后、精细格栅前后、溢流提升泵前池及入流竖井内均设置液位计。将闸门等相关设备的启闭与液位计监测数据联动,比如栅渣清除设备的启动与格栅前后的液

位差联动、2#速闭闸与提升泵前池水位联动、3#速闭闸及溢流提升泵与入流竖井内水位联动等,当水位差或水位达到设定值后,自控系统会自动控制相关设备的运行。同时,还配套有完善的报警系统,当遭遇站内停电、设施非正常停运、液位超限等意

外突发情况时,能迅速报警,提醒相关运维人员及时处理。

2.3 控制方案设计

① 应对雨季进水流量超标

正常工况下,提升泵出水池为低位堰出水,当雨季进入二郎庙污水预处理站的雨污合流污水超过设计规模后,提升泵前池水位会上升,当上升到报警水位时,自控系统会关闭提升泵出水池处的2#速闭闸,切换为高位堰出水,经水泵提升的来水通过高位堰流入下游污水处理单元正常处理,而超过处理能力的来水则经进水井处的溢流管排出,在避免雨季进水流量超标造成地下箱体被淹的同时,预处理站连续正常运行,也使提升泵位于高效区间运行,节省能耗。当雨停后,提升泵前池水位降到报警水位以下后,自控系统会打开2#速闭闸,系统恢复到正常运行状态。

② 应对下游事故

当二郎庙污水预处理站下游设施发生事故,比如深隧泵站、北湖污水处理厂故障或检修等,其他预处理站正常进水,入流竖井内水位会上升,当上升到报警水位时,自控系统会关闭闸门井内的3#速闭闸,同时启动溢流提升泵,将预处理后的污水溢流排出,从而避免下游倒灌造成地下箱体被淹,充分发挥预处理站的污染物削减功能,降低对环境的影响。当入流竖井内水位下降到报警水位以下后,自控系统会打开闸门井内的3#速闭闸,同时关闭溢流提升泵,系统恢复到正常运行状态。

3 结语

防淹设计是全地下式污水处理厂站安全设计的重中之重,通过提升泵出水池设置低位堰和高位

堰,并利用速闭闸进行高、低位堰切换,预处理站末端设置溢流提升泵及相应的防倒灌闸门,可避免雨季进水流量超标和下游发生事故时而造成地下箱体遭受水淹,同时实现污水处理系统连续正常运行,最大限度地发挥污水处理设施的功能。

武汉市大东湖污水深隧工程自2020年9月正式投入运行以来,经历了多次强降雨及下游设施故障或检修事件,而二郎庙污水预处理站均保持连续正常运行状态,充分发挥了其污水预处理的功能。

参考文献:

- [1] 陈秀成. 全地下污水处理厂防淹设计要点及工程案例[J]. 给水排水, 2022, 48(5): 50-54, 59.
CHEN Xiucheng. Key points of flood prevention design and engineering examples of underground municipal wastewater treatment plant [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(5): 50-54, 59(in Chinese).
- [2] 杜立刚, 邹惠君, 饶世雄, 等. 武汉市大东湖核心区污水深隧传输系统工程设计[J]. 中国给水排水, 2020, 36(2): 74-78.
DU Ligang, ZOU Huijun, RAO Shixiong, et al. Design of Dadonghu core area wastewater deep tunnel transmission system project in Wuhan [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(2): 74-78(in Chinese).

作者简介:杜立刚(1987-),男,湖北武汉人,硕士,高级工程师,主要从事排水防涝、水污染控制、水环境综合治理、海绵城市等水务项目研究及规划设计工作。

E-mail:ligang_du2010@sina.com

收稿日期:2023-08-07

修回日期:2023-09-12

(编辑:衣春敏)

贯彻绿色发展理念

推进美丽中国建设