

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqfh.240303

# 地铁北广贤初雨调蓄池设计

戴萍

(中机国际工程设计研究院有限责任公司华东区域中心, 江苏 南京 210023)

**摘要:** 在排水系统末端建设初雨调蓄池是控制面源污染的有效途径之一。地铁北广贤初雨调蓄池服务于2个排水系统,通过对常用的重力流进水模式和水泵提升式进水模式的技术经济比较分析,最终确定采用现状雨水提升泵提升进水的方案,大大节约了工程建设投资。介绍其进水模式比选、运行联动设计、冲洗系统、排空系统和除臭工艺的设计,并针对其服务两个排水系统的特点,优化了进水和排空设计,可为类似项目的设计和运行管理提供借鉴。

**关键词:** 初雨调蓄池;水泵提升式进水;运行联动;调蓄池设计

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)02-0141-04

## Design of Initial Rainwater Storage Tank on Guangxian Road for Subway North Square

DAI Ping

(East China Regional Center, China Machinery International Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Nanjing 21002, China)

**Abstract:** The construction of initial rainwater storage tank at the end of drainage systems is one of the effective ways to control the non-point source pollution. Taking the design of an initial rainwater storage on Guangxian Road for the north square of the subway as an example, this storage tank serves two drainage systems. Through the technical and economic comparison between the commonly used gravity inflow mode and pump lifting inflow mode, the scheme of using the current rainwater lifting pump for inflow is finally determined, which greatly saves the engineering construction investment. The comparison and selection of its inflow mode, the design of operational linkage, and the design of washing system, emptying system and deodorization process are introduced. And aiming at the characteristics of its service for two drainage systems, the inflow and emptying designs are optimized accordingly, which can provide reference for the design and operational management of similar projects.

**Keywords:** initial rainwater storage tank; water pump lifting inflow; operation linkage; design of storage tank

## 0 引言

近年来,国家对水环境污染日益重视,在前期黑臭河治理初见成效的基础上,各地都在逐步转向面源污染治理的过程中。初雨调蓄池为控制初雨径流污染入河而建设的储存设施。相关研究表明:初期雨水含有大量污染物质,其污染程度甚至超过普通的城市污水<sup>[1]</sup>。因此,通过建设初雨调蓄池,截留初期雨水储存在调蓄池中,待降雨结束后,再将这部分污染水输送至污水处理厂,是控制面源污染的有效途径之一。地铁北广贤初雨调蓄池为上海市闵行区首批建设的初雨调蓄池之一,本文结合工程案例详

细介绍了该调蓄池项目的设计思路和设计重点,以期为同类工程设计提供技术参考。

## 1 工程概况

地铁北广贤初雨调蓄池服务于地铁北广场排水系统(见图1)。地铁北广场排水系统特殊,其由地面和大平台2个分排水系统组成。其中,地面排水系统建设较早,建设标准为1 a 1遇,服务面积约0.345 km<sup>2</sup>,规划径流系数0.6,现状采用强排模式,强排泵站为广贤路泵站,规模为2.4 m<sup>3</sup>/s;大平台排水系统为近年随着地块建设开发而同步建设,服务于上盖大平台,建设标准为5 a 1遇,服务面积约0.085 km<sup>2</sup>,规划径流系数0.95,也采用强排模式,强排泵站为地铁北广场泵站,规模为3.9 m<sup>3</sup>/s。大平台雨水排水系统与地面雨水排水系统完全独立,但考虑到2座雨水泵

收稿日期: 2024-03-19

作者简介: 戴萍(1984—),女,硕士,高级工程师,从事市政给排水设计工作。

站位置靠近,即雨水进水管靠近,设计采用末端联合调蓄的形式,即新建一座初雨调蓄池,截留大平台和地面雨水排水系统的初雨。



图1 地铁北广场排水系统服务范围图

地铁北广贤初雨调蓄池选址于地铁北广场雨水泵站西侧(见图2),总占地面积640 m<sup>2</sup>,现状为公共绿地。项目景观要求高,因此,初雨调蓄池采用全地下布置形式,地上仅设出入口及设备吊装孔,结合周边景观融合设计。该用地内现状有地铁北广场泵站和广贤路泵站的雨水泵站出水箱涵,调蓄池建设过程中势必会对出水箱涵造成破坏,因此本项目的设计需考虑两座泵站出水箱涵的恢复。刨去出水箱涵建设用地,本项目调蓄池建设用地非常狭小。

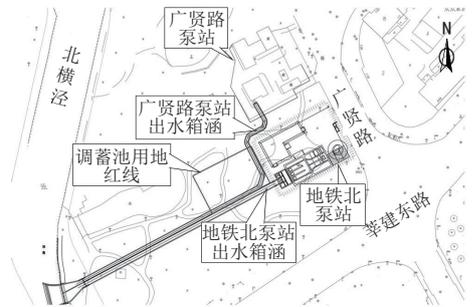


图2 调蓄池建设选址

地铁北排水系统服务区域为分流制区域,初雨截留标准为5 mm<sup>[2]</sup>,计算地面排水系统和大平台排水系统初雨调蓄池容积分别为1 242 m<sup>3</sup>和485 m<sup>3</sup>,合计取约1 800 m<sup>3</sup>。

## 2 进水模式选取

调蓄池进水模式有两种,重力流式进水和水泵提升式进水。

方案一:重力流式进水。如图3所示,降雨时,首先打开调蓄池进水闸门,调蓄池开启,初期雨水先进入调蓄池,待调蓄池充满后,关闭调蓄池进水闸门,降雨后期雨水进入雨水泵房。采用此方案需在雨水泵房进水井内进行改造,设置切换闸门,并布设

调蓄池进水管。泵站进水主管埋设深度较深,因此两根调蓄池进水管均考虑采用顶管施工。重力流进水调蓄池最高液位受制于进水管标高,调蓄池埋设深度深,施工难度大。

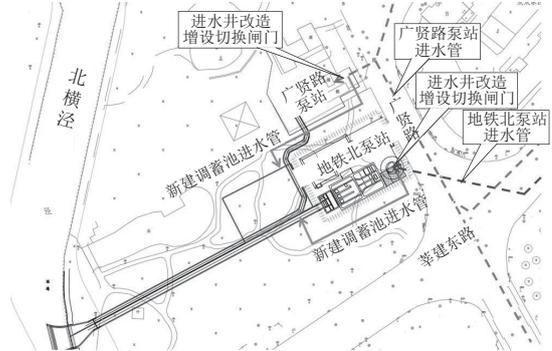


图3 方案一进水模式改造示意图

方案二:水泵提升式进水,提升泵利用现有雨水泵站内雨水提升泵。如图4所示,降雨初期,雨水进入雨水泵站,提升泵出水先打入初雨调蓄池,待初雨调蓄池灌满后,提升泵出水再打入出水箱涵。由于调蓄池选址靠近两座泵站出水侧,采用此方案建设的调蓄池进水管较短,且埋深浅,施工简单。调蓄池进水为水泵压力出水,调蓄池深度可按需提升,大大降低工程难度和工程造价。



图4 方案二进水模式改造示意图

对比2个方案(见表1),方案二调蓄池底标高高可较方案一抬升6 m,且改顶管施工为管道开挖施工,大大节约土建费用,考虑运行维护便利程度和对现场绿地景观的影响程度,方案二均优于方案一,故采用方案二“水泵提升式”进水方案。

## 3 运行联动工艺设计

调蓄池采用先截后蓄再排的运行模式<sup>[3]</sup>,本项目的难点在于,利用原有雨水泵提升初雨进入调蓄池,如何将初雨进水与防洪排涝相结合,减少水环境污染的同时保证汛期安全。考虑初雨流量较小,调蓄池进水仅需一台雨水提升泵即可,在雨水泵出水口安装管道和控制阀门,切换调蓄池进水和正常排

表1 调蓄池进水方案比选

进水方案	重力式进水	水泵提升式进水
基坑深度/m	13.5	7.5
进水管深度/m	8	2
进水管施工方式	顶管施工	开挖施工
运行维护便利程度	较不便利,调蓄池内需设置格栅,相应需清运栅渣	便利,泵后出水,无需设置格栅
对景观影响程度	格栅需露出地面	除检修口和设备吊装口,地面无设备
工程费/万元	3 700	2 000

水。降雨初期,雨水进入雨水泵房集水池,达到启泵水位后,开启调蓄池进水泵及雨水泵出水口向调蓄池进水的阀门,初期雨水进入调蓄池。当调蓄池水位上升至设计最高水位时,调蓄池进水阀门关闭,雨水泵出口向雨水泵房出水井方向的阀门打开,雨水正常进入出水井并排放。在调蓄池方向进水阀门和雨水泵房出水井方向阀门切换过程中,为减小调蓄池的溢流风险,要求阀门开启速度非常快。设计时对闸阀、蝶阀、偏心半球阀等阀门进行了综合比选,3者之中,同样口径的阀门偏心半球阀开启时间最短,且在阀门全开情况下,能保证100%的有效流通面积,密封性能好,因此,设计采用偏心半球阀(见图5、图6)。

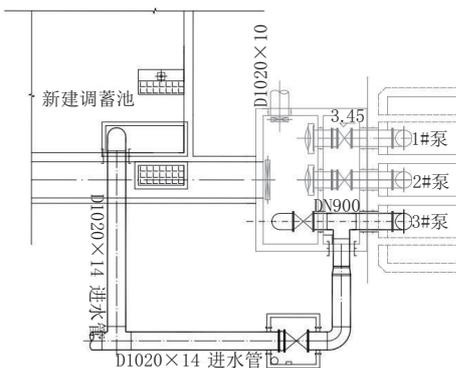


图5 水泵出口阀门改造示意图

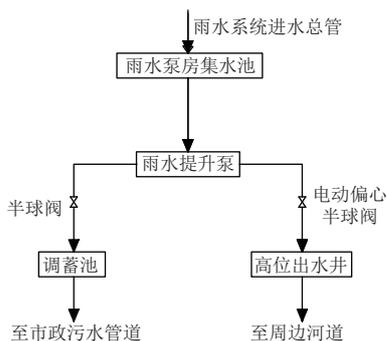


图6 泵站及调蓄池运行模式示意图

### 4 调蓄池设计

地铁北广贤初雨调蓄池设计规模1 800 m<sup>3</sup>,包含地面排水系统调蓄容积约1 300 m<sup>3</sup>和大平台排水系统调蓄容积约500 m<sup>3</sup>。考虑到两处进水快慢有差异,调蓄池内部设2仓,以保证两处的有效调蓄容积,实现项目建设目标。在排空区设置控制闸门,贴底安装,冲洗时打开,便于整体放空。

如图7和图8所示,结合周边现状地坪标高,调蓄池区域地坪标高设计为4.90 m。调蓄池为全地下设置,局部设置透气孔及设备吊装孔。由于为水泵提升式进水,调蓄池设计水位可控,结合绿化种植需求,调蓄池顶部考虑1.50 m覆土,调蓄池顶板标高为3.40 m,内部预留0.5 m超高,调蓄池底板标高为-1.10 m,放空区底板标高为-1.90 m,整体埋设深度为6.6~7.5 m。

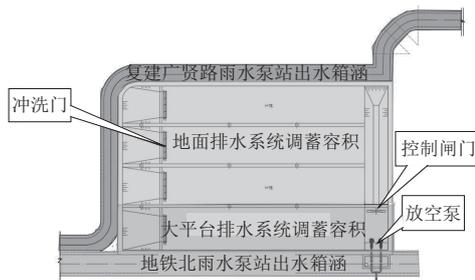


图7 调蓄池竖向设计图

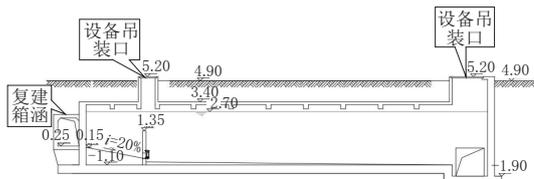


图8 调蓄池平面布置图

#### 4.1 冲洗系统设计

调蓄池使用后底部沉积杂物不可避免,使用后的清洗能够确保调蓄池的有效容积。冲洗系统中比较成熟的工艺主要包括水力冲洗翻斗、门式冲洗系统、水射器冲洗等。各冲洗系统对比详见表2。

考虑到节能及减少设备的后期维护量,本项目采用门式冲洗系统。

#### 4.2 排空系统设计

调蓄池装满初期雨水后需进行排空,采用泵排,设计24 h内排空,污水就近接入周边污水管网。调蓄池进水为分仓进水,排空时,控制闸门打开,两仓可同时排空。采用2台排空泵,1用1备,单泵参数为:流量84 m<sup>3</sup>/h,扬程15 m,功率7.5 kW。

表2 不同冲洗方案对比表

项目	水力冲洗翻斗	水射冲洗器	门式冲洗系统
单个冲洗廊道宽度/m	最大可达10	辐射半径在20~30以内	5
冲洗水头	<5 m	>5 m	1.5
是否需要外力	是	否	否
冲洗水量	1.4 m <sup>3</sup> /m(宽)	约10 m <sup>3</sup> /台	约8 m <sup>3</sup> /m(宽)
冲洗长度	100 m以内 效果一般	30 m 且存在死角	120 m以内
设备位置	安装在调蓄池上部,调蓄池运行时设备部分浸没在污水环境下	安装在调蓄池底部,调蓄池运行时设备部分浸没在污水环境下	安装在调蓄池内,调蓄池运行时设备部分浸没在污水环境下
维护	出现故障时需要下池维护	水泵轴承、转子等故障率高,后期维护工作量大	出现故障时需要下池维护
适用池形	一般应用在矩形调蓄池	可应用在各种池形的调蓄池	一般应用在矩形调蓄池
能耗	0.2 kWh/次冲洗	2~20 kWh/次冲洗	0.1 kWh/次冲洗
使用寿命	水下移动机械设备,有一定的使用寿命	水下移动机械设备,且水泵有存在较多易损件	水下移动机械设备,有一定的使用寿命,不锈钢门与框架间的橡胶圈需定期更换

### 4.3 除臭工艺设计

除臭主要有生物除臭和化学除臭两大类。生物除臭需要连续运行,而调蓄池为间歇运行,因此不宜采用生物除臭<sup>[4]</sup>。城市污水泵站常用的化学除臭工艺有化学洗涤法、离子法、活性炭吸附法等。本项目调蓄池建设地址位于上海市中心城区,除臭要求高,且上海市中心城区不具备高空排放的条件,活性炭吸附饱和后往往作为危废处理,处理成本高。综上,结合目前上海市污水泵站和初雨调蓄池的常用除臭做法,本项目采用“化学法+离子法+化学干式吸附”的三段式除臭工艺。

本项目调蓄池选址位于城市中心绿地,紧靠地铁北广场雨水泵站,从环境协调性角度出发,将除臭设备放置于地铁北广场雨水泵站内。

## 5 工程投资及效益

本项目工程总投资约2 585.16万元,其中,工程费1 941.45万元。项目建成后,地铁北广场排水系统内的初雨径流污染可以得到有效控制,预计年削减COD约26 t、TN约0.8 t,收获良好的环境效益、社会效益。地铁北广贤初雨调蓄池建设效果如图9所示。

## 6 结语

(1)初雨调蓄池的建设可以削减初雨径流排入水体的污染物,有效地保护地区水环境。

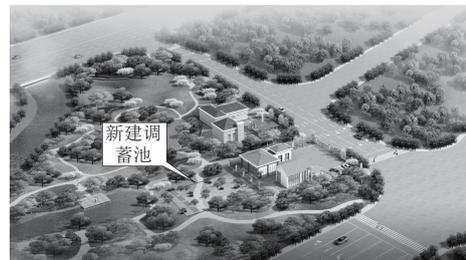


图9 初雨调蓄池建设效果图

(2)初雨调蓄池采用全地下布置形式,并将附属的除臭设备就近放置于临近雨水泵站内,调蓄池上部可整体恢复绿化,将传统的市政排水设施与城市绿地景观有机结合,是集约用地的创新实践。

(3)结合本项目特点,本工程建设的初雨调蓄池采用水泵提升式进水,可有效减少调蓄池埋设深度,减小施工难度和工程投资。

(4)本项目进水采用的水泵为对应雨水泵房内部的雨水提升泵,减少了设备的额外增加,节约了能耗。设计中同步考虑了调蓄池与雨水泵站之间共用提升泵的运行联动措施,在保证雨水泵站的防汛安全的前提下,实现调蓄池的正常进水。

### 参考文献:

- [1] 卢文凯. 京津合作示范区雨水泵站及初雨调蓄池设计[J]. 城市道桥与防洪, 2022(11): 125-128.
- [2] DG/TJ 08-2432—2023, 雨水调蓄设施技术标准[S].
- [3] 王坤. 南淝河某区域初雨调蓄池及排涝泵站设计[J]. 中国市政工程, 2022(5): 105-107.
- [4] 张志谦. 城中村初雨调蓄池的设计与应用[J]. 给水排水, 2024(2): 52-56.