

临港新片区雨水泵站及初雨调蓄池合建设计

朱慧青

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 为响应上海市初期雨水治理及水环境改善要求,以临港新片区某雨水泵站及初雨调蓄池合建设计方案为例,探索在海绵城市建设标准较完善的新建区域,如何合理设置设施规模和优化设计方案。通过方案比选确定区域强排系统方案,并结合临港海绵指标体系,采用地块径流污染控制率加权计算与调蓄设施容积核算两种方法优化调蓄池容积。初雨调蓄池采用于雨水泵房侧面合建形式及重力-压力进水结合方案,配套水质在线监测,可为海绵城市完善区域市政末端调蓄设施设计提供工程实践参考,支撑区域初期雨水污染治理能力提升。

关键词: 初雨调蓄池;初雨调蓄池池容优化;雨水泵站;径流污染控制;设计案例

中图分类号: TU992

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)02-0245-05

Co-construction Design of Rainwater Pumping Station and Initial Rainwater Storage Tank in Lingang New Area

ZHU Huiqing

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In response to the requirements of Shanghai for the treatment of initial rainwater and the improvement of water environment, taking the co-construction design scheme of a rainwater pumping station and initial rainwater storage tank as an example, it is explored how to rationally set the scale of facilities and optimize the design scheme in the newly built areas where the standards for sponge city construction are relatively perfected. The regional forced drainage system scheme is determined through the comparison of the schemes. Combined with the sponge index system of Lingang, the volume of the storage tank is optimized by using two methods of weighted calculation of the runoff pollution control rate of the plot and volume calculation of the storage facilities. The co-construction form on the side of the rainwater pump house and the combined scheme of gravity-pressure inflow are used for the initial rainwater storage tank equipped with online water quality monitoring, which can provide the engineering practice references for improving the design of regional municipal terminal storage facilities in sponge cities, and support the enhancement of the regional initial rainwater pollution control capacity.

Keywords: initial rainwater storage tank; volume optimization of initial rainwater storage tank; rainwater pumping station; runoff pollution control; design case

0 引言

根据上海市关于初期雨水治理能力提升的文件要求^[1],上海市规划建设新一批初雨调蓄池。为加快雨水排水系统建设与海绵城市建设融合,文件同时建议海绵设施与提标调蓄设施建设统筹推进。

临港新片区做为第二批海绵城市的试点区域,在源头减排及径流污染控制方面有着丰富的经验。本文结合临港新片区新建强排系统中雨水泵站及初

雨调蓄池合建的设计案例,介绍在海绵设施建设标准较为完善的区域,如何合理设置泵站及初雨调蓄池规模,优化调蓄池设计方案,以达到经济合理、灵活可调、近远统筹、水质改善的要求。

1 工程概况

本工程位于上海市临港新片区,区域面积约3.4 km²。区域分为南北2个雨水强排系统,同步新建2座雨水强排泵站。排水系统情况及泵站位置如图1所示。

本文以片区北侧新建泵站为例进行说明,北侧区域服务面积约1.7 km²,新建雨水泵站1座,设计规模24 m³/s,初雨调蓄池与雨水泵房合建,调蓄池容积

收稿日期: 2025-12-13

作者简介: 朱慧青(1992—),女,硕士,工程师,从事市政排水设计工作。

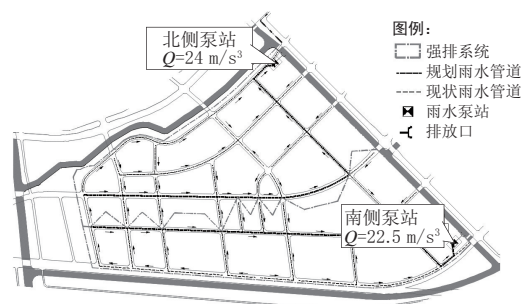


图1 排水系统平面图

3 600 m³,预留远期3 600 m³调蓄池设施用地。

2 设计规模

区域为新建雨、污分流制系统,片区内地块尚未开发。本工程结合片区河道及道路布局,研究雨水系统总体布局,合理设置片区雨水泵站规模。临港地区经过多年的海绵城市建设和探索,在海绵设施建设方面有着较为完善标准体系^[2],新建地区具有相关指标的执行条件,因此在初雨调蓄池的规模方面也应充分考虑海绵建设因素,因地制宜地设置调蓄容积。

2.1 雨水泵站设计规模

根据上海市城镇雨水排水规划,区域为新城区的新建地区,且位于临港新片区的先行区,有着重要的战略地位,设计重现期5年一遇。区域可作为雨水出路的水体位于东侧,考虑片区服务面积较大,对雨水系统共新建2座泵站或新建1座泵站的布局方案进行比选,结果如表1所示。

表1 雨水系统总体方案比选表

比选内容	方案一 (设置2座泵站)	方案二 (设置1座泵站)
	46.5	
泵站总规模/(m ³ ·s)	北侧泵站:24.0 南侧泵站:22.5	39
进水总管管径/ (mm×mm)	北侧泵站:φ3500 南侧泵站:φ3500	2孔3 500×3 500 箱涵
泵站总用地面积 (含初雨调蓄池)/m ²	14 300	11 200
泵站工程投资/亿元	3.1	2.5
区域管道投资/亿元	约5.9	约6.4
合计总投资/亿元	约9.0	约8.9
系统安全性	较高	一般
运行管理	一般	较难
分期实施可行性	较高	一般

虽然方案二占地较小,但泵站规模较大,运行管理要求高,且地区设置唯一的雨水泵站和总管,安全性较方案一低,在区域雨水系统整体投资相差较小

的情况下,综合考虑后期运行管理的难度,以及检修维护的便利性,为保障系统排水安全,最终选择方案一,设置2座泵站,总规模46.5 m³/s。

2.2 初雨调蓄池设计规模

根据《上海市城镇雨水排水规划(2020—2035年)》,分流制强排系统规划初期雨水的截流标准为5 mm。初雨调蓄池设计容积按下式^[3]计算:

$$V=10DF\psi\beta \tag{1}$$

式中:V为调蓄池有效容积,m³;D为单位面积调蓄深度,mm,对应值为5 mm;F为汇水面积,hm²,本工程为170 hm²;ψ为径流系数,本工程为0.70;β为安全系数,一般取1.1~1.5,本工程取1.2。

通过上述计算得出本工程所需调蓄容积为7 200 m³。

本工程结合临港地区执行的海绵指标要求,从源头地块径流污染控制率指标和规划建设的调蓄设施容积两个方面,对新建区域的初雨控制设施能力进行核算,从而优化末端市政设施需建设的初雨调蓄池容积。

2.2.1 按地块径流污染控制率核算

临港管委会于2020年发布了《临港新片区海绵城市建设指标体系(试行)》^[4],结合临港新片区实际情况,对新建项目各类地块建设工程及线性工程的海绵城市建设工作提供指导,其中就包括初雨收集处理率和年径流污染控制率等指标要求。

本工程服务区域以工业用地、仓储用地和教育科研设计用地为主。各类地块试行的海绵指标和片区相应的地块面积占比如表2所示。

表2 系统污染控制指标及本工程用地面积占比情况表

用地性质	污染物控制指标	用地面积占比/%
工业仓储用地	初雨收集率:80%~100%,其中 初雨按10 mm计	53.7
公共设施用地	年径流污染控制率:45%~50%	9.2
市政设施用地	年径流污染控制率:35%~40%	1.4
道路	年径流污染控制率:45%~50%	20.1
绿地	年径流污染控制率:60%	13.1
河道	年径流污染控制率(陆域):55%~ 60%	4.3

初雨调蓄池主要用于控制雨水径流和溢流污染,削减污染物排放总量。按各类地块污染控制率目标和用地面积进行加权平均,可得到源头地块可实现的污染控制率,计算公式如下:

$$\mu_{\text{地块}}=\sum_{i=1}^{i=n}\mu_{\text{地块}i}\times\left(A_{\text{地块}i}\div A_{\text{区域}}\right) \tag{2}$$

式中: $\mu_{\text{地块}}$ 为源头地块加权平均后的污染物控制率; $\mu_{\text{地块}i}$ 为第*i*个地块的污染物控制率,考虑后期实施的不确定性,各类地块控制率目标暂按下限取值,例如公共设施用地年径流污染控制率按 45% 取值,另外,对于工业仓储地块,初雨收集率取 80%,控制 10 mm 初雨可达到 *b*% 的污染物控制率,对于河道,无陆域面积数据且占比小,不考虑其对污染物控制的贡献; $A_{\text{地块}i}$ 为第*i*个地块的面积, hm^2 ; $A_{\text{区域}}$ 为区域面积,即 170 hm^2 ; *n* 为区域内地块的类型。经计算可得:

$$\mu_{\text{地块}} = b\% \times 53.7\% + 21.5\% \quad (3)$$

区域污染物控制率总目标为控制 5 mm 初雨可达到的控制率,暂定为 *c*%,则还需计算末端市政设施控制的降雨毫米数 *H* (mm),可按式求得:

$$H = \frac{c\% - \mu_{\text{地块}}}{c\%} \times 5 \quad (4)$$

这里假定前 5 mm 初期降雨中污染物是均匀分布的,实际上,由于与雨水泵站合建的调蓄池位于排水系统末端,对于初期冲刷^[5]较强的系统,*H* 将较公式(4)计算数值更小。显然, $c\% < b\% < 1$, 因此可得:

$$H < 5 - \frac{b\% \times 2.685 + 1.076}{b\%} < 1.24 \quad (5)$$

根据上述地块径流污染控制率计算结果,本工程还需建设 $1\,770 \text{ m}^3$ 容积调蓄池即可满足地区对初雨径流污染的控制要求。

2.2.2 按规划建设调蓄设施容积核算

根据《临港新片区海绵城市建设指标体系(试行)》,本工程位于滴水湖核心片范围外,工业仓储用地初雨按 10 mm 收集,收集率按下限 80% 考虑。由于本工程工业、仓储用地占比较大,约 53.7%,该部分本地区通过海绵净化、调蓄设施控制的污染物总量已经大于 5 mm 初期雨水截流要求的污染物控制总量,市政末端初雨截流设施可按剩余 46.3% 地区规模配置。

另外,临港新片区对新建地块试行按硬化面积考虑 $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的调蓄规模建设初雨调蓄灰色设施,并扣除道路、公共绿地等区域。由于本地区均为新建地块,经核算,由地块建设调蓄设施规模约为 $4\,860 \text{ m}^3$,即仍需要市政建设的调蓄设施容积为 $2\,340 \text{ m}^3$ 。

综上两种计算方式,考虑到地块开发时完全执行上述指标有一定困难,同时考虑到工程实施的可行性,近期初雨调蓄池容积按 50% 规模进行设计,即

与雨水泵站同步建设的初雨调蓄池容积 $3\,600 \text{ m}^3$ 。泵站内预留一定用地,随地块开发情况和临港地区海绵设施建设的执行情况,经综合评估后,再行决定预留用地的功能,为进一步建设调蓄池或初雨处理设施提供可能性。

上海市水务局结合本市正在大力推进雨污混整治、老旧管网更新、管网低水位运行和海绵城市建设等工作的实际情况,对开展本市初雨调蓄设施建设优化调整方案编制提出要求^[6]。本工程初雨调蓄池的规模设计可为海绵设施建设相对完善的区域在建设市政末端调蓄设施时提供参考。

3 雨水泵站及初雨调蓄池设计

3.1 雨水泵房与初雨调蓄池合建形式

初雨调蓄池可与雨水泵房合建或分开建设,考虑本工程调蓄池分近远期建设,根据场地条件,近期调蓄池与雨水泵房合建,远期调蓄池独立建设。对于近期调蓄池,可采用于泵房侧面合建或泵房下部合建两种形式^[7],如图 2 所示,侧面合建是指初雨调蓄池建于雨水泵房的侧面,埋深与雨水泵房一致,下部合建是指初雨调蓄池建于雨水泵房的下部,在减小单体建设面积的同时增大了单体的埋深。

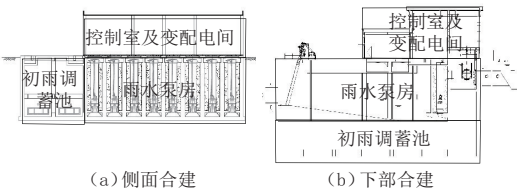


图 2 初雨调蓄池与雨水泵房合建形式

两种合建形式的比较如表 3 所示。本工程在场地条件允许的情况下,充分考虑通风除臭的设置难度、设备安装及检修难度、运维管理难度、工程投资等条件,采用了侧面合建的建设形式。同时,由于合建形式,进水确定了重力进水及压力进水结合的形式^[8]。

3.2 雨水泵站与初雨调蓄池设计

3.2.1 泵站总体设计

本工程位于市政道路南侧,排放水体西侧,占地面积约 $7\,172 \text{ m}^2$ 。平面布置如图 3 所示。主要建、构筑物包括进水闸门井及进水箱涵、雨水泵房及初雨调蓄池、出水箱涵及排放口、值班管理用房、电业开关站。将值班管理用房和电业开关站集中在场地西侧,工艺单体在东侧,设置环通道路,便于运行和维护。于近期调蓄池南侧为远期调蓄池预留场地,间

表3 初雨调蓄池与雨水泵房合建形式比较表

比较内容	合建形式1 雨水泵房侧面合建	合建形式2 雨水泵房下部合建
进水方式	重力及压力	重力
整体占地面积 (含远期)/m ²	7 172	6 472
池底埋深/m	13.5	18.5
埋深利用率 (调蓄池深度)/m	13.5	5
结构形式	沉井	地下连续墙
通风除臭	设置要求一般	设置要求较高
设备吊装	较简单	较困难
运行控制	较复杂	近期一般, 远期较复杂
巡检维修	较简单	较困难
工程投资(雨水泵房 及调蓄池单体)/亿元	0.82	1.09

距按 3.5 m 控制,为远期池体施工及进出水等管线布置提供条件。本工程采用基于BIM的泵站无人/少人值守综合监控系统及辅助系统,配套智能自动巡检系统,为区域泵站的智慧化运行及精细化管理提供支撑。

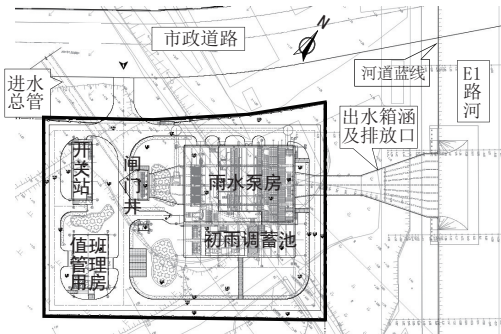


图3 工程总平面布置图

3.2.2 工艺流程设计

本工程雨水泵房、旱季截流泵房、初雨调蓄池为合建单体。工艺流程主要分为以下两种工况,对应的设施详见图4至图5。

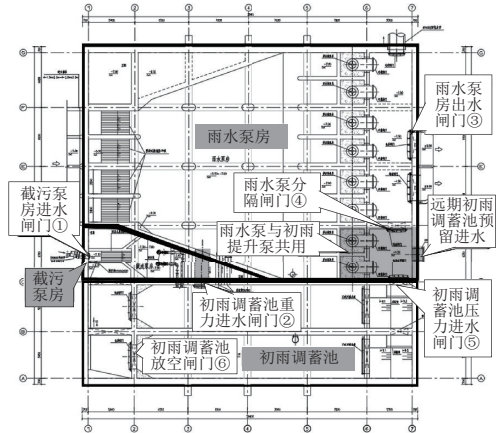


图4 雨水泵房及初雨调蓄池平面图

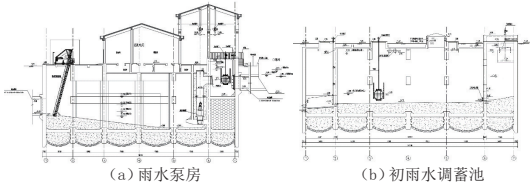


图5 单体剖面设计图

3.2.2.1 旱天工况

旱天时,开启旱季截污泵房截污泵(兼初雨放空泵),将雨水管网中外水及混接污水排入市政污水管网。根据片区下游污水泵站指令,在合适的时间对初雨调蓄池进行放空,关闭截污泵房进水闸门①,调蓄池内的初期雨水经截污泵房格栅后,由截污泵将初期雨水排入市政污水管网。

3.2.2.2 降雨工况

雨水泵房出水闸门③、初雨调蓄池压力进水闸门⑤常开,雨水泵分隔闸门④常关。调蓄池放空闸门⑥旱天常闭,雨天按需开启。

降雨时,截污泵房进水闸门①关闭。雨水经雨水格栅过滤后,通过初雨调蓄池重力进水闸门(速闭闸门)②进入初雨调蓄池,待调蓄池液位到达雨水泵房设计最低液位-4.55 m(雨水泵开泵液位),关闭闸门②,开启初雨提升泵,雨水经压力进水闸门⑤进入调蓄池,待调蓄池液位达到调蓄池设计最高液位2.80 m时,关闭初雨提升泵和压力进水闸门⑤,开启其余雨水泵提升雨水至外部河道,直至降雨结束,有必要时开启雨水泵分隔闸门④,两台共用水泵按雨水泵使用。

当降雨强度大于设计标准(5年一遇)时,全力保障区域排水安全,关闭所有调蓄池进水闸门,8台雨水泵全部开启,排放雨水至外部河道。

3.2.3 泵站单体设计及亮点

3.2.3.1 进水总管

本工程市政道路敷设管径 $\phi 3500$ mm 进水总管1根,埋深约9.3 m,采用顶管施工,收集地区雨水传输至泵站内进水闸门井。

3.2.3.2 进水闸门井及进水箱涵

进水闸门井为异形井,管道转角 125° ,埋深约10 m,设置2个 $2\,600\text{ mm}\times 3\,000\text{ mm}$ 进水闸门,后部连接 $4.0\sim 1.7\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ 转 $4.0\sim 2.8\text{ m}\times 3.0\text{ m}$ 的进水箱涵。同时,进水闸门井设置DN600 闸门,通过管道连接至污水截流泵房。进水闸门井及进水箱涵为现浇钢筋混凝土结构。

3.2.3.3 雨水泵房及初雨调蓄池

雨水泵房及初雨调蓄池为采用沉井结构不排水

下沉,平面尺寸 $39.4\text{ m}\times 39.6\text{ m}$,地下深约 13 m ,为减少沉井下沉对周边的影响,沉井外侧周边一圈设置三轴水泥土隔离桩。

雨水泵房集水井前部安装移动式机械格栅1套,泵房配置8台潜水轴流泵,单泵性能 $Q=2.82\text{ m}^3/\text{s}$, $H=7.4\text{ m}$,雨水经水泵提升后排入受纳河道,出水井顶板标高根据河道最高水位和开停泵涌高水位设置。泵房设置1根 $\phi 1650\text{ mm}$ 回笼水管,用于试泵及早季水泵养护。

初雨调蓄池内设2仓,单仓净宽 5.0 m ,埋深同雨水泵房,有效水深为 9 m 。调蓄池末端设2套门式水力冲洗系统,池顶为覆土绿化,设置吊装及检修、通风等开孔。调蓄池配巡检机器人进行视频数据及环境数据采集(如温度、湿度、 CH_4 、 H_2S 等),以提高调蓄池运维效率,保障运维人员安全。调蓄池分仓可以提高利用效率^[9],2仓单独设置水质采样口用于水质研究,配套在线水质测定仪,测定 COD 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 SS 等指标。作为临港地区第一批市政末端与雨水泵房合建的初雨调蓄池,通过水质数据的收集,结合运行工况进行分析,会为区域后续的初期雨水污染治理、初雨设施建设及运行提供指导。

旱季截污泵房与初雨放空泵房合建,进水端设1台机械格栅,泵房设2台潜水离心泵,1用1备,水泵规模按初雨调蓄池 24 h 放空进行配置,同时单泵流量能满足区域旱季截污流量需求。旱季截流污水及初期雨水接入市政污水管网。

3.2.3.4 出水箱涵及排放口

排入雨水泵房的雨水提升后经出水箱涵及排放口排入受纳河道。出水箱涵断面尺寸 $2.0\sim 3.0\text{ m}\times 2.5\text{ m}$ 转 $8.0\sim 2.5\text{ m}\times 2.5\text{ m}$,长度约 51 m ,排放口流速 0.40 m/s 。排放口处设置垃圾拦截装置、视频监控及水质采样器,用以监测泵站放江的水质情况,为泵站水环境影响评估和优化运行维护提供数据支撑^[10]。

4 结 论

通过对临港新片区第一批与初雨调蓄池的合建的新建雨水泵站的工程实例,在工程规模论证、工程方案设计等方面提出了以下建议。

(1)新建强排系统应充分考虑区域服务面积、强排流量规模、末端泵站用地等因素,选择适合地区情

况的系统方案。本片区能满足2座雨水泵站的用地,且用地能满足泵房与调蓄池平铺合建,有利于降低泵站投资。因此,在系统泵站及管网整体投资可控的情况下,选择了系统安全性和可靠性更强的2座泵站的方案。

(2)本工程结合地块径流污染控制率和规划建设的上游调蓄设施量分别计算,给出在海绵城市指标具备执行条件的新建区域,如何考虑源头设施的初雨治理能力,为末端市政调蓄设施的容积优化提供思路。

(3)本工程初雨调蓄池于雨水泵房侧面合建,进水采用重力、水泵进水结合的形式,既节省投资,又便于后期检修养护。调蓄池设计了水质在线水质测定仪,排放口处也设置了水质采样器。相关水质数据可以为区域后续的初期雨水污染治理、初雨设施建设及运行提供指导。

参考文献:

- [1] 上海市水务局.上海市水务局关于下达雨水调蓄设施建设任务的通知[EB/OL].上海市水务局官网(2021-08-19)[2025-9-25].<https://swj.sh.gov.cn/swyw/20210823/bd4aa78566b8424c82a50c7e4a482195.html>.
- [2] 吕永鹏,莫祖澜,张辰,等.流域尺度海绵城市专项规划的方法研究——以上海临港国家试点区为例[J].城乡规划,2019(2):18-24.
- [3] GB 51174—2017 城镇雨水调蓄工程技术规范[S].
- [4] 中国(上海)自由贸易试验区临港新片区管理委员会.关于印发《临港新片区海绵城市规划建设管理实施细则(试行)》和《临港新片区海绵城市建设指标体系(试行)》的通知[EB/OL].临港新片区管委会官网(2020-10-10)[2025-9-25].<https://www.lingang.gov.cn/html/website/lg/index/government/file/1481569715948449794.html>.
- [5] 车伍,张鹏,张伟,等.初期雨水与径流总量控制的关系及其应用分析[J].中国给水排水,2016,32(6):9-14.
- [6] 上海市水务局.上海市水务局关于开展本市初雨调蓄设施建设优化调整方案编制的通知[EB/OL].上海市水务局官网(2024-11-15)[2025-09-25].<https://swj.sh.gov.cn/swyw/20241115/b9227a85f21045f0b1991026272c4aec.html>.
- [7] 梁飞鹏,谭显英,顾潇.某大型雨水泵站与调蓄池合建工程设计[J].城市道桥与防洪,2021(6):146-150;160.
- [8] 叶宁.初期雨水调蓄池进水方式比较及设计案例[J].城市道桥与防洪,2023(9):193-197.
- [9] 何磊.初小雨调蓄池的设计优化和梯级利用[J].中国给水排水,2025,41(8):77-82.
- [10] 上海市水务局.上海市水务局关于印发《上海市防汛泵站放江综合整治工作方案》的通知[EB/OL].上海市水务局官网(2021-11-05)[2025-09-25].<https://swj.sh.gov.cn/hzz-gzjzhzl/20211105/8e60d573c70244e38d62ddb4f3b37a05.html>.