

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.06.013

# 镇江市边检站多功能调蓄池的工艺设计与优化

王艳芳<sup>1</sup>, 段梦<sup>2</sup>

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381; 2. 天津易合工程设计有限公司, 天津 300381)

**摘要:** 镇江市边检站多功能调蓄池是集调蓄池、排涝泵池、地下停车库、开放式公园于一体的三层合建构筑物,采用“截留-调蓄-在线转输”方案,通过截流井将初期雨水截留至调蓄池,雨后由内置排污泵排放至污水管网,以削减该片区初期雨水溢流污染;中后期雨水通过内置排涝泵排至雨水管网,解决该片区内涝问题。该工程合理利用地下空间并巧妙结合周边环境,增加了停车库和开放式公园等惠民设施。调试运行期间,根据运行中出现的问题采取了更换格栅设备、增设沉泥井、进水前池加设淤泥板结冲刷设施等措施,并修复了真空冲洗系统。4年的稳定运行证明,通过设置调蓄池,能够有效解决径流污染和区域内涝问题,并改善城市环境。

**关键词:** 多功能调蓄池; 真空冲洗; 水文模型; 板结淤泥冲洗; 改进措施

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2023)06-0083-05

## Process Design and Optimization of Bianjianzhan Multi-functional Storage Tank in Zhenjiang City

WANG Yan-fang<sup>1</sup>, DUAN Meng<sup>2</sup>

(1. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China; 2. Tianjin Yihe Engineering Design Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

**Abstract:** Bianjianzhan multi-functional storage tank in Zhenjiang City is a three-storey joint structure consisting of a storage tank, a drainage pump tank, an underground parking garage and an open park, and its operational scheme is interception, regulation and on-line transfer. The initial rainwater is intercepted to the storage tank through the interception well, and then discharged to the sewage sewer network by the built-in sewage pump after the rain, so as to reduce the initial rainwater overflow pollution in this area. The middle and late rainwater is discharged to the storm sewer network through the built-in drainage pump to solve the waterlogging problem in this area. The project makes rational use of underground space and cleverly combines with the surrounding environment, which also provides public services such as parking garage and open park. During commissioning and operation, the following measures were adopted according to the problems occurred in operation: replacing the grille equipment, adding sludge sedimentation wells, adding compact silt washing facilities before the inlet, repairing the vacuum flushing system and so on. Four years of stable operation has proved that the storage tank can effectively solve the problems of runoff pollution and regional waterlogging, and improve the urban environment.

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2017ZX07106002)

**Key words:** multi-functional storage tank; vacuum washing; hydrological model; compact silt washing; improvement measures

调蓄池为初期雨水截留和调蓄设施,可将污染较为严重的初期雨水截留至城镇污水处理厂处理,且调蓄池配套排涝泵池的模式也对缓解城市内涝有良好效果,已成为城镇面源污染控制和片区排涝的主要工程措施,在国内外有诸多工程实例,效果良好<sup>[1-2]</sup>。目前调蓄池多建设在老城区且以地下形式为主,占用地下空间较大,地上空间利用欠合理,同时缺乏与周边环境的互动,导致城区土地资源的浪费。镇江市边检站多功能调蓄池的建设在满足“调蓄+排涝”功能的基础上,合理利用地下空间,建成集停车库和开放式公园于一体的市政惠民设施,使之兼具服务性和美观性。

## 1 工程概况

边检站地处镇江市老城区,为局部洼地,地势比周边低约3 m,总面积为1.7 hm<sup>2</sup>。该片区已建成的排涝泵池不能满足降雨排涝的要求,内涝问题较为严重,同时初期雨水面源污染负荷较高。为降低该区域洼地内涝发生概率,同时满足汇水区面源污染的控制要求,在边检站旁设置兼具初雨收集及内涝调蓄功能的调蓄池<sup>[3]</sup>。调蓄池埋设于城市主干道7 m以下,合理利用地下空间,并与周边相结合,在调蓄池顶部增设地下停车场和开放式公园。

## 2 调蓄池设计规模

### 2.1 服务系统概况

该功能调蓄池原址情况见图1。

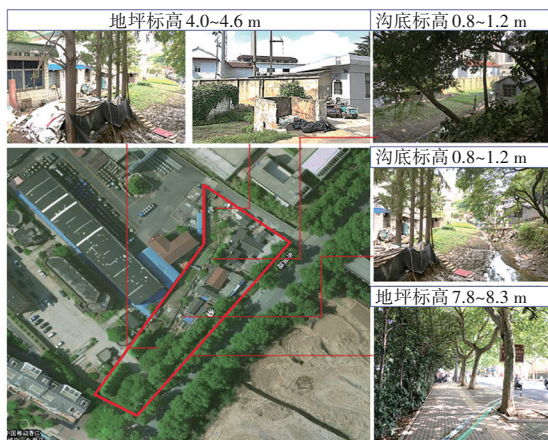
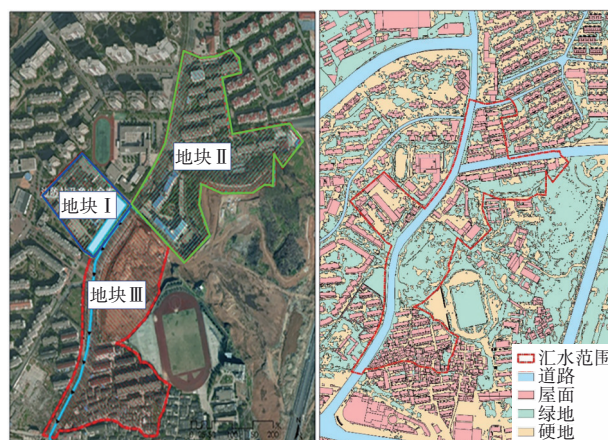


图1 原址情况

Fig.1 Diagram of the original site

调蓄池建设用地面积约为0.2 hm<sup>2</sup>。

根据降水量的不同,该调蓄池主要接纳的汇水区可以分为两种情况:小雨时,汇水面积范围见图2中地块I+地块II(地块III为配套新建市政管道收水范围),包括边检站内部和市政主干道东半幅极少区域,为7.2 hm<sup>2</sup>;大雨时服务范围缩小,为图2中地块I,汇水面积为1.7 hm<sup>2</sup>。



a. 子汇水区地形图

b. 子汇水区模型图

图2 调蓄池汇水范围

Fig.2 Catchment range of the storage tank

### 2.2 调蓄池的建设规模

通过PCSWMM软件模型进行调蓄池参数设计,采用K. C. 法推求的288×5 min雨型(雨峰系数0.78),模拟分析调蓄池应对25.5 mm情景和30年一遇超标降雨情景的调蓄能力。模拟后,调蓄池附属管道及东吴路上游关联管道的纵断面见图3。

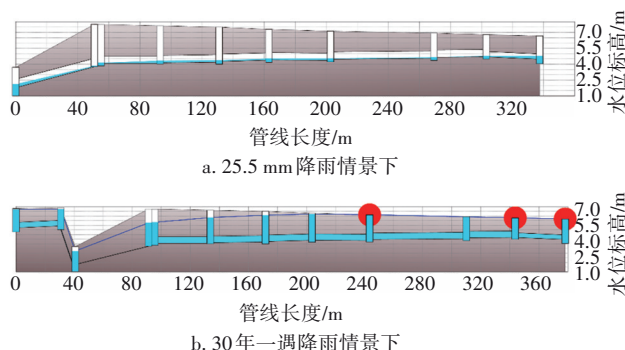


图3 配套新建市政管道纵断面模型图

Fig.3 Longitudinal section model diagram of the new pipeline



得出下述结论:

① 调蓄池建设规模  $V=2\,200\text{ m}^3$  可满足降雨量  $\leq 25.5\text{ mm}$  可控且面源污染削减率  $\leq 60\%$ ;

② 配套排涝泵设计流量为  $560\text{ L/s}$ , 可满足超标雨水内涝调蓄设计要求。

### 3 工程整体布局

结合原地形特点,为更好地进行建筑室内外空间的设计,充分利用土地资源,将调蓄池、排涝泵池、电气间、管理用房和地下停车库合建为三层集成式建(构)筑物,见图4。调蓄池断面见图5。



图4 多功能调蓄池鸟瞰图

Fig.4 Aerial view of the multi-functional storage tank

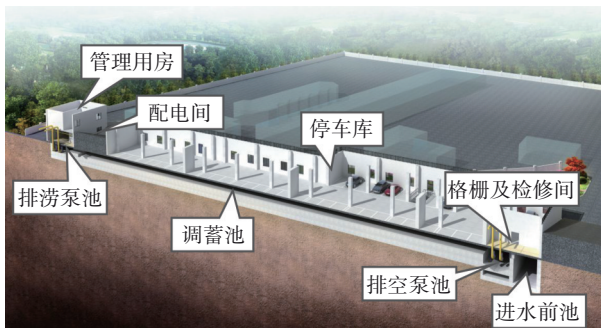


图5 多功能调蓄池断面

Fig.5 Section diagram of the multi-functional storage tank

采用地下连续墙的结构形式,外包尺寸为  $13\text{ m} \times 109.7\text{ m}$ ,调蓄池底部标高为  $0.8\text{ m}$ ,建筑物顶部最高处为  $12.0\text{ m}$ ,开放式公园设计标高为  $8.3\text{ m}$ ,与市政道路标高  $8.3\text{ m}$  相匹配。整个构筑物自下而上分为三层。负二层为调蓄池:小雨存蓄,将初雨污染物截留至调蓄池,有效解决初期雨水径流污染问题;大雨排涝,利用末端排涝泵站泵送至下游雨水管网。在保证降雨量  $\leq 25.5\text{ mm}$  可控和面源污染削减率  $60\%$  的条件下,满足排水防涝30年一遇标准。

负一层西部为地下停车库,很好地解决了老城区车辆停放问题。负一层东部为电气间。顶层西部为开放式公园,东部为管理用房和真空控制室。

## 4 调蓄池设计

### 4.1 进水前池及格栅井

进水前池接纳边检站及市政主干道两侧来水,由电动阀门控制两端进水管道的启闭。其位于负二层调蓄池主体前端(见图5), $L=13\text{ m}$ , $B=1.4\text{ m}$ , $H=5\text{ m}$ 。内置提篮式网框格栅,用于拦截直径  $\geq 20\text{ mm}$  的杂物,同时减少调蓄池内的漂浮物,以保证调蓄池内潜污泵和真空冲洗系统的正常运行。进水前池内设集水坑,放置吸泥泵,用于进水前池的检修及清空。

### 4.2 调蓄池主体

调蓄池主体位于负二层,池底标高  $0.8\text{ m}$ ,池顶标高  $3.8\text{ m}$ ,有效容积为  $2\,200\text{ m}^3$ 。共设计2条廊道,单廊尺寸为  $6.0\text{ m} \times 90.0\text{ m}$ ,最高液位  $3.05\text{ m}$ ,廊道坡度  $1\%$ ,坡向排空泵坑。主体前端内设排空泵坑,用于晴天时将调蓄池内初雨排入附近污水管网,送至污水处理厂进行处理。排空泵坑尺寸为  $5.1\text{ m} \times 13.0\text{ m} \times 1.0\text{ m}$ ,内置2台  $Q=145\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=100\text{ kPa}$ 、 $N=7.5\text{ kW}$  的潜污泵,最高启泵液位为  $3.05\text{ m}$ ,最低停泵液位为  $0.8\text{ m}$ 。调蓄池尾端与排涝泵池通过溢流堰进行连接,堰顶标高为  $3.05\text{ m}$ 。设置溢流堰的目的是当调蓄池因为进水端电控阀门损坏而无法截断进水时,雨水可通过调蓄池末端的溢流堰流入排涝泵池,从而避免因淹没地下停车库而造成直接经济损失。

### 4.3 排涝泵池

由模拟结果可知,满足30年一遇暴雨的排涝泵池设计流量为  $560\text{ L/s}$ 。该泵站位于负二层调蓄池主体尾端(见图5),尺寸为  $13.0\text{ m} \times 5.2\text{ m} \times 4.7\text{ m}$ ,内置2台  $Q=1\,100\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=80\text{ kPa}$ 、 $N=30.0\text{ kW}$  的潜污泵,最高启泵液位为  $2.8\text{ m}$ ,最低停泵液位为  $1.8\text{ m}$ ,并配置电检修电动葫芦( $G=2\text{ t}$ , $N=3\text{ kW}$ , $H=9.0\text{ m}$ )。此排涝泵池服务边检站侧的中后期雨水,抽送至下游市政雨水管网。

### 4.4 冲洗措施

设计采用真空冲洗系统,对调蓄池放空后的廊道淤积物进行冲洗。根据设备的性能参数和相关工程经验,每条廊道分别配置一个存水室,冲洗水

头为5~7 m,冲洗长度90 m,单位冲洗水量为 $3.7 \text{ m}^3/\text{m}$ (宽度)。工程配备两套真空冲洗阀,分别放置于每座真空存水室顶部,为节约建设成本、减少设备数量,两套阀门均由1台真空泵( $Q=100 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $N=3 \text{ kW}$ )控制,轮换冲洗。待调蓄池满水时,静沉一段时间,利用真空泵抽吸静沉后的上清液,至存水室满水。后由调蓄池主体前端的排空泵清空调蓄池内初雨至附近污水管网。后打开真空控制系统,开阀泄水,冲洗整个廊道。冲洗水由排空泵抽送至附近污水管网。在调蓄池主体尾端顶部预留DN200的冲洗补水管快接头,水源来自市政用水,用作真空冲洗检修时的备用措施。

#### 4.5 配套工程

负一层的设计包括配电间和停车库:其中调蓄池顶部东侧为停车库,含车位42个(见图5)。停车库地面标高3.8 m,顶部标高7.4 m,出入口靠近边检站侧(地坪标高5.2 m)。同时停车库西南角建有格栅及检修间,用于栅渣运输及调蓄池的检修。停车库入口西侧设有通往地下的消防楼梯间。调蓄池顶部西侧为配电间和排涝泵池的检修房,地面标高为5.5 m,顶部标高8.8 m,出入口设置在边检站侧。配电间上层为管理用房和真空冲洗装置的设备用房,地面标高8.8 m,顶部标高8.8 m,开门位置设在市政主干道侧(地坪标高8.0 m)。

停车库上层覆种植土1.2 m,结合周边地形设计为开放式公园。为避免通风采光系统破坏景观,该工程采用6组 $B=1.7 \text{ m}$ 、 $L=2.2\sim 8 \text{ m}$ 玻璃钢电动天窗,用于地下停车库的采光及排烟。电动天窗上覆盖移动花箱,增加景观效果。露出地面的楼梯间、除臭风机等采用园林绿化手段美化处理,使该工程建筑在空间上错落有致,植物色彩变化有序,建筑外形生动活泼,兼具实用性和社会效益。

#### 4.6 通风除臭

调蓄池主体为地下封闭式构筑物,在存储初期雨水期间,池体内会有臭气产生,同时散发 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 等有毒有害气体。为防止运行期间臭气等毒害气体挥发而污染环境,并满足人员检修的要求,设置除臭通风系统。工程采用机械排风、机械送风结合自然补风的全面通风形式,通风设备为玻璃钢风机6套,挂于停车库内。

在调蓄池进水状态阶段,为保持调蓄池内的微负压状态,开启机械排风,排除的臭气经除臭后排

放。除臭采用离子除臭设备( $N=1.5 \text{ kW}$ ),放置于配电间旁。放空阶段,通过机械送风进行补气,维持池内气压平衡。调蓄池检修前强制通风换气,并做毒害气体检测,无毒后方可进入检修。

#### 5 调蓄池运行模式

调蓄池及排涝泵站的运行分为晴天模式、进水模式、放空模式和冲洗模式四种情况,内置设备均由PLC控制。具体如下:

① 晴天模式:不使用调蓄池,关闭调蓄池两侧进水阀门。可对调蓄池内部进行检修清理。

② 进水模式:下雨初期,收集边检站及东吴路东半幅共 $7.2 \text{ hm}^2$ 的初期雨水,待调蓄池满水后,切断市政主干道方向雨水来水,边检站内部雨水由弃流井控制并通过管道接入调蓄池末端排涝泵池(设计流量为 $560 \text{ L/s}$ ),排放至下游市政雨水管网。

③ 放空模式:雨停后,由调蓄池前端排污泵将调蓄池内初期雨水排入附近市政污水管网。

④ 冲洗模式:待调蓄池内部初期雨水排空后,开启真空控制系统进行调蓄池的清洗,由排污泵坑内的排污泵抽送至附近污水管网,随市政污水流入污水处理厂进行集中处理。

#### 6 设计特点分析

① 将配电间、调蓄池、排涝泵池以及停车库合建于地下,顶部增设管理用房和开放式公园的三层集成化建(构)筑物,在国内尚属于首例。在满足排水功能的基础上,巧妙结合公建(停车场、公园),并与景观绿化密切结合,仅出入口露出地面,管理用房置于地面,地上部分按照开放式公园进行设计,对除臭风机、设备检修吊装孔等辅以绿化装饰,做到了工程与景观的和谐相融,且不影响现有土地性质和远期规划建设。

② 调蓄池与排涝泵池通过溢流堰巧妙结合,在水位控制安全性方面具有创新性。

③ 电气间全部位于地下,采用静电地板,加强通风、散热,入口处设有雨水井,电气间与排涝泵池独立分隔,解决了雨水倒灌、潮湿及泵池事故时的防渗问题。

#### 7 运行效果及改进措施

该工程自2018年开始运行,已有效调蓄100余次,削减初期雨水溢流污染COD约72.6 t,为保护河道水环境起到了重要作用。同时有效避免了暴雨

时边检站低洼处存水,防止了内涝产生。

工程生产运行结果与设计目标大致吻合,但仍出现如下问题:

① 调蓄池进水前池会因雨水裹挟路面上的杂物而堵塞,且非雨季时进水前池内淤泥容易出现板结现象;

② 设计时未充分考虑栅渣和杂物的清掏难度;

③ 部分阀门只有电动控制,无手动控制系统,系统安全性较差。

对此,对原有设计方案做出如下调整:

① 在调蓄池进水管处增设沉泥井,定期清掏杂物,以去除雨水冲刷路面带来的垃圾、树枝等杂物,防止阻塞调蓄池进水口,同时能减轻调蓄池内格栅拦污的压力。

② 在进水前池底部0.5 m处设置穿孔管,在地上加装水泵接合器进行连接,用于定期清洁进水前池内的板结物。

③ 建议类似初雨调蓄池的设计增设干式双轴粉碎机,垃圾经网框格栅收集,送至粉碎机破碎后排入排空泵坑,随调蓄池内初期雨水一同由内置排污泵抽送至进入污水管道,以减轻人工清掏栅渣的难度。

④ 在调蓄池运行期间,存在真空冲洗系统气提时间不足的现象,最多保持4.5 h。因真空系统要求土建密闭性较强,故对施工单位有较高的技术要求。建议后续调蓄池设计时,根据工程特点并考虑施工难易程度合理选择冲洗系统。

## 8 结语

针对老城区用地紧张的情况,镇江市边检站多功能调蓄池的设计集排涝泵池、电气间、调蓄池及

地下停车库和开放式公园于一体,已稳定运行4年。运行结果显示,该工程达到了设计要求,发挥了良好的功能作用和惠民效益,可为类似工程提供借鉴。

## 参考文献:

- [1] 吴海涛,闫爱萍,曾祥国,等. 分流制排水系统中组合式初雨调蓄池的设计与优化[J]. 中国给水排水, 2020,36(12):106-110.  
WU Haitao, YAN Aiping, ZENG Xiangguo, et al. Design and optimization of combined initial rainwater storage tank in separate drainage system [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36 (12) : 106-110 (in Chinese).
- [2] 笪健,王德生,曹兴坤,等. 潍坊市超大型调蓄池工艺设计与建设特点[J]. 中国给水排水, 2020,36(18): 85-89.  
DA Jian, WANG Desheng, CAO Xingkun, et al. Process design and construction characteristics of super large storage tank in Weifang City [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36 (18) : 85-89 (in Chinese).
- [3] 刘剑. 布置于河床下的全地下式调蓄池的设计要点[J]. 中国给水排水, 2019,35(16):73-76.  
LIU Jian. Design key points of underground storage tank located under riverbed [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35 (16) : 73-76 (in Chinese).

**作者简介:**王艳芳(1991-),女,天津人,硕士,工程师,注册设备工程师(给水排水),从事传统市政水厂、水环境治理及人工湿地工程研究和设计工作。

**E-mail:**1342616399@qq.com

**收稿日期:**2022-03-07

**修回日期:**2022-04-07

(编辑:孔红春)

**绿水青山就是金山银山**