

资信甲、乙级证号：甲 232020010133、乙 9144010145535119XP-21ZYY21

设计甲、乙级证号：A144000713、A244000710

勘察乙级证号：B244000710

# 北濠涌排涝泵工程

# 初步设计报告

## (报批稿)

广州市水务规划勘测设计研究院有限公司

2024年9月

## 《北濠涌排涝泵工程初步设计》评审会

### 专家评审意见

2024年9月9日，海珠区河涌管理所在海珠区水务局二楼会议室组织召开《北濠涌排涝泵工程初步设计》（以下简称《初步设计》）专家评审会。参加会议的有特邀专家5名（名单附后）及广州市珠江前后航道流域事务中心、广州市规划和自然资源局海珠区分局、海珠区住房和城乡建设局、海珠区水务局、南洲街道办事处、海珠区水利设施养护所等单位的代表。与会专家和代表听取了《初步设计》编制单位广州市水务规划勘测设计研究院有限公司的成果汇报，经讨论形成主要评审意见如下：

#### 一、总体评价

《初步设计》文件资料齐全，符合《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）要求，经修改完善后可作为下一阶段工作依据。

#### 二、意见和建议

1. 复核防潮标准和设计潮位；
2. 建议地基处理采用搅拌桩方案；
3. 完善施工组织设计，建议围堰中增加防渗措施；
4. 完善设计方案后合理确定工程投资。

专家组组长：

专家组成员：

2024年9月9日



## 专家组意见回复：

### **(1) 复核防潮标准 and 设计潮位。**

**回复：**已复核防潮标准和设计潮位。根据《泵站设计标准（GB 50265-2022）》、《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035年）》等，本次工程仍采用已批复的200年一遇的防洪潮标准，并采用远期规划300年一遇防潮标准进行复核，均能满足设计要求。

### **(2) 建议地基处理采用搅拌桩方案。**

**回复：**基于对本次地勘成果揭露的土层分析，泵站基底所在土层为粗粒砂层，分布广泛且厚度大，且工程位置位于北濠涌与珠江后航道交汇口，受地下动水影响大，旋喷桩成桩效果难以保证，本次采纳专家意见不使用旋喷桩作为地基处理措施。

根据《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）7.3.1 水泥搅拌桩复合地基处理应符合下列规定：“不适用于含大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土…密实的砂土类，以及地下水渗流影响成桩质量的土层。”根据本次地勘成果，主泵室段部分场地揭露有大块混凝土，同时考虑部分地基处理桩位于现状浆砌石挡墙范围段，若本次采用水泥搅拌桩复合地基，存在部分地段难以施打的可能性。通过计算复核，两岸主泵室段上部荷载较大，为保证泵室段的结构稳定及安全，综合考虑泵室段采用灌注桩桩基，最大限度保证成桩质量及泵站结构安全。右岸进水段及压力箱涵段基底位于淤泥质粉砂层，考虑以上结构段上部荷载较小，且场地具备施打搅拌桩的条件，故采用水泥搅拌桩复合地基作为地基处理措施。详见水工图纸24075-CS-SG-SN-03A~24075-CS-SG-SN-04A及相关横纵剖面图。

### **(3) 完善施工组织设计，建议围堰中增加防渗措施。**

**回复：**已完善施工组织设计并在围堰中增加防渗措施。经查阅北濠水闸施工图设计资料，现状水闸闸室底板上下游侧、翼墙衔接段、外江海漫下游侧均设有桩径1m的咬合式高压旋喷桩防渗墙，本次左岸内涌侧围堰通过单排钢板桩止水护脚、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系，外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、基坑灌注桩、海漫下部防渗墙及双排钢板桩围堰形成封闭的防渗体系；本次右岸内涌侧围堰通过单排钢板桩围堰、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系，外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、海漫下部防渗墙及钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。

**(4) 完善设计方案后合理确定工程投资。**

**回复：**已按照专家意见修改后的设计方案更新工程投资，详见初步设计概算书。

# 北濠涌排涝泵工程 初步设计报告 (报批稿)

批 准 : (教高)

核 定 : (高工)

项目负责人 : (高工)

专业负责人 :

工程地质 : (教高)

水文规划 : (助工)

水工结构 : (助工)

建 筑 : (助工)

建筑结构 : (高工)

园林景观 : (工程师)

水力机械 : (高工)

金属结构 : (高工)

电 气 : (工程师)

施工组织 : (高工)

征地移民 : (助工)

水土保持 : (高工)

工程信息化 : (高工)

造 价 : (高工)

编 写 :

# 目 录

<b>1 综合说明</b> .....	<b>1</b>
1.1 工程概况 .....	1
1.2 水文 .....	4
1.3 工程地质 .....	6
1.4 工程任务和规模 .....	9
1.5 工程布置及建筑物 .....	12
1.6 机电及金属结构 .....	18
1.7 消防设计 .....	20
1.8 施工组织设计 .....	20
1.9 建设征地与移民安置 .....	22
1.10 环境保护设计 .....	22
1.11 水土保持设计 .....	22
1.12 劳动安全与工业卫生 .....	23
1.13 节能设计 .....	23
1.14 工程管理设计 .....	24
1.15 工程信息化 .....	25
1.16 设计概算 .....	25
1.17 经济评价 .....	25
1.18 海绵城市建设 .....	26
1.19 树木保护设计 .....	26
1.20 历史建筑保护设计 .....	29
1.21 结论与建议 .....	30
1.22 工程特性表 .....	33
<b>2 水文</b> .....	<b>36</b>
2.1 流域概况 .....	36
2.2 气象 .....	40
2.3 水文基本资料 .....	42
2.4 径流 .....	43
2.5 洪水 .....	43
2.6 潮汐 .....	50
2.7 泥沙 .....	55
<b>3 工程地质</b> .....	<b>56</b>
3.1 勘察概况 .....	56
3.2 区域地质条件 .....	60
3.3 工程区工程地质条件及评价 .....	66

3.4	主要工程地质问题评价及其处理措施 .....	73
3.5	地基基础方案选型及建议 .....	77
3.6	基坑支护方案 .....	82
3.7	危险性较大工程风险评价 .....	85
3.8	地质条件可能造成的工程风险提示 .....	86
3.9	天然建筑材料 .....	87
3.10	结论及建议 .....	88
3.11	相关说明 .....	89
<b>4</b>	<b>工程任务和规模 .....</b>	<b>91</b>
4.1	工程任务及建设内容 .....	91
4.2	社会经济发展概况 .....	91
4.3	相关规划 .....	91
4.4	工程现状与存在问题 .....	95
4.5	工程实施影响分析及处理 .....	123
4.6	内涝防治能力评估 .....	124
<b>5</b>	<b>工程布置及建筑物 .....</b>	<b>130</b>
5.1	设计依据 .....	130
5.2	工程等级和标准 .....	131
5.3	工程选址及选线 .....	134
5.4	建筑物型式 .....	145
5.5	工程总布置 .....	147
5.6	主要建筑物设计 .....	153
5.7	物理模型试验 .....	193
5.8	管线迁改设计 .....	195
5.9	工程安全监测 .....	196
5.10	建筑环境与景观 .....	199
5.11	泵站标准化 .....	203
5.12	BIM 技术应用 .....	205
<b>6</b>	<b>机电及金属结构 .....</b>	<b>211</b>
6.1	水力机械 .....	211
6.2	电气 .....	227
6.3	金属结构 .....	237
6.4	采暖通风与空气调节 .....	242
<b>7</b>	<b>消防设计 .....</b>	<b>243</b>
7.1	概述 .....	243
7.2	设计依据 .....	243
7.3	设计原则 .....	243

7.4 消防总体设计方案 .....	243
7.5 工程消防设计 .....	244
7.6 主要消防设备工程量 .....	246
<b>8 施工组织设计 .....</b>	<b>247</b>
8.1 施工条件 .....	247
8.2 施工导截流 .....	249
8.3 主体工程施工 .....	259
8.4 施工交通及施工总布置 .....	270
8.5 施工招投标 .....	273
<b>9 建设征地与移民安置 .....</b>	<b>274</b>
9.1 概述 .....	274
9.2 工程地块控制性详细规划修正成果 .....	275
9.3 建设征地范围 .....	282
<b>10 环境保护设计 .....</b>	<b>288</b>
10.1 概述 .....	288
10.2 环境现状调查与评价 .....	289
10.3 环境影响预测与评价 .....	291
10.4 环境保护对策措施 .....	294
10.5 环境管理及监测 .....	299
10.6 环境保护投资估算 .....	303
10.7 综合评价结论 .....	304
<b>11 水土保持设计 .....</b>	<b>306</b>
11.1 概述 .....	306
11.2 水土流失防治责任范围及措施布局 .....	309
11.3 表土保护利用与土地整治工程设计 .....	310
11.4 植被恢复与建设工程设计 .....	310
11.5 临时防护与其他工程设计 .....	311
11.6 水土保持工程施工组织设计 .....	313
11.7 水土保持投资概算 .....	315
<b>12 劳动安全与工业卫生 .....</b>	<b>317</b>
12.1 危险与有害因素分析 .....	317
12.2 劳动安全措施 .....	318
12.3 工业卫生措施 .....	324
12.4 安全卫生评价 .....	326
12.5 安全专篇 .....	327
<b>13 节能设计 .....</b>	<b>349</b>

13.1 设计依据 .....	349
13.2 能耗分析 .....	350
13.3 节能设计 .....	353
13.4 节能效果评价 .....	359
<b>14 工程管理设计 .....</b>	<b>360</b>
14.1 工程管理体制 .....	360
14.2 工程运行管理 .....	360
14.3 工程管理范围和保护范围 .....	364
14.4 管理设施与设备 .....	364
14.5 泵站调度运行 .....	365
<b>15 工程信息化 .....</b>	<b>367</b>
15.1 概述 .....	367
15.2 需求分析 .....	369
15.3 总体设计 .....	369
15.4 分项设计 .....	370
<b>16 设计概算 .....</b>	<b>377</b>
16.1 概述 .....	377
16.2 主要投资指标 .....	377
16.3 编制原则及内容 .....	378
<b>17 经济评价 .....</b>	<b>382</b>
17.1 概述 .....	382
17.2 费用估算 .....	382
17.3 国民经济评价 .....	383
17.4 资金筹措方案 .....	385
17.5 财务评价 .....	385
<b>18 海绵城市建设 .....</b>	<b>386</b>
18.1 概述 .....	386
18.2 海绵城市概念 .....	386
18.3 海绵城市建设原则 .....	387
18.4 海绵城市指标 .....	387
18.5 海绵城市设计 .....	388
<b>19 树木保护方案 .....</b>	<b>398</b>
19.1 编制目的 .....	398
19.2 编制原则 .....	398
19.3 编制依据 .....	398
19.4 树木资源调查 .....	400

19.5 选址与布置方案和总体利用概况 .....	407
19.6 原址保护 .....	408
19.7 迁移利用 .....	408
19.8 砍伐 .....	420
19.9 结论与建议 .....	421
19.10 项目范围内树木迁移投资 .....	422
<b>20 历史建筑保护设计.....</b>	<b>442</b>
20.1 工程位置历史建筑旧址基本情况 .....	442
20.2 历史建筑核心保护区红线 .....	442
20.3 影响分析 .....	443
20.4 保障措施与应急预案 .....	444
20.5 结论与建议 .....	446
<b>21 结论与建议.....</b>	<b>448</b>
21.1 结论 .....	448
21.2 建议 .....	453
<b>22 附件.....</b>	<b>454</b>
22.1 广州市海珠区发展和改革局关于北濠涌排涝泵工程可行性研究 报告的复函 .....	454
22.2 北濠涌排涝泵工程初步设计阶段图册（另册） .....	454
22.3 北濠涌排涝泵工程初步设计概算书（另册） .....	454
22.4 《北濠涌排涝泵工程初步设计》专家评审意见修改回复说明书	454





潜水贯流泵，总装机为 3750kW。本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇，堤防级别为 1 级。综合考虑，新建排涝泵站主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

(5) 建设工期：本工程建设阶段分为工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期、工程完建期。施工总工期 24 个月。

1、工程筹建期：工程正式开工前由业主单位负责筹建对外交通、施工用电、通讯、征地以及招标、评标、签约等工作，为承包单位进场开工创造条件所需时间。工程筹建期计划 6 个月。

2、工程准备期：准备工程开工起至主体工程开工前的工期，包括场地平整、场内交通、导流工程、临时建房等。工程准备期拟计划 1 个月。

3、主体工程施工期：主体工程主要为基坑支护工程、基础工程、泵站土建工程、安装工程、园建工程等，根据各主体工程量，实施工期拟计划为 22 个月。

4、工程完建期：自工程完工运行起至工程竣工止的日期，主要进行场地清理和遗留工程的处理等。工程完建期拟计划 1 个月。

工程施工总工期为 2-4 项工期之和，工程施工总工期拟计划 24 个月。

(6) 投资规模和资金来源：根据《广州市水务局关于印发广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025 年）的通知》（穗水规计〔2020〕11 号），“省管河道建设资金，中心七区由市财政出资，外围四区由区财政出资，由各区政府负责维护管理。珠江干堤与内涌交界处的水闸由市财政出资建设，排涝泵站按市区比例出资（越秀、海珠、荔湾、白云区按市区出资比例 5：5 分担，天河区按市区出资比例 4：6 分担）。”北濠涌泵站外江为珠江后航道，属于省管河道及珠江干堤与内涌交界范畴，本项目总投资 16002.78 万元，按市区出资比例 5：5 分担。区财政出资部分拟申请政府专项债，并积极争取符合条件的上级资金。

(7) 建设模式：EPC 总承包模式

(8) 本项目主要绩效目标为：工程建成后，在区域源头调蓄减排、管渠等雨洪设施联合调度下，区域有效应对城市内涝防治标准内的降雨，雨停后能够及时排干积水，严重影响生产生活秩序的易涝积水点基本消除；不再出现“城市看海”现象，在超出城市内涝防治标准的降雨条件下，城市生命线工程等重要市政基础设施功能不丧失，基本

保障城市安全运行，达到《广州市水务发展“十四五”规划》提出的到 2025 年基本形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系，排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效的目标要求。

(9) 主要技术经济指标：

根据《广州市水务工程建安费用指导价》（穗水函（2013）1021 号），泵站工程估算控制指标为 2.4~2.9 万元/kW，本工程泵站部分建安费总投资为 10516.03 万元，泵站装机容量  $1250 \times 3 = 3750\text{kW}$ ，折合 2.80 万元/kW，基本符合建安费指导价。

表1-1 项目主要技术经济指标表

项目	建安费（万元）	本工程规模	指标（万元/kW）	本工程指标
泵站工程	10516.03	3750kW	2.4~2.9 万元/kW	2.80 万元/kW

### 1.1.2 前期工作情况

《北濠涌排涝泵工程可行性研究报告》已于 2024 年 5 月 30 日获得可研批复，本次初步设计阶段将依据已批复可研成果进一步深化相关设计内容。

根据《广州市海珠区发展和改革局关于北濠涌排涝泵工程可行性研究报告的复函》（穗海发改投批【2024】16 号），对于项目建设必要性、建设规模和内容、投资估算及资金来源、建设管理模式等批复内容如下：

一、为增强北濠涌流域现状排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升，原则同意北濠涌排涝泵工程建设。

二、建设规模和建设内容。建设规模：本项目总占地面积 3805 平方米。建设内容：新建排涝泵站及附属设施。泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机功率为 3360kW，工程规模确定为大（2）型泵站。

三、投资估算及资金来源。项目总投资估算为 16049.68 万元，其中：工程费用 10808.19 万元，工程建设其他费用 4197.35 万元（含独立费用 2243.62 万元，建设征地移民补偿费 1919.67 万元，水土保持工程投资 24.06 万元，环境保护工程投资 10.00 万元），预备费 1044.14 万元。建设资金来源为：市、区财政资金。

四、建设管理模式。项目由广州市海珠区河涌管理所组织实施建设。

本阶段依据最新测量、勘察及物探成果，以及对相关工程资料的收集，对可研阶段的成果进行了细化，本阶段项目建设内容与上阶段一致，并完善及优化了泵站主体结构尺寸、基坑支护、地基处理措施等部分内容。

## 1.2 水文

### 1.2.1 流域概况

北濠涌位于广州市海珠区西南部，呈南北走向，集雨面积  $10.49\text{km}^2$ ，主干河长  $2.39\text{km}$ ，上游段河宽约  $20\sim 35\text{m}$ 。河涌的上游位于瑞宝涌、西碌涌交汇处，其西侧为南洲花苑，东侧为陈李济制药厂；河涌自北向南流，分别穿越南洲路及环城高速干线，下游段河道逐渐放宽，河宽约  $50\sim 90\text{m}$ ，至下游于诚安围船厂西侧后汇入珠江后航道。目前北濠涌上游两侧多为城建区，地面高程多在  $2.1\sim 3.3\text{m}$  之间，下游右岸有最低点高程约为  $1.6\text{m}$ ，左岸主要为工业厂房和部分城市绿地，地面高程大多都在  $2.0\text{m}$  以上。北濠涌受外江潮水影响，水流为双向流，上游来水主要来自五凤涌、瑞宝涌和康乐涌。北濠涌涌口现有北濠涌水闸 1 座。

### 1.2.2 气象

本流域内没有气象观测站。由于本工程地处广州市区，位于北回归线以南，属于亚热带海洋性季风气候，气候特点是全年气温较高，湿度大，夏季高温湿润，冬季不严寒，太阳总辐射量较多，适宜农作物四季生长。

结合广东省第三次水资源调查评价成果，选用广州市内及周边地区 39 个雨量站为代表站，采用泰森多边形法进行分区雨量计算，得到广州市多年平均（1956-2016 年）降水量为  $1868\text{mm}$ ，合计  $134.91$  亿  $\text{m}^3$ 。广州市年平均总辐射量  $106.7$  千卡/ $\text{cm}^2$ ，最大出现在 7 月份，平均达  $11.8$  千卡/ $\text{cm}^2$ ，2 月份最小，平均为  $5.9$  千卡/ $\text{cm}^2$ ；多年平均（1980-2016 年）蒸发量为  $1021\text{mm}$ ，合计  $73.77$  亿  $\text{m}^3$ 。

### 1.2.3 水文基本资料

本流域内无水文站，但邻近的浮标厂站距本工程所在位置较近，资料系列为 1952~2018 年，故作为设计潮位的代表站。

### 1.2.4 径流

广州水道的径流主要来自西航道及平洲水道分流北江、流溪河的径流。本区域受潮汐影响，无实测径流资料，区内径流采用《广东省水文图集》，广州地区年均径流深  $1000\text{mm}$ ，年径流变差系数  $C_v=0.35$ ，年径流偏态系数  $C_s=2.0C_v$ 。根据《广州市水资源综合规划修编》，广州市中心城区多年平均径流深  $1000.1\text{mm}$ ，年总水量  $13.24$  亿  $\text{m}^3$ 。海

珠区地处珠江三角洲网河区东南部，水资源量丰沛，其过境径流主要来源于上游的西江、北江及流溪河，各河流控制站的径流特征值见下表。

**表1-2 各控制站河流特征值表**

河流	西江	北江	流溪河
控制站	马口	三水	牛心岭
多年平均流量(m <sup>3</sup> /s)	7360	1430	53.9
多年平均径流量(亿 m <sup>3</sup> )	2322	450.8	18.6
实测最大洪峰流量(m <sup>3</sup> /s)	47000	16200	1870

注：上表中为天然径流。

### 1.2.5 洪水

设计洪水采用广东省洪峰流量经验公式、《广东省暴雨径流查算图表使用手册》中的推理公式法和综合单位线法对可研阶段设计成果进行复核。经综合分析，采用可行性研究阶段设计成果，北濠涌河口 50 年一遇设计洪峰流量为 80.6m<sup>3</sup>/s，为五凤涌、瑞宝涌、康乐涌设计洪峰流量和北濠涌区间流量叠加。

**表1-3 北濠涌设计洪峰流量（单位：m<sup>3</sup>/s）**

计算方法	可研成果	经验公式法		综合单位线法		推理公式法	
		洪峰流量	与可研差值比	洪峰流量	与可研差值比	洪峰流量	与可研差值比
P=20%	44.9	36.5	-18.7%	53.3	18.7%	42.71	-4.9%
P=10%	55.8	47.4	-15.1%	65.7	17.7%	57.3	2.7%
P=5%	66.6	59.2	-11.1%	77.9	17.0%	72.7	9.2%
P=2%	80.6	73.5	-8.8%	93.6	16.1%	93.5	16.0%
P=1%	91.1	85.7	-5.9%	105	15.7%	109	19.5%

### 1.2.6 潮汐

本次统计分析浮标厂站系列的洪潮遭遇情况，结果显示日高潮位高于 2.0m 的潮型与大暴雨遭遇概率较低。本次排涝潮型采用浮标厂 1994 年 6 月 25 日潮位过程作为外江典型潮型，此潮型最高潮位接近多年平均高高潮位、低潮位接近多年平均低潮位，排水偏不利。

设计洪潮水位采用广州浮标厂（二）年最高潮位系列，基本能代表工程受珠江河口台风暴潮的影响趋势。

**表1-4 后航道北濠涌口设计洪潮水位成果表（珠基高程：m）**

位置	P						
	0.33%	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%
浮标厂（二）	3.14	3.06	2.94	2.81	2.64	2.47	2.31



## 1.2.7 泥沙

珠江流域具有径流量大、含沙量小，输沙总量大的特点。因珠江流域来沙集中于汛期，5~10月输沙占全年95%左右，而汛期落潮流强于涨潮流，甚至在大洪水时变为单向流，加上落潮历时较长，故天然情况下只有少量泥沙沉积于河道内，上游大部分来沙可输向下游，河道处于相对稳定状态。

## 1.3 工程地质

### 1.3.1 完成工作项目和工作量

本次勘察目的是查明工程区域的工程地质条件和主要工程地质问题，为拟建建（构）筑物地基加固处理与设计、不良工程地质的防治设计与施工机器设备的选型及施工方案等工作提供工程地质依据和必要的设计参数，并提出相应的工程地质评价与建议。

本阶段对北濠涌排涝泵工程进行初步设计阶段工程地质勘察工作，根据现场踏勘、设计部门勘察技术要求和《水闸与泵站工程地质勘察规范》（SL704-2015）要求，本阶段沿垂直水流方向布置9条勘横探剖面，沿平行水流方向布置7条勘探纵剖面，共布置勘探剖面16条，钻孔32个，间距约6~35m，编号为ZK01~ZK32，均为控制性钻孔。

### 1.3.2 区域地质条件

工程区位于广州市海珠区北濠涌出口，地貌上属于珠江三角洲冲积平原，原始地貌属第四系冲积阶地。地势平坦，起伏较小，地层主要由海冲积层组成。经现场踏勘，未发现滑坡、地陷、崩塌等不良物理地质现象。

根据1:5万《广州幅》区域地质调查资料以及现场钻探揭露，场地周边分布的地层主要为白垩系下统白鹤洞组上段（ $K_1b^2$ ）、第四系残积（ $Q^{el}$ ）、第四系冲积相（ $Q_4^{al}$ ）和第四系人工堆积（ $Q_4^s$ ）。现按地层时代由老至新简述如下：

（1）下统白鹤洞组上段（ $K_1b^2$ ）：下部由紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹岩屑石英砂岩组成。中部为紫棕-暗红色岩屑长石石英砂岩、泥质粉砂岩夹砂砾岩。泥质粉砂岩中常夹微层状砂岩，水平层理。上部为暗红-紫红色薄-中厚层状钙质粉砂岩与灰-深灰色泥灰岩互层。厚度大于750m，泥灰岩中水平微细层理发育，该段属于热环境下之滨湖相-冲洪积相-湖泊相沉积。

（2）第四系残积（ $Q^{el}$ ）：工程区前期钻孔揭露主要为泥质粉砂岩残积土，以粉质黏

土为主。

(3) 第四系冲积相 ( $Q_4^{al}$ ): 分布于珠江两侧。上部为灰黄色、花斑色黏土、亚黏土, 深灰色淤泥、粉砂质淤泥; 下部为淤泥、淤泥质砂、砂、砾。砂、砂砾层多分布于河道两侧。本次勘察揭露主要为淤泥质土 (部分为淤泥)、淤泥质粉砂和粉质黏土。

(4) 第四系人工堆积 ( $Q_4^s$ ): 主要为新近回填的松散堆积物, 多位于公路两旁或城镇周围, 野外易于识别。由砖块、碎石、混凝土块、砂、土等成分较复杂的松散物组成, 地表较平整, 不同地段组成不同。

查阅工程区所在的 1: 5 万构造纲要图, 工程区内并没有明显的地质构造。但工程区周边存在断层构造, 主要以东西向广三断层、北西向北亭断层、北西向大石断层、北西向河村断层。广三断层、大石断层和河村断层距离拟建场地约 3km, 均有一定安全距离, 且为非活动性断层, 对工程建设及后期运营影响不大; 北亭断层具有活动性特征, 但距离拟建场地约 6km, 对工程建设及后期运营影响不大。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.10g, 地震反应谱特征周期为 0.35s, 相应地震基本烈度为 VII 度, 场地类别为 II 类。

### 1.3.3 结论及建议

#### 1.3.3.1 结论

(1) 工程区位于广州市海珠区北濠涌出口。地貌上属于珠江三角洲冲积平原, 原始地貌属第四系冲积阶地。地势平坦, 起伏较小。经现场踏勘, 未发现有滑坡、地陷、崩塌等不良物理地质现象, 地形日趋平坦, 外部地质营力微弱。场地复杂程度为复杂, 场地和地基基本稳定, 如选用合适工程措施和基础方案, 较适宜本工程建设, 适宜性等级为较适宜。

(2) 本工程位于建筑抗震不利地段; 场地土的类型为软弱土~中软土, 建筑场地类别为 II 类; 场地位于建筑抗震设防烈度 7 度区内, 设计地震分组为第一组; 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度值为 0.10g, 反应谱特征周期值为 0.35s。

(3) 工程区内地下水动态变化复杂, 受大气降水、蒸发、地形地貌条件影响外, 还受珠江水位影响较大。地下水对混凝土无腐蚀, 对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀, 对钢结构具弱腐蚀; 地表水对混凝土具重碳酸盐弱腐蚀, 对钢筋混凝土结构中钢筋无腐

蚀，对钢结构具弱腐蚀。地下水以上的土层对混凝土结构及对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

### 1.3.3.2 建议

#### (1) 地基基础方案

根据工程特点和场地岩土工程条件，本工程地基基础可选用天然地基浅基础，或水泥搅拌桩复合地基方案。当采用天然基础时，需对人工填土、淤泥质土和淤泥质粉砂层进行地基处理，需对粗砾砂层做防渗处理。

拟建泵室、闸室、清污机室、进水池和箱涵等建（构）筑物建筑底板均位于地下水稳定水位以下，受浮托作用，设计时需注意进行抗浮设计，做好地下结构的抗浮验算，防止因受浮托力的影响造成地下结构物破坏，建议拟建场地抗浮水位取两岸地面标高。

#### (2) 基坑支护方案

根据本项目各基坑周边环境和岩土条件，本工程基坑可选用排桩+内支撑+止水帷幕支护方案。建议基坑开挖时基坑止水应结合支挡措施共同考虑。

(3) 基坑挖施工时，应进行变形观测，实行信息化施工。基坑开挖及基础施工过程中禁止在基坑边及附近堆载并加强对邻近建筑物、基坑边坡土体位移、邻近道路等进行监测，以便发现问题能及时预测，采取相应处理措施。

(4) 工程区砂层广泛分布，厚度大，围堰施工时应进行防渗处理，设置防渗墙。

(5) 建筑基础应按规范要求进行地基承载力、单桩承载力、桩基质量检验。

(6) 工程区地层主要为①<sub>1</sub>杂填土、①<sub>2</sub>素填土、②<sub>1</sub>淤泥质土、②<sub>2</sub>淤泥质粉砂、②<sub>3</sub>粗砾砂、②<sub>4</sub>粉质黏土、③残积粉质黏土、V泥质砂岩全风化带、IV泥质砂岩强风化带、III泥质砂岩弱风化带。工程区存在渗透变形、渗透稳定、基坑开挖及边坡稳定等工程地质问题，设计方应有针对性地选用相应的处理措施。

(7) 根据建材资料显示，本工程所在地为经济发达地区，无砂、石料开采地，砂、石料采用外购，部分开挖后土料和砂料可利用，但大部分仍需外购，本工程不设自采料场。场区有道路通达，运输方便，砂、石料均需要就近购买。土料可利用开挖后的一部分，设计可根据各土层性质，利用处理后使其达到相关部位土料指标用于回填，并根据工程建设的实际需要就近使用。

(8) 场地工程地质条件较复杂，岩面埋深变化较大，对于本次勘察受客观条件限



制未能施工钻孔区域，若施工过程中碰到地层有变化的区域，可及时组织各方验槽，解决施工中遇到的地质问题。

(9) 施工前应联系管线权属相关单位，确保地下管线的安全。

## 1.4 工程任务和规模

### 1.4.1 工程任务

可行性研究阶段确定的工程任务为排涝，通过新建北濠涌泵站，增强北濠涌流域现状排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升。经复核，本阶段工程任务与可行性研究阶段一致。

### 1.4.2 工程建设内容

在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。新建泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW，工程规模确定为大 (2) 型泵站。

### 1.4.3 工程规模

经水文计算复核，本阶段北濠泵站规模采用可研成果，设计流量为  $60.0\text{m}^3/\text{s}$ ，根据《泵站设计标准》(GB50265-2022)，确定新建北濠涌泵站各特征水位如下。

表1-5 泵站特征水位值表

项目	单位	参数	备注	
排水流量	$\text{m}^3/\text{s}$	60		
内涌	最高水位	m	1.00	适当高于治涝标准的内涝水位
	最高运行水位	m	0.60	排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位
	设计运行水位	m	0.20	常水位
	起排水位	m	-0.50	实际操作起排水位
	最低运行水位	m	-1.00	取蓄涝区允许最低水位的要求推算到站前水位
外江	防洪水位	m	3.06	浮标厂站 200 年一遇洪水位
	最高运行水位	m	2.94	浮标厂站 100 年一遇洪水位
	设计运行水位	m	2.31	浮标厂站外江 5 年一遇洪水位
	最低运行水位	m	-0.50	规范取承泄区历年排水期最低水位或最低潮水位的平均值，承泄区出现最低潮水位平均值时可开闸自排，故取起排水位-0.50m

### 1.4.4 工程建设的必要性

工程所在海珠区 2022 年人均地区生产总值 13.83 万元，经济密度达到 27.68 亿元/平方公里。本工程位于海珠区国土空间总体规划中城市空间格局三区支撑的“中大国际创新生态谷”分区，区域防洪排涝保护对象重要。

海珠区属于典型平原河网区，区域内整体河道比降较小，当外江高潮位顶托，外排排涝泵站能力不足，自排受阻，部分低洼区域受内河涌水位顶托甚至倒灌。为使区域达到 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾的排涝标准，新建北濠涌排涝泵站是非常必要的。

### 1.4.5 内涝防治能力评估

#### 1.4.5.1 内涝防治标准

根据《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222-2017）及《广州市防洪（潮）排涝规划（2020-2035）》（送审稿）等相关规划，工程所在海珠区北濠涌片区属广州市中心城区，规划内涝防治重现期 100 年。

#### 1.4.5.2 计算分析

经计算，北濠涌流域发生 100 年一遇暴雨遭遇外江多年平均最高潮位工况下，北濠涌泵站规模为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，内涌闸前最高水位为 1.16m，较闸前控制水位 0.60m 增加了 0.56m。闸内水位 0.60m 至 1.16m 间持续时间为 2 小时 32 分。

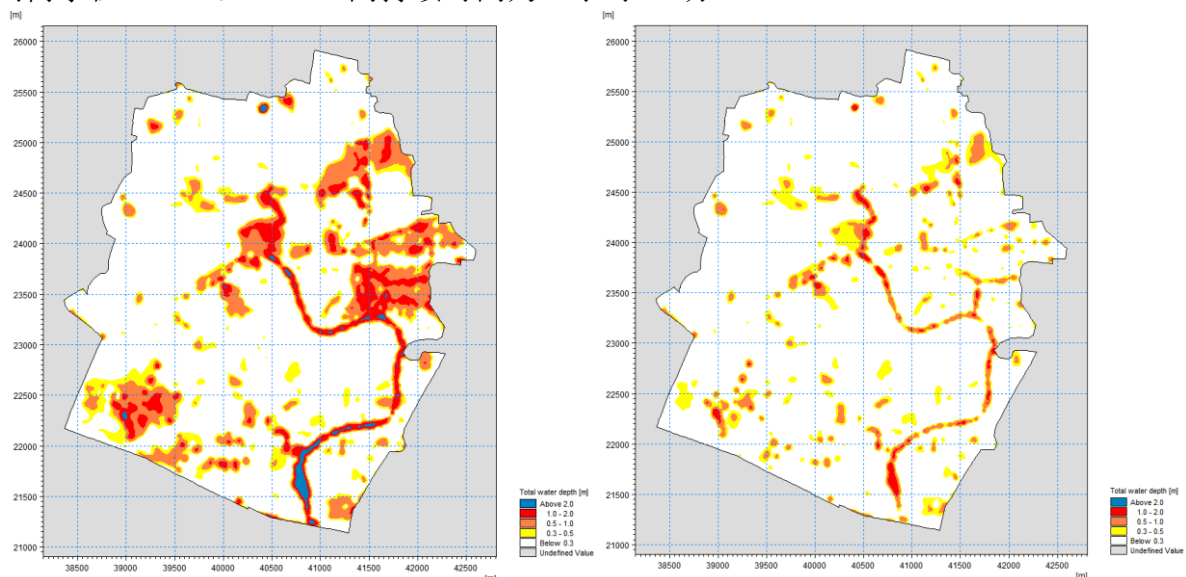


图1-2 工程前、后 100 年一遇内涝风险图

根据内涝防治设计重现期下的最大允许退水时间参照《室外排水设计标准》表 4.1.5 执行，新建项目、新建区域和成片改造区域退水历时取 0.5~2 小时；已建城区中，退水

历时取 1~3 小时。建设北濠涌泵站后，河道退水时间基本满足要求。通过本次模拟计算，识别出 100 年重现期降雨工况下，北濠涌流域工程后城市地面积水面积大幅度缩小，片区内积水深度约 0.2-0.5m 之间。

#### 1.4.5.3 结论

(1) 现状内涝防治能力评估：现状内涝风险主要集中在在地势相对较低的区域，现状无法满足 100 年一遇的内涝防治标准，为中高风险区域。

(2) 标准评估：内涝防治标准：根据《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）》（在编），规划范围内确定内涝防治重现期为 100 年。需结合片区地块配套调蓄设施及优化竖向，同时加强日常管理和应急抢险工作等措施，综合措施实施后可满足内涝防治重现期 100 年标准。

#### (3) 内涝防治工程优化布局

根据相关规划，新建北濠涌泵站。源头减排将通过海绵城市措施控制雨水径流的总量和削减峰值流量，延缓其进入排水管渠的时间，起到缓解城镇内涝压力的作用。根据《广州市海珠区海绵城市专项规划及实施方案》，规划年径流总量控制率应不低于 70%，对应设计雨量 25.8mm。可采用下沉式绿地、雨水调蓄池、透水铺装等多种方式进行建设，流域低洼农田绿地区域，建议规划为雨洪调蓄区。

研究区域内地势平坦低洼，地面高程在 1.2~17.5m 之间。在面临极端天气频发，外江洪潮水位抬高趋势明显的情况下，为使片区达到 100 年一遇内涝防治标准，建议开发建设地块地面标高不宜低于 2.5m，并与周边地块标高相协调。

#### (4) 工程实施后效果评估：

内涝防治工程实施后，研究区域城市地面积水面积大幅度缩小，主要干道及居民区基本没有水浸，农林用地区域水浸深度约 0.3~1.2m，基本达到 100 年一遇内涝防治能力。

#### 1.4.5.4 建议

(1) 建议实行增设调蓄设施、管网改造、结合村落旧改等内涝防治措施，内涝防治标准可提升至 100 年一遇标准。

(2) 建议落实规划范围内绿色屋顶、绿地、透水铺装等海绵设施。

(3) 建设后的硬化地面中可渗透地面面积比例应满足《广州市建设项目海绵城市建设管控指标分类指引（试行）》（穗水河湖〔2020〕7号）、《广州市海绵城市专项规划

(2016-2030)》和区海绵城市建设专项规划等上层次规划要求。

(4) 地下空间的入口高程除应满足相应设防标准外，还应满足：地下空间的入口高程应高于周边地面高程，车行入口高程应高于周边地面 0.2m 以上，人行入口高程应高于周边地面 0.45m 以上。

(5) 建议完善片区三防应急预案，建立“横向到边、纵向到底”全覆盖的三防应急预案体系和市、区、街、社区（村社）四级责任机制，构筑更为完备的雨水风情监测系统、三防视频指挥系统以及水务、水文、气象等部门数据共享系统

## 1.5 工程布置及建筑物

### 1.5.1 工程等级和标准

#### (1) 工程等级

经水文计算复核，北濠泵站设计流量为  $60.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇设计，堤防级别为 1 级。综合考虑，本次工程分段设定建筑物级别，其中外江侧防洪闸段主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级；内涌侧泵室段及事故闸门段主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

#### (2) 防洪（潮）标准

珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇设计，新建排涝泵站为穿堤建筑物，故本次泵站建筑物设计防洪（潮）标准为 200 年一遇。

#### (3) 治涝标准

根据《广州市防洪防涝系统建设标准指引（暂行）》，结合国家《防洪标准》(GB50201-2014)、广东省水利厅粤水电总字[1995]4 号文《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》、《治涝标准》(SL723-2016)的有关规定，并参照《广州市防洪排涝建设方案》和《广州市排涝泵站和水闸类水务工程内涝治理能力评估专篇编制技术指引》，结合片区规划高要求，本工程排涝标准按 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾设计标准。

#### (4) 内涝防治标准

根据《广州市排涝泵站和水闸类水务工程内涝治理能力评估专篇编制技术指引》，结合片区规划高要求，本工程片区通过低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施后达到有效应对 100 年重现期内涝防治设计标准。

### (5) 施工期洪水标准

施工洪水标准为枯水期 10 年一遇，枯水期为 10 月～次年 3 月。

## 1.5.2 工程总布置

本次新建排涝泵站泵址选定在北濠涌水闸右岸广州港集团大干围码头地块及左岸中海工业集团权属红线与河道管理范围线之间，新建泵站自现状水闸内涌侧引水排至珠江。本次新建排涝泵站水泵机组布置采用右岸一列式并排布置 2 台水泵（ $2 \times 20\text{m}^3/\text{s}$ ）、左岸布置 1 台水泵（ $20\text{m}^3/\text{s}$ ），采用地下干室泵房。泵站左岸采用侧向进水，正向出水，右岸采用正向进出水，出口设置工作闸门及事故闸门，进水、出水流态均较好。

本次总体布置左岸侧泵站主要结构包括进口防冲槽段、铺盖段、进水池段、清污机段、主泵室段、事故闸段、出水流道段及出水箱涵段、海漫及出口防冲槽段，合计顺水流方向长度为 112.8m；右岸侧泵站主要结构包括进口防冲槽段、进水池段、清污机段、主泵室段、事故闸段、出水流道段及压力箱涵段、防洪闸段、海漫及出口防冲槽段，合计顺水流方向长度为 174.8m。

因两岸用地空间有限，本次泵站总体布置涉交叉建筑物为海珠区环岛路北濠涌中桥及现状北濠涌水闸，结构上均能顺接，对现状建筑物无影响。

## 1.5.3 结构布置

本次新建排涝泵站布置于现状水闸的两岸，左岸为正向进水布置，右岸为侧向进水布置，主要结构尺寸如下。

### 1.5.3.1 左岸侧泵站

(1) 防冲槽：进口及出口段均采用抛石防冲槽护底，防冲槽厚度为 1m。

(2) 进水池段

进水池段顺水流方向合计长度为 33.75m，其中铺盖段长度 15m，进口斜坡段 18.75m，采用 C30 钢筋混凝土结构底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m。其中铺盖段底高程为 -2.70m，进口斜坡段底高程为 -6.65~-2.70m，坡比 1:4.7。该段右侧边墙与河底齐平，并设置 1.00m 高拦砂坎及粗格栅。

(3) 清污机段

清污机段顺水流方向结构长度为 7.10m，净宽为 5.0m。采用 C30 钢筋混凝土结构，底板厚度为 1m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板

高程为-6.65m，墩顶高程为 3.50m。内涌侧设检修闸门，清污机工作桥设于主泵室上方。

#### (4) 主泵室段

泵室段顺水流方向结构长度为 25.10m，泵室结构宽度为 7.4m。泵站设计流量为 20m<sup>3</sup>/s，采用 1 台潜水贯流泵机组，潜水贯流泵水泵型号为 2350QGLN-20/2.95(+2°)，左岸泵站装机功率为 1250kW。泵室主体采用 C30 钢筋混凝土结构，泵室底板厚度为 1.2m，下设 C20 素砼垫层厚 0.15m 及掺 6%水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为-6.65m~-6.20m，墩顶高程为 3.50m。泵站出水口采用浮箱式分节钢拍门断流，出水侧设置事故闸门（兼防洪闸门）。

#### (5) 事故闸段（兼做防洪闸）

事故闸段顺水流方向结构长度为 12.20m，宽度为 5.0m，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1.20m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6%水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.70m，墩顶高程为 3.50m，设工作桥及电缆沟；事故闸门采用液压启闭式平板钢闸门，为形成封闭防洪体系，水闸闸顶设防洪墙，墙顶高程为 4.40m。

#### (6) 出水池段

出水池段顺水流方向结构长度为 21.23m，宽度为 5.0m。采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6%水泥石屑垫层厚 0.5m，底板坡度为 1:6，高程为-6.70~-3.10m。出水段施工期占用部分创意园停车场，建成后对场地进行复原。

### 1.5.3.2 右岸侧泵站

(1) 防冲槽：进口及出口段均采用抛石防冲槽护底，防冲槽厚度为 1m。

#### (2) 进水池段

进水池段顺水流方向合计长度为 35.13m，其中铺盖段长度 19.33m，进口斜坡段 15.80m，采用 C30 钢筋混凝土结构底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6%水泥石屑垫层厚 0.5m。其中铺盖段底高程为-2.70m，进口斜坡段底高程为 -6.65~-2.70m，坡比 1:4。该段左侧边墙与河底齐平，并设置 0.5m 拦砂坎及粗格栅。

#### (3) 清污机段

清污机段顺水流方向结构长度为 7.10m，单孔净宽为 5.00m，共两孔。采用 C30 钢筋混凝土结构，底板厚度为 1m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6%水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为-6.65m，墩顶高程为 3.00m。内涌侧设检修闸门，清污机工作桥设于主泵室上方。

#### (4) 主泵室段

泵室段顺水流方向结构长度为 25.10m，泵室结构宽度为 14.40m。泵站设计流量为  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 2 台潜水贯流泵机组，潜水贯流水泵型号为 2350QGLN-20/2.95(+2°)，右岸泵站装机功率为 2500kW。泵室主体采用 C30 钢筋混凝土结构，泵室底板厚度为 1.2m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.65m~-6.20m，墩顶高程为 3.00m。泵站出水口采用浮箱式分节钢拍门断流，出口设置事故闸门。

#### (5) 事故闸段

事故闸段顺水流方向结构长度为 12.20m，宽度为 5.0m，共两孔。采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1.20m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.70m，墩顶高程为 3.00m，设工作桥及电缆沟；事故闸门采用液压启闭式平板钢闸门。

#### (6) 出水衔接段

出水段顺水流方向结构长度为 14.40m，宽度为 6.50~12.00m。采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，底板坡度为 1: 4，高程为 -6.70~-3.10m。

#### (7) 压力箱涵段

本次新建排涝泵站外江侧通过压力箱涵排水至珠江后航道，压力段箱涵尺寸为 6.5m × 3.5m（净宽 × 净高），顺水流方向长度为 15.22m。压力箱涵段采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，箱涵底板顶高程为 -3.10m，顶板顶高程 1.20m。

#### (8) 箱涵段

箱涵段尺寸为 6.5 × 5.5m（净宽 × 净高），顺水流方向长度为 18.00m。箱涵段采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，箱涵底板顶高程为 -3.10m，顶板顶高程 3.00m。

#### (9) 防洪闸段

防洪闸段顺水流方向结构长度为 13.00m，宽度为 6.50m，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1.20m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -3.10m，墩顶高程为 3.00m，设工作桥及电缆沟；防洪闸门采用液压启闭式平板钢闸门，

为形成封闭防洪体系，水闸闸顶设防洪墙，墙顶高程为 4.40m。

(10) 海漫段

海漫段顺水流方向长度为 23.50m，厚度 0.8m，下设 C20 素砼垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m。

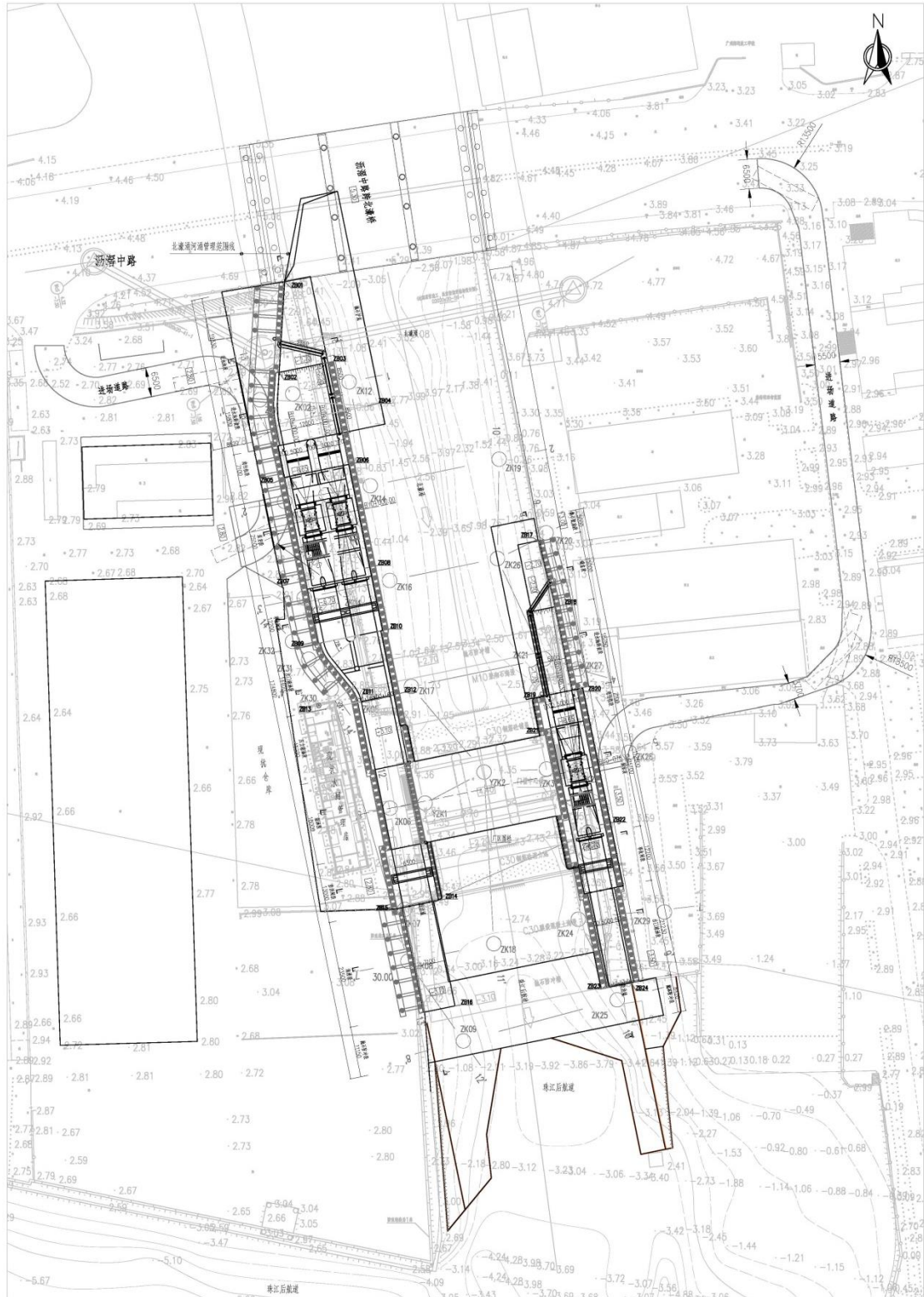


图1-3 工程总体布置图



### 1.5.4 地基处理措施

依据本次《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》（2024年9月）钻孔资料（钻孔 ZK03、ZK13、ZK14），泵站基底坐落于粗砾砂层，基础下部层厚约 4.0m。该层局部含较多淤泥，整体渗透系数较大，泵站主体结构距离珠江涌口较近，受珠江潮汐影响易发生局部的（不均匀）沉降以及渗流破坏。且依据本次勘察成果工程范围内其他钻孔揭露，泵站地基范围内的淤泥及淤泥质粘土分布广泛，泵站基底所处土层有存在夹带软弱土层的风险，结合泵站主体结构段上部荷载计算成果，本次需进行地基处理。

根据对本次地勘成果揭露的土层分析，泵站基底所在土层为粗粒砂层，分布广泛且厚度大，且工程位置位于北濠涌与珠江后航道交汇口，受地下动水影响大，高压旋喷桩成桩效果难以保证，故本次不考虑使用旋喷桩作为地基处理措施。

根据《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）7.3.1 水泥搅拌桩复合地基处理应符合下列规定：“不适用于含大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土…密实的砂土类，以及地下水渗流影响成桩质量的土层。”根据本次地勘成果，主泵室段部分场地揭露有大块混凝土，同时考虑部分地基处理桩位于现状浆砌石挡墙范围段，若本次采用水泥搅拌桩复合地基，存在部分地段难以施打的可能性。

通过计算复核，两岸主泵室段上部荷载较大，为保证泵室段的结构稳定及安全，综合考虑泵室段采用灌注桩桩基，最大限度保证成桩质量及泵站结构安全。

右岸泵站进水段及压力箱涵段基底位于淤泥质粉砂层，考虑结构段上部荷载相对较小，且场地具备施打搅拌桩的条件，故采用水泥搅拌桩复合地基作为地基处理措施。

综合上述计算，本次泵站主体结构地基处理型式汇总如下表。

**表1-6 地基处理型式汇总表（复合地基）**

结构部位	水泥搅拌桩（桩径 850mm）
右岸进水段	桩间距 1.8m×1.8m，桩长 4.6m
右岸压力箱涵段	桩间距 1.8m×1.8m，桩长 5.55m

**表1-7 地基处理型式汇总表（桩基础）**

结构部位		灌注桩基础（桩径 1m）
左岸	左岸清污机段	桩间距 3.2m×3.0m，桩长 13.57m
	左岸泵室段	桩间距 3.2m×3.0m，桩长 15.0m
	左岸事故闸段	桩间距 3.2m×3.0m，桩长 9.10m
右岸	右岸清污机段	桩间距 3.35m×3.0m，桩长 13.15m
	右岸泵室段	桩间距 3.35m×3.0m，桩长 13.0m
	右岸事故闸段	桩间距 3.35m×3.0m，桩长 13.40m

### 1.5.5 基坑支护措施

本次扩建泵站距离现状厂房较近且场地施工空间有限，考虑尽量减少对周边环境的影响结合经济合理性分析，同时考虑泵站主体结构距离珠江涌口较近，受珠江潮汐影响易发生局部的（不均匀）沉降以及渗流破坏，故本次推荐采用方案三，即咬合式灌注桩支护方案（钢筋混凝土灌注桩与素混凝土灌注桩咬合布置），以达到良好的支护及止水效果。

根据基坑各区段的地质条件、开挖深度和周边环境等实际情况，本工程基坑支护分为临时支护及永久支护。其中左右岸进水池段均采用双排灌注桩结合挂板或桩顶挡墙型式作为永久结构，永久支护桩顺延建筑物结构边线，基坑深度为 6.65m~7.35m，咬合式灌注桩桩径为 1m，桩顶设置冠梁，首排钢筋混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，第二排钢筋混凝土灌注桩桩间距为 3.0m；左右岸泵室主体结构采用单排咬合灌注桩支护、钢筋砼对撑型式作为临时支护，基坑深度为 11.75~12.45m，灌注桩桩径为 1m，桩顶设置冠梁，钢筋混凝土灌注桩、素混凝土灌注桩桩间距均为 1.5m。

本工程基坑支护的主要目的是控制支护结构的变形以保护基坑边的建筑物不致开裂破坏，由于本工程进、出水池段均为永久支护工程，且进口连接段、进水池段左岸施工期占用创意园区及停车场部分范围，考虑到基坑破坏后果的重要性及产生的社会影响，因此将本工程永久基坑支护的等级定为一类基坑。

## 1.6 机电及金属结构

### 1.6.1 水力机械

本次拟在北濠涌涌口新建排涝泵站 1 座，北濠涌泵站设计排涝流量  $60.00\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程为 1.00~4.51m。泵站装设 3 套 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 叶轮内置式潜水贯流泵组，泵组采用干坑方式安装，出水采用拍门断流。泵站水泵机组型号特性详见下表。

表1-8 泵站泵型特性表

水泵型号	2350QGLN-20/2.95
台数	3
叶片安装角度 (°)	+2
转速 (r/min)	162
单泵配套功率(kW)	1250(10kV)
叶轮直径 (mm)	2350

水泵型号		2350QGLN-20/2.95
设计工况	总扬程(m)	2.95
	流量(m <sup>3</sup> /s)	20.29
	效率(%)	83.00
最高扬程工况	总扬程(m)	4.51
	流量(m <sup>3</sup> /s)	16.12
	效率(%)	74.00
泵站装机功率(kW)		3750

## 1.6.2 电气

泵闸站供电采用 10kV 双电源供电，一用一备。水泵机组电源由 10kV 市电直接提供。泵闸站设置一台 160kVA，10/0.4kV 站用变压器为设备房照明设备、出水口事故闸门液压油泵等负荷供电。

泵闸站 10kV 母线及 0.4kV 母线均采用单母线接线，变压器选用 SCB14，10/0.4kV 型干式变压器，高压开关柜采用 KYN 型铠装移开式交流金属封闭开关柜。低压开关柜选用 GCK 型低压抽出式开关柜。泵站设备房内设置高压室、变压器室、低压室、高压启动室、高压无功补偿室和中控室。高低压开关柜、变压器、高压固态软启动柜以及高压无功补偿柜等分别布置在相关功能室内机组 LCU 柜、计算机监控系统等设备布置在中控室内。

## 1.6.3 金属结构

金属结构分别为左右岸的泵站进水口粗格栅、进水口检修闸门、自动清污机、出水口拍门、出水口事故闸门、右岸防洪闸门等。

左岸粗格栅共设置三孔，三孔孔口尺寸为别为 8.40m×2.70m、9.00m×2.70m、8.00m×3.20m，每孔共一扇拦污栅。

右岸粗格栅共设置三孔，三孔孔口尺寸为别为 7.90m×3.20m、8.50m×3.20m、9.86m×3.20m，每孔共一扇拦污栅。

设置三孔检修闸，孔口尺寸为 5.0m×9.65m、5.0m×9.65m、5.0m×10.15m，共设置一扇检修闸门，为露顶分节叠梁闸门。

左岸设置 1 孔自动清污机，孔口尺寸为 5.0m×10.15m。栅体为 75° 布置。左岸设置一套皮带输送带，长度约 8.0m。

右岸设置 2 孔自动清污机，孔口尺寸均为 5.0m×9.65m。栅体为 75° 布置。右岸设

置一套皮带传送带，长度约 16m。

水泵出口采用拍门断流，本工程共 3 台水泵，采用 6 孔拍门进行断流。拍门孔口尺寸为 2.2m×4.4m。采用浮箱分节式钢拍门。

在泵站出水口处设置事故闸门，共设置 3 孔事故闸，孔口尺寸都为 5.0m×5.0m。闸门的布置形式采用液压启闭机启闭。左岸事故闸门兼具备防洪功能。事故闸门采用液压启闭机，三孔共用一套液压泵站，采用现地及远方控制启闭机，采用双吊点形式；三孔事故闸采用 2×250kN/2×100kN 液压启闭机启闭。

在右岸泵站出水口设置一孔防洪闸，孔口尺寸为 6.5m×4.0m。闸门的布置形式采用 2×200kN/2×100kN-4.0m 液压启闭机启闭。

## 1.7 消防设计

本工程消防设计贯彻“预防为主，防消结合”和确保重点、兼顾一般、便于管理、经济实用的原则，结合本工程自身的特点和具体条件，采用可靠先进实用的防火技术，保障安全，使用方便，节省投资。设计中，采用“一防、二断、三灭、四排”的综合消防技术措施。消防设施的配置应以消防自救为主，外援为辅。泵站布置和消防设计统筹考虑，在工程总体布置中消防车道、防火间距、安全出口均应满足规范要求。

## 1.8 施工组织设计

### 1.8.1 施工条件

工程所在地位于海珠区，对外交通和运输条件良好。该区域为平原河网区，地势平坦，水系纵横交错，水陆运交通发达。根据上述交通现状和货运特性，本工程对外交通以公路运输为主。

工程所用的主要建筑材料如水泥、木材、砂、石及碎石等均在广州市场购买。本工程施工用水、生活用水可与当地水主管部门取得联系，就近驳接自来水管解决；施工用电就近与供电部门协商拉线驳接，无此条件则需在临时用地内自备移动式发电机自发电，架设低压线路至施工现场内各用电点及生活区各用电点。

### 1.8.2 施工导流及围堰方案

泵室的基坑开挖和水上砼的浇筑安排在枯水期，灌注桩支护等水上部分施工可在汛期施工。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)，新建排涝泵站主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级，洪水标准根据建筑

物结构类型和级别确定，其中混凝土、浆砌石结构为 5~10 年，土石结构为 10~20 年，取 10 年一遇重现期。导流时段为枯水期（10 月~次年 3 月），10 年一遇施工期设计洪水为  $21.6\text{m}^3/\text{s}$ 。施工期对应的 10 年一遇内涌水位为 1.78m，外江 10 年一遇潮水位为 2.47m。

本次新建泵站布置于现状水闸两岸，结合工程实际情况考虑，泵站左右岸分两期施工，本次施工总工期为 24 个月。

一期泵站施工工序：按本次施工计划，拟于枯水期填筑泵站打桩平台及内涌、外江侧围堰，关闭两孔闸门，利用一孔水闸导流，进行岸上支护桩及桩基础施工，在第一个汛期来临之前拆除水闸过流范围内围堰，填筑基坑端头围堰，至少保证水闸两孔过流，进行基坑开挖及泵站主体工程施工、设备安装调试、验收后拆除全部围堰，泵站主体施工期间可同步进行管理区及管理房建设。

现状水闸闸室底板上下游侧、翼墙衔接段、外江海漫下游侧均设有桩径 1m 的咬合式高压旋喷桩防渗墙，本次一期右岸内涌侧围堰通过单排钢板桩围堰、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系；本次一期右岸外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、海漫下部防渗墙及钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。

二期施工左岸泵站，拟于第二个枯水期填筑泵站打桩平台及内涌、外江侧围堰，关闭两孔闸门，利用一孔水闸导流，进行岸上支护桩及桩基础施工，在第二个汛期来临之前拆除水闸过流范围内围堰，填筑基坑端头围堰，至少保证水闸两孔过流，进行基坑开挖及泵站主体工程施工、设备安装调试、验收后拆除全部围堰，泵站主体施工期间可同步进行管理区及管理房建设。

现状水闸闸室底板上下游侧、翼墙衔接段、外江海漫下游侧均设有桩径 1m 的咬合式高压旋喷桩防渗墙，本次二期左岸内涌侧围堰通过单排钢板桩围堰、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系；本次二期左岸外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、海漫下部防渗墙及钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。

### 1.8.3 施工总布置

通过现场考察和综合分析，针对生产、生活临时措施需要，采用集中布置原则进行施工。布置以减少占地为目的，紧凑布置临时施工设施，尽量将生活区和生产区区分开来。临时施工占地考虑仓库、办公、生活、生产临时施工用房及材料堆放场、施工机械

停放场等，可集中布置在闸站旁空地。不设专门的机械修配厂及汽车修理厂，上述设备的维修养护可以在附近的修理加工厂进行。

为了减少临时生活区的干扰，营造出相对安静的生活环境，计划将生产和生活区分开布置，根据施工总进度安排、施工期高峰人数 45 人，全部设在生活区建筑面积按高人数 40 人计算：生活区建筑面积 600m<sup>2</sup>。因施工区内，用地范围有限，施工仓库尽量就近布置在施工用地范围内，生活及办公用房可租用在附近村落。

#### 1.8.4 施工总进度

本工程施工总工期拟计划 24 个月。

### 1.9 建设征地与移民安置

根据工程布置，通过调查及测量结果统计，工程永久占地 4767.90m<sup>2</sup>（7.15 亩），包括陆域永久征地 3417.12m<sup>2</sup>（5.13 亩）及水域永久征地 1350.78m<sup>2</sup>（2.02 亩），临时用地 908.93m<sup>2</sup>（1.36 亩）。工程征地拆迁总估算为 1836.05 万元。

#### 1.10 环境保护设计

工程范围内不涉及饮用水源保护区、生态保护红线、超载严重河道区、大气污染物增量严控区、水环境空间超载管控区。

本次工程建设符合国家相关法律法规和产业政策，也符合国家和地方宏观环境保护规划的要求，与所在流域综合治理开发规划具有较好的符合性，同时与区域社会经济发展规划具有较好的协调性。本次工程建设旨在进一步提升海珠区北濠涌片区的防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力，基本不会对环境产生不利影响，具有极其重要的社会和经济效益。工程的不利影响主要是工程建设产生施工环境影响问题。

本次设计提出了水环境保护、生态保护、土壤环境保护、人群健康保护、大气及声环境保护措施等，并对环境监测提出要求。在落实本报告书提出的各项环境保护措施后，工程对环境的各种不利影响均可得到预防和有效缓解，因此，从环境保护角度分析，工程的建设是可行的。

本工程施工期环境保护投资 10.00 万元。

#### 1.11 水土保持设计

项目规划建设占地区域内植被状况较好，水土流失类型属南方红壤丘陵区水力侵蚀

范畴，以面蚀为主，自然侵蚀强度轻微，土壤容许流失量  $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目所在地广州市属于南方红壤区。根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土流失规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《广东水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（2015年10月13日）、《广州市水土保持规划（2016~2030）》等文件和资料，项目区所在地广州市海珠区不属于国家、广东省和广州市划定的水土流失重点预防区、重点治理区。

项目不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、地质公园、风景名胜区、森林公园、重要湿地等水土保持敏感区。

根据分区的原则，本工程分为主体工程区一个分区。工程的防治责任范围与工程的用地红线保持一致，本工程的征占地面积  $0.27\text{hm}^2$ ，施工过程中严格控制红线内部的水土流失，不允许扩大扰动范围，因此防治责任范围  $0.27\text{hm}^2$ 。

主体工程设计中水土保持措施有截水沟等，方案需要新增临时覆盖、临时排水沟和沉沙池等水土保持措施，以防止建设过程中水土流失现象的发生。主体已列和方案新增措施的有机结合，合理布局，形成科学、综合的防治体系，可有效防治项目建设造成的水土流失，力争使开发建设项目与生态环境保护同步进行，最大程度的控制及治理项目建设对当地生态环境造成的破坏，达到经济建设与生态环境保护双赢的最终效果。

本工程水土保持专项费为 1.01 万元。

## 1.12 劳动安全与工业卫生

根据《工业设计卫生标准》、《工业企业噪声卫生标准》、《工业污染物排放标准》，工程采用相应的劳动保护措施，做好防电、防雷和防火等工作。

本工程针对施工期和运行期劳动安全与工业卫生等方面存在的问题，在防火、防爆、防电气伤害、防电磁辐射、通风、采光照明、高支模安全措施及深基坑施工安全措施等方面采取相应的安全技术和措施，使得本工程在建设及运行过程中的危险和有害因素危害可得到有效控制，基本具备安全生产条件，作业人员的职业健康可以得到保证。

## 1.13 节能设计

根据《中华人民共和国节约能源法》、国家各有关部委关于固定资产投资工程项目设计报告“节能篇（章）”编制及评估的规定及国家发展和改革委员会、科学技术部提

出的《中国节能技术政策大纲（2006版）》的要求，对本新建工程进行节能设计，保证工程在实施过程中以及建成后合理地利用能源，高标准、高起点、高效率地提高工程建设的资源利用率。

## 1.14 工程管理设计

工程位置现状北濠水闸的管理单位为广州市海珠区水利设施养护所，主管单位是广州市海珠区水务局。本次新建北濠涌泵站与现状北濠水闸联合布置，现状水闸项目运营模式为自主运营管理，北濠水闸的管理单位为广州市海珠区水利设施养护所，主管单位是广州市海珠区水务局。泵站建成后由原单位一并管养运营，不另设新管理单位。

广州市海珠区水利设施养护所下设综合部、养护计统部、工程项目计统部、工程管理一部、工程管理二部、排水巡查管养部、堤围养护部、水闸及信息化管养部等部门，其中，水闸及信息化管养部负责水闸的调度和管理的工作。水闸及信息化管养部共5名管理人员。管理人员权责分明，基本满足运行管理的要求。

### 1.14.1 工程管理范围

泵站工程的管理范围是管理单位直接管理和使用的范围，应包括：

- (1) 工程各组成部分（包括上下游翼墙、进出水池、泵室段和两岸连接建筑物）的覆盖范围；
- (2) 为保证工程安全、加固维修、美化环境等需要，在水闸工程建筑物覆盖范围以外划出的一定范围；
- (3) 管理和运行所必须的其他设施占地。包括管理单位的生产、生活区，多种经营生产区以及职工文化、福利设施等建设占地。

北濠泵站位于珠江后航道与北濠涌交汇出口处，堤防上的泵站，管理范围应结合堤防统筹考虑，结合工程实际情况，确定泵站管理范围为左右岸与北濠涌堤防管理范围一致、上下游为泵站泵室外扩50m，同时设置界桩。

### 1.14.2 工程保护范围

本次工程保护范围如下：

- (1) 河道及堤防：根据《堤防工程设计规范》【GB 50286-2013】第13.2.3条，工程保护范围背水侧紧邻护堤地边界以外100m的区域。



(2) 闸站工程：根据《水闸设计规范》【SL 265-2016】第 10.2.2 条，工程保护范围为闸站上下游管理范围外延 200m，左右岸管理范围外延 100m。

(3) 附属工程设施包括监测、通信、交通设施，界碑里程碑，其它维护管理设施等，根据其依附的主要水利设施划定保护范围。

在工程保护区范围内，不改变土地和其他资源的产权性质，仍容许原有业主从事正常的生产建设活动，但必须限制和禁止从事勘探、爆破、开采地下水或构筑其它地下工程的行为，避免危及工程安全。

### 1.15 工程信息化

本项目工程信息化的主要建设内容为，按照水利信息化标准体系，基于统一、开放平台的理念，建立起一套覆盖全管理区域的网络、信息采集存储、业务服务与应用的信息化管理系统。其中包括：水文自动测报子系统，视频监控系统，泵站自动化监控子系统，工程安全监控子系统。另外除各子信息系统外，还应建设一个统一的信息应用集成平台，统辖接入各子系统的数据和功能应用，达到资源共享和整合的目标。

整体信息化建设方案为重建整个工程现地内部网络，达到高速高可靠性要求；各子功能系统通过内部网络连接与中心互联互通，提供数据及基础服务，按照统一要求接入最上层的信息应用集成平台，实现业务功能及日常管理的高效运行。

### 1.16 设计概算

本工程概算总金额为 16002.78 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 10374.04 万元；

第二部分：工程建设其它费用 4954.66 万元（含独立费用 3107.60 万元，建设征地移民补偿静态投资 1836.05 万元，水土保持工程静态投资 1.01 万元，环境保护工程静态投资 10.00 万元）；

预备费（基本预备费）：674.08 万元。

### 1.17 经济评价

本工程实施后，有助于区域的防洪排涝，极大改善两岸及周边的生态环境，景观节点的构建将提升周边群众的生活质量，促进当地的旅游发展，对区域的社会发展和人居环境建设有较大促进，本工程社会效益及环境效益显著。

通过项目经济分析，各项指标符合国家规定，说明项目在经济上是合理可行的，具有良好的经济效果，对某些不确定因素，具有一定的适应能力。对投资增加 10%，效益减少 10%，虽然评价指标有所减低，但并不影响经济评价的结论。从国民经济评价看，本工程项目合理可行，经济指标较优，效益好，风险小，建议尽快动工。

## 1.18 海绵城市建设

本工程的实施除了满足防洪及排涝功能外，也能改善流域水环境，使现状河流更加水满、水清、水活，使人们能够到水边休闲、入水嬉戏、临水而居，从而改善居民的人居环境。本工程管理区绿地基本为植草皮绿化，有强透水性，能够使大部分雨水渗入地下，降低地表径流的比例，减少了地面排水系统的负荷，符合海绵城市建设理念。同时，本工程把泵站建设和周边的地块开发结合起来，通过建设水生态基础设施与市政衔接的海绵系统，打造高密度建设地区海绵城市建设典范，建设城水共生的岭南生态城市和宜居都市，实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的总体目标，同时在海绵系统的基础上营建具有活力的特色水景观。

综上，本工程的建设符合《广州市海绵城市规划建设管理暂行办法》，采取的工程措施合理、适宜。

## 1.19 树木保护设计

### 1.19.1 调查范围

对项目用地红线范围内的现状树木资源进行调查，调查面积约 3417.12m<sup>2</sup>。

### 1.19.2 资源状况分析

经统计，本项目调查范围内现有绿地 3 块，无连片成林分布，共有树木 59 株，其中挂牌古树名木 0 株；无古树后续资源；大树资源 10 株，其他树木 49 株。

本项目红线范围内，发现现有绿地 3 块，面积分别为 389m<sup>2</sup>、554.8 m<sup>2</sup>、718.8 m<sup>2</sup>。

本项目调查范围内无连片成林分布、无古树名木分布、无古树后续资源分布。

### 1.19.3 原址保护

本项目范围内不涉及原址保护树木。

## 1.19.4 迁移利用

本项目建设范围内共有 59 株树木，结合后续项目建设方案，在充分摸排项目调查范围内植物分布、大小、品种等情况后，经分析，现状树木资源中 54 株树木与项目建设方案存在冲突需进行迁移保护。

### 1.19.4.1 迁入地的选择要求

本项目建设范围内需迁移的 54 株树木将永久迁移至广州市海珠区南洲海珠湿地三期处进行迁移保护。树木迁移需提前对迁入地块的土壤理化性质进行化验分析，采取相应的土壤改良、施肥和置换客土等措施。采取少修剪移植技术，可最大限度地保留原有的树形、树冠，保证较好的景观效果，确保迁移树木的成活率和完好率。

### 1.19.4.2 树木的权属关系

本项目需迁移的树木权属单位和养护单位均为广州市海珠区河涌管理所，迁移单位为广州市海珠城发生态景观有限公司。树木永久迁移至广州市海珠区南洲海珠湿地三期后，由迁移单位养护 1 年，后权属单位及养护单位移交给广州市海珠湿地维护中心。

## 1.19.5 砍伐

### 1.19.5.1 砍伐清单

经调查，结合规划设计方案进行分析，现状树木资源中有 59 株树木与项目建设方案存在冲突，其中 5 株树木与项目建设内容冲突，且利用价值低不具备迁移利用条件的情况，建议进行清除处理，树种均为构树。

依据《广州市绿化条例》等相关规定：对人身安全、交通安全或者其他设施构成威胁严重影响，无法迁移或者无迁移价值的树木和已经死亡的树木，经绿化行政主管部门审批可对其砍伐。通过对本项目范围内的 5 株构树进行综合评价，建议将其按砍伐清除处理。

### 1.19.5.2 砍伐树木补植计划

根据树木砍伐方案，及现场实际情况，选取 5 株树形完整的细叶榕假植苗进行补植。

## 1.19.6 结论

### 1.19.6.1 树木调查结果

本项目调查范围内，共有树木 59 株，其中：

(1) 调查范围内无现有绿地、无连片成林分布，无古树名木、古树后续资源分布。

(2) 大树有 10 株，树种分别为构树、苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆、细叶榕和黄葛树。

(3) 其他树木有 49 株，树种分别为波罗蜜、番石榴、构树、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、杧果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。

#### **1.19.6.2 树木保护规划**

(1) 迁移保护：54 株

1) 大树 6 株，树种分别为苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆、细叶榕和黄葛树。

2) 其他树木 47 株，树种分别为波罗蜜、番石榴、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、杧果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。

(2) 砍伐处理：5 株

1) 大树 3 株，树种均为构树。

2) 其他树木 2 株，树种均为构树。

(3) 树木调查及处理措施符合国家有关政策规定

编制单位在充分摸查改造范围内所有树木并进行分析处理的基础上，编制本专章，树木摸查和数据分析过程严格按照相关技术规范开展，对树木的分级保护建议符合《广州市绿化条例》等广州市地方政策的规定，本专章符合现行法律法规和技术规范要求。以最大限度避免树木砍伐迁移，此方案已是最优方案。

#### **1.19.7 建议**

(1) 下一步工作建议

根据《广州市绿化条例》第三十六条至三十八条规定，不得擅自砍伐、迁移树木，项目中涉及迁移、砍伐树木的应按程序报送绿化行政主管部门审批后才能实施，并按照国家有关规定补植或者采取其他补救措施。

(2) 施工过程建议

对每株树木进行全过程跟踪管理，全面落实树木保护职责及要求。施工过程中应及时在树干周围采取保护措施，进行有效保护范围围蔽措施，不得破坏树木及其立地生境，不得随意更改树木根茎处的地形标高。

## 1.20 历史建筑保护设计

### 1.20.1 基本情况

广州市人民政府发布了《广州市人民政府关于公布广州市历史建筑名单的通知》(穗府函〔2022〕159号),根据《历史文化名城名镇名村保护条例》《广州市历史文化名城保护条例》等有关规定,确定了广钢铁路专用线花地河大桥等13处建(构)筑物为广州市第七批历史建筑。其中大干围仓库旧址及城安围船厂旧址被列入第七批历史建筑名单,上述旧址位于本次工程位置两岸地块。

根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划(征求意见稿)》相关历史建筑旧址核心保护区范围划定,大干围仓库旧址的核心保护面积合计为1978平方米,核心保护范围为建筑本体及东侧2.7m范围。经复核,本次工程左岸工程占地红线距离大干围仓库旧址核心保护范围最近距离约200m,工程位置距离保护范围较远,可认定工程建设对现状旧址基本无影响。

根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划(征求意见稿)》相关历史建筑旧址核心保护区范围划定,大干围仓库旧址的核心保护面积合计为17238平方米,核心保护范围为建筑本体及相关功能空间范围。

经复核,本次工程左岸工程占地红线距离城安围船厂旧址核心保护范围最近距离约13m,工程建设区域临近下水滑道位置。根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划(征求意见稿)》保护管理相关要求,本次对左岸临近历史建筑旧址保护范围段采取以下保护措施,如设置围蔽措施并做好交通防护及安全警示工作、以人工与小型机械配合作业,靠近历史建筑本体采用人工作业、加强现场监测和巡查、对历史建筑核心保护区安全进行实时动态监测、合理安排施工工期、制定应急预案及应急处置措施等相关保护措施,保证历史建筑核心保护区域的安全。

### 1.20.2 影响分析结论

通过分析工程建设过程中对历史建筑本体、环境存在潜在的施工期噪音、震动影响、风貌影响、运营影响等方面的影响风险,可以得出以下结论:

(1) 本次泵站建设工程不涉及历史建筑本体、核心保护范围,且已制定相应的防护措施,符合相关规范和各项评估要求。本次泵站建设工程对历史建筑本体安全无负面

影响。

(2) 历史建筑核心保护范围内不涉及影响历史建筑安全的禁止性行为；

(3) 泵站建设工程不涉及历史建筑核心保护范围，满足保护范围内的保护要求；

(4) 本次泵站建设工程在结构型式等方面与历史建筑本体风貌基本协调，基本满足核心保护范围的保护要求。

### 1.20.3 建议

(1) 建设工程实施前需按程序上报相关行政主管部门进行审批，获得批复后，应严格按照设计方案实施，不得擅自改变方案及项目内容、规模、使用功能等。

(2) 设计方案应充分考虑与历史建筑相协调，鼓励与历史建筑之间的景观进行统一设计，提升历史建筑价值和品质。

(3) 施工过程中应积极做好防尘和震动监测工作，防止扬尘和震动对历史建筑本体造成不利影响。

(4) 施工过程中应加强历史建筑本体安全的实时动态监测，如发现问题，应立即停工并通知历史建筑保护部门，寻求专业指导。

(5) 施工单位应加强建设过程中与后期的监督和定期检查，确保施工时作业带两侧设置边界桩和隔离栏，使施工人员及施工机械控制在作业带内，同时在历史建筑核心保护范围周围设置明显标志，如现场发现问题应及时向历史建筑保护部门汇报，由历史建筑保护部门到现场协同处理。

## 1.21 结论与建议

### 1.21.1 结论

(1) 工程建设内容

本次工程在北濠涌涌口新建一座排涝泵站及相应附属建筑，并对现状设备房进行扩建。经详细论证计算，本次新建泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，选用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。

(2) 工程必要性

从海珠区排涝片历史洪灾情况分析，北濠涌区域是一个洪涝灾害频发、洪涝灾害损失较为严重的地区。结合现场调查了解，近年来每逢暴雨天气，北濠涌片区的低洼区域

均出现了不同程度的积水、内涝情况，影响当地交通、严重威胁当地人民生命财产安全。

本工程所在海珠区 2022 年人均地区生产总值 13.83 万元，经济密度达到 27.68 亿元/平方公里。本工程位于海珠区国土空间总体规划中城市空间格局三区支撑的“中大国际创新生态谷”分区，区域防洪排涝保护对象重要。为使区域能有效应对不低于 50 年一遇的暴雨，新建北濠涌排涝泵站及相应附属建筑是非常必要的。

《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025 年）》《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025 年）》均提出对海珠区的多座泵站进行升级改造，新建北濠涌排涝泵站是规划措施中的一项。

### （3）工程设计标准

新建北濠涌排涝泵工程所在海珠区属广州市中心城区，防洪排涝保护对象重要。根据《治涝标准》（SL723-2016）《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222-2017）《防洪标准》（GB50201-2014）以及《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》（已批复）《广州市防洪（潮）排涝规划（2020-2035）》（送审稿）等，确定北濠涌泵站排涝标准采用 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾，并结合区域低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施，使得区域内涝防治重现期达到 100 年。水闸及堤岸防洪（潮）标准采用 200 年一遇。

本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇，堤防级别为 1 级。综合考虑，本次工程分段设定建筑物级别，其中外江侧防洪闸段主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级；内涌侧泵室段及事故闸门段主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

### （5）投资估算

本工程概算总金额为 16002.78 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 10374.04 万元；

第二部分：工程建设其它费用 4954.66 万元；

预备费（基本预备费）：674.08 万元。

### （6）工程范围

项目服务区域主要为海珠区北濠涌、瑞宝涌、五凤涌、康乐涌片区流域范围，包括凤阳街道、瑞宝街道、南洲街道等片区。

### （7）要素保障性

本工程不涉及饮用水源保护区、生态保护红线，实施时以及实施后不影响饮用水源保护区以及生态保护红线内。

#### （8）运营有效性

本次新建北濠涌泵站与现状北濠水闸联合布置，现状水闸项目运营模式为自主运营管理，北濠水闸的管理单位为广州市海珠区水利设施养护所，主管单位是广州市海珠区水务局。泵站建成后由原单位一并管养运营，不另设新管理单位，广州市海珠区水利设施养护所制定了详细的管理规章制度，管理制度对日常管理、维修保养、水情观察、用水调度、安全检查以及管理人员的职责、管理范围等进行了具体规定，管养切实可行。

#### （9）财务合理性

根据《广州市水务局关于印发广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025 年）的通知》（穗水规计〔2020〕11 号），“省管河道建设资金，中心七区由市财政出资，外围四区由区财政出资，由各区负责维护管理。珠江干堤与内涌交界处的水闸由市财政出资建设，排涝泵站按市区比例出资（越秀、海珠、荔湾、白云区按市区出资比例 5：5 分担，天河区按市区出资比例 4：6 分担）。”

北濠涌泵站外江为珠江后航道，属于省管河道及珠江干堤与内涌交界范畴，本项目总投资 16002.78 万元，按市区出资比例 5：5 分担。

设施的运行维护由区财政出资；日常养护费用由区按照移交设施量出资。

#### （10）影响可持续性

本工程实施后，通过泵站建设，将片区排涝能力提高到 50 年一遇，还可通过管网片区优化改造、片区调蓄、竖向抬高等，有效提升区域内涝防治能力，使得片区内涝防治标准达到 100 年一遇，通过泵站水闸运行调度可改善河涌水环境。本工程实施后，助力区域经济发展、落实国家、省市相关政策等方面出发可产生持续性积极的影响。

#### （11）工程可行性

工程建设符合区域远期规划发展需求，为后续区域发展提供基础建设条件；通过本次新建排涝泵站，结合海珠区其他泵站建设工程，联合片区管网改造、河涌整治等综合措施，片区排涝能力将提高至 50 年一遇，有效提高区域应对极端天气能力，为海珠区发展建设提供基础安全保障。

本工程资金来源为市、区财政投资，资金来源有保障。



本工程用地符合国土及规划要求，建设场地路网发达，无交通疏散要求，建设场地开阔，机械及材料进出方便，工程实施可实施性较高。

#### (12) 风险可控性

本工程从合法性分析、合理性分析以及可控性分析均属于低风险。综上，本工程在防洪安全、经济、社会、环境等各方面均可行。

### 1.21.2 建议

(1) 根据海珠区北濠涌泵站计算分析成果，远期结合改造，建议将北濠涌流域片区城建区整体抬高至 2.5m 以上，竖向抬高有利于提高区域洪涝安全。

(2) 完善区域防洪排涝应急管理体系，应对设计重现期内的洪涝风险，并考虑超标准的应急措施，确保区域防洪排涝安全。

(3) 建议同步实施河涌卡口处拓宽、排水管网清淤等工程，使雨水可顺畅流至闸泵前，避免地上积水、泵前无水可抽的不合理现象发生，保障治涝成效。

(4) 海珠区泵站水闸较多，为提高水利设施联合调度水平，保障海珠区水安全，建议海珠区范围内所有泵站水闸建立联控数字系统。

(5) 项目涉及外电接驳，本阶段暂预估了外电部分工程量，具体须由有电力资质且在供电部门备案的外电单位按甲方与供电部门签订的供电方案设计后报供电部门审核后实施施工。

## 1.22 工程特性表

表1-9 工程特性表（珠基高程）

序号及名称	单位	数量	备注
一、水文			
1、流域面积			
五凤涌	km <sup>2</sup>	1.48	
康乐涌	km <sup>2</sup>	2.40	
瑞宝涌	km <sup>2</sup>	3.98	
北濠涌	km <sup>2</sup>	2.63	
北濠涌排涝片	km <sup>2</sup>	10.49	
2、代表性流量			
北濠涌片区洪峰流量（P=2%）	m <sup>3</sup> /s	80.60	50年一遇
枯水期洪峰流量（P=10%）	m <sup>3</sup> /s	21.60	内涌10年一遇
二、工程规模			
1、泵站特征水位			
设计标准		50年一遇	

序号及名称	单位	数量	备注
内涌侧最高水位	m	1.00	
内涌侧最高运行水位	m	0.60	
内涌侧最低运行水位	m	-0.10	
内涌侧设计运行水位	m	0.20	
内涌侧起排水位	m	-0.50	
外江侧防洪水位	m	3.06	
外江侧最高运行水位	m	2.94	
外江侧设计运行水位	m	2.31	
外江侧最低运行水位	m	-0.50	
三、建设征地与移民安置			
工程永久用地范围	亩	7.15	
工程临时用地范围	亩	1.36	
四、主要建筑物及设备			
1、原水闸特性			
水闸孔数	孔	3	
闸孔净宽	m	24	
闸底高程	m	-2.2	
闸门形式		液压顶升式平面钢闸门	
闸门数量	扇	3	
启闭机形式		液压启闭机	
2、新建泵站特性			
水泵型号		2350QGLN-20/2.95 (+2°)	潜水贯流泵
地基特性		粗砾砂	
地震动参数设计值	g	0.10	
地震基本烈度	度	7	
顶部高程	m	4.4	
设计流量	(m <sup>3</sup> /s)	60	
水泵台数	台	3	
装机容量	kW	3×1250	
进水池底板高程	m	-6.65	
五、施工			
1、主体工程数量			
明挖土方	m <sup>3</sup>	37948	
填筑土方	m <sup>3</sup>	18455	
混凝土	m <sup>3</sup>	13019	
2、总工日			
	工日	146146	
3、施工围堰			
		横、纵向围堰	
4、施工总工期			
	月	24	
六、经济指标			
工程部分静态投资	万元	10374.04	

序号及名称	单位	数量	备注
建设征地移民补偿投资	万元	1836.05	
水土保持工程投资	万元	1.01	
环境保护投资	万元	10.00	
总投资	万元	1602.78	

## 2 水文

### 2.1 流域概况

#### 2.1.1 流域概况

海珠区位于广州市东南部，地处北纬  $23^{\circ}52' \sim 25^{\circ}59'$ ，东经  $113^{\circ}29' \sim 113^{\circ}46'$ ，为广州市属 11 大行政区之一，全区面积  $90.40\text{km}^2$ ，整个行政区域由海珠岛、琶洲岛、官洲岛等组成，全区由新滘大围、共和大围、琶洲大围、北帝沙围、丫髻沙围、官洲大围和陈沙围等合并，组成防护大堤，外江堤线总长  $81.9\text{km}$ （包括城区部分堤线  $18\text{km}$ ，工厂、企业单位堤线  $13.3\text{km}$  和内涌堤防海珠涌  $11.88\text{km}$ ，黄埔涌  $15.6\text{km}$ ），全区被北面的珠江前航道、南面的珠江后航道、官洲水道、仑头水道等分隔开来，岛内河涌交错，地势低洼，除极小部分为低丘台地外，大部分高程在  $1.0 \sim 2.0\text{m}$ （珠基，下同）左右，极易形成内涝。

北濠涌位于广州市海珠区西南部，上游位于瑞宝涌、西碌涌交汇处。北濠涌呈南北走向，集雨面积  $10.49\text{km}^2$ ，主干河长  $2.39\text{km}$ ，上游段河宽约  $20 \sim 35\text{m}$ 。河涌的上游位于瑞宝涌、西碌涌交汇处，其西侧为南洲花苑，东侧为陈李济制药厂；河涌自北向南流，分别穿越南洲路及环城高速干线，下游段河道逐渐放宽，河宽约  $50 \sim 90\text{m}$ ，至下游于诚安围船厂西侧后汇入珠江后航道。目前北濠涌上游两侧多为城建区，地面高程多在  $2.1 \sim 3.3\text{m}$  之间，下游右岸有最低点高程约为  $1.6\text{m}$ ，左岸主要为工业厂房和部分城市绿地，地面高程大多都在  $2.0\text{m}$  以上。北濠涌受外江潮水影响，水流为双向流，上游来水主要来自五凤涌、瑞宝涌和康乐涌。广州市海珠区水系详见图 2-1。



图2-1 海珠区水系图





序号	水闸名称	最大过闸流量 (m <sup>3</sup> /s)	闸孔数量(孔)	闸孔总净宽(m)	水闸类型	水闸级别
25	海珠湖东涵闸	16	1	5	排(退)水闸	小(2)型
26	海珠湖后溜水闸	49	3	24	排(退)水闸	小(1)型
27	海珠湖西涵闸	16	1	5	排(退)水闸	小(2)型
28	海珠湖杨湾水闸	49	3	24	排(退)水闸	小(1)型
29	海珠涌东闸	125	3	25.5	挡潮闸	中型
30	海珠涌西闸	125	3	25.5	挡潮闸	中型
31	鹤仔坦闸	7.4	1	2.5	排(退)水闸	小(2)型
32	洪安围水闸	7.4	1	5	排(退)水闸	小(2)型
33	后溜支涌水闸	12	2	6	排(退)水闸	小(2)型
34	黄基北闸 (黄埔北闸)	24.24	1	8	挡潮闸	小(1)型
35	黄基支涌水闸	10.23	1	8	排(退)水闸	小(2)型
36	五凤闸	23.3	1	6	排(退)水闸	小(1)型
37	西碌闸	65	2	16	排(退)水闸	小(1)型
38	虾九水闸	36.32	1	12	挡潮闸	小(1)型
39	新洲北闸 (文昌塔闸)	31	1	3	挡潮闸	小(1)型
40	新洲南闸 (黄埔南闸)	31	1	4	挡潮闸	小(1)型
41	杨湾闸	39.5	3	18	排(退)水闸	小(1)型
42	孖涌水闸	24.5	2	10	挡潮闸	小(1)型
43	溜口水闸	32.35	1	5	排(退)水闸	小(1)型
44	北降水闸	36.64	1	5	挡潮闸	小(1)型
45	北山涌水闸	9.2	1	5	排(退)水闸	小(2)型
46	北濠水闸	159.6	3	24	挡潮闸	中型
47	步涌水闸	15.5	1	5	挡潮闸	小(2)型
48	陈涌水闸	7.5	1	3	挡潮闸	小(2)型
49	赤岗涌闸	8.4	1	5	挡潮闸	小(2)型
50	赤沙溜涌水闸	12.3	1	8	排(退)水闸	小(2)型
51	赤沙北码头水闸	7.8	1	5	排(退)水闸	小(2)型
52	大干涌水闸	19.67	1	5	挡潮闸	小(2)型
53	大沙水闸	5.57	1	8	挡潮闸	小(2)型
54	大塘水闸	25.5	1	8	排(退)水闸	小(1)型
55	大围闸	16.1	1	6	排(退)水闸	小(2)型
56	登赢水闸	8	3	15	挡潮闸	小(2)型
57	墩和闸	17.2	1	8	排(退)水闸	小(2)型
58	赤沙涌水闸	32.35	1	5	排(退)水闸	小(2)型

表2-2 海珠区排涝泵站情况表

序号	名称	排入水体	序号	名称	排入水体
1	海珠涌泵站	后航道	10	海珠湖后溜闸站-泵站	石榴岗河
2	北降水站-泵站	后航道	11	海珠湖杨湾闸站-泵站	石榴岗河
3	南箕闸站-泵站	后航道	12	康乐泵站	石榴岗河
4	纺织泵站	前航道	13	五凤泵站	北濠涌

序号	名称	排入水体	序号	名称	排入水体
5	黄基支涌闸站-泵站	黄埔涌	14	石溪闸站-泵站	后航道
6	龙潭闸站-泵站	石榴岗河	15	南便涌闸站-泵站	仑头海
7	台涌闸站-泵站	石榴岗河	16	北降引水泵站	后航道
8	大塘闸站-泵站	石榴岗河	17	大沙闸站-泵站	后航道
9	墩和泵站	石榴岗河			

### 2.1.3 海珠湖片区水利工程现状

根据测量资料，海珠湖排涝片区内，上冲涌自广州大道以东河底高程往海珠湖下降，水顺流汇入海珠湖；西碌涌北濠涌侧高、海珠湖侧低，水顺流汇入海珠湖。北濠涌受外江潮水影响，水流为双向流，上游来水主要来自五凤涌、康乐涌、瑞宝涌。

工程所在北濠涌流域范围内有 3 座水闸，分别是五凤排（退）水闸、康乐排（退）水闸及北濠挡潮水闸，2 座泵站分别是五凤泵站及康乐泵站，闸泵联合调度，提高片区防洪排涝能力。

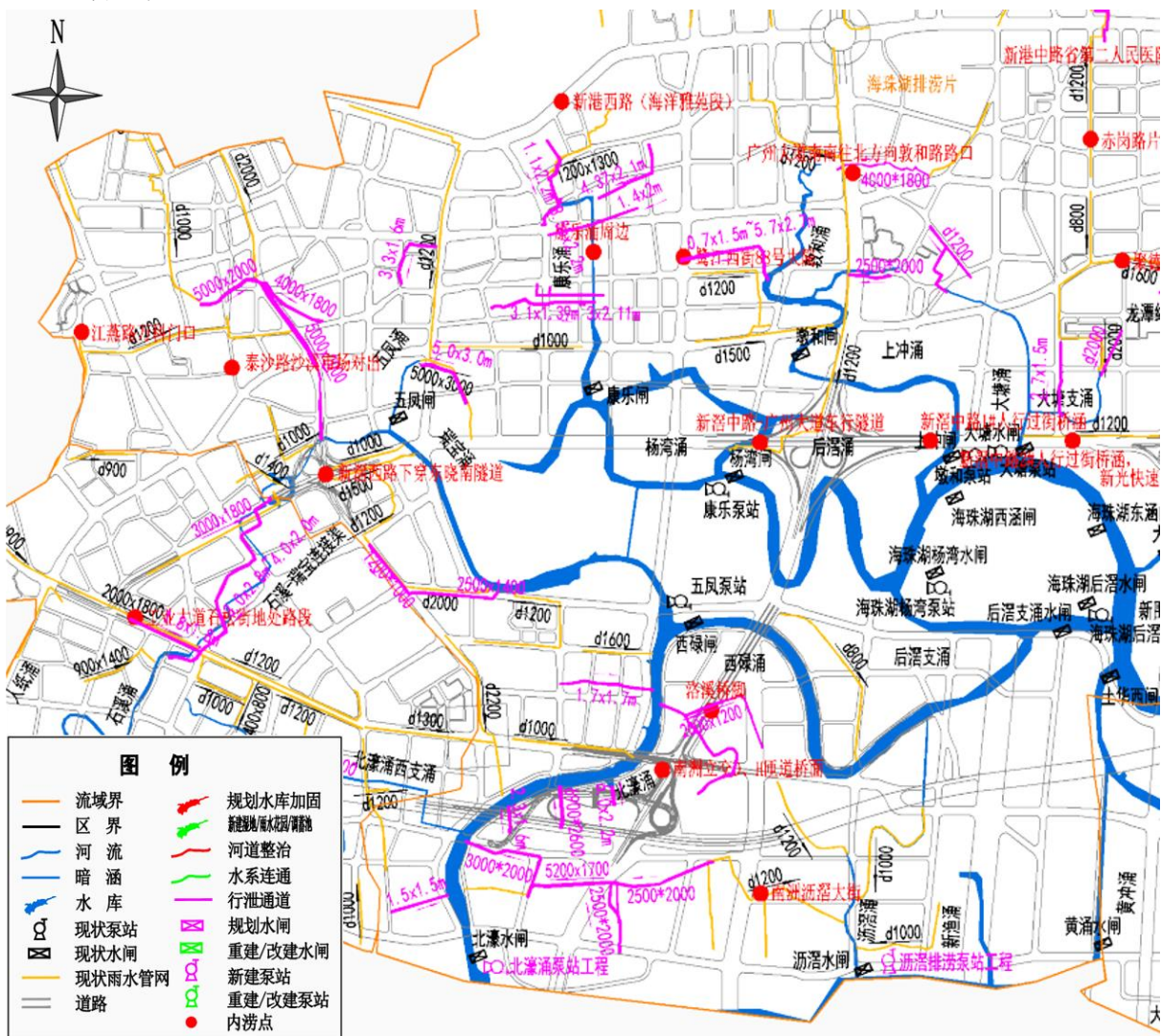


图2-3 海珠湖片区水利工程分布图

表2-3 海珠湖排涝片区水闸情况表

水闸	底板高程	水闸	底板高程
五凤水闸	-1.0	墩和水闸	-1.5
康乐水闸	-1.0	上冲水闸	-2.0
杨湾水闸	-1.5	大塘水闸	-2.5
西碌水闸	-2.0	海珠湖水闸	-2.5
北濠水闸	-2.2	后滘支涌水闸	-1.3

### 2.1.4 北濠涌现状水利工程情况

本工程位于海珠区北濠涌与珠江后航道交汇口，北濠涌河道总宽约为 20~35m。现状北濠水闸完建于 2010 年，采用 3 孔水闸，每孔净宽 8m，总净宽 24m。水闸顺水流方向长度为 18m，垂直水流方向长度为 30.4m，闸门为平面钢闸门，采用顶升式液压启闭机，工作闸门前后均设检修门槽。北濠涌水闸管理区内的管理办公楼包含分控制中心办公用房和北濠涌水闸控制管理及设备用房，同时兼有海珠区水利设施维管理办公用房，管理办公楼建筑面积为 964 m<sup>2</sup>。

北濠水闸于 2021 年 9 月由南京市水利规划设计院股份有限公司进行安全鉴定，根据《海珠区北濠水闸安全评价报告》，北濠水闸评为二类闸，具体评价分级表如下。

表2-4 北濠水闸工程安全复核评价分级表

序号	项目	级别	
1	安全管理评价	较好	
2	工程质量评价	B级	
3	防洪标准复核	A级	
4	渗流安全复核	A级	
5	结构安全复核	闸室稳定复核	A级
		闸室结构复核	B级
		翼墙结构复核	A级
		消能防冲复核	A级
		B级	
6	抗震安全复核	A级	
7	金属结构安全复核	A级	
8	机电设备安全复核	A级	

## 2.2 气象

### 2.2.1 气象站分布和观测情况

本流域内没有气象观测站。由于本工程地处广州市区，区域附近的广州气象站于 1951 年建站，并开始观测雨量至今，资料系列较长，代表性好，故作为本工程的气象资料代表站。



## 2.2.2 气象特征

本区位于北回归线以南,属于南亚热带海洋性季风气候,气候特点是全年气温较高,湿度大,夏季高温湿润,冬季不严寒,太阳总辐射量较多,适宜农作物四季生长。

## 2.2.3 降雨量

结合广东省第三次水资源调查评价成果,选用广州市内及周边地区 39 个雨量站为代表站,采用泰森多边形法进行分区雨量计算,得到广州市多年平均(1956-2016 年)降水量为 1868mm,合计 134.91 亿  $m^3$ 。

本区降水量年际变化虽比较稳定,但年内分配不均匀。每年 12 月份和 1 月份,受干冷的东北季风的影响,降水量很少。2~3 月份为低温阴雨期,雨期虽长但雨量少。4~6 月份为前汛期,随着印度季风槽的建立,孟加拉湾的暖湿气流源源输入,与南下冷空气频频交换,在此期间,雨日和雨量逐渐增加,到 6 月上中旬端午节前后达到高峰,即所谓“龙舟水”。7~9 月份为后汛期,由于季风向北扩展,锋面移至江淮地区,而台风尚未进入盛期,所以 7 月上旬雨量有所回落;8 月份,副热带高压北抬至最北位置,热带气旋频频入侵华南,雨量由 7 月中下旬起进入第二次高峰;至 9 月份,副热带高压南撤,控制华南上空,出现秋高气爽天气。10 月份起暴雨天气基本结束,雨量锐减,然后进入枯水期。

## 2.2.4 气温和湿度

近年来,广州地区多年平均气温为  $23^{\circ}\text{C}$ ,7 月份最高气温平均为  $35^{\circ}\text{C}$ ,1 月份最低气温平均为  $11^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温为  $40^{\circ}\text{C}$ (2024 年 7 月 25 日),极端最低气温为  $3^{\circ}\text{C}$ (2023 年 12 月 21 日)。

多年平均相对湿度 78%。无霜期达 340 多天,每年 10 月至次年 3 月为旱季。

## 2.2.5 日照与蒸发量

本地区年平均日照时数为 1960 小时,日照率为 44%。2~4 月份日照时数较短,阴天平均每月达 17.3 天,其中 3 月份阴天最多,平均为 20 天,个别年份可达 22 天。7~10 月份日照时数较长,阴天平均每月不足 5 天,个别年份无阴天出现,其中 10 月份晴天最多。年平均总辐射量  $106.7$  千卡/ $\text{cm}^2$ ,最大出现在 7 月份,平均达  $11.8$  千卡/ $\text{cm}^2$ ,2 月份最小,平均为  $5.9$  千卡/ $\text{cm}^2$ 。选用广州市内 7 个蒸发站为代表站,采用折算系数法

进行蒸发量计算，得到多年平均（1980-2016年）蒸发量为1021mm，合计73.77亿 $m^3$ 。

## 2.2.6 风

本区季风期分明，秋冬季以吹北风和西北风为主，春、夏季以吹南风 and 东南风为主。年平均风速1.9~2m/s。受台风影响的时间是5~11月份，据30多年资料统计，对本区有影响的台风79次，平均每年2.6次，最多年份7次。台风盛行于7~9月，风力一般6~9级，最大风力12级以上，最大风速为22m/s，瞬时极大风速35.4m/s以上。冬夏季风的交替是广州季风气候突出的特征，冬季干燥寒冷，多偏北风；夏季温暖潮湿，多偏南风或东南风。年平均风速1.9m/s~2.0m/s，夏季台风出现时风力达9~12级，最大风速25m/s~30m/s。

## 2.3 水文基本资料

广州市水文测验工作始于解放前，但流量、水位资料一般始于1951年以后。广州市有中大雨量站、浮标厂水位站、黄埔水位站、黄埔雨量站、广州（天河）气象站等。

浮标厂水位站观测时间从1908年7月至1938年10月、1939年4月至今；黄埔水位雨量站观测时间从1946年6月至今；广州气象站1951年建站并开始观测雨量至今，上述各站的资料系列较长，代表性好。中大站1984年1月设站开始观测雨量至今，资料系列稍短。本流域内无水文站，但邻近的浮标厂站距本工程所在位置较近，资料系列为1952~2018年，故作为设计潮位的代表站。



图2-4 水文站点分布情况图

## 2.4 径流

广州水道的径流主要来自西航道及平洲水道分流北江、流溪河的径流以及流经芳村区的客水。本区域受潮汐影响，无实测径流资料，区内径流采用《广东省水文图集》，广州地区年均径流深1000mm，年径流变差系数 $C_v=0.35$ ，年径流偏态系数 $C_s=2.0C_v$ 。根据《广州市水资源综合规划》，广州市中心城区多年平均径流深1000.1mm，年总水量13.24亿 $m^3$ 。海珠区地处珠江三角洲网河区东南部，水资源量丰沛，其过境径流主要来源于上游的西江、北江及流溪河，各河流控制站的径流特征值见下表。

表2-5 各控制站河流特征值表

河流	西江	北江	流溪河
控制站	马口	三水	牛心岭
多年平均流量( $m^3/s$ )	7360	1430	53.9
多年平均径流量(亿 $m^3$ )	2322	450.8	18.6
实测最大洪峰流量( $m^3/s$ )	47000	16200	1870

注:上表中为天然径流。

## 2.5 洪水

### 2.5.1 设计暴雨

#### 2.5.1.1 暴雨特征

进入21世纪的20年来强降水事件频率明显上升。区域雨量的年际变化比较稳定。雨量的年内分配一般规律为：1月和12月降雨量最少，2月~3月主要作为低温阴雨期，雨期虽长但雨量少，4月~9月为暴雨季节，10月份起，暴雨天气基本结束，雨量锐减，进入枯季。暴雨有明显的前后汛期，前汛期4~6月以锋面雨为主，后汛期7~9月以台风雨为主。进入11月，暴雨天气基本结束，虽然枯季洪汛已过，但本地区曾出现大雨和暴雨，如广州气象站在1990年2月27日实测降雨量 $H_{24}=45.4mm$ 。当然，其出现的频次是不同的。

暴雨特征主要为锋面雨和台风雨，大暴雨中台风雨占主要地位，台风雨的特点是雨区范围广，量级高，虽然时程分配较均匀，会出现大面积产流，使低洼地区的地面径流更为集中。非台风雨的特点是地区性强，降雨强度大，虽然量级较低，但时程分配集中，会使局部地区排水系统超负荷。

#### 2.5.1.2 设计暴雨

设计点暴雨量按 2003 年省水文局颁布的《广东省暴雨参数等值线图》成果提供的历时为：1、6、24、72h 的暴雨参数等值线图，查出流域重心处的均值  $H_t$  和  $C_v$  值，按

公式  $H_{tp}=H_t \times K_{tp}$  ( $K_{tp}$  值用  $C_s=3.5C_v$  的皮 III 型曲线), 算得流域的  $P=2\%$ 、 $P=5\%$ 、 $P=20\%$  三种频率各历时点暴雨量  $H_{tp}$ , 再作点面折算得出各历时设计面暴雨量, 相应频率的设计暴雨参数 (点暴雨) 成果见下表。

**表2-6 海珠区各历时设计暴雨量成果表**

历时(h)	平均雨量 $H_t$ (mm)	变差系数 $C_v$	$C_s/C_v$	各频率设计暴雨 $H_t$ (mm)				
				P=1%	P=2%	P=3.33%	P=5%	P=10%
1/6	22	0.3	3.5	42.2	38.9	34.4	30.8	27.0
1	57	0.31	3.5	111.4	103	90	81	70
6	98.9	0.45	3.5	249	222	186	158	129
24	131	0.43	3.5	319	286	241	206	170
72	167	0.4	3.5	386	348	296	256	214

## 2.5.2 设计洪水

### 2.5.2.1 洪水特性

本工程所在地洪水均由暴雨形成, 外江洪水主要来自西江、北江、东江和流溪河。内涌涝水汇流较快, 同时受外江洪潮水位顶托, 是本地区形成洪水的主要原因。前、后航道的洪水主要来自西江、北江、东江和流溪河。由于气候条件不同, 因此各流域洪水的时空分布也有差异。流溪河发洪最早, 北江次之, 西江和东江较迟。

1915年7月13日, 北江、西江同时出现200年一遇以上特大洪水, 北江多处溃堤, 同时又遇天文大潮, 后航道浮标厂最高水位达3.48m; 1994年6月, 西江、北江同时发生50年一遇大洪水; 2001年7月7日, 西北江同时发洪, 又恰逢天文大潮, 中大站测得最高水位为2.62m, 黄埔站最高为2.38m; 2005年6月25日, 西江、北江同时出现大洪水, 又恰逢天文大潮, 使得广州三角洲地区部份潮水位站出现有历史记录以来的最高潮水位, 中大站实测高潮位为2.77m, 超历史最高潮位0.15m, 黄埔站实测高潮为2.49m, 比历史最高潮位2.38m超出0.11m; “6.8暴雨”期间, 南田路、草芳围、宝岗大道等片区因地势低洼、污水管网超负荷运行导致排涝不及时, 引发内涝, 防御期间, 全区市政排水、水务、城管、绿化、供电等职能部门以及街道抢险队全线出动抢险, 共出动抢险人员约2062人次、排涝泵约224班次, 共处理水浸点58处, 全区共转移受影响人员4094人; 2018年9月16日超强台风“山竹”来袭, 19时35分中大水文站出现3.27m的超百年一遇的高潮位, 在风暴潮增水的影响下, 区新洲片区出现江水漫堤情况。漫顶起始终止地点为新洲直街, 受灾面积约1.5平方公里, 受影响人口约2000人。

### 2.5.2.2 设计洪水计算

#### 2.5.2.2.1 流域参数

根据《广州市防洪(潮)排涝规划(2021~2035年)》，广州市全市共划分为105个排涝分区。海珠区地处广州中南部，按照水系特点，共分为海珠涌、广纸-石涌口、石溪、海珠湖、土华涌、琶洲岛、共和围、官洲岛等共8个排涝片。

本工程位于海珠湖排涝片，瑞宝涌、康乐涌、五凤涌等河涌分别经北濠涌排入珠江。根据1994年航测、1996年成图1:1万地形图量计各河涌的流域面积 $F$ 、干流河长 $L$ 。干流河流坡降 $J$ 自工程设计断面(或河流控制点断面)起在地形图上分别沿程量读各比降变化特征点的等高线高程及相应河长，按下式采用加权平均法计算干流坡降 $J$ 及集水区汇流特征参数 $\theta$ ：

$$J = \frac{(Z_0 + Z_1)L_1 + (Z_1 + Z_2)L_2 + \dots + (Z_{n-1} + Z_n)L_n - 2Z_0L}{L^2}$$

$$\theta = \frac{L}{J^{1/3}}$$

式中： $Z_0$ 、 $Z_1$ 、 $Z_2$ …… $Z_n$ ——为工程所在断面或河口以上沿干流各比降变化特征点的地面高程（m）；

$L_0$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ …… $L_n$ ——为各特征点之间的距离（km）；

$L$ ——总河长（km）；

$\theta$ ——汇流特征参数。

表2-7 北濠涌排涝区各河涌流域参数

序号	河涌名称	本河涌汇水面积 ( $\text{km}^2$ )	出口断面汇水 面积 ( $\text{km}^2$ )	流域河长 $L$ (km)	备注
1	五凤涌	1.48	1.48	1.03	汇入瑞宝涌
2	康乐涌	2.40	2.40	2.90	汇入瑞宝涌
3	瑞宝涌	3.98	7.86	2.79	含五凤涌 1.48 $\text{km}^2$ ，康乐涌 2.40 $\text{km}^2$ ，汇入北濠涌
4	北濠涌	2.63	10.49	5.18	

#### 2.5.2.2.2 计算方法

设计洪水采用广东省洪峰流量经验公式和《广东省暴雨径流查算图表使用手册》中的推理公式法和综合单位线法。海珠区位于《广东省暴雨径流查算图表》分区的珠江三角洲分区中的 VII 区、珠江三角洲亚区，应采用珠江三角洲设计雨型：

点面系数  $a \sim t \sim F$  关系图：查取“暴雨低区”。

产流参数：查取粤东沿海、珠江三角洲 VII 区。

广东省综合单位滞时  $m_1 \sim \theta$  关系线：采用 VII 区 B 型关系线；北濠涌坡降不大，集水区域平均高程也不高，因此本次计算对  $m_1$  值适当的提高。

无因次单位线采用广东省综合单位线 III 号无因次单位线。

推理公式法汇流参数： $m \sim \theta$  关系图查大陆平原区线；北濠涌坡降不大，集水区域平均高程也不高，因此本次计算对  $m$  值适当的提高。

各方法分述如下：

(1) 广东省洪峰流量经验公式

$$Q_p = C_2 \times H_{24p} \times F^{0.84}$$

式中：

$Q_p$ ——某频率的设计洪峰流量 ( $m^3/s$ )

$F$ ——集雨面积 ( $km^2$ )；

$C_2$ ——随频率而变的系数， $P=5\%$ 时， $C_1=0.046$ ；

$H_{24p}$ ——24 小时设计暴雨量 ( $mm$ )。

(2) 推理公式法

该方法采用下列公式联合求解：

$$Q_m = 0.278(Sp / \tau^{n_p} \bar{f}) \times F$$

$$\tau = 0.278L / (mj^{1/3} Q_m^{1/4})$$

式中：

$f$ ——平均损失率 ( $mm/h$ )；

$F$ ——流域面积 ( $km^2$ )；

$L$ ——干流河长 ( $km$ )；

$m$ ——流域汇流参数；

$Q_m$ ——设计洪峰流量  $m^3/s$ 。

(3) 综合单位线法

此法是通过纳希瞬时单位线方法的深入分析和研究，吸取国内外经验，结合我省实际情况，提出了具有本省特点的综合单位线方法，本工程所在地点采用 B 型  $m_1 \sim \theta$

线，无因次单位线为III线来计算设计洪水。

### 2.5.2.2.3 设计洪水成果

根据各历时暴雨均值、 $C_v$  值以及河道地理特征值，及调整滞时参数  $m_1$ ，汇流参数  $m$ ，得出以上三种方法计算的成果，见下表。

表2-8 北濠涌设计洪峰流量

计算方法	可研成果	经验公式法		综合单位线法		推理公式法	
		洪峰流量	与可研差值比	洪峰流量	与可研差值比	洪峰流量	与可研差值比
P=20%	44.9	36.5	-18.7%	53.3	18.7%	42.71	-4.9%
P=10%	55.8	47.4	-15.1%	65.7	17.7%	57.3	2.7%
P=5%	66.6	59.2	-11.1%	77.9	17.0%	72.7	9.2%
P=2%	80.6	73.5	-8.8%	93.6	16.1%	93.5	16.0%
P=1%	91.1	85.7	-5.9%	105	15.7%	109	19.5%

比较以上三种计算方法，综合单位线法与推理公式法计算成果接近，设计洪峰流量相差在 20% 以内。经验公式只反映流域的地理特征和暴雨特征，适用于集雨面积很小的河流；综合单位线法应用于在比降较小的河流，计算的洪峰流量也往往偏大。本次复核洪峰流量成果与可研阶段洪峰流量成果差值比小于 20%，经综合分析，选取可行性研究阶段设计成果，北濠涌河口 50 年一遇设计洪峰流量为  $80.6\text{m}^3/\text{s}$ ，为五凤涌、瑞宝涌、康乐涌设计洪峰流量和北濠涌区间流量叠加。根据计算的洪峰成果，北濠涌涌口及流域内各河涌 50 年一遇洪水过程线见下表 2-9 及下图。

表2-9 北濠涌涌口设计洪水过程线(P=2%)

时间 (min)	设计流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )				
	北濠涌	瑞宝涌	五凤涌	康乐涌	北濠涌流域
0	0.72	1.08	0.4	0.65	2.85
0.5	1.06	1.6	0.6	0.97	4.23
1	1.61	2.44	0.91	1.47	6.43
1.5	2.42	3.67	1.36	2.21	9.66
2	3.58	5.43	2.02	3.27	14.3
2.5	5.15	7.79	2.9	4.7	20.54
3	7.26	11	4.09	6.63	28.98
3.5	9.67	14.63	5.44	8.82	38.56
4	12.39	18.76	6.98	11.31	49.44
4.5	14.83	22.45	8.35	13.54	59.17
5	17.05	25.8	9.59	15.56	68
5.5	18.78	28.43	10.57	17.14	74.92
6	19.83	30.02	11.16	18.1	79.11
6.5	<b>20.25</b>	<b>30.58</b>	<b>11.17</b>	<b>18.60</b>	<b>80.6</b>
7	20.02	30.3	11.27	18.27	79.86
7.5	19.26	29.15	10.84	17.58	76.83

时间 (min)	设计流量 (m <sup>3</sup> /s)				
	北濠涌	瑞宝涌	五凤涌	康乐涌	北濠涌流域
8	17.71	26.81	9.97	16.17	70.66
8.5	15.81	23.93	8.9	14.43	63.07
9	13.44	20.35	7.57	12.27	53.63
9.5	11.38	17.23	6.41	10.39	45.41
10	9.61	14.55	5.41	8.77	38.34
10.5	8.16	12.35	4.59	7.45	32.55
11	6.96	10.53	3.92	6.35	27.76
11.5	5.95	9	3.35	5.43	23.73
12	5.13	7.76	2.89	4.68	20.46
12.5	4.48	6.78	2.52	4.09	17.87
13	3.91	5.92	2.2	3.57	15.6
13.5	3.45	5.22	1.94	3.15	13.76
14	3.05	4.62	1.72	2.78	12.17
14.5	2.71	4.1	1.52	2.47	10.8
15	2.42	3.67	1.36	2.21	9.66
15.5	2.15	3.26	1.21	1.97	8.59
16	1.91	2.89	1.07	1.74	7.61
16.5	1.69	2.55	0.95	1.54	6.73
17	1.48	2.24	0.83	1.35	5.9
17.5	1.29	1.95	0.72	1.17	5.13
18	1.11	1.68	0.62	1.01	4.42
18.5	0.95	1.44	0.53	0.87	3.79
19	0.8	1.22	0.45	0.73	3.2
19.5	0.67	1.02	0.38	0.61	2.68
20	0.55	0.84	0.31	0.51	2.21
20.5	0.46	0.69	0.26	0.42	1.83
21	0.37	0.56	0.21	0.34	1.48
21.5	0.3	0.45	0.17	0.27	1.19
22	0.23	0.35	0.13	0.21	0.92
22.5	0.18	0.28	0.1	0.17	0.73
23	0.15	0.22	0.08	0.13	0.58
23.5	0.12	0.18	0.07	0.11	0.48
24	0.10	0.15	0.06	0.09	0.40

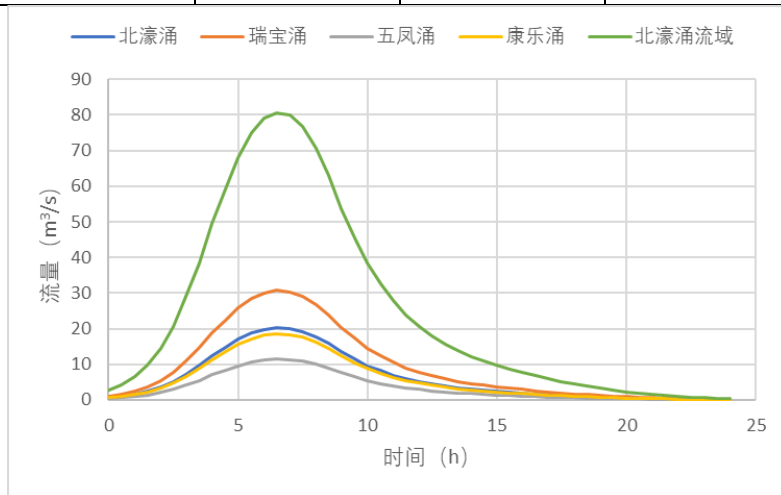


图2-5 北濠涌涌口洪水过程线 (P=2%)



### 2.5.3 枯水期外江设计潮位

本工程枯水期设计洪潮水位根据浮标厂站 1973~2005 年枯水期实测最高潮位资料进行统计, 拟定  $H=1.64\text{m}$ ,  $C_v=0.1$ ,  $C_s=1.25$  绘制 P-III型曲线, 详见图 2-7, 浮标厂站枯水期潮位设计值见表 2-10。

表2-10 浮标厂站枯水期设计洪潮水位

P (%)	5	10	20	50	75	95
枯水期高高潮位	1.95	1.86	1.75	1.63	1.52	1.44

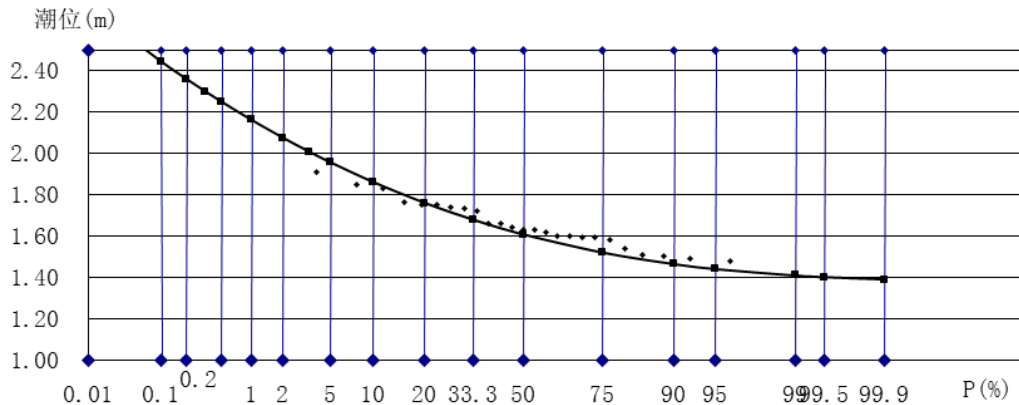


图2-6 浮标厂枯水期设计潮位频率曲线图

### 2.5.4 施工期洪水

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017) 及国家《防洪标准》(GB50201-2014), 北濠涌排涝泵工程施工期设计标准为 10 年一遇。施工洪水采用经验公式法计算, 枯水期为 10 月~次年 3 月。施工期外江采用 10 年一遇设计洪潮水位 1.86m。

广东省洪峰流量经验公式:

$$Q_p = C_1 \times H_{24p} \times \frac{1}{\theta^{0.15}} \times F^{0.84}$$

式中:  $Q_p$ ——考虑坡降, 某频率的设计洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$F$ ——集雨面积 ( $\text{km}^2$ );

$C_1$ ——随频率而变的系数;

$H_{24p}$ ——24 小时设计暴雨量 ( $\text{mm}$ );

$\theta$ ——汇流参数。

最大 24 小时雨量采用根据广州雨量站数据,  $C_1$  根据  $P=5\%$  取为 0.06。

表2-11 不同时段暴雨均值对比值

类别	时段	最大 1 小时	最大 6 小时	最大 24 小时
广州市雨量站	全年	59.6	113	172

类别	时段	最大 1 小时	最大 6 小时	最大 24 小时
	10~3 月	24.6	47	94

通过计算，本工程段施工期洪水流量为下表所示。

**表2-12 工程施工期洪水**

河涌	集雨面积 (km <sup>2</sup> )	河长 (km)	坡降 (‰)	位置	施工期洪水 (m <sup>3</sup> /s, P=10%)
北濠涌	10.49	5.18	0.47	河口	21.6

根据施工期洪水及外江潮位进行北濠涌闸内涌容调蓄计算，得到内涌施工期洪水位为 1.78m。

## 2.6 潮汐

### 2.6.1 潮位特征

本工程位于珠江感潮河段，潮汐性质属不规则半日潮，即在一个太阴日里（约 24 小时 50 分钟）有两次高潮和低潮，而且两个相邻的高潮或低潮的潮位和潮流历时均不相等。潮位过程线的形状表现为涨潮历时短，落潮历时长，呈不对称正弦曲线。由于受径流影响，年最高潮位多出现在汛期；台风也是影响高潮位的重要因素，在建国后浮标厂水位有 3 次高于 2.3m，其中两次是受台风影响。潮差的年际变化不大，年内变化较大，汛期潮差略大于枯水期潮差。

本工程所在地无实测潮位资料，以北濠涌邻近的浮标厂站潮位特征值作为参考，统计成果见下表。

**表2-13 潮位特征值表**

站点名称		浮标厂
统计系列 (年)		1952~2018
年最高潮位 (m)	平均 (参考)	2.10
	最大	2.89
	出现日期	2018-9-16
年最低潮位 (m)	平均	-1.39
	最小	-1.64
	出现日期	1971-3-23
年最大涨潮差 (m)	平均	2.27
	最大	3
	出现日期	1993-9-17
年最大落潮差 (m)	平均	2.48
	最大	2.62
	出现日期	1984-1-19
年最大涨潮历时 (h)	平均	11.6
	最长	16.42

站点名称		浮标厂
	出现日期	1965-3-26
年最大落潮历时 (h)	平均	11.03
	最长	13.5
	出现日期	1966-7-14
高潮位均值 (m)		0.79
低潮位均值 (m)		-0.59
涨潮差均值 (m)		1.38
落潮差均值 (m)		1.38
涨潮历时均值 (h)		5.13
落潮历时均值 (h)		7.33

## 2.6.2 外江设计潮位

本工程设计洪潮水位采用《珠江河口综合治理规划修编主要测站设计潮位复核报告》的新基面换算关系后成果，见下表 2-14。广州浮标厂（二）年最高潮位系列基本能代表整个珠江河口受台风暴潮的影响趋势。

表2-14 后航道北濠涌口设计洪潮水位成果表（珠基高程：m）

位置	P					
	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%
浮标厂（二）	3.06	2.94	2.81	2.64	2.47	2.31

## 2.6.3 外江典型潮型

广州市排涝分析常采用的洪潮遭遇为：内河（涌）设计频率洪水遭遇外江典型潮型。本次排涝潮型采用浮标厂 1994 年 6 月 25 日潮位过程作为外江典型潮型，此潮型最高潮位接近多年平均最高潮位、低潮位接近多年平均低潮位，排水偏不利。

可研阶段采用 50 年一遇设计洪水遭遇外江多年平均最高潮位、内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 200 年一遇洪潮水位设计成果的外包，本次设计根据《广州市水务工程建设（排涝泵站和水闸）内涝防治能力评估专篇（章）编制技术指引（试行）（2022 年 3 月）》，采用内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇洪潮水位、内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 300 年一遇洪潮水位设计成果的外包。

表2-15 浮标厂站多年平均最高潮、300 年一遇潮型（珠基高程） 单位（m）

时间	5 年一遇潮位 (m)	300 年一遇潮位 (m)	时间	5 年一遇潮位 (m)	300 年一遇潮位 (m)
0:00	0.33	0.44	11:40	1.84	2.60
0:20	0.5	0.66	12:00	2.02	2.76
0:40	0.66	0.87	12:20	2.11	2.91
1:00	0.83	1.09	12:40	2.2	3.05

时间	5年一遇潮位 (m)	300年一遇潮位 (m)	时间	5年一遇潮位 (m)	300年一遇潮位 (m)
1:20	0.89	1.18	13:00	<b>2.31</b>	<b>3.14</b>
1:40	0.97	1.28	13:20	2.21	3.08
2:00	1.03	1.37	13:40	2.13	3.00
2:20	1.01	1.34	14:00	2.06	2.87
2:40	0.98	1.3	14:20	1.9	2.70
3:00	0.96	1.27	14:40	1.75	2.49
3:20	0.88	1.17	15:00	1.6	2.25
3:40	0.79	1.05	15:20	1.45	1.99
4:00	0.72	0.95	15:40	1.3	1.75
4:20	0.62	0.82	16:00	1.16	1.59
4:40	0.53	0.7	16:20	1.02	1.39
5:00	0.43	0.57	16:40	0.89	1.23
5:20	0.34	0.45	17:00	0.76	1.07
5:40	0.24	0.32	17:20	0.65	0.89
6:00	0.15	0.2	17:40	0.53	0.71
6:20	0.08	0.1	18:00	0.42	0.55
6:40	0.01	0.01	18:20	0.31	0.41
7:00	-0.06	-0.06	18:40	0.21	0.28
7:20	-0.11	-0.11	19:00	0.1	0.13
7:40	-0.15	-0.15	19:20	0	0
8:00	-0.2	-0.20	19:40	-0.09	-0.09
8:20	-0.21	-0.26	20:00	-0.18	-0.18
8:40	-0.21	-0.28	20:20	-0.27	-0.27
9:00	-0.22	-0.28	20:40	-0.35	-0.35
9:20	0.02	-0.29	21:00	-0.44	-0.44
9:40	0.29	0.03	21:20	-0.52	-0.52
10:00	0.55	0.34	21:40	-0.6	-0.6
10:20	0.85	0.78	22:00	-0.68	-0.68
10:40	1.16	1.23	22:20	-0.72	-0.72
11:00	1.45	1.71	22:40	-0.77	-0.77
11:20	1.64	2.10	23:00	-0.81	-0.81

## 2.6.4 雨潮遭遇分析

收集浮标厂站实测降雨系列和水位数据（2004.01.01~2020.12.31，共 17 年、每 15 分钟一个数据），将两系列数据作为一个样本进行分析，统计其年最大值进行对比分析，结论如下：

（1）这 17 年的年最高潮位多年平均值为 2.37m，远高于 1952~2018 的平均值为 2.10m。这表明，近年最高潮位明显抬升趋势。

(2) 这 17 年的年最大 24h 雨量多年平均值为 162.8mm，接近《广东省暴雨参数等值线图》(2003 年) 查算的 5 年一遇设计暴雨值。

(3) 根据最大 24 小时雨量与当日潮位对比：年最大 24 小时降雨遭遇当天潮位超过 2.0m 仅 1 次，发生在 2005 年 6 月 21 日，当天最高潮位达到 2.55m，最大 24 小时雨量 114mm，相当于 2 年一遇降雨遭遇外江 50 年一遇潮位。

(4) 根据年最高潮与当日最大 24 小时雨量对比：年最高潮当日最大 24 小时雨量为 0 的有 5 次，遭遇概率为 29%；年最高潮当日最大 24 小时雨量小于 57mm (一年一遇) 的有 11 次，遭遇概率为 65%；年最高潮当日最大 24 小时雨量大于 57mm 的仅 1 次，遭遇概率为 6%，发生在 2015 年 8 月 2 日，当天最高潮位达到 2.5m，最大 24 小时雨量 72.5mm，相当于 1-2 年一遇降雨遭遇外江 50 年一遇潮位。

分析表明，浮标厂站近年最高潮位明显抬升趋势、极端暴雨频发。大暴雨与高潮遭遇概率较低，但也实际发生了至少两次 2 年一遇降雨遭遇外江 50 年一遇高潮的情况。

**表2-16 浮标厂站年最大 24h 雨量对应浮标厂站潮位**

年份	最大 24h 降雨 (mm)	降雨频率	发生时间	对应潮位(m)	潮位频率
2004	137	超 2 年一遇	2004/5/13	0.77	低于年 5 年一遇
2005	114	2 年一遇	2005/6/21	2.55	50 年一遇
2006	160	5 年一遇	2006/5/26	1.81	低于年 5 年一遇
2007	102	超 1 年一遇	2007/8/13	1.59	低于年 5 年一遇
2008	171	5 年一遇	2008/6/25	1.61	低于年 5 年一遇
2009	129	2 年一遇	2009/3/28	0.72	低于年 5 年一遇
2010	205	5 年一遇	2010/9/3	1.53	低于年 5 年一遇
2011	206	10 年一遇	2011/10/3	1.82	低于年 5 年一遇
2012	79	超 1 年一遇	2012/4/26	1.49	低于年 5 年一遇
2013	214.5	10 年一遇	2013/8/14	1.66	低于年 5 年一遇
2014	183.5	超 5 年一遇	2014/3/30	1.77	低于年 5 年一遇
2015	154.5	3 年一遇	2015/10/4	1.78	低于年 5 年一遇
2016	170	5 年一遇	2016/1/28	1.6	低于年 5 年一遇
2017	195	超 5 年一遇	2017/8/27	1.64	低于年 5 年一遇
2018	289.5	50 年一遇	2018/6/8	1.93	低于年 5 年一遇
2019	142	3 年一遇	2019/6/24	1.57	低于年 5 年一遇
2020	115.5	2 年一遇	2020/5/21	1.74	低于年 5 年一遇

**表2-17 浮标厂站年最高潮位对应降雨量**

年份	年最高潮位 (m)	潮位频率	发生时间	对应 24h 降雨(mm)	降雨频率
2004	1.99	低于年最高潮位多年平均值	8/29	8	不足 1 年一遇

年份	年最高潮位(m)	潮位频率	发生时间	对应 24h 降雨(mm)	降雨频率
2005	1.99	低于年最高潮位多年平均值	6/26	0	
2006	2.26	5 年一遇	8/11	0	
2007	2.53	10 年一遇	11/14	0	
2008	2.73	50 年一遇	9/24	4	不足 1 年一遇
2009	2.6	20 年一遇	9/15	11	不足 1 年一遇
2010	2.22	5 年一遇	6/28	34	不足 1 年一遇
2011	1.95	低于年最高潮位多年平均值	9/29	2	不足 1 年一遇
2012	2.34	5 年一遇	7/24	27.5	不足 1 年一遇
2013	2.33	5 年一遇	8/20	12.5	不足 1 年一遇
2014	2.01	低于年最高潮位多年平均值	6/14	0	
2015	1.95	低于年最高潮位多年平均值	5/21	20.5	不足 1 年一遇
2016	2.5	10 年一遇	8/2	72.5	1-2 年一遇
2017	2.84	50 年一遇	8/23	44	不足 1 年一遇
2018	3.27	超过 200 年一遇	9/16	45.5	不足 1 年一遇
2019	2.17	5 年一遇	4/20	46	不足 1 年一遇
2020	2.53	10 年一遇	7/25	0	

### 2.6.5 近年风暴潮

近 20 年，受全球环境变化和“厄尔尼诺”现象的影响，珠江三角洲受台风、暴潮灾害的影响日渐显著，珠江各口门潮位呈明显上升趋势。尤其是 2017 年“天鸽”、2018 年“山竹”台风造成风暴潮增水明显，广州珠江河道水位屡创历史新高。

2018 年“山竹”台风期间，中大站、黄埔站、三沙站、南沙站 4 个站的水位分别达到 3.27m、3.27m、3.07m、3.16m，均超过 200 年一遇设计洪（潮）水位，浮标厂站水位达到 2.89m，接近 100 年一遇。

“山竹”台风当天荔湾区录得 24h 降雨为 103mm，接近 2 年一遇设计暴雨量。

### 2.6.6 结论

综上所述，统计年系列年限浮标厂站日高潮位高于 2.0m 的潮型（接近年最高潮位平均值）与 24 小时雨量超过 250mm 的降雨（与 20 年一遇降雨）遭遇频率为 0；无任何一场降雨当日的最高潮位超过多年平均高潮位或 5 年一遇设计高潮位。说明日高潮位高于 2.0m 的潮型与大暴雨遭遇概率较低。

近年风暴潮频发，2018 年“山竹”台风期间，浮标厂站水位达到 2.89m，超过 50 年一遇，当天 24h 降雨为 103mm，接近 2 年一遇设计暴雨量。

## 2.7 泥沙

珠江流域的泥沙特点是含沙量少，输沙量大。珠江进入河口区多年平均含沙量为  $0.284\text{kg/m}^3$ ，平均每年向河口区输出推移质泥沙  $440 \times 10^4 \sim 880 \times 10^4\text{t}$ ，悬移质泥沙  $8872 \times 10^4\text{t}$ ，溶解质  $3000 \times 10^4\text{t}$ 。经估算悬移质泥沙约有 20% 在三角洲网河区落淤，流入口门和口门外海滨的悬沙约  $7098 \times 10^4\text{t}$ 。

据统计三角洲上游多年平均含沙量西江马口站为  $0.312\text{kg/m}^3$ ，北江三水站为  $0.201\text{kg/m}^3$ ，东江博罗站为  $0.124\text{kg/m}^3$ 。进入三角洲的年平均输沙量为 8872 万 t，每年约有 20% 的泥沙淤积在网河区，其余 7098 万 t 经八大口门输出。其中经虎门出海泥沙有 658 万 t，占总量的 9.3%。而经虎门口的净泄量为 603 亿  $\text{m}^3$ ，占八大口门净泄量（3260 亿  $\text{m}^3$ ）的 18.5%，多年平均含沙量为  $0.109\text{kg/m}^3$ 。广州出海航道虎门以上河段无多年含沙量。

根据 1999 年 7 月 15~23 日西航道白鹅潭黄沙断面实测资料，潮期平均含沙量为  $0.043 \sim 0.12\text{kg/m}^3$ ，悬移质中值粒径为  $0.013\text{mm}$ ，全潮总泄输沙量为 1090t，而后航道浮标厂潮期平均含沙量为  $0.042 \sim 0.12\text{kg/m}^3$ ，悬移质中值粒径为  $0.03\text{mm}$ ，全潮总净进输沙量为 18251t，表明悬沙通过浮标厂断面汇入前航道，据同时期前航水道黄埔左断面资料分析，悬移质含沙量较小，潮期平均含沙量变化为  $0.052 \sim 0.14\text{kg/m}^3$ ，悬沙中值粒径为  $0.02\text{mm}$ 。

珠江流域具有径流量大、含沙量小，输沙总量大的特点。因珠江流域来沙集中于汛期，5~10 月输沙占全年 95% 左右，而汛期落潮流强于涨潮流，甚至在大洪水时变为单向流，加上落潮历时较长，故天然情况下只有少量泥沙沉积于河道内，上游大部分来沙可输向下游，河道处于相对稳定状态。

### 3 工程地质

#### 3.1 勘察概况

##### 3.1.1 工程概况

海珠区位于广州市区南部，四面为珠江广州河段环抱，北部与荔湾区、越秀区、天河区隔江相邻，东部、西部、南部分别与黄埔区、番禺区相望。区域的主体为海珠岛（河南岛），此外还有官洲岛和丫髻沙岛。

拟建工程位于广州市海珠区北濠涌出口（场地地理位置详见图 3-1），工程场地涉及地产园区、海珠北濠涌养护所管理区等场地，附近道路四通八达，交通较便利，适宜大型机械进退场。拟建工程总占地面积 3805m<sup>2</sup>，建设内容为新建排涝泵站及附属设施。泵站设计流量为 60m<sup>3</sup>/s，总装机功率为 3750kW，工程规模确定为大（2）型泵站。本次泵站建筑物设计防洪（潮）标准为 200 年一遇，排涝标准为 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾。主要建设内容为在现状北濠水闸两岸侧新建泵站，采用右岸一列式并排布置 2 台水泵（20m<sup>3</sup>/s）、左岸布置 1 台水泵（20m<sup>3</sup>/s）的布置方式，泵站左岸采用侧向进水、正向出水，右岸采用正向进出水，上游侧布置进水池，下游侧布置出水流道及压力箱涵。设计基坑最大开挖深度约为 12.45m，基坑底标高为-9.75m。



图3-1 工程区地理位置示意图



### 3.1.2 工程等级

本次勘察属初步设计阶段工程地质勘察，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），泵站等别为II等，外江侧防洪闸段主要建筑物级别为1级，次要建筑物级别为3级，临时建筑物级别4级；内涌侧泵室段及事故闸门段主要建筑物级别为2级，次要建筑物级别为3级，临时建筑物级别4级，勘察等级为甲级。

### 3.1.3 勘察工作概况

#### 3.1.3.1 勘察目的、任务

本次勘察目的是查明工程区域的工程地质条件和主要工程地质问题，为拟建建（构）筑物地基加固处理与设计、不良工程地质的防治设计与施工机器设备的选型及施工方案等工作提供工程地质依据和必要的设计参数，并提出相应的工程地质评价与建议。根据设计部门要求，对本工程拟建的泵室、闸室、清污机室、进水池、出口箱涵、压力箱涵、箱涵、防洪闸和围堰进行勘察，勘察范围为3805m<sup>2</sup>。具体任务是：

1) 查明场址各建筑物地基的地层岩性、物质组成、地质结构、性状和物理力学性质，重点查明软土等特殊岩土层的分布范围、工程特性，详细查明土岩双层地基基岩面的倾斜、起伏状况，评价存在的主要工程地质问题。

2) 查明上下游引河（渠）及施工临时建筑物范围内岩土层的厚度、埋深、分布范围、性状和物理力学性质。

3) 查明场址区滑坡、潜在不稳定岩体以及泥石流等不良地质现象。

4) 查明各建筑物地基岩土体的透水性、透水层（包括透镜体）和隔水层的分布情况、地下水类型、埋藏、补给、径流和排泄条件、环境水的腐蚀性。

5) 对抗震设计烈度7度及以上场址各建筑物地基的饱和无黏性土、少黏性土进行液化判别。

6) 进行各建筑物部位岩土体物理力学性质试验，提出有关物理力学性质参数及地基允许承载力的建议值。

7) 查明各建筑物基坑开挖影响范围内的工程地质条件，对基坑围护和降排水等提出建议。

8) 评价区域构造的稳定性，确定地震动参数。

9) 查明勘测区域含水层及隔水层的分布及地下水位，并对地下水水质进行评价。

10) 查明各建筑物基坑开挖影响范围内的工程地质条件，对基坑围护和降排水等提出建议。

### 3.1.3.2 勘察工作布置

我司对北濠涌排涝泵工程进行初步设计阶段工程地质勘察工作，根据现场踏勘、设计部门勘察技术要求和《水闸与泵站工程地质勘察规范》(SL704-2015)要求，本阶段沿垂直水流方向布置 9 条勘探横剖面，沿平行水流方向布置 7 条勘探纵剖面，共布置勘探剖面 16 条，钻孔 32 个，钻孔间距约 6~35m，钻孔编号为 ZK01~ZK32，均为控制性钻孔。

终孔孔深要求：根据工程特点，本次勘察所有围堰孔深度按照 20m 控制，如遇全风化层，可提前终孔；所有建筑物孔按照 30m 控制，如提前遇弱风化层，则达到弱风化层以下 5m 可终孔，如遇软弱层、透水层等，则需穿透软弱土层和透水土层。

2024 年 8 月 21 日接到设计部门的勘察“提资单”并协调好场地后，勘察地质人员开始勘察工作。

本次勘察共完成钻孔 27 个，钻孔编号为 ZK02、ZK06、ZK07~09、ZK11~32；受场地高压电线及地下管线影响，ZK01、ZK03~05、ZK10 未能实施。本次勘察利用《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程地质勘察报告》(广州市水利水电勘测设计研究院，2008 年 6 月) 钻孔 3 个，主要勘察工作量见表 3-1。

表3-1 工作量一览表

序号	项目名称		单位	工作量	备注
1	平面地质测绘 (1:1000)		km <sup>2</sup>	0.05	
2	陆地总进尺		孔/m	16/478.0	
3	水上总进尺		孔/m	11/189.0	利用钻孔 3/53.2
4	合计		孔/m	27/667.0	
5	取样	土(砂)样	组	59	
		岩样		8	
		水样		3	
6	室内试验	土(砂)样	组	59	
		岩样		8	
		水样		3	河涌水样 1 件，地下水样 2 件
7	原位测试	标准贯入试验	次	113	
8	钻孔测量	测放孔	组日(天)	2	
9	钻孔物探	定点物探	组日(天)	1	

### 3.1.3.3 勘察工作及说明

#### (1) 勘察工作方法

1) 野外钻探及原位测试工作，采用钻探取芯、标准贯入试验，地下水位测量、钻孔坐标及高程施放等方法。钻探施工采用回转和冲击钻进相结合，辅以泥浆护壁的施工工艺，钻进口径 =127mm~91mm，全孔取芯，并对岩芯拍摄彩照。

2) 室内试验工作：土样、砂样进行常规试验，地下水样进行水质分析试验，强风化和弱风化岩样进行饱和单轴抗压强度试验。

3) 室内资料整理工作：汇集野外钻探原始记录、标准贯入试验资料，钻孔测量资料，室内土样、岩样、水质分析等资料，参考广东省地质图及说明书等文献，综合进行检查整理，分析统计后编制工程地质勘察报告。

4) 室内资料的整理采用专业勘察软件 CAD（GICAD8.5 版）及各种测试工作的专门软件对所有图件和各项岩土数据进行处理。

#### (2) 勘察工作说明

##### 1) 岩体风化带划分原则和标准

泥质砂岩全风化带（V）：青灰色、褐红色，风化剧烈，大部分矿物基本风化成黏性土，岩芯呈土柱状，不均匀夹强风化岩块和砂，原岩结构基本被破坏，但尚可辨认，遇水易软化崩解，合金钻进容易。

泥质砂岩强风化带（IV）：褐红色，岩石风化强烈，裂隙极发育，岩芯呈土夹岩块状、岩块状和柱状，手可折断，不均匀夹大量弱风化岩块，遇水易软化崩解，合金钻进较容易。

泥质砂岩弱风化带（III）：褐红色，碎屑结构，层理构造，裂隙发育，岩芯较完整，多呈柱状，局部呈块状，锤击发音较清脆，易碎，合金钻进困难。

2) 本工程采用广州城建坐标系，珠基高程系统。

3) 由于施工场地的限制，部分钻孔施工困难，在征得设计部门的同意后，钻孔位置由现场地质技术人员根据场地的施工平整条件和地下管线的分布情况进行了适当调整。实际各钻孔的位置情况详见附图 1（工程地质平面图）。

### 3.1.3.4 主要勘察依据

(1) 提资单：《北濠涌排涝泵工程初步设计勘察技术要求》（广州市水务规划勘测

设计研究院有限公司，2024年8月21日)。

(2) 《北濠涌排涝泵工程测量技术总结报告》(北京综建科技有限公司，2024年8月25日)。

(3) 《北濠涌排涝泵工程地下管线探测技术总结报告》(北京综建科技有限公司，2024年8月26日)。

(4) 《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程地质勘察报告》(广州市水利水电勘测设计研究院，2008年6月)。

(5) 主要勘察规程规范及技术标准：

- 1) 行业标准《水闸与泵站工程地质勘察规范》(SL704-2015)；
- 2) 国家标准《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008，2022年版)；
- 3) 国家标准《工程勘察通用规范》(GB 55017-2021)；
- 4) 国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)；
- 5) 国家标准《土工试验方法标准》(GB/T50123-2019)；
- 6) 国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010，2016年版)；
- 7) 国家标准《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)；
- 8) 国家标准《岩土工程勘察安全标准》(GB/T 50585-2019)；
- 9) 国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T 50046-2018)；
- 10) 行业标准《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55-2005)；
- 11) 行业标准《堤防工程地质勘察规程》(SL 188-2005)；
- 12) 行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)；
- 13) 行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87-2012)；
- 14) 行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》(JGJ 83-2011)；
- 15) 行业标准《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)；
- 16) 广东省标准《建筑地基处理技术规范》(DBJ 15-38-2019)；
- 17) 广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016)。

## 3.2 区域地质条件

### 3.2.1 地形地貌

工程区位于广州市海珠区北濠涌出口。地貌上属于珠江三角洲冲积平原，原始地貌

属第四系冲积阶地。地势平坦，起伏较小，地层主要由海冲积层组成。经现场踏勘（见图 3-2），未发现有滑坡、地陷、崩塌等不良物理地质现象。堤顶为水泥路面，左右两岸为两家地产经营管理有限公司的园区停车场、空地、道路以及海珠养护所管理的水闸区，河涌外接珠江。钻孔孔口高程为-2.55~3.57m，河涌左右两岸工程区内地下管线复杂，管线材质、规格及埋深详见《北濠涌排涝泵工程地下管线探测报告》。



图3-2 工程场区现状地貌

### 3.2.2 地层岩性

工程区位于广州市海珠区北濠涌出口，根据 1:5 万《广州幅》区域地质调查资料（详见图 3-3）以及现场钻探揭露，场地周边分布的地层主要为白垩系下统白鹤洞组上段（ $K_1b^2$ ）、第四系残积（ $Q^{el}$ ）、第四系冲积相（ $Q_4^{al}$ ）和第四系人工堆积（ $Q_4^s$ ）。现按地层时代由老至新简述如下：

（1）下统白鹤洞组上段（ $K_1b^2$ ）：下部由紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹岩屑石英砂岩组成。中部为紫棕-暗红色岩屑长石石英砂岩、泥质粉砂岩夹砂砾岩。泥质粉砂



岩中常夹微层状砂岩，水平层理。上部为暗红-紫红色薄-中厚层状钙质粉砂岩与灰-深灰色泥灰岩互层。厚度大于 750m，泥灰岩中水平微细层理发育，该段属于热环境下之滨湖相-冲洪积相-湖泊相沉积。

(2) 第四系残积 ( $Q^{el}$ ): 工程区前期钻孔揭露主要为泥质粉砂岩残积土，以粉质黏土为主。

(3) 第四系冲积相 ( $Q_4^{al}$ ): 分布于珠江两侧。上部为灰黄色、花斑色黏土、亚黏土，深灰色淤泥、粉砂质淤泥；下部为淤泥、淤泥质砂、砂、砾。砂、砂砾层多分布于河道两侧。本次勘察揭露主要为淤泥质土（部分为淤泥）、淤泥质粉砂和粉质黏土。

(4) 第四系人工堆积 ( $Q_4^s$ ): 主要为新近回填的松散堆积物，多位于公路两旁或城镇周围，野外易于识别。由砖块、碎石、混凝土块、砂、土等成分较复杂的松散物组成，地表较平整，不同地段组成不同。

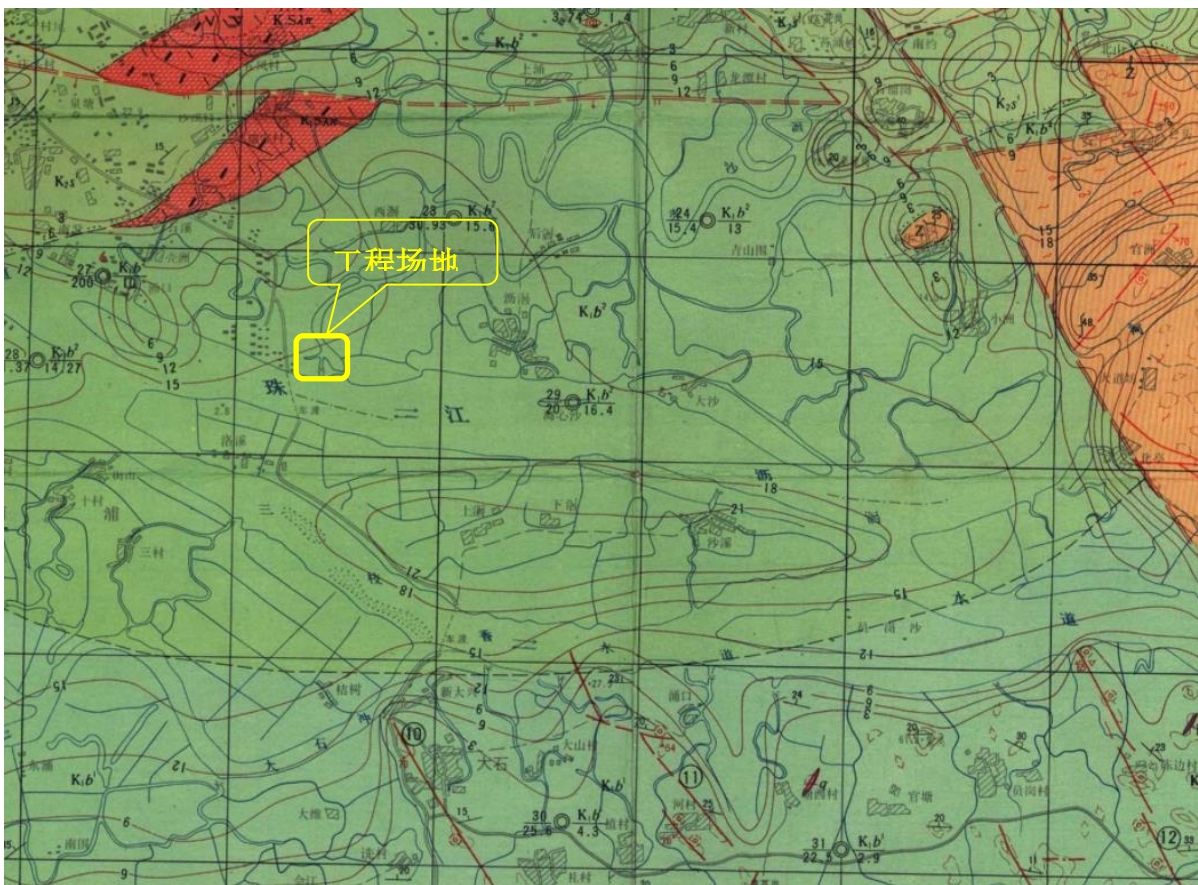


图3-3 区域地质图

### 3.2.3 地质构造

查阅工程区所在的 1:5 万构造纲要图，工程区内并没有明显的地质构造。但工程区周边存在断层构造，主要以东西向广三断层、北西向北亭断层、北西向大石断层、北

西向河村断层，各断层构造特征简述如下：

(1) 广三断层

西起沙元村，往东至石榴岗和黄埔，长约 19km，倾向南，属活动性基底大断层。该断层第四纪仍有活动，控制了第四纪沉积。另外，航片上也显示出断层南北两侧水系形态有明显差异，南侧水系非常发育，显示上盘下降趋势。断层的中段在五风村一带，将次流纹斑岩错移了约 1km。该断层位于拟建场地北部，距离拟建场地约 3km，有一定安全距离。

(2) 北亭断层

自北亭向南东经南村，长约 14km，走向北西 330-340°，倾向南西，倾角不清。该断层为—隐伏的活动性断层，控制北亭一带第四纪沉积，在局部地段硅化岩沿山脊断续出露。该断层位于拟建场地东部，距离拟建场地约 6km，有一定安全距离。

(3) 大石断层

位于大石镇，长约 3.5km，走向北西 330°，倾向北东，倾角 70°。该断层主要由一组密集的裂隙带和小断层所组成，裂隙多数被梳状石英脉充填和硅化，小断层的构造岩为硅化岩，一般厚几十厘米至 1 米，两侧岩石具轻微的糜棱岩化和片理化现象，属张扭性断层。该断层位于拟建场地南部，距离拟建场地约 3km，有一定安全距离。

(4) 河村断层

位于南部大石镇以东河村，长约 5.5km，走向北西 320-330°，倾向南西，倾角 68°。见断层角砾岩和硅化岩。断层两侧岩石具硅化现象，平行断层的裂隙很发育，属张扭性断层。该断层位于拟建场地南部，距离拟建场地约 3km，有一定安全距离。

广三断层、大石断层和河村断层距离拟建场地约 3km，均有一定安全距离，且为非活动性断层，对工程建设及后期运营影响不大；北亭断层具有活动性特征，但距离拟建场地约 6km，对工程建设及后期运营影响不大。

### 3.2.4 地震及场地稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.10g，地震反应谱特征周期为 0.35s，相应地震基本烈度为Ⅶ度，场地类别为Ⅱ类。

### 3.2.5 水文地质条件

#### 3.2.5.1 地表水

工程区位于广州市海珠区，场地范围内的地表水系较发育，地表水系主要有珠江和北濠涌等，项目所在区域主要地表为北濠涌。地表水体流量受季节影响较大，丰水季节流量较大，枯水季节则水量较小。项目范围内冲积相沉积砂层厚度较大，呈层状分布，与周边地表水体有一定程度上的地下水力联系。部分地表水系靠近珠江，在珠江有排泄口，自然排水条件较通畅。

#### 3.2.5.2 地下水类型及其埋藏条件

根据 1:5 万水文地质图，工程区内地下水类型主要为人工填土层上层滞水、第四系松散土层中的孔隙水和基岩裂隙水。第四系松散土层和风化带厚度较大，有利于地下水存储和运移。本次勘察工作期间地下水水位埋深为 3.00~4.10m，水位标高为 0.01~-1.41m。区内地下水动态变化复杂，年水位变化幅度一般 1~3m，地下水受大气降水、蒸发、地形地貌条件影响外，还受外河涌水影响较大（地下稳定水位为钻孔终孔后 24 小时后所观测水位，由于野外作业期短，所实测的地下水位与设计及施工期间的地下水位会存在一定差别）。

#### 3.2.5.3 水、土腐蚀性评价

##### (1) 土的腐蚀性评价

根据所取土样分析结果《土中易溶盐分析报告》腐蚀性评价详见表 3-5。根据表中评价结果，位于地下水以上的土层对混凝土结构及对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

表3-2 土腐蚀性评价表

土样	主要指标				腐蚀性评价按《GB/T 50046-2018》		
					混凝土结构	混凝土中钢筋	钢结构
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg	Mg <sup>2+</sup> mg/kg	pH 值	Cl <sup>-</sup> mg/kg	腐蚀 等级		
ZK13	118.26	9.60	7.50	133.84	微	微	微
ZK15	212.27	2.40	8.87	108.28	微	微	微

##### (2) 水的腐蚀性评价

为评价环境水的腐蚀性，本次勘察取 2 组地下水、1 组地表水做水质分析试验。

根据国家标准《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）附录 L“环境水腐蚀性评价”，环境水对混凝土的腐蚀性判别、环境水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性判



别、环境水对钢结构的腐蚀性判别，应分别符合附表 C-1、附表 C-2、附表 C-3 的规定。判别结果表明，工程区地下水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀，对钢结构具弱腐蚀，工程区地表水对混凝土具重碳酸盐弱腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀。判别结果见表 3-2、表 3-3、表 3-4。

表3-3 环境水对混凝土腐蚀性判别统计表

腐蚀性类别	腐蚀性判定依据	腐蚀性含量			腐蚀性程度	界限指标	判别结果		
		ZK13	ZK32	河涌水			ZK13	ZK32	河涌水
一般酸性型	$pH$ 值	7.06	7.59	8.35	无腐蚀 弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$pH > 6.5$ $6.5 \cong pH > 6.0$ $6.0 \cong pH > 5.5$ $pH \cong 5.5$	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀
碳酸型	侵蚀性 $CO_2$ 含量 (mg/L)	0.00	0.00	0.00	无腐蚀 弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$CO_2 < 15$ $15 \cong CO_2 < 30$ $30 \cong CO_2 < 60$ $CO_2 \cong 60$	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀
重碳酸型	$HCO_3^-$ 含量 (mmol/L)	5.76	3.08	0.81	无腐蚀 弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$HCO_3^- > 1.07$ $1.07 \cong HCO_3^- > 0.70$ $HCO_3^- \cong 0.70$	无腐蚀	无腐蚀	弱腐蚀
镁离子型	$Mg^{2+}$ 含量 (mg/L)	7.63	6.57	2.08	无腐蚀 弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$Mg^{2+} < 1000$ $1000 \cong Mg^{2+} < 1500$ $1500 \cong Mg^{2+} < 2000$ $Mg^{2+} \cong 2000$	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀
硫酸盐型	$SO_4^{2-}$ 含量 (mg/L)	22.08	38.08	29.52	无腐蚀 弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$SO_4^{2-} < 250$ $250 \cong SO_4^{2-} < 400$ $400 \cong SO_4^{2-} < 500$ $SO_4^{2-} \cong 500$	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀

表3-4 环境水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性判别统计表

腐蚀性判定依据	腐蚀性含量			腐蚀程度	界限指标	判别结果		
	ZK13	ZK32	河涌水			ZK13	ZK32	河涌水
$Cl^-$ 含量 (mg/L)	110.72	40.45	16.45	无腐蚀 弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$< 100$ $100 \sim 500$ $500 \sim 5000$ $> 5000$	弱腐蚀	无腐蚀	无腐蚀

表3-5 环境水对钢结构腐蚀性判别统计表

腐蚀性判别依据	地下水腐蚀性含量	地表水腐蚀性含量	腐蚀程度	界限指标	判别结果
$pH$ 值、 $(Cl^- + SO_4^{2-})$ 含量 (mg/L)	$pH = 7.06 \sim 7.59$ $(Cl^- + SO_4^{2-}) = 78.53 \sim 132.80$	$pH = 8.35$ $(Cl^- + SO_4^{2-}) = 45.97$	弱腐蚀 中等腐蚀 强腐蚀	$pH$ 值 $3 \sim 11$ 、 $(Cl^- + SO_4^{2-}) < 500$	弱腐蚀
				$pH$ 值 $3 \sim 11$ 、 $(Cl^- + SO_4^{2-}) \geq 500$	
				$pH$ 值 $< 3$ 、 $(Cl^- + SO_4^{2-})$ 任何浓度	

注：1.表中是指氧能自由溶入的环境水。

2.本表亦适用于钢管道。

3.如环境水的沉淀物中有褐色絮状物沉淀（铁）、悬浮物中有褐色生物膜、绿色丛块，或有硫化氢臭味，应做铁细菌、硫酸盐还原细菌的检查，查明有无细菌腐蚀。

#### 3.2.5.4 地下水对建设工程的影响评价

本工程设计施工需充分考虑地下水对本工程的影响。

地下水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀，对钢结构具弱腐蚀，地表水对混凝土具重碳酸盐弱腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀，设计施工需采取防腐措施。拟建泵室、闸室、清污机室、进水池和箱涵等建（构）筑物建筑底板均位于地下水稳定水位以下，受浮托作用，设计时需注意进行抗浮设计；基坑开挖支护时应做好止水措施。

地下水对基坑工程设计和施工有不利影响。残积土和全强风化岩具有遇水易软化、崩解及承载力降低的特性，同时施工时需注意地下水对基坑开挖的不良影响，采取及时排水与浇筑混凝土封底等相应措施。基坑工程、基础工程施工不宜采用大规模抽降水方案，可采取止隔水方案，保证基坑稳定和临近建筑物安全。

### 3.3 工程区工程地质条件及评价

#### 3.3.1 工程区工程地质条件

勘探深度范围内，拟建场地地层岩性从上而下主要由人工堆积（ $Q_4^s$ ）、第四系冲积相（ $Q_4^{al}$ ）、第四系残积土（ $Q^{el}$ ）及白垩系下统白鹤洞组上段（ $K_1b^2$ ）风化基岩组成，现由上到下分述如下：

第四系人工堆积（ $Q_4^s$ ）：根据土层性质的不同，将该层划分成两个亚层。

①<sub>1</sub> 杂填土：杂色、灰黑色、褐红色，湿，主要由砖块、砼块、粉土和塑料等建筑垃圾回填而成，含少量黏土和碎石，局部含少量淤泥质土，成分复杂，结构松散，硬杂

质块径约 2~40cm，最大可达 50cm 以上，硬杂质含量为 10~80%，陆上钻孔顶部 0~0.3m 为混凝土路面，ZK20、ZK22、ZK27 揭露有厚度 0.7~5m 混凝土。场地范围内大面积分布，仅钻孔 ZK06、ZK08、ZK11、ZK13、ZK29 和 ZK32 共 6 个钻孔未揭露，其余钻孔均有揭露。层厚 0.50~13.00m，厚薄变化较大，平均厚度 4.15m，层顶标高-2.55~3.57m，层底标高-10.10~-0.13m，层底埋深 0.50~13.00m。该层共做标准贯入试验 9 次，统计样本数 9 次，试验范围值  $N^*=6\sim 12$  击，平均击数  $N_m^*=8.3$  击。承载力特征值建议取  $f_{ak}=75\text{ kPa}$ 。

①<sub>2</sub> 素填土：黄色、褐红色，湿，稍密，主要由砂、粉土和黏土等回填而成，结构松散，陆上钻孔顶部 0~0.2m 为混凝土路面。场地范围内局部分布，仅钻孔 ZK06、ZK08、ZK11、ZK13、ZK29 和 ZK32 共 6 个钻孔揭露，其余钻孔未揭露。层厚 2.20~8.40m，厚薄变化较大，平均厚度 4.28m，层顶标高 2.69~3.52m，层底标高-5.49~0.53m，层底埋深 2.20~8.40m。该层共做标准贯入试验 6 次，统计样本数 6 次，试验范围值  $N^*=5\sim 12$  击，平均击数  $N_m^*=7.2$  击。该层取试样 3 组，统计样本数 3 组，主要物理力学指标平均值如下：湿密度  $\bar{\rho}_o=1.87\text{ g/cm}^3$ ，干密度  $\bar{\rho}_d=1.54\text{ g/cm}^3$ ，土粒比重  $\bar{G}_s=2.68$ ，天然含水率  $\bar{\omega}=20.9\%$ ，孔隙比  $\bar{e}=0.752$ ，液限  $\bar{\omega}_L=25.5\%$ ，塑限  $\bar{\omega}_p=17.8\%$ ，塑性指数  $\bar{I}_p=7.7$ ，液性指数  $\bar{I}_L=0.46$ ，压缩系数  $\bar{a}_{1-2}=0.406\text{ MPa}^{-1}$ ，压缩模量  $\bar{E}_{s1-2}=4.50\text{ MPa}$ ，属高压缩性土。直接快剪：黏聚力标准值  $\bar{c}_q=12.7\text{ kPa}$ ，内摩擦角标准值  $\bar{\varphi}_q=12.0^\circ$ ，承载力特征值建议取  $f_{ak}=70\text{ kPa}$ 。

第四系冲积相 ( $Q_4^{al}$ )：根据土层性质的不同，将该层划分成四个亚层。

②<sub>1</sub> 淤泥质土：黑、灰黑色，流塑~软塑状态，饱和，土质细腻，有腥臭味，局部不均匀含大量粉土和粉细砂。场地范围内钻孔部分揭露，见于 ZK02、ZK08、ZK11、ZK12、ZK13、ZK14、ZK16、ZK30~ZK32 和 YZK3 共 11 个钻孔处。层厚 0.80~6.10m，厚薄变化较大，平均厚度 2.91m，层顶标高-13.50~0.53m，层顶埋深 0.00~12.20m，层底标高-14.30~-3.29m，层底埋深 3.75~13.00m。该层共做标准贯入试验 12 次，统计样本数 12 次，试验范围值  $N^*=1\sim 3$  击，平均击数  $N_m^*=2.0$  击。该层取试样 11 组，统计样本数 11 组，主要物理力学指标平均值如下：有机质含量  $Om=20.8\%$ ，湿密度  $\bar{\rho}_o=1.71\text{ g/cm}^3$ ，干密度  $\bar{\rho}_d=1.20\text{ g/cm}^3$ ，土粒比重  $\bar{G}_s=2.64$ ，天然含水率  $\bar{\omega}=43.1\%$ ，孔隙比  $\bar{e}=1.219$ ，液限  $\bar{\omega}_L=38.5\%$ ，塑限  $\bar{\omega}_p=24.1\%$ ，塑性指数  $\bar{I}_p=14.4$ ，液性指数  $\bar{I}_L=1.35$ ，压

缩系数  $\bar{a}_{1-2} = 0.706 \text{ MPa}^{-1}$ ，压缩模量  $\bar{E}_{s1-2} = 3.32 \text{ MPa}$ ，属高压缩性土。直接快剪：黏聚力标准值  $\bar{c}_q = 8.8 \text{ kPa}$ ，内摩擦角标准值  $\bar{\varphi}_q = 5.8^\circ$ ；固结快剪：黏聚力标准值  $c_{cq} = 14.3 \text{ kPa}$ ，内摩擦角标准值  $\varphi_{cq} = 12.0^\circ$ ；承载力特征值建议取  $f_{ak} = 45 \text{ kPa}$ 。

②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂：黑、灰黑色，松散~稍密，湿~饱和，主要以粉砂为主，不均匀夹较多淤泥质土，局部夹植物根系和细中砂，砂粒呈圆状，分选性好，级配差，有腥臭味。场地范围内钻孔普遍揭露，见于 ZK06、ZK07、ZK09、ZK14~ZK19、ZK22、ZK24~ZK26、ZK28~ZK32、YZK1 和 YZK2 共 20 个钻孔处。层厚 1.10~6.30m，厚薄变化较大，平均厚度 2.88m，层顶标高 -5.49~-0.13m，层顶埋深 0.00~8.40m，层底标高 -7.39~-2.45m，层底埋深 1.70~10.80m。该层共做标准贯入试验 15 次，统计样本数 15 次，试验范围值  $N'=3\sim 5$  击，平均击数  $N_m'=3.7$  击。该层取试样 12 组，统计样本数 11 组，主要物理力学指标平均值如下：有机质含量  $Om=19.6\%$ ，湿密度  $\bar{\rho}_o = 1.80 \text{ g/cm}^3$ ，干密度  $\bar{\rho}_d = 1.39 \text{ g/cm}^3$ ，土粒比重  $\bar{G}_s = 2.66$ ，天然含水率  $\bar{\omega} = 29.92\%$ ，孔隙比  $\bar{e} = 0.93$ ，液限  $\bar{\omega}_L = 26.13\%$ ，塑限  $\bar{\omega}_p = 17.52\%$ ，塑性指数  $\bar{I}_p = 8.62$ ，液性指数  $\bar{I}_L = 1.93$ ，压缩系数  $\bar{a}_{1-2} = 0.400 \text{ MPa}^{-1}$ ，压缩模量  $\bar{E}_{s1-2} = 5.24 \text{ MPa}$ ，属高压缩性土。直接快剪：黏聚力标准值  $\bar{c}_q = 8.0 \text{ kPa}$ ，内摩擦角标准值  $\bar{\varphi}_q = 14.7^\circ$ ；固结快剪：黏聚力  $c_{cq} = 13.60 \text{ kPa}$ ，内摩擦角  $\varphi_{cq} = 21.80^\circ$ ；承载力特征值建议取  $f_{ak} = 60 \text{ kPa}$ 。

②<sub>3</sub> 粗砾砂：灰白色、黄色、褐红色，松散~中密，湿~饱和，主要以粗砂和砾砂为主，不均匀含少量中砂、细砂和黏土，呈次棱角状，级配一般，分选性一般，局部含大量粉土，偶见贝壳，场地范围内所有钻孔均有揭露。层厚 2.70~10.50m，厚薄变化较大，平均厚度 7.61m，层顶标高 -10.95~-2.45m，层顶埋深 1.70~13.00m，层底标高 -16.59~-8.05m，层底埋深 7.60~19.50m。该层共做标准贯入试验 55 次，统计样本数 55 次，试验范围值  $N'=9\sim 19$  击，平均击数  $N_m'=14.0$  击。该层取试样 15 组，统计样本数 12 组，主要力学指标平均值如下，直接快剪黏聚力标准值  $\bar{c}_q = 11.9 \text{ kPa}$ ，直接快剪内摩擦角标准值  $\bar{\varphi}_q = 29.8^\circ$ ，承载力特征值建议取  $f_{ak} = 150 \text{ kPa}$ 。

②<sub>4</sub> 粉质黏土：灰白色、黄色，可塑，湿，主要以黏粒为主，不均匀含中粗砂，为冲积土，无摇振反应，刀切面有光泽，干强度中等，韧性中等。场地范围内仅零星揭露，见于 ZK19、ZK21、YZK1~3 共 5 个钻孔。层厚 0.55~2.90m，厚薄变化较小，平均厚度 1.65m，层顶标高 -13.15~-4.3m，层顶埋深 3.60~11.65m，层底标高 -13.75~-5.70m，

层底埋深 5.00~12.90m。该层共做标准贯入试验 3 次，统计样本数 3 次，试验范围值  $N'=7\sim 9$  击，平均击数  $N'_m=7.7$  击。该层取试样 2 组，统计样本数 2 组，主要物理力学指标平均值如下：湿密度  $\bar{\rho}_o=2.04\text{ g/cm}^3$ ，干密度  $\bar{\rho}_d=1.76\text{ g/cm}^3$ ，土粒比重  $\bar{G}_s=2.67$ ，天然含水率  $\bar{\omega}=16.00\%$ ，孔隙比  $\bar{e}=0.52$ ，液限  $\bar{\omega}_L=25.8\%$ ，塑限  $\bar{\omega}_p=15.45\%$ ，塑性指数  $\bar{I}_p=10.35$ ，液性指数  $\bar{I}_L=0.11$ ，压缩系数  $\bar{a}_{1-2}=0.280\text{ MPa}^{-1}$ ，压缩模量  $\bar{E}_{s1-2}=6.37\text{ MPa}$ ，属高压缩性土。直接快剪：黏聚力建议值  $\bar{c}_q=28.9\text{ kPa}$ ，内摩擦角建议值  $\bar{\varphi}_q=18.6^\circ$ ；承载力特征值建议取  $f_{ak}=120\text{ kPa}$ 。

#### 第四系残积土（ $Q^{el}$ ）

③残积土：红色，稍湿，可塑~硬塑，呈粉质黏土状，由泥质砂岩风化残积而成，泡水易软化。场地范围内仅见于 YZK1 和 YZK3 共 2 个钻孔，层厚 0.50~0.60m，厚薄变化小，平均层厚 0.55m，层顶标高-13.75~-13.70m，层顶埋深 12.20~12.90m，层底标高-14.30~-14.25m，层底埋深 12.80~13.40m。承载力特征值建议取  $f_{ak}=160\text{ kPa}$ 。

#### 白垩系下统白鹤洞组上段（ $K_1b^2$ ）

（V）泥质砂岩全风化带：青灰色、褐红色，风化剧烈，大部分矿物基本风化成黏性土，岩芯呈土柱状，不均匀夹强风化岩块和砂，原岩结构基本被破坏，但尚可辨认，遇水易软化崩解，合金钻进容易。场地范围内除 YZK3 钻孔未揭露外，其余钻孔均有揭露。层厚 0.65~9.60m，厚薄变化大，平均层厚 3.21m，层顶标高-16.59~-11.95m，层顶埋深 9.60~19.50m，层底标高-22.68~-14.40m，层底埋深 12.00~26.20m。该层共做标准贯入试验 14 次，统计样本数 14 次，试验范围值  $N'=21\sim 48$  击，平均击数  $N'_m=33.9$  击。该层取试样 13 组，统计样本数 12 组，主要物理力学指标平均值如下：湿密度  $\bar{\rho}_o=1.96\text{ g/cm}^3$ ，干密度  $\bar{\rho}_d=1.57\text{ g/cm}^3$ ，土粒比重  $\bar{G}_s=2.70$ ，天然含水率  $\bar{\omega}=24.6\%$ ，孔隙比  $\bar{e}=0.728$ ，液限  $\bar{\omega}_L=33.8\%$ ，塑限  $\bar{\omega}_p=21.0\%$ ，塑性指数  $\bar{I}_p=12.7$ ，液性指数  $\bar{I}_L=0.27$ ，压缩系数  $\bar{a}_{1-2}=0.371\text{ MPa}^{-1}$ ，压缩模量  $\bar{E}_{s1-2}=5.04\text{ MPa}$ ，属高压缩性土。直接快剪：黏聚力标准值  $\bar{c}_q=23.8\text{ kPa}$ ，内摩擦角标准值  $\bar{\varphi}_q=13.0^\circ$ ，承载力特征值建议取  $f_{ak}=250\text{ kPa}$ 。

（IV）泥质砂岩强风化带：褐红色，岩石风化强烈，裂隙极发育，岩芯呈土夹岩块状、岩块状和柱状，手可折断，不均匀夹大量弱风化岩块，遇水易软化崩解，合金钻进较容易。该层未揭穿，在钻探深度范围内，所有施工钻孔均有揭露，揭露层厚 1.00~8.60m，

层顶标高-22.68~-14.25m,层顶埋深 12.00~26.20m。承载力特征值建议取  $f_{ak} = 500 kPa$ 。

(III) 泥质砂岩弱风化带: 褐红色, 碎屑结构, 层理构造, 裂隙发育, 岩芯较完整, 多呈柱状, 局部呈块状, 锤击声哑, 易碎, 合金钻进困难。岩芯采取率为 84~93%, RQD 为 40~93%。场地范围内钻孔部分揭露, 岩石抗压强度  $f_r=9.8MPa$ , 承载力特征值建议取  $f_{ak} = 1300 kPa$ 。

### 3.3.2 工程区工程地质评价

在勘探深度范围内, 各地层工程地质条件评价如下:

①人工填土: ①<sub>1</sub>杂填土该层在区域内呈广泛分布, ①<sub>2</sub>素填土该层在区域内呈局部分布。人工填土具有性质不均, 厚度和密度变化大、压缩性大、强度低, 孔隙大且渗透性不均匀等工程性质, 不适宜直接作为基础持力层。基坑开挖若不采取支护措施, 会引起较大变形, 容易造成坍塌事故。

②<sub>1</sub>淤泥质土: 该层在区域内呈局部分布, 流塑~软塑状态, 承载力低, 工程性质差, 不适宜作为基础持力层, 易诱发地面不均匀沉降、地下管网拉脱断裂等危害。

②<sub>2</sub>淤泥质粉砂: 该层在区域内呈广泛分布, 呈松散~稍密, 局部夹植物根系和细中砂, 承载力较低, 工程性质较差, 不适宜作为基础持力层, 易诱发地面不均匀沉降、地下管网拉脱断裂等危害。

②<sub>3</sub>粗砾砂: 该层在区域内呈广泛分布, 呈松散~中密, 局部含大量粉土, 偶见贝壳。具有一定承载力, 但需注意其强透水性的特性, 做好相应防渗措施。

②<sub>4</sub>粉质黏土: 该层在区域内零星揭露, 呈可塑状, 承载力低, 不宜直接作为基础持力层。

③残积土: 该层在区域内仅见于 YZK1 和 YZK3 共 2 个钻孔, 可塑~硬塑状, 呈粉质黏土, 遇水易软化崩解。属一般地基土, 承载力低, 不宜直接作为天然地基基础。

(V) 泥质砂岩全风化带: 该层在区域内呈广泛分布, 呈坚硬土柱状, 静态力学强度较高, 具有一定承载力, 可作为预制桩基础持力层, 但该层具有遇水易软化崩解的特性。

(IV) 泥质砂岩强风化带: 该层在区域内呈广泛分布, 呈半岩半土状, 静态力学强度较高, 具有一定承载力, 可作为预制桩基础持力层。

(III) 泥质砂岩弱风化带：该层在区域内部分钻孔揭露，呈柱状，静态力学强度高，具有一定承载力，可作为灌注桩基础持力层。

经钻探揭露，在钻探深度范围内，拟建左右岸泵室、左右岸清污机室和事故闸室基底均位于②<sub>3</sub> 粗砾砂层；拟建左右岸进水池和出口箱涵基底大部分位于②<sub>3</sub> 粗砾砂层，局部位于②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层；拟建右岸压力箱涵、箱涵和防洪闸基底大部分位于①<sub>2</sub> 素填土、②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层，局部位于②<sub>1</sub> 淤泥质土。①<sub>2</sub> 素填土性质不均，厚度和密度变化大、承载力不满足要求，需进行地基处理；②<sub>1</sub> 淤泥质土呈流塑~软塑状态，承载力不满足要求，需进行地基处理；②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂呈松散~稍密，含较多淤泥质土，局部夹植物根系和细中砂，呈中等透水性，渗透稳定性较差，强度较差，承载力不满足要求，液化等级为轻微~严重液化，需进行地基处理；②<sub>3</sub> 粗砾砂呈松散~中密，偶见贝壳，具有一定的承载力，呈不液化~轻微液化，但呈强透水性，当上部荷载不大时，可作为天然地基浅基础持力层，但需做好防渗处理。若经计算不满足稳定验算要求，亦可考虑采用复合地基或桩基处理。各土层岩土参数建议值可按表 3-6 选用。另外，拟建场地内存在地下管线，建议设计部门按规范对管线进行保护，避免施工时破坏管线。

表3-6 各地层物理力学参数建议值表

地层编号	岩土名称	天然含水率	湿密度	比重	孔隙比	压缩系数	压缩模量	变形模量	剪切指标		泊松比	承载力特征值	混凝土预制桩		水下钻（冲）孔灌注桩		渗透系数		
									直接快剪（固结快剪）				桩侧摩阻力特征值	端阻力特征值		桩侧摩阻力特征值		端阻力特征值	
		w	ρ	Gs	e	a <sub>1-2</sub>	E <sub>s1-2</sub>	E <sub>0</sub>	c	Φ	f <sub>ak</sub>	q <sub>sa</sub>		q <sub>pa</sub> (kPa)			q <sub>sa</sub>	q <sub>pa</sub> (kPa)	
		(%)	(g/cm <sup>3</sup> )			(MPa <sup>-1</sup> )	(MPa)	(MPa)	(kPa)	(°)		κ	kPa	kPa	L≤9	9<L≤16	kPa	≤15m	>15m
①-1	杂填土	/	/	/	/	/	/	/	9.0	11.5	/	75	13	/	/	13	/	/	7.75×10 <sup>-6</sup> ~ 5.00×10 <sup>-2</sup>
①-2	素填土	20.9	1.87	2.68	0.752	0.406	4.50	5	14.3	14.4	/	70	12	/	/	10	/	/	2.08×10 <sup>-5</sup> ~ 4.11×10 <sup>-3</sup>
②-1	淤泥质土	43.1	1.71	2.64	1.219	0.706	3.32	2.5	8.8 (14.3)	5.8 (12.0)	/	45	10	/	/	8	/	/	3.56×10 <sup>-6</sup>
②-2	淤泥质粉砂	29.9	1.80	2.66	0.926	0.402	5.24	4	8.0 (13.6)	14.7 (21.8)	/	60	11	/	/	9	/	/	2.04×10 <sup>-3</sup>
②-3	粗砾砂	/	/	/	/	/	/	25	/	29.8	0.25	150	27	1500	2000	21	750	1000	5.16×10 <sup>-2</sup>
②-4	粉质黏土	16.0	2.04	2.67	0.522	0.285	6.37	8	28.9	18.6	0.30	120	25	700	1000	14	350	450	1.09×10 <sup>-4</sup>
③	残积土	25.6	1.90	2.74	0.811	0.336	5.39	12	20.0	13.9	0.30	160	30	1000	1500	25	350	500	3.00×10 <sup>-5</sup>
④-1	泥质砂岩全风化带	24.6	1.96	2.70	0.728	0.371	5.04	60	23.8	13.0	0.30	250	50	2000		40	400	600	3.11×10 <sup>-6</sup>
④-2	泥质砂岩强风化带	/	/	/	/	/	/	800	32*	28*	0.30	500	85	2800		80	500	700	/
④-3	泥质砂岩弱风化带	/	/	/	/	/	/	2000	200*	30*	0.25	1300	/	4200		120	900	1300	/



### 3.4 主要工程地质问题评价及其处理措施

#### 3.4.1 场地和地基稳定性及工程适宜性评价

从区域地震活动的时间序列和空间分布特征来看，广州地区处于东南沿海地震带，历史上区域内曾发生 4.75~5 级地震 3 次，3~4.5 级地震多次，但无明显破坏性地震记录，工程区无大的活动性断裂通过。根据区域地质资料分析，工程区内并没有明显的地质构造。工程区外构造单元主要为东西向广三断层、北西向北亭断层、北西向大石断层和北西向河村断层，钻探及搜集钻孔区域未发现断裂踪迹。

经现场踏勘，未发现有滑坡、地陷、崩塌、土洞和溶洞，工程区内的不良物理地质现象不发育，地形日趋平坦，外部地质营力微弱。综合判断场地是基本稳定的。

但场地内局部分布有厚度较大的松软土层，包括流塑~软塑状态淤泥质土和松散~稍密状淤泥质粉砂，承载力低，工程物理力学性质差。基岩风化不均匀埋深变化较大。地下水埋藏较浅，且存在液化砂土，对工程建设有一定影响，如选用合适的地基处理方法对松软土进行加固处理，或采用桩基础，本场地可兴建拟建各建（构）筑物。

综上所述，场地和地基基本稳定，如选用合适工程措施和基础方案，较适宜本工程建设，适宜性等级为较适宜。

#### 3.4.2 地震效应性评价

(1) 场区软弱土层、液化砂层普遍分布，工程区内无明显的地质构造，但工程区周边存在有褶皱、断层，场区附近的断层具有多期活动，形成于早侏罗世后，晚近期也有活动，该区域应属建筑抗震不利地段。

根据地层工程地质剖面图和钻孔柱状图分析，钻孔深度范围内主要岩土层为人工填土、淤泥质土、淤泥质粉砂、粗砾砂、粉质黏土、残积土和全风化岩。根据场地内各土层的性状，结合附近工程经验，按国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016 版)表 4.1.1、4.1.3、4.1.6，从工程区均匀随机选取 ZK09、ZK30、YZK3 进行计算，各土层的类型、剪切波速及土层等效剪切波速计算数据见表 3-7 和表 3-8。

表3-7 各土层波速平均值一览表

地层编号	岩土名称	场地土类型	场地土类型
		波速平均值	
① <sub>1</sub>	杂填土	110	软弱土

地层编号	岩土名称	场地土类型	
		波速平均值	
① <sub>2</sub>	素填土	100	
② <sub>1</sub>	淤泥质土	95	
② <sub>2</sub>	淤泥质粉砂	125	
② <sub>3</sub>	粗砾砂	180	
② <sub>4</sub>	粉质黏土	155	
③	残积粉质黏土	250	
V	泥质砂岩全风化带	300	

表3-8 土层等效剪切波速计算一览表

层号	土层名称	状态	承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	计算厚度 $d_i$ (m)	土类型	剪切波速 $v_{si}$ (m/s)	传播时间 $t$ $d_i/v_{si}$	勘探点 编号	场地类别
② <sub>2</sub>	淤泥质粉砂	松散~稍密	60	2.90	软弱土	125	0.023	ZK09	II
② <sub>3</sub>	粗砾砂	松散~中密	150	8.80	中软土	180	0.049		
V	泥质砂岩全风化带	硬塑~坚硬	250	2.30	中软土	300	0.008		
计算数据				14.00			0.080		
计算结果		土层等效剪切波速:		$v_{se} = \sum d_i/t = 175.54\text{m/s}$					
		场地土的类型:		中软土					
① <sub>1</sub>	杂填土	松散	75	5.10	软弱土	110	0.046	ZK30	II
② <sub>1</sub>	淤泥质土	流塑~软塑	45	1.00	软弱土	95	0.011		
② <sub>2</sub>	淤泥质粉砂	松散~稍密	60	3.60	软弱土	125	0.029		
② <sub>3</sub>	粗砾砂	松散~中密	150	6.30	中软土	180	0.035		
V	泥质砂岩全风化带	硬塑~坚硬	250	3.2	中硬土	300	0.011		
计算数据				19.2			0.131		
计算结果		土层等效剪切波速:		$v_{se} = \sum d_i/t = 146.17\text{m/s}$					
		场地土的类型:		软弱土					
② <sub>1</sub>	淤泥质土	流塑~软塑	45	3.75	软弱土	95	0.039	YZK3	II
② <sub>3</sub>	粗砾砂	松散~中密	150	7.50	中软土	180	0.042		
② <sub>4</sub>	粉质黏土	可塑	120	1.65	中软土	155	0.011		
③	残积粉质黏土	可塑~硬塑	160	0.50	中软土	250	0.002		
计算数据				13.40			0.094		
计算结果		土层等效剪切波速:		$v_{se} = \sum d_i/t = 142.88\text{m/s}$					
		场地土的类型:		软弱土					

经计算，工程区均匀随机选取 ZK09、ZK30、YZK3 进行计算，覆盖层土层等效剪切波速分别为  $v_{se}=175.54\text{m/s}$ 、 $v_{se}=146.17\text{m/s}$ 、 $v_{se}=142.88\text{m/s}$ ，场地土的类型为软弱土～中软土，为建筑抗震不利地段，建筑场地类别属 II 类，峰值加速度为  $0.10g$ ，反应谱特征周期值  $T_g$  为  $0.35\text{s}$ ，抗震设防类别为乙类。

(2) 场区地震设防烈度为 7 度，抗震设防类别为丙类。当地面下存在饱和砂土和饱和粉土时，除 6 度外，应进行液化判别；存在液化层的地基，应根据建筑的抗震设防类别、地基的液化等级，结合具体情况采取相应的措施。

饱和的砂土或粉土（不含黄土），当符合下列条件之一时，可初步判别为不液化或可不考虑液化影响：

- 1) 地层年代为第四纪晚更新世 ( $Q_3$ ) 或其以前的时，7、8 度时可判为不液化。
- 2) 粉土的黏粒（粒径小于  $0.005\text{mm}$  的颗粒）含量百分比率，7 度、8 度和 9 度分别不小于 10、13 和 16 时，可判为不液化。

初判结果表明，工程区内普遍存在地震液化砂层，需进行复判。

据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) (2016 版)，需对②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层、②<sub>3</sub>粗砾砂层进行液化判别，结果表明：②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层呈轻微～严重液化，②<sub>3</sub>粗砾砂层呈不液化～轻微液化（详见附表 6：饱和土液化判别表）。

依据《软土地区岩土工程勘察规程》(JGJ83-2011) 第 6.3.4 条的规定，设防烈度等于或大于 7 度时，对厚软土分布区宜判别软土震陷的可能性，并应符合下列规定：当临界等效剪切波速大于表 3-9 的数据时，可不考虑震陷影响。

**表3-9 临界等效剪切波速**

抗震设防烈度	7 度	8 度	9 度
临界等效剪切波速 $V_{se}$ (m/s)	90	140	200

参考《工程地质手册》(2018 年第五版)并结合附近工程经验，各土层的等效剪切波速  $V_{se}$  均大于  $90\text{m/s}$ ，场地可不考虑软土震陷影响。

### 3.4.3 地面沉降

场地人工填土层分布广泛，局部厚度较大，且场地范围内软土和含软土的淤泥质粉砂普遍分布，由于软土具有含水量大、压缩性高、强度低、灵敏度高、易触变、抗剪强度低等特点，导致软土层在地下水位下降或处理不当时易导致地面沉降。在施工时，如过度降水、地面超载等都可能引起地面沉降或塌陷，对周边既有建构筑物 and 地下管线有

较大影响。

### 3.4.4 渗透变形及渗透稳定评价

土体在渗透作用下，当渗透比降超过土的允许比降时，土体的组成和结构将发生变形和破坏，即渗透变形或渗透破坏。工程区上部地层由①<sub>1</sub>杂填土、①<sub>2</sub>素填土、②<sub>1</sub>淤泥质土、②<sub>2</sub>淤泥质粉砂、②<sub>3</sub>粗砾砂、②<sub>4</sub>粉质黏土和③残积土组成，地基存在渗透变形可能。根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）附录 G“土的渗透变形判别”，工程区土的渗透变形类型与允许水力比降见表 3-8。从表 3-8 的数据可知，工程区土的渗透变形类型主要为流土及管涌型。

表3-10 土的渗透变形类型与允许比降表

层号	土层名称	破坏类型	允许比降 $J_0$ (建议)
① <sub>1</sub>	杂填土	管涌	0.10~0.20
① <sub>2</sub>	素填土	流土	0.15~0.25
② <sub>1</sub>	淤泥质土	流土	0.30~0.40
② <sub>2</sub>	淤泥质粉砂	管涌	0.10~0.20
② <sub>3</sub>	粗砾砂	管涌	0.10~0.15
② <sub>4</sub>	粉质黏土	流土	0.40~0.45
③	残积土	流土	0.40~0.45

区内的地下水动态变化复杂，地下水位埋深普遍较浅，且受季节影响，不同的含水层或同一类型的含水层中，由于其分布及岩性结构不同，具有不同的水文地质特征，其透水性差异较大。

其中，工程区广泛分布①<sub>1</sub>杂填土，局部分布①<sub>2</sub>素填土，填土成分复杂，性质不均，厚度较大，②<sub>2</sub>淤泥质粉砂呈松散~稍密，渗透性等级为中等透水，②<sub>3</sub>粗砾砂呈松散~中密，渗透性等级为强透水，均存在渗透问题。开挖时应防止挖至填土层和砂层时可能产生的突涌问题及可能产生的渗透稳定问题，建议设计部门进行渗流计算，并采取相应的处理措施（如设置反滤层或减压井等）。

拟建工程区土层渗透变形类型主要为管涌型，防止渗透变形可采用不透水材料或完全阻断土中的渗透路径，或增加渗透路径，减少水力坡降；也可在渗流出逸处布置减压、压重或反滤层防止流土的发生。

垂直防渗可用混凝土、塑性混凝土和土工膜等材料，最常用的是混凝土和塑性混凝土地下连续墙。

## 3.5 地基基础方案选型及建议

### 3.5.1 工程特征及场地地形环境

本工程拟建各建（构）筑物为泵室、闸室、清污机室、进水池、出口箱涵、压力箱涵、箱涵、防洪闸和围堰。左岸泵室和右岸泵室建基面高程均为-8.30m（珠基高程），左右岸清污机室和事故闸室建基面高程均为-8.20m~-8.13m；左岸进水池段建基面高程为-8.13m~-3.50m，右岸进水池段建基面高程为-8.13m~-3.30m；左岸出口箱涵建基面高程为-8.20m~-4.13m，右岸出口箱涵建基面高程为-8.20m~-4.18m；右岸压力箱涵、箱涵和防洪闸建基面高程为-4.80m~-4.70m。

本工程河涌堤顶为水泥路面，左右两岸为园区停车场、空地、道路以及海珠养护所管理的水闸区，河涌外接珠江。钻孔孔口高程为-2.55~3.57m，河涌左右两岸地下管线复杂。工程区与两岸商业园区建筑物相邻，施工作业空间有限。

### 3.5.2 地基基础方案分析及建议

#### 3.5.2.1 天然地基浅基础方案分析

##### （1）进水池

拟建左岸进水池段建基面高程为-8.13m~-3.50m，拟建右岸进水池段建基面高程为-8.13m~-3.30m。左岸进水池基底位于②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层和②<sub>3</sub> 粗砾砂层，右岸进水池基底位于②<sub>1</sub> 淤泥质土和②<sub>3</sub> 粗砾砂层。②<sub>1</sub> 淤泥质土呈流塑~软塑状，承载力不高，工程性质较差，不适宜作为基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需进行处理以提高地基承载力、控制变形沉降；②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂承载力不高，且具轻微~严重液化，不适宜作为基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需进行处理以提高地基承载力、控制变形沉降；②<sub>3</sub> 粗砾砂层具有一定的承载力，具不液化~轻微液化，但呈强透水性，不宜直接作为天然地基浅基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需对②<sub>3</sub> 粗砾砂层进行防渗处理。

##### （2）清污机室、泵室和事故闸室

拟建左右岸泵室建基面标高为-8.30m，拟建左右岸清污机室和事故闸室建基面高程均为-8.20m~-8.13m。上述建（构）筑物基底均位于②<sub>3</sub> 粗砾砂层，该层具有一定的承载力，但呈强透水性，不宜直接作为天然地基浅基础持力层。若采用天然地基浅基础，则

需对②<sub>3</sub>粗砾砂层进行防渗处理。

### (3) 出口箱涵

拟建左岸出口箱涵建基面高程为-8.20m~-4.13m，拟建右岸出口箱涵建基面高程为-8.20m~-4.18m。左岸出口箱涵基底位于②<sub>3</sub>粗砾砂层，右岸出口箱涵基底位于②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层和②<sub>3</sub>粗砾砂层。②<sub>2</sub>淤泥质粉砂含较多淤泥质土，承载力不高，且具轻微~严重液化，不适宜作为基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需进行处理以提高地基承载力、控制变形沉降；②<sub>3</sub>粗砾砂层具有一定的承载力，具不液化~轻微液化，但呈强透水性，不宜直接作为天然地基浅基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需对②<sub>3</sub>粗砾砂层进行防渗处理。

### (4) 压力箱涵、箱涵和防洪闸

右岸压力箱涵、箱涵和防洪闸建基面高程为-4.80m~-4.70m，基底大部分位于②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层，局部位于①<sub>2</sub>素填土层。①<sub>2</sub>素填土层多由砂、粉土和黏土等回填而成，②<sub>2</sub>淤泥质粉砂含较多淤泥质土，且具轻微~严重液化；上述土层承载力不高，工程性质较差，不适宜作为基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需进行处理以提高地基承载力、控制变形沉降。

### (5) 围堰

工程区河涌宽 31.00~57.00m，河涌底部地形较起伏，河涌左右两岸为砌石挡墙。河涌连接珠江，地表水丰富，河涌水位受降雨和珠江水位影响变化较大。河涌底地层主要为①<sub>1</sub>杂填土、①<sub>2</sub>素填土、②<sub>1</sub>淤泥质土、②<sub>2</sub>淤泥质粉砂、②<sub>3</sub>粗砾砂和风化岩，局部为②<sub>4</sub>粉质黏土和③残积粉质黏土。

①<sub>1</sub>杂填土和①<sub>2</sub>素填土性质不均，具有厚度和密度变化大、压缩性大、强度低、孔隙大且渗透性不均匀等工程性质，不适宜直接作为基础持力层，需进行地基处理；②<sub>1</sub>淤泥质土呈流塑~软塑状态，承载力不满足要求，需进行地基处理；②<sub>2</sub>淤泥质粉砂呈松散~稍密，含较多淤泥质土，呈中等透水性，具备轻微~严重液化，渗透稳定性较差，强度较差，承载力不满足要求，需进行地基处理。②<sub>3</sub>粗砾砂呈松散~中密，偶见贝壳，具有一定的承载力，呈不液化~轻微液化，但呈强透水性，当上部荷载不大时可作为天然地基浅基础持力层，但需进行防渗处理。②<sub>4</sub>粉质黏土和③残积粉质黏土承载力较低，不宜直接作为基础持力层，需进行地基处理。风化岩承载力较高，可作为天然地基浅基

础持力层，但全风化岩遇水易软化崩解，强风化岩渗透性较大，设计及施工时需注意。

### 3.5.2.2 人工地基浅基础方案分析

#### (1) 进水池

拟建左岸进水池段建基面高程为-8.13m~-3.50m，拟建右岸进水池段建基面高程为-8.13m~-3.30m。左岸进水池基底位于②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层和②<sub>3</sub> 粗砾砂层，右岸进水池基底位于②<sub>1</sub> 淤泥质土和②<sub>3</sub> 粗砾砂层。②<sub>1</sub> 淤泥质土和②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂承载力低，可选用水泥搅拌桩复合地基，以提高承载力。搅拌桩的长度，应根据上部结构对地基承载力和变形的要求确定，并应穿透软弱土层到达地基承载力相对较高的土层。②<sub>3</sub> 粗砾砂层呈强透水性，需进行防渗处理，可选用咬合灌注桩止水兼顾挡土。

#### (2) 清污机室、泵室和事故闸室

拟建左右岸泵室建基面标高为-8.30m，拟建左右岸清污机室和事故闸室建基面高程均为-8.20m~-8.13m。上述建（构）筑物基底均位于②<sub>3</sub> 粗砾砂层，②<sub>3</sub> 粗砾砂层具不液化~轻微液化，呈强透水性，可选用水泥搅拌桩复合地基，以提高承载力。搅拌桩的长度，应根据上部结构对地基承载力和变形的要求确定，并应穿透软弱土层到达地基承载力相对较高的土层。

#### (3) 出口箱涵

拟建左岸出口箱涵建基面高程为-8.20m~-4.13m，拟建右岸出口箱涵建基面高程为-8.20m~-4.18m。左岸出口箱涵基底位于②<sub>3</sub> 粗砾砂层，右岸出口箱涵基底位于②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层和②<sub>3</sub> 粗砾砂层。②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂承载力低，具备轻微~严重液化；②<sub>3</sub> 粗砾砂层具不液化~轻微液化，呈强透水性。可选用水泥搅拌桩复合地基，以提高承载力。搅拌桩的长度，应根据上部结构对地基承载力和变形的要求确定，并应穿透软弱土层到达地基承载力相对较高的土层。

#### (4) 压力箱涵、箱涵和防洪闸

右岸压力箱涵、箱涵和防洪闸建基面高程为-4.80m~-4.70m，基底大部分位于②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层，局部位于①<sub>2</sub> 素填土层。①<sub>2</sub> 素填土层多由砂、粉土和黏土等回填而成，②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂含较多淤泥质土，且具轻微~严重液化；上述土层承载力不高，工程性质较差。可选用水泥搅拌桩复合地基以提高承载力。搅拌桩的长度应根据上部结构对地基承载力和变形的要求确定，并应穿透软弱土层到达地基承载力相对较高的土层。

### (5) 围堰

工程区河涌宽 31.00~57.00m，河涌底部地形较起伏，河涌左右两岸为砌石挡墙。河涌连接珠江，地表水丰富，河涌水位受降雨和珠江水位影响变化较大。河涌底地层主要为①<sub>1</sub> 杂填土、①<sub>2</sub> 素填土、②<sub>1</sub> 淤泥质土、②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂、②<sub>3</sub> 粗砾砂和风化岩，局部为②<sub>4</sub> 粉质黏土和③ 残积粉质黏土。

①<sub>1</sub> 杂填土和①<sub>2</sub> 素填土性质不均，具有厚度和密度变化大、压缩性大、强度低、孔隙大且渗透性不均匀等工程性质；②<sub>1</sub> 淤泥质土呈流塑~软塑状态，承载力不满足要求；②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂呈松散~稍密，含较多淤泥质土，呈中等透水性，具备轻微~严重液化，渗透稳定性较差，强度较差，承载力不满足要求；②<sub>3</sub> 粗砾砂呈松散~中密，偶见贝壳，具有一定的承载力，呈不液化~轻微液化，但呈强透水性；②<sub>4</sub> 粉质黏土和③ 残积粉质黏土承载力较低。可选用水泥搅拌桩复合地基，以提高上述地层承载力。搅拌桩的长度，应根据上部结构对地基承载力和变形的要求确定，并应穿透软弱土层到达地基承载力相对较高的土层。

#### 3.5.2.3 地下结构抗浮分析

拟建泵室、闸室、清污机室、进水池和箱涵等建（构）筑物建筑底板均位于地下水稳定水位以下，受浮托作用，设计时需注意进行抗浮设计，做好地下结构的抗浮验算，防止因受浮托力的影响造成地下结构物破坏，建议拟建场地抗浮水位取两岸地面标高。

### 3.5.3 施工方式与可行性

#### 3.5.3.1 天然地基浅基础

场地内填土层广泛分布，成分复杂，性质不均，工程性质较差；淤泥质土层和淤泥质粉砂层广泛分布，淤泥质土层呈流塑~软塑状，淤泥质粉砂层呈松散~稍密状，且淤泥质粉砂层具轻微~严重液化和中等透水性，上述土层承载力不高，工程性质较差，均不适宜直接作为基础持力层，需进行处理，填土层和淤泥质粉砂开挖时候应当注意该层发生管涌。粗砾砂层呈松散~中密，具强透水性，且存在轻微液化，开挖时候应当注意该层发生管涌，不宜直接作为天然地基浅基础持力层，若采用天然地基浅基础，则需进行防渗处理。

施工应注意的问题：

- (1) 天然地基的基槽开挖后，应检验开挖揭露的地基条件是否与勘察报告一



致。如有异常情况，应提出处理措施或修改设计的建议。

(2) 开挖至地基持力层时，应按国家规范要求，进行地基静载试验，对地基承载力及变形进行检测，必要时按静载试验结果对承载力取值进行适当修正。

(3) 开挖达到设计深度应及时验槽，及时浇灌砼封底，做好排水措施，防止持力层浸水软化，或暴露在空气中，产生龟裂现象，降低其承载力。

(4) 场地内现状水闸及管理楼附近地下存在相应地基基础结构，该部位未进行钻探，施工时需注意。

### 3.5.3.2 人工地基浅基础

(1) 如采用水泥石搅拌桩方案，应注意本场地杂填土和素填土中夹大量硬杂质的不利影响，杂填土局部硬杂质含量大于 80%。

(2) 如采用水泥石搅拌桩方案，应注意淤泥质土和淤泥质粉砂中含有较多有机质对成桩质量的不利影响；

(3) 搅拌桩的长度，应根据上部结构对地基承载力和变形的要求确定，并应穿透软弱土层和淤泥质粉砂层到达地基承载力相对较高的土层。

应按国家规范要求对复合地基静载试验，对复合地基承载力及变形进行检测。

## 3.5.4 基础施工对周边环境的影响

本场地位于海珠区北濠涌出口，堤顶为水泥路面，左右两岸为两家地产经营管理有限公司的园区停车场、商业楼、空地、道路以及海珠养护所管理的水闸区，河涌外接珠江。环境复杂，对基础安全文明施工要求高。

### 3.5.4.1 天然地基浅基础

采用天然地基浅基础，基础施工时应做好排水和余泥渣土的清运工作，土方开挖及运输对周边环境有一定影响，应做好防尘降噪工作。

### 3.5.4.2 人工地基浅基础

刚性桩复合地基施工粉尘、废弃泥土、噪音对环境有不利影响，施工时应采取相应措施。

根据场地岩土工程条件、施工可行性以及建筑结构形式，建议均采用水泥搅拌桩复合地基。拟建左岸进水池基底大部分位于②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层，拟建右岸进水池基底大

部分位于②<sub>1</sub>淤泥质土层；拟建右岸出口箱涵基底位部分于②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层；拟建右岸压力箱涵、箱涵和防洪闸基底大部分位于②<sub>2</sub>淤泥质粉砂层，局部位于①<sub>2</sub>素填土层；拟建围堰河涌底地层分布有①<sub>1</sub>杂填土、①<sub>2</sub>素填土、②<sub>1</sub>淤泥质土和②<sub>2</sub>淤泥质粉砂。不建议采用天然基础，若采用则需考虑对基底以下人工填土、软弱土层和淤泥质粉砂进行处理，提高承载力以降低不均匀沉降的风险。设计工程师可在建筑设计方案确定后，综合考虑工期、造价等因素，择优选用基础方案。预测本工程建筑变形特征为柱间差异沉降，地基变形特征为不均匀沉降，设计需采取相应措施。

### 3.5.5 岩土设计参数建议

根据土工试验及原位测试成果，结合地区经验，建议各岩土层承载力特征值、压缩模量等岩土参数见表 3-6，考虑基础宽度和埋深影响的地基承载力修正系数  $\eta_b$ 、 $\eta_d$  可按广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 6.2.4 确定。

地基承载力特征值、变形参数、单桩竖向承载力特征值按规范应通过载荷试验确定。方案设计时，大直径钻（冲）孔灌注桩单桩竖向承载力特征值可按广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）第 10.2.4 条规定估算。

根据外业钻探、室内试验成果，结合地区工程经验，建议桩基设计岩土参数见表 3-6。

## 3.6 基坑支护方案

### 3.6.1 基坑周边环境与侧壁岩土特征

本项目在拟建北濠涌排涝泵工程区河涌左岸和右岸设基坑，基坑相关信息详见表 3-9。根据现有建筑资料和现场调查，基坑侧壁周边环境和侧壁岩土特征如下：

表3-11 项目基坑信息表

基坑建筑物名称	室外地坪标高 (m, 珠基高程)	基坑底部标高 (m, 珠基高程)	最大开挖深度 (m)
左岸基坑	2.90~3.57	-4.10~-9.70	12.45
右岸基坑	2.59~3.16	-4.00~-9.75	12.45

注：开挖深度从室外地坪标高面起算。

(1) 左岸基坑紧邻海上明珠智慧园区的停车场、商业楼及园区道路。场地平整后，基坑侧壁主要揭露的土层，自上而下分布为①<sub>1</sub>杂填土、①<sub>2</sub>素填土、②<sub>2</sub>淤泥质粉砂和②<sub>3</sub>粗砾砂。①<sub>1</sub>杂填土层厚 0.00~12.50m，①<sub>2</sub>素填土层厚 0.00~4.80m，填土层具

有性质不均，厚度和密度变化大、压缩性大、强度低，孔隙大且渗透性不均匀等工程性质；②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层厚 0.00~6.30m，呈松散~稍密状，含大量淤泥质土，压缩性高、承载力不高，具中等透水性，工程性质较差；②<sub>3</sub> 粗砾砂层厚 0.00~6.21m，具有一定的承载力，但具强透水性，施工开挖要做好防渗。根据场地周围特征及岩土工程地质特征，基坑支护结构安全等级为一级，环境等级为一级。

(2) 右岸基坑紧邻海珠湾艺术园区的停车场、商业楼、空地以及海珠养护所管理的水闸区。场地平整后，基坑侧壁主要揭露的土层，自上而下分布为①<sub>1</sub> 杂填土、①<sub>2</sub> 素填土、②<sub>1</sub> 淤泥质土、②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂和②<sub>3</sub> 粗砾砂。①<sub>1</sub> 杂填土层厚 0.00~7.00m，①<sub>2</sub> 素填土层厚 0.00~4.10m，填土层具有性质不均，厚度和密度变化大、压缩性大、强度低，孔隙大且渗透性不均匀等工程性质。②<sub>1</sub> 淤泥质土层厚 0.00~5.70m，呈流塑~可塑状；②<sub>2</sub> 淤泥质粉砂层厚 0.00~3.60m，呈松散~稍密状，含大量淤泥质土；淤泥质土和淤泥质粉砂压缩性高、承载力低，淤泥质粉砂具中等透水性，工程性质较差；②<sub>3</sub> 粗砾砂层厚 0.00~5.90m，具有一定的承载力，但具强透水性，施工开挖要做好防渗。根据场地周围特征及岩土工程地质特征，基坑支护结构安全等级为一级，环境等级为一级。

基坑支护方案选型

### 3.6.2 基坑支护方案选型

根据场地周围环境特征及岩土工程条件，建议如下基坑支护方案：

#### 3.6.2.1 放坡支护方案

基坑外侧具备放坡条件时，开挖深度较小的基坑，可直接采用放坡方案，放坡比可根据基坑侧壁土质具体确定。基坑开挖时，应认真做好排水措施，基坑四周应硬化并设置排水沟，防止地表水渗入土体，使土体变软，造成塌陷。该方法工艺简单，造价低。本工程基坑外侧临近地产园区商业楼、停车场、道路和市政桥梁基础，不建议直接采用。。

#### 3.6.2.2 钢板桩+内支撑支护方案

基坑开挖深度中等，基坑周围较为空旷时可采用钢板桩+内支撑施工方案，钢板桩本身作为支挡结构同时可在一定程度上止水，且可回收利用。使用该方法支护时需适时施做内支撑后继续开挖下层土。

#### 3.6.2.3 排桩+内支撑+止水帷幕支护方案

沿基坑边线布设连续排列的大直径钻（冲）孔桩，设置内支撑，排桩顶需设置压顶

梁，构成挡土支护结构；建议采用大直径搅拌桩构筑防渗止水帷幕，搅拌桩必须穿越含水砂层，进入下伏的相对隔水层，支护桩长应满足抗倾覆稳定、抗隆起稳定、抗渗流稳定和整体稳定计算要求。应确保止水效果，防止因止水不力导致基坑周围水位下降、土体有效应力增加而产生的地面沉降，确保周围建筑，特别是基础形式为天然浅基础建筑的安全。根据场地岩土工程条件、基坑深度和施工可行性，建议均采用排桩+内支撑+止水帷幕支护。设计工程师可在建筑设计方案确定后，综合考虑工期、场地平整、造价等因素，择优选用基坑支护方案。

### 3.6.3 基坑截（止）水、降（排）水措施

根据勘察资料结果，勘察期间场地地下水稳定水位埋深 3.00~4.10m，标高 -1.40~0.01m。本基坑开挖深度大，开挖深度范围内存在中等透水性淤泥质粉砂层和强透水性粗砾砂层，地下水相对较丰富。拟建建（构）筑物基底均位于地下水位以下，基坑施工时，需采取专门的截（止）水措施或降排水措施，持续的大降深降水会引起周围道路、管线等构筑物的沉降及开裂。

根据场地的水文地质条件，建议基坑开挖时基坑止水应结合支挡措施共同考虑。基坑开挖和降水后，场地周围地下水位会下降，将对周边环境产生一定的影响，如地面路基下沉，地面开裂，必须采取有效的防范措施。当在基坑四周（支护桩外侧或桩间）采用水泥搅拌桩形成止水帷幕，止水帷幕深度应进入全风化带或以下地层足够深度；或采用咬合桩支护兼止水。同时亦可考虑在基坑内部设置网格状降水井点。同时在基坑坡顶、坡脚各设砖砌排水沟，以截排地表水，在坑底坡脚转角处及适当距离处设集水井，以排泄基坑内的地下水。

### 3.6.4 岩土设计参数建议

根据勘探和室内试验成果，结合地区工程经验，基坑支护设计岩土参数建议值如下。

表3-12 基坑支护土层岩土技术参数建议值表

地层名称	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	c (kPa)	$\Phi$ (°)	土层与锚 固体极限 摩阻力	允许坡度	
					临时	永久
① <sub>1</sub> 杂填土	/	9.0	11.5	20~25	不稳定，需支护	
① <sub>2</sub> 素填土	18.7	14.3	14.4	16~20	不稳定，需支护	
② <sub>1</sub> 淤泥质土	17.1	8.8 (14.3)	5.8 (12.0)	10~15	不稳定，需支护	

地层名称	$\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	c (kPa)	$\Phi$ ( $^{\circ}$ )	土层与锚 固体极限 摩阻力	允许坡度	
					临时	永久
② <sub>1</sub> 淤泥质 粉砂	18.0	8.0 (13.6)	14.7 (21.8)	10~15	不稳定, 需支护	
② <sub>3</sub> 粗砾砂	19.0	/	29.8	50~60	1:1.75~1:2.00 水上	1:2.00~1:2.25 水上
					1:2.00~1:2.25 水下	1:2.25~1:2.50 水下

注：边坡比建议值仅适用于不负载、地表静水工况，建议设计根据抗剪切强度、坡高等指标进行验算。

基坑设计施工前需进行环境调查，详细查明旧基础、邻近房子化粪池等地下构筑物、周边管线分布和周边建筑基础型式，避免出现意外损坏。施工时，坑顶周边不得堆放余泥杂物等，尽量减少坑顶的荷载，做好基坑周围和坑内排水措施，以避免基坑边坡失稳。施工期间应同时做好基坑支护结构和基坑四周建（构）筑物变形（沉降、位移、倾斜）、管线沉降监测，进行信息化施工。

### 3.7 危险性较大工程风险评价

根据住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第 37 号）要求，本项目与工程勘察相关的危大工程主要是基坑（槽）工程部分，对于开挖深度小于 3m 区域属于一般工程，大于 3m 区域属于危大工程，本工程基坑最大开挖深度为 12.50m，应按相关规定进行安全管理。填土呈松散~稍压实，性质不均，厚度和密度变化大、压缩性大、强度低，孔隙大且渗透性不均匀，基坑或基础开挖时容易塌落，应充分考虑填土自重固结或在后期上部荷载作用下引起的地面沉降以及由于填土的厚度不均引起的不均匀沉降，应做好支护及压实处理措施；软土及含软土的淤泥质粉砂层需进行有效的加固及支护处理；砂层广泛分布，厚度较大，易产生渗透变形、流砂、喷砂、冒水、突涌现象，应做好有效的防渗、加固、止水措施；残积土及风化岩具有亲水矿物，遇水易软化，应做好有效的排水措施。

在基坑内开挖时，如未进行降水等处理及分区开挖，或可造成开挖面失稳、倾覆，引发设备、人员安全，建议进行降水疏干后分区施工。本工程基坑场地内软弱松散土层发育，地下水和地表水丰富，工作井基坑开挖可能造成周边地表变形大，甚至基坑塌陷、失稳；设计时应采用合理的支护和止水方案，施工注意施作质量，及时做好支撑。场地内砂层广泛分布，建议做好降水方案，落实降水井管的包网，设置合理的抽水流量，加

强监测及施工时的水位监测。处理不当必然会导致不均匀沉降、坍塌变形等次生灾害发生，对周边道路、地下管线、通行车辆、人及周边建筑物等构成工程事故风险。

本项目施工范围内管线复杂,建议施工进场前进行管线权属单位现场交底,提前做好管线迁改工作。在软土地基地面沉降区，应加强地下水位的监测和地面变形监测，避免地面沉降和塌陷致使地下管线断裂、破坏。

### 3.8 地质条件可能造成的工程风险提示

根据本报告前文分析，本项目场地地质条件较复杂，可能造成一定的工程技术安全风险（部分风险在报告前文已有相关内容），施工前需加强环境调查，必要时尚可进行专项勘察或施工勘察，设计、施工需采取相应的风险控制措施，进行信息化施工，对可预见及不可预见的地质条件可能造成相关技术和安全风险及时进行动态控制，确保本项目施工和运行安全。

本项目场地地质条件可能造成的工程风险包括且不限于如下清单内容：

**表3-13 场地地质条件可能造成的工程风险**

序号	场地地质和环境条件	可能造成的工程风险	对策
1	场地旧基础（ZK20、ZK22、ZK27 揭露有厚度 0.7~5m 混凝土，现状水闸及其附属建筑物下有地基基础）	可能影响基础正常施工	机械清除或引孔
2	残积粉质黏土和风化岩（不均匀夹大量风化硬夹层）	遇水软化，可能造成持力层承载力显著降低；影响基础施工；	施工注意防、排水；桩底穿透硬夹层到达稳定持力层
3	填土及软土（淤泥质土和淤泥质粉砂）发育	可能造成地面不均匀沉降，引起地面开裂或拉裂管线；大面积堆载或载重车辆通行时，易影响基坑稳定	地基处理，稳定性分析
4	场地存在无法探明的地下管线	地下管线可能因误挖或误钻而破坏	环境调查、管线迁改
5	地基不均匀	桩长变动大，造成地基基础不均匀沉降，影响正常使用	选用合适地基基础型式和桩长
6	具腐蚀性地下水 and 地表水	造成建（构）筑物地下结构出现耐久性问题	抗腐蚀设计施工
7	砂土层及基岩裂隙地下水渗透	造成建基坑侧壁、坑底渗漏、涌水致使基坑失稳	加强基坑支护及止、防水
8	存在砂土严重液化地质背景	遭遇强震时地基失稳而造成建筑垮塌破坏	采取抗液化措施
9	地下水埋藏浅	地下结构上浮破坏	采取抗浮措施
10	地下水丰富	地下水在成桩过程中对土体产生扰动、对残积土和风化岩产生软化作用，进而影响侧摩阻力和端阻力。	采用合理的桩基施工工艺和降排水措施

序号	场地地质和环境条件	可能造成的工程风险	对策
11	砂层广泛分布, 具强透水性	粗砾砂层具强透水性, 地下水丰富, 降水难度大, 且对旋喷桩成桩和围堰施工影响大。	基坑及时支护并做好截水止水及降排水措施, 建议成桩采用搅拌桩, 围堰设置防渗墙。
12	部分勘探孔移位	可能局部已施工钻孔地段地质条件与拟施工地段存在差异, 个别数据亦可能存在偏差	施工勘察或补充勘察

### 3.9 天然建筑材料

根据建材资料显示, 由于本工程所在地为经济发达地区, 无砂、石料开采地, 所以砂、石料采用外购, 本工程所需天然建材部分开挖后土料和砂料可利用, 但大部分仍需购买, 拟从附近合法市场购买, 本工程不设自采料场。

本工程土料可利用开挖后的一部分, 勘察资料显示, 本工程内拟开挖土层为: ①1 杂填土、①2 素填土、②1 淤泥质土、②2 淤泥质粉砂、②3 粗砾砂、②4 粉质黏土、③ 残积土。其中, ①2 素填土、②3 粗砾砂和②4 粉质黏土可用于回填, 残积土仅有两个钻孔少量揭露, 且层厚小于 0.6m, 可不考虑其用量。

①2 素填土: 黄色、褐红色, 湿, 稍密, 主要由砂、粉土和黏土等回填而成, 结构松散, 陆上钻孔顶部 0~0.2m 为混凝土路面。该土层可用于回填, 建议施工时按最优含水率控制, 洒水或采用分层碾压, 达到相应的压实度。

②3 粗砾砂: 灰白色、黄色、褐红色, 松散~中密, 湿~饱和, 主要以粗砂和砾砂为主, 不均匀含少量中砂、细砂和黏土, 呈次棱角状, 级配一般, 分选性一般, 局部含大量粉土, 偶见贝壳, 场地范围内所有钻孔均有揭露。该层渗透性强, 去除杂质后, 回填时需达到一定的密实度, 不能用于防渗部位。

②4 粉质黏土: 灰白色、黄色, 可塑, 湿, 主要以黏粒为主, 不均匀含中粗砂, 为冲积土, 无摇振反应, 刀切面有光泽, 干强度中等, 韧性中等。该土层可用于回填, 建议施工时按最优含水率控制, 洒水或采用分层碾压, 达到相应的压实度。

③残积土: 红色, 稍湿, 可塑~硬塑, 呈粉质黏土状, 由泥质砂岩风化残积而成, 泡水易软化。该土层可用于回填, 建议施工时按最优含水率控制, 洒水或采用分层碾压, 达到相应的压实度。

综上所述, 设计可根据各土层性质, 利用处理后使其达到相关部位土料指标用于回

填，并根据工程建设的实际需要就近使用。场区有道路通达，运输方便，砂、石料均需要就近购买。

### 3.10 结论及建议

#### 3.10.1 结论

(1) 工程区位于广州市海珠区北濠涌出口。地貌上属于珠江三角洲冲积平原，原始地貌属第四系冲积阶地。地势平坦，起伏较小。经现场踏勘，未发现滑坡、地陷、崩塌等不良物理地质现象，地形日趋平坦，外部地质营力微弱。场地和地基基本稳定，如选用合适工程措施和基础方案，较适宜本工程建设，适宜性等级为较适宜。

(2) 本工程位于建筑抗震不利地段；场地土总体类型为中软土，建筑场地类别为 II 类；场地位于建筑抗震设防烈度 7 度区内，设计地震分组为第一组；50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度值为 0.10g，反应谱特征周期值为 0.35s。

(3) 工程区内地下水动态变化复杂，受大气降水、蒸发、地形地貌条件影响外，还受珠江水位影响较大。下水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀，对钢结构具弱腐蚀；地表水对混凝土具重碳酸盐弱腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀。地下水以上的土层对混凝土结构及对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

#### 3.10.2 建议

##### (1) 地基基础方案

根据工程特点和场地岩土工程条件，本工程地基基础可选用天然地基浅基础，或水泥搅拌桩复合地基方案。当采用天然基础时，需对人工填土、淤泥质土和淤泥质粉砂层进行地基处理，需对粗砾砂层做防渗处理。

拟建泵室、闸室、清污机室、进水池和箱涵等建（构）筑物建筑底板均位于地下水稳定水位以下，受浮托作用，设计时需注意进行抗浮设计，做好地下结构的抗浮验算，防止因受浮托力的影响造成地下结构物破坏，建议拟建场地抗浮水位取两岸地面标高。

设计人员可在建筑方案确定后，根据结构特征进行技术、经济方面综合分析比较后，择优选用地基基础方案。

##### (2) 基坑支护方案



根据本项目各基坑周边环境和岩土条件，本工程基坑可选用排桩+内支撑+止水帷幕支护方案。建议基坑开挖时基坑止水应结合支挡措施共同考虑。

设计人员可根据各基坑特点进行技术和经济等方面综合分析比较后，择优选用基坑支护方案。

(3) 基坑挖施工时，应进行变形观测，实行信息化施工。基坑开挖及基础施工过程中禁止在基坑边及附近堆载并加强对邻近建筑物、基坑边坡土体位移、邻近道路等进行监测，以便发现问题能及时预测，采取相应处理措施。

(4) 工程区砂层广泛分布，厚度大，围堰施工时应进行防渗处理，设置防渗墙。

(5) 建筑基础应按规范要求进行地基承载力、单桩承载力、桩基质量检验。

(6) 工程区地层主要为①<sub>1</sub>杂填土、①<sub>2</sub>素填土、②<sub>1</sub>淤泥质土、②<sub>2</sub>淤泥质粉砂、②<sub>3</sub>粗砾砂、②<sub>4</sub>粉质黏土、③残积粉质黏土、V泥质砂岩全风化带、IV泥质砂岩强风化带、III泥质砂岩弱风化带。工程区存在渗透变形、渗透稳定、基坑开挖及边坡稳定等工程地质问题，设计方应有针对性地选用相应的处理措施。

(7) 根据建材资料显示，本工程所在地为经济发达地区，无砂、石料开采地，砂、石料采用外购，部分开挖后土料和砂料可利用，但大部分仍需外购，本工程不设自采料场。场区有道路通达，运输方便，砂、石料均需要就近购买。土料可利用开挖后的一部分，设计可根据各土层性质，利用处理后使其达到相关部位土料指标用于回填，并根据工程建设的实际需要就近使用。

(8) 场地工程地质条件较复杂，岩面埋深变化较大，对于本次勘察受客观条件限制未能施工钻孔区域，若施工过程中碰到地层有变化的区域，可及时组织各方验槽，解决施工中遇到的地质问题。

(9) 施工前应联系管线权属相关单位，确保地下管线的安全。

### 3.11 相关说明

(1) 报告阐述了拟建场地主要工程地质特征，其部分工程地质特征实际上就是在设计、施工中必须注意的问题，地质特征及有关问题源于勘察期间对场地的外业勘察与室内岩土工程分析评价，至施工阶段时水文地质特征等可能会产生与勘察评价中不同的地质环境变化，这种现象是合理的。

(2) 报告中勘探孔孔口高程均为勘察期间实测高程，各地质剖面图中勘探孔孔口高程连线非实际的地面线，勘探孔之间地层连线为推测界线，可能与实际情况存在差异，使用报告时需注意。

(3) 基槽开挖施工时，需及时验槽，发现地质条件差异较大时可通知勘察单位，共同协商解决问题，必要时进行补充勘察或施工勘察，提出处理措施建议。

(4) 本次勘察针对北濠涌排涝泵站工程项目建筑平面图布置钻孔，如设计方案变更，使用者需评估本勘察报告的适用性。

## 4 工程任务和规模

### 4.1 工程任务及建设内容

可行性研究阶段确定的工程任务为排涝，通过新建北濠涌泵站，增强北濠涌流域现状排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升。泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，工程规模确定为大（2）型泵站。经复核，本阶段工程任务与可行性研究阶段一致。

本次新建泵站设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，新建排涝泵站主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

### 4.2 社会经济发展概况

海珠区是广州市的一个岛区，地处北纬  $23^{\circ} 52' \sim 23^{\circ} 59'$ 、东经  $113^{\circ} 29' \sim 113^{\circ} 46'$  之间。海珠区四面环水，北临珠江前航道与天河区、越秀区隔江相望，南接珠江后航道与番禺区相邻，东与黄埔区、西与海珠区（芳村地区）隔江相望。整个行政区域由海珠岛、琶洲岛、官洲岛等岛组成。海珠区位于广州市南部，土地面积  $90.40\text{km}^2$ 。2023 年末常住人口 176.83 万人，户籍人口 110.98 万人。

根据广州市地区生产总值统一核算结果，2023 年海珠区地区生产总值为 2720.16 亿元，同比增长 8.6%。其中，第一产业增加值为 1.40 亿元，同比增长 30.9%；第二产业增加值为 486.37 亿元，同比增长 19.9%；第三产业增加值为 2232.39 亿元，同比增长 6.2%。2023 年，全区税收总额 276.82 亿元，增长 64.9%。全区一般公共预算收入 59.97 亿元，下降 13.3%，一般公共预算支出 143.44 亿元，增长 3.8%。全区规模以上工业实现产值 886.10 亿元，增长 27.9%；实现销售产值 885.93 亿元，增长 27.8%；实现营业收入 896.26 亿元，增长 10.0%。

### 4.3 相关规划

#### 4.3.1 片区排涝规划

##### 4.3.1.1 《广州市防洪排涝建设方案（2020-2025 年）》

防洪（潮）标准：到 2025 年，主城区、南沙副中心和番禺南部城区主要外江堤防防洪（潮）标准达到 200 年一遇，主要中心镇和重要堤围防洪标准达到 50~100 年一遇；

北部中小河流防洪标准达到 10~50 年一遇。

治涝标准：到 2025 年，主城区、南沙区城市中心区域能有效应对不低于 50 年一遇的暴雨。

片区排涝整治：加强防洪排涝设施调度。优化对水库、河涌、水闸、泵站、人工湖等有关防洪排涝设施调度，推进主要江河外江水闸与堤围闸泵群联合防御及调度，充分发挥水库、河涌、湖泊以及排水管网的调蓄排涝功能。

《广州市防洪排涝建设方案（2020-2025 年）》提出于 2025 年之前，珠江后航道流域海珠湖排涝片区按照 50 年一遇内涝防治标准实施北濠涌排涝泵站工程。

#### **4.3.1.2 《广州市内涝治理系统化实施方案（2021-2025 年）》（2021 年市水务局印发实施）**

方案提到，琶洲岛、共和围、土华涌、海珠湖、石溪涌 5 个排涝片通过河网相互连通，整体地势平坦，受潮汐影响大。片区具有琶洲数字经济改革试验区、中大国际创新谷、新浩路一环海珠湖创新带等重点保护区域，开发程度高；东、南区为海珠湖湿地及万亩果园，开发建设强度较小。当外江高潮位顶托，外排排涝泵站能力不足，自排受阻，与本次规划要求仍有差距。方案提到的海珠湖排涝片内涝治理措施有：北濠涌排涝泵工程（设计流量  $60\text{m}^3/\text{s}$ ）、沥滘排涝泵站工程。规划要求 2025 年底前完成工程项目。

#### **4.3.1.3 《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035 年）》（送审稿）**

规划提出，广州市全市共划分为 105 个排涝分区。海珠区地处广州中南部，按照水系特点，共分为海珠涌、广纸-石涌口、石溪、海珠湖、土华涌、琶洲岛、共和围、官洲岛等共 8 个排涝片。

防洪（潮）标准：近期至 2025 年，中心城区防洪（潮）标准 200 年一遇。远期至 2035 年，广州具备防御西江 200 年、北江 300 年一遇洪水能力，中心城区具备防御 300 年一遇潮位能力。

城市内涝防治标准：规划广州城镇开发边界范围内，内涝防治设计重现期为 100 年。广州中心城区、副中心城区属于人口密集、内涝易发、特别重要且经济条件较好的城区，最大允许退水时间不超过 1.0~3.0h。

治涝标准：广州城镇治涝标准为 20~50 年一遇；农田治涝标准为 5~20 年一遇 24h 小时暴雨 24h 排干不成灾。



图4-1 海珠区排涝分区图

#### 4.3.1.4 《广州市河涌水系规划（2017-2035年）》（2020年市水务局印发实施）

规划提出排涝标准：荔湾、越秀、天河、海珠、白云区北二环高速公路以南地区、黄埔区九龙镇以南地区及番禺区广明高速以北地区，是承担科技创新、文化交往和综合服务职能的核心区域。排涝标准为 20~50 年一遇 24 小时暴雨不成灾，并采用 50~100 年一遇 24 小时暴雨校核，老城区通过低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施有效应对 50 年一遇暴雨。

本工程位于海珠区，根据该规划，本工程适宜的排涝标准为 20~50 年一遇 24 小时暴雨不成灾，并采用 50~100 年一遇 24 小时暴雨校核，老城区通过低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施有效应对 50 年一遇暴雨。

#### 4.3.1.5 《关于以碧道建设为引领全面加强我市防洪排涝基础能力建设的实施意见》

防洪标准：主城区、南沙副中心和番禺南部城区主要外江堤防按照 200 年一遇防洪（潮）标准建设，主要中心镇和重要堤围按照 50-100 年一遇防洪标准建设，北部中小河流防洪标准达到 10-50 年一遇。

排涝标准：主城区、南沙区城市中心区域排涝标准达到 50 年一遇。新建、改建、扩建和成片改造的区域，雨水管网设计重现期不低于 5 年，重要区域（含立交桥、下沉隧道）设计重现期不低于 30 年。

根据《意见》，项目位于广州市海珠区，应聚焦城市内涝治理，以强排为主，辅以蓄排。此次工程防洪（潮）标准按 200 年一遇，排涝标准按 50 年一遇。



## 4.3.2 片区发展规划

### 4.3.2.1 《广州市水务发展“十四五”规划》(2022年市水务局印发实施)

规划提到，在中部中心城区 55 个排涝片按“蓄泄兼施，以泄为主”的策略，在骨干河道及感潮区适时建设大型强排设施，力争到 2025 年底，中心城区有效应对 100 年一遇暴雨。规划提出在海珠区新建包括北濠涌泵站等多座排涝泵站。

### 4.3.2.2 《广州市国土空间总体规划（2018-2035 年）》(草案)

海珠区作为广州市的核心区域，大部分空间属于城镇空间，少部分果树、湿地保护区域属于生态空间。统筹山水林田湖海系统保护与治理，加强河湖水系保育，“以水定城，量水而行”、优化区内生态林地、严格保护耕地资源、保护利用海洋资源。确保城市安全与基础设施，规划 2035 年主城区排涝标准为可有效应对不低于 50 年一遇暴雨，防洪（潮）标准达 200 年一遇。



图4-2 海珠区总体空间格局示意图

### 4.3.2.1 《广州市海珠区国土空间总体规划（2021-2035 年）》(草案)

规划提出构筑“一轴引领、两环带动、三区支撑”的城市空间格局，贯通新城市轴线南段，打造“优质资源高效集聚的发展主轴”一轴引领；打造“珠江沿岸高质量发展带、环中央湿地价值圈”两环带动，树立高质量发展典范；建设“琶洲人工智能与数字

经济试验区、中大国际创新生态谷、海珠新活力文商旅融合圈”三区支撑。

### 4.3.3 规划政策符合性

工程所在海珠区 2022 年人均地区生产总值 13.83 万元，经济密度达到 27.68 亿元/平方公里。本工程位于海珠区国土空间总体规划中城市空间格局三区支撑的“中大国际创新生态谷”分区，区域防洪排涝保护对象重要。本次泵站工程适应城市发展，工程实施与《广州市海珠区国土空间总体规划（2021-2035 年）》等相关规划政策是相符合的。

本次北濠涌泵站设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾，是适应区域排涝安全要求的，该设计排涝标准与《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》、《广州市水务发展“十四五”规划》、《广州市内涝治理系统化实施方案（2021-2025 年）》《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035 年）》等区域防洪排涝规划标准是相符合的。

根据规自局提供的国土空间规划图斑和区域控规图斑，本次新建排涝泵站工程用地与土地利用规划是相符合的。

## 4.4 工程现状与存在问题

### 4.4.1 工程现状

海珠区城市雨洪利用与控制措施尚存在一些不足，局部地区地面硬底化比例较高，雨洪调蓄空间减小，导致区域内多次出现水浸现象。经过近几年的排水改造和完善，海珠区水浸点的数量和程度均逐渐减少，但因交通改造、跨涌桥梁建设等占用河道、施工堵塞市政管网等人为原因，造成新的水浸点出现，部分片区排水管道结构性缺陷数量庞大，难以保障区域排水安全。片区内主干道均建有较为完善的雨水管网，由于地势低洼等原因，区域内存在多处易涝点。

海珠区属于典型平原河网区，区域内整体河道比降较小，涝水主要通过黄埔涌、石榴岗涌、北濠涌、大仔涌等排水至珠江前、后航道，目前上述河涌均已按 20 年一遇标准整治完成。海珠区现状共建有排涝泵站 17 座，总设计流量  $41.5\text{m}^3/\text{s}$ ，当外江高潮位顶托，外排排涝泵站能力不足，自排受阻，部分低洼区域受内河涌水位顶托甚至倒灌。

海珠区统计区域内历史内涝点共 106 个，部分水浸点出现反复水浸情况，其中新港西路（海洋雅苑段）、康乐涌周边康乐村段、鹭江西街 88 号大院段、泰沙路沙溪市场对出段等位于北濠涌排涝片，为片区内典型的内涝风险点。



#### 4.4.2 工程位置周边情况

北濠水闸始建于 1959 年，由于当时的建设条件有限，工程建设标准低，经过将近 50 年的运行，水闸支架、中孔闸门等部位损坏严重，已经出现漏水渗水现象，旧水闸效能体系不够完善，因此，为消除安全隐患，提高水闸的防洪排涝标准，于 2010 年 6 月，在原闸址上游约 10m 处重建了北濠水闸。

现状北濠水闸采用 3 孔水闸，每孔净宽 8m，总净宽 24m。北濠涌水闸管理区内的管理办公楼包含分控制中心办公用房和北濠涌水闸控制管理及设备用房，同时兼有海珠区水利设施维管理办公用房，管理办公楼建筑面积为 964 m<sup>2</sup>。

北濠水闸于 2021 年 9 月由南京市水利规划设计院股份有限公司进行安全鉴定，根据《海珠区北濠水闸安全评价报告》，北濠水闸评为二类闸，建议予以保留。

北濠水闸现状左岸为中海工业集团地块，现已改建为海尚明珠智慧园区；右岸为广州港集团大干围码头地块，现已改建为海珠湾艺术园区，园区内均有内部道路可到达工程建设位置，且可与现状市政道路衔接。

本次新建泵站拟布置于现状北濠涌水闸两岸堤顶空地，与北濠水闸联合布置，施工期泵站主体结构占用部分园区停车场，工程建成后对场地进行复原。

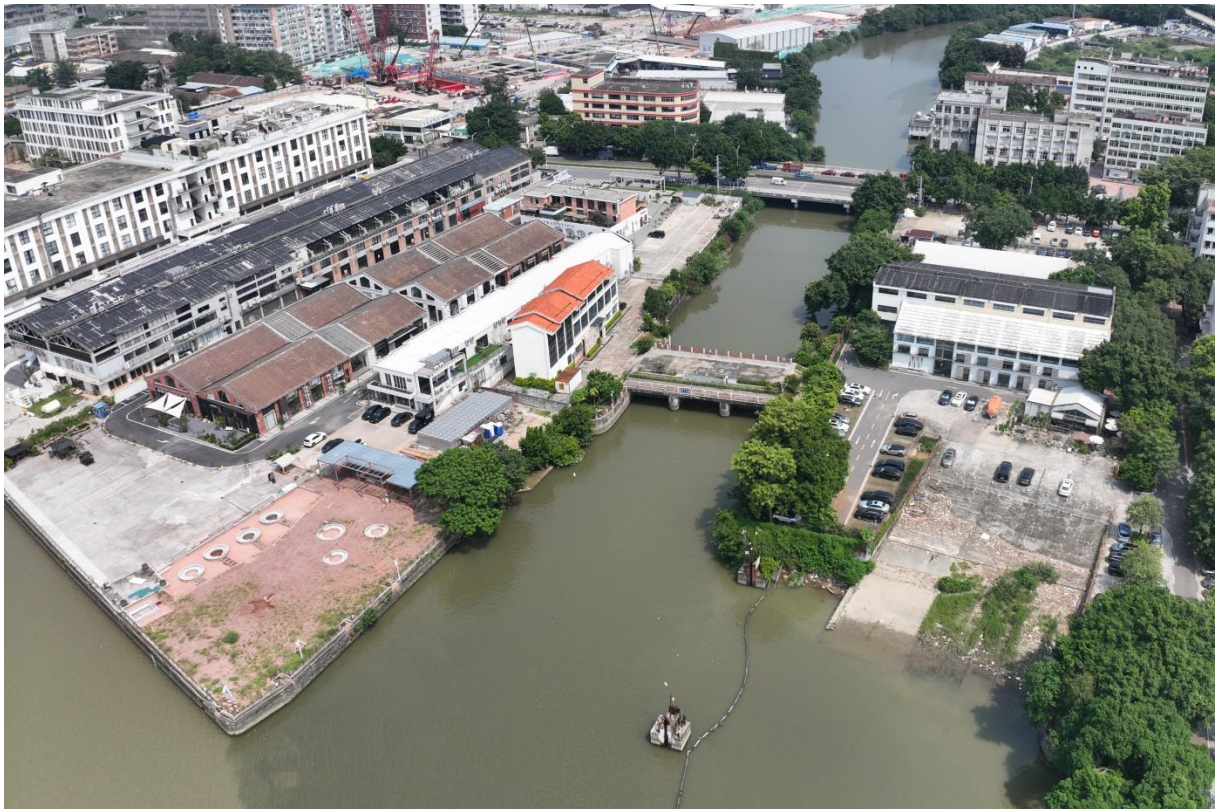


图4-3 北濠水闸及周边建筑物航拍图



### 4.4.3 洪涝灾害情况

#### 4.4.3.1 海珠区历史洪涝灾害情况

海珠区受珠江前后航道环绕，受潮汐影响，雨季易受来自北江、西江、流溪河的洪水袭击。每年5~6月，开始进入汛期，当外江洪潮水位顶托，本地又下暴雨时，积水无法顺利排出，容易造成内涝。近年来，受气候影响，较大台风频发，由强降水引起的河涌水位顶托常导致城市内涝现象发生。

2020年9月18~23日，本工程流域范围内，受北濠涌河涌高水位顶托，北濠涌片区西滘牌坊附近积水深度20cm，西滘头洲围大街附近积水深度达到18cm，当地采用动力站导水、开井排涝、疏导导水等措施缓解涝水压力。



图4-4 北濠涌片区历史水浸现场 1



图4-5 北濠涌片区历史水浸现场 2

2022年3月24日，本工程流域范围内，受河涌高水位顶托，瑞康路与新濠西路交界处最高积水深度15cm，采用开井排涝等方式缓解涝水压力。

2023年6月1日~4日瑞宝街道最高积水深度25cm。2023年9月6日至8日，受台风“海葵”残余环流和季风影响，全市出现特别严重影响等级的暴雨过程，为2023年最强降水过程，为近10年第三强暴雨过程。暴雨造成局部洪涝，对交通、农业、供电、水利、教育、旅游、绿化等造成严重影响，受河涌高水位顶托，康乐片区内积水深度30cm。



图4-6 2022年3月24日瑞宝片区历史水浸现场



图4-7 2023年6月1~4日瑞宝片区水浸现场



图4-8 2023年9月15日康乐片区水浸现场



#### 4.4.3.2 洪涝风险情况

北濠涌位于广州市海珠区西南部，呈南北走向，南临珠江后航道，是北濠涌排涝片重要的排涝通道。目前北濠涌排涝片已于 2008 年重建北濠涌水闸，为北濠涌两岸及上游的发展发挥了一定的作用，形成了封闭的防洪（潮）体系。

根据《广州市一流域一手册洪涝风险图集》海珠湖排涝片历史调查图，该区域内历史内涝点共 106 个，从图 2-3 可以看出，西碌涌南洲路段、敦和涌下游、康乐涌上游段都曾发生过内涝，且局部淹没最大水深甚至达到 1.0~2.0m。从海珠区排涝片历史洪灾情况分析，北濠涌区域是一个洪涝灾害频发、洪涝灾害损失较为严重的地区。

广州市海珠区海珠湖排涝片历史洪涝调查图



图4-9 区域历史洪涝灾害分布图

#### 4.4.4 工程建设的必要性

随着城市居民生活水平的提高，人们对水系的要求也逐步提高，从单纯的水安全要求延伸到对水系景观、休闲、生态的综合需求。针对工程周边区域现状所存在的问题以及未来可能面临的挑战，根据社会经济发展需要，本工程的建设是十分有必要的。

##### 4.4.4.1 工程建设是贯彻新时代治水思路，提升抵御洪潮灾害能力的重要举措。

国家高度重视防汛救灾工作，近年来，习总书记多次强调要提高全社会自然灾害防治能力，提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力；要实施防汛抗旱水利提升工程，完善

防汛抗旱工程体系，并多次对防汛救灾工作作出重要指示，强调防汛救灾关系人民生命财产安全，关系粮食安全、经济安全、社会安全、国家安全。2021年水利部党组提出以习近平总书记治水重要讲话精神为统领，要完整准确全面贯彻新发展理念，从根本宗旨、问题导向、忧患意识上把握，聚焦保障人民生命财产安全，锻长板、补短板、固底板，不断提高水旱灾害防御能力和水平。本项目充分体现了海珠区坚决贯彻新时代的治水思路，提升水安全保障能力的决心，是贯彻新时代治水思路，提升抵御洪涝灾害能力的重要举措。

#### **4.4.4.2 工程建设是落实粤港澳大湾区堤防巩固提升工作的要求。**

2019年2月，中共中央、国务院印发实施《粤港澳大湾区发展规划纲要》，指出建设粤港澳大湾区，既是新时代推动形成全面开放新格局的新尝试，也是推动“一国两制”事业发展的新实践。为服务好粤港澳大湾区建设，进一步提升粤港澳大湾区防洪潮能力，省水利厅积极谋划，部署开展大湾区堤防巩固提升工程，将其列为省水利发展“十四五”规划的防洪提升工程重点项目。北濠涌排涝泵工程的建设，作为广州市大湾区堤防巩固提升的重要组成部分，是贯彻落实国家和省有关要求、着力完善水利防灾减灾体系、提高城市防御洪潮灾害能力的重要举措。

#### **4.4.4.3 工程是构筑“一轴引领、两环带动、三区支撑”的城市空间格局的需要。**

城市化的发展、土地的开发建设、人口的增长都给水系带来了更大的压力，水系生态环境的破坏将反过来制约着社会经济的可持续发展。海珠区河网密布，具有南方水乡特色，区内生态环境发展潜力巨大，但同时也面临着城市开发建设对生态环境的挑战。

北濠涌流域分属规划重大国际创新生态谷与海珠湿地，因此，本项目是提升抵御洪潮灾害能力的重要举措。

#### **4.4.4.4 工程建设是提高区域防洪排涝能力，确保水安全的需要。**

《广州市内涝治理系统化实施方案（2021~2025年）》，提出从根本上提高全市防洪排涝能力，落实堤防、河道整治、水库、水闸、排涝泵站等共相应措施。

为进一步提高海珠区的排涝能力，方案提出在海珠湖排涝片区内新建多座排涝泵站，本次新建北濠涌排涝泵站即是规划措施中的一项。通过提升强降雨时区域强排能力，降低片区内河涌水位，保障周边排水通畅，减缓片区内涝风险。本次工程建立 $60\text{m}^3/\text{s}$ 流量泵站后，河涌水位可以控制在两岸保护对象低点高程以下，相比现状水面线大大降低了

洪水和外江高潮位叠加时对北濠涌水安全的威胁；同时增大了水头差，使一部分原本淹没出流的管道变成了自由出流，为沿线雨水口提供有利的排水条件，更有利于区域排水管网排水顺畅，工程建设可全面提升区域水安全。

#### 4.4.4.5 工程是落实《广州市防洪排涝建设工作方案》任务的需要。

为从根本上提高全市防洪排涝能力，实现广州老城市新活力，建设粤港澳大湾区宜居宜业宜游优质生活圈提供有力支撑，应贯彻海绵理念，系统治理，蓄排结合、水系连通、科学调度，构建“蓄、滞、截、排、挡”的多层次立体式防洪排涝体系。为更好的利用河涌调蓄，根据雨洪遭遇情况，自排与抽排并举，《广州市防洪排涝建设工作方案》提出，需新建北濠涌泵站。

#### 4.4.4.6 工程建设是缓解极端天气影响下的排涝威胁的迫切需要

近年受极端天气影响，珠江三角洲受台风、暴潮影响日渐加剧，珠江各口门潮位呈明显上升趋势，不断刷新历史最高潮位，2018年发生的“1822”号台风“山竹”，外江最高水位达到3.27m，多处堤段漫堤及倒灌，多处涵隧和地下车库严重水浸，对海珠区防洪潮安全保障造成了威胁。本次北濠涌排涝泵工程设计将山竹实测最高水位3.28m作为外江最高运行水位，在外江高水位情况下仍可开泵外排，缓解了极端天气情况下区域排涝压力，一定程度上保障海珠区在极端天气下的排涝需求，因此，开展本项工作是十分必要和迫切的。

综上所述，本项目建设是十分必要的。

### 4.4.5 排涝区情况

北濠涌排涝区流域面积 $10.49\text{ km}^2$ ，主干河长2.39 km，左岸高程1.1~3.7m，右岸高程0.76~3.3m；瑞宝涌桩号2792~2361左岸高程1.47~2.51m，右岸高程1.7~3.1m，桩号2361~1753左岸高程1.3~3.18m，右岸高程2.34~3.54m，桩号1753~758左岸高程1.4~3.47m，右岸高程1.69~3.23m，桩号758~0左岸高程1.8~3.88m，右岸高程1.87~4.3m；五凤涌左岸高程1.70~3.43m，右岸高程1.90~3.98m；康乐涌桩号0~1200左岸高程1.33~3.68m，右岸高程1.38~5.3m，桩号1200~1750左岸高程1.3~3.68m，右岸高程1.38~5.3m，桩号1750~2114左岸高程1.33~1.91m，右岸高程1.27~2.92m。本次调蓄将低洼农田作为蓄涝调蓄空间，除农田区域外，片区90%地面高程在1.70m以上。

表4-1 排涝区河涌两岸高程情况

河涌	模型桩号	左岸低点高程(m)	左岸高点高程(m)	右岸低点高程(m)	右岸高点高程(m)
北濠涌	2365	1.10	3.10	1.60	2.64
	2100	2.30	3.51	1.54	2.40
	2000	2.50	3.51	1.55	2.64
	1800	1.85	2.70	1.50	2.40
	1600	1.50	2.57	0.76	1.73
	1500	1.80	2.57	0.76	1.53
	1400	1.60	2.50	2.17	2.91
	1200	1.50	2.57	2.17	2.78
	1000	1.70	3.70	1.86	3.30
	800	1.80	3.11	1.60	2.95
	700	1.60	3.45	1.20	3.20
	500	1.60	3.30	1.20	2.70
	400	1.40	3.30	1.10	2.30
	300	1.50	3.10	1.20	2.69
	200	1.60	3.05	1.30	2.60
	100	1.79	3.19	1.60	2.60
	0	1.89	3.33	2.40	3.20
瑞宝涌	2792	1.47	2.51	1.80	3.10
	2385.46	2.05	2.37	1.70	2.68
	2361	1.70	2.37	1.70	2.68
	2156	1.85	3.00	2.34	3.54
	1956	1.30	3.00	2.41	3.21
	1753	1.60	3.18	2.40	3.40
	1550	1.40	2.98	1.92	3.20
	1347	1.50	2.86	1.99	3.15
	1143	2.05	3.47	1.69	2.89
	948	2.30	3.31	1.89	2.86
	758	1.90	2.60	1.84	3.23
	748.412	1.90	2.60	1.87	3.23
	540	1.84	3.82	2.00	3.41
	356	2.23	3.82	2.05	3.41
	156	1.80	3.27	2.39	3.28
	0	2.20	3.88	2.11	4.30
康乐瑞宝连通段	332	1.34	2.81	1.37	1.60
	242	2.10	2.81	1.85	3.00
	142	1.70	2.02	1.86	1.70
	0	1.91	2.17	1.96	3.00
五凤涌	0	2.58	3.32	2.04	3.91
	343	2.90	3.43	2.04	3.98
	596	2.30	3.43	2.22	3.61
	788	1.70	3.40	2.27	3.58
	900	1.52	2.00	2.10	3.33
	1015	1.52	2.12	1.73	2.91
康乐涌	0	1.33	3.66	1.50	3.21
	213	1.48	2.33	1.55	3.44
	288.6	1.48	2.24	1.50	3.44

河涌	模型桩号	左岸低点高程(m)	左岸高点高程(m)	右岸低点高程(m)	右岸高点高程(m)
河涌	414	1.42	2.60	1.51	2.91
	608	2.10	3.30	2.00	2.87
	815	2.10	3.13	1.70	3.30
	1016	2.50	3.39	2.07	4.73
	1200	1.81	3.68	1.38	5.30
	1216.01	1.81	3.68	1.38	5.30
	1300	1.42	1.62	1.38	1.72
	1400	1.30	2.66	1.72	3.59
	1500	1.33	1.74	1.52	1.31
	1600	1.33	2.00	1.88	1.95
	1725.61	1.33	1.91	1.50	1.96
	1750	1.33	1.91	1.50	1.96
	1900	1.79	1.91	1.32	2.92
	2000	1.71	1.71	1.27	1.85
	2100	1.40	1.91	1.64	1.92
	2114	1.40	1.91	1.64	1.92
	康乐分支	0	1.40	1.92	1.64
50		1.70	3.20	1.70	2.00
150		2.70	3.20	2.00	1.45
250		1.91	3.50	1.77	1.20
350		1.30	2.30	1.80	2.00
500		1.30	2.30	1.47	1.49
600		1.43	1.20	1.32	2.06
700		1.78	3.20	1.76	2.00
850		2.83	3.22	1.27	1.90
1000		1.81	3.20	1.38	2.01
1093		2.46	3.20	1.46	2.66

#### 4.4.6 计算工况

可研阶段采用如下雨潮遭遇组合：

- (1) 组合一：内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江多年平均高高潮位；
- (2) 组合二：内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 200 年一遇设计潮位。

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022)，结合《广州市水务工程建设(排涝泵站和水闸)内涝防治能力评估专篇(章)编制技术指引(试行)》及《广州市防洪(潮)排涝规划(2021~2035年)》远期至 2035 年防潮标准，参考海珠区其他泵站工程雨潮遭遇组合工况，如磨碟沙泵站、大干围泵站等，本阶段采用 2020 年最新潮位分析成果，并对雨潮遭遇组合做出如下修正：

- (1) 组合一：内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇最高潮位；

(2) 组合二：内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 300 年一遇设计潮位。

#### 4.4.7 调蓄计算

可行性研究阶段分析研究了不同泵排流量下的调蓄计算成果，并确定泵排流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，本阶段经过复核确认，采用该泵站设计流量，并复核河涌调蓄计算成果。

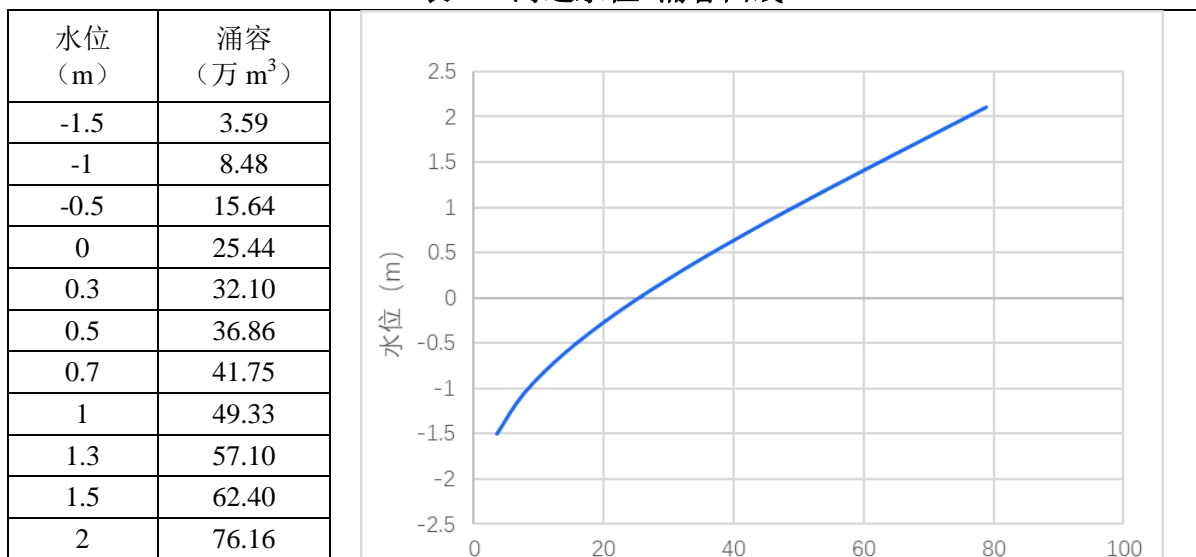
##### 4.4.7.1 起调水位

考虑到暴雨来临前时间较紧，泵站开启需要一定时间，出于安全考虑，在调蓄计算时将起排水位设置高于预腾空水位，结合周边地面高程及河涌常水位，取常水位  $0.2\text{m}$  作为计算的初始水位，实际运行时，降雨前尽可能将河涌水位腾空至  $-1.0\text{m}$ ，进一步扩大可调蓄涌容降低河涌排涝最高水位，排涝安全更有保障。

##### 4.4.7.2 涌容曲线

根据河涌测量资料量算出河道水位~涌容曲线见以下图表：

表4-2 河道水位~涌容曲线



##### 4.4.7.3 计算方法

调蓄计算方法采用“平湖法”，基本原理为：

$$\text{河道及洼地滞蓄水量 } V_2 = V_1 + \frac{q_1 + q_2}{2} T - \frac{Q_1 + Q_2}{2} T$$

式中： $V_1$ 、 $V_2$ —分别为时段初、时段末滞蓄水量 ( $\text{m}^3$ )；

$q_1$ 、 $q_2$ —分别为时段初、时段末涝水流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )；

$Q_1$ 、 $Q_2$ —分别为时段初、时段末排水流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )；

$T$ —为计算时段 (h)。



水闸按平底闸考虑，过闸流量采用《水闸设计规范》附录 A 公式：

$$Q=B_0m\varepsilon\sigma\sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

式中： $B_0$ —闸孔总净宽；

$Q$ —过闸流量 ( $m^3/s$ )；

$\sigma$ —堰流淹没系数；

$\varepsilon$ —堰流侧收缩系数，按 0.97 计；

$m$ —堰流流量系数，采用 0.385；

$H_0$ —计入行进流速水头的堰上水深 ( $m$ )。

#### 4.4.8 调算过程及成果

##### (1) 工况一

计算内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇洪潮水位，泵站流量  $60m^3/s$  下内涌闸前最高水位 0.60m。

##### (2) 工况二

计算内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 300 年一遇洪潮水位，泵站流量  $60m^3/s$  下内涌闸前最高水位 0.10m。

调算过程如表 4-3、表 4-4 所示，对比工况一、工况二的排涝计算成果，工况一的闸前水位更高，对区域排涝安全威胁较大。

表4-3 内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇洪潮水位调蓄计算表（工况一）

时间 (min)	平均来水流量 (m <sup>3</sup> /s)	来水量 (万 m <sup>3</sup> )	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	闸下水深 (m)	闸上水深 (m)	水闸平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	泵站流量 (m <sup>3</sup> /s)	泵站平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	闸泵总排水量 (万 m <sup>3</sup> )
0	4.2	0	0.2	-0.06			0.00			
20	5.7	0.17	-0.08	-0.11	2.09	2.12	0.43		0.00	0.43
40	7.5	0.23	-0.12	-0.15	2.05	2.08	0.42		0.00	0.42
60	9.7	0.29	-0.16	-0.20	2.00	2.04	0.50		0.00	0.50
80	12.8	0.38	-0.19	-0.21	1.99	2.01	0.40		0.00	0.40
100	16.4	0.49	-0.18	-0.21	1.99	2.02	0.46		0.00	0.46
120	20.5	0.62	-0.18	-0.22	1.98	2.02	0.63		0.00	0.63
140	26.2	0.79	-0.32	0.02	2.22	1.88	0.00	60	1.80	1.80
160	32.2	0.97	-0.52	0.29	2.49	1.68	0.00	60	1.80	1.80
180	38.6	1.16	-0.72	0.55	2.75	1.48	0.00	60	1.80	1.80
200	45.8	1.37	-0.88	0.85	3.05	1.32	0.00	60	1.80	1.80
220	52.7	1.58	-0.97	1.16	3.36	1.23	0.00	60	1.80	1.80
240	59.2	1.78	-0.89	1.45	3.65	1.31	0.00	20	0.60	0.60
260	65.1	1.95	-0.55	1.64	3.84	1.65	0.00	20	0.60	0.60
280	70.3	2.11	-0.32	1.84	4.04	1.88	0.00	40	1.20	1.20
300	74.9	2.25	-0.19	2.02	4.22	2.01	0.00	60	1.80	1.80
320	77.7	2.33	-0.10	2.11	4.31	2.10	0.00	60	1.80	1.80
340	79.6	2.39	0.01	2.20	4.40	2.21	0.00	60	1.80	1.80
360	<b>80.6</b>	2.42	0.12	<b>2.31</b>	4.51	2.32	0.00	60	1.80	1.80
380	80.1	2.40	0.23	2.21	4.41	2.43	0.00	60	1.80	1.80
400	78.9	2.37	0.34	2.13	4.33	2.54	0.00	60	1.80	1.80
420	76.8	2.30	0.43	2.06	4.26	2.63	0.00	60	1.80	1.80
440	72.7	2.18	0.50	1.90	4.10	2.70	0.00	60	1.80	1.80
460	68.1	2.04	0.56	1.75	3.95	2.76	0.00	60	1.80	1.80
480	63.1	1.89	0.59	1.60	3.80	2.79	0.00	60	1.80	1.80
500	56.8	1.70	0.60	1.45	3.65	2.79	0.00	60	1.80	1.80

时间 (min)	平均来水流量 (m <sup>3</sup> /s)	来水量 (万 m <sup>3</sup> )	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	闸下水深 (m)	闸上水深 (m)	水闸平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	泵站流量 (m <sup>3</sup> /s)	泵站平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	闸泵总排水量 (万 m <sup>3</sup> )
520	50.9	1.53	0.57	1.30	3.50	2.77	0.00	60	1.80	1.80
540	45.4	1.36	0.51	1.16	3.36	2.71	0.00	60	1.80	1.80
560	40.7	1.22	0.43	1.02	3.22	2.63	0.00	60	1.80	1.80
580	36.4	1.09	0.32	0.89	3.09	2.52	0.00	60	1.80	1.80
600	32.6	0.98	0.19	0.76	2.96	2.39	0.00	60	1.80	1.80
620	29.4	0.88	0.03	0.65	2.85	2.23	0.00	60	1.80	1.80
640	26.4	0.79	-0.15	0.53	2.73	2.05	0.00	60	1.80	1.80
660	23.7	0.71	-0.36	0.42	2.62	1.84	0.00	40	1.20	1.20
680	21.6	0.65	-0.47	0.31	2.51	1.73	0.00	40	1.20	1.20
700	19.6	0.59	-0.52	0.21	2.41	1.68	0.00	20	0.60	0.60
720	17.9	0.54	-0.53	0.10	2.30	1.67	0.00	20	0.60	0.60
740	16.4	0.49	-0.54	0.00	2.20	1.66	0.00	20	0.60	0.60
760	15.0	0.45	-0.57	-0.09	2.11	1.63	0.00	20	0.60	0.60
780	13.8	0.41	-0.61	-0.18	2.02	1.59	0.00	20	0.60	0.60
800	12.7	0.38	-0.67	-0.27	1.93	1.53	0.00	20	0.60	0.60
820	11.7	0.35	-0.73	-0.35	1.85	1.47	0.00	20	0.60	0.60
840	10.8	0.32	-0.80	-0.44	1.76	1.40	0.00	20	0.60	0.60
860	10.0	0.30	-0.88	-0.52	1.68	1.32	0.00	20	0.60	0.60
880	9.3	0.28	-0.97	-0.60	1.60	1.23	0.00	20	0.60	0.60
900	8.6	0.26	-1.00	-0.68	1.52	1.20	0.00		0.00	0.00
920	7.9	0.24	-0.93	-0.72	1.48	1.27	0.00		0.00	0.00
940	7.3	0.22	-0.86	-0.77	1.43	1.34	0.00		0.00	0.00

表4-4 内涌5年一遇设计洪水遭遇外江300年一遇洪潮位调蓄计算表(工况二)

时间 (min)	平均来水流量 (m <sup>3</sup> /s)	来水量 (万 m <sup>3</sup> )	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	闸下水深 (m)	闸上水深 (m)	水闸平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	泵站流量 (m <sup>3</sup> /s)	泵站平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	闸泵总排水量 (万 m <sup>3</sup> )
0	2.10	0.06	0.20	-0.15	2.05	2.40	2.03		0.00	2.03
20	2.99	0.09	-0.18	-0.20	2.00	2.02	0.26		0.00	0.26
40	4.08	0.12	-0.22	-0.26	1.94	1.98	0.30		0.00	0.30
60	5.67	0.17	-0.26	-0.28	1.92	1.94	0.16		0.00	0.16
80	7.56	0.23	-0.27	-0.28	1.92	1.93	0.21		0.00	0.21
100	9.75	0.29	-0.26	-0.29	1.91	1.94	0.46		0.00	0.46
120	12.78	0.38	-0.30	0.03	2.23	1.90	0.00	20	0.60	0.60
140	16.10	0.48	-0.34	0.34	2.54	1.86	0.00	20	0.60	0.60
160	19.70	0.59	-0.36	0.78	2.98	1.84	0.00	20	0.60	0.60
180	23.97	0.72	-0.35	1.23	3.43	1.85	0.00	20	0.60	0.60
200	28.03	0.84	-0.31	1.71	3.91	1.89	0.00	20	0.60	0.60
220	31.90	0.96	-0.25	2.10	4.30	1.95	0.00	20	0.60	0.60
240	35.37	1.06	-0.16	2.40	4.60	2.04	0.00	20	0.60	0.60
260	38.47	1.15	-0.07	2.60	4.80	2.13	0.00	20	0.60	0.60
280	41.20	1.24	-0.03	2.76	4.96	2.17	0.00	40	1.20	1.20
300	43.00	1.29	-0.02	2.91	5.11	2.18	0.00	40	1.20	1.20
320	44.23	1.33	0.00	3.05	5.25	2.20	0.00	40	1.20	1.20
340	<b>44.90</b>	1.35	0.03	<b>3.14</b>	5.34	2.23	0.00	40	1.20	1.20
360	44.50	1.34	0.05	3.08	5.28	2.25	0.00	40	1.20	1.20
380	43.63	1.31	0.08	3.00	5.20	2.28	0.00	40	1.20	1.20
400	42.30	1.27	0.09	2.87	5.07	2.29	0.00	40	1.20	1.20
420	40.10	1.20	0.10	2.70	4.90	2.30	0.00	40	1.20	1.20
440	37.57	1.13	<b>0.10</b>	2.49	4.69	2.30	0.00	40	1.20	1.20
460	34.70	1.04	0.08	2.25	4.45	2.28	0.00	40	1.20	1.20
480	31.10	0.93	0.04	1.99	4.19	2.24	0.00	40	1.20	1.20

时间 (min)	平均来水流量 (m <sup>3</sup> /s)	来水量 (万 m <sup>3</sup> )	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	闸下水深 (m)	闸上水深 (m)	水闸平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	泵站流量 (m <sup>3</sup> /s)	泵站平均排水量 (万 m <sup>3</sup> )	闸泵总排水量 (万 m <sup>3</sup> )
500	27.77	0.83	-0.02	1.75	3.95	2.18	0.00	40	1.20	1.20
520	24.70	0.74	-0.08	1.59	3.79	2.12	0.00	20	0.60	0.60
540	22.03	0.66	-0.06	1.39	3.59	2.14	0.00	20	0.60	0.60
560	19.60	0.59	-0.05	1.23	3.43	2.15	0.00	20	0.60	0.60
580	17.40	0.52	-0.06	1.07	3.27	2.14	0.00	20	0.60	0.60
600	15.67	0.47	-0.07	0.89	3.09	2.13	0.00	20	0.60	0.60
620	14.07	0.42	-0.10	0.71	2.91	2.10	0.00	20	0.60	0.60
640	12.60	0.38	-0.14	0.51	2.71	2.06	0.00	20	0.60	0.60
660	11.40	0.34	-0.19	0.31	2.51	2.01	0.00	20	0.60	0.60
680	10.37	0.31	-0.25	0.28	2.48	1.95	0.00	20	0.60	0.60
700	9.51	0.29	-0.31	0.13	2.33	1.89	0.00	20	0.60	0.60
720	8.74	0.26	-0.38	0.00	2.20	1.82	0.00	20	0.60	0.60
740	8.04	0.24	-0.46	-0.09	2.11	1.74	0.00	20	0.60	0.60
760	7.40	0.22	-0.54	-0.18	2.02	1.66	0.00	20	0.60	0.60
780	6.87	0.21	-0.58	-0.27	1.93	1.62	0.00		0.00	0.00
800	6.36	0.19	-0.53	-0.35	1.85	1.67	0.00		0.00	0.00
820	5.89	0.18	-0.49	-0.44	1.76	1.71	0.00		0.00	0.00
840	5.47	0.16	-0.47	-0.52	1.68	1.73	0.53		0.00	0.53
860	5.08	0.15	-0.55	-0.60	1.60	1.65	0.52		0.00	0.52
880	4.71	0.14	-0.63	-0.68	1.52	1.57	0.43		0.00	0.43
900	4.38	0.13	-0.69	-0.72	1.48	1.51	0.28		0.00	0.28
920	4.05	0.12	-0.71	-0.72	1.48	1.49	0.12		0.00	0.12
940	3.74	0.11	-0.71	-0.72	1.48	1.49	0.11		0.00	0.11

## 4.4.9 泵站特征参数

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022), 确定新建北濠涌泵站各特征水位如下:

### 4.4.9.1 设计流量

根据排涝调蓄计算, 北濠涌泵站设计流量  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 4.4.9.2 内涌特征水位

#### (1) 最高水位

应取排水区建站后重现期适当高于治涝标准的内涝水位, 本次工程治涝标准为 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾, 本次取最高水位为 1.0m。

#### (2) 最高运行水位

应取按排水区允许最高涝水位的要求推算至站前水位, 根据调蓄表计算, 推算到站前的水位约 0.60m, 本次取最高运行水位 0.60m。

#### (3) 设计运行水位

应取排水区设计排涝水位推算至站前水位, 本次取常水位 0.20m。

#### (4) 起排水位

实际操作起排水位, 取本次-0.50m。

#### (5) 最低运行水位

取蓄涝区允许最低水位的要求推算到站前水位, 本次最低运行水位取-1.0m。

### 4.4.9.3 外江特征水位

#### (1) 防洪(潮)水位

对于穿越堤坝布置的泵站, 其防洪(潮)标准不低于相应堤坝的防洪(潮)标准, 本次取浮标厂 200 年一遇洪(潮)水位 3.06m。

#### (2) 最高运行水位

当承泄区为感潮河段时, 泵站外江最高运行水位取承泄区采用略高于设计运行水位重现期但不高于泵站设计洪水重现期的排水时段平均高潮位, 本次取浮标厂 100 年一遇洪(潮)水位 2.94m。

#### (3) 设计运行水位

泵站外江设计洪水位取与排水区治涝标准相应的承泄区设计排水时段平均高潮位, 结合广州市水务工程建设相关技术指引及地区发展对区域排涝的需求, 本次取浮标厂站

外江 5 年一遇洪水位 2.31m。

#### (4) 最低运行水位

取承泄区历年排水期最低水位或最低潮水位的平均值，承泄区出现最低潮水位平均值时可开闸自排，故取起排水位-0.50m。

#### 4.4.9.4 特征参数表

表4-5 泵站特征参数表

项目	单位	参数	备注	
排水流量	m <sup>3</sup> /s	60		
内涌	最高水位	m	1.00	适当高于治涝标准的内涝水位
	最高运行水位	m	0.60	排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位
	设计运行水位	m	0.20	常水位
	起排水位	m	-0.50	实际操作起排水位
	最低运行水位	m	-1.00	取蓄涝区允许最低水位的要求推算到站前水位
外江	防洪水位	m	3.06	浮标厂站 200 年一遇洪水位
	最高运行水位	m	2.94	浮标厂站 100 年一遇洪水位
	设计运行水位	m	2.31	浮标厂站外江 5 年一遇洪水位
	最低运行水位	m	-0.50	规范取承泄区历年排水期最低水位或最低潮水位的平均值，承泄区出现最低潮水位平均值时可开闸自排，故取起排水位-0.50m

#### 4.4.10 泵站调度运用原则和运行方式

本工程应结合现状北濠涌水闸进行闸泵联合调度运行，确保本流域的防洪排涝安全，泵站运行期间应做好拦污设备维护管理工作，降低由堆积物引起水头差影响。水闸泵站联合调度规则如下：

##### (1) 日常调度

利用调蓄、自排、抽排相结合的方式，将站前水位保持在常水位 0.20m。

##### (2) 汛期调度：

①预腾空河涌水位。根据预报结合水情在暴雨前期尽可能先开闸排水或开泵排水，将内涌水位预降至-0.50m 以下。

②降雨时内涌水位与外江水位上涨，当内涌水位低于-0.50m 且不低于-1.0m 时，开启 1 台泵（20 m<sup>3</sup>/s），内涌水位-0.50~-0.30m 时，开启 2 台泵（40 m<sup>3</sup>/s），内涌水位高于-0.30m 时，开启 3 台泵（60 m<sup>3</sup>/s），内涌水位低于-1.0m 时，关闭所有泵。

③降雨后期，若内涌水位高于外江水位时，则关闭泵站开闸自排直至内涌水位降至常水位。

## 4.4.11 水面线复核

### 4.4.11.1 水面线计算方法

本次水动力模型采用 MIKE 11 HD 模块，MIKE 11 HD 主要用于洪水预报及调度措施、河渠/灌溉系统的设计调度及河口风暴潮的研究，是目前世界上应用最为广泛的商业软件，具有计算稳定、精度高、可靠性强等特点，能方便灵活地模拟闸门、水泵等各类水工建筑物，尤其适合应用于水工建筑物众多、控制调度复杂的情况。MIKE 11 HD 是基于垂向积分的物质和动量守恒方程，即一维非恒定流 Saint-Venant 方程组，见下列公式：

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial A}{\partial t}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + g \cdot A \cdot \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 A \cdot R} = 0$$

式中  $x$  为距离坐标； $t$  为时间坐标； $A$  为过水断面面积； $Q$  为流量； $C$  为谢才（Chezy）系数； $R$  为水力半径； $g$  为重力加速度。

方程组利用 Abbott-Ionescu 六点隐式格式求解。该格式在每一个网格点并不同时计算水位和流量，而是按顺序交替计算水位或流量。Abbott-Ionescu 格式具有稳定性好、计算精度高的特点。离散后的线形方程组用追赶法求解。

MIKE 11 SO 模块可以对水工建筑物运行可以设置复杂的调度规则，可依据河道某处的水位或流量、水位差或流量差、蓄水量、时间等数十种逻辑判断条件控制水工建筑物的运行。模型根据建筑物上下游水文条件自动判断所处流态，选用相应的流体力学公式进行计算。

MIKE 11 HD 和 SO 建模需要以下各类数据或信息：河网平面及水工建筑物、边界位置等平面信息；河道地形或河道纵横断面资料；模型边界处水文数据；实测水文数据，用于模型的率定和验证（若有）；水工建筑物的基本设计参数及调度运行规则。

### 4.4.11.2 边界条件及基础资料

#### 1) 平面河网

一维河网水动力模型的范围主要为北濠涌片区内北濠涌、瑞宝涌、五凤涌、康乐涌涌 4 条河涌及区域内北濠涌水闸 1 座。



## 2) 断面

北濠涌模型断面采用 2009 年 7 月和 2020 年 11 月实测断面，断面宽度 36m~79m 不等，综合考虑现场河涌断面阻水情况，总体上来看，北濠涌河道断面中段宽两头窄，整体比降 0.42‰。

## 3) 边界条件

根据《水力计算手册》(第二版)中的渠道糙率列表确定河床糙率采用 0.025，采用工况一调蓄计算闸前水位成果作为起推水位，叠加北濠涌 50 年一遇设计洪水过程线进行计算，泵站流量  $60\text{m}^3/\text{s}$  闸前水位 0.60m。

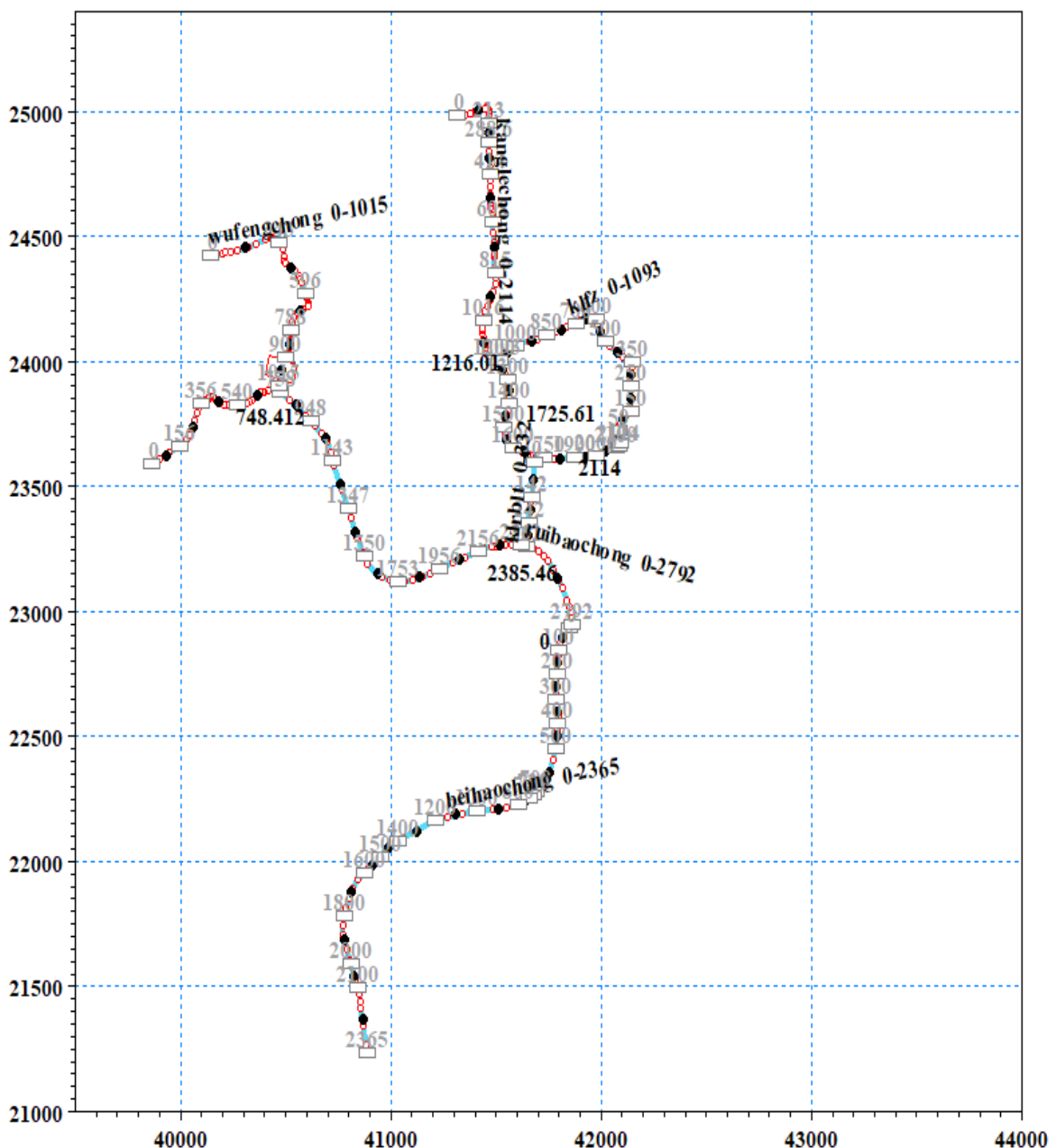


图4-10 模型河网示意图

## 4.4.11.3 水面线复核成果

本次复核水面线与可研阶段设计水面线成果如下表所示：

表4-6 本次复核及可研阶段设计水面线成果表

河涌	桩号 (m)	可研设计 水位 (m)	本次复核 水位 (m)	左岸低点 高程 (m)	右岸低点 高程 (m)	备注
北濠涌	0	1	1.02	1.89	2.4	
	100	0.98	1.01	1.79	1.6	
	200	0.96	1.00	1.6	1.3	
	300	0.94	0.98	1.5	1.2	
	400	0.91	0.96	1.4	1.1	
	500	0.88	0.93	1.6	1.2	
	637	0.85	0.90	1.6	1.2	
	650	0.84	0.89	1.6	1.2	南州路桥
	690	0.82	0.88	1.6	1.2	
	700	0.82	0.88	1.6	1.2	
	800	0.8	0.84	1.8	1.6	
	1000	0.76	0.81	1.7	1.86	
	1200	0.72	0.78	1.5	2.17	
	1400	0.7	0.76	1.6	2.17	
	1500	0.66	0.75	1.8	0.76	右岸为农田
	1600	0.63	0.73	1.5	0.76	
	1800	0.6	0.71	1.85	1.5	
	2000	0.6	0.70	2.5	1.55	
	2100	0.59	0.70	2.3	1.54	
	2365	0.55	0.60	1.1	1.6	北濠涌涌口
康乐涌	0	1.25	1.33	1.34	1.5	左岸为城中村低点
	213	1.25	1.32	1.48	1.55	
	289	1.25	1.32	1.46	1.5	
	414	1.25	1.31	1.76	1.52	
	608	1.24	1.29	2.10	1.44	
	815	1.23	1.28	2.10	1.70	
	1016	1.2	1.25	2.50	2.07	
	1200	1.19	1.23	1.81	1.30	
	1216	1.19	1.23	1.81	1.30	
	1300	1.19	1.23	1.42	1.30	
	1400	1.19	1.22	1.40	1.72	
	1500	1.18	1.22	1.33	1.52	
	1600	1.18	1.22	1.33	1.88	
	1726	1.18	1.21	1.33	1.50	
1750	1.18	1.21	1.33	1.50		
1900	1.18	1.21	1.79	1.32		

河涌	桩号 (m)	可研设计 水位 (m)	本次复核 水位 (m)	左岸低点 高程 (m)	右岸低点 高程 (m)	备注
	2000	1.18	1.21	1.71	1.28	
	2100	1.18	1.21	1.40	1.64	
	2114	1.18	1.21	1.40	1.64	
康乐分支	0	1.18	1.21	1.40	1.64	
	50	1.18	1.22	1.70	1.70	
	150	1.19	1.22	2.70	2.00	
	250	1.19	1.22	1.91	1.77	
	350	1.19	1.22	1.30	1.80	
	500	1.19	1.22	1.30	1.47	
	600	1.19	1.23	1.43	1.32	
	700	1.19	1.23	1.78	1.76	
	850	1.19	1.23	2.83	1.27	右岸为农田
	1000	1.19	1.23	1.81	1.38	
1093	1.19	1.23	2.46	1.46		
康乐瑞 宝连通 段	0	1.18	1.21	1.91	1.96	
	142	1.17	1.20	1.70	1.86	
	242	1.16	1.19	2.10	1.85	
	332	1.15	1.19	1.34	1.37	
瑞宝涌	0	1.46	1.46	2.2	2.11	
	156	1.46	1.46	1.80	2.39	
	356	1.46	1.45	2.23	2.05	
	540	1.45	1.42	1.84	2.00	
	748	1.45	1.40	1.90	1.87	
	758	1.44	1.40	1.90	1.84	
	948	1.41	1.38	2.30	1.89	
	1143	1.38	1.36	2.05	1.69	
	1347	1.34	1.34	1.50	1.99	
	1550	1.30	1.31	1.40	1.92	舍去农田低点
	1753	1.26	1.28	1.60	2.40	
	1956	1.23	1.25	1.30	2.41	
	2156	1.20	1.22	1.85	2.34	
	2361	1.16	1.19	1.70	1.70	
2385	1.15	1.19	2.05	1.70		
2792	1.00	1.02	1.47	1.80		
五凤涌	0	1.98	1.55	2.58	2.04	
	343	1.96	1.53	2.90	2.04	
	596	1.85	1.51	2.30	2.22	
	788	1.61	1.46	1.70	2.27	
	900	1.46	1.43	1.98	1.86	
	1015	1.45	1.40	1.90	1.90	

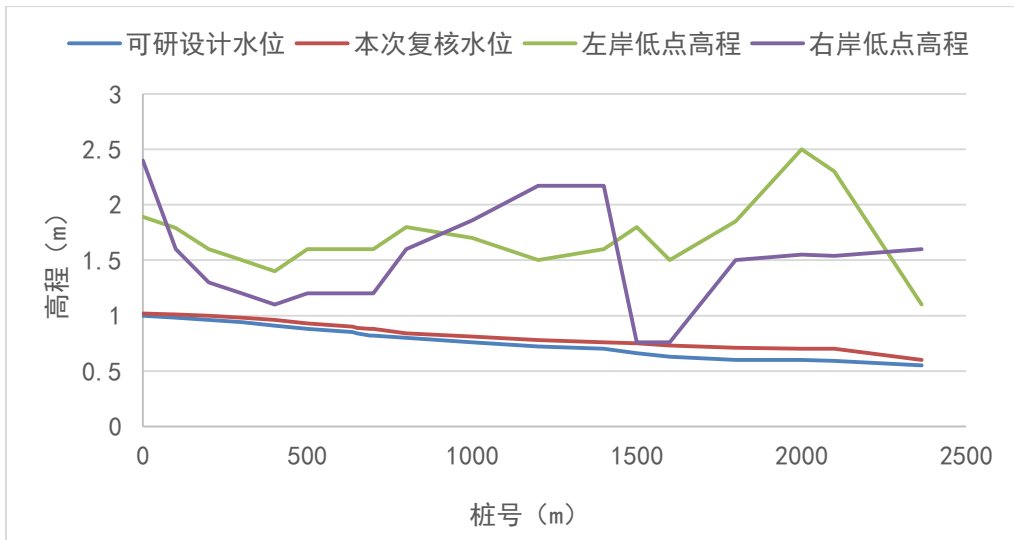


图4-11 北濠涌水面线及左右岸低点情况

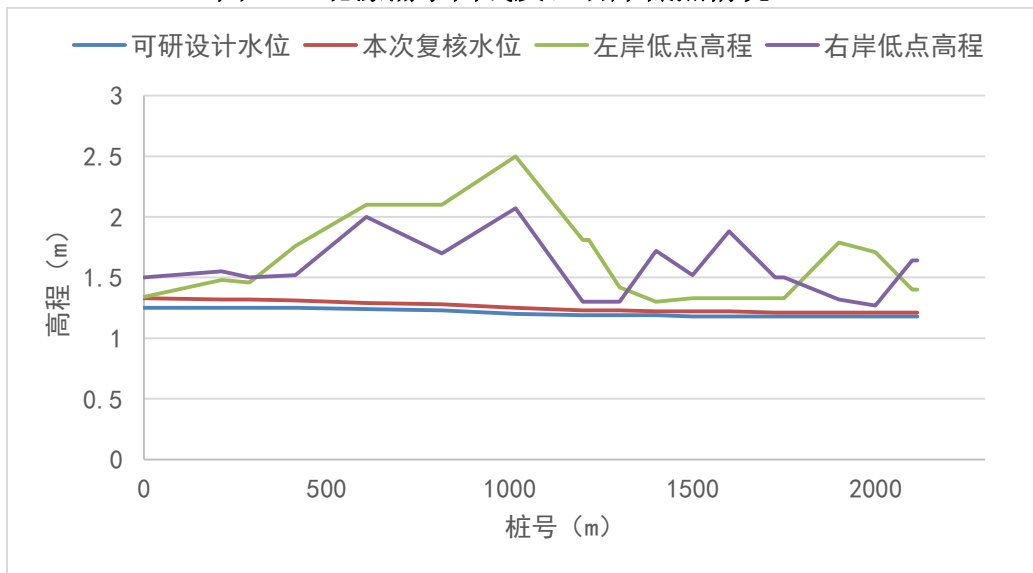


图4-12 康乐涌水面线及左右岸低点情况

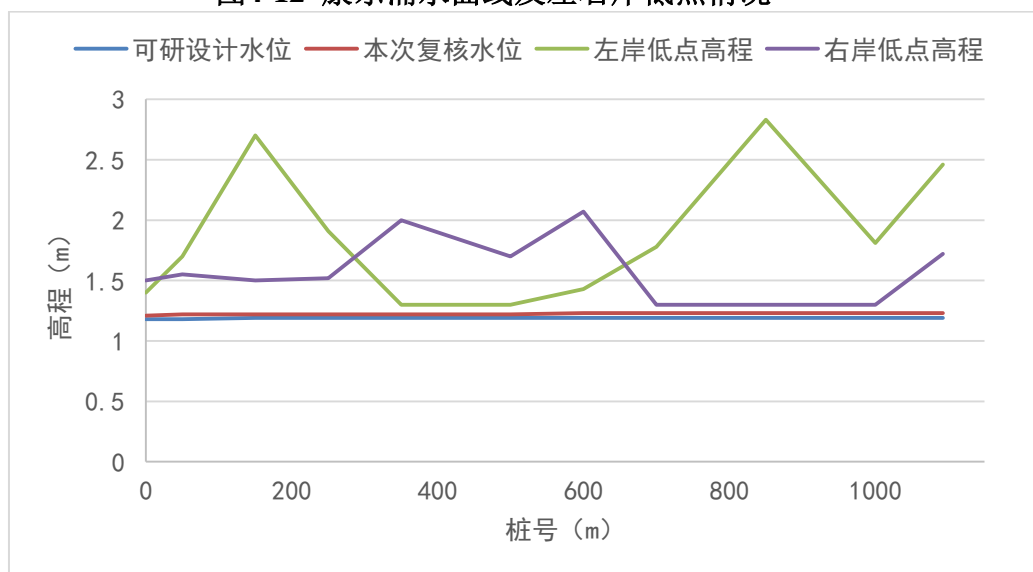


图4-13 康乐分支水面线及左右岸低点情况

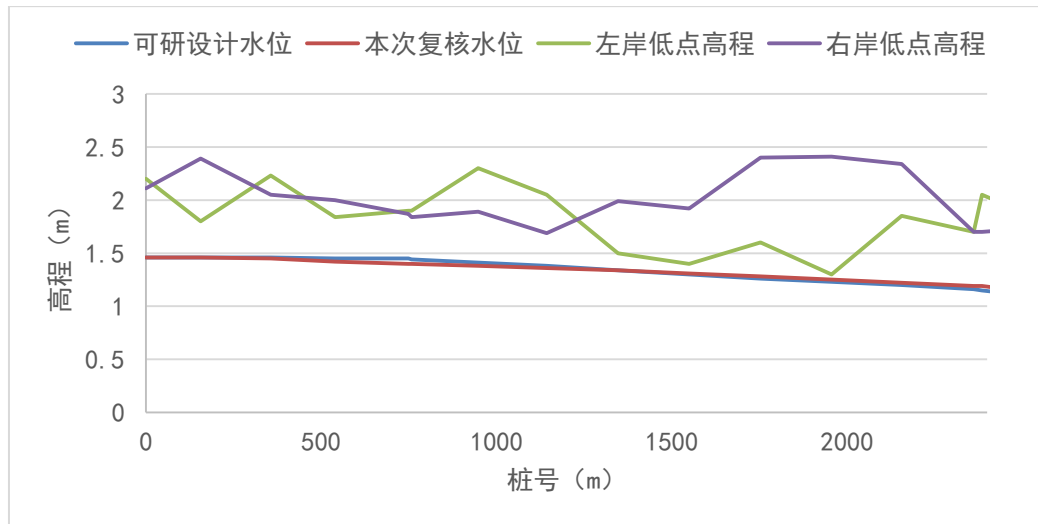


图4-14 瑞宝涌水面线及左右岸低点情况

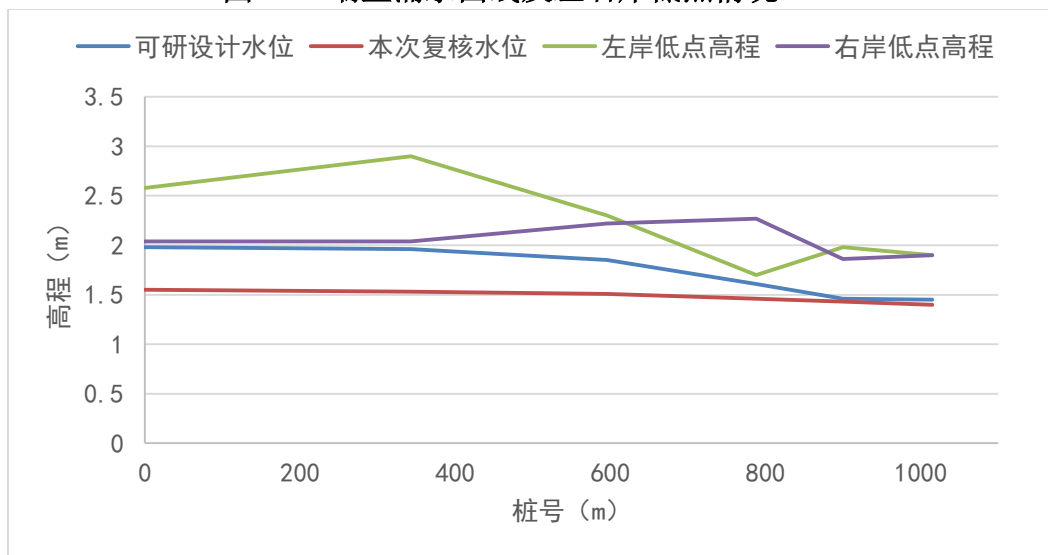


图4-15 五凤涌水面线及左右岸低点情况

#### 4.4.11.4 水面线复核成果分析

泵站流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$  时，北濠涌河道内设计水位在  $0.60\sim 1.02\text{m}$ ，康乐涌设计水位在  $1.21\sim 1.33\text{m}$ ，康乐涌分支设计水位在  $1.21\sim 1.23\text{m}$ ，康乐瑞宝连通段设计水位在  $1.19\sim 1.21\text{m}$ ，瑞宝涌设计水位在  $1.02\sim 1.46\text{m}$ ，五凤涌设计水位在  $1.40\sim 1.55\text{m}$ ，各河段水位均低于两岸低点高程，满足控制水位要求。

由于本次复核水面线工况与可研阶段不同，可研阶段采用内涌 50 年一遇洪水遭遇外江多年平均高潮位，本阶段采用内涌 50 年一遇洪水外江 5 年潮位，泵前起推水位不同，可研阶段为  $0.55\text{m}$ ，本阶段为  $0.60\text{m}$ ；且因本阶段采用断面根据现场情况做局部调整，对水面线产生一定影响；总体上本次复核水面线略低于可研设计阶段水面线，但总体与可研水位趋势相一致，水面线成果具备合理性，采用本次复核水面线成果。





### 4.4.12.2 过流情况

#### 4.4.12.2.1 测量断面

根据最新的测量资料，对各断面进行过流情况复核。南洲路桥控制断面平面位置、断面情况示意图如下所示。

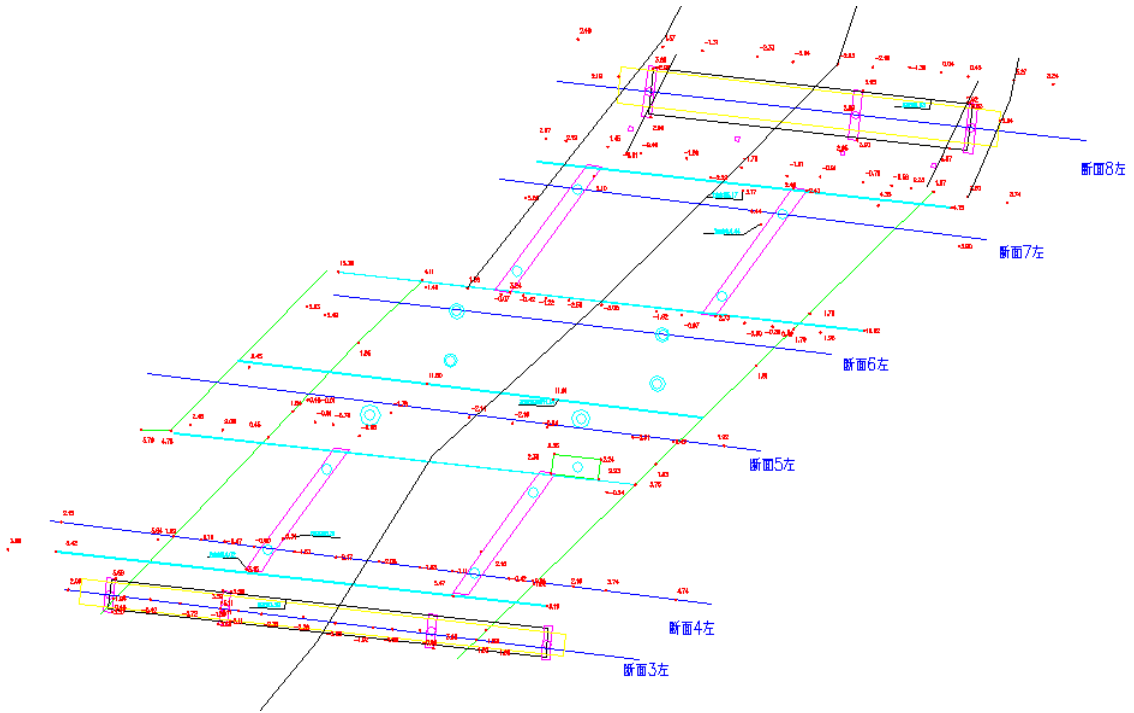
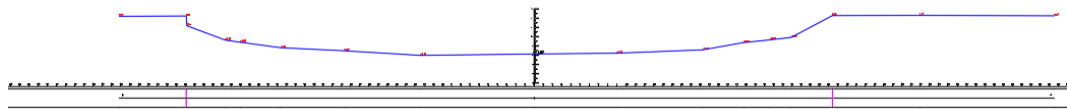
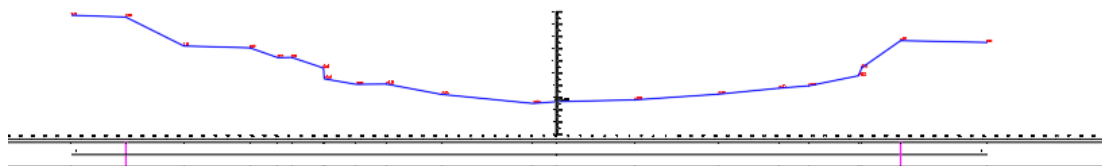


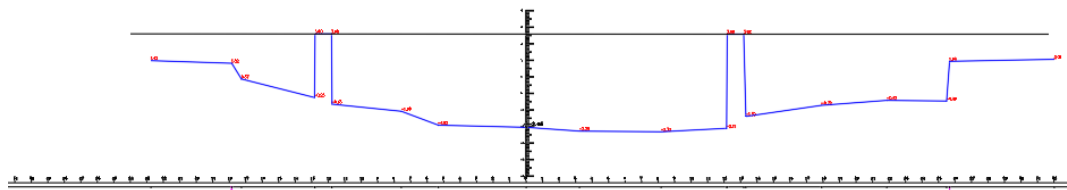
图4-18 测量平面示意图



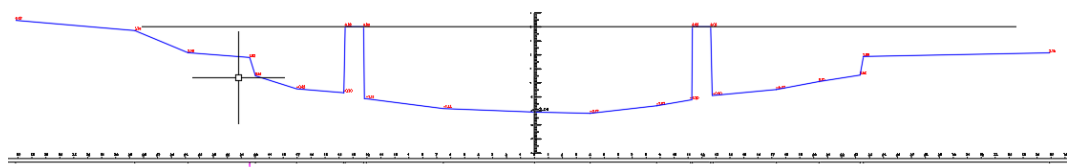
a) 断面 1



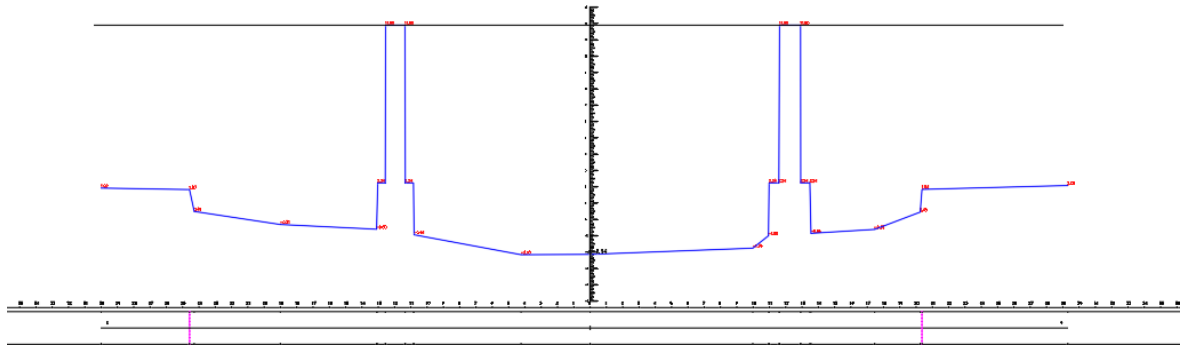
b) 断面 2



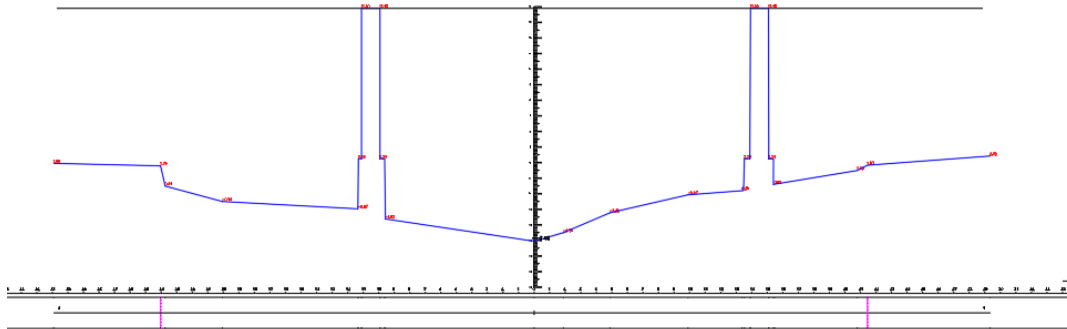
c) 断面 3



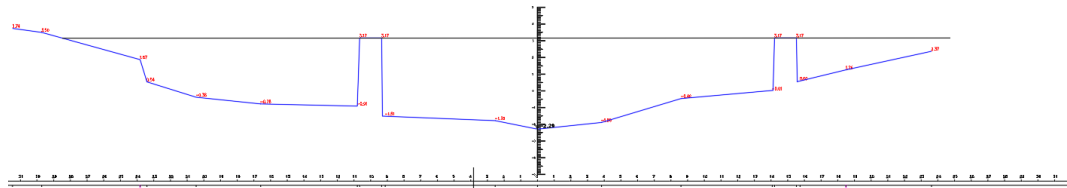
d) 断面 4



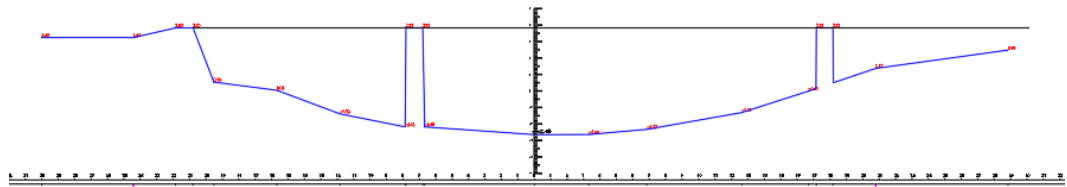
e) 断面 5



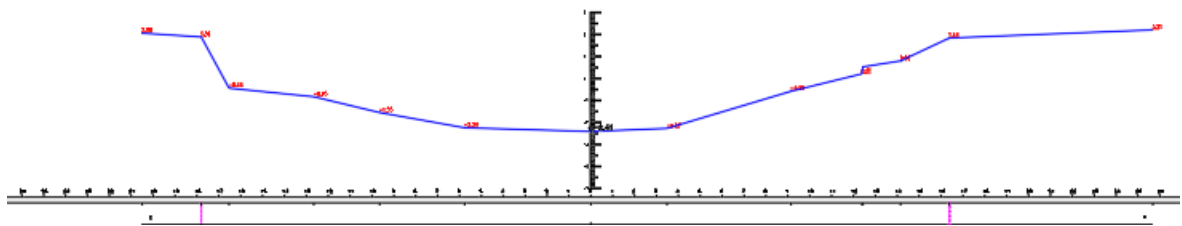
f) 断面 6



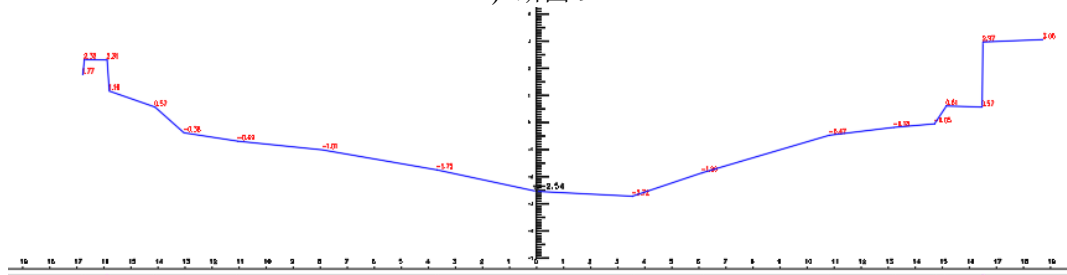
g) 断面 7



h) 断面 8



i) 断面 9



j) 断面 10

图4-19 测量断面示意图 (断面 1~10)



4.4.12.2.2 水位~流量曲线

通过断面过流计算，各断面 Z~Q 曲线如下表所示：

表4-7 控制断面 Z~Q 曲线

H (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)									
	河道断面		南洲路桥梁断面						河道断面	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	79.2	0	79.2	0	79.2	0	79.2	0	79.2	0
0.1	88.1	0.1	88.1	0.1	88.1	0.1	88.1	0.1	88.1	0.1
0.2	97.4	0.2	97.4	0.2	97.4	0.2	97.4	0.2	97.4	0.2
0.3	107	0.3	107	0.3	107	0.3	107	0.3	107	0.3
0.4	117	0.4	117	0.4	117	0.4	117	0.4	117	0.4
0.5	128	0.5	128	0.5	128	0.5	128	0.5	128	0.5
0.6	138	0.6	138	0.6	138	0.6	138	0.6	138	0.6
0.7	149	0.7	149	0.7	149	0.7	149	0.7	149	0.7
0.8	161	0.8	161	0.8	161	0.8	161	0.8	161	0.8
0.9	173	0.9	173	0.9	173	0.9	173	0.9	173	0.9
1	185	1	185	1	185	1	185	1	185	1
1.1	198	1.1	198	1.1	198	1.1	198	1.1	198	1.1
1.2	211	1.2	211	1.2	211	1.2	211	1.2	211	1.2
1.3	224	1.3	224	1.3	224	1.3	224	1.3	224	1.3
1.4	238	1.4	238	1.4	238	1.4	238	1.4	238	1.4
1.5	253	1.5	253	1.5	253	1.5	253	1.5	253	1.5
1.6	267	1.6	267	1.6	267	1.6	267	1.6	267	1.6
1.7	282	1.7	282	1.7	282	1.7	282	1.7	282	1.7

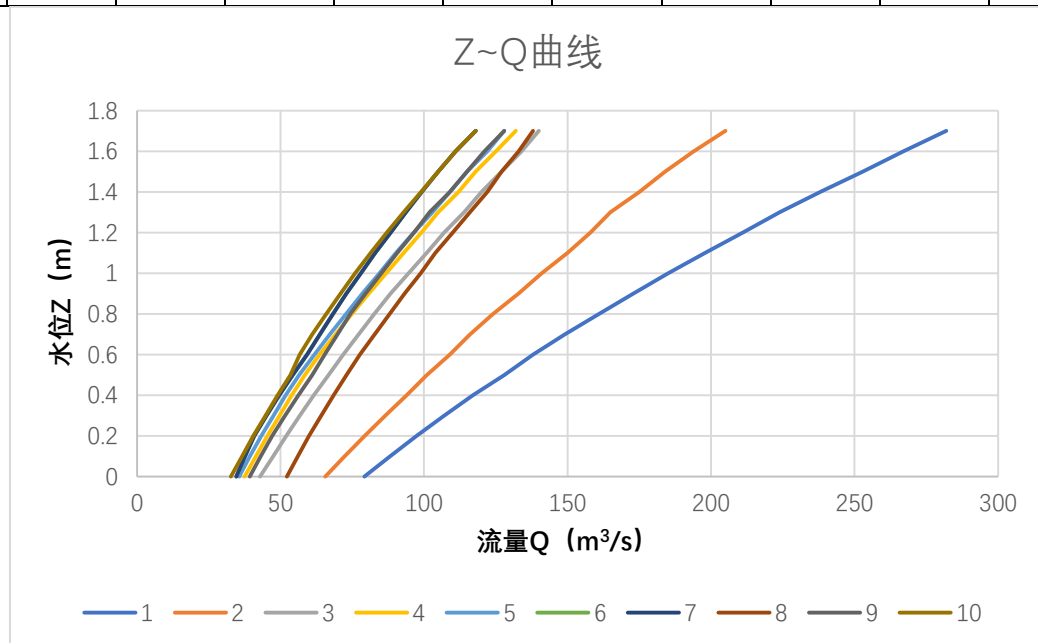


图4-20 控制断面 Z~Q 曲线

## 4.4.12.2.3 过流能力复核

根据泵站流量  $60\text{m}^3/\text{s}$ 、设计洪峰流量  $80.6\text{m}^3/\text{s}$  反查  $Z\sim Q$  曲线，得到各控制断面水位，对比桥梁底部高程、左右岸高程，可以看出各控制断面均可以通过  $80.6\text{m}^3/\text{s}$ 。具体数值如下表：

表4-8 反查  $Z\sim Q$  曲线结果

控制断面	水位（非水面线）		梁底高程（m）	左岸高程（m）	右岸高程（m）	是否满足过流	备注
	$V_{60}$ （m）	$V_{80.6}$ （m）					
1	-0.20	0.02	/	2.27	2.21	满足	河道断面
2	-0.15	0.22	/	4.73	2.51	满足	
3	0.37	0.76	3.6	1.98	2.06	满足	南洲路桥断面
4	0.53	0.90	4.02	4.47	2.15	满足	
5	0.57	0.94	11.9	1.92	2.08	满足	
6	0.61	1.05	11.9	1.95	2.42	满足	
7	0.61	1.05	3.17	3.74	2.37	满足	
8	0.20	0.66	3.83	3.24	2.48	满足	
9	0.48	0.92	/	2.06	2.21	满足	河道断面
10	0.68	1.09	/	2.31	3.06	满足	

## 4.4.12.2.4 桥梁壅水情况

将本次测量断面更新进 mike11 模型，分别推算出有桥梁、无桥梁情况下北濠涌水面线，对比得出南洲路桥壅水情况，如下表所示。可以看出，相较于无桥墩阻水的情况，南洲路桥梁造成前后约  $0.01\text{m}$  壅水，且流速略增大，总体上影响较小。

表4-9 桥墩影响下水面线对比

桩号	有桥		无桥		壅水（m）	备注
	水位（m）	流速（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）	水位（m）	流速（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）		
0	1.02	0.79	1.02	0.79	0	
100	1.01	0.9	1.01	0.9	0	
200	1	0.99	0.99	1	0.01	
300	0.98	0.98	0.97	0.98	0.01	
400	0.96	1.1	0.95	1.11	0.01	
500	0.93	1.06	0.93	1.06	0	桥墩下游
637	0.9	1.24	0.89	1.17	0.01	桥墩
650	0.89	1.18	0.89	1.12	0	桥墩及墙体
690	0.88	1.1	0.88	0.99	0	桥墩
700	0.88	1.5	0.88	1.5	0	桥墩上游
800	0.84	0.88	0.84	0.88	0	
1000	0.81	0.86	0.81	0.86	0	
1200	0.78	0.76	0.78	0.76	0	

桩号	有桥		无桥		壅水 (m)	备注
	水位 (m)	流速 (m <sup>3</sup> /s)	水位 (m)	流速 (m <sup>3</sup> /s)		
1400	0.76	0.72	0.76	0.72	0	
1500	0.75	0.97	0.75	0.97	0	
1600	0.73	1.02	0.73	1.02	0	
1800	0.71	0.58	0.71	0.58	0	
2000	0.7	0.43	0.70	0.43	0	
2100	0.7	0.69	0.70	0.69	0	
2365	0.6	1.07	0.60	1.07	0	涌口

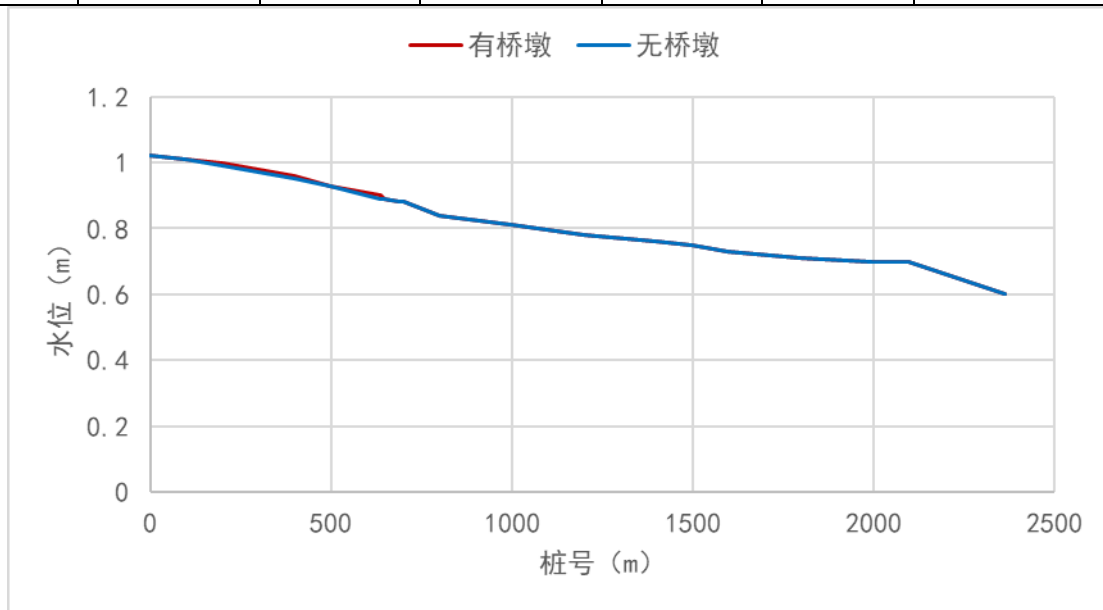


图4-21 南洲路有无桥梁工况水位

## 4.5 工程实施影响分析及处理

### 4.5.1 可行性研究阶段的主要设计成果

可行性研究阶段确定的工程任务为排涝，通过新建北濠涌泵站，增强北濠涌流域现状排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升。泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，工程规模确定为大（2）型泵站。经复核，本阶段工程任务与可行性研究阶段一致。

### 4.5.2 工程建设前后影响分析

#### （1）河道流量变化情况

本阶段采用可研阶段设计洪水成果，如章节 2.5.2 所示，北濠涌河口 50 年一遇设计标准下洪峰流量为  $80.6\text{m}^3/\text{s}$ ，为五凤涌、瑞宝涌、康乐涌设计洪峰流量和北濠涌区间流量叠加。由于工程前后流域参数等条件均未发生变化。

因此，工程建设几乎不对河道流量产生影响。

#### (2) 工程建设前后水位变化情况

经计算，工程前北濠涌流域受珠江潮位影响较大，工况一：内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇最高潮位调条件下，工程建设前内涌闸前水位为 2.31m；工况二：内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 300 年一遇设计潮位条件下，工程建设前内涌闸前水位为 2.53m；工程建设后，经调蓄及闸泵调度，工况一、工况二内涌闸前水位分别降至 0.6m、0.10m，内涌闸前水位降低幅度明显，且沿程水位低于北濠涌流域片区总体地面高程，如表 4-6 所示。

综上，工程建设前后河道流量及北濠涌流域内河道断面均未发生明显变化，工程建设后对上下游河势影响较小；工程运行期间各工况下，采用闸泵联合调度运行原则降低汛期水位，将不对现有北濠涌现有水闸造成不利影响。

### 4.5.3 补偿措施内容

为确保工程的安全，除做好观测工作外，还应加强检查和维护工作。检查工作主要由管理人员通过巡视观察以了解堤岸状态、水流流态，上、下游河道的冲淤变化等情况。同时还要加强经常性的维修工作并经常养护和定期维修，以确保堤岸发挥应有防洪功能。

## 4.6 内涝防治能力评估

### 4.6.1 内涝防治标准

根据《城镇内涝防治技术规范》(GB 51222-2017)及《广州市防洪(潮)排涝规划(2020-2035)》(送审稿)等相关规划，工程所在海珠区北濠涌片区属广州市中心城区，规划内涝防治重现期 100 年。

### 4.6.2 计算分析

经计算，北濠涌流域发生 100 年一遇暴雨遭遇外江多年平均最高潮位工况下，北濠涌泵站规模为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，内涌闸前最高水位为 1.16m，较闸前控制水位 0.60m 增加了 0.56m。闸内水位 0.60m 至 1.16m 间持续时间为 2 小时 32 分。

根据内涝防治设计重现期下的最大允许退水时间参照《室外排水设计标准》表 4.1.5 执行，新建项目、新建区域和成片改造区域退水历时取 0.5~2 小时；已建城区中，退水历时取 1~3 小时。因此，洪水位高了 0.56m，流域存在内涝风险。建设北濠涌泵站后，

河道退水时间基本满足要求。通过本次模拟计算，识别出 100 年重现期降雨工况下，北濠涌流域工程后城市地面积水面积大幅度缩小，片区内积水深度约 0.2-0.5m 之间。

海珠区统计区域内历史内涝点共 106 个，部分水浸点出现反复水浸情况，其中新港西路（海洋雅苑段）、康乐涌周边康乐村段、鹭江西街 88 号大院段、泰沙路沙溪市场对出段等位于北濠涌排涝片，为片区内典型的内涝风险点。

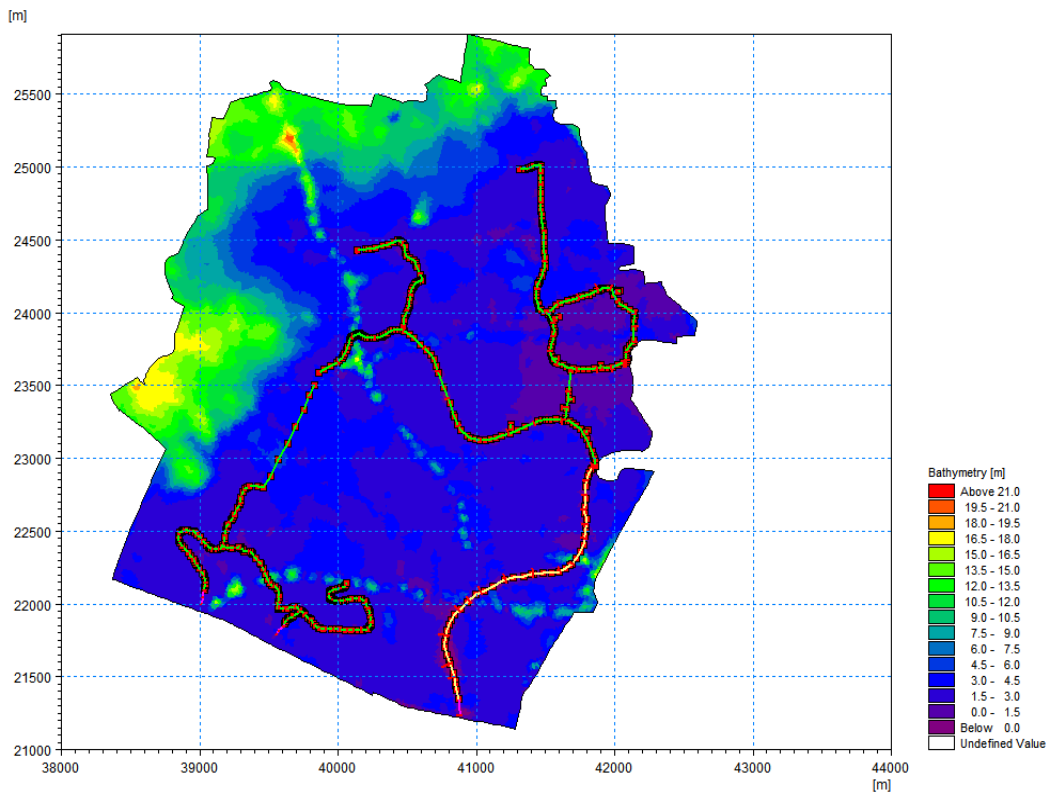


图4-22 耦合模型示意图

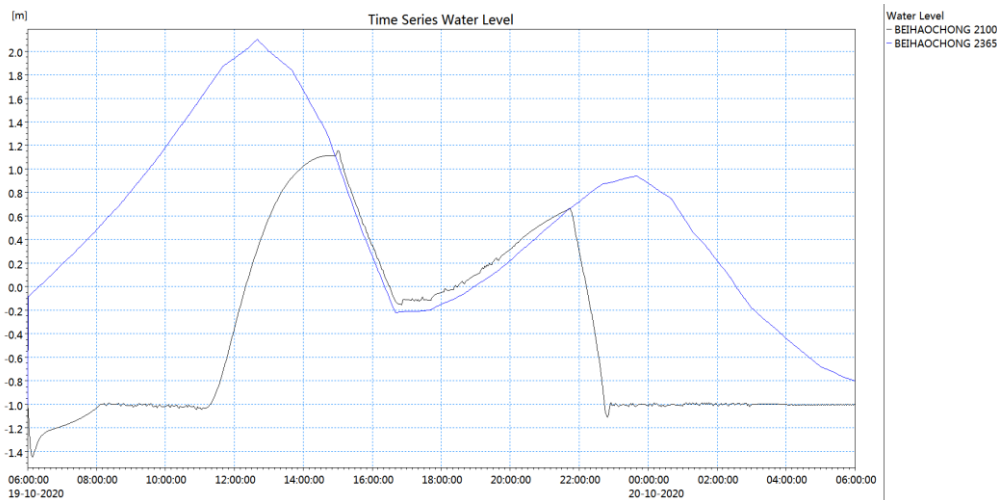


图4-23 水位过程线示意图

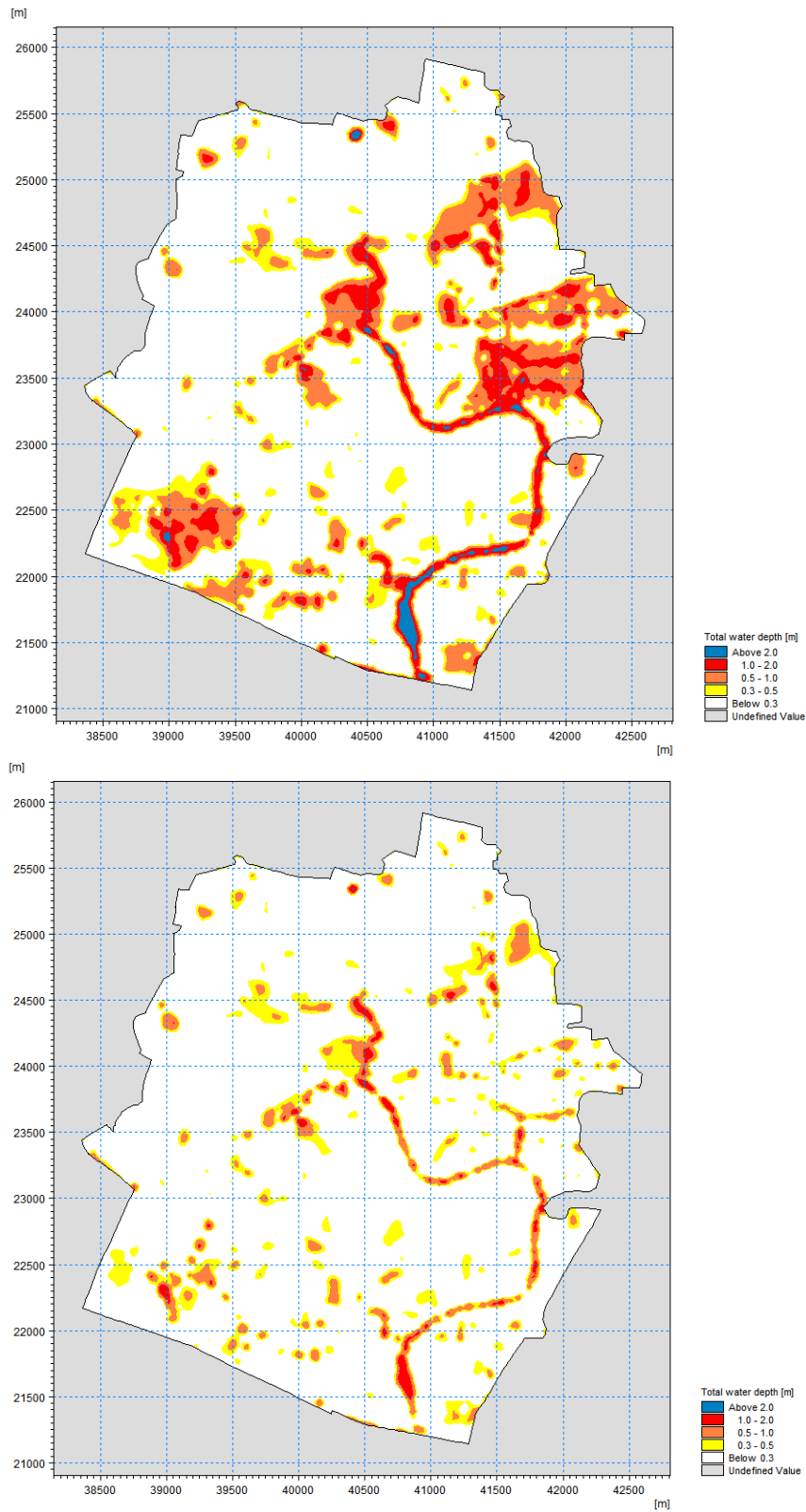


图4-24 工程前、后 100 年一遇内涝风险图

### 4.6.3 内涝防治工程优化布局

除本次规划新建北濠涌泵站外，为进一步减轻内涝风险，还可通过管网片区优化改造、片区调蓄、竖向抬高等，有效提升区域内涝防治能力，使得片区内涝防治标准达到

100 年一遇。

#### (1) 涌口泵站工程

通过水闸、泵站进行挡潮、排涝、预腾空。新建北濠涌泵站，通过调蓄计算、数模计算等不同方法对比，确定排涝流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，满足区域排涝要求。

#### (2) 源头减排

源头减排将通过海绵城市措施控制雨水径流的总量和削减峰值流量，延缓其进入排水管渠的时间，起到缓解城镇内涝压力的作用。

根据《广州市内涝治理系统化实施方案（2021-2025 年）》（已批复）的 4.5.3 节规划管控中提到。1) 加强城市系统规划和布局。规划引领，推行城市内涝系统防治理念，规划、住建、园林、交通等部门应在城市规划、项目立项、建设、项目验收等过程中，逐步提高“雨水年径流总量控制率，充分发挥建筑、道路、绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，实现雨水自然积存、自然渗透、自然净化，通过雨水源头减排，有效提高城市防涝能力。2) 加强城市规划建设管控。在城市规划建设、更新改造过程中，严格落实海绵城市建设理念，优先利用河道、湖泊和山塘水库等天然水体作为排涝除险设施，充分发挥对雨水的吸纳、蓄渗和调蓄作用，综合提高防洪排涝建设标准。同时，出台城市规划建设相关管理制度，在国土空间规划阶段，构建绿底蓝脉的生态水系格局，加强源头减排管控；在控制性规划或专项规划阶段，每个项目均应开展防洪排涝评估，确保城市排涝安全。全市所有开发建设项目均需严格按照《广州市水务局关于印发广州市城市开发建设项目海绵城市建设——洪涝安全评估技术指引（试行）的通知》（穗水规计〔2021〕10 号），在城市开发建设项目的策划方案阶段、控制性详细规划阶段，开展相应深度的洪涝安全评估，并将评估内容、结论及措施纳入海绵城市建设专篇，加强海绵城市和城市竖向管控。

根据《广州市建设项目雨水径流控制办法》（广州市人民政府令第 107 号），建设项目雨水径流控制应当符合以下要求：

城镇公共道路雨水的排放和削减应当设置渗排一体化系统；

新建项目硬化地面中，除城镇公共道路外，建筑物的室外可渗透地面率不低于 40%；人行道、室外停车场、步行街、自行车道和建设工程的外部庭院应当分别设置渗透性铺装设施，其渗透铺装率不低于 70%；

凡涉及绿地率指标要求的建设工程，除公园之外的绿地中至少应有 50% 作为用于滞留雨水的下沉式绿地，用于滞留雨水的绿地应当低于周围地面 50 毫米，设于绿地内的雨水口顶面标高应当高于绿地 20 毫米以上；并可以设置能在 24 小时内排干积水的设施；

新建建设工程硬化面积达 1 万平方米以上的项目，除城镇公共道路外，每万平方米硬化面积应当配建不小于 500 立方米的雨水调蓄设施。

根据《广州市海珠区海绵城市专项规划及实施方案》，规划年径流总量控制率应不低于 70%，对应设计雨量 25.8mm。

### （3）竖向优化

北濠涌流域已建区域现状地面高程为 1.2~17.5m，农田、绿地区域现状地面高程为 0.3~1.2m。为使片区达到 100 年一遇内涝防治标准，建议开发建设地块地面标高不宜低于 2.5m，并与周边地块标高相协调。

## 4.6.4 结论

### （1）现状内涝防治能力评估：

现状内涝风险主要集中在在地势相对较低的区域，现状无法满足 100 年一遇的内涝防治标准，为中高风险区域。

### （2）标准评估：

内涝防治标准：根据《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035）》（在编），规划范围内确定内涝防治重现期为 100 年。需结合片区地块配套调蓄设施及优化竖向，同时加强日常管理和应急抢险工作等措施，综合措施实施后可满足内涝防治重现期 100 年标准。

### （3）内涝防治工程优化布局：

根据相关规划，新建北濠涌泵站。源头减排将通过海绵城市措施控制雨水径流的总量和削减峰值流量，延缓其进入排水管渠的时间，起到缓解城镇内涝压力的作用。根据《广州市海珠区海绵城市专项规划及实施方案》，规划年径流总量控制率应不低于 70%，对应设计雨量 25.8mm。可采用下沉式绿地、雨水调蓄池、透水铺装等多种方式进行建设，流域低洼农田绿地区域，建议规划为雨洪调蓄区。

研究区域内地势平坦低洼，地面高程在 1.2~17.5m 之间。在面临极端天气频发，外江洪潮水位抬高趋势明显的情况下，为使片区达到 100 年一遇内涝防治标准，建议开发建设地块地面标高不宜低于 2.5m，并与周边地块标高相协调。



(4) 工程实施后效果评估:

内涝防治工程实施后, 研究区域城市地面积水面积大幅度缩小, 主要干道及居民区基本没有水浸, 农林用地区域水浸深度约 0.3~1.2m, 基本达到 100 年一遇内涝防治能力。

#### 4.6.5 建议

(1) 建议实行增设调蓄设施、管网改造、结合村落旧改等内涝防治措施, 内涝防治标准可提升至 100 年一遇标准。

(2) 建议落实规划范围内绿色屋顶、绿地、透水铺装等海绵设施。

(3) 建设后的硬化地面中可渗透地面面积比例应满足《广州市建设项目海绵城市建设管控指标分类指引(试行)》(穗水河湖(2020)7号)、《广州市海绵城市专项规划(2016-2030)》和区海绵城市建设专项规划等上层次规划要求。

(4) 地下空间的入口高程除应满足相应设防标准外, 还应满足: 地下空间的入口高程应高于周边地面高程, 车行入口高程应高于周边地面 0.2m 以上, 人行入口高程应高于周边地面 0.45m 以上。

(5) 建议完善片区三防应急预案, 建立“横向到边、纵向到底”全覆盖的三防应急预案体系和市、区、街、社区(村社)四级责任机制, 构筑更为完备的雨水风情监测系统、三防视频指挥系统以及水务、水文、气象等部门数据共享系统。

## 5 工程布置及建筑物

### 5.1 设计依据

#### 5.1.1 规划依据

根据穗水规计〔2020〕11号文，“广州市水务局关于印发广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025年）的通知”，本项目已纳入广州市防洪排涝建设方案（2020-2025年）项目计划。

#### 5.1.2 技术规范、标准

- (1) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T 619-2021）；
- (2) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (3) 《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）；
- (4) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- (5) 《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；
- (6) 《水闸设计规范》（SL265-2016）；
- (7) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- (8) 《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；
- (9) 《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）；
- (10) 《水工建筑物荷载标准》（GB/T 51394-2020）；
- (11) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）；
- (12) 《水工挡土墙设计规范》（SL 379-2007）；
- (13) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）
- (14) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）
- (15) 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）
- (16) 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）
- (17) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）；
- (18) 《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL 328-2005）

不限于以上内容，未尽事宜参照国家相关规范、规程。

### 5.1.3 相关规划

- (1) 《广州市水务发展“十四五”规划》(2022年广州市水务局印发实施)；
- (2) 《广州市内涝治理系统化实施方案(2021-2025年)》(2021年广州市水务局印发实施)；
- (3) 《广州市防洪(潮)排涝规划(2021-2035年)(送审稿)》；
- (4) 《广州市河涌水系规划(2017-2035年)》(2020年广州市水务局印发实施)；

### 5.1.4 参考工程资料

- (1) 《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程初步设计报告》(2008年5月)
- (2) 《海珠区北濠水闸安全评价报告》(2021年9月)
- (3) 《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》(2024年9月)

## 5.2 工程等级和标准

### 5.2.1 工程等别、建筑物级别和相应洪水标准

#### (1) 工程等别及建筑物级别

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022),本次建设泵站设计流量为 $60\text{m}^3/\text{s}$ ,在 $50\sim 200\text{m}^3/\text{s}$ 区间内,对应泵站等别为II等;装机功率为 $3750\text{kW}$ ,对应泵站等别为III等。按其中最高等别确定为II等,工程规模为大(2)型泵站。

依据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 2.1.4“泵站与堤身结合的建筑物,其级别不应低于堤防的级别”。本次新建排涝泵站位于北濠涌涌口,出口段防洪闸与珠江堤防堤身相结合,形成封闭的防洪体系,主泵室段位于珠江堤防内侧,不承担防洪任务。珠江堤防设计防洪标准为200年一遇设计,堤防级别为1级。综合考虑,本次工程分段设定建筑物级别,其中外江侧防洪闸段主要建筑物级别为1级,次要建筑物级别为3级,临时建筑物级别4级;内涌侧泵室段及事故闸门段主要建筑物级别为2级,次要建筑物级别为3级,临时建筑物级别4级。

表5-1 泵站建筑物级别划分

建筑物	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物	
防洪闸	1	3	4
泵站	2	3	4
事故闸	2	3	4

## （2）防洪（潮）标准

珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇设计，新建排涝泵站为穿堤建筑物，故本次泵站建筑物设计防洪（潮）标准为 200 年一遇。

## （3）治涝标准

根据《广州市防洪防涝系统建设标准指引（暂行）》，结合国家《防洪标准》(GB50201-2014)、广东省水利厅粤水电总字[1995]4 号文《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》、《治涝标准》(SL723-2016)的有关规定，并参照《广州市防洪排涝建设方案》和《广州市排涝泵站和水闸类水务工程内涝治理能力评估专篇编制技术指引》，结合片区规划高要求，本工程排涝标准按 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾设计标准。

## （4）内涝防治标准

根据《广州市排涝泵站和水闸类水务工程内涝治理能力评估专篇编制技术指引》，结合片区规划高要求，本工程片区通过低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施后达到有效应对 100 年重现期内涝防治设计标准。

## （5）施工期洪水标准

施工洪水标准为枯水期 10 年一遇，枯水期为 10 月～次年 3 月。

### 5.2.2 抗震标准

本工程区地震活动相对较弱，活动频度稍高，根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB/T50011-2010，2016 年版)附录 A，建筑场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，所属的设计地震分组为第一组。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，工程区 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.10g，地震反应谱特征周期为 0.35s，相应地震基本烈度为 7 度。

根据《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)，本工程为非壅水建筑物，主要建筑物泵室按 1 级建筑物进行设计，设计烈度按 7 度抗震设计。抗震设防类别为乙类。

### 5.2.3 合理使用年限

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014) 3.0.2，本工程类别为治涝，确定本工程合理使用年限为 50 年。

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014) 3.0.3 “水利水电工程各类永久性水工建筑物的合理使用年限，应根据其所在工程的建筑物类别和级

别按表 3.0.3 的规定确定，且不应超过工程的合理使用年限，当永久性水工建筑物级别提高或降低时，其合理使用年限应不变。”本工程主要建筑物级别为 1 级，主要建筑物合理使用年限为 100 年。本工程类别为治涝，综上确定本工程合理使用年限为 50 年。

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）3.0.5，闸门的合理使用年限为 50 年。

## 5.2.4 设计主要控制指标

### 5.2.4.1 抗滑稳定安全系数

根据《泵站设计标准》（GB 50265-2022）7.3.5 节确定各主要建筑物的抗滑稳定安全系数、抗倾覆稳定安全系数的允许值见下表。

表5-2 抗滑稳定安全系数的允许值

计算项目	荷载组合		泵站建筑物级别			
			1 级	2 级	3 级	4 级（5 级）
泵站抗滑 稳定计算	基本组合		1.35	1.30	1.25	1.20
	特殊组合	I	1.20	1.15	1.10	1.05
		II	1.10	1.05	1.05	1.00

注：按 1 级建筑物设计。

### 5.2.4.2 抗浮稳定安全系数

泵室抗浮稳定安全系数的允许值，不分泵站级别和地基类别，基本荷载组合下不应小于 1.10，特殊荷载组合下不应小于 1.05。

### 5.2.4.3 地基应力

根据《泵站设计标准》（GB 50265-2022）6.3.9，各种荷载组合情况下的泵房基础底面应力应符合下列规定：土基泵房基础底面平均基底应力不大于地基允许承载力，最大基底应力小于地基允许承载力的 1.2 倍，泵房基础底面应力不均匀系数的计算值不应大于下表所示允许值。

表5-3 基底应力最大值与最小值之比的允许值

地基土质	基本组合	特殊组合
松软	1.5	2.0
中等坚实	2.0	2.5
坚实	2.5	3.0

注：本工程地基砾质粗砂，按中等坚实设计。

### 5.2.4.4 安全加高下限值

根据《泵站设计标准》（GB 50265-2022）6.1.3，泵房挡水部位顶部安全加高不应小于下表规定。

表5-4 泵房挡水部位顶部安全加高下限值 (m)

运用情况	泵站建筑物级别			
	1	2	3	4、5
设计	0.7	0.5	0.4	0.3
校核	0.5	0.4	0.3	0.2

注：1、安全加高系指波浪、壅浪计算顶高程以上距离泵房挡水部位顶部的高度；

2、设计运用情况系指泵站在设计运行水位或设计洪水位时运用的情况，校核运用情况系指泵站在最高运行水位或校核洪水位时运用的情况。

根据《水闸设计规范》(SL265-2016) 4.2.4，安全加高下限值不应小于下表规定。

表5-5 水闸安全加高下限值 (m)

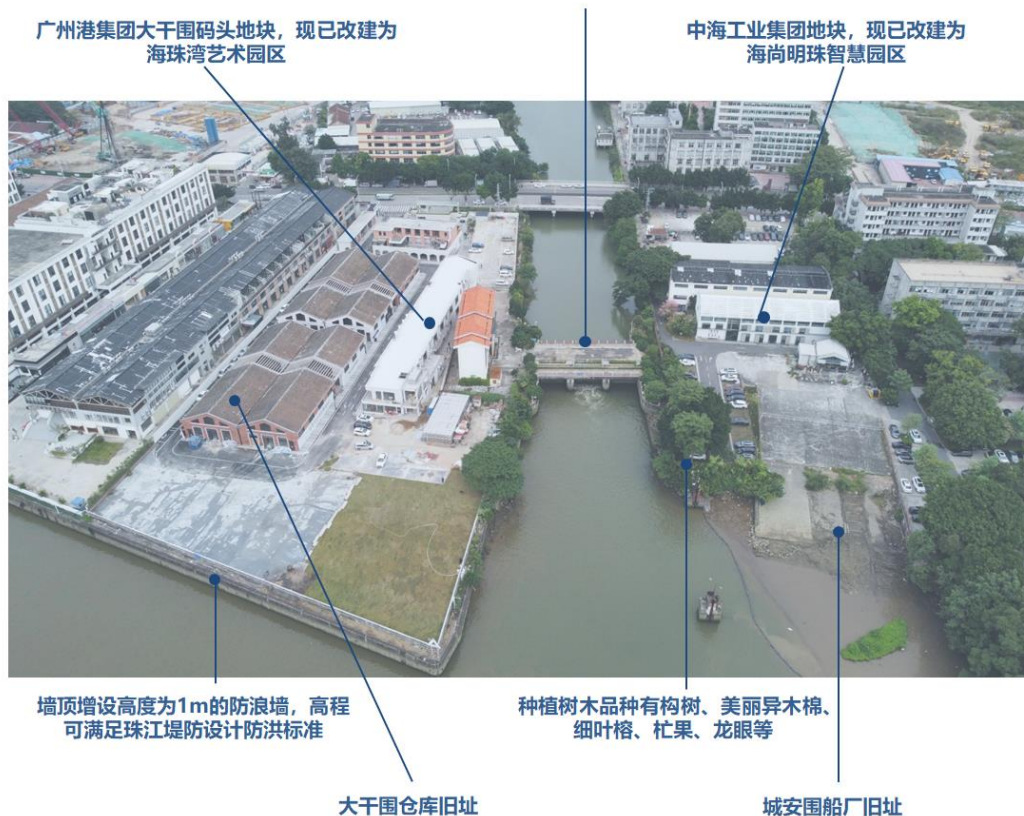
运用情况		水闸级别			
		1	2	3	4、5
挡水时	正常蓄水位	0.7	0.5	0.4	0.3
	最高挡水位	0.5	0.4	0.3	0.2
泄水时	设计洪水位	1.5	1.0	0.7	0.5
	校核洪水位	1.0	0.7	0.5	0.4

## 5.3 工程选址及选线

### 5.3.1 工程周边情况

本次新建排涝泵站位置位于海珠区北濠涌涌口，经现场踏勘及工程资料收集，涌口建筑物建设情况、地块权属情况、周边道路交通等情况汇总如下。

2008年重建北濠涌水闸，总净宽24m



### (1) 建筑物建设情况

北濠涌涌口已于 2008 年重建北濠涌水闸（2010 年完建），水闸合计 3 孔，单孔净宽 8m，总净宽 24m。闸底板高程为-2.2m，闸顶高程为 4.4m（珠基高程，下同）。

### (2) 涌口堤防达标整治情况

北濠涌涌口段堤防为珠江堤防未达标整治的企业岸线，原挡墙顶高程为 3.5~3.6m，现已于墙顶增设高度为 1m 的防浪墙，墙顶高程可满足珠江堤防设计防洪标准（1 级堤防，200 年一遇）。

### (3) 地块权属情况

- 1) 北濠涌口左岸为中海工业集团地块，现已改建为海尚明珠智慧园区；
- 2) 北濠涌口右岸为广州港集团大干围码头地块，现已改建为海珠湾艺术园区。

### (4) 用地性质划分

通过与广州市规划与自然资源局海珠分局对接后确认北濠涌涌口两岸地块均为建设用地，在现行总规和控规中右岸均为公园绿地，左岸靠近珠江边为公园绿地，靠近环岛路侧为科研用地，现状土地均为国有土地。

本阶段已完成控规修编，控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地。

### (5) 现状树木

河道两岸种植树木品种有构树、美丽异木棉、细叶榕、杧果、龙眼等，胸径 10~49.7cm。

## 5.3.2 新旧工程关系与对周边建筑物影响

现状北濠涌水闸完建于 2010 年，本次保留现状水闸，新建一座泵站。泵站拟建于现状水闸两岸空地范围，根据最新地质勘察情况，泵站基底坐落于粗砾砂层，基础下土层厚约 4.0m。主体结构距离珠江涌口较近，受珠江潮汐影响易发生局部的（不均匀）沉降以及渗流破坏。综合考虑本次新建泵站采用地基处理措施。本工程施工期影响范围内建筑物为现状水闸管理房、两岸近泵站结构段办公用房，本次扩建泵站采用咬合式灌注桩支护型式，经核算，桩顶位移满足设计要求，对现状房屋基本无影响。

## 5.3.3 周边管线情况

根据最新物探成果，工程范围内存在以下类型管线：①电力管线（供电、路灯）；②通信（移动、联通、电力通信、公安监控、合建）；③给水管线；④排水管线（雨水、污水）。施工期间对低压电缆、移动光纤等拟进行临时保护，工程完建后永久迁至现状

路面下敷设，或避让泵站结构进行就近迁改。

本阶段通过进一步现场踏勘及周边工程资料收集整理，发现泵站进水池段现状敷设直径 D2000 的污水钢管，存在右岸泵站进水口段与现状污水检查井进入筒冲突的情况，考虑污水管迁改接驳存在施工方案、外部天气条件限制，影响污水管正常运行的风险，本次调整进水口结构避开污水主管检查井，不涉及污水主管迁改。

沥滘路沿桥架空敷设有 10kV 高压电缆，位于主体结构施工范围内，需进行迁改。

### 5.3.4 现状交通

本次工程区域东侧 100m 为地铁二号线；工程区域北侧 90m 为海珠区沥滘路；工程区域南侧 100m 为珠江后航道。北濠涌口左岸为海尚明珠智慧园区，右岸为海珠湾艺术园区，均需从沥滘路通过园区内部道路到达项目建设地点。

### 5.3.5 规划用地情况

本项目已进行了多规符合性审查，满足国土空间规划、总规、土规等上位规划和专项规划要求。

#### 5.3.5.1 《广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

项目地块范围位于城镇开发边界及部分水域内，不涉及永久基本农田与生态保护红线。

#### 5.3.5.2 《海珠生态城功能片区土地利用总体规划(2013-2020 年)》

项目地块范围为城镇用地，不涉及基本农田。

#### 5.3.5.3 《广州市城市总体规划（2011- 2020 年）》

项目地块范围涉及总规绿线，本次控规修正用地性质保持公园绿地不变，兼容排水设施，新建泵站主要设置于地下。

#### 5.3.5.4 《广州市生态廊道总体规划》

项目地块范围位于海珠涌—瑞宝涌—北濠涌—沥滘涌组团生态廊道，符合管控要求。

#### 5.3.5.5 《广州历史文化名城保护规划》

项目地块范围不涉及文物、历史建筑、传统风貌建筑等保护对象。根据《广州市文物保护规定》等相关设定，需在工程建设前，向市文物行政主管部门申请考古调查、勘探，确保地下埋藏文物不被破坏。

#### 5.3.5.6 《广州市河涌水系规划》

项目地块部分位于河涌水域控制线及河涌管理范围线内。



### 5.3.5.7 《广州市城市环境总体规划（2014-2030年）》

项目地块不涉及环保“三区一线”。

### 5.3.5.8 《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》

项目地块位于 ZH4401020002（广州河段后航道海珠区重点管控单元），控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21），新增排水泵站 1 处，所涉及行业主要为水利行业，符合该管控单元管控要求。

## 5.3.6 工程布置原则

按照水闸、泵站相关设计规范，结合工程实际情况，工程布置遵循的原则如下：

（1）总体布置应根据站址的地形、地质、水流、泥沙、供电、环境等条件，结合整个水利枢纽或供水系统布局，综合利用要求，机组型式等，做到布置合理，有利施工，运行安全，管理方便，少占地，美观协调，组成整体效益最大的有机联合体。

（2）工程布置应与城市规划相结合、与周边环境协调一致；应综合考虑地形、地质、电源、对外交通、施工管理等因素，进行经济技术比较。

（3）工程布置应有利于景观提升及生态保护；有利于工程建成后的运行维护。

（4）工程布置应考虑站区内交通布置应满足机电设备运输、消防车辆通行的要求。

（5）进水处有污物、杂草等漂浮物的泵站，应设置拦污、清污设施，其位置宜设在引渠末端或前池入口处，站内交通桥宜结合拦污栅设置。本次前池入口处设置清污机。

## 5.3.7 站址轴线比选

新建北濠涌排涝泵站选址拟定于北濠涌涌口，现状涌口已建有北濠涌水闸，为北濠涌两岸及上游的发展发挥了一定的作用，形成了封闭的防洪（潮）体系。

结合区域现状，北濠涌片区易受洪涝灾害影响，且北濠涌所属海珠湖排涝片受台风暴潮影响较大，涌口建筑物应具备以下功能：

（1）在珠江遭遇极端风暴潮天气、潮位持续涨高的情况下，关闸防止外江倒灌；

（2）在极端天气下外江水位较高、内河涌无法自排的情况下，利用泵站抽排。

若选择在闸内河段新建泵站，极端天气需关闸防倒灌，涌内涝水将无法排至珠江；若选择在闸外河段新建泵站，则原水闸失去运行功能，且影响泵站进水流态。综上所述，新建排涝泵站宜布置于涌口与水闸进行联合调度。

本次新建泵站选址位于北濠涌涌口，考虑涌口已建有北濠水闸，泵址宜选定在现状

北濠水闸两岸，本次方案主要对泵站机组布置位置、占用两岸地块情况、对两岸建筑物的影响、进出水流态、水闸泵站联合调度的便利性、施工工期及难易程度结合工程经济性进行比选。泵址比选情况分述如下。

#### 5.3.7.1 站址比选方案一

##### (1) 总体布置

泵址选定在北濠水闸右岸广州港集团大干围码头地块，现已改建为海珠湾艺术园区，地势平整，场地较为开阔。新建排涝泵站采用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 贯流泵，自现状水闸内涌侧引水排至珠江，主体结构平行于现状水闸布置，整体结构紧凑协调。泵站主体结构布置靠近沥滘路跨涌桥，无需征拆现状仓库及水闸管理房，新建泵站设备房与现状水闸管理房位于同一岸，运行调度方便。

本次新建排涝泵站水泵布置采用一列式并排布置 3 台水泵 ( $3 \times 20\text{m}^3/\text{s} = 60\text{m}^3/\text{s}$ )，采用地下干室泵房，新建管理房布置于现状岸上空地处。结合现场实际条件，泵站采用侧向进水，正向出水，出口设置工作闸门及事故闸门，进水流态较差，出水流态较好。

优势：该方案整体结构布置紧凑，新建设备房与现状设备房供电系统共用，运行调度方便；进水口较宽敞，与现状堤岸衔接较为顺畅；施工期对现状道路及外江堤防影响较小，新建设备房与现状设备房距离较近，方便线路敷设。

存在问题：新建泵站进水段流态较差，需考虑导水墙结构以改善流态；泵站支护结构边线距离岸上房屋最小距离处约为 1m，支护桩顶位移接近允许值上限。

##### (2) 占地情况

工程占地约 3519.00m<sup>2</sup>，本方案选址规划用地均为公园绿地，调整规划难度较小。

#### 5.3.7.2 站址比选方案二

##### (1) 总体布置

泵址选定在右岸广州港集团大干围码头地块靠近上游侧、左岸中海工业集团权属红线与河道管理范围线之间，泵站采用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 贯流泵，分布两岸，右岸 2 台机组 ( $2 \times 20\text{m}^3/\text{s}$ ) + 左岸 1 台机组 ( $20\text{m}^3/\text{s}$ ) 布置。

右岸广州港集团大干围码头地块场地较为开阔，新建泵站自现状水闸内涌侧引水排至珠江，主体结构平行于现状水闸布置，整体结构紧凑协调，美观性较好。泵站主体结构布置靠近北濠涌上游，无需征拆现状仓库及水闸管理房。

本次新建排涝泵站采用地下干室泵房。泵站左岸采用侧向进水，正向出水，右岸采用正向进出水，出口设置工作闸门及事故闸门，进水、出水流态均较好。泵站支护结构边线距离岸上房屋最小距离处约为 2.5m，支护桩顶位移满足位移允许值要求。

优势：该方案整体结构布置紧凑，新建设备房与现状设备房供电系统共用，运行调度方便；进水口较宽敞，与现状堤岸衔接较为顺畅；施工期对现状道路及外江堤防影响较小；对现状房屋基本无影响。

#### (2) 占地情况

工程占地约 3535.00m<sup>2</sup>，本方案选址规划用地均为公园绿地，调整规划难度较小。

### 5.3.7.3 站址比选方案三

#### (1) 总体布置

泵址选定在右岸广州港集团大干围码头地块靠近上游侧、左岸中海工业集团权属红线与河道管理范围线之间，泵站采用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 贯流泵，分布两岸，右岸 2 台机组 (2×20m<sup>3</sup>/s) + 左岸 1 台机组 (20m<sup>3</sup>/s) 布置。

右岸广州港集团大干围码头地块，场地较为开阔。新建泵站自现状水闸内涌侧引水排至珠江，主体结构平行于现状水闸布置，且与水闸较为贴近，整体结构紧凑协调，美观性较好。右岸主体结构布置需征拆现状水闸管理房，并新建管理房用以水闸泵站统一管理使用。本次新建排涝泵站采用地下干室泵房。泵站左右岸均采用正向进水、正向出水，出口设置工作闸门及事故闸门，进水、出水流态均较好。

优势：该方案整体结构布置紧凑，运行调度方便；进水口较宽敞，与现状堤岸衔接较为顺畅；施工期对现状道路及外江堤防影响较小，新建管理用房与设备房利用水闸泵站统一调度。存在问题：需拆除现状水闸管理房及管理区。

#### (2) 占地情况

工程占地约 3558.00m<sup>2</sup>，本方案选址规划用地均为公园绿地，调整规划难度较小。

### 5.3.7.4 站址比选结论

综合以上各项对比，方案二泵址距离涌口位置适中，水流流态较好，结构布置上最大限度保留现状水闸主体结构完整，且占用岸上用地较少，对周边环境影响小。方案二保留了现状水闸管理楼及管理区（方案三拟对现状水闸管理楼进行征拆，协调难度较大），拟于泵室结构上部新建泵站设备房，与现状水闸管理房协同管理，运行维护较为便利。

考虑排涝泵站运行期集中在每年的汛期（4月~9月），结合泵址处用地限制及施工、投资等多方面因素，采用3台装机方案，可满足泵站运行要求。

综上所述，本次选择方案二为推荐泵址。









图5-2 方案二选址布置图



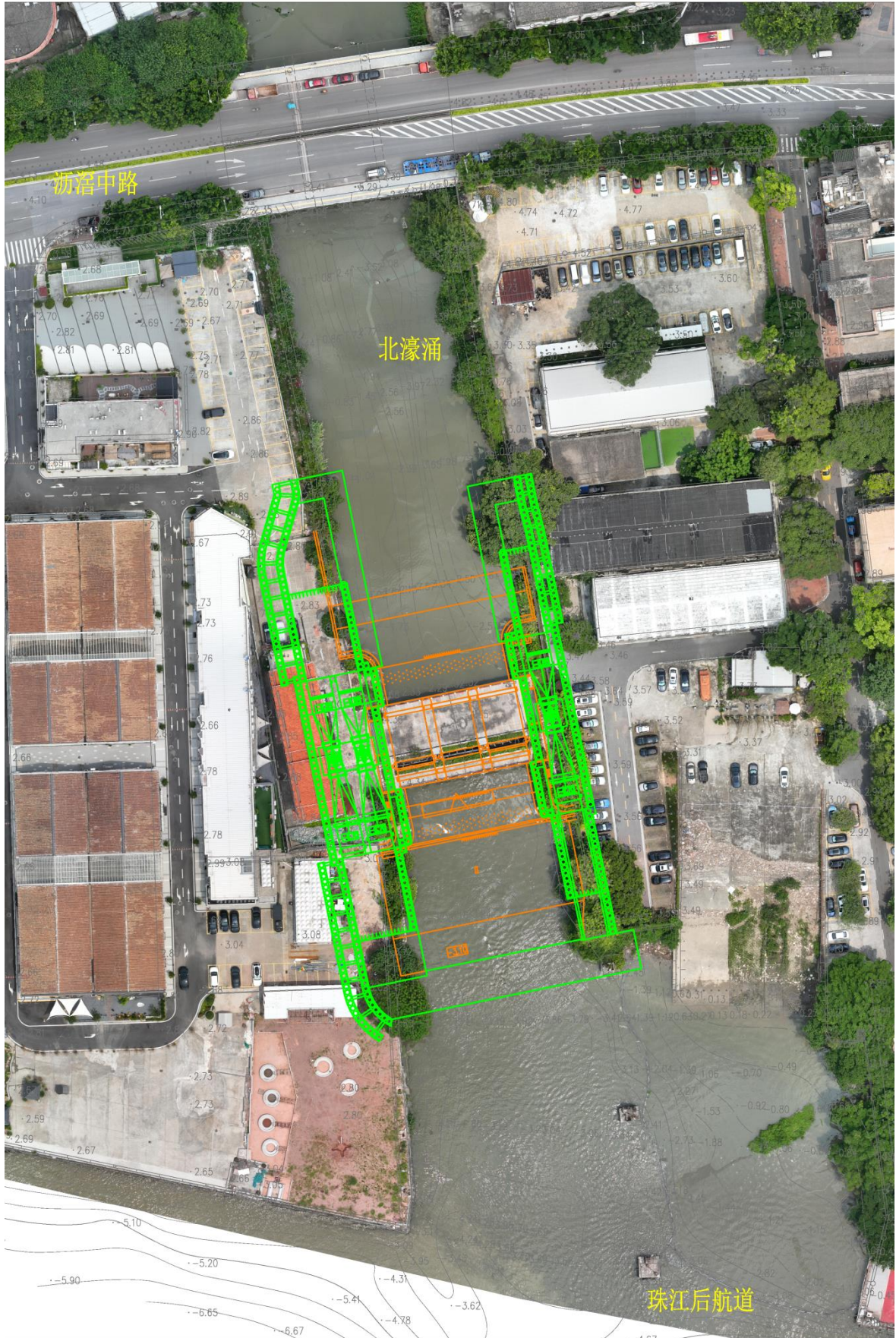


图5-3 方案三选址布置图

表5-6 方案布置对比表

项目	方案一	方案二（推荐）	方案三
泵站位置	泵站布置在右岸广州港地块，主体结构距离珠江 150m 处。	泵站分别布置在右岸广州港地块、及左岸中运集团地块，主体结构距离珠江 100m 处。	泵站分别布置在右岸广州港地块、及左岸中运集团地块，主体结构距离珠江 100m 处。
水流条件	新开出水口直通珠江，侧向进水，正向出水，进水流态较差，出水流态较好。	新开出水口直通珠江，侧向进水，正向出水，进水流态稍差，出水流态较好。	新开出水口直通珠江，正向进、出水，进、出水流态较好。
设计流量	60m <sup>3</sup> /s	60m <sup>3</sup> /s	60m <sup>3</sup> /s
机组台数	3×20m <sup>3</sup> /s（右岸）	2×20m <sup>3</sup> /s（右岸）+1×20m <sup>3</sup> /s（左岸）	2×20m <sup>3</sup> /s（右岸）+1×20m <sup>3</sup> /s（左岸）
结构布置	泵站集中布置于右岸，整体结构紧凑美观，进水口较宽敞，出水段较长，原水闸管理房予以保留，新建管理房位置布置在岸上空地。	泵站分开布置于左岸及右岸，整体结构紧凑美观，进水口较宽敞，出水段较长，原水闸管理房予以保留，新建管理房位置布置在泵室结构上方。	泵站分开布置于左岸及右岸，整体结构紧凑美观，进水口较宽敞，需拆除原水闸管理房，新建水闸泵站管理房。
地形条件	泵站结构布置于水闸内涌侧岸上地块，右岸地块较为宽阔，地面高程均为 3.0m 左右，内涌侧堤岸已经达标整治。	泵站结构布置于水闸内涌侧两岸岸上地块，左岸泵站施工期临时占用部分停车场用地，地面高程约 3.5m，建成后恢复停车场用地。	泵站结构布置于水闸内涌侧两岸岸上地块，左岸泵站施工期临时占用部分停车场用地，地面高程约 3.5m，建成后恢复停车场用地。
地质情况	存在软弱土层、透水砂层等不利地质条件。	存在软弱土层、透水砂层等不利地质条件。	存在软弱土层、透水砂层等不利地质条件。
占地情况	工程占地约 3519.0m <sup>2</sup> ，无需征拆仓库及现状水闸管理房。	工程占地约 3535.00m <sup>2</sup> ，其中施工区临时占用左岸创意园停车场用地 500m <sup>2</sup> ，建成后复原停车场范围。	工程占地约 3558.0m <sup>2</sup> ，其中施工区临时占用左岸创意园停车场用地 500m <sup>2</sup> ，建成后复原停车场范围。
运行管理	保留原水闸管理房，新建泵站设备房，运行、维护、管理较为便利。	保留原水闸管理房，泵站设备房利用现状管理楼房间进行改造，运行、维护、管理较为便利。	拆除原水闸管理房，新建水闸泵站管理房，运行、维护、管理较为便利。
施工条件及对外交通	1、施工交通便利； 2、工程布置基本位于右岸岸上，支护措施强度大，土方工程量大； 3、不影响河涌正常排涝； 4、临时工程投造价算约 1170 万。	1、施工交通便利； 2、工程布置位于左岸及右岸岸上，支护措施强度大，土方工程量大； 3、不影响河涌正常排涝； 4、临时工程投造价算约 1129.63 万。	1、施工交通便利； 2、工程布置位于左岸及右岸岸上，支护措施强度大，土方工程量大； 3、不影响河涌正常排涝； 4、临时工程投造价算约 1200 万。
施工工期	24 个月	24 个月	24 个月
工程投资	16049.95 万元	16002.78 万元	15950.55 万元



## 5.4 建筑物型式

### 5.4.1 泵型选择

#### (1) 水泵机型比选

根据本站站址用地实际情况(平行水流方向尺寸短、垂直水流方向空间位置有限),综合考虑施工安装简便、运行期管理简单、城市景观要求(不设地面高大泵房)、泵站整体布置合理性、土建结构简单等因素,结合水泵运行安全性、可靠性和水泵性能优等特点,兼顾工程造价经济性,本阶段水泵机组推荐选用叶轮内置式潜水贯流泵型,初步拟定选用叶轮内置式潜水贯流泵机组,干坑安装方式安装。

#### (2) 水泵台数比选

本次新建泵站为排涝泵站,不设置备用水泵机组。遵循参数优、运行方式灵活、效益高的原则,结合本工程的排涝规模,选择2个装机方案(为3台装机、4台装机)进行技术经济综合比较,对不同台数的装机方案进行技术经济综合比较,结果如下表所示。

表5-8 泵站机组选型对比

参数	方案一(推荐)	方案二
机组台数	3台装机	4台装机
拟选泵组型号	2350QGLN-20/2.95 (+2°)	2000QGLN -125/2.95 (-1°)
装机容量(kW)	3×1250	4×800
单机容量(kW)	1250	800
叶轮直径(mm)	2350	2000
单泵流量(m³/s)	20.29	15.15
水泵转速(r/min)	162	215
出水管直径(mm)	3100	2600
泵房尺寸(长×宽)	23.10×13.60(左岸) 23.10×7.40(右岸)	26.40×14.60(左岸) 26.40×14.60(右岸)
泵室边墙高度(m)	10.15(左岸) 9.65(右岸)	9.10(左岸) 8.60(右岸)
进水流道底板面高程(m)	-6.55	-5.60
机电设备总造价差值(万元)	±0	+70
土建部分造价差值(万元)	±0	±150
水力性能	效率高	效率高
运行灵活性	较灵活	灵活

本次新建排涝泵站主要功能为排涝,主要运行期集中在每年的汛期(4月~9月),运行少。以占地少、投资少、施工简单兼顾对环境影响小为主要考虑因素,综合本站年利用小时数低的实际情况,本阶段推荐装机方案拟选用3台装机方案。

## 5.4.2 闸门选型

本次工程新建闸门包括泵室流道出水口段事故闸门及泵站出口段防洪闸门。

本次右岸主泵室流道出水口段设置事故闸门，采用潜孔式结构型式，共设置 2 孔闸门，孔口尺寸为 5.0m×5.0m（净宽×净高）；在右岸泵站出水口设置防洪闸，采用潜孔式结构型式，单孔，孔口尺寸为 6.5m×4.0m（净宽×净高）。

本次在右岸泵站出水口设置事故闸门兼具备防洪功能，采用潜孔式结构型式，单孔，孔口尺寸为 5.0m×5.0m（净宽×净高）。

本次拟对液压启闭平板顶升式钢闸门、液压启闭提升式潜孔闸门、卷扬式启闭机启闭闸门进行比选，闸门型式对比如下表所示。

表5-9 闸门型式对比表

闸门型式	液压启闭平板顶升式钢闸门	液压启闭提升式潜孔闸门 (推荐方案)	卷扬式启闭机启闭闸门
优点	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、布置紧凑、体积小重量轻，承载能力大；</li> <li>2、能够远距离传递动力、缓冲性能好，传动平稳；</li> <li>3、液压传动与电气控制相结合便于实现自动化；</li> <li>4、液压元件设计简单制造周期短，工作安全可靠；</li> <li>5、顶升式闸门构造简单、维护方便、便于安装；</li> <li>6、顶升式闸门升降高度大，可以控制水位变化较大的河道和水库，适用范围广泛。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、布置紧凑、体积小重量轻，承载能力大；</li> <li>2、能够远距离传递动力、缓冲性能好，传动平稳；</li> <li>3、液压传动与电气控制相结合便于实现自动化；</li> <li>4、液压元件设计简单制造周期短，工作安全可靠；</li> <li>5、潜孔式闸门可以在不占用水面面积的情况下进行控制水流，并且流量调节较为便利，能够减小水流波动和能量损失。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、启闭力较大，适用于口孔尺寸较大、水头较大的闸门；</li> <li>2、启闭机行程不受限制，便于开启具有较大行程的闸门或深孔闸门；</li> <li>3、闸门与启闭机的配合具有较大的灵活性；</li> <li>4、启闭速度较快，适用于事故闸门和经常启闭的闸门。</li> </ol>
缺点	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、对工作环境要求较高，启闭机室内必须保持清洁干燥，防止油液污染；</li> <li>2、液压缸与活塞杆配合精度高，加工成本较高，密封质量较差时液压油容易渗漏。</li> <li>3、顶升式闸门占用河道水面面积较大，并且在启闭过程中，流量调节不方便，容易引起水流波动和能量损失。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、对工作环境要求较高，启闭机室内必须保持清洁干燥，防止油液污染；</li> <li>2、液压缸与活塞杆配合精度高，加工成本较高，密封质量较差时液压油容易渗漏。</li> <li>3、潜孔闸门需要深入地下，施工难度大，并且维护和保养相对复杂。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、外形较大，最大启闭高度较大，土建工程量大；</li> <li>2、无自锁作用，必须附有可靠的制动装置，安全性较差；</li> <li>3、钢丝绳及滑轮组如长期在水中工作，易发生锈蚀，维护困难；</li> <li>4、钢丝绳松弛启动时易在滑轮处发生掉槽卡住等现象。</li> </ol>
闸门型式	液压启闭平板顶升式钢闸门	液压启闭提升式潜孔闸门 (推荐方案)	卷扬式启闭机启闭闸门

综合考虑整体布置协调、运行维护方便、占地及景观影响，推荐采用液压启闭提升式潜孔闸门，满足过流的同时兼顾周边景观协调。

## 5.5 工程总布置

### 5.5.1 总平面布置

本次新建排涝泵站泵址选定在北濠涌水闸右岸广州港集团大干围码头地块及左岸中海工业集团权属红线与河道管理范围线之间，新建泵站自现状水闸内涌侧引水排至珠江。本次新建排涝泵站水泵机组布置采用右岸一列式并排布置 2 台水泵（ $2 \times 20\text{m}^3/\text{s}$ ）、左岸布置 1 台水泵（ $20\text{m}^3/\text{s}$ ），采用地下干室泵房。泵站左岸采用侧向进水，正向出水，右岸采用正向进出水，出口设置工作闸门及事故闸门，进水、出水流态均较好。

本次总体布置左岸侧泵站主要结构包括进口防冲槽段、铺盖段、进水池段、清污机段、主泵室段、事故闸段、出水流道段及出水箱涵段、海漫及出口防冲槽段，合计顺水流方向长度为 112.8m；右岸侧泵站主要结构包括进口防冲槽段、进水池段、清污机段、主泵室段、事故闸段、出水流道段及压力箱涵段、防洪闸段、海漫及出口防冲槽段，合计顺水流方向长度为 174.8m。

因两岸用地空间有限，本次泵站总体布置涉交叉建筑物为海珠区环岛路北濠涌中桥及现状北濠涌水闸，结构上均能顺接，对现状建筑物无影响。

### 5.5.2 结构布置

本次新建排涝泵站布置于现状水闸的两岸，左岸为正向进水布置，右岸为侧向进水布置，主要结构尺寸如下。

#### 1、左岸侧泵站

(1) 防冲槽：进口及出口段均采用抛石防冲槽护底，防冲槽厚度为 1m。

#### (2) 进水池段

进水池段顺水流方向合计长度为 33.75m，其中铺盖段长度 15m，进口斜坡段 18.75m，采用 C30 钢筋混凝土结构底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m。其中铺盖段底高程为 -2.70m，进口斜坡段底高程为 -6.65~-2.70m，坡比 1:4.7。该段右侧边墙与河底齐平，并设置 1.00m 高拦砂坎及粗格栅。

#### (3) 清污机段

清污机段顺水流方向结构长度为 7.10m，净宽为 5.0m。采用 C30 钢筋混凝土结构，底板厚度为 1m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.65m，墩顶高程为 3.50m。内涌侧设检修闸门，清污机工作桥设于主泵室上方。

#### (4) 主泵室段

泵室段顺水流方向结构长度为 25.10m，泵室结构宽度为 7.4m。泵站设计流量为  $20\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 1 台潜水贯流泵机组，潜水贯流泵水泵型号为 2350QGLN-20/2.95(+2°)，左岸泵站装机功率为 1250kW。泵室主体采用 C30 钢筋混凝土结构，泵室底板厚度为 1.2m，下设 C20 素砼垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.65m~-6.20m，墩顶高程为 3.50m。泵站出水口采用浮箱式分节钢拍门断流，出水侧设置事故闸门（兼防洪闸门）。

#### (5) 事故闸段（兼做防洪闸）

事故闸段顺水流方向结构长度为 12.20m，宽度为 5.0m，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1.20m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.70m，墩顶高程为 3.50m，设工作桥及电缆沟；事故闸门采用液压启闭式平板钢闸门，为形成封闭防洪体系，水闸闸顶设防洪墙，墙顶高程为 4.40m。

#### (6) 出水池段

出水池段顺水流方向结构长度为 21.23m，宽度为 5.0m。采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，底板坡度为 1:6，高程为 -6.70~-3.10m。出水段施工期占用部分创意园停车场，建成后对场地进行复原。

### 2、右岸侧泵站

(1) 防冲槽：进口及出口段均采用抛石防冲槽护底，防冲槽厚度为 1m。

#### (2) 进水池段

进水池段顺水流方向合计长度为 35.13m，其中铺盖段长度 19.33m，进口斜坡段 15.80m，采用 C30 钢筋混凝土结构底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m。其中铺盖段底高程为 -2.70m，进口斜坡段底高程为 -6.65~-2.70m，坡比 1:4。该段左侧边墙与河底齐平，并设置 0.5m 拦砂坎及粗格栅。

#### (3) 清污机段

清污机段顺水流方向结构长度为 7.10m，单孔净宽为 5.00m，共两孔。采用 C30 钢筋混凝土结构，底板厚度为 1m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.65m，墩顶高程为 3.00m。内涌侧设检修闸门，清污机工作桥设于主泵室上方。

#### (4) 主泵室段

泵室段顺水流方向结构长度为 25.10m，泵室结构宽度为 14.40m。泵站设计流量为  $40\text{m}^3/\text{s}$ ，采用 2 台潜水贯流泵机组，潜水贯流泵水泵型号为 2350QGLN-20/2.95(+2°)，左岸泵站装机功率为 2500kW。泵室主体采用 C30 钢筋混凝土结构，泵室底板厚度为 1.2m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.65m~-6.20m，墩顶高程为 3.00m。泵站出水口采用浮箱式分节钢拍门断流，出口设置事故闸门。

#### (5) 事故闸段

事故闸段顺水流方向结构长度为 12.20m，宽度为 5.0m，共两孔。采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1.20m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为 -6.70m，墩顶高程为 3.00m，设工作桥及电缆沟；事故闸门采用液压启闭式平板钢闸门。

#### (6) 出水衔接段

出水段顺水流方向结构长度为 14.40m，宽度为 6.50~12.00m。采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，底板坡度为 1:4，高程为 -6.70~-3.10m。

#### (7) 压力箱涵段

本次新建排涝泵站外江侧通过压力箱涵排水至珠江后航道，压力段箱涵尺寸为 6.5m×3.5m（净宽×净高），顺水流方向长度为 15.22m。压力箱涵段采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，箱涵底板顶高程为 -3.10m，顶板顶高程 1.20m。

#### (8) 箱涵段

箱涵段尺寸为 6.5×5.5m（净宽×净高），顺水流方向长度为 18.00m。箱涵段采用 C30 钢筋混凝土底板厚 0.8m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m，箱涵底板顶高程为 -3.10m，顶板顶高程 3.00m。

#### (9) 防洪闸段

防洪闸段顺水流方向结构长度为 13.00m，宽度为 6.50m，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1.20m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m；底板高程为

-3.10m，墩顶高程为 3.00m，设工作桥及电缆沟；防洪闸门采用液压启闭式平板钢闸门，为形成封闭防洪体系，水闸闸顶设防洪墙，墙顶高程为 4.40m。

(10) 海漫段

海漫段顺水流方向长度为 23.50m，厚度 0.8m，下设 C20 素砼垫层厚 0.15m 及掺 6% 水泥石屑垫层厚 0.5m。

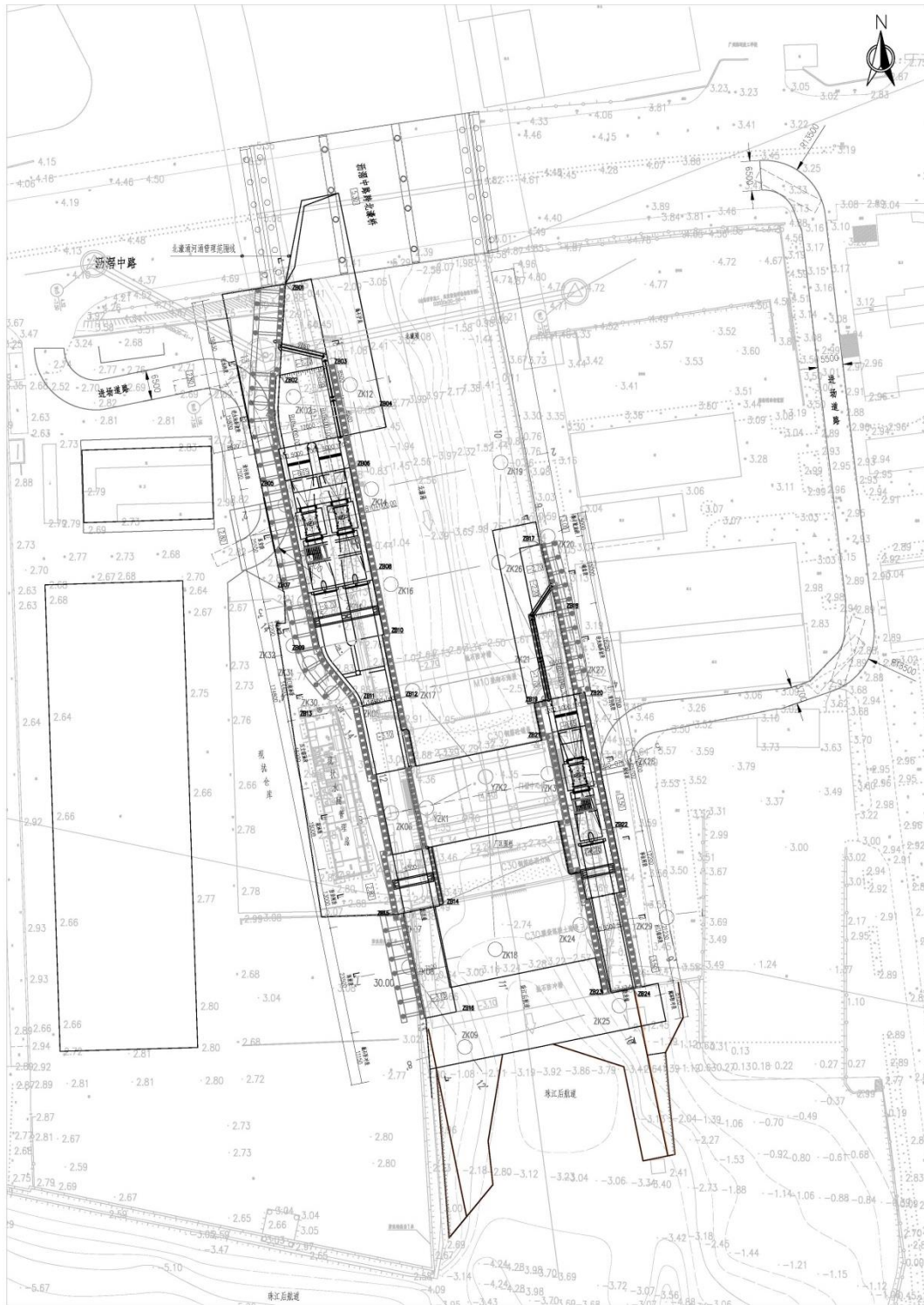


图5-4 总平面布置图

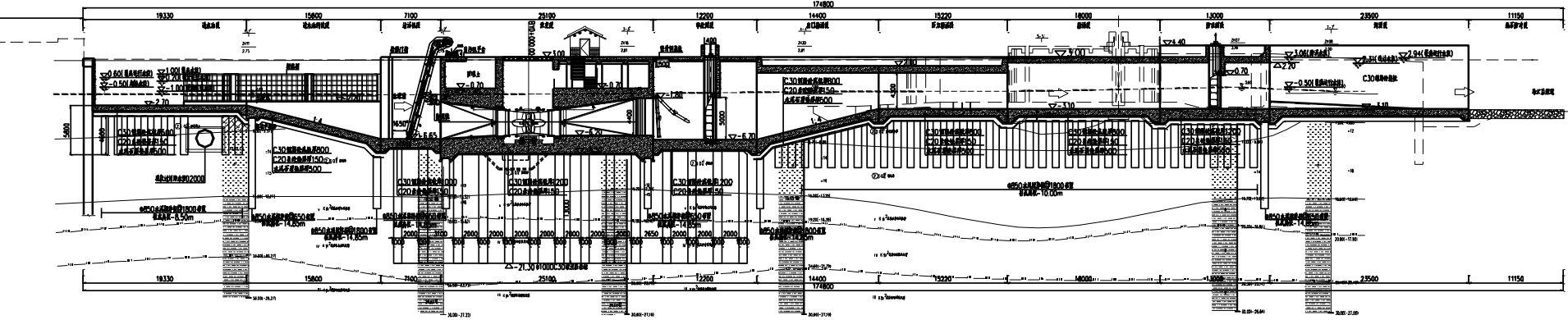


图5-5 右岸泵站纵剖面图

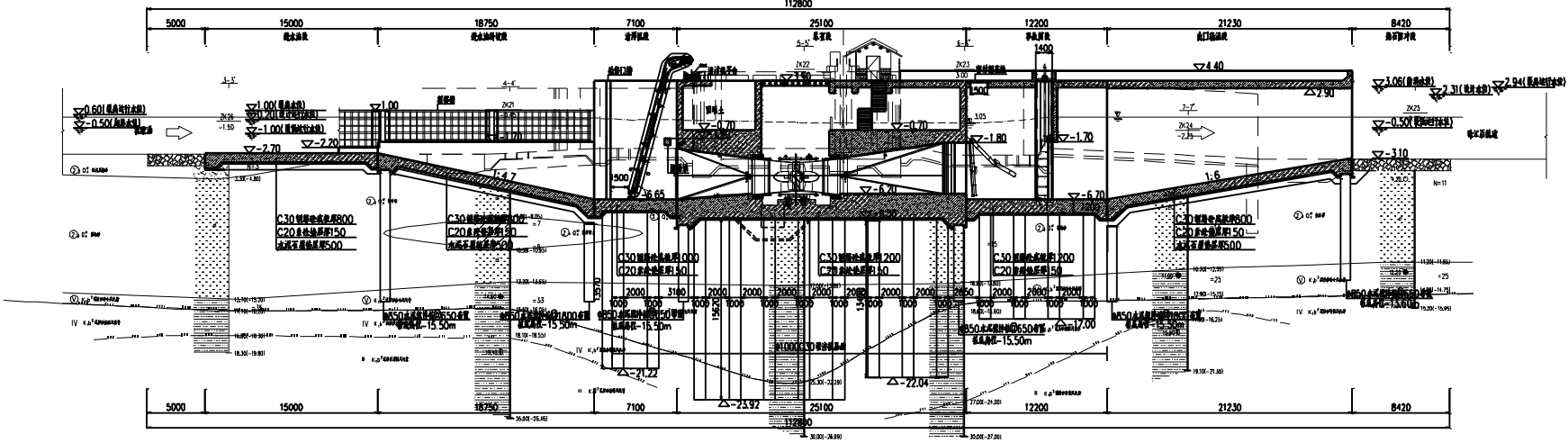


图5-6 左岸泵站纵剖面图

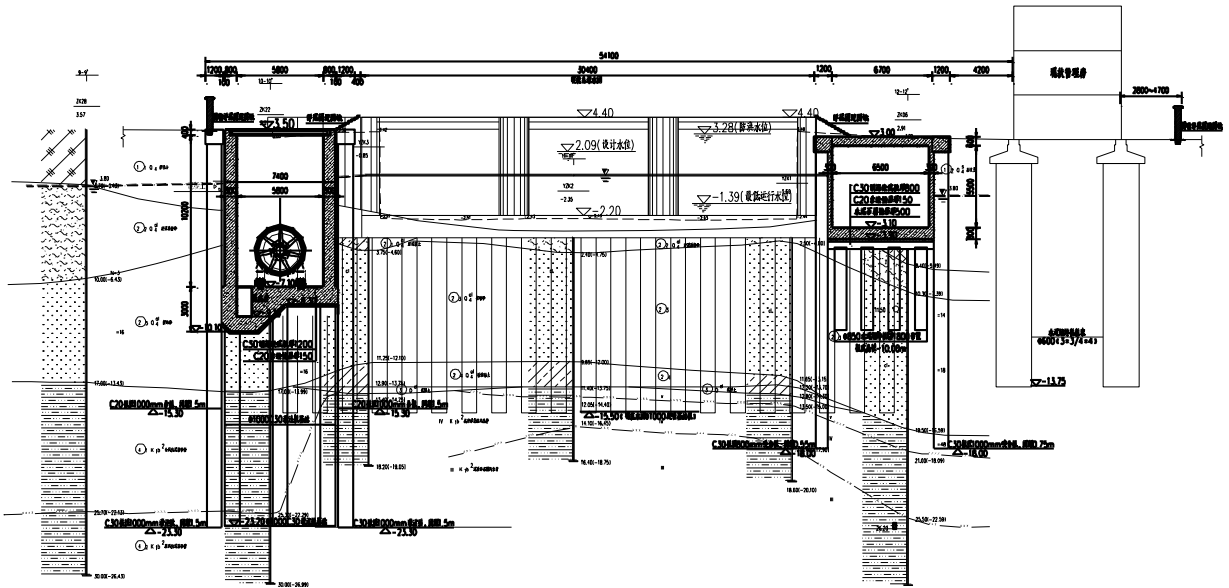


图5-7 左岸主泵室横剖面图

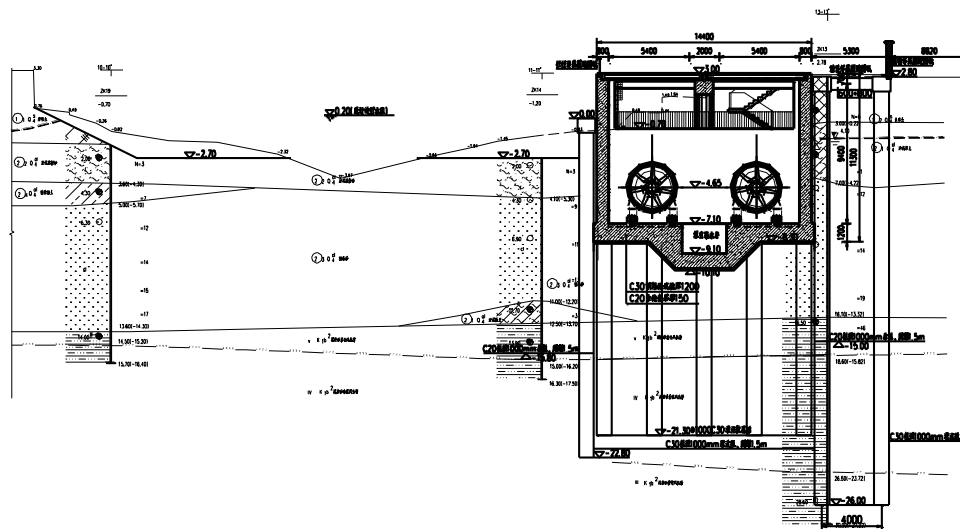


图5-8 右岸主泵室横剖面图

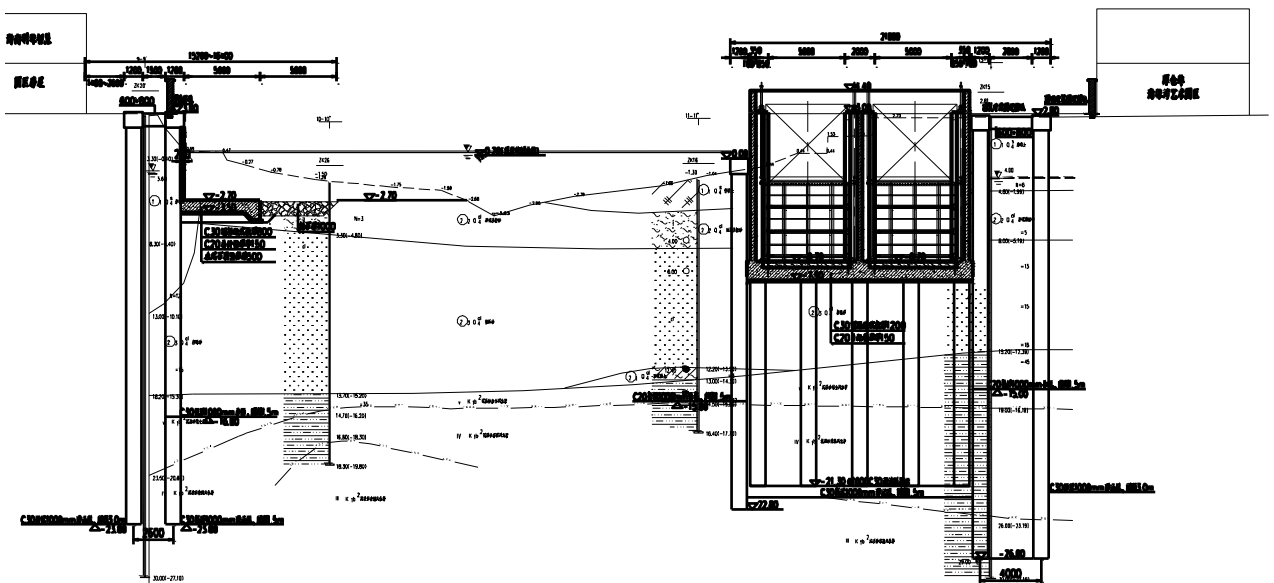


图5-9 右岸事故闸室横剖面



## 5.6 主要建筑物设计

### 5.6.1 泵房顶高程确定

本次泵房挡水部分顶高程参照《水闸设计规范》(SL265-2016) 4.2.4 水闸闸顶计算高程计算原则“挡水时，闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位或最高挡水位加波浪计算高度与相应安全加高值之和”。

泵房挡水部分顶高程按下式确定：

设计运用情况泵房顶高程计算值=设计运行水位（设计洪水位）+波浪爬高+风壅水面高度+安全加高

校核运用情况泵房顶高程计算值=最高运行水位（校核洪水位）+波浪爬高+风壅水面高度+安全加高

其中设计运用情况系指泵站在设计运行水位或设计洪水位时运用的情况，校核运用情况系指泵站在最高运行水位或校核洪水位时运用的情况。安全加高系指波浪、壅浪计算顶高程以上距离泵房挡水部位顶部的高度。依据本次设计标准，北濠涌排涝泵站挡洪（潮）标准为 200 年一遇，建筑物级别为 1 级。根据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 6.1.3 的规定，泵房挡水部位顶部安全加高不应小于下表的规定。

**表5-10 泵房挡水部位顶部安全加高下限值(m)**

运用情况	泵站建筑物级别			
	1	2	3	4、5
设计	0.7	0.5	0.4	0.3
校核	0.5	0.4	0.3	0.2

注：按 1 级建筑物设计。

#### 5.6.1.1 计算风速的选取

根据本报告“4.2.4.1 水文气象章节”，工程区域内最大风速为 22m/s，瞬时极大风速 35.4m/s 以上。本工程设计运行工况计算风速为  $1.5 \times 22 = 33\text{m/s}$ ，本次设计按最不利情况取值 35.4m/s，校核运行工况计算风速取值为  $1.0 \times 22 = 22\text{m/s}$ 。

#### 5.6.1.2 风区长度的选取

参照《水闸设计规范》(SL265-2016) 附录 E E.0.1-2 计算公式，“当闸前水域较宽广或对岸最远水面距离不超过水闸前沿水面宽度 5 倍时，可采用对岸至水闸前沿的直线距离；当闸前水域较狭窄或对岸最远水面距离超过水闸前沿水面宽度 5 倍时，可采用水

闸前沿水面宽度的 5 倍;”。

现状北濠涌涌口建有北濠涌水闸，水闸前沿水面宽度为 40m，对岸至水闸前沿的直线距离为 530m。依上述规范所述风区长度选取原则，泵址处对岸最远水面距离超过水闸前沿水面宽度 5 倍，故本工程风区长度采用水闸前沿水面宽度的 5 倍，即风区长度为 200m。

### 5.6.1.3 波浪要素确定

(1) 风浪要素按下列计算公式确定：

$$\frac{g\bar{H}}{V^2} = 0.13th[0.7(\frac{gd}{V^2})^{0.7}]th\left\{\frac{0.0018(\frac{gF}{V^2})^{0.45}}{0.13th[0.7(\frac{gd}{V^2})^{0.7}]}\right\}$$

$$\frac{g\bar{T}}{V} = 13.9\left(\frac{g\bar{H}}{V^2}\right)^{0.5}$$

式中：

$\bar{H}$ ——平均波高 (m)；

$\bar{T}$ ——平均波周期 (s)；

$V$ ——计算风速 (m/s)，采用历年最大风速平均值的 1.5 倍；

$F$ ——风区长度 (m)，本工程风区长度取值为 200m。

$d$ ——水域的平均水深 (m)；

$g$ ——重力加速度；

$t_{\min}$ ——风浪达到定常状态的最小风时 (s)；

(2) 平均波周期计算的波长  $L$  按下列计算公式确定：

$$L = \frac{g\bar{T}^2}{2\pi} th \frac{2\pi d}{L}$$

式中：

$L$ ——波长 (m)；

$\bar{T}$ ——平均波周期 (s)；

$d$ ——水域的平均水深 (m)；

#### 5.6.1.4 风壅水面高度计算

风壅水面高度计算按下列计算公式确定：

$$e = \frac{kV^2F}{2gd} \cos\beta$$

式中：

$e$ ——计算点的风壅水面高度(m)；

$K$ ——综合摩阻系数，可取  $K=3.6 \times 10^{-6}$ ；

$V$ ——计算风速 (m/s)，采用历年最大风速平均值的 1.5 倍；

$F$ ——风区长度 (m)，本工程风区长度取值为 200m；

$d$ ——水域的平均水深 (m)；

$\beta$ ——风向与垂直于堤轴线的法线的夹角 (度)；

#### 5.6.1.5 计算成果

表5-11 风浪要素计算表

多年平均最大风速(m/s)	计算风速 V(m <sup>3</sup> /s)	风区长度 F(m)	平均水深 d(m)	平均波高 H(m)	平均波周期 T(m)	计算波长 L(m)
22.00	35.4	200	4.29	0.375	2.719	11.354

表5-12 风壅水面高度计算表

多年平均最大风速(m/s)	计算风速 V(m <sup>3</sup> /s)	风区长度 F(m)	平均水深 d(m)	风向角 $\beta$	综合摩阻系数 K	风壅水面高度 e (m)
22.00	35.4	200	4.29	15	$3.6 \times 10^{-6}$	0.022

表5-13 波浪爬高计算表

计算风速 V(m/s)	平均水深 d(m)	平均波周期 T(m)	计算波长 L(m)	H/d	$K_A$	$K_V$	波浪爬高 $R_p$ (m)
35.4	4.29	2.719	11.354	0.09	1	1.3	0.58

本次新建排涝泵站为穿堤建筑物，与珠江堤防共同构筑防洪闭合体系，泵房挡水部位顶高程需满足珠江前航道各工况下水位要求。本次计算工况对应水位情况如下：

设计运用情况：计算水位采用设计运行水位 2.31m（浮标厂站 5 年一遇洪水位）；

校核运用情况：计算水位采用最高运行水位 2.94m（浮标厂站 100 年一遇洪水位）。

表5-14 各工况下泵房挡水部位顶高程超高计算表

水位工况	水位(m)	波浪爬高 R (m)	风壅水面高 e (m)	安全加高 A (m)	计算泵顶高程 (m)
设计运行水位	2.31	0.58	0.022	0.7	3.61
最高运行水位	2.94	0.58	0.022	0.5	4.04

由上述资料数据可以得出：

泵房顶高程=2.31（设计运行水位）+0.58（波浪爬高）+0.022（风壅水面高度）+0.7（安全加高）=3.61m

泵房顶高程=2.94（最高运行水位）+0.58（波浪爬高）+0.022（风壅水面高度）+0.5（安全加高）=4.04m

本次新建泵站位于现状水闸两岸，泵室结构与闸室结构紧邻，且与珠江堤防共同组成防洪体系。现状水闸顶高程为 4.40m，为了与现状地面、水闸在高程上衔接，同时满足上述计算结果，本次考虑泵站主泵室段位于珠江堤防内侧，不承担防洪任务，故内涌侧结构顶高程与地面一致，外江侧顶高程确定为 4.40m。

## 5.6.2 防洪闸顶高程确定

### 5.6.2.1 计算条件

依据《水闸设计规范》（SL265-2016）4.2.4，水闸闸顶高程应根据挡水和泄水运用情况确定。挡水时，闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位或最高挡水位加波浪计算高度与相应安全加高值之和；泄水时，闸顶高程不应低于设计洪水位或校核洪水位与相应安全加高值之和。

闸室顶高程=计算水位+波高+波浪中心线至计算水位的高差+安全加高值。

$$\Delta h = h_p + h_z + h_c$$

式中： $\Delta h$ ——闸室顶与设计洪水位或校核洪水位的高差，m；

$h_p$ ——为相应于波列累积频率 $p$ 的波浪高度，m。本工程水闸为 2 级建筑物，取 $p=2\%$ ；

$h_z$ ——波浪中心线至闸设计洪水位或校核洪水位的高差，m；

$h_c$ ——安全加高值。

（1）平均波高和平均周期可按莆田试验站公式进行计算：

$$\frac{g h_m}{v_0^2} = 0.13 \tanh \left[ 0.7 \left( \frac{g H_m}{v_0^2} \right)^{0.7} \right] \tanh \left\{ \frac{0.0018 \left( \frac{g D}{v_0^2} \right)^{0.45}}{0.13 \tanh \left[ 0.7 \left( \frac{g H_m}{v_0^2} \right)^{0.7} \right]} \right\}$$

$$\frac{g T_m}{v_0} = 13.9 \left( \frac{g h_m}{v_0^2} \right)^{0.5}$$

式中：

$h_m$ ——平均波高，m；

$v_0$ ——计算风速，m/s，根据本报告“4.2.4.1 水文气象章节”，工程区域内最大风速为 22m/s，瞬时极大风速达 35.4m/s。本工程设计运行工况计算风速为  $1.5 \times 22 = 33\text{m/s}$ ，本次设计按最不利情况取值 35.4m/s，校核运行工况计算风速取值为  $1.0 \times 22 = 22\text{m/s}$ ；

$D$ ——风区长度，m，当闸前水域较狭窄或对岸最远水面距离超过水闸前沿水面宽度 5 倍时，可采用水闸前沿水面宽度的 5 倍，本工程风区长度取值为 200m。

$H_m$ ——风区内的平均水深，m；

$g$ ——重力加速度；

$T_m$ ——平均波周期，s。

(2) 波列累积频率  $p$  可由下表查得：

表5-15  $p$  值

水闸级别	1	2	3	4	5
$p/\%$	1	2	5	10	20

(3) 波高与平均波高的比值可由下表查得：

表5-16  $h_p/h_m$  值

$h_m/H_m$	$p/\%$				
0.0	1	2	5	10	20
0.1	2.42	2.23	1.95	1.71	1.43
0.2	2.26	2.09	1.87	1.65	1.41
0.3	2.09	1.96	1.76	1.59	1.37
0.4	1.93	1.82	1.66	1.52	1.34
0.5	1.78	1.68	1.56	1.44	1.3

注： $h_p$  为相应于波列累积频率  $p$  的波高，m。

(4) 平均波长与平均波周期的关系可按下式计算

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi H}{L}$$

式中：

$L_m$ ——平均波长，m；

$H$ ——闸前水深，m。

### 5.6.2.2 计算结果

根据《水闸设计规范》(SL265-2016) 4.2.4 的规定，闸顶高程应根据挡水和泄水两种运用情况确定。

(1) 挡水工况

闸顶高程不应低于正常蓄水位（或最高挡水位）加波浪计算高度与相应安全超高值之和，以及根据《水闸设计规范》（SL265-2016）4.2.22 第 3 点工作桥、检修桥的梁（板）底高程均应高程最高洪水水位 0.5m 以上来确定水闸墩顶高程。

## （2）泄水工况

闸顶高程不应低于设计洪水水位或校核洪水水位与相应安全加高值之和，计算结果如下。

**表5-17 闸顶高程计算表**

项目名称	符号	单位	挡水情况	
			正常蓄水位	最高挡水位
闸前水位		m	2.31	2.94
水闸级别		级	1	
波浪高度	hz+hp	m	0.52	0.57
水闸安全超高下限值	A	m	0.7	0.5
交通桥的梁高	HL	m	0	0
交通桥断面桥（梁底净空）			0	0
水闸闸顶高程		m	3.53	4.01

本次防洪闸为穿堤建筑物，设计闸室顶高程与复核后堤顶高程保持一致为 4.40m。

### 5.6.3 现状水闸过流能力复核

现状北濠涌水闸为 3 孔水闸，单孔净宽为 8m，总净宽为 24m；闸底高程为-2.2m，闸外河涌出口底高程-2.23~-2.72m，闸顶高程为 4.40m。主要功能是挡（洪）潮，同时兼顾排涝、景观蓄水，本次复核排涝工况下水闸的过流能力是否满足要求。

排涝工况：排涝片区内 50 年一遇洪水流量为 80.6m<sup>3</sup>/s。

计算公式采用《水闸设计规范》（SL265-2016）给定公式，因  $h_s/H_0 > 0.9$ ，故按高淹没度堰流公式计算，计算公式如下：

$$B_0 = \frac{Q}{\mu_0 h \sqrt{2g(H_0 - h_s)}}$$

$$\mu_0 = 0.877 + \left( \frac{h_s}{H_0} - 0.65 \right)^2$$

式中： $B_0$ ——闸孔总净宽（m）；

$Q$ ——过闸流量（m<sup>3</sup>/s）；

$H_0$ ——计入行近流速水头的堰上水深（m）；

$g$ ——重力加速度（m/s<sup>2</sup>）；

$h_s$ ——由堰顶算起的下游水深 (m)；

$\mu_0$ ——淹没堰流综合流量系数。

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)的规定,一般情况下,平原区水闸的过闸水位差可采用 0.1~0.3m。水闸内涌设计高水位为 0.6m,过闸水位差取为 0.1m,根据上述公式计算,水闸过流能力计算成果见下表。

表5-18 水闸过流能力计算表

水位组合	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	下游水深 $h_s$ (m)	总水头 $H_0$ (m)	流量系数 $\mu_0$	闸孔净宽 (m)	流量 $Q$ ( $m^3/s$ )
排水	0.6	0.5	2.70	2.85	0.965	24	107.61

依计算结果,排涝工况下水闸过流量大于设计排涝流量,故水闸过流能力满足要求。

### 5.6.4 进水口尺寸复核

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 12.2.1:采用机械清污时,过栅流速宜取 0.6m/s~1.0m/s。本次进口清污机栅条采用扁钢制作,材质采用 12Cr18Ni9,栅条净宽为 50mm,厚度为 8mm,栅条间距为 60mm,采用自动清污方式。

右岸设置 2 孔自动清污机,孔口尺寸为 5.0m×9.65m,栅体为 75° 布置,拦污栅设计水头为 2.0m,流速 0.15m/s。进水口底板高程为-6.65m,设计运行水位(0.20m)时水深为 6.85m。进水口设计流速(栅前流速)=设计流量/栅前断面面积= $20m^3/s \times 2 / (6.85 \times 5 \times 2) m^2 = 0.584m/s$ ,计算过栅流速=设计流量/栅后断面面积= $20m^3/s \times 2 / (6.85 \times 5 \times 2 - 84 \times 0.008 \times 2) m^2 = 0.596m/s$ ,基本满足规范设计要求。

左岸设置 1 孔自动清污机,孔口尺寸为 5.0m×10.15m,栅体为 75° 布置,拦污栅设计水头为 2.0m,流速 0.15m/s。进水口底板高程为-6.65m,设计运行水位(0.20m)时水深为 6.85m。进水口设计流速(栅前流速)=设计流量/栅前断面面积= $20m^3/s / (6.85 \times 5) m^2 = 0.584m/s$ ,计算过栅流速=设计流量/栅后断面面积= $20m^3/s / ((6.85 \times 5 - 84 \times 0.008)) m^2 = 0.596m/s$ ,基本满足规范设计要求。

### 5.6.5 进水池容积复核

#### 5.6.5.1 右岸进水池容积复核

本工程进水池顺水流方向长度为 35.13m,主泵室段起点至泵组前顺水流方向长度为 7.1m,垂直水流方向宽度为 12.0m。泵站最低运行水位为-1.00m,最高运行水位为 0.60m,泵室底板高程为-6.65m,该部分最大平均水深为 5.78m。

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 8.2.7: 进水池的水下容积可按设计流量下秒换水系数 30~50 确定。进水池水下容积=342.650m<sup>2</sup>×5.78m=1980.52m<sup>3</sup>, 设计流量为 20m<sup>3</sup>/s×2=40m<sup>3</sup>/s, 秒换水系数为 1980.52/40=49.51, 满足规范设计要求, 泵站前池衔接位置流道能够顺利充水。

#### 5.6.5.2 左岸进水池容积复核

本工程进水池顺水流方向长度为 18.75m, 主泵室段起点至泵组前顺水流方向长度为 7.1m, 垂直水流方向宽度为 5.0m。泵站最低运行水位为-1.00m, 最高运行水位为 0.6m, 泵室底板高程为-6.65m, 该部分最大平均水深为 5.56m。

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 8.2.7: 进水池的水下容积可按设计流量下秒换水系数 30~50 确定。

进水池水下容积=129.25m<sup>2</sup>×5.56m=718.63m<sup>3</sup>, 设计流量为 20m<sup>3</sup>/s×1=20m<sup>3</sup>/s, 秒换水系数为 718.63/20=35.93, 满足规范设计要求, 泵站前池衔接位置流道能够顺利充水。

综上, 本次新建泵站左、右岸进水池水下容积换算秒换水系数均能满足规范设计要求, 泵站前池衔接位置流道能够顺利充水。

### 5.6.6 泵站稳定计算

本次泵房稳定计算取整个泵室作为计算单元。泵房稳定计算包括抗滑稳定计算、抗浮稳定计算、基底应力复核计算。

#### 5.6.6.1 抗滑稳定计算公式

(1) 根据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 7.3.4, 土基上泵房沿基础底面的抗滑稳定安全系数按下式计算:

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H}$$

式中:

$K_c$ ——抗滑稳定安全系数;

$\sum G$ ——作用在泵房基础底面以上的全部竖向荷载(包括泵房基础底面上的扬压力在内, kN);

$\sum H$ ——作用在泵房基础底面之上的全部水平向荷载(kN);

$f$ ——泵房基础底面与地基之间摩擦系数, 依据最新地质勘察报告, 泵房基底所



在土层为粗砾砂层，参照《泵站设计规范》（GB 50265-2022）附录 A 表 A.0.1，地基未经处理时，泵房基础底面与粗砾砂层之间的摩擦系数  $f$  取值 0.5。

### 5.6.6.2 抗浮稳定计算公式

根据《泵站设计标准》（GB50265-2022）7.3.7，泵房抗浮稳定安全系数按下式计算。

$$K_f = \frac{\sum V}{\sum U}$$

式中：

$K_f$ ——抗浮稳定安全系数；

$\sum V$ ——作用在泵房基础底面以上的全部重力（kN）；

$\sum U$ ——作用在泵房基础底面以上的扬压力（kN）；

### 5.6.6.3 基底应力计算公式

根据《泵站设计标准》（GB50265-2022）6.3.8，泵房基础底面应力应根据泵房结构布置和受力情况等因素计算确定。

（1）当结构布置及受力情况对称时，应按下式计算：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} + \frac{\sum M}{W}$$

式中：

$P_{\min}^{\max}$ ——泵房基础底面应力的最大值或最小值（kPa）；

$\sum G$ ——作用在泵房基础底面以上的全部竖向荷载（包括泵房基础底面上的扬压力在内，kN）；

$\sum M$ ——作用于泵房基础底面以上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面垂直水流方向的形心轴的力矩（kN·m）；

$A$ ——泵房基础底面面积（m<sup>2</sup>）；

$W$ ——泵房基础底面对于该底面垂直水流方向的形心轴的截面矩（m<sup>3</sup>）。

（2）当结构布置及受力情况不对称时，按下式计算

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M_x}{W_x} \pm \frac{\sum M_y}{W_y}$$

式中：

$\sum M_x$ 、 $\sum M_y$ ——作用于泵房基础底面以上的全部水平向和竖向荷载对于基础底

面形心轴  $x$ 、 $y$  的力矩 (kN m)；

$W_x$ 、 $W_y$ ——泵房基础底面对于该底面形心轴  $x$ 、 $y$  的截面矩 (m<sup>3</sup>)。

### 5.6.6.4 计算工况及荷载组合

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 7.3.3, 用于泵房稳定计算分析的荷载组合应按表 7.3.3 的规定采用。

本次泵房稳定计算所采用的荷载组合如下。

表5-19 荷载组合

荷载组合	计算工况	荷载											
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	淤沙压力	浪压力	风压力	冰压力	土的冻胀力	地震荷载	其它
基本组合	完建	√	—	—	—	√	—	—	—	—	—	—	√
	设计运用	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	√
特殊组合	检修	√	—	√	√	√	√	√	√	—	—	—	√
	校核运用	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—
	地震	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	√	—

表5-20 各工况下主泵室水位组合表

荷载组合	计算工况	上游水位 (北濠涌侧)	下游水位 (后航道侧)
基本组合	完建工况	—	—
	设计工况	0.20	2.31
特殊组合	校核工况	-1.00	3.06
	检修工况	-0.30	0.50
	地震	0.20	2.31

### 5.6.6.5 泵房稳定计算成果

本次左岸、右岸泵室稳定计算成果见下表。

表5-21 稳定计算成果表 (左岸泵室)

荷载组合	计算工况	基底应力 (kPa)			应力比		抗滑稳定安全系数		抗浮稳定安全系数	
		$P_{max}$	$P_{min}$	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值
基本组合	完建工况	207.77	177.5	150	1.17	2.0	—	1.35	—	1.10
	设计工况	130.4	89.2	150	1.46	2.0	13.86	1.35	1.46	1.10
特殊组合	校核工况	137.8	81.8	150	1.68	2.5	6.68	1.20	1.23	1.05
	检修工况	105.8	75.7	150	1.40	2.5	9.56	1.20	2.63	1.05
	地震工况	142.5	77.1	150	1.85	2.5	5.21	1.10	2.08	1.05

注：上表抗滑安全系数、不均匀系数均针对现状粗砾砂层取值。

表5-22 稳定计算成果表（右岸泵室）

荷载组合	计算工况	基底应力 (kPa)			应力比		抗滑稳定安全系数		抗浮稳定安全系数	
		$P_{max}$	$P_{min}$	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值
基本组合	完建工况	207.1	189.4	150	1.09	2.0	——	1.35	——	1.10
	设计工况	142.6	108.8	150	1.31	2.0	9.80	1.35	1.52	1.10
特殊组合	校核工况	151.8	99.56	150	1.52	2.5	5.26	1.20	1.31	1.05
	检修工况	113.7	96.0	150	1.18	2.5	7.53	1.20	2.96	1.05
	地震工况	153.7	97.7	150	1.57	2.5	4.76	1.10	1.95	1.05

注：上表抗滑安全系数、不均匀系数均针对现状粗砾砂层取值

计算结果表明：各工况下泵房基础底面平均基底应力均大于地基允许承载力，且最大基底应力大于地基允许承载力的 1.2 倍；各工况下不均匀系数  $\eta < [\eta]$ ，抗滑稳定安全系数  $K_c > [K_c]$ ，抗浮稳定安全系数  $K_f > [K_f]$ ，基底应力不均匀系数、抗滑、抗浮能满足规范要求。依据本次《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》（2024 年 9 月）钻孔资料（钻孔 ZK03、ZK13、ZK14），泵站基底坐落于粗砾砂层，该层地基承载力为 150kPa，不满足上部竖向荷载要求，因此需对泵室段进行地基处理。

## 5.6.7 防洪闸稳定计算

### 5.6.7.1 计算工况及荷载组合

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），用于闸室稳定计算分析的荷载组合应按表 7.2.11 的规定采用。本次闸室稳定计算所采用的荷载组合如下。

表5-23 荷载组合

荷载组合	计算工况	荷载											
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	淤沙压力	浪压力	风压力	冰压力	土的冻胀力	地震荷载	其它
基本组合	完建	√	—	—	—	√	—	—	—	—	—	—	√
	设计运用	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	√
特殊组合	检修	√	—	√	√	√	√	√	√	—	—	—	√
	校核运用	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	—	—
	地震	√	√	√	√	√	√	√	√	—	—	√	—

表5-24 各工况下主泵室水位组合表

荷载组合	计算工况	上游水位（北濠涌侧）	下游水位（后航道侧）
基本组合	完建工况	——	——
	设计工况	0.20	2.31
特殊组合	校核工况	-1.00	3.14
	检修工况	-0.30	0.50
	地震	0.20	2.31

### 5.6.7.2 闸室稳定计算成果

本次左岸、右岸闸室稳定计算成果见下表

表5-25 左岸闸室稳定计算成果表

荷载组合	计算工况	基底应力 (kPa)			应力比		抗滑稳定安全系数		抗浮稳定安全系数	
		$P_{max}$	$P_{min}$	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值
基本组合	完建工况	123.42	112.84	150	1.09	2.0	—	1.35	—	1.10
	设计工况	85.86	76.21	150	1.13	2.0	1.82	1.35	1.46	1.10
特殊组合	校核工况	89.46	70.57	150	1.27	2.5	1.79	1.20	1.23	1.05
	检修工况	65.23	50.23	150	1.29	2.5	1.62	1.20	2.63	1.05
	地震工况	94.25	55.46	150	1.70	2.5	1.75	1.10	1.23	1.05

注：上表抗滑安全系数、不均匀系数均针对现状粗砾砂层取值。

计算结果表明：各工况下泵房基础底面平均基底应力均大于地基允许承载力，且最大基底应力大于地基允许承载力的 1.2 倍；各工况下不均匀系数  $\eta < [\eta]$ ，抗滑稳定安全系数  $K_c > [K_c]$ ，抗浮稳定安全系数  $K_f > [K_f]$ ，基底应力不均匀系数、抗滑、抗浮能满足规范要求。依据本次《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》（2024 年 9 月）钻孔资料（钻孔 ZK06、ZK07），泵站基底坐落于粗砾砂层，该层地基承载力为 150kPa，满足上部竖向荷载要求，但考虑闸室段紧邻主泵室段，本段采取与泵室同样的灌注桩基础，以保证泵室出水衔接段的稳定性及安全性。

表5-26 右岸闸室稳定计算成果表

荷载组合	计算工况	基底应力 (kPa)			应力比		抗滑稳定安全系数		抗浮稳定安全系数	
		$P_{max}$	$P_{min}$	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值
基本组合	完建工况	121.8	110.6	60	1.10	2.0	—	1.35	—	1.10
	设计工况	83.77	74.09	60	1.13	2.0	1.89	1.35	1.81	1.10
特殊组合	校核工况	87.46	69.84	60	1.25	2.5	1.74	1.20	1.74	1.05
	检修工况	63.26	47.17	60	1.34	2.5	1.65	1.20	1.65	1.05
	地震工况	92.73	53.60	60	1.73	2.5	1.79	1.10	1.79	1.05

注：上表抗滑安全系数、不均匀系数均针对现状淤泥质粉砂层取值。

计算结果表明：各工况下泵房基础底面平均基底应力均大于地基允许承载力，且最大基底应力大于地基允许承载力的 1.2 倍；各工况下不均匀系数  $\eta < [\eta]$ ，抗滑稳定安全系数  $K_c > [K_c]$ ，抗浮稳定安全系数  $K_f > [K_f]$ ，基底应力不均匀系数、抗滑、抗浮能满足规范要求。依据本次《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》（2024 年 9 月）钻孔资料（钻孔 ZK06、ZK07），泵站基底坐落于粗砾砂层，该层地基承载力为 60kPa，不满足上部竖向荷载要求，因此需对右岸闸室段进行地基处理。

## 5.6.8 消能防冲计算

### 5.6.8.1 防冲段长度计算

泵站排涝时外江出口消能拟采用底流式消能，参照《水闸设计规范》(SL265-2016)附录 B 的消能防冲公式计算消力池的深度、长度和底板厚度等参数。

消力池深度计算采用下列计算公式。

$$d = \sigma_0 h_c'' - h_s' - \Delta Z$$

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25}$$

$$h_c^3 - T_0 h_c^2 + \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2} = 0$$

$$\Delta Z = \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2 h_s'^2} - \frac{\alpha q^2}{2gh_c''^2}$$

式中： $d$ ——消力池深度 (m)；

$\sigma_0$ ——水跃淹没系数，采用 1.05；

$h_c''$ ——跃后水深 (m)；

$h_c$ ——收缩水深 (m)；

$\alpha$ ——水流动能校正系数，采用 1.0；

$q$ ——过闸单宽流量 (m<sup>3</sup>/s.m)；

$b_1$ ——消力池首端宽度 (m)；

$b_2$ ——消力池末端宽度 (m)；

$T_0$ ——由消力池底板顶算起的总势能 (m)；

$\Delta Z$ ——出池落差 (m)；

$h_s'$ ——出池河床水深 (m)。

整理以上四式，可得关于未知数  $h_c$  的方程式。

$$\sigma_0 \frac{h_c}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25} = \left[ \left( h_s' + h_c + \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2 h_c^2} \right) - \left( H + \frac{\alpha v^2}{2g} \right) \right] + \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2 h_s'^2} - \frac{\alpha q^2}{2g \left[ \frac{h_c}{2} \left( \sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25} \right]^2}$$

经试算可得出  $h_c$  值，进而求得消力池深度，具体计算结果见下表 5-37。

表5-27 消能防冲计算表

工况	内涌水位	外江水位	泵室底板高程	$q$	$h'_s$	$h_c$	$h_c''$
排涝	0.60	1.28	-6.20	4.00	7.48	0.377	1.472
排涝	0.20	0.72	-6.20	4.00	6.92	0.388	1.503
排水	0.0	-0.50	-6.20	4.00	5.70	0.395	1.518

经计算各种工况下均为淹没出流，不需要设置消力池，但考虑到排涝时对下游河道的冲刷，故按常规设置消能防冲措施，泵站外江出口侧设海漫段及抛石防冲槽段。

参照《水闸设计规范》(SL265-2016) B.2.1 海漫长度计算公式确定海漫长度。经计算  $\sqrt{q_s} \sqrt{\Delta H}$  值在 1~9 之间，且水流扩散条件良好，故可按下式公式计算。

$$L_p = K_s \sqrt{q_s} \sqrt{\Delta H}$$

式中： $L_p$ ——海漫长度 (m)；

$q_s$ ——消力池末端单宽流量 ( $m^3/s$ )；

$\Delta H$ ——闸孔泄水时上下游水位差 (m)；

$K_s$ ——海漫长度计算系数，取 10。

采用泵站排涝工况下的水位组合计算海漫长度，计算成果见下表。

**表5-28 海漫长度计算成果表**

工况	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	$\Delta H$ (m)	$q_s$ ( $m^3/s$ )	$K_s$	海漫长度 $L_p$ (m)
排水	0.0	-0.5	0.5	4.0	10	16.82

根据以上计算结果结合实际情况，本次拟在泵站外江出口侧设海漫段，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 800mm，长度为 23.5m。

#### 5.6.8.2 防冲段深度计算

参照《水闸设计规范》(SL265-2016) B.3.1，海漫末端河床冲刷深度可按下列公式计算：

$$d_m = 1.1 \frac{q_m}{[v_0]} - h_m$$

式中： $d_m$ ——海漫末端河床冲刷深度 (m)；

$q_m$ ——海漫末端单宽流量 ( $m^3/s$ )；

$[v_0]$ ——河床土质允许不冲流速 (m/s)；

$h_m$ ——海漫末端河床水深 (m)。

由于泵站出口为原有河涌，属夹砂淤泥，本次计算不冲流速取 0.85m/s。采用泵站

排涝工况下的水位组合，经计算排涝设计流量时河床冲刷深度见下表。

**表5-29 河床冲刷深度成果表**

工况	内涌水位 $m$	外江水位 $m$	$q_m$ $m^3/s$	$[v_0]$ $m/s$	$h_m$ $m$	$d_m$ $m$
排水	0.0	-0.5	4.0	0.85	5.70	-0.52

根据以上计算结果，结合泵站实际运行情况，本次拟在泵站外江出口侧设抛石防冲槽段，防冲槽厚度为 1.0m，长度为 10.0m。

## 5.6.9 地基处理设计

泵房地基应满足承载能力、稳定和变形的要求。地基计算的荷载组合同表 5-19。地基计算应包括：地基渗流稳定性验算、地基整体稳定计算、地基沉降计算。

### 5.6.9.1 地基渗流稳定性验算

#### 5.6.9.1.1 计算工况

在排涝工况下，根据水文计算特征水位成果：

设计工况下，泵站内涌侧水位为 0.2m（设计运行水位），外江侧水位为 2.31m（浮标厂 5 年一遇洪水位），水头差为 2.11m；

校核工况下，泵站内涌侧水位为-0.5m（最低运行水位），外江侧水位为 3.14m（防洪水位，浮标厂 300 年一遇洪水位），水头差为 3.64m。

由上可知，最大水头差为排涝工况下的校核工况，由外江向内涌渗流。

**表5-30 排涝工况水位组合表**

	计算工况	上游水位（北濠涌侧）	下游水位（珠江侧）	水头差 $\Delta H$
排涝	设计工况	0.20m	2.31m	2.11m
	校核工况	-0.50m	3.14m	3.64m

#### 5.6.9.1.2 计算结果

##### (1) 地基有效深度

地基有效深度计算公式如下：

$$T_e = \frac{5L_0}{1.6\frac{L_0}{S_0} + 2}$$

式中： $T_e$ ——土基上水闸的地基有效深度(m)；

$L_0$ ——地下轮廓的水平投影长度 (m)；

$S_0$ ——地下轮廓的垂直投影长度 (m)。

## (2) 进、出口段阻力系数

进、出口段阻力系数采用下式计算，成果见表 5-31。

$$\xi_0 = 1.5 \left( \frac{S}{T} \right)^2 + 0.441$$

式中： $\xi_0$ ——进、出口段的阻力系数；

$S$ ——板桩或齿墙的入土深度(m)；

$T$ ——地基透水层深度(m)。

## (3) 内部垂直段阻力系数

内部垂直段阻力系数采用下式计算，成果见表 5-31。

$$\xi_y = \frac{2}{\pi} \ln \operatorname{ctg} \left[ \frac{\pi}{4} \left( 1 - \frac{S}{T} \right) \right]$$

式中： $\xi_y$ ——内部垂直段阻力系数。

## (4) 水平段阻力系数

水平段阻力系数采用下式计算，成果见表 5-31。

$$\xi_x = \frac{L_x - 0.7(S_1 + S_2)}{T}$$

式中： $\xi_x$ ——水平段的阻力系数；

$L_x$ ——水平段长度(m)；

$S_1$ 、 $S_2$ ——进、出口段板桩或齿墙的入土深度(m)。

## (5) 各段水头损失值

各段水头损失值采用下式计算，成果见表 5-31。

$$h_i = \xi_i \frac{\Delta H}{\sum_{i=1}^n \xi_i}$$

式中： $h_i$ ——各分段水头损失值(m)；

$\xi_i$ ——各分段的阻力系数；

$n$ ——总分段数。

## (6) 进、出口水头损失修正

进、出口处水头损失修正按下式计算，成果见表 5-31。



$$h'_0 = \beta h_0; \quad \beta = 1.21 - \frac{1}{\left[ 12 \left( \frac{T'}{T} \right)^2 + 2 \right] \left[ \frac{S'}{T} + 0.059 \right]}$$

- 式中： $h'_0$ ——修正后的水头损失（m）；  
 $h_0$ ——进、出口处的水头损失值（m）；  
 $\beta$ ——阻力修正系数，当 $\beta \geq 1$ 时取 $\beta = 1$ ；  
 $T$ ——地基透水层深度（m）；  
 $T'$ ——板桩另外一侧地基透水层深度（m）；  
 $S'$ ——底板埋深与板桩入土深度之和（m）。

### 5.6.9.1.3 计算结果

泵站的渗流可划分为9个区域进行计算，计算成果表如下所示。

表5-31 渗流各段阻力系数计算成果表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
阻力系数 $\xi$	0.463	0.00	0.458	0.45	0.00	0.45	0.458	0.374	0.463
水头损失值 $h$ （m）	0.165	0.00	0.163	0.16	0.00	0.16	0.163	0.133	0.165
修正系数 $\beta$	0.548								0.548
修正后的水头损失值 $h'$ （m）	0.09	0.00	0.238	0.16	0.00	0.16	0.20	0.171	0.09

#### (7) 出口段渗流坡降值

出口段渗流坡降值采用下式计算：

$$J = \frac{h'_0}{S'}$$

容许坡降值为：出口处 $[J_0]=0.30$ ，底板水平段 $[J_x]=0.07$ 。根据上式计算，出口段经修正后的渗流坡降值为0.18，泵室底板水平段渗流坡降值为0.00。该值小于规范规定的允许渗流坡降值，故泵室基底出口渗流坡降及泵室底板水平段渗流坡降均满足规范要求。

### 5.6.9.2 地基整体稳定计算

#### 5.6.9.2.1 基本地质情况

依据本次《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》（2024年9月）钻孔资料（钻孔ZK03、ZK13、ZK14），泵站基底坐落于粗砾砂层，基础下部层厚约4.0m。该层局部含较多淤泥，整体渗透系数较大，泵站主体结构距离珠江涌口较近，受珠江潮汐影响易发生局部的（不均匀）沉降以及渗流破坏。且依据本次勘察成果工程范围内其他钻孔揭露，泵站地基范围内的淤泥及淤泥质粘土分布广泛，泵站基底所处土层有存在

夹带软弱土层的风险，结合泵站主体结构段上部荷载计算成果，本次需进行地基处理。

#### 5.6.9.2.2 地基处理方法比选

本次结合泵站常用地基处理方法，如水泥土搅拌桩复合地基、高压旋喷桩复合地基、灌注桩基础等，对不同的地基处理方式比选如下。

表5-32 地基处理方法比选表

地基处理方法	适用性及优点	缺点
高压旋喷桩复合地基	①有利于增大地基承载能力，减少沉降量，提高抗滑稳定性。适用于上部为软土层或粉砂、细砂层，下部为坚硬土层的地基。 ②施工机械小，受场地限制小； ③施工噪音低振动小，对周边建筑物影响较小； ④土体加固效果明显，承载力大。	①工程造价较高； ②存在污染环境的风险，需控制施工过程； ③施工工艺要求相对较高。
水泥土搅拌桩复合地基	①有利于增大地基承载能力，减少沉降量，加强地基防渗，提高地基整体稳定性和抗地震液化能力。适用于正常固结淤泥质土、粉土、饱和黄土、素填土和粘性土。 ②桩体最大限度利用原土； ③对原有建筑物影响小，结构多样设计灵活；④搅拌时无振动、无污染、无噪音，可在市区内和密集建筑群中施工； ⑤与钢筋混凝土桩基相比，降低成本的幅度大。	①不宜用于有流动地下水的饱和砂土，加固深度宜在15m以内； ②施工工期较长； ③施工机械大，需要较大工作面。
灌注桩基础	①灌注桩适用于多种地质条件； ②施工噪音相对较小，适合于人口密集地区施工，对周围环境影响小。 ③可以适应更大的直径和深度，从而提高单桩的承载能力。 ④灌注桩的施工过程相对灵活，可以根据不同的地质条件选择合适的施工方法	①灌注桩的施工过程相对复杂，需要做好质量控制； ②易出现孔壁塌陷、孔底沉渣等问题。

根据对本次地勘成果揭露的土层分析，泵站基底所在土层为粗粒砂层，分布广泛且厚度大，且工程位置位于北濠涌与珠江后航道交汇口，受地下动水影响大，高压旋喷桩成桩效果难以保证，故本次不考虑使用旋喷桩作为地基处理措施。

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012) 7.3.1 水泥搅拌桩复合地基处理应符合下列规定：“不适用于含大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土…密实的砂土类，以及地下水渗流影响成桩质量的土层。”根据本次地勘成果，主泵室段部分场地揭露有大块混凝土，同时考虑部分地基处理桩位于现状浆砌石挡墙范围段，若本次采用水泥搅拌桩复合地基，存在部分地段难以施打的可能性。

通过计算复核，两岸主泵室段上部荷载较大，为保证泵室段的结构稳定及安全，综

合考虑泵室段采用灌注桩桩基，最大限度保证成桩质量及泵站结构安全。

右岸泵站进水段及压力箱涵段基底位于淤泥质粉砂层，考虑结构段上部荷载相对较小，且场地具备施打搅拌桩的条件，故采用水泥搅拌桩复合地基作为地基处理措施。

#### 5.6.9.2.3 地基承载力计算

根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012) 7.1.5，对有粘结强度增强体复合地基应按下式计算：

$$f_{spk} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk}$$

式中：

$f_{spk}$ ——复合地基承载力特征值，kPa；

$\lambda$ ——单桩承载力发挥系数，可按地区经验取值，本工程取值为 1.0；

$m$ ——面积置换率， $m = d^2 / d_e^2$ ； $d$  为桩身平均直径 (m)， $d_e$  为一根桩分担的处理地基面积的等效圆直径 (m)；等边三角形布桩  $d_e = 1.05s$ ，正方形布桩  $d_e = 1.13s$ ，矩形布桩  $d_e = 1.13\sqrt{s_1s_2}$ ， $s$ 、 $s_1$ 、 $s_2$  分别为桩间距、纵向桩间距和横向桩间距。

$R_a$ ——单桩竖向承载力特征值，kN；

$A_p$ ——桩的截面积，m<sup>2</sup>；

$\beta$ ——桩间土承载力发挥系数，可按地区经验取值；

$f_{sk}$ ——处理后桩间土承载力特征值，kPa，可按地区经验确定。

#### 5.6.9.2.4 桩基竖向承载力计算

单桩竖向承载力特征值  $R_a$  可按下式确定：

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk}$$

式中：

$Q_{uk}$ ——单桩竖向极限承载力标准值； $K$ ——安全系数，取  $K=2$ 。

$$Q_{uk} = \mu \sum q_{sik} l_i + \alpha p_{sk} A_p$$

$u$ ——桩身周长；

$q_{sik}$ ——桩周第  $i$  层土的极限侧阻力；

$l_i$ ——桩周第  $i$  层土的厚度；

$\alpha$ ——桩端阻力修正系数。

### 5.6.9.2.5 复合地基承载力计算结果

本次工程右岸进水池段开挖底高程为-8.80~-3.85m,由地质资料揭露钻孔 ZK11 可知,该高程位于淤泥质土层,地基承载力特征值约为 45kPa。

本次工程右岸压力箱涵段开挖底高程为-8.85~-4.55m,由地质资料揭露钻孔 ZK30 可知,该高程位于淤泥质土层,地基承载力特征值约为 60kPa。

结合上部结构荷载计算,进水段最大基底应力为 60.84kPa,压力箱涵段最大基底应力为 97.68kPa 均不满足泵房地基承载力要求,本次采用水泥搅拌桩复合地基进行地基处理。计算过程及结果如下。

**表5-33 复合地基承载力计算成果表（泵站右岸进水段）**

项目名称	布置型式	桩间距 (m)	桩长 (m)	桩径 (m)	面积置换率 m	复合地基承载力计算值 f <sub>spk</sub> (kPa)	最大基底应力 (kPa)
水泥搅拌桩	正方形布置	2.5×2.5	4.60	0.85	0.0905	58.45	60.84
		2.0×2.0	4.60		0.1415	67.27	60.84
		1.8×1.8	4.60		0.1747	72.63	60.84

**表5-34 复合地基承载力计算成果表（泵站右岸压力箱涵段）**

项目名称	布置型式	桩间距 (m)	桩长 (m)	桩径 (m)	面积置换率 m	复合地基承载力计算值 f <sub>spk</sub> (kPa)	最大基底应力 (kPa)
水泥搅拌桩	正方形布置	2.5×2.5	5.55	0.85	0.0905	81.84	97.68
		2.0×2.0	5.55		0.1415	94.18	97.68
		1.8×1.8	5.55		0.1747	111.85	97.68

本次泵站右岸进水池段采用水泥搅拌桩,桩径 850mm,间距 1.8m 正方形布置,桩顶高程为-3.9m,桩底高程为-8.5m,单桩长为 4.6m,经计算,复合地基承载力计算值为 72.63kPa,满足地基承载力要求。

本次泵站右岸压力箱涵段采用水泥搅拌桩,桩径 850mm,间距 1.8m 正方形布置,桩顶高程为-4.45m,桩底高程为-10.0m,单桩长为 5.55m,经计算,复合地基承载力计算值为 111.85kPa,满足地基承载力要求。

### 5.6.9.2.6 灌注桩基承载力计算结果

依据本次《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》(2024年9月)钻孔资料(钻孔 ZK03、ZK13、ZK14),泵站基底坐落于粗砾砂层,该层地基承载力为 150kPa,结合前述泵房稳定计算,泵房段最大基底应力为 207.7kPa,最大平均基底应力 192.6kPa,不满足泵房地基承载力要求。

表5-35 桩基计算结果表（左岸泵室段）

项目名称	布置形式	桩间距 (m)	桩长 (m)	桩径 (m)	单桩承载力 Ra (kN)	基础尺寸 (长×宽) (m)	竖向荷载 (kN)	桩基数量
灌注桩	正方形布置	3.2×3.0	15.0	1.0	1559.46	7.4×25.1	35773.51	24
灌注桩	正方形布置	2.4×2.4	15.0	0.8	1213.85	7.4×25.1	35773.51	34

表5-36 桩基计算结果表（右岸泵室段）

项目名称	布置形式	桩间距 (m)	桩长 (m)	桩径 (m)	单桩承载力 Ra (kN)	基础尺寸 (长×宽) (m)	竖向荷载 (kN)	桩基数量
灌注桩	正方形布置	3.35×3.0	13	1.0	1872.65	14.3×25.1	71157.87	40
灌注桩	正方形布置	2.4×2.4	13	0.8	1378.45	14.3×25.1	71157.87	54

通过对比桩径不同的灌注桩基础的分布型式， $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础更具有施工操作便利性及经济合理性，故本次采用桩径 1m 的钢筋砼灌注桩基础。

综上，左岸泵室段采用  $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础，桩间距 3.2×3.0m 矩形布置，桩顶高程为-8.3m，桩底平均高程为-22.3m，平均单桩长为 15m，合计布置 24 根灌注桩。经复核计算，满足承载力要求。

右岸泵室段采用  $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础，桩间距 3.35m×3.0m 矩形布置，桩顶高程为-8.3m，桩底平均高程为-21.3m，平均单桩长为 13m，合计布置 40 根灌注桩。经复核计算，满足承载力要求。

因左右岸主泵室进出水流道与上游侧清污机段，及下游侧防洪闸段紧邻衔接，为保证泵站进出水现阶段结构的稳定及安全，故本次考虑对清污机段及防洪闸段进行同样的灌注桩基础处理措施。

其中，左岸清污机段采用  $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础，桩间距 3.2m×3.0m 矩形布置，桩顶高程为-7.65m，桩底平均高程为-21.22m，平均单桩长为 13.57m，合计布置 8 根灌注桩。经复核计算，满足承载力要求。

左岸事故闸室段采用  $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础，桩间距 3.2m×3.0m 矩形布置，桩顶高程为-7.9m，桩底平均高程为-17.0m，平均单桩长为 9.1m，合计布置 12 根灌注桩。经复核计算，满足承载力要求。

右岸清污机段采用  $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础，桩间距 3.35m×3.0m 矩形布置，桩顶高程为-7.65m，桩底平均高程为-21.3m，平均单桩长为 13.65m，合计布置 10 根灌注桩。经复核计算，满足承载力要求。

右岸事故闸段采用  $\phi 1000C30$  钢筋砼灌注桩基础，桩间距  $3.35m \times 3.0m$  矩形布置，桩顶高程为  $-7.9m$ ，桩底平均高程为  $-21.3m$ ，平均单桩长为  $13.4m$ ，合计布置 20 根灌注桩。经复核计算，满足承载力要求。

本次考虑采用灌注桩作为地基处理措施，故不再进行地基变形计算。

### 5.6.9.3 地基处理结论

综合上述计算，本次泵站主体结构地基处理型式汇总如下表。

表5-37 地基处理型式汇总表（复合地基）

结构部位	水泥搅拌桩（桩径 850mm）
右岸进水段	桩间距 $1.8m \times 1.8m$ ，桩长 $4.6m$
右岸压力箱涵段	桩间距 $1.8m \times 1.8m$ ，桩长 $5.55m$

表5-38 地基处理型式汇总表（桩基础）

结构部位		灌注桩基础（桩径 1m）
左岸	左岸清污机段	桩间距 $3.2m \times 3.0m$ ，桩长 $13.57m$
	左岸泵室段	桩间距 $3.2m \times 3.0m$ ，桩长 $15.0m$
	左岸事故闸段	桩间距 $3.2m \times 3.0m$ ，桩长 $9.10m$
右岸	右岸清污机段	桩间距 $3.35m \times 3.0m$ ，桩长 $13.15m$
	右岸泵室段	桩间距 $3.35m \times 3.0m$ ，桩长 $13.0m$
	右岸事故闸段	桩间距 $3.35m \times 3.0m$ ，桩长 $13.40m$

### 5.6.10 抗液化处理设计

根据《泵站设计标准》6.2.2 所述，在地震动峰值加速度大于或等于  $0.10g$  地震区的粉砂或细砂地基上，泵房底板下的垂直防渗体布置宜构成四周封闭的形式，以防止在地震荷载作用下可能发生粉砂或细砂地基的“液化”破坏，即地基产生较大的变形或者失稳，从而影响泵房的结构安全。

根据《北濠涌排涝泵工程初步设计阶段工程地质勘察报告》（2024 年 9 月），工程所在地区建筑场地抗震设防烈度为 7 度，地震动峰值加速度为  $0.10g$ ；地基液化评价为泵室底板所在粗砂层呈轻微液化。

结合地质勘查报告及工程实际情况，本次采取相应抗液化处理措施以消除或减轻地震液化的影响。本次拟于泵站底板下采用水泥搅拌桩整体加固土体作为抗液化处理措施，桩径为  $0.85m$ ，桩间距为  $0.6m$ ，桩长为  $5.95 \sim 11.40m$ （按照钻孔穿透粗砾砂层进入泥质砂岩全风化带），经计算可满足设计要求。

## 5.6.11 基坑支护设计

### 5.6.11.1 基坑支护方案比选

本工程基坑顺延建筑物结构边线，基坑深度为 6.65-12.45m。本工程基坑支护的主要目的是控制支护结构的变形以保护基坑边的建筑物不致开裂破坏，考虑到基坑破坏后果的重要性及产生的社会影响，因此将本工程基坑支护的等级定为一类基坑。

根据基坑各区段的地质条件、开挖深度和周边环境等实际情况，本次对主泵室以下四种支护方式进行比选：

- (1) 方案一：采用灌注桩+支撑支护方案，旋喷桩止水方案。
- (2) 方案二：采用地下连续墙+支撑支护方案。
- (3) 方案三：采用咬合式灌注桩支护方案。
- (4) 方案四：采用钢板桩+支撑支护方案。

表5-39 基坑支护方式比选表

方案	支护方式	优点	缺点
方案一	灌注桩+水泥搅拌桩止水+支撑	①墙身强度大，刚度大，支护稳定性好，变形小；②设备可选择性较多，机械较小，场地适用性较强 ③对周围地基、邻近建筑物扰动小；	①造价相对较高，施工工期较长； ②桩间缝隙易造成水土流失，需采取工程措施解决止水问题；
方案二	地下连续墙支护方案+支撑	①施工全盘机械化，速度快、精度高，且振动小、噪声低，适用于城市密集建筑群及夜间施工。 ②开挖基坑无需放坡，土方量小，浇混凝土无需支模和养护，并可在低温下施工，降低成本，缩短施工时间。③用触变泥浆保护孔壁和止水，施工安全可靠，不会引起水位降低而造成周围地基沉降，保证施工质量。	①每段连续墙之间的接头质量较难控制，往往容易形成结构的薄弱点。 ②施工技术要求高，无论是造槽机械选择、槽体施工、泥浆下浇筑混凝土、接头、泥浆处理等环节，均应处理得当，不容疏漏。 ③制浆及处理系统占地较大，管理不善易造成现场泥泞和污染。
方案三	咬合式灌注桩支护	①适用于地下水位较难控制区段； ②防渗能力强，施工灵活，配筋率较低；	①造价高；②施工工期长； ③工艺较为复杂
方案四	拉森IV型钢板桩支护+支撑	①量轻、刚性好，承载力高； ②装卸、运输堆放方便、不易损坏； ③施工机械小，适合在狭小区域进行施打，工程质量可靠、施工速度快； ④钢板桩为临时支护措施，桩身可以起到止水作用，整体造价偏低，工期较短。	①桩身强度较低，深基坑环境下桩顶位移及桩身弯曲度均较大。 ②钢板桩只能使用静压或震动打桩，若地基易砂层及风化岩层，打桩产生震动及噪音对周边影响大。 ③钢板桩入岩需先引孔，再施打钢板桩，桩尖止水效果差，基坑止水难以保证。

综合以上方案对比，本次扩建泵站距离现状厂房较近且场地施工空间有限，考虑尽量减少对周边环境的影响结合经济合理性分析，同时考虑泵站主体结构距离珠江涌口较

近，受珠江潮汐影响易发生局部的（不均匀）沉降以及渗流破坏，故本次推荐采用方案三，即咬合式灌注桩支护方案（钢筋混凝土灌注桩与素混凝土灌注桩咬合布置），以达到良好的支护及止水效果。

根据基坑各区段的地质条件、开挖深度和周边环境等实际情况，本工程基坑支护分为临时支护及永久支护。其中左右岸进水池段均采用双排灌注桩结合挂板或桩顶挡墙型式作为永久结构，永久支护桩顺延建筑物结构边线，基坑深度为 6.65m~7.35m，咬合式灌注桩桩径为 1m，桩顶设置冠梁，首排钢筋混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，第二排钢筋混凝土灌注桩桩间距为 3.0m；左右岸泵室主体结构采用单排咬合灌注桩支护、钢筋砼对撑型式作为临时支护，基坑深度为 11.75~12.45m，灌注桩桩径为 1m，桩顶设置冠梁，钢筋混凝土灌注桩、素混凝土灌注桩桩间距均为 1.5m。

本工程基坑支护的主要目的是控制支护结构的变形以保护基坑边的建筑物不致开裂破坏，由于本工程进、出水池段均为永久支护工程，且进口连接段、进水池段左岸施工期占用创意园区及停车场部分范围，考虑到基坑破坏后果的重要性及产生的社会影响，因此将本工程永久基坑支护的等级定为一类基坑。

### 5.6.11.2 基坑支护结构计算

#### 5.6.11.2.1 右岸进水池段基坑支护结构计算

右岸进水池段基坑深度为 6.65m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段采用双排灌注桩结合 0.2m 厚挂板作为永久支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.0m，桩底高程-20.0m，嵌固深度 16.15m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 2.8m。基坑支护桩首排为咬合式灌注桩，其中钢筋砼灌注桩桩间距为 1.5m，素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，第二排钢筋砼灌注桩桩间距为 3.0m。经本阶段现场实际勘探情况，该区域存在海珠区 D2000 钢管污水转输主管，本次支护需避让污水沉井，沉井顶部至脚深度 12.5 米，需考虑沉井作为基坑临边支护的一部分。

本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK02，各土层  $c_i$ 、 $\varphi_i$  采用固结快剪指标，基坑顶部考虑 15kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。



表5-40 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角 (度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	4.11	18.4	8.4	9.00	11.50	7.00	9.50	13
2	淤泥质土	4	16.5	6.5	8.80	5.80	6.80	3.80	8
3	粗砾砂	8.4	21.1	11.1	---	---	0.00	27.80	21
4	全风化泥质砂岩	3.8	20.5	10.5	---	---	23.80	13.00	40
5	强风化泥质砂岩	6.4	21.0	11.0	---	---	32.00	28.00	80
6	弱风化泥质砂岩	3.50	22.0	12.0	---	---	200.00	30.00	120

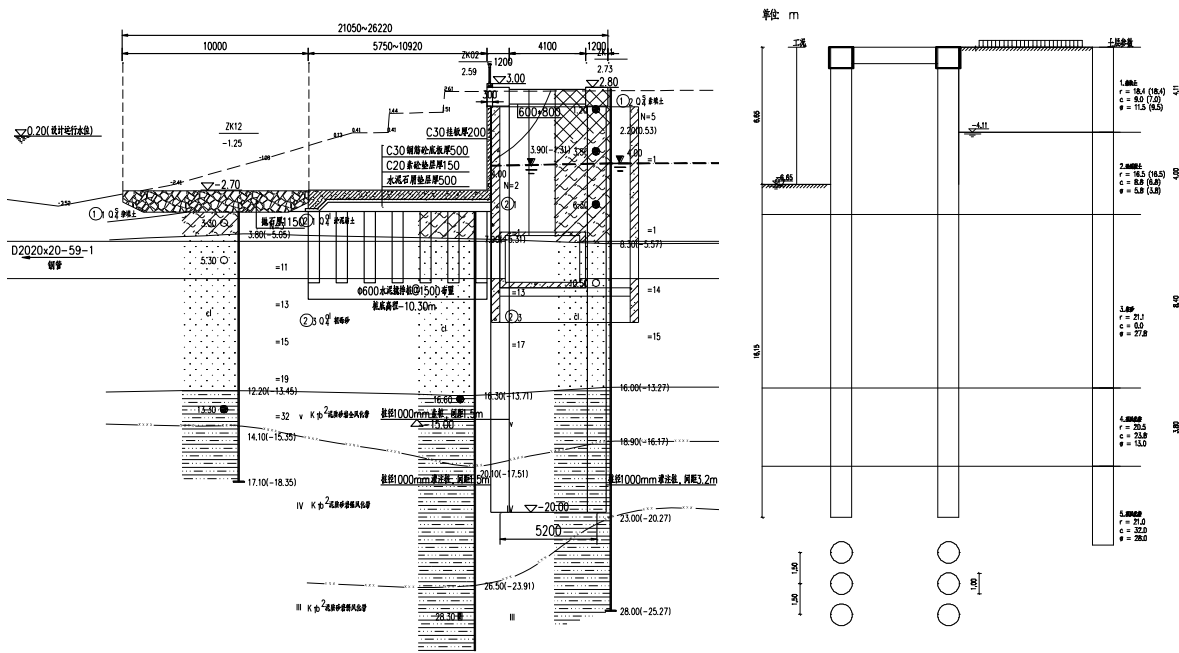


图5-10 右岸进水池段结构剖面图及计算简图

表5-41 基坑参数及计算结果表

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	第二排桩间距 (m)	3.0
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	超载计算值(kPa kN/m)	15
基坑深度 H (m)	6.65	最大水平位移 (m)	0.0058
嵌固深度 (m)	16.15	整体稳定安全系数	4.594
桩顶高程 (m)	2.00	抗倾覆安全系数	1.472
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	12.544
排桩间距 (m)	5.2	基坑内侧土反力 (kN)	3548.279
首排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	8780.676

根据上述计算结果，最大水平位移小于 0.002H，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.6.11.2.2 右岸清污机、主泵室及事故闸段堤岸侧基坑支护结构计算

右岸清污机、主泵室及事故闸段堤岸侧基坑深度为 6.95m~11.75m，基坑属于危大工程，本次计算对基坑最深处 11.75m 进行复核。该段采用双排灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.0m，桩底高程-26.0m，嵌固深度 17.05m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 2.80m。基坑支护桩首排为咬合式灌注桩，其中钢筋砼灌注桩桩间距为 1.5m，素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，第二排钢筋砼灌注桩桩间距为 3.0m。本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。各土层  $c_i$ 、 $\phi_i$  采用固结快剪指标，基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

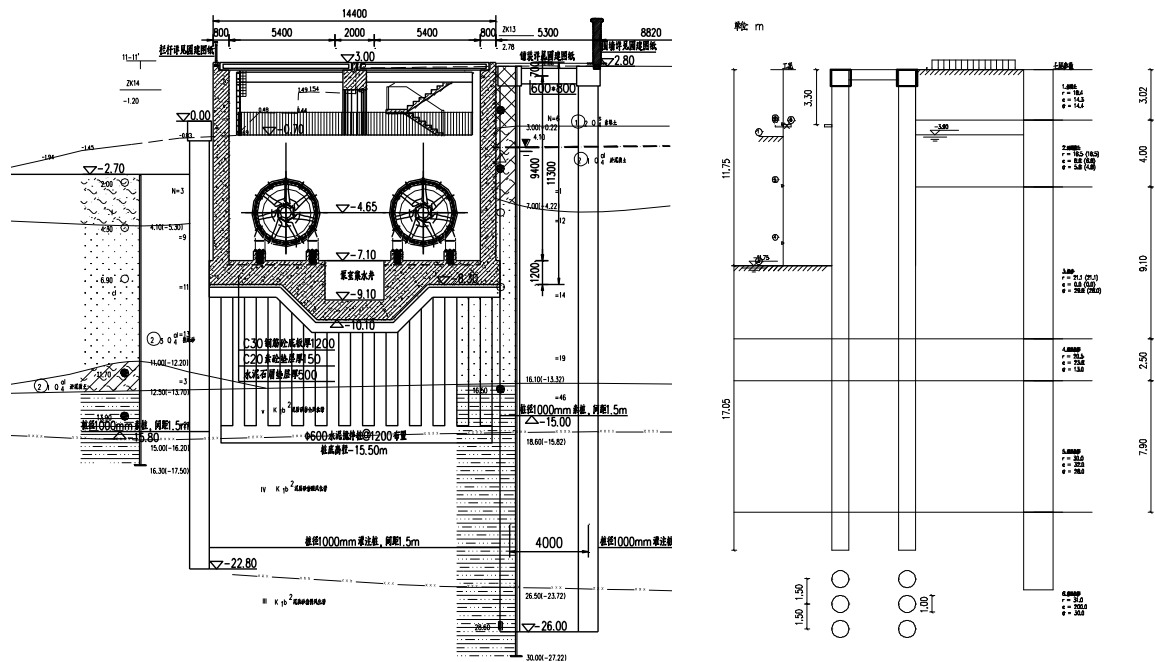


图5-11 右岸主泵室结构剖面图及计算简图

表5-42 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	素填土	3.02	18.4	8.4	14.30	14.40	14.30	14.40	10
2	淤泥质土	4.00	16.5	6.5	8.80	5.80	6.80	4.80	8
3	粗砾砂	9.10	21.1	11.1	0.00	29.80	0.00	28.00	21
4	全风化泥质砂岩	2.50	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40
5	强风化泥质砂岩	7.90	21.0	20.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80
6	弱风化泥质砂岩	5.00	22.0	21.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120

表5-43 基坑参数及计算结果表

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	第二排桩间距 (m)	3.00
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	超载计算值(kPa kN/m)	20
基坑深度 H (m)	11.75	最大水平位移 (m)	0.0174
嵌固深度 (m)	17.05	整体稳定安全系数	5.578
桩顶高程 (m)	2.00	抗倾覆安全系数	1.594
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	21.078
排桩间距 (m)	4.0	基坑内侧土反力 (kN)	5080.458
首排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	30384.537

根据上述计算结果,最大水平位移小于  $0.002H$ ,整体稳定安全系数大于 1.35,抗倾覆安全系数大于 1.25,抗隆起安全系数大于 1.80,土反力满足要求,基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.3 右岸清污机、主泵室及事故闸段临水侧基坑支护结构计算

右岸清污机、主泵室及事故闸段临水侧基坑深度为 4.15m~8.95m,基坑属于危大工程,本次计算对基坑最深处 8.95m 进行复核。该段采用双排灌注桩作为临时支护结构,灌注桩桩顶高程为-0.8m,桩底高程-22.80m,嵌固深度 13.85m。灌注桩桩顶设置冠梁,冠梁高度为 1m,冠梁顶高程为 0.00m。基坑支护桩首排为咬合式灌注桩,其中钢筋砼灌注桩桩间距为 1.5m,素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m。

本次计算采用理正基坑计算软件,规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层按水土合算。各土层采用固结快剪指标,基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表,计算简图如下图所示。

表5-44 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	素填土	2.50	18.4	8.4	9.00	11.50	7.00	9.50	13
2	淤泥质土	2.80	16.5	6.5	8.00	14.70	6.00	12.70	9
3	粗砾砂	6.90	21.1	11.1	0.00	29.80	0.00	27.80	21
4	淤泥质土	1.50	16.5	6.5	6.80	3.80	6.80	3.80	8
5	全风化泥质砂岩	2.50	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40
6	强风化泥质砂岩	8.00	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80

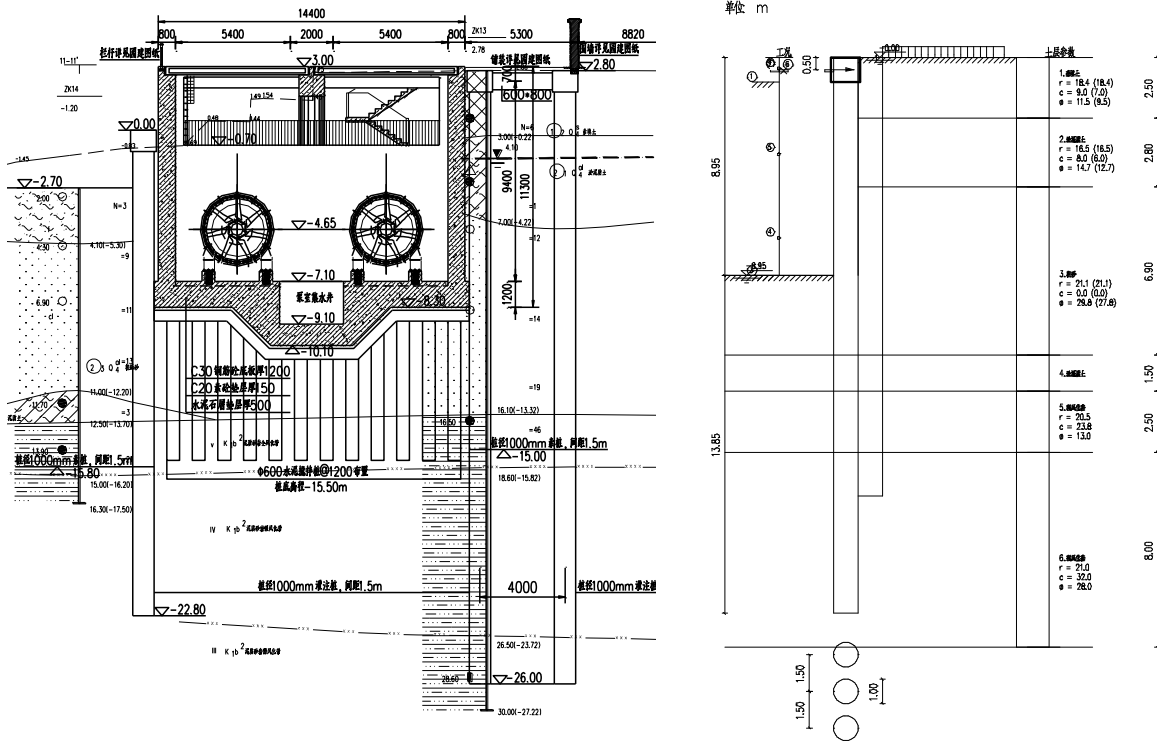


图5-12 右岸主泵室段临水侧计算简图

表5-45 基坑参数及计算结果表

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	最大水平位移 (m)	0.0177
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	整体稳定安全系数	1.519
基坑深度 H (m)	8.95	抗倾覆安全系数	1.655
嵌固深度 (m)	13.85	抗隆起安全系数	10.823
桩间距	1.5	基坑内侧土反力 (kN)	3803.883
桩直径 (m)	1.0	被动土压力 (kN)	18218.281

根据上述计算结果，最大水平位移小于  $0.002H$ ，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.4 右岸压力箱涵段（对撑位于-0.50 高程）基坑支护结构计算

右岸压力箱涵段基坑深度为 4.55~7.35m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段岸上侧采用双排 C30 钢筋砼咬合灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.0m，桩底高程-18.0m，嵌固深度 13.45m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 2.80m。临河侧采用单排 C30 钢筋砼咬合式灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为-0.8m，桩底高程-17.8m，嵌固深度 13.25m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 0.0m。本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建

筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK17、ZK30，各土层  $c_i$ 、 $\varphi_i$  采用固结快剪指标，岸上基坑顶部考虑 10kPa 的地面均布荷载，临河基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

表5-46 计算土层参数表 (钻孔 ZK30)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	5.09	18.4	8.4	9.00	11.50	9.50	11.00	13.0
2	淤泥质土	1.00	16.5	6.5	8.80	5.80	6.80	3.80	8.0
3	淤泥质砂	3.60	16.5	6.5	8.00	14.70	6.00	12.70	9.0
4	粗砾砂	6.30	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
5	全风化泥质砂岩	3.20	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
6	强风化泥质砂岩	5.40	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
7	弱风化泥质砂岩	5.40	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

表5-47 计算土层参数表 (钻孔 ZK17)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	2.70	18.0	8.0	9.00	11.50	7.00	9.50	13.0
2	淤泥质土	3.80	16.5	6.5	8.00	14.70	6.00	12.70	9.0
4	粗砾砂	7.10	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
5	全风化泥质砂	1.60	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
6	强风化泥质砂	6.00	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0

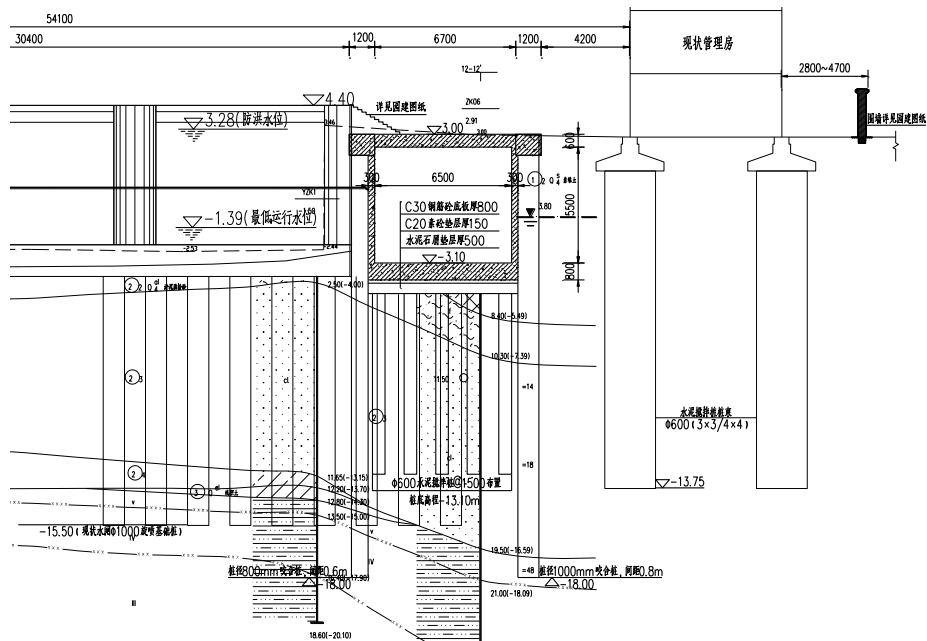


图5-13 右岸压力箱涵段结构剖面图

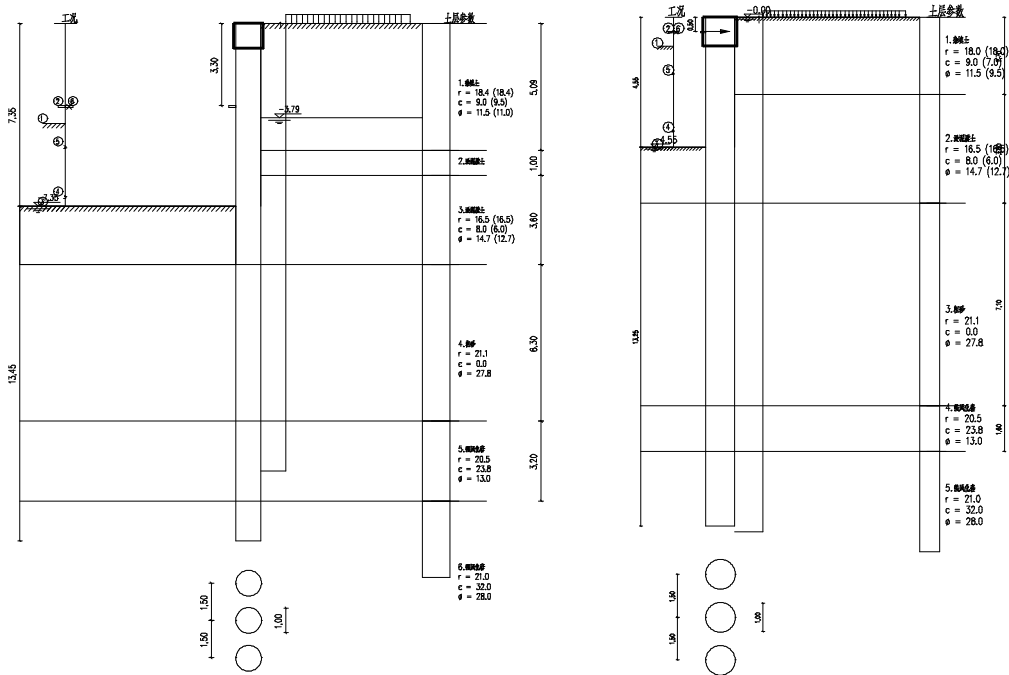


图5-14 右岸压力箱涵岸上侧计算简图 右岸压力箱涵临河侧计算简图

表5-48 基坑参数及计算结果表（右岸压力箱涵段岸上侧支护）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	最大水平位移 (m)	0.00664
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	整体稳定安全系数	3.285
基坑深度 H (m)	7.35	抗倾覆安全系数	1.776
嵌固深度 (m)	13.45	抗隆起安全系数	11.969
桩顶高程 (m)	2.00	基坑内侧土反力 (kN)	3078.841
桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	9268.307

表5-49 基坑参数及计算结果表（右岸压力箱涵段临水侧支护）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	最大水平位移 (m)	0.00391
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	整体稳定安全系数	5.124
基坑深度 H (m)	4.55	抗倾覆安全系数	2.365
嵌固深度 (m)	13.25	抗隆起安全系数	13.385
桩顶高程 (m)	-0.80	基坑内侧土反力 (kN)	2499.55
桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	9500.647

根据计算结果，最大水平位移小于  $0.002H$ ，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.5 右岸压力箱涵段（对撑位于 2.30 高程）基坑支护结构计算

右岸压力箱涵段基坑深度为 7.35m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段岸上侧采用双排咬合式灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.0m，桩底高程-18.0m，嵌固深度 13.45m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高

程为 2.80m。临河侧采用单排 C30 钢筋砼咬合式灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.00m，桩底高程-18.0m，嵌固深度 13.45m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 2.80m。由于本次右岸外江侧围堰为钢板桩+砂包填筑型式，临河侧填土至现状地面高程，填土宽度约 10~15m，钻孔顶部至 2.80m 高程土层参数采用杂填土土层参数进行计算。本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK17、ZK06，各土层  $c_i$ 、 $\phi_i$  采用固结快剪指标，岸上基坑顶部考虑 10kPa 的地面均布荷载，临河基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

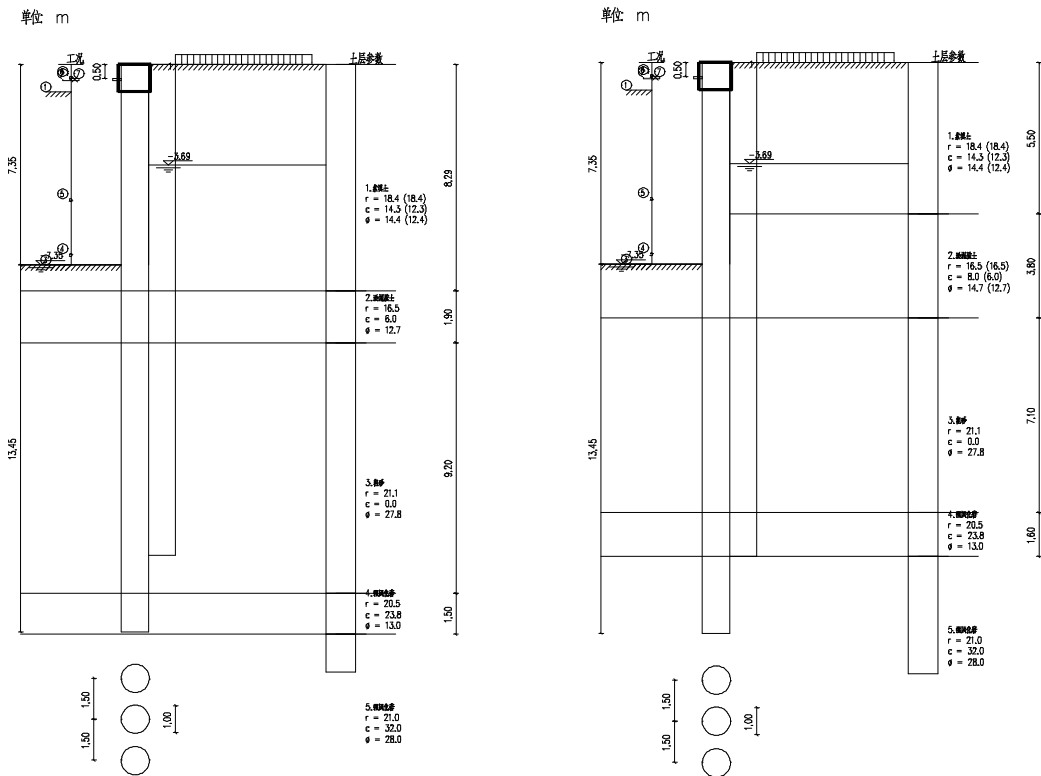


图5-15 右岸压力箱涵岸上侧计算简图 右岸压力箱涵临河侧计算简图

表5-50 计算土层参数表 (钻孔 ZK06)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	8.29	18.4	8.4	14.30	14.40	14.30	14.40	10.0
2	淤泥质土	1.90	16.5	6.5	6.00	12.70	6.00	12.70	9.0
3	粗砾砂	9.20	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
4	全风化泥质砂岩	1.50	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
5	强风化泥质砂岩	4.50	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
6	弱风化泥质砂岩	4.50	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

表5-51 计算土层参数表（钻孔 ZK17）

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	5.50	18.4	8.4	14.30	14.40	14.30	14.40	10.0
2	淤泥质土	3.80	16.5	6.5	8.00	14.70	8.00	14.70	9.0
3	粗砾砂	7.10	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
4	全风化泥质砂岩	1.60	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
5	强风化泥质砂岩	6.00	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
6	弱风化泥质砂岩	4.50	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

表5-52 基坑参数及计算结果表（右岸压力箱涵段岸上侧支护）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	最大水平位移 (m)	0.01088
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	整体稳定安全系数	1.689
基坑深度 H (m)	7.35	抗倾覆安全系数	1.699
嵌固深度 (m)	13.45	抗隆起安全系数	2.691
桩顶高程 (m)	2.00	基坑内侧土反力 (kN)	3646.117
桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	11838.299

表5-53 基坑参数及计算结果表（右岸压力箱涵段临水侧支护）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	最大水平位移 (m)	0.00926
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	整体稳定安全系数	3.542
基坑深度 H (m)	7.35	抗倾覆安全系数	1.889
嵌固深度 (m)	13.45	抗隆起安全系数	11.705
桩顶高程 (m)	2.00	基坑内侧土反力 (kN)	3156.686
桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	13222.77

根据计算结果，最大水平位移小于 0.002H，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.6 右岸压力箱涵段（现状水闸位置）基坑支护结构计算

右岸压力箱涵段基坑深度为 7.35m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段岸上侧采用双排咬合式灌注桩作为临时支护结构，桩径 0.8m，灌注桩桩顶高程为 2.0m，桩底高程-18.0m，嵌固深度 13.45m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 2.80m。该段计算考虑自现状水闸底板以上支护部分临空，土层参数设置为 0，未考虑现状水闸对支护桩的作用。其中对撑与基坑对岸位置相同，利用理正计算简化模型中直接加撑，未做其他处理。本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK06，各土



层  $c_i$ 、 $\phi_i$  采用固结快剪指标，基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

表5-54 计算土层参数表（钻孔 ZK06）

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	5.00	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
2	素填土	3.29	18.4	8.4	14.30	14.40	14.30	14.40	10.0
3	淤泥质土	1.90	16.5	6.5	6.00	12.70	6.00	12.70	9.0
4	粗砾砂	9.20	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
5	全风化泥质砂岩	1.50	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
6	强风化泥质砂岩	4.50	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
7	弱风化泥质砂岩	4.50	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

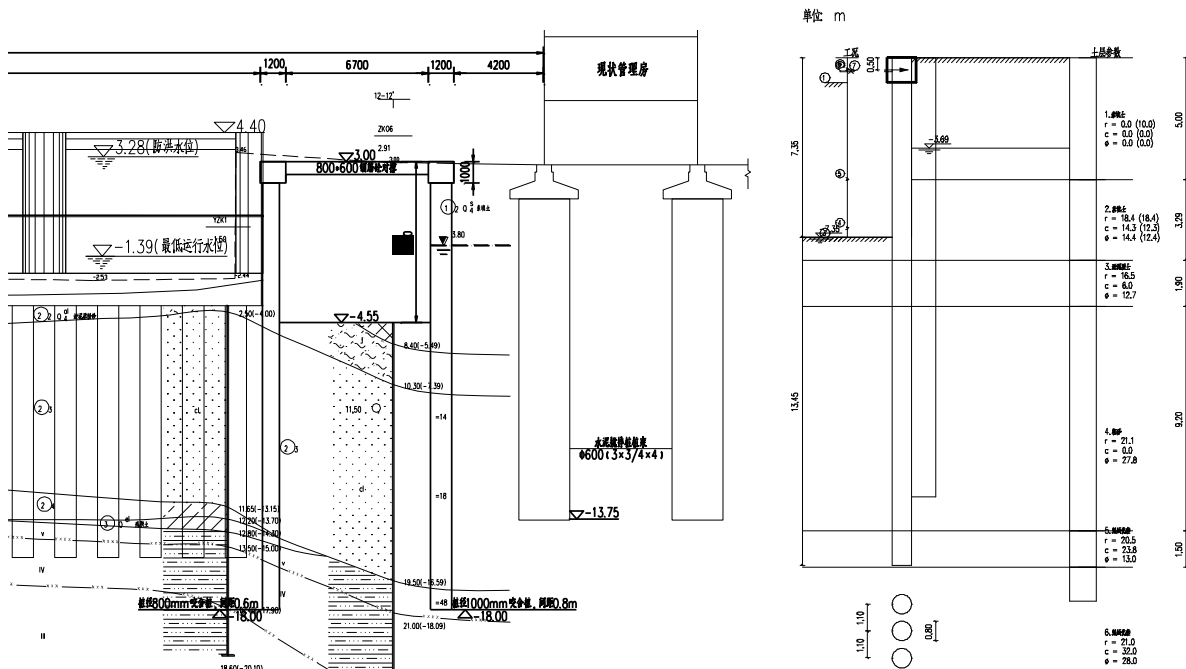


图5-16 右岸现状水闸段支护剖面图

表5-55 基坑参数及计算结果表

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	最大水平位移 (m)	0.0055
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.1	整体稳定安全系数	2.099
基坑深度 H (m)	7.35	抗倾覆安全系数	2.684
嵌固深度 (m)	13.45	抗隆起安全系数	3.415
桩顶高程 (m)	2.00	基坑内侧土反力 (kN)	1961.061
桩间距 (m)	0.8	被动土压力 (kN)	5348.472

根据计算结果，最大水平位移小于 0.002H，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.6.11.2.7 右岸出口段基坑支护结构计算

右岸出口段基坑深度为 7.35m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段岸上侧采用双排咬合式灌注桩结合 0.2m 厚挂板作为永久支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.0m，桩底高程-20.0m，嵌固深度 15.45m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 2.8m。基坑支护桩首排为咬合式灌注桩，其中钢筋砼灌注桩桩间距为 1.5m，素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，第二排钢筋砼灌注桩桩间距为 3.0m。

本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK08，各土层  $c_i$ 、 $\phi_i$  采用固结快剪指标，基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

表5-56 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	素填土	3.90	18.4	8.4	14.30	14.40	14.30	14.40	10.0
2	淤泥质砂	3.50	16.5	6.5	8.80	5.80	8.80	5.80	8.0
3	粗砾砂	9.00	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
4	全风化泥质砂岩	4.30	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
5	强风化泥质砂岩	5.50	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
6	弱风化泥质砂岩	3.60	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

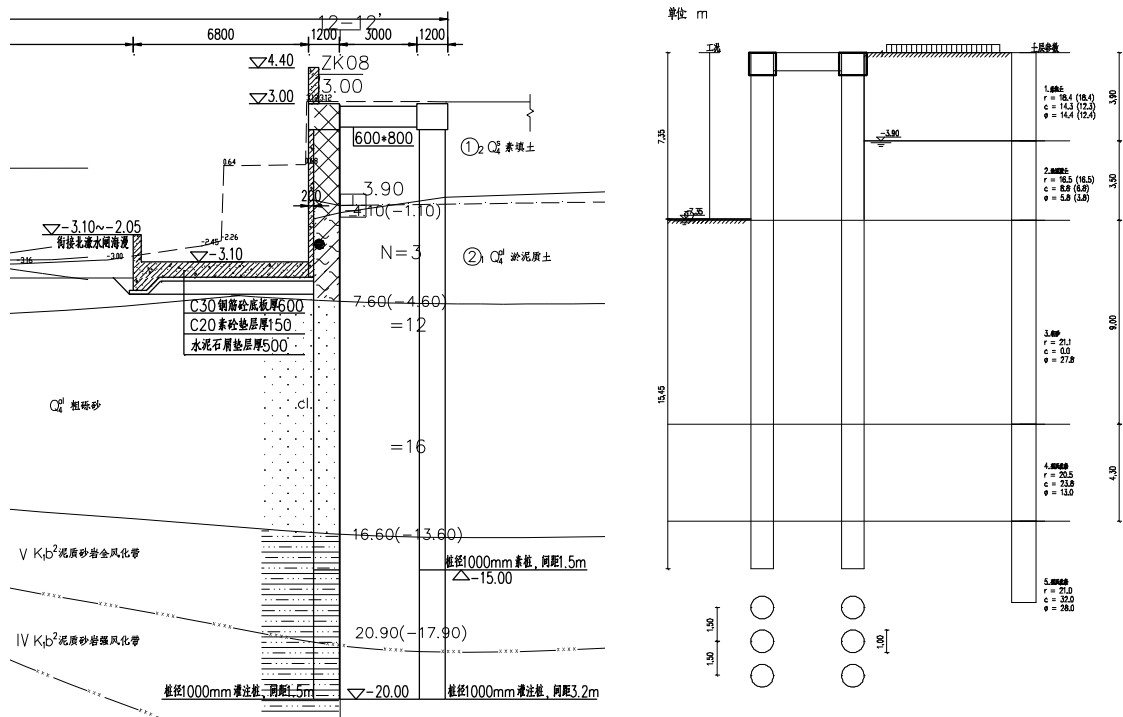


图5-17 右岸出口段结构剖面图及计算简图

表5-57 基坑参数及计算结果表（右岸出口段）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	第二排桩间距 (m)	3.00
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	最大水平位移 (m)	0.00533
基坑深度 H (m)	7.35	整体稳定安全系数	4.039
嵌固深度 (m)	15.45	抗倾覆安全系数	1.319
桩顶高程 (m)	2.00	抗隆起安全系数	12.137
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	3691.917
首排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	8192.393

根据计算结果，最大水平位移小于 0.002H，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.6.11.2.8 左岸进水池段 1 支护结构计算

左岸进口段基坑深度为 7.35m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段岸上侧采用双排咬合式灌注桩结合 0.2m 厚挂板作为永久支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.2m，桩底高程-24.0m，嵌固深度 19.65m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。基坑支护桩首排为咬合式灌注桩，其中钢筋砼灌注桩桩间距为 1.5m，素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m，第二排钢筋砼灌注桩桩间距为 3.0m。本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK20，各土层  $c_i$ 、 $\varphi_i$  采用固结快剪指标，基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

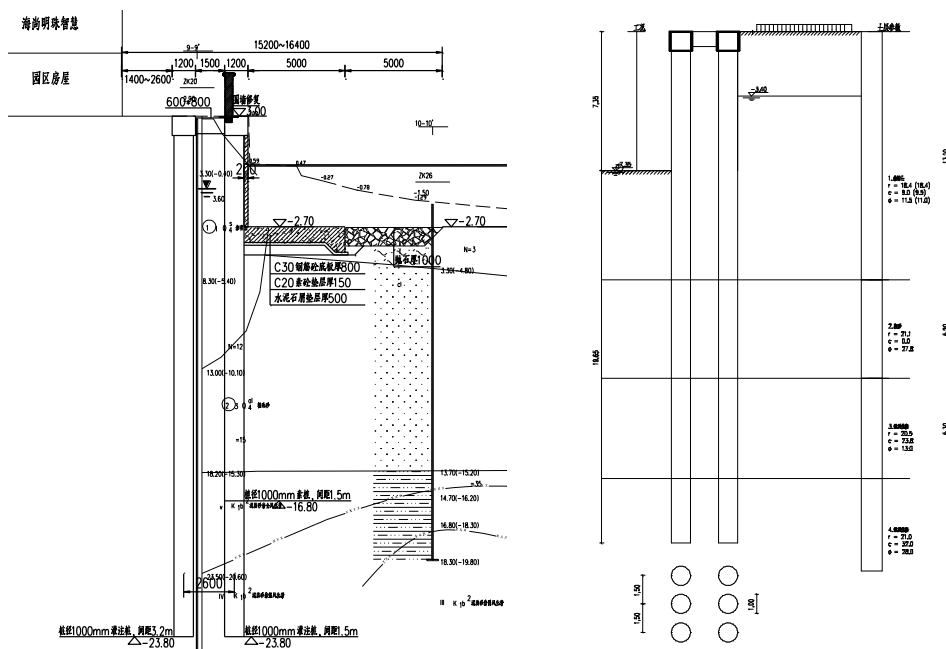


图5-18 左岸进水池段 1 结构剖面图及计算简图

表5-58 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	13.1	18.4	8.4	9.00	11.50	9.00	11.50	13.0
2	粗砾砂	5.20	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
3	全风化泥质砂岩	5.30	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
4	强风化泥质砂岩	6.50	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
5	弱风化泥质砂岩	5.40	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

表5-59 基坑参数及计算结果表（左岸进水池段1）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	第二排桩间距 (m)	3.0
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	超载计算值(kPa kN/m)	20
基坑深度 H (m)	7.37	最大水平位移 (m)	0.00891
嵌固深度 (m)	19.65	整体稳定安全系数	4.621
桩顶高程 (m)	2.2	抗倾覆安全系数	1.268
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	12.377
排桩间距 (m)	2.5	基坑内侧土反力 (kN)	6184.679
首排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	12551.572

根据计算结果，最大水平位移小于 0.002H，整体稳定安全系数大于 1.35，抗倾覆安全系数大于 1.25，抗隆起安全系数大于 1.80，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.9 左岸进水池段 2 支护结构计算

左岸进水池段 2 基坑深度为 7.15m~11.10m，基坑属于危大工程，本次计算岸上侧对基坑最深处 11.10m 进行复核，临河对基坑最深处 8.1m 进行复核。该段岸上侧采用双排咬合式灌注桩结合 0.2m 厚挂板作为永久支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.2m，桩底高程-28.8m，嵌固深度 20.7m；灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。临河侧采用单排咬合式灌注桩结合 0.2m 厚挂板作为永久支护结构，灌注桩桩顶高程为 -1.7m，桩底高程-18.8m，嵌固深度 10.7m；灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为-1.70m。

本次计算采用理正基坑计算软件，规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK21、ZK27，各土层  $c_i$ 、 $\varphi_i$  采用固结快剪指标，基坑顶部考虑 10kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表，计算简图如下图所示。

表5-60 计算土层参数表 (钻孔 ZK27)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	12.18	18.4	8.4	9.50	11.00	9.50	11.00	13.0
2	粗砾砂	5.60	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
3	全风化泥质砂岩	5.50	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
4	强风化泥质砂岩	6.50	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
5	弱风化泥质砂岩	5.40	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

表5-61 计算土层参数表 (钻孔 ZK21)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	2.65	18.4	8.4	9.50	11.00	9.50	11.00	13.0
2	粗砾砂	5.40	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
3	粉质粘土	2.90	20.5	10.5	26.90	16.60	26.90	16.60	14.0
4	粗砾砂	2.70	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21.0
5	全风化泥质砂岩	2.40	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
6	强风化泥质砂岩	2.50	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
7	弱风化泥质砂岩	6.90	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

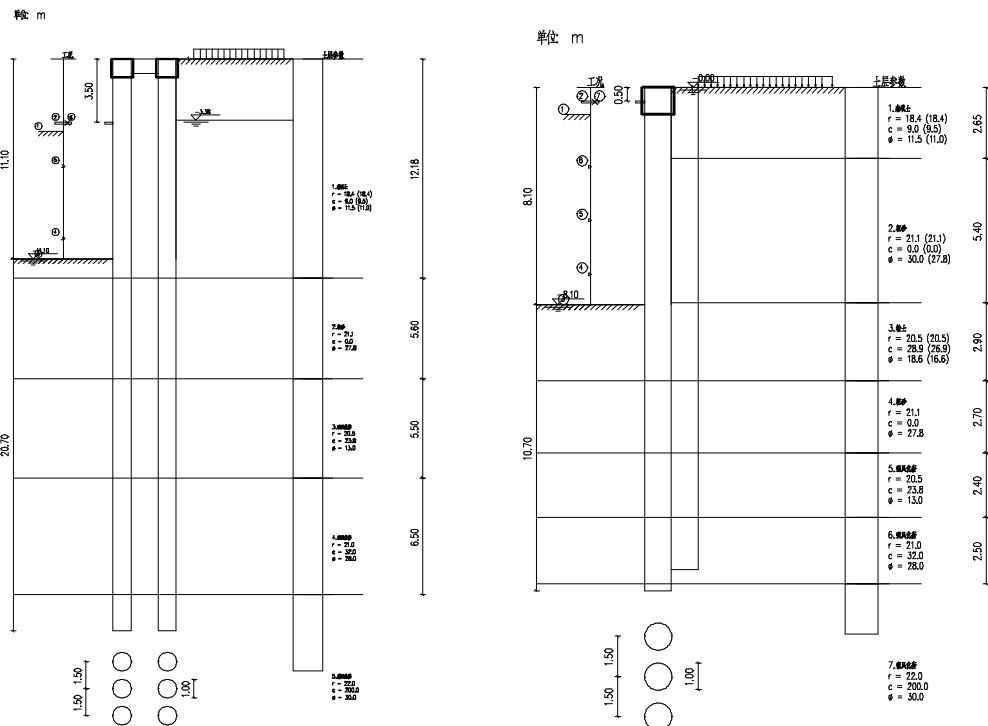


图5-19 左岸进水池段 2 岸上侧计算简图 左岸进水池段 2 临水侧计算简图  
表5-62 基坑参数及计算结果表 (左岸进水池段 2 岸上侧支护)

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	第二排桩间距 (m)	3.0
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	超载计算值(kPa kN/m)	20
基坑深度 H (m)	11.10	最大水平位移 (m)	0.01304

项目	参数	项目	参数
嵌固深度 (m)	20.70	整体稳定安全系数	5.47
桩顶高程 (m)	2.2	抗倾覆安全系数	1.333
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	21.763
排桩间距 (m)	2.5	基坑内侧土反力 (kN)	7451.562
首排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	28007.828

表5-63 基坑参数及计算结果表 (左岸进水池段 2 临水侧支护)

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	超载计算值(kPa kN/m)	20
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	最大水平位移 (m)	0.00566
基坑深度 H (m)	8.1	整体稳定安全系数	3.309
嵌固深度 (m)	10.7	抗倾覆安全系数	2.294
桩顶高程 (m)	-1.7	抗隆起安全系数	11.326
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	2073.867
排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	8075.665

根据上述计算结果,最大水平位移小于  $0.002H$ ,整体稳定安全系数大于 1.35,抗倾覆安全系数大于 1.25,抗隆起安全系数大于 1.80,土反力满足要求,基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.10 左岸主泵室段支护结构计算

左岸主泵室段基坑深度为 12.45m,基坑属于危大工程,本次计算对该段基坑进行复核。该段岸上侧采用单排咬合式灌注桩作为临时支护结构,灌注桩桩顶高程为 2.7m,桩底高程-23.3m,嵌固深度 14.35m;灌注桩桩顶设置冠梁,冠梁高度为 1m,冠梁顶高程为 3.5m。临河侧采用单排咬合式灌注桩作为临时支护结构,灌注桩桩顶高程为 2.7m,桩底高程-23.3m,嵌固深度 14.35m;灌注桩桩顶设置冠梁,冠梁高度为 1m,冠梁顶高程为 3.5m。该段计算考虑自现状水闸底板以上支护部分临空,土层参数设置为 0,未考虑现状水闸对支护桩的作用。其中对撑与基坑对岸位置相同,利用理正计算简化模型中直接加撑,未做其他处理。

本次计算采用理正基坑计算软件,规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK22、ZK28,各土层  $c_i$ 、 $\varphi_i$  采用固结快剪指标,基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表,计算简图如下图所示。

表5-64 计算土层参数表 (钻孔 ZK28)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	3.63	18.4	8.4	9.00	11.50	9.50	11.00	13.0
2	淤泥质土	6.30	16.5	6.5	8.00	14.70	6.00	12.70	9.0
3	粗砾砂	7.00	21.1	11.1	0.00	30.00	0.00	27.80	21.0
4	全风化泥质砂岩	8.70	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
5	强风化泥质砂岩	4.30	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0
6	弱风化泥质砂岩	5.40	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120.0

表5-65 计算土层参数表 (钻孔 ZK22)

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	5.50	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
2	淤泥质土	1.50	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1
3	粗砾砂	10.5	20.0	10.0	0.01	0.01	0.00	27.80	21.0
4	全风化泥质砂岩	8.30	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40.0
5	强风化泥质砂岩	4.70	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80.0

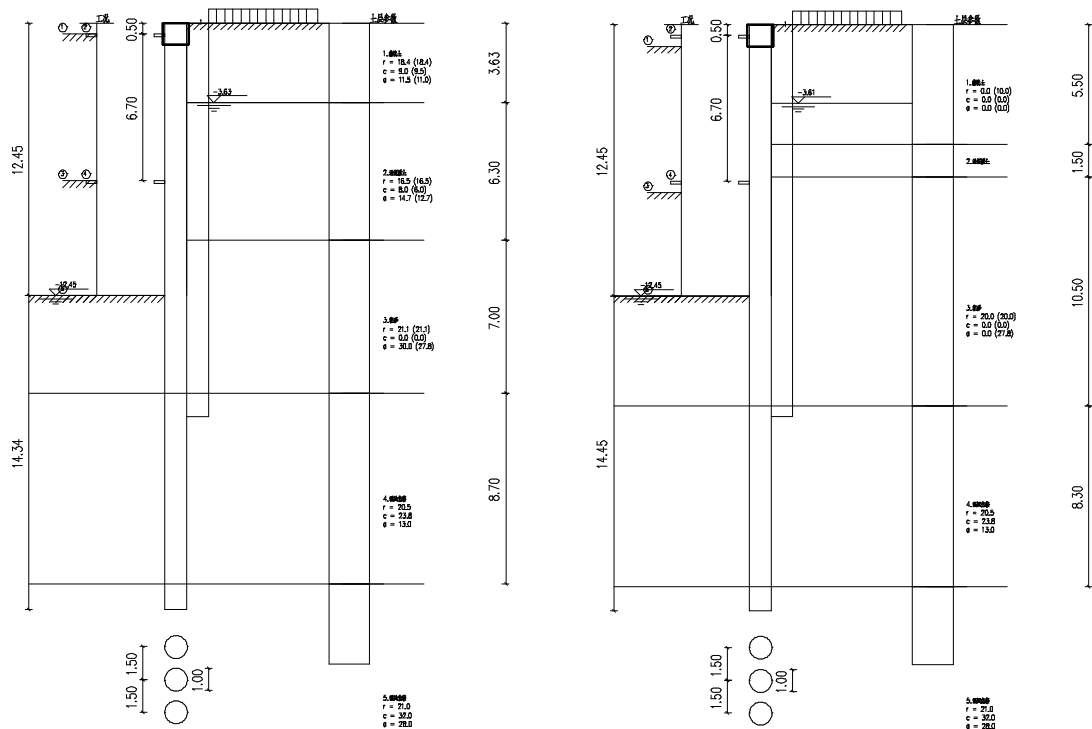


图5-20 左岸主泵室段岸上侧计算简图 左岸主泵室段临水侧计算简图

表5-66 基坑参数及计算结果表 (左岸主泵室段岸上侧支护)

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	超载计算值(kPa kN/m)	20
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	最大水平位移 (m)	0.01354
基坑深度 H (m)	12.45	整体稳定安全系数	2.225
嵌固深度 (m)	14.35	抗倾覆安全系数	1.432

项目	参数	项目	参数
桩顶高程 (m)	2.7	抗隆起安全系数	9.816
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	5896.739
排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	20542.049

表5-67 基坑参数及计算结果表 (左岸主泵室段临水侧支护)

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	一级	超载计算值(kPa kN/m)	20
基坑侧壁重要性系数 $\gamma_0$	1.10	最大水平位移 (m)	0.00787
基坑深度 H (m)	12.45	整体稳定安全系数	3.197
嵌固深度 (m)	14.35	抗倾覆安全系数	1.936
桩顶高程 (m)	2.7	抗隆起安全系数	11.567
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	4372.343
排桩间距 (m)	1.5	被动土压力 (kN)	11951.668

根据计算结果,最大水平位移小于  $0.002H$ ,整体稳定安全系数大于 1.35,抗倾覆安全系数大于 1.25,抗隆起安全系数大于 1.80,土反力满足要求,基坑满足设计安全要求。

#### 5.6.11.2.11 左岸出水段支护结构计算

左岸出水段基坑深度为 4.55~8.35m,基坑属于危大工程,本次计算对该段基坑进行复核。该段采用单排咬合式灌注桩作为临时支护结构,灌注桩桩顶高程为-0.8m,桩底高程-17.8m,嵌固深度 9.45m。灌注桩桩顶设置冠梁,冠梁高度为 1m,冠梁顶高程为 0.0m。其中钢筋砼灌注桩桩间距为 1.5m,素混凝土灌注桩桩间距为 1.5m。本次计算采用理正基坑计算软件,规范采用《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)。

计算中各土层除填土及砂土外均按水土合算。本段基坑支护参考钻孔 ZK24。各土层  $c_i$ 、 $\phi_i$  采用固结快剪指标,基坑顶部考虑 20kPa 的地面均布荷载。参数选取见下表,计算简图如下图所示。

表5-68 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	浮重度 (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力 (kPa)	内摩擦角(度)	水下黏聚力 (kPa)	水下内摩擦角(度)	与锚擦阻力固体摩 (kPa)
1	杂填土	2.95	18.4	8.4	9.50	11.00	9.50	11.00	13
2	淤泥质砂	1.90	16.5	6.5	6.00	12.70	6.00	12.70	9
3	粗砾砂	7.70	21.1	11.1	0.00	27.80	0.00	27.80	21
4	全风化泥质砂岩	2.60	20.5	10.5	23.80	13.00	23.80	13.00	40
5	强风化泥质砂岩	1.10	21.0	11.0	32.00	28.00	32.00	28.00	80
6	弱风化泥质砂岩	5.10	22.0	12.0	200.00	30.00	200.00	30.00	120





统进、出水流道和上、下游水流衔接位置建筑物布置形式和体型尺寸，为工程设计和运行提供科学依据。

(1) 通过建立泵站水工 ( $\lambda_L=1:20$ ) 正态物理模型，验证和分析了新建北濠涌排涝泵站设计方案进、出水建筑物各段体型和布置的合理性，在调整泵站进、出水口近区体型布置及开挖河道地形的基础上，优化了泵站进、出水建筑物的入流（泄流）流态、流速分布、沿程水头损失及消能防冲等水力特性，结合泵站调度运行控制条件，提出的泵站推荐方案布置改善了两岸排涝泵（左 1#、右 2#和右 3#）的进、出水流条件，妥善解决了两岸出口下游消能防冲问题，试验成果可为工程设计和运行管理提供参考。

(2) 通过建立河涌水工 ( $\lambda_L=1:40$ ) 正态物理模型，测试和分析了北濠涌新建泵站上游 2km 河段河涌的过流能力、沿程水面线、泄流流态与流速分布，比较分析了北濠水闸及新建泵站的过流能力以及南洲路桥卡点位置的整治措施，试验表明新建泵站在不同工况组合运行条件下，泵站上游 2km 河段内河涌水流衔接较平顺、泄流流态较好，其河涌泄流能力满足工程设计要求，针对现有南洲路桥卡点位置提出结合调度运行方式加以解决的方案，试验成果可为工程设计提供参考。

### 5.7.2 结论及建议

(1) 与设计方案相比，推荐方案优化了左右两岸排涝泵的进、出水口段体型布置后，进、出水口段入流（泄流）流态较好，以侧向进水为主的进水方式合适，推荐方案体型与布置合理。

(2) 推荐方案将左岸 1#排涝泵拦沙坎坎顶高程由-2.2m 抬高至-1.7m 后，于拦沙坎顶增设拦漂排 3 孔闸，可有效拦截泥沙、漂浮物进入进水渠，改善左岸进水渠入流流态、使得入流更均匀。

(3) 推荐方案将泵站右岸布置整体下移 10.7m，以沥滘中路桥下游开挖线与右岸边墙夹角呈  $35^\circ$  适当开挖河道地形，同时于右岸 2#、3#排涝泵拦沙坎坎顶增设拦漂排 3 孔闸后，可明显改善右岸进水渠内入流流态、入流更均匀平顺，也可有效拦截泥沙、漂浮物进入进水渠。

(4) 左右岸排涝泵进水口拦污栅后设置 1 根防涡梁后，有效削弱了进水口水面产生的漩涡强度，可确保泵站进水口安全运行。

(5) 左岸排涝泵出口下游河道地形开挖后, 泵站出口段消能效果较好, 出口出流顺畅; 右岸排涝泵出口下游河道地形开挖后, 泵站出口段消能效果较好, 出口出流顺畅, 对右岸坡脚适当防护后可确保工程运行安全。

(6) 新建排涝泵站对现状闸排影响较小。单独闸排和单独泵排条件下, 当涌内来流量相同、闸前水位相同或南洲路桥上游水位相同时, 涌内沿程水位变化规律相同, 仅工程河段内河涌水位略微不同。

(7) 水工模型试验验证和提出的泵站调度运行方式为: 当内涌水位  $Z < -0.50\text{m}$  时, 开启 1 台泵 ( $Q=20\text{m}^3/\text{s}$ ) 运行; 内涌水位  $-0.50\text{m} < Z < -0.30\text{m}$  时, 开启 2 台泵 ( $Q=40\text{m}^3/\text{s}$ ) 运行; 内涌水位  $Z \geq -0.30\text{m}$  时, 开启 3 台泵 ( $Q=60\text{m}^3/\text{s}$ ) 运行。

(7) 水工模型试验推荐的左、右岸拦沙坎顶分别设置拦漂排闸的 3 孔方案, 可有效阻拦涌内漂浮物进入进水渠, 建议工程设计采用。

(8) 本项目水工模型试验提出的泵站推荐方案和调度运行管理方式, 可供工程设计参考; 工程建成实际运行中, 应密切监视内涌和外江水位的变化, 根据实际情况合理调度泵站抽排水, 进一步完善适合本泵站使用的调度管理措施。

本阶段根据物模试验结论及建议对泵站整体布置及结构设计进行了相应优化调整。

## 5.8 管线迁改设计

根据最新物探成果, 工程范围内存在以下类型管线: ①电力管线 (供电、路灯); ②通信 (移动、联通、电力通信、公安监控、合建); ③给水管线; ④排水管线 (雨水、污水)。施工期间对低压电缆、移动光纤等拟进行临时保护, 工程完建后永久迁至现状路面下敷设, 或避让泵站结构进行就近迁改。

本阶段通过进一步现场踏勘及周边工程资料收集整理, 发现泵站进水池段现状敷设直径  $D2000$  的污水钢管, 存在右岸泵站进水口段与现状污水检查井进人筒冲突的情况, 考虑污水管迁改接驳存在施工方案、外部天气条件限制, 影响污水管正常运行的风险, 本次调整进水口结构规避污水主管检查井。

沥滘路沿桥架空敷设有  $10\text{kV}$  高压电缆, 位于主体结构施工范围内, 需进行迁改。

相关管线迁改实施由管线权属部门编制专项迁改方案实施, 管线迁改后再对工程建设场地进行开挖。管线保护施工应注意如下事项:

1、管槽开挖前，应向有关单位和其管理部门提出管线临时保护的书面申请，办妥相关手续，管线保护方案需得到有关单位和其管理部门同意后方可实施。应邀请有关单位和其管理部门对需要保护的管线进行相关交底，取得管线的详细情况和相关单位对管线制定的保护措施，并向各级施工人员进行安全交底，建立责任制，明确各级人员责任。

2、施工前必须进行周密细致的施工组织设计，在需要保护的地下管线处做出明显标志，标明每一处沿线下方的埋地设施名称，属性、材质、特征、断面尺寸和埋深，并设置必要的管线安全警戒线、安全标志牌、警示牌。

3、施工中如遇实际情况与设计图纸不符合时，应及时通知设计、监理、业主单位及管线单位共同协商处理，在未做出统一结论前，不得擅自处理或继续施工。如有必要，在管槽开挖前对地下管线需重新进行探测，以充分了解、复核各管线特性，确保施工过程中各类管线的安全。

4、管槽开挖到需保护的管线附近时，必须采用人工开挖方式进行施工，严禁超挖，严格按照批准的管线保护方案进行实施。管线保护措施实施后，经相关部门检验合格后，方可进行管槽其它土方开挖。

5、应组织建设单位、各管线管理单位和施工单位的有关人员定期检查管线保护措施的落实情况及保护措施的可靠性。各工种施工人员必须严格遵照安全操作规程的有关规定实施作业，严禁违章操作、违章施工。

6、对管槽内裸露管线加强位移监测，进行沉降和水平位移观测，定期向建设单位和有关管线管理单位提供沉降观测资料。当管线位移超出允许值时立即进行加固处理。

## 5.9 工程安全监测

### 5.9.1 安全监测设计原则

从大量泵站的运行实践可以看出，泵站的破坏主要是由于软基的不均匀沉陷和底板扬压力过大造成的。按照《泵站设计标准》（GB50265-2022）的要求，结合本工程的实际情况，特提出如下设计原则：

（1）监测项目的选择应全面反映工程实际情况，力求少而精，突出重点，兼顾全局。本工程以渗流监测和变形监测为主，渗流主要监测泵站底板扬压力分布以及泵室与堤防结合部的渗透压力为主，变形主要以沉陷监测为主。

(2) 所选择的监测设备应结构简单，精密可靠，长期稳定性好，易于安装埋设，维修方便，具有大量的工程实践考验。

### 5.9.2 监测项目及测点布置

根据《水利水电工程安全监测设计规范》(SL725-2016)，水闸、泵站工程安全监测包括常规监测和专项监测，常规监测包括变形监测、渗流监测、应力应变及温度监测、巡视检查专项监测包括变形监测网、水力学监测、强震监测和环境量监测等。结合本工程的实际情况，项目布设有渗流监测、变形监测和上下游水位监测（流量）等，现将测点布置情况分述如下：

#### (1) 渗流监测

为监测泵站底板扬压力分布情况，分别沿泵站进水池、出水池中心线布设 12 支渗压计。为了对上述监测项目实现自动化观测，仪器电缆均引向位于安装检修间的集线箱。

#### (2) 变形监测

对泵站等引水工程来说，泵室的不均匀沉陷量过大，会造成泵墩倾斜影响泵站正常运行的后果。为监测泵室的不均匀沉陷，在泵室的四周各布设一个沉陷标点。

(3) 沉降、位移观测：在建筑物上埋设沉降位移标点，用仪器观测，合计布置 15 个自制不锈钢标心（或 B-2 水准标心）。

#### (4) 上下游水位监测

在泵站进出口连接段相对平顺的部位各布置一支水位计，以监测泵站的上下游水位。

#### (5) 气温监测

在泵站附近布置一支温度计，一方面对仪器的温度参数进行修正，另一方面监测温度变化对泵站的影响。

本次泵站永久观测设备型号及数量统计分列如下表。

**表5-70 永久观测设施统计表**

序号	名称	单位	数量	备注
1	水准工作基点	组	1	不锈钢标心
2	位移、沉降观测点	个	44	自制不锈钢标心或 B-2 水准标心
3	水位尺	根	4	搪瓷水尺，每把 7m
4	自动水位计	套	4	采用电测计观测
5	渗压计	个	33	
6	土压计	个	7	监测混凝土温度

序号	名称	单位	数量	备注
7	电缆	米	200	配套电缆
8	监测设施终端设备	套	1	

### 5.9.3 监测设备选型

目前，应用于水利水电工程安全监测的设备类型很多，如振弦式、差动电阻式、电容式、压阻式等。除振弦式仪器外，其它仪器均存在长期稳定性差、对电缆要求苛刻、传感器本身信号弱、受外界干扰大的缺点。

振弦式仪器是测量频率信号，具有信号传输距离长（可以达到2~3千米），长期稳定性好，对电缆绝缘度要求低，便于实现自动化等优点，并且每支仪器都可以自带温度传感器测量温度，同时，每支传感器均带有雷击保护装置，防止雷击对仪器造成损坏。

根据安全监测设计原则以及各种类型仪器的优缺点，本工程中应用的渗压计采用振弦式。

### 5.9.4 监测自动化设计

本工程监测全部实现监测自动化。监测自动化系统是由数据自动采集系统和监测信息管理与分析系统两部分组成。数据自动采集系统主要是把分布在泵内的各类监测仪器的监测数据按照事先给定的时间间隔准确无误地采集到指定的位置，并按照一定的格式存储起来。监测信息管理与分析系统主要是对自动采集系统和人工采集来的监测数据实时进行管理、分析、处理，实时掌握工程的运行状况，为及时、准确判断工程的安全状况提供可靠的依据。

本工程的每个泵室放置一台数据自动采集装置，通过工程的通讯系统将数据按照事先规定的频次传送到管理站。

### 5.9.5 监测频次要求

开挖深度小于等于基坑深度的三分之一时，监测频率为三天一次；开挖深度大于基坑深度的三分之一，小于等于基坑深度的三分之二时，监测频率为两天一次；开挖深度大于基坑深度的三分之二，小于等于基坑深度时，监测频率为一天一次。底板浇筑后时间小于等于7天时，监测频率为两天一次；大于7天小于等于14时，监测频率为三天一次；监测频率为两天一次；大于14天小于等于28时，监测频率为七天一次；监测频率为两天一次；大于28时，监测频率为十天一次。

## 5.10 建筑环境与景观

### 5.10.1 建筑设计

#### 5.10.1.1 设计依据

- (1) 《水闸设计规范》(SL 265-2016)；
- (2) 《泵站设计标准》(GB50265-2022)；
- (3) 《民用建筑设计统一标准》(GB50352-2019)
- (4) 《民用建筑通用规范》(GB55031-2022)
- (5) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)
- (6) 《建筑防火通用规范》(GB55037-2022)
- (7) 《建筑环境通用规范》(GB55016-2021)
- (8) 有关国家规范及相关法律、法规

#### 5.10.1.2 设计思路

- (1) 总体布置融入生态景观

本次建筑设计侧重于将总体布置融入生态景观。本次工程所处地理位置岭南气候炎热，风雨常至，通风与阴凉的要求是岭南建筑的共同特点。本次建筑设计总体思路其一是依据自然条件（包括地理条件和气候特点等），体现出防潮、防晒、防火，通风性能良好等功能特点；其二是大量吸取西方建筑精髓，体现了兼容并蓄的风格。在尊重区域水系和周围地形的基础上，融入岭南水乡特色，营造景观水系。总体设计方案遵循了因地制宜，尊重自然，保护环境，充分利用现有地形地貌的原则，创建了人与水、人与自然、工程与自然、工程与生物天人合。

- (2) 结合现状泵房统筹设计

本次建筑设计考虑现状闸泵厂房为单独建筑物，不利于设备的统一管理与维护，为了给泵站的日常管理提供相应的设备用房及管理用房，本工程设置设备房一座，同时新建管理区将现状泵房也纳入管理范围，统一调度和管理泵站的日常运转及相关防汛调控。

#### 5.10.1.3 设计原则

- (1) 满足防洪排涝安全；
- (2) 与城市规划相协调；

(3) 生态优先，水利工程与生态、景观有机结合。

建筑设计首先考虑满足泵站使用功能的要求，并为使用者提供一个实用、方便、舒适的办公和休息空间，在解决使用功能和通风、隔热、防风、防雨、防潮等方面，同时，在建筑外型和管理区场地景观设计上考虑与周边环境及水闸泵站主体建筑相融合，管理建筑在外型设计上力求简洁、优雅，立面富有层次感。

#### 5.10.1.4 设计概况

本工程对北濠涌增加泵站的建设，保留原水闸水工建筑物及其功能。现状水闸管理房电力功能空间无法满足新增的水泵及事故闸门所需电力，需增设1座配电房含高压室、高压无功补偿室。现状水闸液压设备室机组数量，仅满足院水闸闸门的开闭要求，无法满足新增的水泵的事故闸门开闭的需求，需增设1座液压设备室。

因避让水域范围线、海尚明珠智慧园用地红线、海珠湾艺术园区用地红线与消防退让距离和管理区检修道路，新建管理区内可以新增房屋建筑的场地仅有右岸泵室上方，根据水工泵室结构，无法满足新增配电房与液压设备室合并放置。原水闸管理房部分辅助性功能房（餐厅、办公室、值班室）存在长时间空置，综合考虑设计为原有餐厅改造设计为新增液压设备室。

#### 5.10.1.5 建筑设计构思与方案比选

结合现场实际情况，考虑本次新增设备房可放置位置有两处：

(1) 右岸泵室上方；

(2) 调整原水闸管理房配电房布局，将水闸、泵站高压室合并为一个房间，高压无功补偿室放置在二楼。管理区内新建2处巡检房，分别位于左右岸泵室上方，同时设置巡检通风口。新建巡检房为单层建筑物，建筑高度不超过5m。场地现状周边主要房屋建筑为海珠湾艺术园区与海尚明珠智慧园的产业园建筑，以红砖墙面坡屋顶、白墙平屋顶建筑为主。新建巡检房采用屋面采用双坡，立面设计将采用红砖墙，同时利用黑色窗框与米白色窗套对立面的门窗进行凸显，与周边产业园风格呼应。

##### 5.10.1.5.1 方案一——新增设备房布置于右岸泵室上方

北濠泵站新增设备房拟布置在新建右岸泵室上方，减少管理区内电缆、油管等管线迁移工作。



### 5.10.1.5.2 方案二——新增设备房利用原水闸管理楼房间进行改造

北濠泵站新增设备房拟利用原来水闸管理房的空间进行重新隔断改造布置，一层改造为：①现有高压及变压器室和低压室合并为高压室，布置高压开关柜及直流屏；②现有发电机室中间隔开，改造为变压器室和低压室，分别布置变压器和低压柜；③现有液压设备室改造为高压启动室，布置高压软启动柜；④现有值班办公室改造为发电机室，布置柴油发电机；⑤现有食堂和厨房合并为液压设备室，布置液压油泵及控制设备。节省用地的同时方便管养单位使用。二层改造为：①现有两间办公室合并为高压无功补偿室，布置高压无功补偿柜。

综合两个方案，方案二既能满足新建泵站所需用电需求，又节省用地的同时方便管养单位使用，故推荐方案二。

**表5-71 新建管理房面积指标表**

类别	名称	面积 (m <sup>2</sup> )
新建建筑面积	1#巡检房 (左岸)	16.8
	2#巡检房 (右岸)	17.68
	巡检通风口	2.25
	玻璃花架	124.63
改造建筑面积	水闸管理房改造	779.04

## 5.10.2 景观设计

### 5.10.2.1 功能定位

建设集防洪排涝、滨水景观、文化旅游、休闲娱乐于一体的“智慧水城、生态水城”。

智慧水城——是城市高端产业及人才的集聚地；

生态水城——是城市绿地及水系系统的重要组成部分；

### 5.10.2.2 设计目标

本项目的景观效果秉承“碧水共天、临江而憩，城央新绿、焕勃生机”的设计主题，力求实现以下的设计目标：

- (1) 景观设计彰显海珠区的地域特色；
- (2) 利用自然素材创造环境标志物，提供不同的水岸活动体验；
- (3) 创造生动的亲水空间，强调海岸本身亲切的人性尺度；
- (4) 修复并延展水岸特色景观栽植，打造具有海珠区滨水特色的标志性建筑。

### 5.10.2.3 设计思路

本次景观设计侧重于将总体布置融入周边生态景观，在尊重区域水系和周围地形的基础上，融入岭南水乡特色，营造景观水系。总体设计方案遵循了因地制宜，尊重自然，保护环境，充分利用现有地形地貌的原则，创建了人与水、人与自然、工程与自然、工程与生物天人合一。

通过合理的、可持续性发展的土地开发策略提升河岸土地价值。使用本土出产的栽植、石材、木材等资源创造可持续性发展的滨水景观，栽植恢复水岸的天然生态环境，在水岸空间设立公共活动设施，包括文化、休闲、娱乐、商业以及教育设施。

#### 5.10.2.4 管理区园建效果

本次管理区设计根据场地的地形情况及使用功能要求，采用花岗岩石板铺地硬质铺装与绿地相结合的办法，周边设通透式铁艺围墙，堤顶设铁艺栏杆，使整个管理区形成封闭式管理。广场地面采用仿石透水砖铺装、停车场采用植草砖铺装，增强园区海绵城市建设。

#### 5.10.2.5 管理区海绵蓄滞空间设计

本次以绿色节能理念为主导进行园区景观设计，充分利用自然资源，结合园林景观中其他景观元素的运用，坚持因地制宜的设计原则，打造具有创造性、生态性小型生态圈。泵站管理区景观设计最大限度的考虑了泵站的防洪排涝功能与景观休闲融合的设计理念和设计节点措施。

管理区海绵蓄滞空间——雨水花园、下沉式绿地、树池。利用地形地势融入雨水花园、下沉式绿地等设计，采用卵石+耐湿带净化功能的植物，底下铺设雨水收集管，既形成精致的花镜植物效果，也有利于雨水的下渗和过滤，将地表径流导入园林内的水体，供给园林的水景和草坪灌溉用水；通过设置景观水体，利用天然雨水或回收的雨水进行常态补给，在不需排水处理的情况下，减少了对城市排水系统的负担。

下沉式树池带改变以往单个树坑的方式，把4~5个树坑连成一个树池带，以增大蓄水能力。将树池带整体下沉20cm，雨水可以广场排水坡度自然进入树池带，把管理区广场范围内的雨水进行收纳、下渗、存储管理区广场范围汇水。

#### 5.10.2.6 管理区绿化设计

##### (1) 植物配置原则

- ①对现有的植物群落尽量予以保护保留；

②绿化植被须与水土保持相结合，并注重其生态、景观效应；

③采用抗性好、低维护的植被，减少日后管理养护的费用。

④水际植物群落：根据水位的变化及水深情况，选择乡土植物形成水生—湿生—中生植物群落，让旧居城市远离自然的人们有机会欣赏到自然生态之美。同时随着水际植物群落的形成，生物多样性将不断提高，生态、亲水和美学效果将更加显著。

⑤适地适树原则：尽量选择易种易活、成长快、树型优美、遮荫效果好的乡土树种适当增加部分适应良好的引进树种。

### （2）植物选择

乔木：鸡蛋花；竹类：小琴丝竹；

地被：大叶油草、花叶良姜、紫花翠芦莉、肾蕨、蓝雪花、银线麦冬等。

### （3）绿化配置设计

本设计以生态学原理为指导，突出“人和自然共存”原则，强化色叶、芳香植物及河堤景观的营造，形成美丽的景观绿色空间，打造人与自然和谐共处的生态环境。

泵站内绿化设计采取有层次的种植，使景观在统一中求变化。设计使用原有树木回迁利用，营造林荫浪漫气氛，塑造天际线，凸现河道景观。

地被选用色彩丰富的绿化品种：花叶良姜、紫花翠芦莉、肾蕨、蓝雪花、银线麦冬、射干等，营造圆润的弧线型地被，显得活泼生动，搭配非洲茉莉灌木，形成生机勃勃的植物景观。设计的草本选用大叶油草，满铺在生态护坡，同时，沿泵站内栽植小琴丝竹遮挡高栏杆，进一步丰富泵站生态景色，提高河岸观赏价值。

## 5.11 泵站标准化

按照水利部《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》提出的要求，水管单位要从工程状况、安全管理、运行管护、管理保障和信息化建设等方面，实现水利工程全过程标准化管理。

（一）工程状况方面。工程现状达到设计标准，无安全隐患；主要建筑物和配套设施运行性态正常，运行参数满足现行规范要求；金属结构与机电设备运行正常、安全可靠；监测监控设施设置合理、完好有效，满足掌握工程安全状况需要；工程外观完好，管理范围环境整洁，标识标牌规范醒目。

（二）安全管理方面。工程按规定注册登记，信息完善准确、更新及时；按规定开

展安全鉴定，及时落实处理措施；工程管理与保护范围划定并公告，重要边界界桩齐全明显，无违章建筑和危害工程安全活动；安全管理责任制落实，岗位职责分工明确；防汛组织体系健全，应急预案完善可行，防汛物料管理规范，工程安全度汛措施落实。

（三）运行管护方面。工程巡视检查、监测监控、操作运用、维修养护和生物防治等管护工作制度齐全、行为规范、记录完整，关键制度、操作规程上墙明示；及时排查、治理工程隐患，实行台账闭环管理；调度运用规程和方案（计划）按程序报批并严格遵照实施。工程防洪、供水、灌溉等功能充分发挥，社会服务、生态环境作用明显。

（四）管理保障方面。管理体制顺畅，工程产权明晰，管理主体责任落实；人员经费、维修养护经费落实到位，使用管理规范；岗位设置合理，人员职责明确且具备履职能力；规章制度满足管理需要并不断完善，内容完整、要求明确、执行严格；办公场所设施设备完善，档案资料管理有序；精神文明和水文化建设同步推进。

（五）信息化建设方面。建立工程管理信息化平台，工程基础信息、监测监控信息、管理信息等数据完整、更新及时，与省、市（县）各级平台实现信息融合共享、互联互通；整合接入雨水情、安全监测监控等工程信息，实现在线监管和自动化控制，应用智能巡查设备，提升险情自动识别、评估、预警能力；网络安全与数据保护制度健全，防护措施完善。

本工程对照《广东省大中型灌排泵站标准化规范化管理实施细则》实施标准化。

（1）组织管理：按照“属地管理”的原则，本工程上级主管部门为海珠区水务局，日常管理机构为海珠区水务工程建设管理中心。该中心设置专职管理人员 2~3 人，确保工程的防汛安全；贯彻执行国家及省的有关水利、河道、堤防的法规；对其进行日常的运行、监测和维修养护。

（2）安全管理：本工程为扩建工程，原泵站已进行了安全鉴定，安全类别评定为二类；且本工程制定了严格详细的安全保障方案，确保项目运行过程中各个环节顺利实施，同时应做好应急预案，应对突发状况。

（3）运行管理：本工程已制定水闸、泵站运行调度及控制运用制度。

## 5.12 BIM 技术应用

### 5.12.1 开展 BIM 应用的必要性

(1) 开展 BIM 应用是响应国家方针政策的需要

建筑信息模型（BIM）技术作为服务于建筑全生命周期建设和管理的信息化技术，正在给建筑行业带来深刻变革，从国家到地方正在积极出台相关政策，推进 BIM 技术在规划、勘察、设计、施工和运营维护全过程的集成应用，促进建筑业向绿色化、信息化转型升级，助力未来智慧城市建设。

国务院办公厅《关于促进建筑业持续健康发展的意见》（国办发〔2017〕19号）提出了“推进建筑产业化，加强技术研发应用”的目标任务。住房和城乡建设部发布了《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》（建质函〔2015〕159号）和《2016—2020年建筑业信息发展纲要》（建质函〔2016〕183号），指出建筑信息化是建筑业发展战略的重要组成部分，要求各级城乡建设行政主管部门加强组织领导，完善配套政策，加快推进建筑业信息化。广州市2017年出台了《关于加快推进我市建筑信息模型（BIM）应用的意见》（穗建技〔2017〕120号），提出到2020年形成完善的建设工程 BIM 应用配套政策和技术支撑体系的目标。广州市2019年出台了《关于进一步加快推进我市建筑信息模型（BIM）技术应用的通知》（穗建 CIM〔2019〕3号），从 BIM 应用范围及要求、配套费用、审核和监管等方面进行了明确规定。

(2) 开展 BIM 应用是建设数字孪生水利工程的需要。

国家“十四五”规划纲要明确提出“构建智慧水利体系，以流域为单元提升水情测报和智能调度能力”。2021年，水利部先后出台了《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列文件，明确了推进智慧水利建设的时间表、路线图、任务书、责任单。2021年12月23日，水利部召开推进数字孪生流域建设工作会，要求大力推进数字孪生流域建设，并部署各流域管理机构、地方水利部门和有关工程管理部门先行先试。

数字孪生水利工程是以物理水利工程为单元、时空数据为底座、数学模型为核心、水利知识为驱动，对物理水利工程全要素和建设运行全过程进行数字映射、智能模拟、

前瞻预演，与物理水利工程同步仿真运行、虚实交互、迭代优化，实现对物理水利工程的实时监控、发现问题、优化调度的新型基础设施。其中，BIM 模型是最基础的 L2、L3 级数据底板，是开展数字孪生工程的基础。

(3) 开展 BIM 应用是建设智慧城市的需要。

2019 年 6 月，广州市被住房城乡建设部列为城市信息模型（CIM）平台建设两个试点城市之一，要求以工程建设项目三维电子报建为切入点，建设具有规划审查、建筑设计方案审查、施工图审查、竣工验收备案等功能的 CIM 平台，精简和改革工程建设项目审批程序，减少审批时间，探索建设智慧城市基础平台。BIM 是 CIM 的细胞，是构成 CIM 的重要基础数据之一。

(4) 开展 BIM 应用可以有效提高规划和设计的效率和质量。

传统建筑设计需要通过平面、剖面等手段来描述建筑、设施的各项参数和要素，这种方法虽然也能做到比较精准的设计，但是却很难进行协同合作和沟通，并且容易发生设计不符合实际的情况。而 BIM 则可以将建筑、设备的各项参数和要素进行数字化储存和管理，并可以进行三维建模，通过可视化的方式展示出建筑、设备的空间结构、力学特性等重要参数，不仅可以减少设计错误的发生，还可以让设计人员更轻松地进行设计制作，提高设计效率。尤其在坝工、进水口、水电站厂房等复杂建筑体型中，直观的三维模式表达更容易在设计阶段提前发现错漏碰缺等各种问题，避免或减少修改和返工。

(5) 开展 BIM 应用可以助力智慧建造和施工管理。

在建筑施工中，要进行空间、时间和人力资源的协调和管理，需要事先对各项参数进行准确计算和分析，以确保施工的安全和有效。BIM 可以在施工前将建筑、设施的各项参数和要素进行模拟和分析，从而准确地计算出工程量、工作量等重要指标，并可以预测出施工过程中可能出现的问题，为施工方提供便利和指导。同时，BIM 还可以对施工进度、质量等重要参数进行动态监测和追踪，从而保证建筑的安全和质量，并根据施工进度动态调整施工计划，保证施工效率。此外，BIM 还可以实现物流、资金和信息等资源的协同管理，从而实现建筑施工的数字化和智能化。

(6) 开展 BIM 应用可以为建筑和设备运营维护赋能。

建筑、设备的维护和运营需要进行数据的记录和管理，并需要定期进行检查和维护。传统的方法是根据建造图纸和设施说明进行检查和维护，但是这种方法存在局限性，无

法反映出建筑、设备的实际情况。而 BIM 可以将建筑、设备的各项参数和要素进行数字化储存和管理，并可以实现建筑、设备的全生命周期管理，包括运营、维护和更新等各个环节，从而提高运营和维护的效率和质量。

### 5.12.2 项目 BIM 应用目标

BIM 各阶段应用目标如下：

设计阶段：通过建立和应用 BIM 模型，辅助优化设计质量，消除各专业间的错漏碰缺，节约预算成本，提高设计品质。

施工阶段：施工前，利用 BIM 技术搭建 3D 现场综合监控施工进度，优化施工组织方案，利用 BIM 模型，对重点难点部位进行施工模拟与说明，并有效辅助施工现场管理，提高建造品质，同时为后期项目运维集成基础数据。

运维阶段：基于竣工 BIM 模型，建立三维可视化的运维管理平台，实现智能化运维管理，提高运营管理效率。

### 5.12.3 项目 BIM 应用内容

结合本项目特色及施工重点难点，拟定本项目 BIM 应用点安排如下。

表5-72 BIM 应用点安排表

项目阶段	工程应用点	内容
设计阶段	设计模型建立	建立设计阶段 BIM 模型
		输出工程量
		模型碰撞检测
	施工模型深化	复杂节点钢筋深化
		机电管线深化
		古建、幕墙等复杂工艺深化
	模型扩展应用	模型展示漫游视频
		模型轻量化
		宣传及报奖材料制作

### 5.12.4 BIM 实施总体策划

#### 5.12.4.1 BIM 实施技术标准

本项目 BIM 技术在应用过程中将严格遵守国家/行业/地方相关 BIM 技术标准体系：

- (1) 《建筑信息模型应用统一标准》【GBT 51212-2016】
- (2) 《建筑信息模型设计交付标准》【GBT 51301-2018】

- (3) 《建筑信息模型施工应用标准》【GBT 51235-2017】
- (4) 《建筑信息模型分类和编码标准》【GBT 51269-2017】
- (5) 《建筑信息模型存储标准》【GBT 51447-2021】
- (6) 《水利水电工程信息模型存储标准》【T\_CWHIDA 0009-2020】
- (7) 《水利水电工程信息模型分类和编码标准》【T\_CWHIDA 0007-2020】
- (8) 《水利水电工程信息模型设计应用标准》【T\_CWHIDA 0005-2019】
- (9) 《水利水电工程设计信息模型交付标准》【T\_CWHIDA 0006-2019】

其他国家标准规范。

#### **5.12.4.2 模型质量控制**

##### **5.12.4.2.1 模型要求**

- (1) 构件与对应的信息命名统一；
- (2) 构件包含材质、颜色等几何信息以及编码等非几何信息；
- (3) 构件拆分满足项目 WBS 划分原则；
- (4) 构件编码满足相关 BIM 规范原则；
- (5) 模型能在平台中查看和应用。

##### **5.12.4.2.2 模型质量控制管理**

为了确保质量，在每一个项目阶段和信息交流之前，BIM 经理必须预先计划每个 BIM 项目模型的内容、详细程度，并且负责协调相应专业更新模型，模型深度满足各阶段要求。BIM 总协调方在规划过程中应建立数据质量的标准，在每个主要的 BIM 阶段，质量控制必须完成，如模型审查、协调会议等。每个项目组应在质量检查前提交其负责的 BIM 模型，BIM 总协调方应对提交的 BIM 模型进行质量检查确认，确认模型修改后的质量。

##### **5.12.4.2.3 模型质量控制方法**

- (1) 合理性、完整性检查：检查模型是否合理，能否符合应用标准；检查模型及其属性是否完整，有无缺漏项；
- (2) 检查冲突：检查各专业模型是否有冲突；
- (3) 标准检查：检查是否遵循相关国家 BIM 标准；



(4) 目标验证：检查是否实现目标应用。

## 5.12.5 设计模型建立

### 5.12.5.1 专业模型拆分整合

本项目基于 Autodesk 软件平台进行设计模型建立,多专业协同分别创建地质模型、基坑模型、水工模型、水机模型、电气模型、金属结构模型、建筑结构模型和暖通模型、给排水模型。各专业三维模型均达到施工图设计深度,为了满足后期项目运行维护的需要,本项目中某些专业设备模型包含了非几何信息。各专业模型创建完毕后,通过组装得到项目总装模型。

### 5.12.5.2 模型碰撞检查

对模型进行完整性检查、合理性检查和碰撞检查,确保模型的正确性。复核和验证了原施工图纸的准确性,及早发现了错漏碰缺问题,减少施工过程中不必要的协调、返工和材料浪费,提高了施工效率。对管线进行冲突检测和优化,出具管线综合优化报告,将调整前后的三维模型进行对比。

### 5.12.5.3 模型工程量输出

在模型进行完碰撞检查后,还可以快速提取模型工程量。

有别于传统方式计算工程量,通过 BIM 模型,可以精确计算混凝土工程量、钢筋工程量等,也可以正确处理结构交叉部位的扣减关系,确保了工程量计算的准确性和可靠性。另外,通过在 BIM 模型中添加和管理构件属性信息,并应用相应的计算工具和软件,可以实现工程量的自动计算和统计,大大提升了效率。

## 5.12.6 施工模型深化

### 5.12.6.1 机电管线深化

机电管线错综复杂,各专业间通常会存在许多问题,比如没有预留洞口、预留洞口尺寸不合适等,依靠传统二维设计,是不容易发现这些问题的。

由于 BIM 的可视化表达,有效地避免了机电管线在平面、立面上的交叉和冲突,更利于设计人员开展管线排布,后期也能利用碰撞检测迅速发现问题,提高设计效率,也避免施工期返工。还可以通过可视化管线排布,优化空间,避免管线过分集中,或者机电管线空间浪费。另外在前期用可视化表达,可直观判断管线排布是否美观,便于方案修改,避免施工期返工。

### 5.12.6.2 复杂节点钢筋深化

传统二维模式下，复杂节点钢筋图纸常常出现各施工员认识不一的情况，导致项目钢筋加工、下料、统计等过程中出现返工和浪费的可能。

针对电站尾水管等复杂结构的钢筋图，建立三维钢筋模型，将所有钢筋真实反应在三维模型中，不但为钢筋加工、下料提供可视化的查看工具，更为材料统计、工程量控制等提供三维可量化的数据。

## 5.12.7 模型扩展应用

### 5.12.7.1 渲染漫游

BIM 模型建立好，可直接进行渲染，形成效果图对外展示，也可以制作成漫游视频，对外宣传展示。

对参建各方，可直接在模型中漫游，了解各部位的具体特征，可用于项目技术交底与巡检。

### 5.12.7.2 二维码展示

二维码出现于本世纪八十年代末，又称 QR Code，全称 Quick Response 是一个近几年来移动设备上超流行的一种编码方式，它比传统的 Bar Code 条形码能存更多的信息，也能表示更多的数据类型。二维码是条码技术发展中的一个质的飞跃。

本项目拟采用 BIM+二维码形式进行施工阶段技术交底、模型轻量化查看等应用，为现场的施工管理提供便捷手段。

### 5.12.7.3 BIM+VR

VR 虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR) 是近年来出现的高新技术，也称灵境技术或人工环境。虚拟现实是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界，提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟，让使用者如同身历其境一般，可以及时、没有限制地观察三度空间内的事物。

## 6 机电及金属结构

### 6.1 水力机械

#### 6.1.1 概述及设计依据

##### 6.1.1.1 概述

北濠涌泵站为单向排涝泵站，泵站承担防洪排涝功能，根据水文规划、调节计算的结果，设计排涝流量  $60.00\text{m}^3/\text{s}$ 。泵站布置于现在北濠水闸两岸空地，站址处有现状北濠水闸及水闸管理房。

##### 6.1.1.2 可行性研究阶段批复

根据《广州市海珠区发展和改革局文件 广州市海珠区发展和改革局关于北濠涌排涝泵工程可行性研究报告的复函》（穗海发改投批[2024]16号），“一、为增强北濠涌流域现状排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升，原则同意北濠涌排涝泵工程建设。二、建设规模和建设内容。建设规模：本项目总占地面积 3805 平方米。建设内容：新建排涝泵站及附属设施。泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机功率为 3360kW，工程规模确定为大（2）型泵站。

2023 年 12 月 22 日，广州市海珠区河涌管理所在海珠区组织召开《海珠区北濠涌排涝泵工程可行性研究报告》（以下简称《可研报告》）专家评审会。评审会后与水机专业相关的专家意见如下：“2.优化泵站布置及基坑支护设计。”回复：“经现场多次实地踏勘及与主管部门汇报讨论，本次泵站总体布置推荐方案为综合考虑进出水流态、施工工期及难易程度、对建筑物影响、占地、投资等方面最为合理的方案。本次已对泵站主体结构局部进行了优化调整，下阶段将结合勘察成果进行进一步优化设计。”修改后成果经专家确认，满足要求。

专家个人意见如下“1.所选泵型基本合适，建议下阶段对采用叶轮内置式潜水贯流泵（全贯流泵）和一般大型潜水贯流泵进行综合技术经济比较。2.下阶段细化流道损失等水力参数，优化水泵性能参数。3.建议水泵断流采用快速闸门+小拍门的组合方式。”回复：“1.下阶段将对全贯流泵与一般大型潜水贯流泵泵型进行综合技术经济比较；2.下阶段细化流道等水力参数，对所选泵型水泵性能参数进一步优化；3.根据目前已运行泵站的实际运行情况，采用拍门断流。”修改后的可研成果，经专家确认，满足要求。

### 6.1.1.3 设计依据及主要技术标准

- (1) 《泵站设计标准》（GB50265-2022）；
- (2) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T618-2021）；
- (3) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- (4) 《广州市河涌水系规划（2017-2035）》；
- (5) 《水利水电工程机电设计技术规范》（SL511-2011）；
- (6) 《泵站拍门技术导则》（SL511-2011）；
- (7) 《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025年）》；
- (8) 《水利工程建设标准强制性条文》（2020年版）；
- (9) 现行其他有关标准、规范和规程。

### 6.1.1.4 装置模型试验情况

根据前期水文成果，对水泵装置进行模型试验。

水泵装置包含水泵水池、进水流道、进口支撑板、叶轮、定转子间隙、导叶、导叶导水锥、出水流道等部位。

模型试验中考虑泵站前池安装有拦污栅，出口有涵洞（参照左岸泵组布置）考虑水泵装置损失为 0.6 米，进行试验。

经过各参数的验证，泵装置性能良好，并提出如下建议：

- (1) 进水流道进口上缘增加半径不小于 400mm 的圆弧过渡；
- (2) 配套电机功率不小于 1200kW。

初设阶段，考虑到泵站右岸泵组布置与左岸不同，出口段多出一段压力箱涵和无压箱涵组合，该段长约 33m。因此泵组水力损失考虑为 0.8 米，据此对泵组进行验算。最终确定选型成果，校核水泵轴功率时，因泵组采用湿定子电动机，电机损失略大于常规电机，给根据《泵站设计标准》(GB50265-2022)11.3.2 规定电机储备系数为 1.05~1.20，综合全贯流泵特点，北濠涌泵站电机储备系数选用大值，即为 1.20，经计算，水泵电动机选用 1250kW 电动机，计算过程详见初设报告 6.1.5.2。

## 6.1.2 泵站水力参数

根据水文规划、调蓄计算的结果，泵站基本水力参数如下表所示。

表6-1 泵站基本水力参数表

泵站运行水位	内涌侧水位	外江侧水位
防洪水位(m)	-	3.06
设计水位(m)	0.20	2.31
最低运行水位(m)	-1.00	-0.50
最高运行水位(m)	0.60	2.94
泵站设计流量(m <sup>3</sup> /s)	60.00	

根据排涝水力参数，结合泵站的初步布置（站址内现存一运行良好的水闸，现场用地限制，初步确定水泵分布在水闸两侧）进行水力计算，初步计算泵站扬程结果如下表。

表6-2 泵站扬程初步计算表

泵站扬程初步计算		数值
初估水力 损失(m)	进水池、门槽、拦污栅、进水流道等	0.45
	泵段损失	0.15
	出水流道、拍门等	0.40
设计净扬程(m)		2.11
设计总扬程(m)		3.11
最高净扬程(m)		3.94
最高总扬程(m)		4.94
最低净扬程(m)		0.00
最低总扬程(m)		1.00

当内涌水位高于外江水位时，由现状闸站的排水闸排水，故泵站最低净扬程为 0.00 米。泵站水泵进出水流道采用渐变型，沿程损失和局部损失计算复杂，水力损失的计算参考类似工程泵型的 CFD 计算成果及装置模型。不同工况下的水力损失均以 1.00m 暂估，重新计算水力损失、扬程校核后的工况参数详见泵型特性表。

### 6.1.3 水泵机型的选择

#### 6.1.3.1 泵型选择原则

- (1) 泵站运行净扬程在 0.00~3.94m 之间，属低扬程泵站。
- (2) 泵站为排涝泵站，泵站运行的可靠性将影响到工程运行的安全及项目周边人民群众生命财产安全，因此，所选泵型首先考虑成熟可靠，结构简单，有实际运行经验，运行维护及管理方便的泵组。
- (3) 在满足泵站可靠性的前提下，合理确定水泵台数、水泵进出水流道型式及控制尺寸，优化流道型线，提高水泵装置效率，降低运行费用，并尽量减小土建工程量。
- (4) 水泵运行安全、可靠，在高效率范围内能满足设计流量和设计扬程要求，最高扬程、最低扬程工况下安全稳定运行，泵型具备水力特性优、效率高、高效范围宽、

抗汽蚀能力强。

(5) 泵站布置简洁合理。便于安装、维修；管理简单方便，尽可能降低泵站的运行噪音；操作环境好；运行费用小。

(6) 从现有设备生产制造水平，水泵及电机结构应简单、可靠，选择可靠的传动方式及辅助系统。

(7) 控制土建开挖深度，合理确定水泵安装高程，合理降低泵站土建投资。

### 6.1.3.2 泵型选择分析

#### (1) 泵型初选

泵站设计净扬程在 0.00~3.94m 之间，最高净扬程在 5m 以下，可选用泵型为轴流泵。轴流泵根据泵轴的安装方式以及其结构特点，又分为传统立式轴流泵型、潜水轴流泵型、卧式轴流泵型、斜式轴流泵型、竖井贯流泵型、灯泡贯流泵型和潜水贯流泵型等。对泵站可选用泵型进行对比，结果见下表。

表6-3 不同泵型比较表

项目\泵型		优点	缺点
立式	传统立式轴流泵型	技术成熟，运行管理丰富；电机安装于地面，便于通风防潮。	挖深大，泵房高，总投资大；进出水流道弯曲，装置效率较低。
	潜水轴流泵型	技术较成熟，中小口径水泵较多采用。	挖深大，局部损失大，装置效率较低。
斜式	斜式轴流泵型	进、出水流道水力损失较小，流道内流态较好，装置效率较高；结构简单，检修维护方便。通风、防潮条件较好。	直径不宜过大，否则会造成机组主轴太长，主轴中间无支撑，会导致机组运行不稳定。
卧式	卧式轴流泵型	泵房高度低，载荷分散。	泵房占地大，水力损失大，装置效率低。
	竖井贯流泵型	水力损失较小，装置效率较高；开挖较小，泵房高度低。	流道结构复杂；流道宽度较大厂房结构复杂，施工困难，需增加电机冷却设备。
	灯泡贯流泵型	流道中轴线从进口至出口呈直线，流道平直、型线简单，水泵装置效率高，适合低扬程泵站。	要设置地下干式厂房，噪声较大；结构复杂，主要部件造价较高，在排涝泵站中应用较少；
	潜水贯流泵型	流道简单，水力损失小，装置效率高；安装检修简单，运行维护便捷；土建费用省，总投资较低。	机组结构较复杂，机组密封性能要求高

传统立式轴流泵型是国内外广泛使用的泵型，技术成熟可靠，运行、管理经验丰富，电动机安装在地面上，运行维护方便，便于通风防潮，但因其进出水流道高差相对较大，且开挖深度大，泵房较高；传统立式轴流泵型进出水流道弯曲多，水力损失相对较大，装置效率相对较低。本设计阶段不推荐采用。

潜水轴流泵型是传统立式轴流泵型的更新换代产品，技术成熟，机组运行安全稳定，可靠性高，目前正在推广使用且已有较多成熟运用的经验。潜水轴流泵型的缺点和传统立式轴流泵型一样，进出水流道高差大，开挖深度过大，流道水力损失大，装置效率相对较低。本设计阶段不推荐采用。

斜式轴流泵型是介于立式和卧式轴流泵型之间的一种泵型，用于低扬程泵站。水泵倾斜安装，避免立式泵型装置  $90^\circ$  弯曲式的流道，因此其进、出水流道水力损失较小，流道内流态较好，装置效率较高。斜式轴流泵型的水系结构为泵壳轴向中开式，结构简单，检修维护方便。同时，电动机、减速装置安装位置较高。通风、防潮条件较好。斜式轴流泵型直径不宜过大，否则会造成机组主轴太长，主轴中间无支撑，会导致机组运行不稳定，泵站流量较大，本设计阶段不推荐采用。

卧式轴流泵型水力损失较大，装置效率低，泵房占地面积较大；水泵导轴承承受 100% 径向荷载，易磨损、寿命较短；电动机位于水泵层易受潮；辅助设备较多，增大运行管理工作量；总投资较大，后期运行成本较高。该泵型泵站缺点明显，未得到广泛推广。本设计阶段不推荐采用。

竖井贯流泵型卧式布置、泵房高度低、土建开挖小，进出水流道为平面“Y”型。竖井是开敞式，通风、防潮条件较好，维护方便、过流量大，水力损失小，泵站装置效率高，单机价格较贵。本设计阶段不推荐采用。

潜水贯流泵型泵房高度低、土建开挖小，进出水流道相对简单。机泵一体化整机结构紧凑，冷却条件好，运行稳定噪音低，整体吊装且单机价格较便宜。由于泵组潜水运行，可简化泵站土建工程，改善操作环境。相比于竖井贯流泵型，潜水贯流泵型流道布置及厂房布置相对简单，辅助设备较少，方便运行管理。

结合泵站水文规划情况，考虑施工安装简便、运行期管理简单、城市景观要求（不设地面高大泵房）、泵站整体布置合理性、土建结构简单等因素，结合水泵运行安全性、可靠性和水泵性能等特点，兼顾工程造价经济性，本阶段水泵机组推荐潜水贯流泵型。故本阶段水泵机组拟选用潜水贯流泵型。

潜水贯流泵是将潜水电机、贯流泵、密封、传感监控等技术整合在一起的机电一体化设备，具有结构紧凑、整机重量轻、体积小的优点，属节能降耗产品。潜水贯流泵包含 2 种型式，分别为叶轮内置式潜水贯流泵和带行星齿轮智能潜水贯流泵。叶轮内置式

潜水贯流泵是水轮叶轮安装在电机的转子内腔，与转子形成一个整体，工作时水流从潜水电机转子内腔流过，该机型具备潜水贯流泵投资省、结构紧凑、安装方便、噪声低、散热好等优点，且进出水流道直进直出，水力性能好、流道顺畅、装置效率高；行星齿轮智能潜水贯流泵采用行星齿轮减速联轴装置的结构使装置效率高、功率因数高，极大的改善机组性能、节约运行费用。流道水流顺畅平稳、流态更好，具有较大的应用前景。

根据泵站站址用地实际情况（平行水流方向尺寸短、垂直水流方向空间位置有限），综合考虑施工安装简便、运行期管理简单、城市景观要求（不设地面高大泵房）、泵站整体布置合理性、土建结构简单等因素，结合表 6-3 中水泵运行安全性、可靠性和水泵性能优等特点，兼顾工程造价经济性，本阶段水泵机组推荐叶轮内置式潜水贯流泵型，初步拟定选用叶轮内置式潜水贯流泵机组。

叶轮内置式潜水贯流泵组安装方式分为干坑安装和湿坑安装。两种不同泵组安装方式如下图所示。

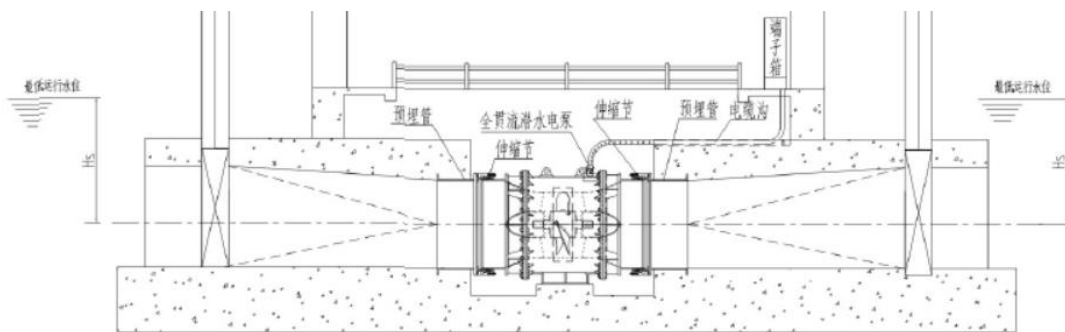


图6-1 泵组干坑（接混凝土流道）安装方式

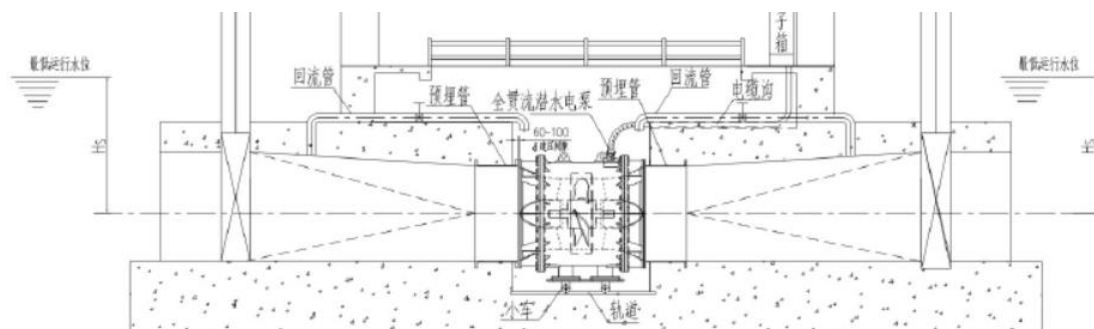


图6-2 泵组湿坑（接混凝土流道）安装方式

干坑安装时，水泵组承重基础已提前预制完成。水泵安装完成时，需在预埋管和泵组间安装伸缩节；湿坑安装时，混凝土基础上设置轨道用于水泵组的小车滑动，无需在预埋管和泵组间安装伸缩节，但需要在进出水流道内分别装设回流管。根据泵站现场条



件，结合两种安装方式特点，泵站选用干坑安装，该安装方式具有安装检修便捷，运行管理维护方便的特点。

#### 6.1.4 水泵台数的选择

泵站拟装机流量  $60.00\text{m}^3/\text{s}$ ，主要运行期集中在每年的汛期（4月~9月）。

《水利水电工程机电设计技术规范》（SL511-2011）2.2.2 规定，主泵的台数应考虑：

- （1）泵站的工程任务和规模、运行方式和运行时间；
- （2）泵站进、出水池特征水位及调节特性；
- （3）枢纽布置条件及对外交通运输条件；
- （4）设备制造能力；（5）其他特殊要求。

《水利水电工程机电设计技术规范》（SL511-2011）2.2.3 和《泵站设计标准》（GB50265-2022）10.1.3 规定，对于年运行小时数很低的泵站，可不设备用泵。综上，泵站为排涝泵站，故不设置备用水泵机组。遵循参数优、运行方式灵活、效益高的原则，结合本工程的排涝规模，选择 2 个装机方案（分别为 3 台装机、4 台装机）进行技术经济综合比较，对不同台数的装机方案进行技术经济综合比较，结果如下表所示。

**表6-4 泵站泵型台数方案比选**

装机台数/参数名称		装机方案	
台数		3台装机	4台装机
装机流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )		60	60
拟选泵组型号		2350QGLN-20/2.95 (+2°)	2000QGLN-125/2.95 (-1°)
装机容量 (kW)		3×1250	4×800
单机容量 (kW)		1250	800
叶轮直径 (mm)		2350	2000
单泵流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )		20.29	15.15
水泵转速 (r/min)		162	215
出水管 (mm)		3100	2600
泵房尺寸	泵房尺寸 (长×宽, $\text{m}^2$ )	23.10×13.60 (左岸) 23.10×7.40 (右岸)	26.40×14.60 (左岸) 26.40×14.60 (右岸)
	高度 (从底板面到闸顶高程) (m)	10.15 (左岸) 9.65 (右岸)	9.10 (左岸) 8.60 (右岸)
	进水流道底板面高程 (m)	-6.65	-5.60
机电设备总造价差值 (万元)		±0	+70
土建部分造价差值 (万元)		±0	±150
投资差值 (万元)		±0	±220
水力性能		效率高	效率高
运行灵活性		较灵活	灵活

从表 7-4 可以看出：3 台装机方案中，土建平面尺寸相对较小、开挖深度相对较深，机电设备少，投资较低，机组运行较灵活；4 台装机方案中，土建平面尺寸相对大，开挖量较小，机电设备多，投资高，机组运行灵活。但本项目原排水闸需要保留，右岸仓库征地困难，左岸有旧船厂历史建筑等问题，导致现场场地受限严重，兼顾工程投资，3 台装机方案更适合本项目。

本站主要功能为排涝，运行少。以占地少、投资少、施工简单兼顾对环境影响小为主要考虑因素，综合本站年利用小时数低的实际情况，本阶段推荐装机方案拟选用 3 台装机方案。结合泵站所在位置和泵站进水池前有高架桥桥墩影响水泵进水的实际情况，对泵站泵组布设进行 CFD 分析，分析结果见附图 6-3、6-4。

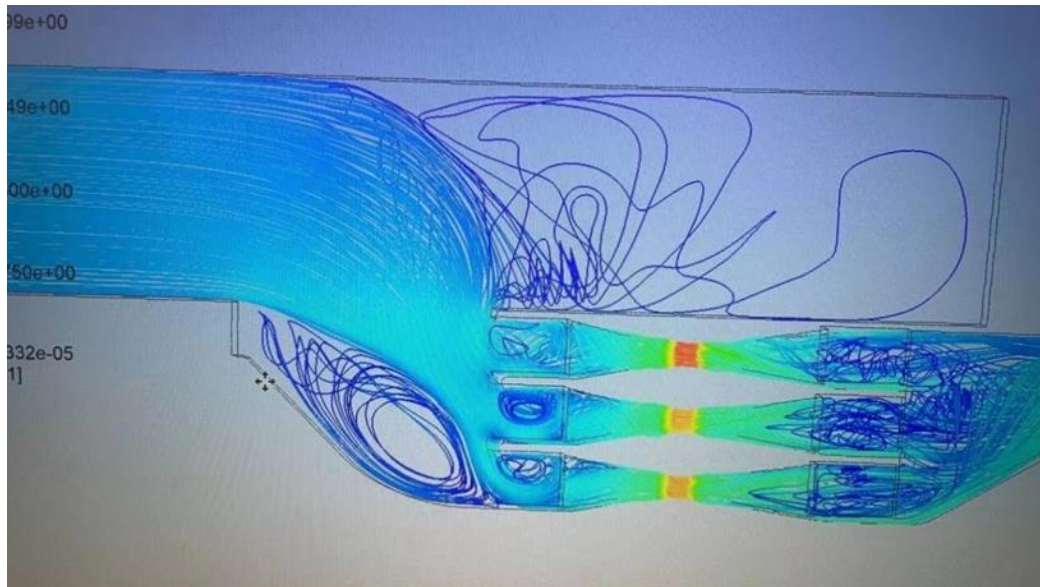


图6-3 3 台泵组安装在同一侧时，泵组进出水流态

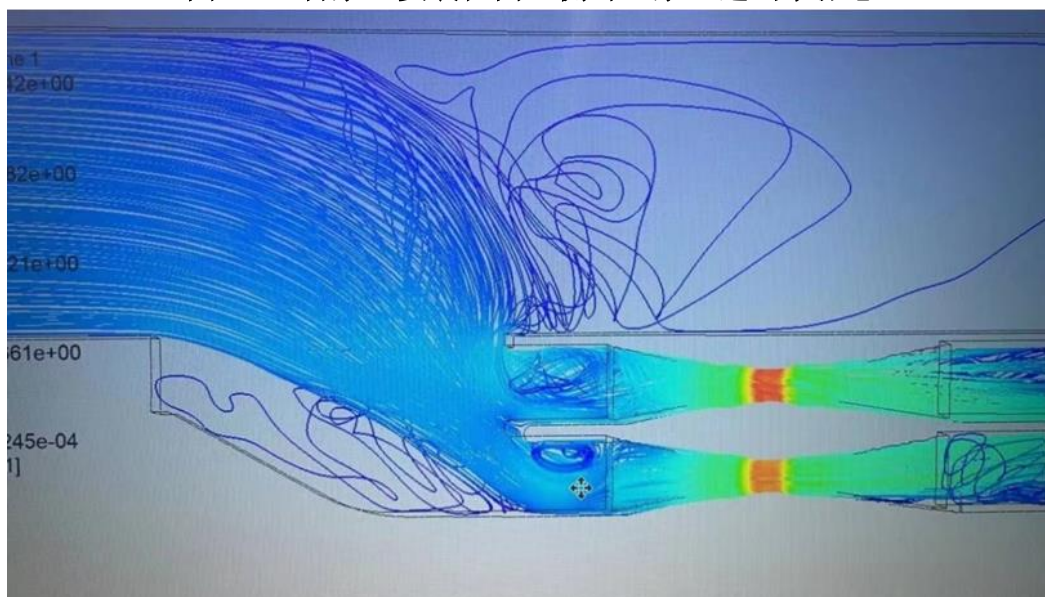


图6-4 左岸布设 2 台泵组，泵组进出水流态

从图 6-3 和图 6-4 可知，当 3 台泵组布设在同一侧时，泵组进出水流态紊乱，机组运行不稳定；当 2 台泵组布设在同一侧时，泵组进出水流态紊乱情况改善，机组运行稳定。根据以上分析，初步拟定泵组布设采用左右两岸分设的方式布置，左岸布置 2 套泵组，右岸布置 1 套泵组。

## 6.1.5 泵组参数

### 6.1.5.1 水泵主要参数

综合 6.1.3 和 6.1.4 分析，根据设计流量（ $60.00\text{m}^3/\text{s}$ ）和相应单泵流量（ $20.00\text{m}^3/\text{s}$ ），参考叶轮内置式潜水贯流泵型系列资料，查阅相关水泵性能表，考虑水泵口径系列、土建难度，结合泵站站址周边地形环境情况等，泵站拟选用 3 台 2350QGLN-20/2.95(+2°) 叶轮内置式潜水贯流泵。本工程流道阻力系数（含拦污栅、门槽、进出水流道损失）为 0.00204，结合泵段曲线，计算不同流量下工作点参数，重新计算水力损失、扬程校核后，泵站泵型特性参数见下表。

表6-5 泵站泵型特性表

水泵型号		2350QGLN-20/2.95
台数		3
叶片安装角度（°）		+2
转速（r/min）		162
单泵配套功率(kW)		1250（10kV）
叶轮直径（mm）		2350
设计工况	水力损失（m）	0.84
	净扬程（m）	2.11
	总扬程（m）	2.95
	流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）	20.29
	效率（%）	83.00
最高扬程工况	水力损失（m）	0.57
	净扬程（m）	3.94
	总扬程（m）	4.51
	流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）	16.12
	效率（%）	74.00
泵站装机功率(kW)		3750

### 6.1.5.2 配套电机功率

为保证配套电机在泵站扬程范围内安全运行，并满足水泵启动要求，对排涝泵最高扬程的轴功率进行计算。

泵站单泵最大功率计算：

$$N_{\text{泵}}=1000QH/(102\eta)=1000\times 16.12\times 4.51/(102\times 0.74)=962.84(\text{kW})$$

根据《泵站设计标准》(GB 50265-2022) 11.3.2 规定,主电动机的容量应按水泵运行的最大轴功率选配,并留有一定的储备,储备系数宜为 1.05~1.20,考虑到电机老化、水流杂质、施工、运行调度变化等不确定因素,泵站安装 3 台叶轮内置式潜水贯流泵组,该泵型的水泵叶轮安装在电机的转子内腔,与转子形成一个整体,工作时水流从潜水电机转子内腔流过,增加了水力损失,故在电动机容量计算时适当考虑容量备用,主电动机容量按水泵运行的最大轴功率乘 1.20 倍选配。水泵与电动机采用直接连接方式连接,效率为 100%。

单泵需配用电动机功率:

$$N_{\text{机}}=(N_{\text{泵}}/100\%)\times K_{\text{安}}=(962.84/100\%)\times 1.20=1155.41(\text{kW});$$

其中  $K_{\text{安}}=1.20$

经计算,叶轮内置式潜水贯流泵最大功率为 1155.41kW,本阶段选配电机功率为 1250kW。泵站总装机 3750kW。

### 6.1.5.3 水泵安装高程

水泵的安装高程既要满足水泵汽蚀性能要求又要满足水泵进水口淹没深度要求。根据泵组相关资料,水泵组的必需汽蚀余量  $NPSHr=5.8\text{m}$ ,考虑一定的进水口水头损失和安全余量后,水泵允许的吸上真空度计算如下:

$$H_s=Pa-P_v-NPSHr-h_s-0.5=10.33-0.33-5.8-0.5-0.5=3.20\text{m}$$

其中:  $Pa$ ——大气压力 ( $\approx 10.33\text{m}$ )

$P_v$ ——饱和蒸汽压力(标准大气压下  $25^\circ\text{C}$  饱和蒸汽压力为  $0.33\text{m}$ )

$H_s$ ——水泵允许的吸上真空度

$h_s$ ——进水口水头损失

0.5——气蚀安全余量取  $0.5\text{m}$

$NPSHr$ ——泵组必需气蚀余量

根据《泵站设计标准》10.2.3 的要求,泵站进水流道进口上缘应淹没在进水池最低运行水位以下至少  $0.5\text{m}$ 。结合泵组布置及进水流道尺寸,综合考虑水泵汽蚀性能和进水口淹没深度的要求,确定水泵安装高程为  $-4.65\text{m}$ ,此时水泵的吸上真空度为  $-3.475\text{m}$ ,进口上缘淹没深度为  $0.90\text{m}$ 。

## 6.1.6 泵房布置

### 6.1.6.1 泵站进、出水流道

#### (1) 进水流道

进水流道包括进水流道和进口支撑板。根据进水流道进口支撑板段不同，设计 3 个方案。3 个方案的进水流道方变圆收缩段一致，进口支撑板段各项参数不同，各方案参数表详见表 6-6，各方案图详见图 6-5、6-6、6-7。

**表6-6 进口支撑板段参数表**

方案	内容
方案一	进口支撑板段分两段平直管段，靠近叶轮的一段长度为0.50m，远离叶轮的一段为1.50m，其余平稳收缩段长1.40m。
方案二	进水流道有一段平直管段，长度为1.50m，其余部分平稳收缩段长1.90m。
方案三	无平直管段，全部平稳收缩段长3.40m。



**图6-5 进水流道方案一**



**图6-6 进水流道方案二**



**图6-7 进水流道方案三**

针对以上三个方案进行计算机仿真计算，经计算，三个方案的速度加权平均角都接近 90 度，表明三者的进水条件均较优。不同进口支撑板段壁面的平顺程度对叶轮进口

流速也有所影响。整体上偏高的壁面熵产均位于进口支撑板段，且壁面熵产呈递增趋势，至叶轮进口处最大。方案一在进口支撑板段的壁面熵产数值明显高于方案二和方案三。方案三的壁面熵产分布均匀程度则略微优于方案二。方案三的高壁面熵产区域相对较小，且因其具有更小的壁面面积，最终生成的壁面熵产总数值最小。综上，进水流道方案三相较于方案一和方案二更加优秀。

泵站进水流道选用方案三，即进水流道采用“渐变”型式，为方变圆管。进水流道长 6.50m，高度 4.45m，宽度 5.00m，出口直径 3.10m；进口支撑板段长度为 3.40m，进口直径 3.10m，出口直径 2.40m，平稳收缩段。根据进水池流速、进口水量和运行维护空间的要求确定机组进水流道尺寸（长×宽×高）为 6.50m×5.00m×4.45m。隔墩宽度为 1.20m，泵组间距为 6.20m；进口上翘脚 7°，进口流速 0.92m/s。

## 2) 出水流道

对于低扬程泵站，出水流道水力损失在水泵总扬程中所占比例较大，对泵装置的能量性能有较为明显的影响。出水流道和导叶的作用是在不发生脱流和漩涡的条件下最大限度的回收动能，使水流在从水泵叶轮出口流入出水池的过程中更好的转向和扩散。出水流道内的流态及动能回收情况决定出水流道的水力损失。

**表6-7 不同出水流道计算方案说明**

方案	内容
方案一	导叶段采用平直管接扩散管，平直管段长 0.52m，扩散管段长 0.58m，导叶出口断面直径为 2.60m；导水锥段由扩散管段连接平直管，扩散管段长度为 0.80m，平直管段长 1.50m，出口断面直径为 3.10m；出水流道及其余部件不变。
方案二	导叶段采用平直管接扩散管，平直管段长 0.52m，扩散管段长 0.58m，导叶出口断面直径为 2.60m；导水锥段由扩散管段连接平直管，扩散管段长度为 1.60m，平直管段长 0.70m，出口断面直径为 3.10m；出水流道及其余部件不变。
方案三	导叶段采用平直管接扩散管，平直管段长 0.52m，扩散管段长 0.58m，导叶出口断面直径为 2.60m；导水锥段由扩散管段构成，扩散管段长度为 2.30m，出口断面直径为 3.10m；出水流道及其余部件不变。
方案四	导叶段采用扩散管，扩散管段长 1.10m，导叶出口断面直径为 2.55m；导水锥段由扩散管段构成，扩散管段长度为 2.30m，出口断面直径为 3.10m；出水流道及其余部件不变。

不同方案见图 6-8、图 6-9、图 6-10、图 6-11。

针对以上四个方案进行计算机仿真计算，在设计流量工况下方案一、二、三、四的导叶体水力损失、导叶导水锥水力损失与出水流道水力损失逐渐减小，方案四的各部件水力损失均最小，流道最优。四个方案的出水流道内均出现漩涡，方案一漩涡最大，方案一、二、三、四出水流道内的漩涡逐渐减小，方案四漩涡最小，流速分布最均匀，因

此方案四的出水流道水力损失最小，压力分布最均匀，水流最平顺，泵装置扬程与效率较高。综上，出水流道设计方案取方案四。

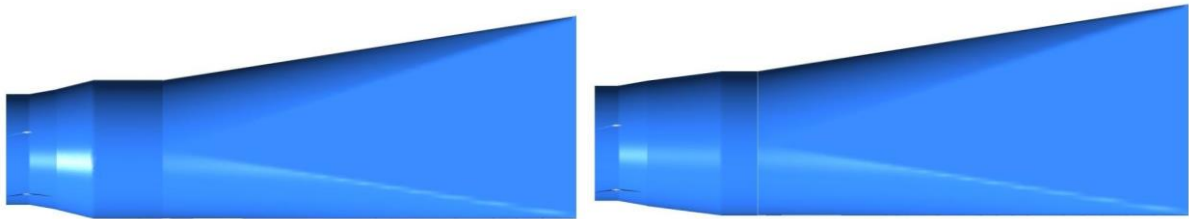


图6-8 出水流道方案一、出水流道方案二

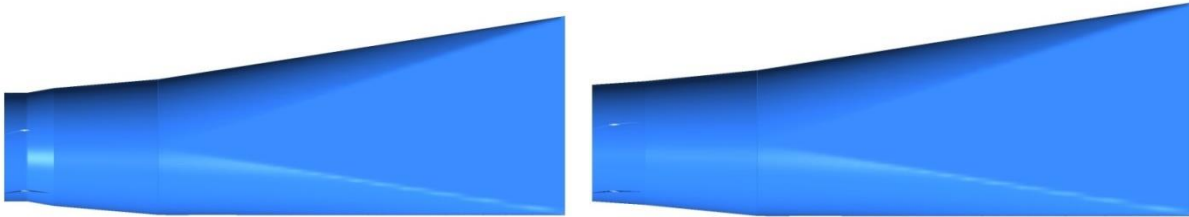


图6-9 出水流道方案三、出水流道方案四

出水流道采用“渐变”型式，为圆变方管。导叶段采用扩散管，扩散管段长 1.10m，导叶出口断面直径为 2.55m；导水锥段由扩散管段构成，扩散管段长度为 2.30m，出口断面直径为 3.10m；出水流道进口断面直径 3.10m，出口断面宽度 5.00m，高度 4.40m，长度 9.00m。根据出水口流速、出口水量和运行维护空间的要求确定机组出水流道尺寸（长×宽×高）为 9.00m×5.00m×4.40m；出口当量扩散角  $8^\circ$ ，出口流速 1.19m/s。

#### 6.1.6.2 泵站布置

泵站采用地下干室泵房，水泵交错布设在河道左右两岸，河道左岸布设两台泵组，呈“一”字形，河道右岸布设一台泵组。主泵房无地上部分，左岸泵房总长 11.20m（不含边墩，含边墩 13.60m），右岸泵房总长 5.00m（不含边墩，含边墩 7.40m）。左岸两台水泵泵室联通，右岸水泵采用独立泵室。因可利用闸站空地安装，不再专门设置安装间。

#### 6.1.7 泵站断流方式

进水流道前装设粗格栅及清污机。

泵站叶轮内置式潜水贯流泵出水断流方式推荐采用拍门断流。泵站拍门后外江设检修门槽。水泵启动时因出水流道的空气可从拍门前通气管排出，随水泵出水量增加，拍门开启；水泵关闭时，随水泵出水量的减小，拍门缓闭；当水泵因事故突停时，水泵出水量大幅度减小，此时因出水流道与大气经通气管联通，故拍门快速关闭，该关闭力较大，因此泵站运行时应杜绝此类情况发生。



## 6.1.8 辅助设备

辅助机械设备包括起重设备、油系统、低压气系统、排水系统、水力测量与监测系统 and 检修设备等。

### 6.1.8.1 起重设备

泵站安装叶轮内置式潜水贯流泵组，单套水泵机组总重约 37t。无地面主厂房，水泵机组的安装、检修起重工作由汽车起重机完成。起重机将设备吊至地面进行小修，大修时经汽车运至检修厂完成。要求汽车起重机设置起重显示器及报警装置。

为便于水泵的起吊和检修，结合地形和高程情况，在右岸泵组上方泵站顶面高程 3.00m 处设置 2 个 5.90m×5.40m 吊物孔，在左岸泵组上方泵站顶面高程 3.50m 处设置 1 个 5.90m×5.40m 吊物孔。

### 6.1.8.2 油系统

泵站装设 3 台叶轮内置式潜水贯流泵组，水泵叶轮安装在电机的转子内腔，与转子形成一个整体，工作时水流从潜水电机转子内腔流过。水泵机组润滑、叶片调节等透平油及电机润滑油由设备厂家在供货时提供，泵站运行过程中无须加油或油处理，故不设油系统。

### 6.1.8.3 低压气系统

泵站气系统主要供机组制动、检修、防冻吹冰、密封围带、油压装置和破坏真空等系统或设备用气。机组制动、防冻吹冰、密封围带、油压装置和破坏真空等用气系统本泵站均未涉及；机组检修时返厂检修，因此泵站不设气系统。

### 6.1.8.4 排水系统

泵站排水系统包含机组检修排水和泵房渗漏排水。机组检修排水主要为泵体与进出水流道、进出水流道前后闸门漏水。泵房渗漏水包含主泵密封漏水、辅助设备漏水、泵房及伸缩缝漏水、清扫回水。

泵站左右两岸进、出水流道检修排水均采用直接排水方式，分别设两台单级单吸离心泵，泵组检修时，手动开启相应泵组的检修排水阀，然后由水泵将水抽排至进水池。水泵采用手动现地控制，两台泵同时工作。右岸检修排水泵主要技术参数为： $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=16\text{m}$ ， $N=4.0\text{kW}$ 。左岸检修排水泵主要技术参数为： $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=16\text{m}$ ， $N=4.0\text{kW}$ 。两套排水系统出水管处均设置电动蝶阀和止回阀，防止外水倒灌。



机组渗漏排水主要为进出水流道前后闸门漏水，厂房内设备泵体漏水和厂房渗漏水。泵站装设 3 套叶轮内置式潜水贯流泵组，水泵机组为干坑安装，无地面厂房，厂房水流方向小于 30 米，不设置伸缩缝，厂房渗漏水量较小。经计算，上下游闸门漏水量不大于  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。在泵站左右两岸厂房的底层分别设置 1 个集水井，用以收集各设备、管路及厂房建筑物渗漏水。排水泵流量按 5 小时排除单泵流道积水和上下游闸门漏水量之和选取。各集水井内分别选用 2 台潜水排污泵抽排集水，2 台水泵采用自动控制方式，启、停由液位信号器自动控制，两台泵一台工作，一台备用，自动轮替，左岸排水泵主要技术参数为： $Q=40\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=18\text{m}$ ， $N=4.0\text{kW}$ ；右岸排水泵主要技术参数为： $Q=12\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=18\text{m}$ ， $N=1.50\text{kW}$ 。两套排水系统出水管处均设置电动蝶阀和止回阀，防止外水倒灌。

#### 6.1.8.5 水力测量与监测系统

机组内部设有温度、湿度等传感器以监测保护水泵机组，由水泵机组供货厂家配套提供。除厂家配置的对泵组内部的温度、渗漏等情况进行监测的元件外，设置液位变送器分别对上游、下游、拦污栅后及集水井的水位进行监控，各变送器模拟量信号送至中控室，另进水池和出水池水位同时采用水尺常规方法直观测量。

设置在线状态监测系统对各泵组的振动、压力等参数进行监测，对设备状态进行分析和诊断，为机组运行、维护、检修提供有针对性地指导意见。泵站机组状态在线监测系统采用分层分布式结构，由传感器单元、数据采集单元和上位机单元组成。

机组测点布置：

(1) 泵组振动测点：每台水泵在电机驱动端布置 2 个振动测点，X/Y 方向互成  $90^\circ$ ；齿轮箱电机端布置 2 个振动测点，X/Y 方向互成  $90^\circ$ ；齿轮箱水泵端布置 2 个振动测点，X/Y 方向互成  $90^\circ$ ；水泵驱动端布置 2 个振动测点，X/Y 方向互成  $90^\circ$ 。

(2) 泵组压力测点：每台机组应配置两个压力传感器以监测泵段进出口压力。

#### 6.1.8.6 机修设备

水力机械辅助设备的配置应满足水泵的安全运行和日常零星维修，泵站机修设备的配置按机组小修配置包含千斤顶 QYL16、手拉葫芦 HSZ-3、台钳 6"、小五金工具（管钳、钳工等）及常用量测仪表仪器（如卷尺、万用表）等，设适用爬梯（可伸缩合金长爬梯，适用）一套，配合检修、日常测量使用。泵组大修时由泵组供货厂家进行检修。

## 6.1.9 附图和附表

### 6.1.9.1 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 泵型性能曲线图

最高扬程  $H_{max}=4.51\text{m}$ ;  $Q=16.12\text{m}^3/\text{s}$ ; 设计扬程  $H_d=2.95\text{m}$ ;  $Q=20.29\text{m}^3/\text{s}$ 。

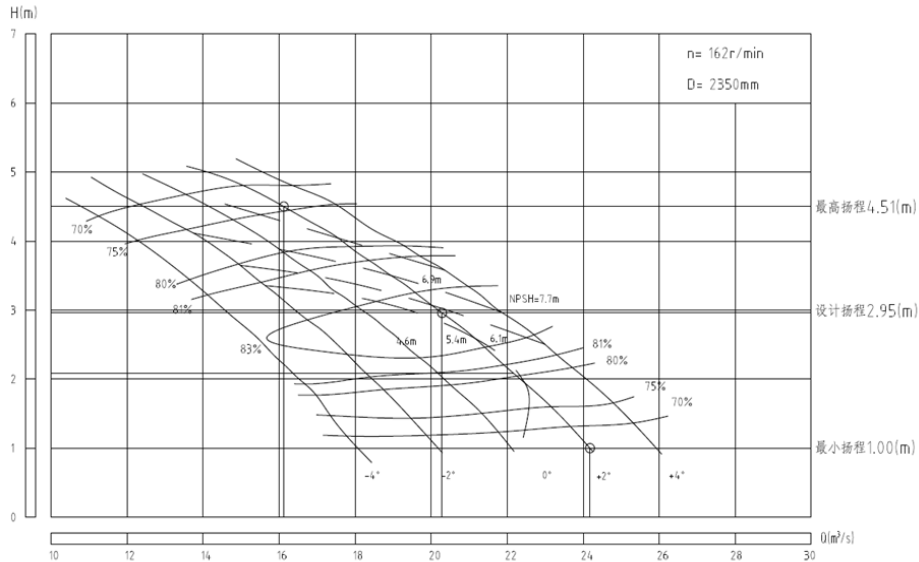


图6-10 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 泵型性能曲线图

### 6.1.9.2 泵站主要水力机械设备表

表6-8 泵站主要水力机械设备表

序号	名称	规格及型号	单位	数量
1	潜水贯流泵	2350QGLN-20/2.95, +2°; 1250kW, 162r/min, 含主电缆、控制电缆各 15m、综合智能保护器、端子箱、安装附件等装置, 重 37t	套	3
2	伸缩节	双法兰传力接头, VSSJAF 型, DN3100, 0.6Mpa, 含与穿墙钢管连接的法兰、垫片和螺栓等	套	6
3	检修排水泵组	立式单级单吸离心泵; $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ , $H=16\text{m}$ , $N=4.0\text{kW}$ 。	台	2
4	检修排水泵组	立式单级单吸离心泵; $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ , $H=16\text{m}$ , $N=4.0\text{kW}$ 。	台	2
5	渗漏排水泵组	潜水排污泵; $Q=40\text{m}^3/\text{h}$ , $H=18\text{m}$ , $N=4.0\text{kW}$ 。	台	2
6	渗漏排水泵组	潜水排污泵; $Q=12\text{m}^3/\text{h}$ , $H=18\text{m}$ , $N=1.5\text{kW}$ 。	台	2
7	在线监测系统	立式单级单吸离心泵; $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ , $H=16\text{m}$ , $N=4.0\text{kW}$ 。	套	3
8	检修工具	千斤顶 QYL16、手拉葫芦 HSZ-3、台钳 6"、小五金工具 (管钳、钳工等) 及常用量测仪器仪表 (如卷尺、万用表) 等; 设适用爬梯 (可伸缩合金长爬梯, 适用) 一套	宗	1
9	水尺	适用	把	4
10	浮球液位器	浮球, 测量范围 0-20m。	套	2
11	液位变送器	投入式, 测量范围 0-20m, 输出 4mA-20mA	套	5
12	监测系统附件	阀门、管道、法兰等	项	1
13	检修排水管路	阀门、管道、法兰等	项	1
14	渗漏排水管路	阀门、管道、法兰等	项	1
15	钢结构设备	钢爬梯、拍门通气管等钢件。	吨	1
16	异径法兰短管	DN3100~DN2400, $\delta=14\text{mm}$ ; Q235B; 含止水环	套	3
17	异径法兰短管	DN3100~DN2550, $\delta=14\text{mm}$ ; Q235B; 含止水环	套	3
18	法兰盲板	DN3100, Q235B	个	6

## 6.2 电气

### 6.2.1 设计依据文件和规范

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| (1) 《供配电系统设计规范》          | GB 50052-2009;   |
| (2) 《通用用电设备配电设计规范》       | GB 50055-2011;   |
| (3) 《民用建筑电气设计标准》         | GB 51348-2019;   |
| (4) 《低压配电设计规范》           | GB 50054-2011;   |
| (5) 《建筑物防雷设计规范》          | GB 50057-2010;   |
| (6) 《泵站设计标准》             | GB 50265-2022;   |
| (7) 《建筑照明设计标准》           | GB/T 50034-2024; |
| (8) 《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》 | CJJ/T 120-2018;  |
| (9) 《建筑电气与智能化通用规范》       | GB 55024-2022;   |
| (10) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》  | GB 55015-2021;   |
| (11) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》  | SL/T 619-2021.   |

### 6.2.2 接入电力系统方式

#### (1) 概况

本工程在现有北濠涌水闸旁新建北濠涌泵站及附属设备房。泵站水泵机组装机容量为 1250kW，共三台。泵站出水口事故闸、自动清污机等低压负荷由北濠涌水闸专变提供。泵站水泵机组电机电压等级为 10kV，其余用电设备电压等级均为 220/380V。

#### (1) 主要用电负荷统计

表6-9 泵闸站负荷统计表

序号	负荷设备名称	设备安装容量 (kW)		需要系数	CosΦ	计算功率			备注
		功率 kW	数量			有功 kW	无功 kVar	视在 kVA	
一、10kV 高压负荷									
1	潜水轴流泵	1250	3	1	0.65	3750.0	4384.2	5769.2	电压等级 10kV，3 台机组可同时运行
二、0.38kV 低压负荷									
1	泵站左岸出水口事故闸门 (液压启闭机)	7.5	1	0.5	0.8	3.8	2.8	4.7	一控一，电动机一用一备
2	泵站右岸出水口	22	1	0.5	0.8	11.0	8.3	13.8	一控三，电动

	事故闸门 (液压启闭机)								机一用一备
3	左岸自动清污机	$7.5+3.5+1$	1	0.6	0.8	7.2	5.4	9.0	
4	右岸自动清污机	$7.5 \times 2+3.5+1$	1	0.6	0.8	11.7	8.8	14.6	
5	北濠涌水闸负荷 (现有)	15	1	0.5	0.8	7.5	5.6	9.4	
6	管理楼照明负荷	50	1	0.8	0.85	40.0	24.8	47.1	
7	监控电源	20	1	0.8	0.85	16.0	9.9	18.8	
8	管理区照明	10	1	0.9	0.85	9.0	5.6	10.6	
9	泵室照明	10	1	0.8	0.85	8.0	5.0	9.4	
10	检修电源	20	1	0.8					
		同时系数 $K_{\Sigma P}$ 、 $K_{\Sigma q}$ 取 0.9				114.2	76.1		
	无功补偿						-60		
	补偿后合计 (计算负荷)					108.4	12.3	109.1	
估变压器容量选定为 160kVA									

### (3) 用电负荷等级

泵站主要功能为防洪、排涝，水泵及相关附属设备用电按二级负荷考虑。

### (4) 供电方式

根据泵闸站容量及性质。泵闸站供电采用 10kV 双电源供电，一用一备。水泵机组电源由 10kV 市电直接提供。泵闸站将现有 125kVA 站用变压器扩容到设置 160kVA，10/0.4kV 变压器，扩容后为设备房照明设备、防洪排涝闸液压启闭机、清污机等负荷供电。

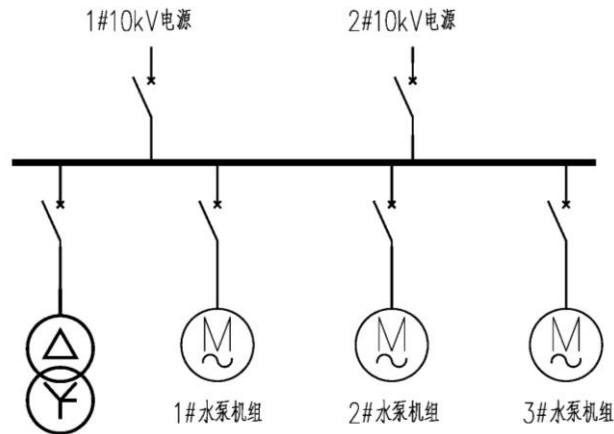
启动方式选择：10kV 水泵机组电动机采用高压固态软启动方式，22kW 液压油泵电动机采用软启动方式，其他低压电机采用直接启动方式。

经过与供电部门协商，主供回路电源由现有接入点接入，进线电缆调整为 ZRYJV22-8.7/15kV-3×240，初步确定新建泵闸站一路 10kV 电源由现有北濠涌水闸高压室接入，备供回路电源接入点由创兴路至沥滘路交接处开关房接入，两路 10kV 电源总长度约 3km，最终实施方案应以供电部门供电协议为准。

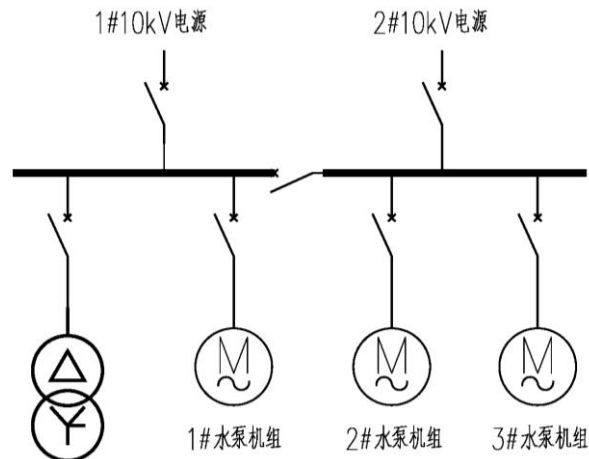
## 6.2.3 电气主接线

泵闸站主要负荷为三台 10kV 水泵机组、站内配套设备，根据泵闸站的供电线路回数、装机台数、运行方式。

## 方案一：单母线接线（推荐）



## 方案二：单母分段接线



方案一优点：接线简单、设备较少、操作方便、占地少。缺点：母线故障或检修时，需整个泵闸站停运。

方案二优点：当一段母线故障或检修时，只影响该段母线设备停运，不影响另一段母线设备正常运行。缺点：较与方案一，操作较繁琐，需增加一套 PT 柜和一套断路器柜。

综上，本泵闸站进出线较少，泵闸站主要设备水泵机组年运行时间短，母线故障率低，可利用非汛期对泵闸站进行检修，方案一经济型更优，故本泵闸站选定方案一。

泵闸站设一台站用变压器，0.4kV 侧采用单母线接线方式，分别放射式向水泵机组及低压设备供电。对变压器 0.4kV 低压侧进行集中动态低压电容补偿。补偿后，10kV 侧功率因数不低于 0.9。

## 6.2.4 主要电气设备选择

根据《城市配电网规划设计规范》GB 50613-2010，10kV 中压配网的短路电流不宜超过 20kA。参考中国南方电网《10kV 及以下业扩受电工程典型设计图集》（2018 版），10kV 配电网的短路电流按 20kA 考虑。综上，泵闸站 10kV 短路电流按 20kA 考虑。

（1）变压器选用 SCB14，10/0.4kV 型干式变压器，配置 IP20 外壳，变压器额定容量为 250kVA，阻抗电压  $U_k=4\%$ ，接线组别为 DYn11，额定电压变比为 10/0.4kV。专用变压器配置强迫空气冷却风机。

（2）高压开关柜采用 KYN 型铠装移开式交流金属封闭开关柜。柜内配装手车型真空断路器，进线断路器开断电流 31.5kA，出线断路器 25kA。断路器采用弹簧操作机构。操作电源选用 220V 直流电源，配置一套 40 安时的专用直流屏。

（3）低压开关柜选用 GCK 型低压抽出式开关柜，进线端及各馈线回路开关采用框架断路器、塑壳断路器。

（4）无功补偿装置选用动态无功补偿成套设备。

（5）高低压电力电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘（钢带铠装）聚氯乙烯护套电力电缆。

（6）高压水泵电机起动采用固态软起动装置，起动柜内设置可控硅及控制器、真空接触器、电气测量仪表，电机保护器等。每台高压水泵机旁设置一套现地控制箱。

（7）高压水泵电机单机补偿容量 1000kVar。该补偿容量应根据电机厂家提供参数进行复核。电容器接线方式采用 Y 接。

（8）泵站出口事故闸控制柜柜内配置 PLC 模块、断路器、软启动器、接触器、热继电器、控制按钮等。

## 6.2.5 主要电气设备布置

泵闸站设备房利用现有北濠涌水闸管理楼改造，管理楼内设置高压室、高压起动室、高压无功补偿室和设备室。高低压开关柜、高压固态软起动柜以及高压无功补偿柜等分别布置在相关功能室内，机组 LCU 柜、计算机监控系统等设备布置在管理楼中控室内。

## 6.2.6 过电压保护及接地

泵闸站 10kV 系统采用中性点不接地方式，0.4kV 系统采用中性点直接接地方式。

泵房楼梯口屋面采用接闪带和接闪杆混合组合接闪器作为防直击雷的外部保护。在 10kV 高压柜线路进线终端装设一组氧化锌避雷器作为进行波和操作过电压的保护。低压配电柜装设 I 级试验的电涌保护器。电涌保护器的电压保护水平值应小于或等于 2.5kV。冲击电流值应取等于或大于 12.5kA。

泵闸站全站接地电阻不大于 1 欧。若接地电阻达不到要求时,应增设人工接地装置。设备房及设备工作接地、保护接地、防雷接地共用接地装置。设备房内采用 TN-S 接地系统。

设备房内所有低压柜(箱) PE 母排、电气设备接地母排、金属外壳、金属管道和可连接的金属构件进行总等电位联结,并与接地网可靠连接。

设备房接地网利用设备房基础梁等基础内结构钢筋自然接地体,设备房防雷引下线利用钢筋混疑结构柱内两条主要钢筋。

泵闸站接地网利用闸室底板面层钢筋,焊接成若干接地网格,引下线利用边墙或中墩钢筋混凝土的钢筋。在适当位置设置引上,供电气设备重复接地使用。利用两个热镀锌扁钢把设备房接地网和泵闸站接地网连接。

## 6.2.7 照明系统设计

根据《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 及《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021,室内照明设计按照下列标准设置:配电设备室照度标准值 200lx,变压器室照度标准值 100lx,控制室及办公值班室照度标准值 300lx。厂区道路照明照度标准值 10lx。

室内照明光源采用 LED 灯管,灯具结合室内装修布置,采用格栅灯盘、吸顶灯、壁灯、筒灯等,控制均为手动控制,楼梯间照明采用声控。本泵闸站工作应急照明和疏散照明由应急照明配电箱供电,采用集中供电,灯具选用 A 型灯具,电压不大于 36V,供电时间不少 1 小时。线路采用耐火电缆。

## 6.2.8 监控系统

### 6.2.8.1 监控对象

主要监控对象有水泵机组、出水口事故闸、防洪闸及附属设备。中控室服务器采集水泵运行状态和电量参数、高压固态软启动柜、高压无功补偿柜等状态参数、闸门控制

柜的进线断路器位置、开度荷重仪、限位开关、电力综合仪表（电流、电压、功率等）等信号。集中监控水泵机组、闸门启闭控制，在水闸现地设声光报警器，启闭水闸过程应报警。

## 6.2.8.2 系统结构及功能

### 6.2.8.2.1 系统结构及配置

监控系统采用分层分布式结构，监控系统分为集中监控层和现地控制层。

远程调度层设在管理楼二楼中控室，配置操作员工作站、数据服务器、交换机、UPS 电源屏及 GPS 时钟对时等。通过中控室工作站对各子站对象远程集中监控。

现地控制层布置在各泵房、液压设备室等现场，前端设各类传感器，水位传感器：实时监测水闸上下游水位变化，水泵运行状态，闸门开度传感器、限位传感器、荷重传感器：精确反馈闸门的开启程度、是否启闭到位。电力综合仪表：采集水闸电量参数，电流、电压、功率等。现地控制单元以可编程逻辑控制器（PLC）作为核心控制设备，处理传感器数据并执行控制指令。

### 6.2.8.2.2 系统功能

各子站闸门控制箱上设转换开关，每一孔闸门均设远程控制、检修和现地控制三种选择方式。

#### （1）远程控制

远程控制为远方上位机集控方式，由中控室的操作员工作站实现实现各水闸远程集中控制。对现场数据进行分析，事故报警功能，对数据予以记录保存，并生产报表。

#### （2）现地控制

现地控制由设在泵房或高压启动室、液压设备室启闭机室的闸门控制箱控制，闸门控制箱内设开度荷重仪，负责采集闸门开度信号，通过现地控制按钮实现现地控制。水闸现地设以可编程逻辑控制器（PLC）作为核心的闸门 LCU 柜，采集及控制闸门控制柜。控制声光报警器在启闭过程中报警。

### 6.2.8.2.3 控制权限

控制权限采用三级权限，分为远程控制、检修和现地控制，现地检修作为最高优先级，第二级为现地控制，第三级为现地控制，转换开关设在现地控制箱上。



## 6.2.9 继电保护配置及二次回路

### 6.2.9.1 继电保护

10kV 进线柜和出线柜配置微机保护装置。(1) 10kV 进线保护包括：过负荷保护、带延时电流速断保护；(2) 站用变压器的继电保护包括：电流速断保护、过负荷保护及单相接地保护等。(3) 10kV 水泵机组保护包括：电流速断保护、过负荷保护、单相接地保护、低电压保护。每台机组配置潜水电机综合保护器绕组及轴承温度保护、接线盒及电机内腔进水保护、机组振动保护，并配置电动机静态绝缘监控仪，监测电动机绕组绝缘电阻。(4) 其他低压电动机：电流速断保护、过负荷保护。

### 6.2.9.2 二次回路

(1) 计算机监控系统、视频监控系统、机组 LCU、公用 LCU 和集中监控层设备采用集中供电，在中控室配置一套 UPS 电源装置，选用在线式 UPS 电源装置，容量为 10kVA，备用时间为 1 小时。

(2) 全站电量测量二次额定电压采用 100V，额定电流采用 5A，在高低压进线柜均装设多功能数显表，其它回路和动力配电箱装设数显表。

## 6.2.10 通信

考虑到当地公用通信网络比较发达暂不考虑设置专用通信系统，泵闸站通信利用附近公共网络，并配置移动电话，接入本地公用移动通信网。

## 6.2.11 主要电气设备表

表6-10 泵闸站主要电气设备表

序号	名称	规格及型号	单位	数量
1	泵闸外电接入管线及土建	3km10kV 电缆 (ZRYJV22-8.7/15kV-3×240)，单线电缆排管埋地敷设	项	1
2	备用回路可靠性供电费用		项	1
3	站内变配电设备			
1)	高压进线柜	KYN28A-12 型，含微机保护装置及多功能表计等，其他配置按图纸	台	2
2)	高压计量柜	KYN28A-12，配置按图纸	台	2
3)	高压 PT 柜	KYN28A-12，配置按图纸	台	1
4)	高压出线柜	KYN28A-12，含微机保护装置及多功能表计等，其他配置按图纸	台	4
5)	直流电源屏	GZDW，DC220V，40Ah	台	1
6)	干式变压器	SCB14-160kVA,10/0.4kV，带温控器及输出模块、冷却风机、IP20 铝合金外壳	台	1

7)	变压器拆除报废	SCB10-125kVA,10/0.4kV	台	1
8)	低压进线柜	GCK, 配置按图纸	台	1
9)	低压电容补偿柜	GCK, 配置按图纸	台	1
10)	低压出线柜	GCK, 配置按图纸	台	2
11)	高压电力电缆	ZRYJV-8.7/15kV-3×70	米	30
12)	10kV 户内冷缩式电缆终端头	3×70mm <sup>2</sup>	套	7
13)	电缆标识牌	反光铝板丝印牌	块	40
14)	安全标示牌	有机玻璃板 600×500mm	块	40
15)	电房门牌、电房设备及周边标志牌	铝型材丝印板 600×500mm	块	100
16)	防鼠挡板 1800×450×4mm	1800×450×4mm, 硬塑板(灰色)	块	8
17)	放置高压绝缘地胶板	高压绝缘地胶板 1200×700×8mm	块	15
18)	放置低压绝缘地胶板	高压绝缘地胶板 1200×800×6mm	块	4
19)	电房不锈钢工具箱		个	3
20)	门禁及密码锁		快	4
21)	电房环境控制箱	含温湿控制器、插座等	快	3
22)	驱鼠器		个	3
23)	配电房红外灯		个	3
24)	声光验电器	10kV	套	3
25)	绝缘手套		套	6
26)	电力变压器系统	电压等级 10kV	台	1
27)	高压开关柜调试	电压等级 10kV	台	9
28)	低压开关柜调试	电压等级 1kV	台	4
29)	母线调试 1kV	电压等级 1kV	段	1
30)	10kV 电缆交流耐压试验	电压等级 10kV	回路	9
31)	10kV 电缆局放试验	电压等级 10kV	回路	9
32)	中央信号装置		系统	1
33)	中央信号装置、事故照明切换装置调试 直流盘监视系统		系统	1
4	高压固态起动机柜(1250kW)	含高压固态软起动机、真空接触器、电机保护器等	套	3
5	高压无功补偿柜	1000kVar	套	3
6	高压开关柜	XGN24-12 型, 配置按图纸	套	3
7	现地控制箱	配温控巡检仪、控制按钮等	套	3
8	高低压电力电缆			
1)	高压电力电缆	ZRYJV-8.7/15kV-3×70	米	300
2)	低压电力电缆	ZRYJV-0.6/1kV-5×16	米	500
3)	低压电力电缆	ZRYJV-0.6/1kV-5×10	米	500
4)	10kV 户内冷缩式电缆终端头	3×70mm <sup>2</sup>	套	15
7	控制信号电缆			
1)	信号电缆	STP-6	米	500
2)	信号电缆	ZRKVVP-15×1.5	米	500
7	管理楼楼梯间及泵房照明			

1)	照明配电箱	详见系统图	面	8
2)	应急照明配电箱	0.5kVA	面	2
3)	双头的应急照明灯	DC36V; 3W×2, A 型灯具, LED	盏	20
4)	应急疏散指示标识灯	DC36V; 3W, A 型灯具, LED	盏	10
5)	单管荧光灯	AC220V; 21W; LED	盏	20
6)	双管荧光灯	AC220V; 2×21W; LED	盏	20
7)	声控吸顶灯	AC220V; 15W; LED	盏	15
8)	双联二三极插座	AC220V,10A; 86 型	个	30
9)	空调插座	AC220V,16A; 86 型	个	1
10)	三联开关	AC220V,10A; 86 型	个	10
11)	双联开关	AC220V,10A; 86 型	个	10
12)	单联开关	AC220V,10A; 86 型	个	10
13)	轴流风扇		台	8
14)	室内投光灯	LED, 50W, IP65	盏	10
15)	ZR-BV 导线	ZR-BV-6	米	500
16)	ZR-BV 导线	ZR-BV-4	米	1000
17)	ZR-BV 导线	ZR-BV-2.5	米	2000
18)	NH-BV 导线	NH-BV-2.5	米	600
19)	导线保护管	重型 PVC 25	米	500
20)	导线保护管	重型 PVC 20	米	500
21)	导线保护管	热镀锌钢管 DN20×2.0mm	米	400
22)	风冷分体空调	1P, 壁挂式	台	1
23)	风冷分体空调	3P, 柜机	台	5
24)	空调柜机专用插座		套	5
9	管理楼梯间及泵房防雷接地			
1)	接闪短针	Φ20 热镀锌圆钢, 长度 0.5 米	根	12
2)	接闪带	Φ16 镀锌圆钢	米	150
3)	防雷引下线	利用结构钢筋	米	150
4)	接地干线	-40×4 紫铜带	米	500
5)	接地干线	-50×6 热镀锌扁钢	米	700
6)	接地测试点		个	6
7)	总(局部)等电位端子箱		套	3
8)	电气系统调试安装 接地网		系统	1
10	管理楼弱电设备			
1)	信息插孔		个	10
2)	电话插孔		个	10
3)	信息线	UTP-6	米	400
4)	电话线	UTP-5	米	400
5)	保护管	热镀锌钢管 DN25 (2.5)	米	100
6)	保护管	热镀锌钢管 DN20 (2.0)	米	200
9	管理楼梯间及泵房预埋管件			
1)	10 号槽钢	[10	米	30
2)	钢筋	A12	米	400
3)	钢筋	A10	米	130

4)	钢筋	A6	米	200
5)	C25 预制砼盖板		立方米	2
6)	接地线	-50×6 热镀锌扁钢	米	20
7)	L50×5 镀锌角钢		米	20
8)	C20 砼		立方米	2
9)	砌 Mu10 砖 M7.5 水泥砂浆		立方米	12
10)	1: 2 水泥砂浆抹面 10mm 厚		立方米	80
11)	热镀锌钢管	DN150 (4.0mm)	米	200
12)	热镀锌钢管	DN50 (2.0mm)	米	100
13)	热镀锌电缆桥架	100×300 (2.0mm)	米	200
14)	不锈钢支架	角钢 L50×5	米	50
15)	低压电缆工作井	800×800×900mm	座	5
16)	高压电缆工作井	2300×2300×1200mm	座	5
13	管理区照明			
1)	室外照明控制箱		套	1
2)	3.5 米庭院灯 (含基础)	LED, 30W, IP65	盏	10
3)	5 米路灯 (含基础)	LED, 50W, IP65	盏	10
4)	低压电力电缆	ZRYJV-0.6/1kV-5×10	米	200
5)	热镀锌钢管	DN50 (2.0mm)	米	200
10	火灾自动报警系统			
1)	火灾报警控制器/消防联动控制器		套	1
2)	火警模块接线端子箱		套	5
3)	短路隔离器		台	10
4)	感烟探测器(地址式)		台	20
5)	感温探测器(地址式)		套	5
6)	编码型手动报警按钮		个	1
7)	声光报警器		个	1
8)	固定消防对讲电话 (总机)		台	5
9)	固定消防对讲电话 (分机)		个	5
10)	嵌入式扬声器(3W)		个	10
11)	单输入单输出模块		个	10
12)	单输出模块 (广播)		个	10
13)	气体释放报警器(放气指示灯)		个	5
14)	气体灭火系统控制装置(壁挂)		个	2
15)	现场消防报警及联动总线、广播线路、消防模块引出的输出线路	WDZN-RYJ-2×1.5	米	600
16)	24V 消防电源总线	WDZN-BYJ-2×6	米	200
17)	24V 消防电源总线	WDZN-BYJ-2×4	米	200
18)	低压电力电缆	WDZBN-YJV-0.6/1kV-5×4	米	200
19)	低压电力电缆	WDZBN-BYJ-0.6/1kV-5×4	米	200
20)	热镀锌桥架	100×300 (2.0)	米	150
21)	导线保护管	镀锌钢管 DN20×2.0mm	米	500

## 6.3 金属结构

### 6.3.1 概述

本工程拟新建海珠区北濠涌排涝泵站，工程任务以排涝为主，兼顾水景观、水环境。通过综合措施，增强河道排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升。本工程位于海珠区北濠涌涌口，新建排涝泵站布置于北濠涌两岸空地。

### 6.3.2 前期审查意见落实情况

可行性研究阶段审查、审批对金属结构部分无意见。

### 6.3.3 设计依据

#### (1) 规程规范

本工程金属结构达标提升设计按照国家相关标准、规范、法律、法规进行设计，主要依据标准规范如下：

《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）；

《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019）

《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》（GB/T14173-2008）

《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2018）

《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》（SL/T381-2021）

《钢结构设计标准》（GB50017-2017）

《钢结构工程施工质量验收标准》（GB50205-2020）

《水工金属结构防腐蚀规范》（SL105-2007）

《水工钢闸门和启闭机安全运行规程》（SL/T722-2020）

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》（GB 50231-2009）

《水工金属结构焊接通用技术条件》（SL 36-2016）

(2) 安全鉴定报告及现状调查资料、业主运行维护需求等；

(3) 最新的水位资料。

### 6.3.4 设计内容

本工程共设置了一处泵站。

泵站汛期调度规则如下：

降雨前，预腾空河涌水位至-0.50m 以下；降雨时当内涌水位低于-0.50m 且不低于-1.0m 时，开启 1 台泵（ $20\text{m}^3/\text{s}$ ）；内涌水位-0.50~-0.30m 时，开启 2 台泵（ $40\text{m}^3/\text{s}$ ）；内涌水位高于-0.30m 时，开启 3 台泵（ $60\text{m}^3/\text{s}$ ）；内涌水位低于-1.0m 时，关闭所有泵。降雨后期，当内涌水位高于外江水位，关泵开闸自排。

根据泵站布置，金属结构分别为左右岸的泵站进水口粗格栅、进水口检修闸、进水口自动清污机、出水口事故闸门、右岸防洪闸门以及闸门启闭设备等。

泵站出水口采用拍门断流，按规范要求采用拍门断流的泵站，出水侧设置事故闸门。如果采用快速闸门断流，金属结构部分投资比拍门断流大，制造安装复杂，关闭速度慢；因此改为采用拍门断流，出水侧设置事故闸门。

#### 6.3.4.1 泵站

本泵站共设 3 台泵组，左岸布置 1 台，右岸布置 2 台。由内涌侧至外江侧依次设有进水口粗格栅、进水口自动清污机、外江侧事故闸门。在右岸泵站出水口设置一道防洪闸。主要金属结构有泵站进水口清污机、出水口事故闸、防洪闸等，包括其相应的埋件及其启闭设备。

#### 6.3.4.2 粗格栅

为防止水中大污物进入流道及水泵内，影响机组效率和运行，在泵站的流道进水口设粗格栅。

左岸粗格栅共设置三孔，三孔孔口尺寸为别为  $8.40\text{m} \times 2.70\text{m}$ 、 $9.00\text{m} \times 2.70\text{m}$ 、 $8.00\text{m} \times 3.20\text{m}$ ，每孔共一扇拦污栅。

右岸粗格栅共设置三孔，三孔孔口尺寸为别为  $7.90\text{m} \times 3.20\text{m}$ 、 $8.50\text{m} \times 3.20\text{m}$ 、 $9.86\text{m} \times 3.20\text{m}$ ，每孔共一扇拦污栅。

左岸粗格栅底槛高程为-1.70m，右岸粗格栅底槛高程为-2.20m，栅条净距为 200mm。挡水水头差不大于 1.0m。

为了免维护，格栅及其埋件采用 12Cr18Ni9 材质。采用人工清污方式。

#### 6.3.4.3 泵站进水口检修闸门

为了便于泵站检修，在泵站进水口设置检修闸门。本工程共设置三孔检修闸，孔口尺寸为  $5.0\text{m} \times 7.5\text{m}$ ，共设置一扇检修闸门，为露顶式平面钢闸门。检修闸门底槛高程

为-2.2m，墩顶高程为 3.0/3.5m。检修闸门最高挡水水位为内涌侧最高运行水位 0.6m。检修闸门共三节，每节 2.5m 高。检修闸门采用双主梁型式，采用单向止水，面板位于内涌侧，止水面位于内涌侧。闸门采用喷封闭油漆进行防腐。埋件内表面采用苛性钠环氧砂浆，迎水面采用不锈钢材质。

平时闸门固定放置于检修门槽顶，当泵站需要进行检修时，采用临时临时起吊 10t 机械自动拖挂梁吊装至一孔检修门槽。

#### 6.3.4.4 泵站进水口自动清污机

为防止水中较大的污物进入流道及水泵内，影响机组效率和运行，在泵站的流道进水口设自动清污机。

左岸设置 1 孔自动清污机，孔口尺寸为 5.0m×10.15m。栅体为 75° 布置。拦污栅设计水头为 2.0m，流速 0.15m/s。栅条采用扁钢制作，材质采用 12Cr18Ni9，栅条净宽为 50mm。采用自动清污方式。

左岸设置一套皮带传送带，长度约 8.0m。

右岸设置 2 孔自动清污机，孔口尺寸为 5.0m×9.65m。栅体为 75° 布置。拦污栅设计水头为 2.0m，流速 0.15m/s。栅条采用扁钢制作，材质采用 12Cr18Ni9，栅条净宽为 50mm。采用自动清污方式。右岸设置一套皮带传送带，长度约 16m。

清污机及皮带传动带的检修采用临时起吊设备吊装。

#### 6.3.4.5 泵站出水口拍门

水泵出口采用拍门断流，本工程共 3 台水泵，采用 6 孔拍门进行断流。拍门孔口尺寸为 2.2m×4.4m。采用浮箱分节式钢拍门。反向挡水水头差不低于 15m。采用喷涂封闭油漆进行防腐。采用临时起吊设备进行吊装检修。

#### 6.3.4.6 泵站出水口事故闸

根据泵站的设置，在泵站出水口处设置事故闸门，共设置 3 孔事故闸，孔口尺寸都为 5.0m×5.0m。闸门的布置形式初步设计采用液压启闭机启闭。

左岸事故闸门兼具备防洪功能。

闸门采用平面焊接钢闸门，闸门形式为潜孔式平面钢闸门。闸门采用三主梁结构形式，水封设置于外江侧，采用双向封水。

在闸门门槽外江测设置检修门槽，不设置永久性检修门，需要检修时采用临时性叠

梁进行检修。

闸门喷涂料封闭层保护。埋件内表面采用苛性钠环氧砂浆，迎水面采用不锈钢材质。

5.0m×5.0m 事故闸门采用液压启闭机启闭，三孔共用一套液压泵站，采用现地及远方控制启闭机，采用双吊点形式；

三孔事故闸采用的液压启闭机主要技术参数：

额定容量： 2×250kN/2×100kN；

工作行程： 5.0m；

电机功率： 22kW。

#### 6.3.4.7 右岸防洪闸

根据布置，在泵站出水口设置一孔防洪闸，孔口尺寸为 6.5m×4.0m。闸门的布置形式初步设计采用液压启闭机启闭。

闸门采用平面焊接钢闸门，闸门形式为潜孔式平面钢闸门。闸门采用三主梁结构形式，水封设置于外江侧，采用双向封水。

在闸门门槽外江侧设置检修门槽，不设置永久性检修门，需要检修时采用临时性叠梁进行检修。

闸门喷涂料封闭层保护。埋件内表面采用苛性钠环氧砂浆，迎水面采用不锈钢材质。

6.5m×4.0m 防洪闸门采用液压启闭机启闭，采用现地及远方控制启闭机，采用双吊点形式；

液压启闭机主要技术参数：

额定容量： 2×200kN/2×100kN；

工作行程： 4.0m；

电机功率： 7.5kW；

为避免液压启闭机在电源供应，电气控制系统或电动机出现故障，配置 2 套 MQHGYD-30 无电液控应急操作器启闭闸门的装置；应急操作情况下，闸门启闭速度不低于正常启闭速度的 1/3（特殊情况除外）。

#### 6.3.4.8 原有液压系统迁移调试

在原有的设备房进行改造之后，液压泵站需要进行搬迁，搬迁后，需对原有液压系统进行调试。



### 6.3.5 金属结构主要设备清单

本工程金属结构工程量见下表。

表6-11 金属结构主要设备清单

序号	名称	孔口尺寸 (宽×高)(m)	闸门型式	数量		每套重(t)		总重(t)		启闭机			
				孔数	门数	门重	埋件重	门重	埋件重	型号	数量	电机功率(kW/台)	
泵 站	1	左岸 拦污栅	8.4×2.7		1	1	7	2	7	2			
	2	左岸 拦污栅	9.0×2.7		1	1	8.5	2.5	17	2.5			
	3	左岸 拦污栅	8.0×3.2		1	1	7	2	7	2.5			
	4	右岸 拦污栅	7.9×3.2		1	1	7.5	2.5	7.5	2.5			
	5	右岸 拦污栅	8.5×3.2		1	1	8.0	2.5	8.0	2.5			
	6	右岸 拦污栅	9.86× 3.20		1	1	8.5	2.5	8.5	2.5			
	7	左岸 自动 清污机	5.0×10.1 5-2.0m		1	1	约 18				皮带传送带 L约8m	1	7.5+3.5 +1.0
	8	右岸 自动 清污机	5.0×9.65 -2.0m		2	2	约 17				皮带传送带 L约15m (共用)	1	2×7.5+3.5 +1.0
	9	泵站进 水口检 修闸门	5.0×7.5- 7.5m	露顶 分节 叠梁 闸门	3	1	20	5	20	15	10t机械自 动脱挂梁	1	
	10	拍门 (含埋 件)	2.0×4.4- 15m-	浮箱 式分 节钢 拍门	6	6							成套设备
	11	左岸 事故 闸门	5.0×5.0- 10.2m	提升 式平 面钢 闸门	1	1	10	6	10	6	2×250kN/2× 100kN -5.0m 液压启闭机	1	采用一控三, 22+22 (一用一备)
	12	右岸 事故 闸门	5.0×5.0- 10.2m	提升 式平 面钢 闸门	2	2	10	6	20	12	2×250kN/2× 100kN -5.0m 液压启闭机	2	
	13	右岸防 洪闸门	6.5×4.0- 6.10m	提升 式平 面钢 闸门	1	1	8	5.5	8	5.5	2×200kN/2× 100kN -4.0m 液压启闭机	1	7.5+7.5 (一用一备)
14	应急操 作器	无电液控应急操作器共2套											
15		原有液压系统搬迁调试											

## 6.4 采暖通风与空气调节

### 6.4.1 概述

北濠涌排涝泵工程采暖通风与空气调节范围为泵闸站生产及其辅助建筑物，这些场所内设置有机电设备，包括高压开关柜、低压配电柜、变压器等，运行时这些设备将产生大量的热，是通风设计考虑的重点，应按有关规范设置通风设施。因本工程位于广州市海珠区，属南亚热带海洋性季风气候，具备温暖多雨、光热充足、夏季长、霜期短的特征。因此本项目不进行采暖设计，仅对工程范围内进行通风和空气调节设计。

### 6.4.2 设计依据

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015；

《水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》SL490-2010。

### 6.4.3 采暖通风

北濠涌排涝泵工程位于广州市海珠区。各配电房通风采用自然进风与机械排风相结合的通风方式，在高压室、液压设备室内分别设置轴流风机通风；考虑消防排烟，火灾时，各房间通风设备转换成排烟设备，进行排烟，与风机配套的电动机采用防爆电机。

### 6.4.4 空气调节

北濠涌排涝泵工程位于广州市海珠区，近年来，广州地区多年平均气温为 23℃，7 月份最高气温平均为 35℃，1 月份最低气温平均 11℃，极端最高气温为 40℃，极端最低气温为 3℃，无霜期达 340 天，多年平均相对湿度 78%。在高压室、液压设备室内分别设置单制挂式空调作为空气调节设备。采暖通风与空气调节设备汇总见下表。

表6-12 采暖通风与空气调节设备汇总表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	轴流风机	SF-N03	台	4	
2	挂式空调	KFR-72GW/KA1-N1	台	3	

## 7 消防设计

### 7.1 概述

工程消防范围为泵站生产及其辅助建筑物，这些场所内设置有机电设备，包括电缆、变压器、配电盘、开关柜等，由于运行或故障（短路）有可能引起火灾，是消防设计考虑的重点，应按有关规范设置消防设施。

### 7.2 设计依据

- 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018年版）；
- 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2010）；
- 《水利水电工程设计防火规范》（GB50987-2014）；
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116 -2013）；
- 《电力设备典型消防规程》（DL5027-2015）；
- 《水喷雾灭火系统设计规范》（GB50219-2014）；
- 《建筑钢结构防火技术规范》 GB51249-2017；
- 《建筑内部装修设计防火规范》 GB50222-2017；
- 《防火卷帘、防火门、防火窗施工及验收规范》 GB50877-2014。

### 7.3 设计原则

本工程消防设计贯彻“预防为主，防消结合”和确保重点、兼顾一般、便于管理、经济实用的原则，结合本工程自身的特点和具体条件，采用可靠先进实用的防火技术，保障安全，使用方便，节省投资。设计中，采用“一防、二断、三灭、四排”的综合消防技术措施。消防设施的配置应以消防自救为主，外援为辅。泵站布置和消防设计统筹考虑，在工程总体布置中消防车道、防火间距、安全出口均应满足规范要求。

### 7.4 消防总体设计方案

本工程的消防对象为：泵房、室外厂区。在设计上合理布置建筑物，防止火灾扩大；对需要设防的设备采取适当的隔离设施，防止火灾蔓延；设置足够的疏散通道、楼梯等。其次，采取积极的消防措施，设置事故照明及疏散指示标志，设置适当数量的消火栓、灭火器等，以便进行自救、及时扑灭火灾。建筑物外部，布置通畅的消防车道。

(1) 建筑物、构筑物及设备布置符合防火间距要求；

(2) 建筑物、构筑物符合耐火等级要求；

(3) 电气设备、电缆设计符合规范要求；

(4) 泵站火灾主要是电缆和油类火灾。电气设备分布较广，采用移动式消防器具扑火初期火灾很有效，而且使用方便。因此，泵站根据各消防对象的不同特点分别采用水消防或化学消防方式，以其中一种为主，相互补充；

(5) 消防水泵由不同电源的专用回路供电，消防照明和疏散指示标志设置符合规范要求；

(6) 通风设计须考虑阻火和排烟措施；

(7) 建筑物内、外疏散通道符合规范要求。

## 7.5 工程消防设计

### 7.5.1 生产厂房火灾危险分类及耐等级

根据《建筑设计防火规范》、《水利水电工程设计防火规范》，结合本工程的具体情况，各生产场所火灾危险分类及耐火等级列于下表。

表7-1 泵站生产场所的火灾危险性类别及耐火等级表

序号	生产场所名称	火灾危险性类别	耐火等级(不低于)
一、主要生产场所			
1	主机间及安装场	丁	二
2	中控室	丙	二
3	高、低压开关室	丙	二
4	厂用变(干式变压器)	丁	二
5	电缆室、电缆道、电缆沟(井)	丙	二
6	水泵室	戊	二
二、辅助生产场所			
1	柴油发电机室	丙	二
2	办公室	丁	二

### 7.5.2 消防车道及安全疏散

消防车道可通至泵站站房大门，并可延伸至副厂房墙外。

泵站站房内，机电设备集中，是主要的消防对象。站房内的安全疏散通道结合设备布置进行配置。

泵房主、副厂房两端，电机屋与水泵层之间，均设置楼梯，厂内各层之间、厂内外

之间，交通方便。

泵站主、副厂房内各层交通楼梯的数量及其与最远工作地点的距离均符合规范要求。

泵站主要电气设备均设置专用房间，以防火墙、防火门作分隔，其房间安全出口数量按规范要求设置。

### 7.5.3 主要场所和主要机电设备的消防

#### 7.5.3.1 消防方式

根据生产场所建筑的燃烧性能、耐火等级，以及设备性能和特点，消防方式具体安排如下：

(1) 以水消防方式为主的有：主泵房检修、水泵层，以及厂区室外消防。在这些场所设置必需数量的消火栓和适量的化学消防器具。

(2) 以化学消防方式为主的有：中控室、电缆室（道）、高低压开关室、厂用变室、厂内桥式起重机、柴油发电机室等。在这些场所设置必需数量的化学消防器具和适量的消火栓。

#### 7.5.3.2 消防布置

检修层设置室内消火栓 2 个。

副厂房二层设置室内消火栓 3 个。

厂区室外设置室外消火栓 2 个，并设置水泵接合器 1 个。

消火栓采用 SN65 型，配用 QWZ19 型  $\phi 19\text{mm}$  口径直流喷雾两用水枪。消防时，确保任何火警位置都有 2 支水枪的充实水柱同时达到。

副厂房各电气设备室均以防火墙、防火门相隔，交通通道、疏散出口满足规范要求。

主、副厂房各层通道、楼梯和安全出口等均配置手提式灭火器，安装间配置推车式干粉灭火器 1 台。

电缆通道配置手提式灭火器，并设置防火分隔物，所有穿越楼板、隔墙的电孔洞均采用非燃烧材料封堵。

桥式起重机驾驶室配置手提式灭火器。

此外，副厂房各设备室及已述及的采用化学消防方式为主的厂内场所配置手提式灭火器。灭火器的设置数量、规格按《建筑灭火器配置设计规范》的要求执行。

## 7.5.4 消防给水

考虑到泵站位于镇区，市政管网已通至泵站附近，水压和水量均满足消防要求，为节省工程投资，消防给水由市政管网引入，不另设消防给水泵。

## 7.5.5 消防电气

电缆及电缆通道的主要消防措施有：

- (1) 电缆采用阻燃电缆或耐火电缆，其氧指数应大于 30。
- (2) 电缆吊架层间设置复合型耐火隔板。
- (3) 电缆穿墙（楼板）及电缆管的所有孔洞均采用防火堵料封堵，电缆孔洞的封堵根据孔洞的大小选择不同的防火材料，比较大的孔洞选用耐火隔板、阻火包和有机防火堵料封堵，小孔洞用有机防火堵料封堵；引至电气设备的电缆用涂刷防火涂料或缠绕防火包带的方式防火，当电缆发生火灾时，可以阻断火势的蔓延。
- (4) 电缆通道每隔 150m 进行分隔。

消防供电电源按二级负荷供电。火灾事故照明及疏散指示标志采用交流和直流（蓄电池）双电源供电，正常情况下由交流供电，交流供电断电时自动切换至直流，直流供电时间大于 30min。火灾事故报警系统采用直流（蓄电池）供电。主要疏散通道、楼梯间及安全出入口通道的显著位置设置火灾事故照明及疏散指示标志。疏散用事故照明其最低照度不低于 0.5lx。

## 7.6 主要消防设备工程量

主要消防设备计列见下表。

表7-2 主要消防设备表

序号	名称	型号规格	单位	数量
1	室内消火栓	SN65 型，配用 QWZ19 型 $\Phi 19\text{mm}$ 口径直流喷雾	套	5
2	室外消火栓	SS100-1.0 型，进水口 DN100，出水口 1 个 DN100，2 个 DN65	套	2
3	消防水泵接合器	SQ 型，DN100	个	1
4	消防给水管	DN100 钢管	m	400
5	阀门等管路附件		项	1
6	干粉灭火器	MF4 手提式（4kg）	只	20
7	干粉灭火器	MFT10 推车式（10kg）	只	3

## 8 施工组织设计

### 8.1 施工条件

#### 8.1.1 工程概况

本次工程任务为防洪（潮）排涝，通过在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，进一步提升海珠区北濠涌片区防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力。

本次工程主要内容为在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。新建泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇，堤防级别为 1 级。综合考虑，本次工程分段设定建筑物级别，其中外江侧防洪闸段主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级；内涌侧泵室段及事故闸门段主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

本次新建泵站位于现状北濠涌水闸两岸空地，泵站主体结构分为上游连接段、进水段、主泵室段、出水段及下游连接段，平面总长度为 174.80m（右岸）、112.80m（左岸）。新建泵站设备房及管理区位于两岸河道管理范围线以内，占地约  $3417.12\text{m}^2$ ，该部分作为绿化以及管理用房用地。

北濠涌位于广州市海珠区西南部，呈南北走向，河涌的上游位于瑞宝涌、西碌涌交汇处，其西侧为南洲花苑，东侧为陈李济制药厂；河涌自北向南流，分别穿越南洲路及环城高速干线，下游段河道逐渐放宽，河宽约 50~90m，至下游于诚安围船厂西侧后汇入珠江后航道。目前北濠涌上游两侧多为城建区，地面高程多在 2.1~3.3m 之间，下游右岸有最低点高程约为 1.6m，左岸主要为工业厂房和部分城市绿地，地面高程大多都在 2.0m 以上。

#### 8.1.2 施工场地条件

工程所在地位于广州市海珠区，工程区域交通网络发达，本次工程区域东侧 100m 为地铁二号线，工程区域北侧 90m 为沥滘路，工程区域南侧 100m 为珠江后航道。北濠涌口左岸为海尚明珠智慧园区，右岸为海珠湾艺术园区，均需从沥滘路通过园区内部道路到达项目建设地点。

可以利用现有公路作施工便道，一方面要处理好与当地政府和群众的关系，另一方面在施工期间要作好养护工作，确保道路的畅通。

### 8.1.3 主要建筑物布置形式

本次新建排涝泵站布置于现状水闸的两岸，左岸为正向进水布置，右岸为侧向进水布置。排涝泵站由上游连接段、泵室段、下游连接段、利用现状管理房等工程组成。

根据基坑各区段的地质条件、开挖深度和周边环境等实际情况，本工程基坑支护分为临时支护及永久支护。其中左右岸进水池段均采用双排灌注桩结合挂板或桩顶挡墙型式作为永久结构，永久支护桩顺延建筑物结构边线，基坑深度为 6.65m~7.35m；左右岸泵室主体结构采用单排咬合灌注桩支护、钢筋砼对撑型式作为临时支护，基坑深度为 11.75~12.45m。

泵站站址地基范围内的淤泥及淤泥质土分布广泛，基底所处土层有存在夹带软弱土层的风险，推荐主体建筑物地基处理采用灌注桩基础及水泥搅拌桩复合地基。

### 8.1.4 工程施工特点

两侧泵站为紧挨现状水闸建设，施工期要做好现状水闸的变形和位移监测，防止施工过程中对现有水闸的扰动。

另外，泵站的地基属于透水地基，施工过程中密切关注水位的变幅对地基土的渗透影响，防止发生渗透变形，并且还要防止基坑渗水过大。

### 8.1.5 施工期通航及其他要求

施工期暂无通航需求。施工期暂无供水功能需求。

### 8.1.6 料场的选择及开采

本工程所需量较小，采用自采料场不合理，考虑采用市场外购。

### 8.1.7 建筑材料来源及水电供应

工程所用的主要建筑材料如水泥、木材、砂、石及碎石等均在广州市场购买。本工程施工用水、生活用水可与当地水主管部门取得联系，就近驳接自来水管解决；施工用电就近与供电部门协商拉线驳接，无此条件则需在临时用地内自备移动式发电机自发电，架设低压线路至施工现场内各用电点及生活区各用电点。



### 8.1.8 当地可供修配加工条件

本工程位于市区，机械修理市场发达，已有较强的机械修配能力，因此，为了节约工程投资，降低工程造价，在技术可靠，经济合理的前提下，尽可能充分利用已有的工厂设施和修配能力。

### 8.1.9 自然条件

本区位于北回归线以南，属于南亚热带海洋性季风气候，气候特点是全年气温较高，湿度大，夏季高温湿润，冬季不严寒，太阳总辐射量较多，适宜农作物四季生长。降水主要集中在每年 6~9 月；本区季风期分明，年平均风速 1.9~2m/s，最大风速为 22m/s，瞬时极大风速 35.4m/s 以上。

根据钻孔揭露，站址地基的地层大致可划分为以下几层：①-1 杂填土；①-2 素填土；②-1 淤泥质土；②-2 淤泥质粉砂；②-3 粗砾砂；②-4 粉质黏土；③残积土；④泥质砂岩全风化带；⑤泥质砂岩强风化带；⑥泥质砂岩弱风化带。

本工程位于珠江感潮河段，潮汐性质属不规则半日潮，即在一个太阴日里（约 24 小时 50 分钟）有两次高潮和低潮，而且两个相邻的高潮或低潮的潮位和潮流历时均不相等。潮位过程线的形状表现为涨潮历时短，落潮历时长，呈不对称正弦曲线。由于受径流影响，年最高潮位多出现在汛期；台风也是影响高潮位的重要因素，在建国后浮标厂水位有 3 次高于 2.3m，其中两次是受台风影响。潮差的年际变化不大，年内变化较大，汛期潮差略大于枯水期潮差。

## 8.2 施工导截流

### 8.2.1 导流标准及导流方式

泵站基坑开挖和水上混凝土浇筑安排在枯水期施工，灌注桩支护等水上部分可在汛期施工。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），新建排涝泵站主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级，洪水标准根据建筑物结构类型和级别确定，其中混凝土、浆砌石结构为 5~10 年，土石结构为 10~20 年，取 10 年一遇重现期。导流时段为枯水期（10 月~次年 3 月），10 年一遇施工期设计洪水为 21.6m<sup>3</sup>/s。施工期对应的 10 年一遇内涌水位为 1.78m，外江 10 年一遇潮水位为 2.47m。

本次新建排涝泵站布置于现状水闸的两岸。根据施工工序的不同，左右岸泵站可分

为同时施工和各在 2 个枯水期施工。方案一：分两期施工，每期泵站分别在 2 个枯水期施工，分别填筑内外涌围堰，分别关闭一侧 2 孔现状水闸，利用另一侧的 1 孔净宽 8m 水闸导流。方案二：同时施工，左右岸同时填筑围堰，封闭左右两孔水闸，利用中间的一孔水闸导流。以上两种方案的优缺点对比如表 8-1。

**表8-1 两种施工分期布置的优缺点对比**

方案对比	方案一：分期施工	方案二：同时施工
导流方式	分别关闭一侧 2 孔现状水闸，利用另一侧的 1 孔净宽 8m 水闸导流	封闭左右两孔水闸，利用中间的 1 孔水闸导流
围堰形式	分期施工，现状河道有较大的位置布置纵向围堰，围堰可选用较经济的土石方围堰	现状河道可供布置的围堰范围有限，并且围堰布置在现状水闸的底板砼上，只能选用钢沉箱形式
施工工期	需要跨 2 个枯水期施工，施工强度较小，施工工期约 24 个月	1 个枯水期完成水下砼的浇筑，施工强度大，施工工期约 14 个月
投资	分期施工，1、2 期围堰可利用，土石方围堰投资小，约 658 万	钢沉箱围堰投资大，约 1640 万

根据以上两种方案比较，两种方案均可行，但是方案二同时施工施工强度大，工期安排紧凑，投资大，对现场施工和监理的要求也高，若不能在一个枯水期完成主体，汛期水闸只有 1 孔度汛，难度大，风险高；方案二分期施工虽然工期长，但是投资小，对施工单位的施工部署安排要求小，并且更加符合左右岸用地手续办理的实际情况，综合考虑，选用方案一分期施工作为本次施工组织的设计方案。

## 8.2.2 围堰方案

### 8.2.2.1 一期围堰

#### 8.2.2.1.1 内涌侧围堰

一期泵站在第一个枯水期开工，枯水期可在岸上施工泵室部分灌注桩支护及基础处理桩。填筑一期内涌围堰二，采用土方填筑+单排钢板桩止水，围堰兼做灌注桩打桩平台。钢板桩桩长 18m，往灌注桩外扩 3m，桩顶高程与现状地面齐平为 2.8m，支护桩施打完毕后，钢板桩与灌注桩搭接形成封闭防渗体系。钢板桩内侧填筑土方至 0.0m，作为灌注桩的打桩平台，平台内侧填土与现状地面高程衔接。围堰型式如下：

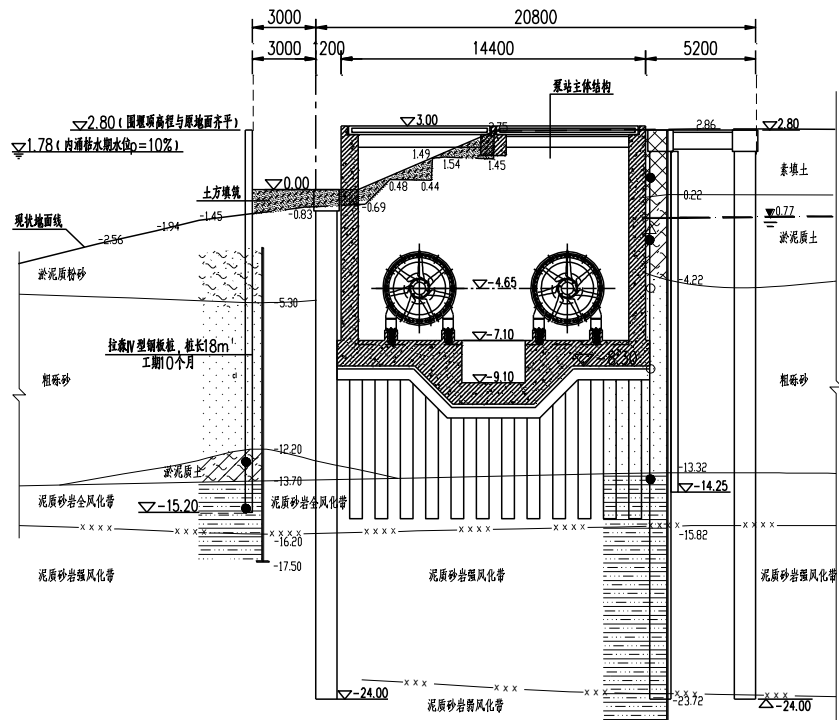


图8-1 一期内涌围堰二及打桩平台剖面图

拟于枯水期填筑泵站打桩平台及内涌、外江侧围堰，关闭两孔闸门，利用一孔水闸导流，进行岸上支护桩及桩基础施工，第一个汛期来临之前，完成岸上的灌注桩支护及基础处理桩的施工。施工完成后进行内涌及外江侧围堰水闸过流范围内的围堰拆除，仅保留内外基坑两端围堰，至少保证水闸两孔过流，进行基坑开挖及泵站主体工程施工、设备安装调试、验收后拆除全部围堰，主体施工期间可同步进行管理区及管理房建设。

一期内涌围堰采用土石方围堰，根据是否考虑围堰的止水措施，采用两种不同型式。

一期内涌围堰一布置在近沥滘路处，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.78m 加安全超高 0.5m 确定，同时不低于现状堤顶，取 2.8m，顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，背水侧坡脚布置单排钢板桩止水，桩长 15m，如图所示。

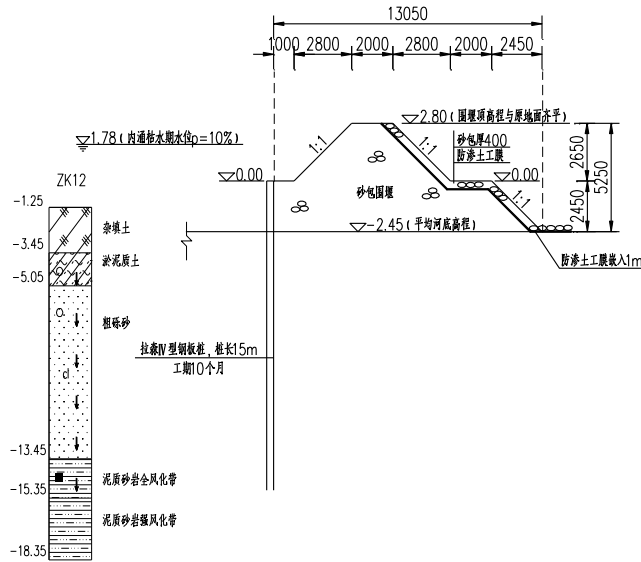


图8-2 一期内涌围堰一剖面图

一期内涌围堰三布置在现状水闸底板处，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.78m 加安全超高 0.5m 确定，同时不低于现状堤顶，取 2.8m，顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，如图所示。

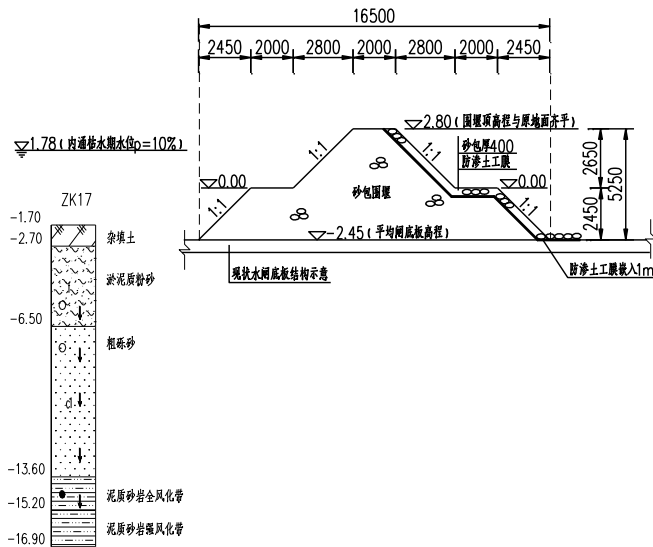


图8-3 一期内涌围堰三剖面图

### 8.2.2.1.2 外江侧围堰

一期外江围堰一填筑于现状水闸的消力池、海漫段，采用砂包填筑。堰顶高程按 10 年一遇潮水位 2.47m 加安全超高 0.5m 确定，同时不低于现状堤顶，取与现状堤顶等高为 3.2m，顶宽 2m，边坡 1:1.5，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层。为防止潮水位变动对堰脚的冲刷，砂包外抛 2m 宽的抛石护脚，护脚顶高程与打桩二级平台顶高程一致 0.00m，高度 3.2m，边坡 1:1.5。围堰型式如下图。

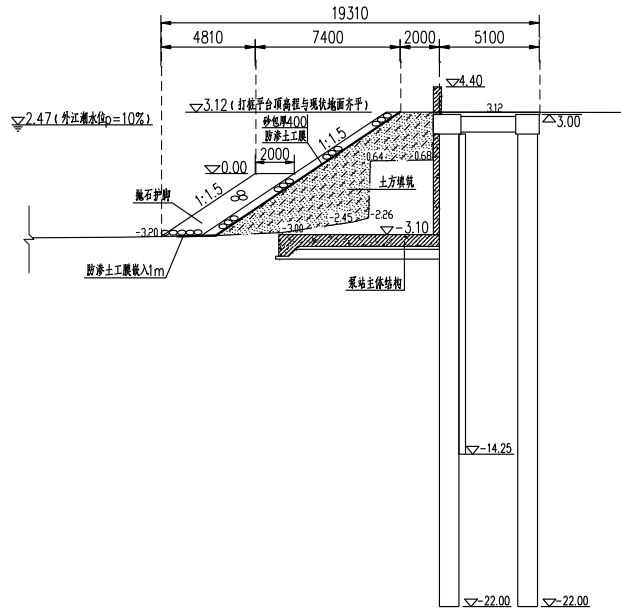


图8-4 一期外江围堰一及打桩平台剖面图

一期外江围堰二填筑于现状水闸的防冲槽段，围堰采用砂包填筑，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，背水侧坡脚布置单排钢板桩止水，桩长 15m。堰顶高程按 10 年一遇潮水位 2.47m 加安全超高 0.5m 确定，同时不低于现状堤顶，取与现状堤顶等高为 3.2m。为防止潮水位变动对堰脚的冲刷，砂包外抛 2m 宽的抛石护脚，护脚顶高程与打桩二级平台顶高程一致 0.00m，高度 3.2m，边坡 1:1.5。围堰型式如下图。

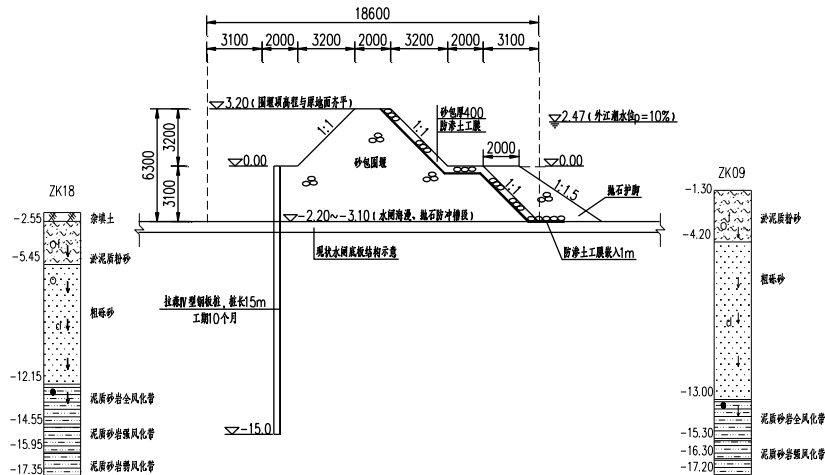


图8-5 一期外江围堰二

### 8.2.2.2 二期围堰

#### 8.2.2.2.1 内涌侧围堰

二期泵站在第二个枯水期开工，枯水期可在岸上施工泵室部分灌注桩支护及基础处理桩。填筑二期内涌围堰一及打桩平台，采用土方填筑，填筑顶高程与现状地面齐平为 3.5m，往灌注桩外扩 2m，边坡 1:1.5，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，为了防止潮水位变动对迎水坡的冲刷，0.0m 以下布置 2m 宽的抛石护脚。围堰型式如下。

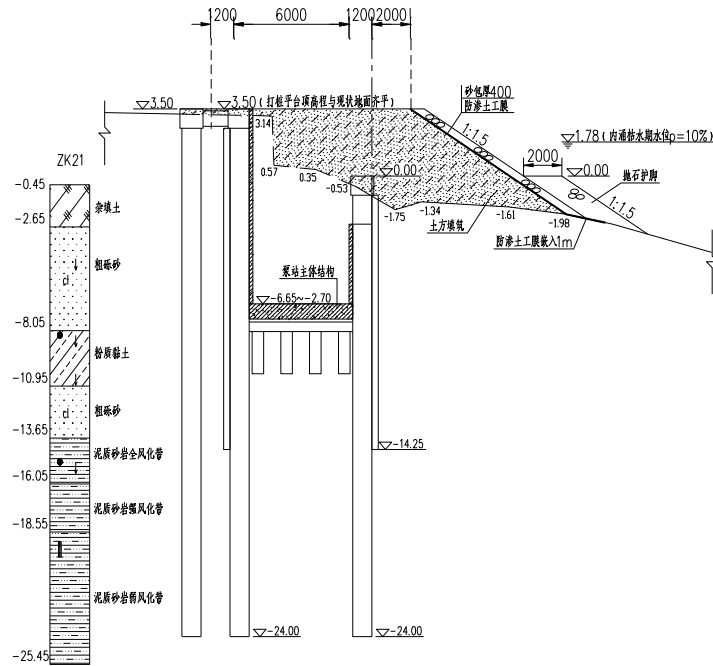


图8-6 二期内涌围堰一及打桩平台剖面图

拟于枯水期填筑泵站打桩平台及内涌、外江侧围堰，关闭两孔闸门，利用一孔水闸导流，进行岸上支护桩及桩基础施工，第二个汛期来临之前，完成岸上的灌注桩支护及基础处理桩的施工。施工完成后进行内涌及外江侧围堰水闸过流范围内的围堰拆除，仅保留内外基坑两端围堰，至少保证水闸两孔过流，进行基坑开挖及泵站主体工程施工、设备安装调试、验收后拆除全部围堰，泵站主体施工期间可同步进行管理区及管理房建设。

二期内涌围堰采用土石方围堰，根据是否考虑围堰止水措施，采用两种不同的型式。

二期内涌围堰二布置在现状水闸底板结构以外上游段，需要考虑围堰的止水措施一确保形成封闭的防渗体系，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.78m 加安全超高 0.5m 确定，同时不低于现状堤顶，取 3.5m，顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，背水侧坡脚布置单排钢板桩止水，桩长 18m，如图 8-8 所示。

二期内涌围堰三布置在现状水闸外江侧海漫、消力池段，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.78m 加安全超高 0.5m 确定，同时不低于现状堤顶，取 3.5m，顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，围堰型式如下图 8-8 所示。

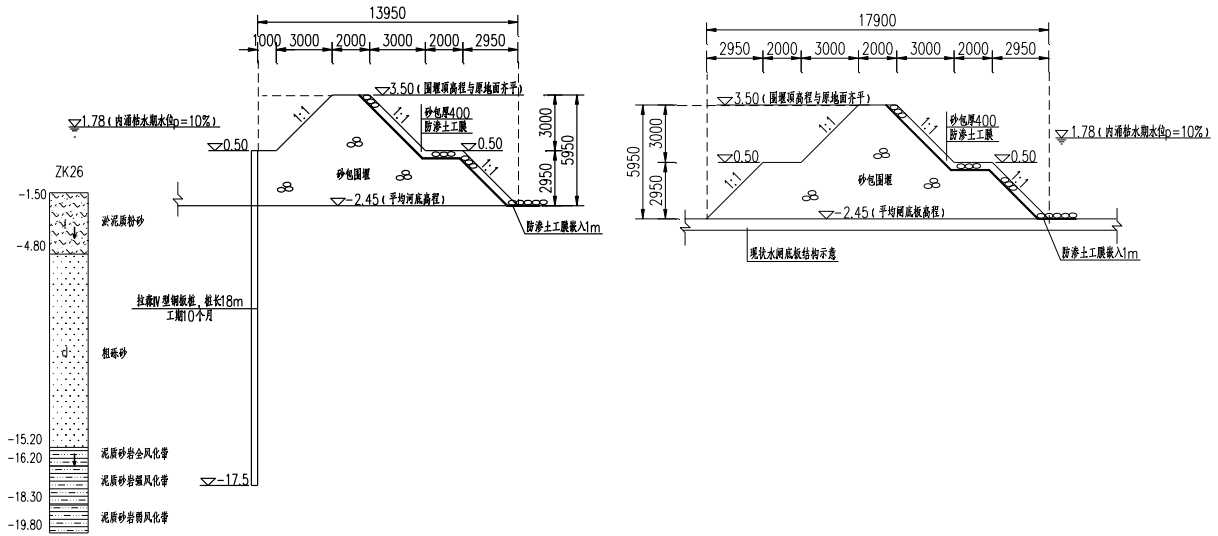


图8-7 二期内涌围堰二剖面图

二期内涌围堰三剖面图

### 8.2.2.2.2 外江侧围堰

二期泵站在第二个汛期开工，汛期可在岸上施工泵室部分灌注桩支护及基础处理桩。填筑二期外江围堰一及打桩平台，采用土方填筑，填筑顶高程与现状地面齐平为 3.5m，往灌注桩外扩 2m，边坡 1:1.5，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，为了防止潮水位变动对迎水坡的冲刷，0.0m 以下布置 2m 宽的抛石护脚。围堰型式如下图。

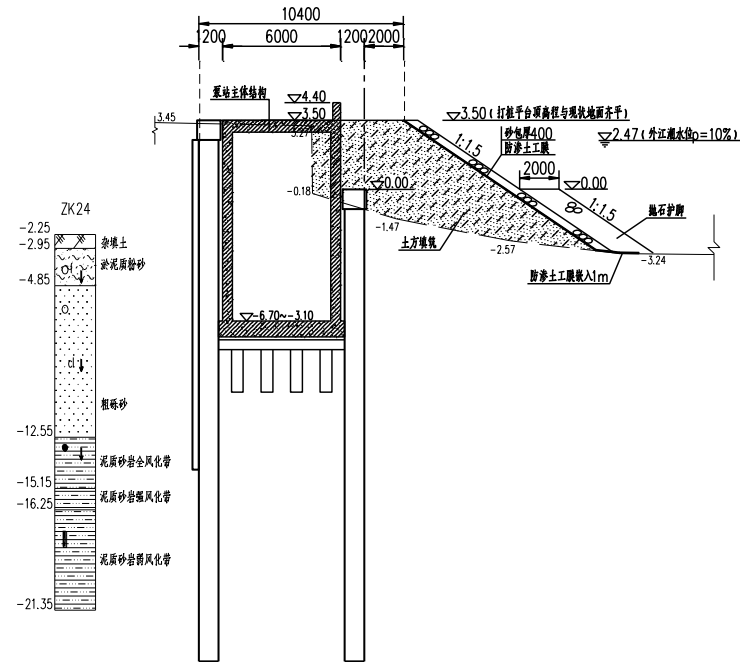


图8-8 二期外江围堰一及打桩平台剖面图

二期外江围堰根据所布置的位置，分两种型式。

二期外江围堰二填筑于现状水闸的底板及消力池段，采用砂包填筑。围堰顶高程按 10 年一遇潮水位 2.47m 设计，考虑安全超高 0.5m，堰顶高程与现状堤顶等高，取 3.5m，

顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包护面厚 400mm 和防渗土工膜一层，围堰型式如下图 8-10 所示。

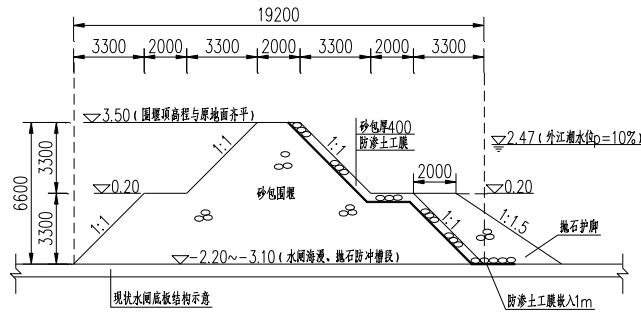


图8-9 二期外江围堰一剖面图

二期外江围堰三为左岸泵站出口箱涵段围堰，该段河底高程下降较多，围堰高度较高，为了减少占用航道的范围，采用双排钢板桩型式围堰。

先利用砂包填筑平台至-0.5m 高程，再进行双排钢板桩施工，双排钢板桩间距为 5m，桩顶高程为 3.5m，桩长 18m，桩间采用砂包填筑。在 0.2m 和 2.7m 高程各布置一排  $\phi 50$  钢筋拉杆，拉杆每 1.6m 布置一根，并采用槽钢[30a 围檩和三角支撑钢板焊接为一个整体。围堰型式如下图 8-11 所示。

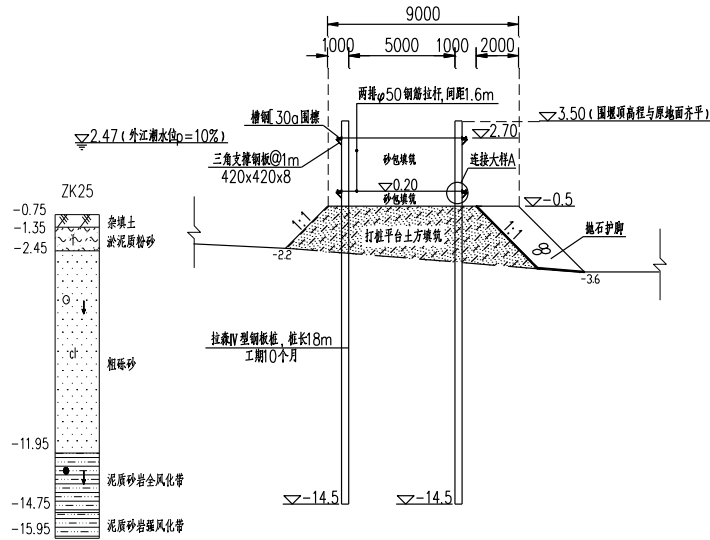


图8-10 二期外江双排钢板桩围堰剖面图

### 8.2.2.3 围堰稳定计算

砂包围堰的边坡整体稳定计算采用中国水利科学院的边坡稳定分析程序 STAB，应用瑞典圆弧滑动计算法。对最不利的 1 期外江围堰按两种工况进行计算。

围堰采用砂土装包填筑，粘聚力  $c=15\text{kPa}$ ，内摩擦角  $\varphi=15(\text{度})$ 。

工况一：施工期洪水（施工期水位 2.47m）（堤顶超载  $10\text{kN/m}^2$ ）

工况二：施工期水位骤降 1m（堤顶超载  $10\text{kN/m}^2$ ）



表8-2 围堰边坡整体稳定计算表

		安全系数 K		安全系数允许值	
1 期外江围堰	背水侧	工况 1	1.069	1.05	满足规范要求
		工况 2	1.16	1.05	满足规范要求
	迎水侧	工况 1	1.60	1.05	满足规范要求
		工况 2	1.107	1.05	满足规范要求

从上述计算可知：砂包围堰边坡稳定满足要求。

2 期外江钢板桩围堰的稳定计算，采用理正深基坑程序。计算结果如下：

(1) 抗倾覆安全系数：

$$K_Q = \frac{E_{pk} Z_p + (G - u_m B) z_G + \sum T_i z_{Ti}}{E_{ak} z_a} \geq K_{ov} = 1.30$$

$$K_Q = \frac{2515.02 \times 3.65 + 3050.00 + 0.00}{1455.47 \times 6.19} = 1.356$$

$T_i$ ——锚固力设计值 (kN)。

$Z_{Ti}$ ——支点至支护结构底部或最下道支撑的竖向距离 (m)。

抗倾覆稳定性系数  $K_Q = 1.356 \geq 1.30$ ，满足规范要求。

(2) 抗滑移稳定性验算

抗滑稳定性验算 ( $K_h \geq K_{sl} = 1.20$ ):

$$K_h = \frac{\sum T_i + \sum c + \sum \sigma \tan \varphi}{E_{ak}} \geq K_{sl}$$

$$K_h = \frac{2515.02 + 0.00 + 1272.50 \times \tan 12.00 + 27.00 \times 5.00}{1455.47} = 2.007$$

$\varphi$ ——内摩擦角，单位为度。

抗滑安全系数  $K_h = 2.007 > 1.30$ ，满足规范要求。

(3) 整体稳定验算

计算方法：瑞典条分法；应力状态：有效应力法

条分法中的土条宽度：1.00m

滑裂面数据

圆弧半径(m)  $R = 14.526$ ；圆心坐标 X(m)  $X = -2.436$ ；圆心坐标 Y(m)  $Y = 0.479$

整体稳定安全系数  $K_s = 3.115 > 1.30$ ，满足规范要求。

(4) 嵌固深度计算

双排桩参考《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012) 圆弧滑动简单条分法计算嵌固深度：

根据公式：嵌固构造深度=嵌固构造深度系数×基坑深度=1.30×6.00=7.80m

嵌固深度采用值 12.00m >= 7.80m，满足构造要求。

### 8.2.3 施工度汛

本次新建泵站布置于现状水闸两岸，结合工程实际情况考虑，泵站左右岸分两期施工，总工期 24 个月。

一期泵站在第一个枯水期开工，拟于枯水期填筑泵站打桩平台及内涌、外江侧围堰，关闭两孔闸门，利用一孔水闸导流，进行岸上支护桩及桩基础施工，在第一个汛期来临之前拆除水闸过流范围内围堰，填筑基坑端头围堰，至少保证水闸两孔过流，进行基坑开挖及泵站主体工程施工、设备安装调试、验收后拆除全部围堰，泵站主体施工期间可同步进行管理区及管理房建设。

二期泵站在第二个枯水期开工，拟于枯水期填筑泵站打桩平台及内涌、外江侧围堰，关闭两孔闸门，利用一孔水闸导流，进行岸上支护桩及桩基础施工，在第二个汛期来临之前拆除水闸过流范围内围堰，填筑基坑端头围堰，至少保证水闸两孔过流，进行基坑开挖及泵站主体工程施工、设备安装调试、验收后拆除全部围堰，泵站主体施工期间可同步进行管理区及管理房建设，第三个汛期来临之前，拆除围堰，利用现状水闸度汛。

为满足汛期施工的需要，必须做好汛期抢险的准备，在汛期必须备足对抢险所需的各种规格的块石、石渣、尼龙砂袋等物资。施工期如遇超标准洪水，基坑可能会受淹，因此施工期间，要做好人员和机械及时撤离基坑的准备。

(1) 本工程防汛抢险工作，实行统一指挥，统一协调，统一部署，快速反应，科学应对，分级实施的原则。

(2) 汛期期间严格执行值班制度，值班人员 24 小时值班，做好值班记录，严明纪律，密切监视雨情、听取每天的天气预报，一旦有汛情发生，及时上报，确保汛情发生变化时，能够第一时间作出决定，指挥防汛工作。建立各级施工人员防汛生产责任制，做到层层负责，竖向到底，一环不漏。

(3) 施工期度汛，根据设计要求和工程需要，在施工易淹没区，所有机械设备、物资撤出低洼地区。汛期做好主体建筑物的防雨工作，做好现场排水工作，防止雨水进入基坑。

(4) 施工中密切和当地气象部门联系，准确掌握天气变化情况，建立天气和水情

预报制度。汛期临前，结合实际情况对设备和物资进行必要地检查，保持设备运转良好，物资充分。

## 8.2.4 施工排水

为保证工程质量及施工顺利进行，应做好基坑施工排水。施工期排水拟在地面及基坑内设置排水系统。排（截）水沟与集水井相连，及时用泵将水抽出基坑外，确保结构在干地施工。

经查阅北濠水闸施工图设计资料，现状水闸闸室底板上下游侧、翼墙衔接段、外江海漫下游侧均设有桩径 1m 的咬合式高压旋喷桩防渗墙。

本次一期右岸泵站内涌侧围堰通过单排钢板桩围堰、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系；外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、海漫下部防渗墙及钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。

本次二期左岸泵站内涌侧围堰通过单排钢板桩止水护脚、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系；外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、基坑灌注桩、海漫下部防渗墙及双排钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。

施工期考虑采用 4 台 6BA-8 型水泵抽排围堰的基础渗水。

## 8.3 主体工程施工

### 8.3.1 土石方工程施工

#### (1) 土方开挖

基坑开挖根据土质、气候和施工情况，基坑底部应留 0.1~0.3m 的保护层，待基础施工前再分块依次挖除。基础底面不得欠挖和超挖，若有局部超挖应用混凝土填筑。应及时处理在基坑开挖中可能出现的异常现象。

堤身及基坑的土方开挖应在外水达到枯水位的时候进行，土方开挖必须严格按设计和施工规范要求进行，采用 1.0m<sup>3</sup> 反铲挖掘机挖土，用 5t 自卸汽车将开挖出来的土方运至围堰处，用于围堰填筑，多余土料运至附近弃渣场堆弃。

土方开挖时，要注意保护标准定位桩、轴线桩、标准高程桩；防止邻近建筑物的下沉，应预先采取防护措施，并在施工过程中进行沉降和位移观测。堤身开挖时应自上向下，在一个工作面内由一端向另一端进行，开挖边坡一次形成；土方开挖应按建筑物的

设计尺寸进行，并保留一定的富余尺寸，方便其它建筑物的施工，同时应做好新旧填土的结合平台、结合槽的开挖，并减少对邻近建筑的影响。

### (2) 回填工程

回填料用自卸汽车运到工作面或附近，采用进占法或后退法卸料，人工辅助进行铺料，铺料厚度每层控制在 300mm 左右。由最低洼部位开始，按水平分层向上铺土填筑。

施工方法采用推土机平土，74kW 履带式拖拉机碾压。拖拉机无法施工的边角部位采用人工回填土，蛙式打夯机夯实，边角部位采用夯锤夯实。

土料的铺料与压实工序连续进行，防止土料被晒干，影响填土质量，对表面已风干的土层，作洒水湿润处理。

### (3) 临时土方工程

土方临时堆放运距为 0.5km；砂包压脚、砂包围堰砂土比例为 1：1。

## 8.3.2 混凝土工程施工

### (1) 模板工程

模板须保证砼浇筑后结构的几何形状、尺寸及相互位置符合设计要求，加工和架立的模板具有足够稳定性、刚度和强度，特别是木模板表面应尽量光洁平整、接缝严密、不漏浆，以保证砼表面的光洁度。

### (2) 钢筋工程

钢筋原材料须按不同的等级、牌号、规格挂牌分别堆放，不得混堆。在运输、贮存过程中应注意防雨，尽量避免锈蚀和污染，露天堆放时须垫高并铺防雨材料，露天堆放钢材应尽快优先使用。

钢筋尺寸须按设计和规范要求加工，对加工好的钢筋应分类挂牌堆放，专人负责，堆放场地要整齐规范，钢筋要便于取出。

钢筋安装要严格按照要求进行，注意保护层垫块是否安装到位，钢筋绑扎是否符合要求，焊接和搭接钢筋长度是否达到规范要求等。

### (3) 砼工程

泵送砼施工工艺，具体说明如下：

#### 1) 砼泵的布置：

①泵机力求靠近砼浇筑地点，以缩短配管长度。

②为了确保泵送砼能连续工作，泵机周围最好能停放两辆以上砼搅拌运输车。

③为了保证施工连续进行，防止泵机发生故障造成停工，应设有备用泵机。

## 2) 管道敷设注意事项:

①泵机出口要有一定长度的地面水平管，然后再接 90 度弯头，转向垂直输送。这段水平长度不宜小于泵送高度的  $1/3 \sim 1/4$ 。

②泵机出口的基本口径取 150mm 或 175mm，必须接一个过渡接头，才能与 125mm 的泵管对接。

③地面水平管道上要装一个截止阀。

④地面水平管可用支架支垫。因为排除堵管及清洗时，部分管道拆除较方便，故不必固定过牢。

⑤转向垂直走向的 90 度弯头，必须用曲率半径为 1m 以上的大弯头，并用螺栓牢固地固定在砼结构的预留位置上，由埋设铁件固定或设一个专用底座，并撑以木楔。

⑥垂直管道要用预埋件紧固在砼结构上，每间隔 3m 设一个紧固卡。

## 3) 砼的泵送:

①泵机操作人员应进行严格培训，以考试合格方准上岗操作。

②泵送前应检查泵机运行情况，确保运行正常。

③泵机料斗上要有筛网，并派专人值班监视喂料情况，当发现大块物料时，应立即拣出。

④泵送前，应先开机用水润湿整个管道，而后送入水泥砂浆，使输送管壁处于充分滑润状态，再开始泵送砼。

⑤砼应保证连续供应，以确保泵送连续进行，尽可能防止停歇。万一不能连续供料，宁可放慢泵送速度，以保证连续泵送。当发生供应脱节不能连续泵送时，泵机不能停止工作，应每隔 4~5min 使泵正、反转两个冲程，把料从管道内抽回重新拌合，再泵入管道，以免管道内拌和结块或沉淀。同时开动料斗中的搅拌器，搅拌 3~ 转，防止砼离析。

⑥在泵送砼时，应使料斗内持续保持一定量的砼，如料斗内剩余的砼降低到 20cm 以下，则易吸入空气，致使转换开关阀间造成砼逆流，形成堵塞，则需将泵机反转，把砼退回料斗，除去空气后再正转泵送。

⑦泵送时，应随时观察泵送效果，若喷出砼像一根柔软的柱子，直径微微放粗，石子不露出，更不散开，证明泵送效果尚佳；若喷出一半就散开，说明和易性不好；喷到

地面时砂浆飞溅严重，说明坍落度应再小些。

⑧在高温条件下施工，应在水平输送管上覆盖两层湿草帘，以防止直接日照，并要求每隔一定时间洒水润湿，这样能使管道内的砼不致于吸收大量热量而失水导致管道堵塞，影响泵送。

⑨泵送结束后，要及量进行管道清洗。

### 8.3.3 灌注桩施工

钻孔桩施工主要工序包括：测设桩位、挖埋护筒、钻孔机就位、钻机成孔、钢笼安装、清孔、下导管、浇筑水下混凝土成桩。

(1) 施工前根据本工程的控制基准点并按照设计图纸要求，进行测量放线，测设各桩位的中心点及标高，桩位经复测无误后可进行下一工序的埋设护筒作业。

(2) 护筒有定位、保护孔口和维持液（水）位高差等重要作用。埋设时，护筒与坑壁之间应使用粘土回填夯实。

(3) 泥浆的拌制：泥浆对控制造孔质量非常关键。泥浆的主要作用是维护孔壁，防止塌方，悬浮造孔余碴，防止地下水流入或浆液漏掉，冷却、润滑钻头。拌制泥浆的粘土其物理性能指标、配合比由现场取样送有资质试验室通过试验确定，并严格按配合比拌制泥浆。新拌制的泥浆和回收的泥浆经第一级沉淀池后流至第二级贮存备用。泥浆池内的泥浆应经常搅动，保持指标均一。施工过程中应经常测定泥浆比重、粘度、含砂率和胶体率。

(4) 成孔方法及工艺：本工程根据灌注桩所处的位置不同，选用以下 2 种钻孔机成孔，分别为回旋钻机和旋挖钻机成孔。钻孔机在造孔过程中要不断补充新鲜泥浆，保持桩孔内泥浆面稳定，并控制浆面与护筒顶高差不超过 500mm，以防止塌方。同时施工过程中应加强检查周围及孔内情况，及时根据具体情况处理和提出钻进中应注意的事项；另外，在造孔过程中，应及时将工作面内的由钻机掏出的余泥或废水、废碴排除外运。以免影响工效或造孔壁塌方。

(5) 清孔：造孔完毕并经检查(包括桩中、桩深、桩径、孔斜)合格后，即进行清孔工作，清孔的原理实际就是清孔换浆，即清除钻碴、沉碴，清孔过程中，必须及时补给足够的泥浆以保持孔内浆液面的稳定。清孔采用抽砂筒抽碴排出，一般反复多次，直至桩底泥浆和沉淀物符合规范要求。在灌注水下砼之前必须复测沉渣厚度，沉渣厚超过设

计规定值时必须重新进行二次清孔，合格后方可灌注水下砼。

(6) 钢筋笼制安：钢筋笼制作在施工现场进行。钢筋笼进行吊装时，尽量采取整体制作，一次整体吊放。钢筋笼吊运时应采取适当措施防止扭转、弯曲。安装钢筋笼时，应对准孔位，吊直扶稳，缓慢下沉，避免碰撞孔壁。钢筋笼下沉到设计位置后，应采取钢筋笼的定位措施，为保证钢筋笼的保护层厚度，必须设置定位钢筋笼环、砼垫块等。当放至设计标高后，则用吊筋吊住。安装完毕后，即可进行下一工序施工。

(7) 水下砼浇筑：水下砼浇筑是钻孔桩最后一道亦最关键的一道施工工序，应给予足够的重视。通常在清孔完毕后 4 小时内应给予安排浇筑砼。浇筑时，设专职并经验丰富的技术人员负责把关，控制浇筑过程。并做好各项施工记录。混凝土采用商品砼，砼经水平运输到浇筑面。浇筑砼采用直升导管法。开孔时，将预制好的砼塞(同桩体砼标号相同)放入管内(平泥浆面)，并用铁丝固定好，即可灌注砼。灌注时，首先备好足够砼，确保剪塞后砼能将导管底端埋住超过 1m。其后需经常测砼面和安排拆导管，将埋管深度控制在  $1 \leq H \leq 6\text{m}$ 。直浇到设计要求高程。

### 8.3.4 水泥土搅拌桩施工

#### 8.3.4.1 单轴水泥土搅拌桩施工

水泥土搅拌桩桩身材料采用 42.5 级普通硅酸盐水泥，水泥的掺入比暂定为 18%，水泥浆液的水灰比严格控制在 0.45~0.55 的范围内。

施工步骤：

(1) 施工时宜采用四次喷浆四次搅拌的施工工艺，停灰面应高于设计桩顶标高 500mm。

(2) 搅拌提升的速度不得超过 0.8m/min。

(3) 在第二次喷浆时不允许出现搅拌头未到桩顶浆液已搅拌完的现象。

(4) 喷浆搅拌时不允许出现输浆管道堵塞或爆裂的现象。

(5) 凡是由于电压过低或其他原因造成停机，使成桩工艺中断时，当搅拌机重新启动时，为防止断桩，均应将搅拌机下沉 0.5m 再继续制桩。

(6) 施工中应有专人负责制桩记录，对每根桩的水泥用量、成桩过程(下沉、喷浆提升、复搅等时间)进行详细记录，发现特殊情况时，应及时通知有关设计人员。

质量检验：

(1) 对每根制成的搅拌桩质量检查的重点是水泥用量、水泥搅拌的次数、压浆过程中是否有断浆和喷浆提升时间以及复搅次数。

(2) 本工程需对占总桩数 1% 的搅拌桩 3 天内采用轻便触探 (N10) 对桩身质量进行检验。

(3) 本工程在成桩 28 天后需对占总桩数 0.2% 的搅拌桩进行抽芯试验, 抽芯钻孔直径不宜小于 80mm, 试块尺寸不得小于 150mm×150mm×150mm。

(4) 施工质量需满足: ①桩位: 定位偏差不应超出 50mm。②桩顶、桩底高程, 均不应低于设计值, 桩底一般宜超深 100~200mm。③桩的垂直度误差不应超过 1%。

#### 8.3.4.2 三轴水泥土搅拌桩施工

##### (1) 场地平整

清除一切地面和地下障碍物, 场地低洼处先抽水和清淤, 分层夯实回填粘性土, 必要时可以掺拌石灰和水泥, 确保桩机站位处地基稳定。

##### (2) 桩位布置

按设计图排列布置桩位, 在现场用全站仪定出每根桩的桩位, 并做好标记, 每根桩的桩位误差±50mm。放样后做好测量技术复核单, 报监理复检验收, 确定无误后方可施工。

##### (3) 桩机就位

搅拌桩机到达作业位置, 由当班机长统一指挥, 移动前仔细观察现场情况, 确保移位平稳、安全, 待桩机就位后, 用吊锤检查调整钻杆与地面垂直角度, 确保垂直度偏差不大于 1%。在桩机机架上画出以米为单位的长度标记, 以便钻杆入土时观察、记录钻杆的钻进深度, 确保搅拌桩桩长不少于设计桩长。

##### (4) 制备水泥浆

按成桩工艺试验确定配合比拌制水泥浆, 待压浆前将水泥浆倒入储浆桶中, 制备好的水泥浆滞留时间不得超过 2 小时。

##### (5) 预搅下沉

启动喷浆机, 放松卷扬机钢丝绳, 使浆喷桩机沿导向架自上而下浆喷切土下沉, 开启灰浆泵同时喷浆, 边喷浆边旋转, 使水泥浆和原地基土充分拌合, 直到下沉钻进至桩底标高, 并原位喷浆 30s 以上。



#### (6) 提升喷浆搅拌

确认浆液已到桩底时，以试验确定的速度提升搅拌钻头，边喷浆边旋转，提升到离地面 50cm 处或桩顶设计标高后再关闭灰浆泵，在原位转动喷浆 30s，以保证桩头均匀密实。

#### (7) 重复上、下搅拌

喷浆机提升到设计桩顶标高时，为使软土和水泥浆液均匀，再次将浆喷机边旋转边沉入土中，到设计加固深度后再将浆喷机提升至地面。

#### (8) 提钻，转移

将搅拌钻头提出地面，停止主电机、空压机，填写施工旁站记录，桩机移位并校正桩机垂直度后进行下一根桩施工。

#### (9) 三轴搅拌桩钻进及提升

三轴搅拌桩桩身采用两喷两搅施工工艺，水泥和原状土需均匀搅拌，下沉和提升过程中均为喷浆搅拌，同时严格控制下沉和提升速度。

下沉速度：0.5~1.0m/min；提升速度：1.0~1.5m/min，在桩底部分重复搅拌注浆。

按照三轴搅拌桩的施工工艺，三轴搅拌机在下钻时，注浆的水泥用量占总数的 70%~80%，而提升时为 20%~30%。按照技术交底要求均匀、连续注入拌制好的水泥浆液，钻杆提升完毕时，设计水泥浆液全部注完。

#### (10) 水泥用量计算

开钻前对拌浆工作人员做好交底工作，在施工现场配备电脑计量的自动搅拌系统和散装水泥罐，以确保浆液质量的稳定。水泥浆液的水灰比为 0.5，水泥掺量不小于 20%（注：弱加固区水泥掺入量为 8%）。

水泥用量计算： $M=H \times S \times P \times I$

$M$ ——单排桩水泥用量，单位为吨。（单排桩为咬合的三排桩。）

$H$ ——为桩基长度，单位为 m。

$S$ ——单排桩截面积，取  $1.5\text{m}^2$ 。

$P$ ——被搅拌土体密度，淤泥质粘土取  $1740\text{kg/m}^3$ 。

$I$ ——水泥掺入量，取 20%。

#### (11) 水泥浆液制备及注入

水泥浆配置好后停滞时间不得超过 2 小时，因故搁置 2 小时以上的拌制浆液应作废浆处理，严禁使用搭接施工的相邻搅拌桩施工间隔不得超过 12 小时。注浆时通过 2 台注浆泵 2 条管路进行混合，注浆压力为 1.5MPa~2.5MPa，注浆流量为 80~120L/min/每台。

### 8.3.5 钢板桩施工

钢板桩施工拟采用单桩逐根打入法施打钢板桩：

(1) 先由测量人员定出钢板桩围护的轴线，可每隔一定距离设置导向桩，导向桩直接使用钢板桩，然后挂绳线作为导线，打桩时利用导线控制钢板桩的轴线。

(2) 准备桩帽及送桩：打桩机吊起钢板桩，人工扶正就位。

(3) 单桩逐根连续施打，注意桩顶高程不宜相差太大。

钢板桩使用后采用振动拔出：

(1) 先用打拔桩机夹住钢板桩头部振动 1min~2min，使钢板桩周围的土松动，产生“液化”，减少土对桩的摩阻力，然后慢慢的往上振拔。

(2) 拔桩时注意桩机的负荷情况，发现上拔困难或拔不上来时，应停止拔桩，先振动 1min~2min 后再往下锤 0.5m~1.0m 再往上振拔，如此反复可将桩拔出来。

### 8.3.6 水下抛石填筑

#### (1) 前期准备

在施工前，应派遣专业人员对施工地点进行勘测和评估。评估结果应详细记录，包括施工地点的水位、水流速度和水质情况等，以确定抛石的具体方案。同时，还应在施工前组织安全培训，确保施工人员掌握安全知识和操作技能。

#### (2) 施工准备

根据勘测结果，确定施工方案，并进行必要的备料。施工前还需要对挖机进行检查，确保其性能正常且不会发生漏油等情况。同时，还要检查水下情况，确定其是否适合进行抛石施工。

#### (3) 开始施工

##### 1) 机器入水

挖机应慢慢地下到水中，直到水面以下约 1 米的位置。

##### 2) 开始抛石

挖机操作人员应从挖机斗。上往外抛石，同时将斗往下按压。如果水流过大，则可

以加速抛石的速度，但是一定要注意安全。

### 3) 移动挖机

抛石过程中，挖机也需要移动，在保证安全的前提下，根据需要调整位置。

### 4) 结束施工

当全部抛石完成后，将挖机慢慢地拉上岸，并把斗里的渣土倒掉。最后，彻底清洁挖机上沾染的水泥、泥浆等。

## 8.3.7 金属结构制作安装

闸门是关系到工程正常启用与安全运行的重要部件，安排在专业工厂制作，通过试拼合格后再运至工地组焊安装。闸门等有关预埋件应提前制作运输至现场，以保证不影响土建工程施工进度。闸门及启闭设备机电金属设备安装在土建工程完成后进行，采用汽车吊进行吊装。

工程金属结构包括拦污设施、出水钢管、盖板、拍门等设备。金属结构安装和制作应严格按照国家有关规范和标准的要求进行，预埋部分应在混凝土浇筑前完成安装、调整和固定工作。

所有金结和门槽埋件应严格按照《水工金属结构防腐蚀规范》（SL105-2007）进行加工、制造、防腐和安装。起重机、启闭机以及有关的附属设施应严格按照《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》（SL381-2007）等相关规范进行安装、调试和验收。

### （1）埋件安装工艺流程

安装准备工作→埋件清点检查→底槛测量控制点设置→底槛吊装、调整、固定→检查验收→底槛二期砼浇筑→门槽埋件、液压装置埋件、锁定装置埋件测量控制点设置→门槽埋件、锁定装置埋件吊装、调整、固定→检查验收→二期砼浇筑→防腐、复检查验收。

### （2）拦污设施的安装工艺流程

安装场地、施工准备及设备清点→安装测量控制网点高程、中心点、线位置→设备吊装→各部几何尺寸检查→附件安装→表面焊疤及污物等清理打磨→防腐补（涂）漆→启闭设备连接→启闭试验→验收。

### （3）主要施工机械设备

本工程施工以机械为主，人工为辅，根据工程量及施工工期的要求配置。

### 8.3.8 机电设备安装

机电设备主要包括水泵机组、主变压器、站用变压器等，所有机电设备均由厂家制作完成，汽车运输到现场。

桥吊及汽车起重机吊装就位，各台机组之间流水作业。

安装在副产房内的机电设备，应在建筑物结构未封顶前吊装就位或预留安装通道，便于设备的安装。

### 8.3.9 文明施工

本工程要求文明施工，全程围蔽总长度约 410m。施工现场围蔽必须安全牢靠，并在外面设定警示标志，防止非有关人员进入、防止外来车辆失控闯入。

施工现场材料、机械、临设按施工平面图整齐放置或搭设。施工现场的坑、洞、悬空等危险处，必须设置防护设施和明显的警示标志，不准任意移动或拆除，施工区域按有关规定建立消防责任制，按照有关防火要求布设临设，配备足够数量的消防器材，并设立明显的防火标志。

### 8.3.10 施工期基坑监测

#### 8.3.10.1 基坑支护概况

本项目基坑深度为 6.55~12.45m，基坑支护的主要目的是控制支护结构的变形以保护基坑边的建筑物不致开裂破坏，由于两岸清污机段、主泵室段、事故闸段基坑 10m 范围内均为临时用地且不存在地上建、构筑物，考虑到基坑破坏后果的重要性及产生的社会影响，故将本工程临时基坑支护的等级定为一类基坑。

为保证施工期基坑的安全使用，掌握基坑状态变化和工作情况，根据《泵站设计标准》（GB50265-2022）、《水闸设计规范》（SL265-2016）和《建筑基坑工程监测技术标准》（GB 50497-2019），需对基坑进行监测，结合本工程实际，设计了基坑监测项目及其测点布设。

#### 8.3.10.2 监测项目

根据规范要求，本项目二类基坑应测项目为围护墙（边坡）顶部水平位移、围护墙（边坡）顶部竖向位移、深层水平位移、支撑轴力、地下水位、周边地表竖向沉降、周边建筑竖向位移。

### 8.3.10.3 监测设施布置

(1) 水平位移监测在支护顶部埋设水平位置观测仪器，根据规范要求，布设点位水平间距不宜超过 20m，本项目按照 20m 距离进行布设。

(2) 竖向位移监测在支护顶部埋设沉降观测仪器，根据规范要求，布设点位水平间距不宜超过 20m，本项目按照 20m 距离进行布设。

(3) 深层水平位移监测在支护顶部埋设桩内测斜管，根据规范要求，布设点位水平间距在 20m~60m，本项目按照 20m 距离进行布设。

(4) 支撑轴力监测在钢筋砼对撑内埋设钢筋应力计，根据规范要求，混凝土支撑的监测断面宜选择在两支点间 1/3 部位，并避开节点位置，本项目钢筋每条钢筋砼对撑内部埋设两个钢筋应力计，位于对撑 1/3 段处。

(5) 地下水位监测在工程基坑边缘基坑内外埋设地下水水位管，监测点距离宜为 20~50m，本项目按照 30m 间距进行布置，相邻建筑、重要管线或管线密集处加设地下水水位管布设，基坑外侧布置水位管位置距离高压旋喷桩约 2m。

(6) 周边地表竖向沉降及周边建筑竖向位移监测在工程基坑边缘基坑外侧紧邻房屋及主要道路、桥梁或广场等埋设沉降观测设备。本项目基坑外侧房屋较多，监测点布置于建筑四角、沿外墙每 10m~15m 处或每隔 2 根~3 根柱的柱基或柱子上，且每侧外墙不应少于 3 个监测点。道路、桥梁及广场分别布置 1 个监测点，左右岸基坑两侧及现状水闸分别布置 1 个监测点。

### 8.3.10.4 监测频率

监测频率为基坑开挖期间 1 次/d，其余时间每 1~2 天观测一次，直至基坑回填。如果出现异常情况，如水平位移、沉降或变形速度过大，则需加密观测，甚至连续观测。

### 8.3.10.5 监测预警

(1) 围护墙（边坡）顶部水平位移监测报警值取 40mm 或每天连续发展 3mm，控制值取 50mm。

(2) 围护墙（边坡）顶部竖向位移监测报警值取 25mm 或每天连续发展 3mm，控制值取 30mm。

(3) 深层水平位移监测报警值取 40mm 或每天连续发展 3mm，控制值取 50mm。

(4) 支撑轴力监测报警值取 4000KN。

(5) 地下水位监测报警值取 1000mm 或每天连续发展 500mm, 控制值取 1500mm。

(6) 周边地表竖向沉降及周边建筑竖向位移监测报警值取 40mm 或每天连续发展 3mm, 控制值取 50mm。

(7) 道路路基及桥梁墩台沉降监测报警值取 10mm 或每天连续发展 3mm, 控制值取 50mm。

#### 8.3.10.6 信息处理与信息反馈

信息处理及反馈需严格根据《建筑基坑工程监测技术标准》(GB 50497-2019) 中要求进行。

### 8.4 施工交通及施工总布置

#### 8.4.1 对外交通运输

##### (1) 对外交通运输概况

沥滘路直达工程点, 工程对外交通便利, 因此主要外来材料、设备和生活物资等对外运输均采用公路运输的方式。工程车辆可由沥滘路进入工程所在地, 不另设临时道路。

##### (2) 对外交通运输方式

根据上述交通现状和货运特性, 本工程对外交通以公路的方式。外来物资永久机电设备、水轮机、水工闸门等, 由铁路从厂家运到广州火车站, 直接通过起吊设施运走, 里程数约 16km。

#### 8.4.2 场内交通运输

场内交通是施工各工区、堆渣场、各生产区、各生活区之间的交通联系, 本工程场内用地狭窄, 施工期间能保留两侧的堤顶路。根据实际情况, 临时道路可用现状堤顶路, 保证对外和对内的交通, 及衔接两岸的交通。

#### 8.4.3 机械修配及风、水、电系统

##### (1) 机械修配规划

工程区位于海珠区, 机械修理市场发达, 已有较强的机械修配能力, 因此, 为了节约工程投资, 降低工程造价, 在技术可靠, 经济合理的前提下, 尽可能充分利用已有的工厂设施和修配能力。

为此, 本枢纽施工机械修配及综合加工厂的规划如下: ①机械、汽车修配只考虑小

修和保养；大修、中修、非标准设备、备品和备件尽可能外购或外协解决，不在施工现场设置全面服务的修配企业。②施工区不设氧气厂，所需氧气均外购。

#### (2) 供风、水、电系统

按照用风部位，每期各设 1 处空压站，配备空压机。布置在现状闸站的两侧。

施工期用水、用电量不大，施工期间的生活用水及生产用水采用自来水，与当地主管供水部门取得联系；施工用电可与当地有关部门联系引接地方电网，当附近电源无法提供用电保障或需要接线较长时，采用自备移动式柴油发电设备以保障施工用电。

### 8.4.4 施工总体布置

通过现场考察和综合分析，针对生产、生活临时措施需要，采用集中布置原则进行施工。布置以减少占地为目的，紧凑布置临时施工设施，尽量将生活区和生产区区分开来。临时施工占地考虑仓库、办公、生活、生产临时施工用房及材料堆放场、施工机械停放场等，可集中布置在闸站旁空地。不设专门的机械修配厂及汽车修理厂，上述设备的维修养护可以在附近的修理加工厂进行。

为了减少临时生活区的干扰，营造出相对安静的生活环境，计划将生产和生活区分开布置，根据施工总进度安排、施工期高峰人数 45 人，全部设在生活区建筑面积按高人数 40 人计算：生活区建筑面积 600m<sup>2</sup>。因施工区内，用地范围有限，施工仓库尽量就近布置在施工用地范围内，生活及办公用房可租用在附近村落。

### 8.4.5 安全防护、安全文明施工

根据《水利水电工程施工安全管理导则》(SL721-2015)，结合广州市创建国家卫生城市的要求，整治好外部形象，强化内部管理，减少施工污染，在安全生产方面坚持把安全放在第一位，做到文明施工。

根据广州市水务局文件穗水建设[2012]8 号转发市人民政府令第 62 号《广州市建设工程现场文明施工管理规定的通知》及《广州市建设工程文明施工标准》所列建设工程文明施工标准和要求，建设工程文明施工应实现施工封闭化、围栏标准化、现场硬地化、厨房厕所卫生化、宿舍和办公室规范化。

施工围蔽按照广州市水务局文件穗水建设[2014]95 号《广州市水务局关于印发进一步提升水务工程施工围蔽水平工作方案的通知》执行。根据文件要求，本工程列入工程

安全防护、文明施工措施费。并根据粤水建管〔2018〕58号《广东省水利厅关于做好水利工程施工扬尘污染防治工作有关事项的通知》，除了增列施工扬尘污染防治措施费用外，城市区域内应设置硬质、连续封闭围挡费用，城市周边根据环境情况设置围挡费用。根据《广州市建设工程绿色施工围蔽指导图集（V2.0版）》围蔽采用装配式H型钢结构围蔽A2，两侧均考虑布置，总长度为410m。

#### 8.4.6 土石方平衡

本工程清疏土方全部外运至消纳场，其他开挖土除利用于临时工程外，60%可利用于回填，40%弃运，不足回填土采用外购土方。本工程利用于回填的土方需先运至临时堆土场，临时堆土场原则就近堆放于邻近（有空地处），综合运距为0.5km。平衡结果如下表。经计算，本工程土方开挖总量3.29万 $m^3$ （除注明外，均为自然方），填方总量2.28万 $m^3$ ，外购方总量0.98万 $m^3$ ，弃方总量1.73万 $m^3$ ，本阶段弃渣场就近选择天河区牛利岗土方排放处，距离本项目建设位置最长路线里程约20km。

#### 8.4.7 施工总进度

根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）要求，结合本工程施场地、条件和特性，制定具体施工方案如下：施工进度分为：

1、工程筹建期：工程正式开工前由业主单位负责筹建对外交通、施工用电、通讯、征地以及招标、评标、签约等工作，为承包单位进场开工创造条件所需时间。工程筹建期计划6个月。

2、工程准备期：准备工程开工起至主体工程开工前的工期，包括场地平整、场内交通、导流工程、临时建房等。工程准备期拟计划1个月。

3、主体工程施工期：主体工程主要为基坑支护工程、基础工程、泵站土建工程、安装工程、园建工程等，根据各主体工程量，实施工期拟计划为22个月。

4、工程完建期：自工程完工运行起至工程竣工止的日期，主要进行场地清理和遗留工程的处理等。工程完建期拟计划1个月。

工程施工总工期为2-4项工期之和，工程施工总工期拟计划24个月。

#### 8.4.8 主要施工机械设备

本工程施工所需要的主要机械设备见下表。



土方开挖 1.1 万 m<sup>3</sup>/月，土方回填 0.8 万 m<sup>3</sup>/月，灌注桩钻孔 1300m/月，高压旋喷桩 3000m/月，砼 3800 m<sup>3</sup>/月。主要机械数量要求如下：

表8-3 主要机械数量表

序号	名称及规格	数量
	载货汽车 装载质量 8(t)	10
2	汽车起重机 起重量 5t	8
3	交流弧焊机 容量 21(kV·A)	12
4	挖掘机 液压 斗容 1m <sup>3</sup>	10
5	蛙式夯实机 功率 2.8kW	10
6	履带式液压单斗振动打桩机	12
7	混凝土输送泵 输出量 30m <sup>3</sup> /h	12
8	塔式起重机 起重量 10t	2
9	对焊机 电阻型 150kVA	14
10	汽车式起重机 提升质量 8(t)	4
11	推土机 功率 59kW	8
12	泥浆搅拌机	8
13	回旋钻机 钻孔直径 1500mm 以内	12

## 8.5 施工招投标

根据省发展计划委员会有关文件的精神，该工程必须进行工程招投标。工程施工及施工监理招标采用公开招标方式招标。投标单位的资质要求，专家库和评标委员会产生方式，拟选定的招标信息发布方式等按有关规定执行。招标范围、招标组织形式以及招标方式等详见下表。

表8-4 招标基本情况表

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方 式	招标估算 金额 (万元)	备注
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标			
勘察	√			√	√				
设计	√			√	√				
建安工程	√			√	√				
监理	√			√	√				
设备									
重要材料									
其它									

建设单位盖章  
年 月 日

## 9 建设征地与移民安置

### 9.1 概述

#### 9.1.1 工程概况

本次工程任务为防洪（潮）排涝，通过在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，进一步提升海珠区北濠涌片区防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力。

工程主要建设内容：在北濠涌涌口新建排涝泵站及相应附属建筑，新建泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。本次新建泵站位于现状北濠涌水闸两岸空地，泵站主体结构分为上游连接段、进水段、主泵室段、出水段及下游连接段，平面总长度为 174.80m（右岸）、112.80m（左岸）。新建泵站设备房及管理区位于两岸河道管理范围线以内，工程总占地约  $3417.12\text{m}^2$ 。

#### 9.1.2 工程用地控制性详细规划修正基本情况

根据《广州市规划和自然资源局关于印发广州市控制性详细规划局部调整和技术修正实施细则（试行）的通知》文件精神，因道路交通、市政、水利等工程实施需要，在保持蓝线、绿线等规划控制线等级、走向基本不变和总量不减少，保持规划单元划定的历史文化保护紫线、永久基本农田保护线、生态保护红线以及其他各类保护区边界等强制性要求，不增加原规划确定的总建筑面积的前提下，可以对蓝线、绿线等规划控制线进行微调，或对道路及市政设施的线位、部分技术参数以及沿线用地规划控制指标进行技术修正。

通过与广州市规划与自然资源局海珠分局对接后确认北濠涌涌口两岸地块均为建设用地，在现行总规和控规中右岸均为公园绿地，左岸靠近珠江边为公园绿地，靠近环岛路侧为科研用地，现状土地均为国有土地。根据以上实施细则通知，本次工程建设地块范围涉及总规绿线，本次控规修正用地性质保持公园绿地不变，兼容排水设施，新建泵站主要设置于地下。项目地块位于 ZH4401020002（广州河段后航道海珠区重点管控单元），控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21）。

#### 9.1.3 工程建设征地基本情况

根据区政府的工作部署，北濠涌排涝泵站工程建设的安排，需收回北濠涌水闸两岸约  $3417.12$  平方米的国有土地用于泵站建设。涉及广州港及中海工业有限公司城安围船

厂两个产权单位。其中永久占地涉及部分河道管理线范围、部分广州港权属用地范围，不涉及中海工业有限公司城安围船厂权属用地范围；临时占地包括工程开挖边线、施工场地布置、施工临时道路等施工时占用的场地。

## 9.2 工程地块控制性详细规划修正成果

### 9.2.1 项目区位

项目地块位于海珠区北濠涌涌口，北距海珠区人民政府约 4.4km。

### 9.2.2 地块现状

#### 9.2.2.1 地块范围

(1) 项目地块范围：北濠涌排涝泵站位于北濠涌涌口，沥滘路南侧，珠江后航道北侧，用地面积约 3417.12 平方米。

(2) 规划管理单元范围：项目地块涉及 AH016、AH1017 两个规划管理单元，面积共 113.98 公顷。

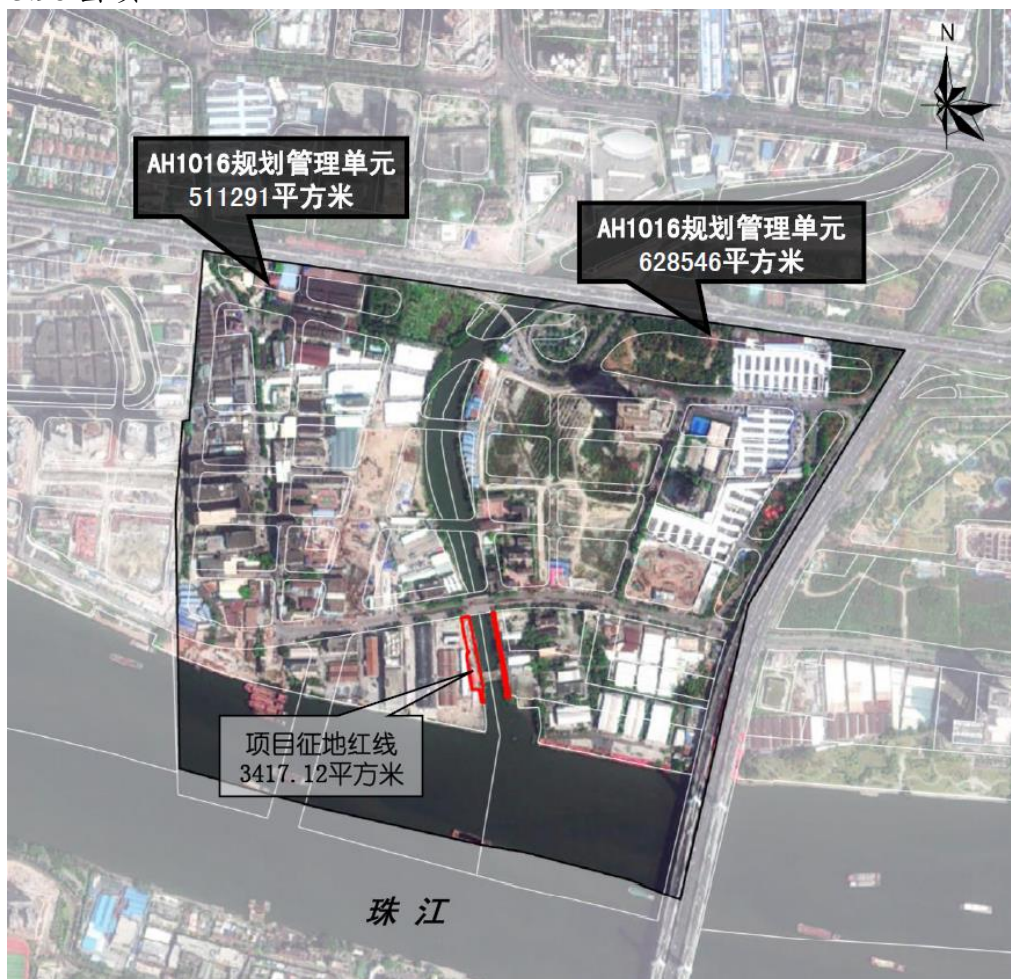


图9-1 规划范围示意图

### 9.2.2.2 现状交通情况

#### (1) 道路网络

项目位置周边有高速路（广州环城高速）、主干道（广州大道南、南洲路、工业大道南等）、次干道（沥滘路、童悦路等），支路（瑞宝路、南天东路、南天大道等）。

#### (2) 公共交通

项目位置周边公共交通服务一般，距广州地铁2号线南洲站约2公里，周边500m范围内公交线路5条，公交站点4处。

#### (3) 其他交通设施

项目位置周边有1处码头（大干围码头），客运站（海珠客运站）。

### 9.2.2.3 现状建设情况

北濠水闸现状左岸为中海工业集团地块，现已改建为海尚明珠智慧园区；右岸为广州港集团大干围码头地块，现已改建为海珠湾艺术园区。园区内均有内部道路可到达工程建设位置，且可与现状市政道路衔接。

### 9.2.2.4 用地权属情况

新建北濠涌排涝泵工程范围涉及1个权属单位：涉及广州港地块面积1037.46平方米，后续由区住建局办理征地后用于本次北濠涌排涝泵工程建设。

表9-1 工程用地红线基本占地情况统计表

陆地占地面积（平方米）		水域占地面积 （平方米）	总占地面积 （平方米）
占地类型	占地面积（平方米）		
广州港地块	1037.46	1350.78	4767.90
其他地块	2379.33		
合计	3417.12		

### 9.2.3 规划优化提升必要性

(1) 工程建设是落实粤港澳大湾区堤防巩固提升工作的要求。

2019年2月，中共中央、国务院印发实施《粤港澳大湾区发展规划纲要》，指出建设粤港澳大湾区，既是新时代推动形成全面开放新格局的新尝试，也是推动“一国两制”事业发展的新实践。为服务好粤港澳大湾区建设，进一步提升粤港澳大湾区防洪潮能力，省水利厅积极谋划，部署开展大湾区堤防巩固提升工程，将其列为省水利发展“十四五”规划的防洪提升工程重点项目。北濠涌排涝泵工程的建设，作为广州市大湾区堤防巩固

提升的重要组成部分，是贯彻落实国家和省有关要求、着力完善水利防灾减灾体系、提高城市防御洪潮灾害能力的重要举措。

(2) 工程是构筑“一轴引领、两环带动、三区支撑”城市空间格局的需要。

海珠区河网密布，具有南方水乡特色，区内生态环境发展潜力巨大，但同时也面临着城市开发建设对生态环境的挑战。北濠涌流域分属规划重大国际创新生态谷与海珠湿地，因此本项目是提升抵御洪潮灾害能力的重要举措。

(3) 工程建设是提高区域防洪排涝能力，确保水安全的需要。

海珠区排涝片历史洪灾情况分析，北濠涌区域是一个洪涝灾害频发、洪涝灾害损失较为严重地区。《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025年）》《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》提出对海珠区的多座泵站进行升级改造，新建北濠涌排涝泵站是规划措施中的一项。

《广州市水务发展“十四五”规划》（2022年市水务局印发实施）

序号	项目类型/名称	项目主要建设内容及规模	项目总投资 (万元)						“十四五”规划投资 (万元)					责任主体	完成时间	备注/已列入相关规划情况	建设性质 (新建/改扩建/ 维修/加固/ 续建/续建)	
			资金来源						资金来源									
			小计	中央财政	省级财政	市级财政	区属企业	其他	小计	中央财政	省级财政	市级财政	区属企业					其他
51	泵下涵水闸	新建泵下涵水闸，净宽20m	6000	0	0	0	0	6000	3000	0	0	0	0	3000	海珠区政府、广州广建国有金融控股区管发展有限公司	2025年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
52	泵下涵水闸工程	新建泵下涵水闸，净宽20m	2300	0	0	0	0	2300	1250	0	0	0	0	1250	海珠区政府、广州广建国有金融控股区管发展有限公司	2021年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
53	广洲排涝站工程	扩容总净宽20m，设计流量为5m³/s，装机容量为107.42kW	6300	2000	2000	0	0	0	4300	5000	200	0	0	0	海珠区政府	2022年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
54	海珠排涝站工程	扩容总净宽10m，设计流量为5m³/s，装机容量为53.71kW	4000	1000	1000	0	0	0	3000	4000	0	0	0	0	海珠区政府	2022年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
55	广洲排涝站工程	扩容总净宽10m，设计流量为5m³/s，装机容量为53.71kW	1600	0	0	0	0	1600	0	0	0	0	0	0	海珠区政府	2022年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
56	海珠排涝站工程	扩容总净宽10m，设计流量为5m³/s，装机容量为53.71kW	530	200	200	0	0	0	330	200	200	0	0	0	海珠区政府	2022年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
57	广洲排涝站工程	扩容总净宽10m，设计流量为5m³/s，装机容量为53.71kW	1600	525	525	0	0	0	1075	200	200	0	0	0	海珠区政府	2025年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程
58	海珠排涝站工程	扩容总净宽10m，设计流量为5m³/s，装机容量为53.71kW	1600	525	525	0	0	0	1075	200	200	0	0	0	海珠区政府	2025年	《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》	新建工程

广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）（2021年市水务局印发实施）

序号	九大流域	行政区	项目名称	建设内容及规模	总投资 (万元)	资金筹措 (万元) - 市财政	资金筹措 (万元) - 区财政	资金筹措 (万元) - 其他	责任单位	完成时间	备注
30			海珠涌排涝片区管网完善工程	完善雨水管架及管道网管修复	1000	500	500	0	海珠区政府	2025年底前	
31	珠江后航道流域	海珠区	北濠涌排涝泵工程	新建泵站，设计流量6m³/s	16050	8025	8025	0	海珠区政府	2025年底前	已纳入《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025年）》，流量设计提升为60m³/s,投资增加。
32			沥滘排涝泵站工程	新建泵站，设计流量6m³/s	1300	650	650	0	海珠区政府	2025年底前	

图9-2 专项规划项目清单

## 9.2.4 相关规划要求

本项目已进行了多规符合性审查，满足国土空间规划、总规、土规等上位规划和专项规划要求。

### 9.2.4.1 《广州市国土空间总体规划（2021-2035年）》

项目地块范围位于城镇开发边界及部分水域内，不涉及永久基本农田与生态保护红线。

### 9.2.4.2 《海珠生态城功能片区土地利用总体规划(2013-2020年)》

项目地块范围为城镇用地，不涉及基本农田。

#### 9.2.4.3 《广州市城市总体规划（2011-2020年）》

项目地块范围涉及总规绿线，本次控规修正用地性质保持公园绿地不变，兼容排水设施，新建泵站主要设置于地下。

#### 9.2.4.4 《广州市生态廊道总体规划》

项目地块范围位于海珠涌—瑞宝涌—北濠涌—沥滘涌组团生态廊道，符合管控要求。

#### 9.2.4.5 《广州历史文化名城保护规划》

项目地块范围不涉及文物、历史建筑、传统风貌建筑等保护对象。根据《广州市文物保护规定》等相关设定，需在工程建设前，向市文物行政主管部门申请考古调查、勘探，确保地下埋藏文物不被破坏。

#### 9.2.4.6 《广州市河涌水系规划》

项目地块部分位于河涌水域控制线及河涌管理范围线内。

#### 9.2.4.7 《广州市城市环境总体规划（2014-2030年）》

项目地块不涉及环保“三区一线”。

#### 9.2.4.8 《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》

项目地块位于 ZH4401020002（广州河段后航道海珠区重点管控单元），控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21），新增排水泵站 1 处，所涉及行业主要为水利行业，符合该管控单元管控要求。

#### 9.2.4.9 既有交通系统规划

##### （1）道路规划

区域对外交通主要为广州环城高速。规划扩建的主要道路有南天大道等，在建道路有海珠湾隧道等。

##### （2）轨道交通

项目位置周边公共交通服务一般，距广州地铁 2 号线南洲站约 2 公里。

##### （3）其他交通设施

项目位置周边有 1 处码头（大干围码头），1 处客运站（海珠客运站）。

#### 9.2.4.10 现行控规

项目地块涉及海珠区 AH1016、AH1017 规划管理单元，主导属性为生态保护区，

用地面积分别为 511291 平方米，628546 平方米。地块属性内主要用地性质涉及公园绿地（G1）、水域（E1）。

**表9-2 现行控规主要建设地块控制指标**

序号	地块编码	用地性质代码	用地性质	用地面积（m <sup>2</sup> ）
1	AH101618	G1	防护绿地	56778.0
2	AH101619	E1	水域	135971.00
3	AH1017030	E1	水域	103512.96
4	AH1017031	G1	公园绿地	26429.48
5	AH101622	G1	公园绿地	7051.00
6	AH1017035	G1	公园绿地	25085.65

## 9.2.5 规划优化的主要内容

### 9.2.5.1 规划用地和指标

依据项目范围及国土空间总体规划蓝线，将 AH101618、AH1017031 两个地块修正为 4 个地块。

（1）AH101618 地块用地性质为公园绿地（G1），用地面积由 56778m<sup>2</sup> 调整为 54525.48m<sup>2</sup>，其余指标不变，新增 AH101626 地块用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21），用地面积为 2509.32 平方米，其余指标不变。

（2）AH1017031 地块用地性质为公园绿地（G1），用地面积由 26429.48m<sup>2</sup> 调整为 25586.90m<sup>2</sup>，其余指标不变；新增 AH1017040 地块用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21），用地面积为 842.53 平方米，其余指标不变。

（3）依据广州市河涌水系规划（2017-2035 年），对 AH101619、AH101622、AH1017030、AH1017035 四个地块边界进行修正：AH101619 地块用地面积由 135971 m<sup>2</sup> 调整为 135703.94m<sup>2</sup>、AH101622 地块用地面积由 7051m<sup>2</sup> 调整为 7051.37m<sup>2</sup>、AH1017030 地块用地面积由 103512.96m<sup>2</sup> 调整为 103512.78m<sup>2</sup>、AH1017035 地块用地面积由 24860.94m<sup>2</sup> 调整为 24860.99m<sup>2</sup>，其余指标不变。

### 9.2.5.2 市政公用设施

新增排水泵站 1 处（征地红线面积 3417.12m<sup>2</sup>，新增地面总建筑面积 149.94 m<sup>2</sup>）。

## 9.2.6 方案审查情况

本规划方案已进行了多规符合性审查、技术审查（交评、环评、文评、市政评、海绵城市专章、树木保护专章），方案可行有

### 9.2.6.1 交通影响评价结论

工程建成后，区域周边整体开发规模不增加，交通量无明显增量，整体通行能力可接受。

### 9.2.6.2 环境影响评价结论

本次规划与上层次城市和区域规划目标相协调，与国家、地方相关的环境功能区划等环保相关规划、区划相协调。规划修正的实施对环境的影响处于区域环境承载力之内，规划实施后可确保土地得到充分利用，规划实施后地块的功能基本适宜且与周边用地功能相适应，同时将给周边地区带来一定的社会、环境效益，规划方案基本合理。在严格执行本评价提出的环保优化建议、采取相应环境减缓措施前提下，规划方案涉及各污染物均能达标排放，可实现环境保护目标。从环境保护的角度而言，本次规划的实施是可行的。

### 9.2.6.3 历史文化遗产影响评估结论

项目地块不涉及历史城区、历史文化名镇、历史文化名村、历史文化街区、历史风貌区、传统村落、传统街巷、骑楼街、不可移动文物、古树名木、历史建筑、传统风貌建筑、广州市第五次文化遗产普查推荐的历史建筑线索和传统风貌建筑线索、工业遗产等保护对象，未新发现符合我市文物、历史建筑、传统风貌建筑等保护对象认定标准的其他建筑。

项目西岸用地红线距离城安围旧船厂旧址核心保护范围最近距离约 13m，东岸用地红线距离大于国仓库旧址核心保护区最小距离为 200m。根据《广州市文物保护规定》等相关规定，需在工程建设前，向市文物行政主管部门申请考古调查、勘探，确保地下埋藏文物不被损坏。

### 9.2.6.4 绿地规划（树木保护专章）

#### 9.2.6.4.1 树木资源核查

##### （1）古树名木及古树后续资源

项目范围内无挂牌古树名木，无古树后续资源（胸径>80cm）。



### (2) 连片成林树木情况

项目范围内的城市建设用地上，无连片成林。

### (3) 现有绿地情况

项目范围内的城市建设用地上，无现有绿地。

#### 9.2.6.4.2 树木保护利用措施

(1) 控规阶段：规划范围内无古树名木及古树后续资源。

(2) 后续指引：根据《广州市绿化条例》后续阶段应落实以下要求：城乡建设工程应当在立项文件、设计方案、初步设计中编制树木保护专章。涉及迁移、砍伐树木的，应按程序报送绿化行政主管部门审批后方可实施。

#### 9.2.6.4.3 社会稳定风险评估

本报告根据发改投资（2012）2492 号和粤发改重点（2012）1095 号等文件要求，采用问卷调查、现场走访和公告等多种方式相结合，公众参与程序合理规范，风险调查阶段重点采集项目周边生活生产的群众意见，充分反映了项目密切相关者对项目建设的意见与建议；风险估计采用专家打分法，层次分析法确定单项风险因素风险程度及风险权重，然后加权计算项目综合风险指数，通过定性和定量分析确定项目的风险等级，估计结论有理有据，并根据风险因素有针对性地提出了防范措施。

根据各项风险因素发生的阶段和方式，采取相应的防范、化解措施，措施后各项风险因素发生的可能及影响程度均有所降低，综合风险指数有所降低。针对项目的 15 项风险，提出上述风险防范和化解措施，各项措施均根据国家法律法规并结合项目实情提出，建议项目单位严格落实，推动单项因素风险程度降低，预计各项措施落实后，项目社会稳定风险发生概率和影响程度将会有所降低，单项因素风险程度降低，进而项目综合风险指数降为  $0.2174 < 0.36$ ，在充分考虑风险防范、落实化解措施后，本项目识别的 15 个重点风险因素中，5 个微小风险程度因素，8 个较小风险程度因素，2 个一般风险程度因素，因此，落实措施后，项目整体的社会稳定风险等级为“低风险”。诱发群体性事件的可能性较小，但不排除个别人为私人利益的诉求行为。

#### 9.2.6.4.4 工业产业区块调整论证

项目地块不涉及工业产业区块调整。

## 9.2.7 工作进展情况

项目控规修编情况将于近期在项目现场进行批前公示，同时在广州市规划和自然资源局网站进行网上公示。项目同步在征集各个职能部门意见。

## 9.2.8 地块控制性详细规划修正结论

通过与广州市规划与自然资源局海珠分局对接后确认北濠涌涌口两岸地块均为建设用地，在现行总规和控规中右岸均为公园绿地，左岸靠近珠江边为公园绿地，靠近环岛路侧为科研用地，现状土地均为国有土地。根据以上实施细则通知，本次工程建设地块范围涉及总规绿线，本次控规修正用地性质保持公园绿地不变，兼容排水设施，新建泵站主要设置于地下。项目地块位于 ZH4401020002（广州河段后航道海珠区重点管控单元），控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21）。

项目地块涉及海珠区 AH1016、AH1017 规划管理单元，主导属性为生态保护区，用地面积分别为 511291 平方米，628546 平方米。地块属性内主要用地性质涉及公园绿地（G1）、水域（E1）。依据项目范围及国土空间总体规划蓝线，将 AH101618、AH1017031 两个地块修正为 4 个地块。控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地（G1 兼容 U21）。

## 9.3 建设征地范围

### 9.3.1 现状边线分布情况

#### （1）河道管理范围线

北濠涌河道管理范围为临水控制线向岸上偏移 10m 范围；

珠江后航道堤防管理范围为临水控制线向岸上偏移 38m 范围。

#### （2）左岸地块权属边线

北濠涌口左岸为中海工业集团地块，现已改建为海尚明珠智慧园区；

通过收集相关资料，中海工业有限公司诚安围船厂《国有土地使用证》（案号：08 国用 201300013）中海工业有限公司权属地块证载面积：56575.60 平方米；

#### （3）右岸地块权属边线

北濠涌口右岸为广州港集团大干围码头地块，现已改建为海珠湾艺术园区。

通过收集相关资料，广州港务局《房地产证》（案号：登记统字第 130794 号）广州

港集团权属地块证载面积：15308 平方米。

### 9.3.2 工程占地面积统计

表9-3 工程占地面积统计

占地类型	占地面积 (m <sup>2</sup> )		用地性质	
广州港地块	1037.46	3417.12	公园绿地	控规修正后用地性质为公园绿地兼容排水设施用地
其他陆上地块	2379.66		公园绿地	
涌口水域	1350.78		水域	
总占地合计	4767.90		公园绿地（公园绿地兼容排水设施用地）、水域	

根据地形图，结合工程整治需要，本项目占地范围见下图。



图9-3 工程用地范围图

### 9.3.3 建设征地实物

#### 9.3.3.1 实物指标调查方法

根据工程永久占地范围，土地面积采用 1:2000 地形图量算。

#### 9.3.3.2 实物指标调查成果

根据工程布置，通过调查及测量结果统计，工程永久占地 4767.90m<sup>2</sup>（7.15 亩），包括陆域永久征地 3417.12m<sup>2</sup>（5.13 亩）及水域永久征地 1350.78m<sup>2</sup>（2.02 亩），临时用地 908.93m<sup>2</sup>（1.36 亩）。实物指标调查成果如下表。

表9-4 工程用地涉及实物指标统计表

项目名称	单位	数量
永久占地（陆地）	平方米	3417.12
永久占地（水域）	平方米	1350.78
临时占地	平方米	908.93

### 9.3.4 工程投资

#### 9.3.4.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国水法》；
- (2) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年）；
- (3) 《中华人民共和国城市规划法》；
- (4) 《中华人民共和国河道管理条例》（2018 年）；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2011 年 1 月 8 日修订）；
- (6) 《国有土地上房屋征收与补偿条例》（2011 年 1 月 21 日）；
- (7) 《国家建设征用土地办法》；
- (8) 《国家建设征用土地条例》；
- (9) 《基本农田保护条例》（1999 年）；
- (10) 《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》（2019 年 8 月 26 日第三次修订）；
- (11) 《广东省水利工程管理条例》（2000 年）；
- (12) 《广东省林地保护管理条例》（2020 年 9 月 29 日第四次修订）。
- (13) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（国务院令第 679 号）
- (14) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）；

- (15) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL 290-2009);
- (16) 《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》(SL 442-2009);
- (17) 《村镇规划标准》(GB50188-2007);
- (18) 《关于水利水电工程建设用地有关问题的通知》(国土资发[2001]355号);
- (19) 《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》(财综[2002]73号);
- (20) 《广东省基本农田保护区管理实施办法》(2002年4月1日);
- (21) 《广东省非农业建设补充耕地管理办法》(2010年9月1日);
- (22) 《广东省征用农村集体所有土地各项补偿费管理办法》;
- (23) 《关于实施广东省征地补偿保护标准的通知》(粤国土资发〔2006〕149号);
- (24) 《广州市人民政府办公厅关于印发广州市农民集体所有土地征收补偿试行办法的通知》(穗府办规[2017]10号);
- (25) 有关文件和图纸。

#### 9.3.4.2 投资估算

根据区委区政府的工作部署,北濠涌排涝泵站工程建设的安排,需收回北濠涌水闸两岸约3417.12平方米的国有土地用于泵站建设。涉及广州港及中海工业有限公司和城安围船厂两个产权单位。参照区内各重点项目工程的补偿标准,编制了本次工程征地拆迁投资概算,总费用为1836.05万元,费用构成如下:

##### (1) 国有土地补偿费用

1) 国有土地收回补偿费用。本工程收回国有土地面积2557.27平方米,补偿单价暂按4464元/平方米计算(参照2019年环岛路工程广州港海心沙街余地的评估价)。

2) 国有土地借地费用。本工程涉及国有土地借地,借地面积920.80平方米,借地费用暂按22元/平方米/月,暂定借地期限22个月。借地费用补偿参照《轨道交通项目(海珠区段)借地及集体土地房屋补偿标准》。

##### (2) 临时建筑补偿

借地范围内有简易结构(有墙体)50平方米,需要拆除,补偿单价参照《轨道交通项目(海珠区段)借地及集体土地房屋补偿标准》500元/平方米给予补偿。

##### (3) 绿化补偿费用

根据项目业主提供的树木清单,参照穗林业园林通(2022)3号文的苗木补偿单价。

## (4) 构筑物补偿费用

1) 水泥地面（厚度 1cm 以上）3478.07 平方米，按 180 元/平方米补偿。

2) 围墙 887.64 平方米，按 280 元/平方米补偿。上述两项补偿标准均参照《轨道交通项目（海珠区段）借地及集体土地房屋补偿标准》。

## (5) 其他费用说明

本预算未包含房屋修复费用，所有面积以地类勘界报告和测绘报告为准，国有土地收回的补偿标准最终以市场评估价为准。对借地标准有异议的，可通过评估确定。其它相关费用包括测绘费、评估费、律师费等实报实销费用，发生时按实结算。

## (6) 总估算

本工程征地拆迁总估算为 1836.05 万元，计算见下表。

表9-5 征地拆迁投资总表

序号	项目名称	单位	数量	补偿标准		备注
				单价	金额(万元)	
一	国有土地补偿费用				1569.39	暂按 2019 年环岛路工程广州港海心沙街余地的评估价。最终以市场评估价为准。
1	国有土地收回补偿费用	m <sup>2</sup>	3417.12	4464 元/m <sup>2</sup>	1525.40	
2	国有土地借地费用		908.93	22 元/m <sup>2</sup> /月	43.99	
二	临时建筑补偿				2.50	
	简易结构（有墙体）	m <sup>2</sup>	50.00	500 元/m <sup>2</sup>	2.50	参照《轨道交通项目（海珠区段）借地及集体土地房屋补偿标准》补偿标准计算。
三	绿化补偿费用				16.82	
	绿化补偿	一批			16.82	参照穗林业园林通（2022）223 号补偿标准计算。
四	构筑物补偿				102.72	
1	水泥地面（厚度 15cm 以上）	m <sup>2</sup>	4326.05	180 元/m <sup>2</sup>	77.87	参照《轨道交通项目（海珠区段）借地及集体土地房屋补偿标准》补偿标准计算。
2	围墙	m <sup>2</sup>	887.64	280 元/m <sup>2</sup>	24.85	
五	其它拆迁费用				5.93	

	房屋拆除（含拆卸、余泥清运）	m <sup>2</sup>	50.00	120 元/m <sup>2</sup>	0.60	
	围墙拆除（含拆卸、余泥清运）	m <sup>2</sup>	887.64	60 元/m <sup>2</sup>	5.33	
六	其它相关费用				16.97	
	测绘费、评估费等实报实销费用		1697.36	元	16.97	（一至四项）*1%，发生时按实结算
七	一至六项合计				1714.33	
八	不可预见费		1714.33	元	85.72	按总费用 5%
九	工作费		1800.05	元	36.00	按照穗财建[2019]74 号，补偿总费用*2%
	<b>合 计</b>				<b>1836.05</b>	

## 10 环境保护设计

### 10.1 概述

#### 10.1.1 编制目的

根据国家有关法律法规要求，结合工程特性、工程所在区域和流域环境特点，本次环境影响评价的主要目的在于：

（1）明确工程区域以及所在流域的水环境、环境空气、声环境、生态环境和社会环境的环境功能，调查、分析环境质量现状及其发展趋势；

（2）预测、评价工程施工、运行及征地移民等工程活动对环境造成的影响，并在全流域角度分析、评价工程兴建带来的生态影响；

（4）分析判断工程初步设计报告与流域开发利用规划、生态环境保护规划、环境功能区划等相关规划的协调性与符合性，并结合环境敏感目标及影响分析，综合评判工程规模、选址等开发方案的环境合理性，从预防保护角度提出优化建议及限制条件；

（5）针对工程施工、运行及征地移民对生态环境带来的不利影响，制定科学有效的影响减免对策措施，充分发挥工程的经济效益、社会效益和环境效益，并促进工程地区及流域生态环境的良性发展；

（6）拟定环境监测和环境管理方案，掌握工程建设与运行过程中实际发生的环境影响，并及时做出反馈，对环境保护措施进行充实、完善和细化，增强措施的针对性和可行性；

（7）进行环境保护投资估算，将环保投资纳入工程总投资，落实工程环境保护工作费用，为环保措施的顺利实施提供资金保证；

（8）从环境影响的角度论证工程建设的可行性，明确环境影响评价结论，从而为工程的方案论证、环境管理和项目决策提供科学依据。

#### 10.1.2 设计依据

##### 10.1.2.1 有关法律法规

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）
- （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月1日）
- （3）《中华人民共和国水法》（2002年8月修订）



- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2008年2月修订)
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2016年1月1日)
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1997年3月1日)
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2005年4月1日)
- (8) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2004年8月)
- (9) 《中华人民共和国森林法》(2009年8月修订)

#### 10.1.2.2 技术标准与规范

- (1) 《环境影响评价技术导则 总纲》【HJ 2.1-2011】
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》【HJ 2.2-2008】
- (3) 《环境影响评价技术导则 地面水环境》【HJ/T 2.3-93】
- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》【HJ 2.4-2009】
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》【HJ 19-2011】
- (6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》【HJ 610-2016】
- (7) 《环境影响评价技术导则 水利水电工程》【HJ/T 88-2003】
- (8) 《地表水环境质量标准》【GB 3838-2002】
- (9) 《环境空气质量标准》【GB 3095-96】
- (10) 《声环境质量标准》【GB 3096-2008】
- (11) 《污水综合排放标准》【GB 8978-2002】
- (12) 《大气污染物排放标准》【GB 16297-96】
- (13) 《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》【GB 1495-2002】
- (14) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》【SL 619-2021】
- (15) 《水利水电工程环境保护设计规范》【SL 492-2011】

## 10.2 环境现状调查与评价

### 10.2.1 环境现状初步调查

#### 10.2.1.1 自然环境概况

- (1) 气候气象

本工程地处广州市区，位于北回归线以南，属于亚热带海洋性季风气候，气候特

点是全年气温较高，湿度大，夏季高温湿润，冬季不严寒，太阳总辐射量较多，适宜农作物四季生长。

本次工程区多年平均（1956-2016年）降水量为1868mm，合计134.91亿 $m^3$ ，降水主要集中在每年6~9月。

本次工程区季风期分明，年平均风速1.9~2m/s，最大风速为22m/s，瞬时极大风速35.4m/s以上。

本次工程区年平均总辐射量106.7千卡/ $cm^2$ ，最大出现在7月份，平均达11.8千卡/ $cm^2$ ，2月份最小，平均为5.9千卡/ $cm^2$ ；多年平均（1980-2016年）蒸发量为1021mm，合计73.77亿 $m^3$ 。

## （2）地形地貌

工程区地貌上属于珠江三角洲冲积平原，原始地貌属第四系冲积阶地。地势平坦，起伏较小，地层主要由海冲积层组成。

## （3）土壤植被

区域人力活动密集，大部分土地已开发，未开发土地植被良好。

### 10.2.1.2 环境质量现状

#### （1）地表水环境

流域内植被良好，水系发达，地表水水质较好，局部居民聚集地有轻微污染。

#### （2）大气环境

本工程周围无大型工矿企业，不存在大型、集中大气污染源，工程所在区域环境空气质量现状质量一般，其较高浓度的PM10主要由于交通扬尘、生产生活扰动导致。

#### （3）声环境

该地区位于城镇居民密集区，声环境质量状况一般。

#### （4）土壤

工程区域土壤呈垂直性分布，海拔400米以上地带为红壤，海拔400米以下地带的土壤为赤红壤。区域土壤环境质量良好，各项指标均符合要求。

### 10.2.1.3 环境敏感区

项目范围内不涉及饮用水源保护区、生态保护红线、超载严重河道区、大气污染物增量严控区、水环境空间超载管控区。

## 10.2.2 环境保护目标

### 10.2.2.1 预防保护目标

(1) 优化施工布置,控制施工占地,尽量减少对工程地区现有耕地的占压和破坏,确保施工用地与区域相关规划相协调;加强施工管理,优化施工工艺,减轻工程活动对当地动、植物造成的不利影响,维护工程及周边区域的生态完整性和生物多样性,控制施工活动对周围环境的影响。

(2) 维护工程区域水环境、环境空气和声环境质量,重点做好施工期的环境保护工作。加强施工期管理,强化施工期各类污染物产生与排放的控制,防止施工扬尘、噪声对工程区周围环境以及当地居民正常生活产生影响。

(3) 优化工程总体及施工布置,合理调度和安排施工时序,确保工程施工和运行期间道路畅通,把工程建设对交通的影响降到最低。

### 10.2.2.2 污染控制目标

#### (1) 水环境

施工期生产废水和生活污水尽量回用,减少工程施工期对区域水环境质量的不利影响。运行期生活污水经过污水管网系统流入污水处理厂进行处理。

#### (2) 大气环境

做好施工期大气环境保护工作,减少工程施工期对区域环境空气的不利影响,确保施工区及施工影响区环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准。

#### (3) 声环境

各施工区边界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》【GB12523-2011】相应标准,控制和减少噪声对附近农村居民的影响。

### 10.2.2.3 恢复治理目标

通过本工程的实施,尽量减少对环境的不利影响。

## 10.3 环境影响预测与评价

### 10.3.1 有利影响

本工程的实施除了满足防洪及排涝功能外,也能改善流域水环境,使现状河河流更加水满、水清、水活,使人们能够到水边休闲、入水嬉戏、临水而居,从而改善居民的

人居环境。因此，其建设会对环境带来长期有利的影响，也是达成恢复治理水环境目标的重要措施。

### 10.3.2 不利影响

工程实施对环境的不利影响主要在施工期。施工机械排放的尾气和土方开挖、材料运输及装卸产生的粉尘对大气及周边地区造成一定污染；施工机械和机动车辆对附近居民及施工人员产生干扰，产生噪声污染，一定程度上影响周围居民休息。另外施工期的临时弃土堆放等也会对周围环境造成影响。但只要采取适当的保护措施，并注意加强施工组织管理，不利影响均可得到减免，随着施工结束自然消失，所以，从环境保护角度分析，没有制约工程因素，工程是可行的。

#### 10.3.2.1 对水质的影响

##### (1) 含油废水

本工程施工方法以机械为主，人工为辅，主要机械设备有反铲挖掘机、推土机、自卸车、振动锤、混凝土搅拌机、机动翻斗车、振动碾等。施工机械、车辆的运行、维修和清洗，会产生一定量的含油废水，废水中 SS 和石油类含量较高，按每天维修或保养各类施工机械 6 台，平均每台机械冲洗保养排放废水  $0.6\text{m}^3/\text{d}$  估算，产生的废水量可达  $3.6\text{m}^3/\text{d}$ ，废水排放强度  $1.2\text{m}^3/\text{h}$ ，这部分废水石油类浓度可达  $30\sim 150\text{mg/L}$ ，若不经妥善处理任意排放，可能影响下游河道接纳水体水质，改变土壤结构，降低土壤肥力，不利于施工完建后的迹地恢复。

##### (2) 基坑废水

基坑排水包括短期汛末清基废水和经常性基坑排水。

经常性基坑排水由降水、渗水和施工用水（主要是混凝土养护水）等汇集而成，由于基坑开挖和混凝土浇筑养护，基坑水的 SS 含量和 PH 值较高，对下游水质影响有一定的影响。

本工程基坑废水主要由降水、渗水等组成，悬浮物等为主要污染物，悬浮物浓度可达  $2000\text{mg/L}$ 。同时受施工机械燃油、车辆运输等施工活动影响，基坑废水中可能含有少量矿物油分。

##### (3) 生活污水

本工程施工高峰期施工人数约为 100 人，按每人每天生活用水量  $0.15\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$ ，污水排放系数 0.8 计算，施工期最高生活污水日排放量为  $12.0\text{m}^3/\text{d}$ ，其中主要含有 COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub> 等有机污染物，生活污水若不采取措施，流入河流中，对水质及下游人群的健康不利，需采取处理措施。

#### 10.3.2.2 对声环境的影响

工程施工区噪声的污染源主要来自各种施工机械设备运行产生的固定噪声，运输车辆产生的移动噪声，前者主要来自主体建筑物土石方开挖机械、桩机等，具有声源强、声级大、连续性特点，据有关资料表明，此类施工产生噪声源强可达 100dB(A) 以上，根据计算，其影响范围白天为 100m，夜间为 300m，不仅对现场施工人员产生较大影响，还对周围居民区产生影响。后者主要是车辆运输带来的引擎声和喇叭声，具有声源强、流动性等特点，对运输路线附近两侧的工作人员和居民产生一定影响。

#### 10.3.2.3 对空气环境的影响

工程施工期对环境空气污染主要为施工机械燃油废气，场内外交通运输中产生的粉尘、扬尘，以及运输车辆排放的尾气。施工土石方的开挖、钻孔及回填会产生扬尘，块石料在运输、装卸过程中泄漏会产生粉尘。

施工期间，工程所需的块石料需从外运进，运输量不大，拟全部采用汽车运输，路面灰尘厚重，运输扬尘、汽车尾气对局部区域空气质量会有一定的影响。

#### 10.3.2.4 对人群健康的影响

工程区主要传染病有病毒性肝炎、钩端螺旋体、痢疾、出血热、疟疾、流脑等。当地卫生保健网健全，医疗卫生条件可满足施工人员防病、治病需要。

施工期间大量施工人员集中、进驻工地，人口密度加大，生活环境和场地卫生条件较差，如不注意临时居住区的环境卫生、食品卫生管理和生活饮用水消毒处理，疾病传播机会增大，容易引起交叉感染。严重威胁施工人员的身体健康，从而影响工程进度。本工程施工人员大部分就近租用民房，同时由于施工人员居住地在城区，医疗卫生设施齐全，可满足施工人员医疗需要。生活用水水质能够得到保证，食品卫生有当地有关专业部门管理与监督，生活垃圾有当地环卫部门集中清理。因此，人群健康保护措施主要有施工区卫生清理和施工人员卫生防疫。

#### 10.3.2.5 对生态环境的影响

工程建设区植被良好，在施工结束后，将及时采取施工迹地恢复措施，因此施工期的影响将随着施工活动的结束及植被的恢复而消失，不会对影响范围内的生态资源产生明显的不利影响。

工程造成的水土流失主要集中在施工期，主要为施工中的开挖、回填，土料的开采等造成的水土流失。

#### 10.3.2.6 固体废弃物

工程施工期固体废弃物主要为生活垃圾。总施工期 10 个月，按施工高峰期人数 100 人，每人每天产生垃圾 1kg 计算，则施工高峰期施工人员每天将产生垃圾约 0.1t，容易造成苍蝇等害虫孳生，影响工程区生活卫生，固体废弃物由地环卫部门集中清理。

### 10.4 环境保护对策措施

施工期对环境的不良影响在所难免，但只要坚持环保施工与文明施工，则可将不利影响减低至最小程度，不致给市民的生活和工作造成不便，给生态环境造成破坏，而且在工程完工后，更加改善沿河的景观和生态环境。主要对策与措施如下。

#### 10.4.1 水环境保护

施工产生的废水主要来源于砂石骨料冲洗废水和砼养护弃水，砂石骨料的冲洗废水基本上不含有毒物质，但泥沙含量较大，可采用二级沉降处理。

在施工期设置水质监测断面，出现问题及时处理。定期检查，严格防止机械漏油，进入河道。严禁施工人员向河内倾倒垃圾，并建立临时厕所。

对生活污水，首先应设立固定厕所，严禁随地便溺，控制好固体垃圾，对其它生活污水，主要污染物是 BOD<sub>5</sub>，由于排放污染物总量较小，排入后不致影响水质的类别（仍可维持 III~VI 类水质）。废污水一般应经过预处理后，才准排放。

#### 10.4.2 生态保护

(1) 工程区水土流失控制程度是反映区域内生态环境状况的重要指标之一，通过采取水土保持工程和植物措施，可使工程地区的生态环境得到较好的恢复和改善。水土保持措施是本工程重要的生态环境保护措施。

(2) 在大批施工队伍到达前应制作保护生态环境的醒目宣传牌标；在施工人员进入后及整个施工期间应经常进行相关的法律教育。

(3) 加强对施工区周围林木的保护，减少对作业区周围耕地、植被、野生动植物的影响和破坏。工程施工结束后，应对施工场地表面进行土地整治，表面覆土按照相关技术要求和植物生长要求的土层厚度进行。

#### (4) 古树名木保护措施设计方案

古树是地区生态文明的象征，是当地民族文化的瑰宝，需要考虑将古树移栽迁地保护。移栽过程中建立古树档案，由有资质的单位设计可行的整套古树移植方案，包括断根、运输、栽植、管护、病虫害防治、扶壮等内容，由林业部门论证同意后实施。迁地保护还必须建立追踪制度，保证古树在迁入地健康生长。

#### (5) 国家保护植物保护措施

项目影响范围内的国家保护植物需要在施工前进行移植、异地保护，建议由负责古树移植的单位承担。

#### (6) 国家保护动物保护措施

评价范围内国家保护野生动物的活动踪迹很少，没有重要栖息地，多为觅食路过。评价范围内可能存在的国家保护动物的繁殖期主要 4~6 月，该段时期应尽量减少爆破等高噪音、高震动施工。

### 10.4.3 土壤环境保护

工程施工过程中，主要为临时占地、交通道路或弃料场地，在竣工后应予以及时修复，不得给居民生活带来不便或妨碍城市的建设与发展。

首先应严格控制弃土和取料对土地资源的占用。弃土中可用于回填的土可暂时存放备用，其余废弃土可运往指定填淤处。如弃土重金属含量较多，为使这些污染不致造成二次污染，还必须加以特殊处理（如弃土场四周设围堰，下铺砂石过滤，面层覆盖清洁土，上种草木等）。

要防止施工过程中沿岸地表植被环境的破坏，禁止乱伐树木，重要古树要加以保护，控制新的水土流失发生。工程开挖及弃土、生活管理区、施工区、施工道路的布置都将破坏现有地表植被，使之丧失固结表层土的功能，遇降雨时即易产生水土流失。采取的对策是工程防护措施与生物防护措施相结合，并配合景观，绿化建设一并处理。

工程的水土保持，除了处理好弃渣淤泥，搞好绿化景观外，对施工临时占地，要在

竣工时及时清理、平整，为土地的复垦、利用创造良好的条件。

必须遵守广州市文明施工的有关规定进行施工，必需做到三同时，强化环保意识，杜绝造成二次污染。加强施工全过程的管理和环境整理工作。除了抓好工程的安全、质量、进度和投资外，必须突出将环境保护、生态环境工作放入到施工管理中去。

#### 10.4.4 人群健康保护

为保障施工人员身体健康，避免或减少疾病爆发流行，施工期需采取一定的人群健康保护措施。

(1) 在施工前，结合施工场地开挖、平整工作，运用消毒剂对施工区（特别是施工人员生活和集中活动场所）进行彻底的一次性消毒。在施工区开展灭蚊、灭蝇和灭鼠活动，有效地控制自然疫源性疾病的传染源，切断其传播途径，以控制和减少疾病发生。

(2) 对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫，以了解他们的健康状况及带菌情况，及时发现和控制带菌者将新菌种带入施工区，经检疫后认定不宜进入施工区的带菌人员不得进入施工区。根据工程的特性并结合水利工程施工现场疾病流行的一般规律，主要对施工人群采取疟疾预防性服药、乙肝疫苗接种等预防措施。此外，在施工区设置医务室，医务室储备足够的破伤风免疫剂，以便及时抢救受破伤风感染的外伤人员。另外还应储备一定数量的狂犬疫苗备用。如发现新病种，应及时进行针对性预防和治疗。对施工人员进行健康卫生教育，认识各种疾病的特点和危害，养成良好的卫生习惯，节制个人行为，从个人意识和行为角度预防疾病的传播。

(3) 加强对施工区食品卫生的管理和监督。建立健全的“卫生许可证”制度，对食堂工作人员及副食品经营、销售人员定期进行健康检查，实行“健康证制度”，对蔬菜、肉类等原料以及食盐的进货渠道进行严格检查与控制，对施工区各类饮食业进行经常性的食品卫生检查和监督，发现食物中毒应立即采取有效控制和保护措施，防止污染源的扩大。

(4) 对饮用水经过净化和消毒处理，达到国家规定的卫生标准后方可使用。施工人员应养成良好的卫生习惯，切勿饮用生水，以免感染疾病。

(5) 对施工人员产生的生活污水、粪便、垃圾进行集中处理，防止传染病的发生和传播；对洼地、湿地进行平整，消灭蚊蝇孳生地，注意保持生活区清洁、卫生。



## 10.4.5 大气及声环境保护

### 10.4.5.1 大气环境保护

施工扬尘对近距离的 TSP 浓度影响很大，为保护施工人员的健康，减少大气污染，采取以下措施：

#### （1）燃油废气的消减与控制

选用符合国家有关卫生标准的施工机械和运输工具，使其废气达标排放。

由于施工运输车辆多为燃柴油的大型车辆，非电力驱动机械也多为柴油驱动，尾气排放量与污染物含量较高，需安装尾气净化器，保证尾气达标排放。

严格执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆和机械，及时更新。

#### （2）交通扬尘消减与控制

本工程场临时道路均采用砂砾石路面，长期运行后，路面浮土受车辆运输和风的扰动，将产生较大扬尘，从而对附近居民、施工人员带来较大影响。因此，本工程拟定如下交通扬尘控制措施：

①成立道路养护、维修、清扫专业队伍，及时清除路面洒落物体和浮土，保持道路清洁、运行状态良好。

②严禁车辆超载，运输车应按规定配置防洒落装备，保证运输过程中不散落，输车辆加篷盖，出装、卸场地前先冲洗干净，以减少车轮、底盘等携带泥土散落路面。

③配置洒水车在非雨日每日洒水降尘，每日洒水次数不低于 5 次。

④结合水保措施，做好道路绿化，依不同路段地形情况，在绿化区段有针对性的种植树木或草坪，以降低扬尘污染。

#### （3）施工人员个人防护

受工程大气污染影响的对象主要为施工人员，应采取加强个人防护的方式对施工人员加以保护，如佩戴防尘口罩、防尘眼镜和防尘帽等。

#### （4）食堂油烟削减措施

施工期施工营地食堂设置 1 套油烟净化装置，食堂油烟经油烟净化器（除烟效率 $\geq$ 85%）处理后，油烟排放浓度符合标准，对周边环境影响很小。

### 10.4.5.2 声环境保护

施工噪声主要为施工机械和机动车辆，其中挖掘机械和运输汽车的组合，噪声为70~90dp，砂石各料、混凝土搅拌汽车运输和浇筑混凝土的组合噪声为70~90dp，施工辅助工序材料加工厂及设备噪声为70~80dp。施工机械产生的噪声声压级高，冲出性强并伴有强烈地震动，给现场施工带来不利影响。为减少施工噪声对环境的影响，应采取以下措施：

- (1) 施工应尽量安排在白天，避免夜间施工。
- (2) 生活区与施工区要隔开一定距离；
- (3) 对固定噪声源除采用先进的施工技术控制噪声传播，应当采取用隔音设施；
- (4) 车辆通过居民点时要减速行驶，禁止鸣笛；
- (5) 对具体施工人员配备必要的劳动保护装置，缩短连续劳动时间，增加班次，高噪声环境下施工人员每天工作时间不超过6h，并配发噪声防护用具(防声头盔、耳罩、耳塞等)；
- (6) 施工期间进行噪声检测，如产生噪声污染，应及时采取措施解决；
- (7) 对于泵站运行期间产生的影响，可选择低噪声水泵，设计中应考虑减少噪声的技术措施，如泵房采用隔音门窗等。

#### 10.4.5.3 其他环境保护

施工期间主要固废为施工人员生活垃圾、施工弃土弃渣及含油废物等。针对不同类型的固废，采取不同的处置措施。

##### (1) 施工人员生活垃圾

生活垃圾处理处置要保证施工区良好的卫生条件，定期进行灭蚊灭蝇；严禁生活垃圾随意堆放污染环境空气和水环境；确保施工区生活垃圾收集处置率达到100%。

在施工营地分散设置生活垃圾收集桶，由专人收集运至生活垃圾处置系统处理。

##### (2) 施工弃土弃渣

施工中应严格遵循弃渣集中堆放原则，随挖随运，及时将工程开挖的土石弃渣运往弃渣场，严禁将土石弃渣堆至下坡面甚至直接入河或在施工红线范围外弃渣。

##### (3) 含油废物

机械维修过程中产生的少量废机油、废抹布和施工车辆冲洗废水处置产生的少量油渣等需收集后暂存于左岸施工附属占地内的危险废物暂存仓库，定期委托具有相应危险

废物处理资质的单位外运处置。

危险废物暂存仓库应按照《危险废物贮存污染控制标准》的要求进行建设，做好防雨、防渗等措施，避免产生二次污染。

## 10.5 环境管理及监测

### 10.5.1 环境管理方案

#### 10.5.1.1 环境管理目标

根据有关的环保法规及水库的特点，拟建项目的环境管理总目标为：

- (1) 确保本工程符合环境保护法规的要求；
- (2) 以适当的环境保护投资充分发挥本工程潜在的效益；
- (3) 环境影响报告书中所确认的不利影响应得到有效缓解或消除；
- (4) 实现工程建设的环境效益、社会效益与经济效益的统一。

#### 10.5.1.2 环境管理机构及职责

根据国家环境保护管理的规定，应设置工程环境保护管理机构。环境保护管理机构是工程管理机构的重要组成部分，在业务上接受当地环境保护部门的指导。

##### (1) 管理机构的组织方式

为保证各项措施的有效实施，环境保护管理机构应在枢纽筹建期开始组建，作为公司的职能部门。

##### (2) 环境管理职责

贯彻工程环境保护的有关法律、法规、条例，组织拟订工程环境保护的规定、办法、细则等，并处理环境法规执行中的有关事宜。

组织编制工程环境保护总体规划和年度规划，组织规划和计划的全面实施。组织有关部门指定工程环境保护的各项专题规划和实施计划与措施，保证将各种环保措施纳入各项目的最终设计中，并得到落实。

依法对工程环境进行执法监督、检查，检查工程环境保护设施的运行。环境保护措施的执行情况应作为检查、验收工程质量的一项重要内容。

组织编写工程环境保护月、季及年度报告，实施进度评估报告，并向领导小组和有关主管部门进行工作汇报。定期组织编写环境保护简报，即时公布环境保护动态和环境

监测结果。组织环境管理技术培训，开展技术交流和研讨。组织开展工程环境保护专业培训，提高人员素质水平。完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，做好档案、资料收集、整理等工作。

搞好环境保护宣传工作，组织必要的普及教育，提高有关人员的环境保护意识。

### 10.5.1.3 环境管理任务

#### (1) 筹建期

审核工程环境影响评价成果，并保证把环评报告中有关环保措施列入工程最终设计文件；招标文件及合同文件中必须包括环境保护条款；筹建环境管理机构；进行环境管理人员培训；组织实施废污水处理等环保工程。

#### (2) 施工期

为保证各项措施的有效实施，环境保护管理机构应在枢纽筹建期开始组建，作为公司的职能部门，并必须在施工开展前进入营运。

施工现场应设立环境保护管理小组，由项目经理担任小组组长，组员应由具有环境监理、环境工程等专业知识的知识的人员组成。施工期间，环境保护管理小组应承担以下责任：

##### 1) 施工区环境管理

为减轻施工活动造成的环境污染，保障施工人员的身体健康，保证工程顺利进行，应特别加强施工区环境管理工作。按照国家有关环保法规和工程的环保规定，统一管理施工区环境保护工作。监督承包商对于环保合同条款的执行情况，并负责解释环保条款。对重大环境问题提出处理意见和报告，通过工程总监理工程师责成有关单位限期纠正。发现并掌握工程施工中的环境问题。对某些环境指标，下达监测命令。对监测结果进行分析研究，并提出环境保护改善方案。参加承包商提出的施工组织设计。施工技术方案和施工进度计划的审查会议，就环保方面提出改进意见。审查承包商提出的可能造成污染的施工材料、设备清单及其所列环保指标。

对现场出现的环境问题及处理结果作出记录，每月由环境管理办公室提交月报表，并根据积累的有关资料整理环境管理档案。参加单元工程的竣工验收工作，负责组织和参加已完成的工程的限期清理和恢复现场。

##### 2) 水土保持管理

建设单位首先要成立水土保持管理机构，严格按照水土保持方案的治理措施、进

度安排、技术标准等要求，保质保量地实施水土保持方案；预防监督部门要定期对本水土保持方案的实施进度、质量和资金落实情况等进行实时监督。

### (3) 运行期

运行阶段环境管理的主要任务是保护地表水水质和生态环境，加强管理，预防水污染和生态环境破坏、环境地质灾害事故的发生。

环境保护管理是工程管理的重要组成部分，是工程环境保护工作能够有效实施的关键。枢纽运行期工程环境保护管理的主要内容包括制订环境管理目标、设置环境保护机构、制定环境管理任务、确定并执行环境管理计划等。

运行期设立环境保护办公室，负责水质及生态监测工作的外委，以及监测资料的整编与报送，保证监测成果质量。

同时，还应密切注意水质及生态环境的变化动态，防止水污染、生态环境破坏、环境地质灾害等事故的发生。

## 10.5.2 环境监测计划

### 10.5.2.1 施工期环境监测计划

#### (1) 地表水质监测

监测方法：根据《地表水环境质量标准》【GB 3838-2002】和《地表水和污水监测技术规范》【HJ/T91-2002】规定的方法进行水质监测和分析。

监测项目、监测点布设和监测频次详见下表：

表10-1 施工期水质监测计划

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
地表水监测	北濠涌出口	水温、PH值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共29项	施工期10个月，每季监测1期，每期1天	4
污废水水质监测	临时生活区生活污水处理系统末端(2处)	pH、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类、悬浮物、氨氮、总磷、粪大肠菌群	施工期10个月，每季各1期，每期监测1天	8
	基坑废水处理系统末端(2处)	pH、化学需氧量、石油类、悬浮物、废水量	施工期10个月，3期(选择高、中、低三种负荷工况)，每期监测1天	6

## (2) 地下水监测

施工期监测断面、参数、频率及时间见下表：

**表10-2 施工期地下水监测计划一览表**

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
地下水水位监测	设1处，根据现场确定	地下水水位	施工期10个月，每季度观测一次	4
地下水水质监测	设1处，根据现场确定	pH、总硬度、溶解性总固体、挥发酚、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、氰化物、氨氮、亚硝酸盐、高锰酸盐指数、汞、六价铬、镉、铅、锰、铁、总大肠菌群共19项	施工期10个月，每季度监测1次，每次1天	4

监测方法：样品的采集、保存、分析与质量控制均按《地下水环境监测技术规范》【HJ/T 164-2004】进行。

## (3) 环境空气和噪声监测

环境空气和噪声只进行施工期的监测，监测项目、监测点布设和监测频次见下表：

**表10-3 施工期环境空气监测计划**

监测对象	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
办公生活营地	临时办公区（施工营地，设1个点）	TSP、PM <sub>10</sub> 、NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub>	施工期10个月，每季度监测1天，昼夜间连续监测	4
施工作业区	基坑内（设1个点）			4

**表10-4 施工期环境噪声监测计划**

监测对象	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
办公生活营地	临时办公区（施工营地，设1个点）	等效连续A声级	施工期10个月，每季度监测1天，昼夜间监测	4
施工作业区	基坑内（设1个点）			4

监测分析方法：采用《环境空气质量手工监测技术规范》【HJ/T 194-2005】《声环境质量标准》【GB 3096-2008】和《建筑施工场界环境噪声排放标准》【GB12523-2011】中的测量方法。

### 10.5.2.2 运行期环境监测计划

## (1) 地表水质监测

监测项目、监测点布设和监测频次详见下表：

**表10-5 运行期水质监测计划**

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
------	------	------	---------	------

地表水监测	北濠涌出口	水温、PH值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量(COD)、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群、硫酸盐、氯化物、硝酸盐、铁、锰共29项	工程完工后5年内,每年丰水期、枯水期各1期,每期1天	10
-------	-------	--	----------------------------	----

监测方法:根据《地表水环境质量标准》【GB 3838-2002】和《地表水和污水监测技术规范》【HJ/T91-2002】规定的方法进行水质监测和分析。

## (2) 地下水监测

施工期监测断面、参数、频率及时间见下表:

**表10-6 运行期地下水监测计划一览表**

监测类型	监测点位	监测项目	监测频次与时段	监测点次
地下水水位监测	设2处,根据现场确定	地下水水位	工程完工后5年内,每年丰水期、枯水期各观测一期,每期观测1个月,每10天1次	60
地下水水质监测	设2处,根据现场确定	pH、总硬度、溶解性总固体、挥发酚、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、氰化物、氨氮、亚硝酸盐、高锰酸盐指数、汞、六价铬、镉、铅、锰、铁、总大肠菌群共19项	工程完工后5年内,每年丰水期、枯水期各监测1次,每次1天	20

监测方法:样品的采集、保存、分析与质量控制均按《地下水环境监测技术规范》【HJ/T 164-2004】进行。

## 10.6 环境保护投资估算

本工程环境保护措施投资费用为10.0万元。详见下表。

**表10-7 环境保护措施投资估算表**

序号	项目	单位	数量	单价	金额(元)	备注
第I部分	环境监测措施				38712.40	仅计列施工期监测费用
(一)	施工期水环境及污染源监测					
1.1	施工废水污染源监测	点·次	6	177	1062.00	
1.2	生活污水污染源监测	点·次	8	362	2896.00	
1.3	地表水环境质量监测	点·次	8	1904	15232.00	
(二)	地下水环境监测					
2.1	地下水水位监测	点·次	4	170	680.00	
2.2	地下水水质监测	点·次	4	4263	17050.40	

序号	项目	单位	数量	单价	金额 (元)	备注
(三)	大气污染及环境监测					
3.1	大气敏感点监测	点·次	8	190	1520.00	
(四)	噪声及声环境监测					
4.1	声环境监测	点·次	8	34	272.00	
第II部分	环境保护临时措施				32500.00	
(一)	污水处理措施					
1.1	施工机械及车辆冲洗废水处理系统	套	1	3000	3000.00	
1.2	施工生活污水系统	套	1	10000	10000.00	
(二)	噪音治理					
2.1	个人防护设备	人	50	30	1500.00	
(三)	固体废物处理					
3.1	生活垃圾收集池	个	1	3000	3000.00	
3.2	施工期生活垃圾处置费	吨	100	100	10000.00	
(四)	环境空气保护措施					
4.1	洒水车运行费	年	1	5000	5000.00	
	I~II部分合计				71212.40	
第III部分	环境保护独立费用				25875.02	按照计价格[2002]10号
(一)	建设期环境管理费	项	3%	71212	2136.37	
(二)	建设环境监理费	项	1	1424.248	1424.25	
(三)	科研勘测设计费	项	1	2136.372	2136.37	
(四)	环境影响评价费	项	1	20000	20000.00	含现状调查、各专题、会议费等
	工程质量监督费	项	0.25%	71212	178.03	
	I~III部分合计				97087.42	
	基本预备费	项	3%	97087	2912.62	
	环保投资总计				100000.0	

## 10.7 综合评价结论

北濠涌排涝泵工程已纳入《广州市水务发展“十四五”规划》、《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》，本次工程建设符合国家相关法律法规和产业政策，也符合国家 and 地方宏观环境保护规划的要求，与所在流域综合治理开发规划具有较好的符合性，同时与区域社会经济发展规划具有较好的协调性。

本次工程建设旨在进一步提升海珠区北濠涌排涝片区的防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力，基本不会对环境产生不利影响，具有极其重要的社会



效益和经济效益。工程的不利影响主要是工程建设产生施工环境影响问题。

本次设计提出了水环境保护、生态保护、土壤环境保护、人群健康保护、大气及声环境保护措施等，并对环境监测提出要求。在落实本报告书提出的各项环境保护措施后，工程对环境的各种不利影响均可得到预防和有效缓解，因此，从环境保护角度分析，工程的建设是可行的。

## 11 水土保持设计

### 11.1 概述

#### 11.1.1 方案阶段结论概述

工程于海珠区北濠涌涌口，根据《广州市水务局关于印发生产建设项目水土保持方案审批办事指南的通知》穗水水利【2019】31号，本工程所在区域不属于广州市划定的易发区范围内，工程在可研阶段未编制水土保持方案。

#### 11.1.2 自然地理

项目所在地位于海珠区北濠涌涌口，土壤类型主要为赤红壤；水热条件优越，生物物种丰富；植被属常绿阔叶林和针、阔叶混交林，南亚热带常绿阔叶林和针、阔叶混交林为壳斗科、胡桃科和蔷薇科，主要乔木树种以桉树为主，果树以荔枝为主，灌草丛植被以桃金娘科、乔本科及羊齿类植物等为主。

项目规划建设占地区域内植被状况较好，水土流失类型属南方红壤丘陵区水力侵蚀范畴，以面蚀为主，自然侵蚀强度轻微，土壤容许流失量  $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目所在地广州市属于南方红壤区。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土流失规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《广东水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（2015年10月13日）、《广州市水土保持规划（2016~2030）》等文件和资料，项目区所在地广州市海珠区不属于国家、广东省和广州市划定的水土流失重点预防区、重点治理区。

项目不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、地质公园、风景名胜区、森林公园、重要湿地等水土保持敏感区。

#### 11.1.3 编制依据

##### （1）法律法规

《中华人民共和国水土保持法》（全国人大，1991年6月29日通过，2010年12月25日修订，2011年3月1日起实施）；

《生产建设项目水土保持方案管理办法》（2023年1月17日水利部令第53号发

布，2023年3月1日起施行)。

《广东省水土保持条例》(广东省人大，2016年9月29日通过，2017年1月1日起施行)。

## (2) 技术标准

《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)；

《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)；

《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)；

《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018)；

《土地利用现状分类》(GB/T 21010—2017)；

《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL 73.6—2015)；

《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190—2007)。

### 11.1.4 主体工程水土保持评价

在对主体设计资料分析的基础上，对项目区域环境现状进行全面调查，根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433—2018)和相关规范性文件关于主体工程选址水土保持限制和约束性规定，分别从法律法规、技术标准和规范性文件三个层面逐条进行分析与评价。

#### (1) 是否避让了水土流失重点预防区和重点治理区

项目建设区地处广州市荔湾区，结合《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保〔2013〕188号)和《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(2015年10月13日)，项目区不属于国家级及广东省水土流失重点预防区、重点治理区。

#### (2) 是否处于水土流失严重、生态脆弱的地区

《水土保持法》第十八条规定：“水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。”

本项目区土壤侵蚀以水力侵蚀为主，侵蚀强度为微度。区域降水量多，植被覆盖率高，生态系统抵御干扰的能力较强，恢复能力较强。在此基础上主体工程选址是可行的。

#### (3) 是否避开了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433—2018）第三章 3.2.1 规定：“主体选址（线）应避让下列区域：2 河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

根据现场调查及资料收集过程中掌握的实际情况，项目为泵站工程，泵站工程扰动的区域有限，不对植被造成损害。

（4）是否避开了全国水土保持网络中的水土保持监测点、重点试验区，是否占用了国家确定的水土保持长期定位观测站。

《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433—2018）第三章 3.2.1 规定：“选址（线）应避开全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，不得占用国家确定的水土保持长期定位观测站。”

通过对项目区水土流失与水土保持调查，对照全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点和水土保持长期定位观测站的相关规定，工程选址不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，不占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

（5）是否处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及水功能二级区的饮用水源区。

通过对项目区水系状况的调查，对照《全国重要江河湖泊水功能区划（2011-2030）》的规定，分析认为项目选址不在重要江河、湖泊及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及水功能二级区的饮用水源区。

（6）对饮用水源保护区、自然保护区等环境敏感区的分析与评价

项目区未涉及饮用水源保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地，不存在违反环境敏感区相关法律法规的规定。

经上述分析，主体工程选址避让了水土流失重点预防区、重点治理区，避开了河流两岸植的植被保护带，避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站；不涉及重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，以及水功能二级区的饮用水源区。综上所述，从水土保持角度来看，主体工程选址是可行的。

## 11.2 水土流失防治责任范围及措施布局

### 11.2.1 水土流失防治责任范围

#### (1) 防治责任范围

防治责任范围根据“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则来确定。按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）关于开发建设项目水土流失防治责任范围界定的有关规定，结合主体工程设计、施工布置及项目区自然条件，确定本工程的水土流失防治责任范围。

本项目水土流失防治责任范围为项目建设区。

项目建设区以工程实际扰动、占用土地范围确定，主要指开发建设项目建设征地、占地、使用及管辖的地域。建设单位在此范围内有土地利用的支配权，在建设过程中必定破坏原有植被、扰动地表等，使地貌、水文条件发生变化，导致或诱发新的水土流失，建设活动与水土流失存在因果关系。

#### (2) 防治分区

根据分区的原则，本工程分为主体工程区一个分区，本工程的防治责任范围 1.36hm<sup>2</sup>。

**表11-1 水土流失防治分区表**

序号	防治分区	原有土地主要利用类型	水土流失特点
1	主体工程区	水利设施用地、草地、园地	工程建设以“线”为表现形式，水土流失影响表现为：“带”状，影响范围大。 施工准备期场地开挖整平形成裸露地表造成水土流失；施工期开挖造成植被破坏，水蚀加剧；

### 11.2.2 水土流失防治目标

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》和《关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（广东省水利厅，2015年10月13日），本项目位于广州市海珠区，不在国家及广东省水土流失重点预防区和重点治理区范围内。

本项目属于广州市划定的易发区，根据广州市作为特大城市的要求，为了提高水土保持效果，本项目按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）中防治标准等级与适用范围的规定，本工程执行南方红壤区水土流失防治等级一级标准。水土流失防治目标见下表。

表11-2 水土流失防治目标

防治目标	标准规定		按干旱程度修正		按土壤侵蚀强度修正		按地貌修正		按位置修正		采用标准	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	-	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98
土壤流失控制比	-	0.90	-	-	-	+0.10	-	-	-	-	-	1.0
渣土防护率 (%)	95	97	-	-	-	-	-	-	+2	+2	97	99
表土保护率 (%)	92	92	-	-	-	-	-	-	-	-	92	92
林草植被恢复率 (%)	-	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98
林草覆盖率 (%)	-	25	-	-	-	-	-	-	-	+2	-	27

表中的目标值可作为水土保持竣工验收和监测效益评价的指标。

### 11.2.3 水土保持功能分析与评价

(1) 本项目建设不存在水土保持方面绝对或严格限制性因素，主体工程选址方面避开了国家监测网络中的监测站点、避开了生态脆弱区、未占用耕地，符合用地政策要求，没有严格限制性因素，基本符合水土保持要求；施工中需要对保护措施进行完善。

(2) 主体工程设计中水土保持措施有截水沟等；方案需要新增临时覆盖、临时排水沟和沉沙池等水土保持措施，以防止建设过程中水土流失现象的发生。

主体已列和方案新增措施的有机结合，合理布局，形成科学、综合的防治体系，可有效防治项目建设造成的水土流失，力争使开发建设项目与生态环境保护同步进行，最大程度的控制及治理项目建设对当地生态环境造成的破坏，达到经济建设与生态环境保护双赢的最终效果。

(3) 施工工艺方面，以机械施工为主，缩短了施工周期；综上所述，本项目从水土保持角度看，项目建设可行。

### 11.3 表土保护利用与土地整治工程设计

对占用的耕地进行表土剥离，表土临时堆放于临时堆土区，后期用于绿化回覆，根据原始地形图，本工程不占用耕地，工程总表土剥离的面积为 0.0hm<sup>2</sup>。

### 11.4 植被恢复与建设工程设计

本工程不破坏植被，无需植被恢复。

## 11.5 临时防护与其他工程设计

### 11.5.1 水土保持措施设计

#### 11.5.1.1 排水沟

##### (1) 雨水设计流量

根据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014),排水沟设计标准为3级,重现期3年一遇。设计洪峰流量采用以下计算公式:

$$Q_s = q \times \psi \times F$$

$$q = 2424.17 \times (1 + 0.533 \times \lg P) / (t + 11)^{0.668}$$

$$t = t_1 + m \times t_2$$

式中:  $Q_s$ —雨水设计流量(L/s);

$q$ —设计暴雨强度[L/(s hm<sup>2</sup>)];

$\psi$ —径流系数;

$F$ —汇水面积 (hm<sup>2</sup>);

$P$ —设计重现期 (a);

$t$ —降雨历时 (min);

$t_1$ —地面集水时间 (min);

$m$ —折减系数,明渠折减系数为1.2;

$t_2$ —管渠内雨水流行时间 (min);

##### (2) 排水沟过水流量复核

在确定雨水设计流量之后,再根据以下明渠均匀流公式复核过水流量:

$$Q = AV; V = (1/n)R^{2/3}S^{1/2}$$

式中:  $Q$ —相应洪水频率的最大洪水洪峰流量 (m<sup>3</sup>/s);

$V$ —断面平均流速 (m/s);

$A$ —断面面积 (m<sup>2</sup>);

$n$ —糙率取值0.015;

$R$ —水力半径 (m);

$S$ —排水沟坡降,按建设区地形取。

### (3) 排水沟断面拟定

临时排水沟，采用矩形断面，尺寸为底宽 0.4m，深 0.4m。排水沟采用水泥砂浆抹面 20mm。

### (4) 排水沟断面复核计算

排水沟断面按②排水沟过水流量复核进行分析计算。经复核计算，排水沟设计流量大于雨水设计流量，设计排水沟断面满足要求。

#### 11.5.1.2 沉沙池

根据《水利水电工程沉沙池设计规范》(SL269-2001)，沉沙池池厢工作宽度和长度按下式计算：

$$B_p = Q_p \div (H_p \times V)$$

$$L_p = 1.2 \times H_p \times V \div \omega$$

式中： $B_p$ ——池厢工作宽度，m；

$Q_p$ ——通过池厢的工作流量， $m^3/s$ ；

$H_p$ ——池厢的工作水深，m；

$V$ ——池厢内的平均流速，0.15m/s；

$L_p$ ——池厢的工作长度，m；

$\omega$ ——泥沙沉降速度，m/s。

为了沉淀径流中的泥沙，在排水出口处布设沉沙池，可以有效避免水土流失的发生。沉沙池采用矩形砖砌沉沙池，设计尺寸为：长×宽×高=2.16m×1.18m×1.3m。设计尺寸能够满足。沉沙池在使用过程中要水泥抹面、及时清理沉淀的泥沙，为了保证沉沙池在使用中的安全问题，沉沙池为避免使用过程中造成坍塌等现象，在修建过程中预留沉沙容积，且按较大断面开挖，以降低流速，增强沉砂效果。

#### 11.5.2 各分区措施

临时排水、沉沙路基边坡设置临时性边坡排水沟，下方修建沉沙池，以沉淀汇流中的泥沙。临时排水沟，采用矩形断面，尺寸为底宽 0.4m，深 0.4m。排水沟采用水泥砂浆抹面 20mm；沉沙池的尺寸为长 2.16m×宽 1.18m，深 1.3m，单位工程量为开挖土方  $3.31m^3/座$ 。经统计，施工中修筑临时排水沟 72.63m，沉沙池 1 座。



本工程水土保持措施所需的工程量详见下表。

**表11-3 工程新增水土保持工程量**

措施名称		单位	工程量	
临时措施	临时排水沟	长度	m	72.63
		土方开挖	m <sup>3</sup>	17.43
		砂浆抹面	m <sup>2</sup>	94.42
	砖砌沉沙池	数量	座	1
		土方开挖	m <sup>3</sup>	3.31
		砖衬砌	m <sup>3</sup>	1.07
		砂浆抹面	m <sup>2</sup>	8.81
		C15 混凝土垫层	m <sup>3</sup>	0.25

## 11.6 水土保持工程施工组织设计

### 11.6.1 设计原则

与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

(2) 按照“三同时”的原则，水土保持实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃、科学合理”的原则，临建工程施工完毕后，按原用地类型及时进行恢复，植物措施在土地整治的基础上尽快实施。

(4) 主体工程具有水土保持功能的防护措施的实施，按照主体工程施工组织设计进行。

### 11.6.2 施工条件

水土保持工程与主体工程在同一区域内施工，利用项目所在地市政道路，交通条件完全能满足水土保持工程施工时材料运输、施工车辆及机械设备。通行需要。场内道路可利用主体工程场内规划的施工道路，能满足水土保持工程施工要求。

水土保持工程施工在整个主体工程区范围内，其工程量相对主体工程较小，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工场地可利用部分主体工程施工场地。同时可直接利用主体工程施工时的供水供电设备、机械、工具及水电通讯。水土保持工程施工所需的外来建筑材料，包括水泥、碎石、沙子、汽油、柴油、钢材等物资供应与主体工程施工同步。

### 11.6.3 施工方法

本项目水土保持措施主要包括工程措施、植物措施和临时措施。工程措施主要包括临时措施包括临时排水、沉沙、拦挡和苫盖措施。主要施工方法如下：

#### (1) 临时苫盖

密目网全部采用人工铺装，实际实施时根据临时堆土的规模和形状进行苫盖，苫盖土体应根据防尘网的规格尺寸相互咬合、搭接或缝合、块石或沙砾石压脚，防止大风吹散，施工完毕后将其拆除并回收利用。

#### (2) 临时排水沟及沉沙池

在土石方开挖施工过程中结合永久排水沟设置临时排水沟防止大面积开挖雨水的直接冲刷，同时排水沟末端设置沉沙池，对池内的淤泥及时清理，禁止乱堆乱放。

### 11.6.4 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合有关规范规定的质量要求，并经质量验收合格。应符合《水土保持综合治理验收规范》及《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》等相关规定要求。

### 11.6.5 施工管理

(1) 工程施工过程中要合理调配土方，优化施工时序，尽量做到土石方当天清运，防止挖方过多堆积。在建设用土、石、沙等堆放场地应设置明显标志集中管理，严禁随意倾倒。

(2) 施工期应避开大风和暴雨天气。

(3) 施工场地应做好排水工作，场地要及时平整、碾压，长时间裸露地应采取临时覆盖。

(4) 工程施工要严格按照方案设计程序挖土、堆放、填土，坚决杜绝随意弃土石以及不按程序施工。

(5) 与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

(6) 按照“三同时”的原则，水土保持实施进度与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

(7) 施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃、科学合理”的原则，临建工程施工完毕后，按原用地类型及时进行恢复，植物措施在土地整治的基础上尽快实施。

(8) 主体工程具有水土保持功能的防护措施的实施，按照主体工程施工组织设计进行。

### 11.6.6 水土保持措施进度安排

根据《中华人民共和国水土保持法》规定的“建设项目的水土保持措施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”原则，本项目将根据主体的施工组织及工程进度安排，合理安排水土保持措施的实施进度。水土保持措施进度安排原则如下：

- (1) 各建设区的排水沉沙设施应在施工前期完成；
- (2) 应与主体工程施工进度相协调；
- (3) 临时措施应与主体工程施工同步实施；
- (4) 施工裸露场地应及时采取防护措施，减少裸露时间；
- (5) 土方开挖和回填施工尽量避开雨天作业；
- (6) 植物措施应根据生物学特性和气候条件合理安排。

## 11.7 水土保持投资概算

依据广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文发布的《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》、《广东省水土保持补偿费征收和使用管理暂行规定》，不足部分参照《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》(中华人民共和国水利部〔2003〕67 号)，水土保持工程投资估算费用由工程措施、植物措施、施工临时工程、独立费用及基本预备费用五部分构成。经计算，本工程新增水土保持投资见表 11-4。

表11-4 水土保持投资表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
	第一部分工程措施				0
	第二部分植物措施				0
	第三部分监测措施				0
	第四部分施工临时工程				0.49
(一)	临时防护工程费				
一	主体工程区				
1	排水沟	m	72.63		
	土方开挖	m <sup>3</sup>	17.43	83.84	0.15
	水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	94.42	22.43	0.21

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)
2	沉沙池	座	1		
	土方开挖	m <sup>3</sup>	3.31	83.84	0.03
	砌砖	m <sup>3</sup>	1.07	687.45	0.07
	水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	8.81	22.43	0.02
	C15 混凝土垫层	m <sup>3</sup>	0.25	430	0.01
(二)	其他临时工程	一至二部分之和×2%			0
	一至四部分之和				0.49
	第五部分独立费用				0.03
1	建设管理费	一至四部分之和×3%			0.02
2	招标业务费				0
3	经济技术咨询费				0.01
1)	技术咨询费	一至四部分之和×1%			0.01
2)	方案编制费	参照市场价格			0
4	工程建设监理费	发改委、建设部 (2007) 670 号文			0
5	工程造价咨询服务费				0
6	科研勘测设计费	计委、建设部 (2002) 10 号文			0
7	水土保持设施验收咨询费	参照市场价格			0
	一至五部分之和				0.52
	第六部分预备费				0.03
1	基本预备费	一至五部分之和×5%			0.03
2	价差预备费				0
	第七部分水土保持补偿费	hm <sup>2</sup>	0.76	6000	0.46
	工程总投资				1.01

## 12 劳动安全与工业卫生

### 12.1 危险与有害因素分析

#### 12.1.1 法律法规、主要技术标准和相关文件

- (1) 《中华人民共和国劳动法》(2018年12月29日修订)
- (2) 《中华人民共和国安全生产法》(2021年9月1日施行)
- (3) 《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB50706-2011)
- (4) 《水利工程设计防火规范》(GB 50987-2014)
- (5) 《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T5221.197-2013)
- (6) 《水利水电起重机械安全规程》(SL425-2017)
- (7) 《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)
- (8) 《安全色》(GB/T2893.1-2013)
- (9) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)
- (10) 《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)
- (11) 《高压配电装置设计规范》(DL/T 5352-2018)
- (12) 建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定(劳动部令第3号)
- (13) 建设项目(工程)职业安全卫生设施和技术措施验收办法(劳安字【1992】1号)
- (14) 关于发布“工业企业建设项目卫生预评价规范”的通知和附件(卫监发【1994】第28号)

#### 12.1.2 设计的任务和目的

为了贯彻“安全第一，预防为主”的方针，本工程遵照水利部、电力工业部、劳动部联合颁布的《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》【GB 50706-2011】，并结合本工程的特点和具体情况，阐述了对工程投入生产后，在生产劳动过程中可能直接危及劳动者人身安全和身体健康的各种因素，并采取了符合规范要求 and 工程实际的具体防护措施。做到工程投产后，保障劳动者在劳动中的安全与健康的要求。同时，根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》【GB 50706-2011】有关规定，在下阶段工作中

对工程所需的设备和材料，做好选用工作。

### 12.1.3 工程设计概况

本次工程任务为防洪（潮）排涝，通过在北濠涌涌口新建排涝泵站，以进一步提升海珠区北濠涌排涝片区的防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力。

### 12.1.4 有害作业的生产部位及程度

工程运行中高压、易燃、易爆、电磁辐射、振动、噪音等有害作业的生产部位及危害程度详见下表。

表12-1 有害作业的生产部位及程度情况表

序号	生产部位	设备名称	有害种类	有害程度（等级）
1	泵房	启闭机、电气	振动、易燃、坠落	中
2	检修桥	起重机	坠落	中
3	闸门平台	闸门、电动葫芦	坠落	中

说明：表中“有害程度”一项系指该项设施事故时，对运行人员及对电站安全运行的危险程度。

### 12.1.5 可能受到职业危害的人数及受害程度

按水利部《水利工程管理单位定岗标准》（水办 2004.307 号）的有关条文，结合工程的实际情况，由原有机构人员管理。管理类岗位定员为 2 人，运行及观测类岗位定员为 3 人，共计 5 人。泵站投运后，生产人员的活动主要集中在管理房，且每值运行人员仅 1~2 人。因此正常运行时可能受到职业危害的人员较少，仅在泵站检修时，生产人员相对较多。

## 12.2 劳动安全措施

本工程的劳动安全问题主要是防机械伤害、防电气伤害、防坠落伤害、防气流伤害、防洪防淹、防雷击、防火灾防爆炸伤害等，本次设计对以上存在的安全问题均已采取了预防性措施。

### 12.2.1 防机械伤害

工程的防机械伤害设计，应符合现行国家标准《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》（GB/T 8196）、《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083）、《生产过程安全卫生要求总则》（GB 12801）和《起重机械安全规程第 1 部分：总则》（GB 6067.1）等的有关规定。

机械上外露的开式齿轮、联轴器、传动轴、链轮、链条、传动带、皮带轮等易伤人的活动零部件，宜装设防护罩或设置安全运行区。

轨道式机械设备应装有行车声光警示信号装置。设备最大外缘与建筑物墙柱之间经常有人通行时，净距应大于 0.8m。

### 12.2.2 防电气伤害

为防止运行人员操作维护中发生触电事故，保证运行人员的安全，厂内及升压站配电装置的安全净距均按《高压配电装置设计规范》（DL/T 5352-2018）的要求设计。

电气设备的防护围栏按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（DL5061-1996）的规定设计。

（1）对于有可能触电危险的部位，为增加运行安全感，装设保护网，为提高发电机主回路母线的防护等级，采用了高压共箱式封闭母线。

（2）控制屏、保护屏的控制电源优先采用开关电源，经直流 220V 变换为 24V 电源，维护人员可带电进行操作维护。

（3）升压站采用高杆照明灯，一般这种灯塔都有避雷针，当落雷向该针施电时照明灯照明不受影响。

（4）对于误操作可能带来人身触电和伤害事故的设备，在电气回路上应设置电气联锁装置和机械联锁装置。

对高压开关柜选用具有防带负荷分合隔离开关；防误分、合断路器；防带电挂地线，合接地开关；防带地线合隔离开关和断路器；防误入带电间隔的五防功能。

（5）对所有可能产生感应电压的电气设备外壳和钢构架采取接地措施，并对其最大感应电压设计控制在 50V 以下，以保证人身安全。

（6）在设计时，要考虑电气设备的外壳和母线钢构架正常运行时的最高温升，在运行人员经常触及的部位不大于 30k，在运行人员不触及的部位不大于 65k，并设有明显的安全标志和隔离的防护措施。

（7）本工程任何地方的照明器当安装高度低于 2.4m 时，应设防止触电的防护罩或其它措施。

### 12.2.3 防坠落伤害

本阶段根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》结合本工程特点，进行

防机械伤害、防坠落伤害设计。

(1) 机械设备安全防护距离、防护屏和设备本体的安全对人身安全极其重要，因而，应符合《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)、《机械防护安全距离》(GB12265-1990)、《机械设备防护罩安全要求》(GB8196-87)、《防护屏安全要求》(GB8197-87)有关标准的规定。

(2) 闸门门槽、拦污栅、检修门槽等上方坠落面四周设固定或活动式栏杆，储门槽设盖板，盖板应能承受 2000N/m 的均布荷载。闸门支座处设栏杆，便于检修闸门。

(3) 启闭机用钢丝绳、滑轮、吊钩等应符合《起重机械安全规程》(GB6067-2010)的有关规定。

(4) 简易机修车间内机床的布置方式考虑不使零件或切屑物甩出伤人，机床之间以及与墙、柱之间的净距大于 0.8m，机床的朝向应有利于采光，使操作人员不受眩光的影响。

(5) 楼梯、钢梯、平台均采取防滑措施，并有防护栏杆，以防止人员滑倒摔伤。

(6) 施工机械运作范围布设安全标志，并设安全检测人员，减少机械对人身伤害。

(7) 施工期高空作业时，必须按照操作规程进行操作，做好安全防护措施，以免造成安全事故。

#### 12.2.4 深基坑施工安全措施

为了确保基坑工程的顺利进行，做到安全施工、文明施工，要求在工程施工过程中采取如下的施工安全措施：

(1) 基坑开挖应根据本基坑支护结构设计和截排水要求，制定详细的施工开挖方案。

(2) 基坑周边严禁超堆荷载，基坑周边 2m 外堆载最大不得超过 20kPa。

(3) 基坑边界周围地面应作硬地化处理并设排水沟，且应避免漏水、渗水进入坑内。

(4) 基坑开挖过程中，做好挖土机械、车辆的通道布置、挖土的顺序及周围堆土位置安排，应采取措施防止碰撞支护结构或扰动基底原状土，损坏截水帷幕。

(5) 施工中机具设备停放的位置必须平稳，大、中型施工机具距坑边距离应根据设备重量、基坑支撑情况、土质情况等，经计算确定。

(6) 在挖土、支撑和拆撑过程中，由专人作检查、观测，发生异常情况时，应立即



停止施工，并应立即查清原因和采取措施，方能继续挖土。

(7) 基坑开挖要求分层均衡开挖，层高不宜超过 1.5m。

(8) 基坑开挖至坑底标高后应及时换填并全面封闭。

(9) 地下结构在施工过程中应及时用中粗砂回填。

(10) 混凝土支撑的拆除可以采用机械切割拆除，在支撑拆除的过程中要保证周边建筑物和建筑物内人员以及现场施工人员的安全，同时要有措施保证混凝土碎块不对已经施工结构造成损坏。

### 12.2.5 防气流伤害

压力管道上的掺气孔（阀）和通气孔（阀）的孔口，不应指向工作人员工作或经常通行的部位，并应高于相应的设计洪水位。

空气压缩系统的压力释放装置的管口位置，不应造成对工作人员的伤害。

### 12.2.6 防洪、防淹

本工程的防洪设计符合国家现行标准《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）等的有关规定。

各种孔洞、管沟、通道、电缆廊道（沟）的出口，其位置高于防洪潮设计水位。

排水系统的出水口设置在防洪潮设计水位以上。机械排水系统的排水管管口高程低于防洪潮设计水位时，必须在排水管道上装设逆止阀。

### 12.2.7 防雷击

防雷装置的接地与电气和电子系统等接地共用接地装置（网）。

接地网均利用新建建筑物基础底板钢筋网格，适当布置人工接地体。利用热镀锌扁钢将两邻的地网连成整体。

建筑物外部防雷采用在屋面安装接闪带和接闪杆混合组成的接闪器，景观桥利用路灯金属灯体作为防雷接闪器，路灯的接地装置连成一体。

防接触电压的措施有：室内移动的、可接触的及室外的用电设备安装剩余电流保护器；室内利用建筑物结构柱内钢筋作自然引下线，并在外露引下线处作保护。

配电室、设备室及中控室作等电位连接，高低压开关柜、控制柜等金属柜体及接地母排良好接地。中控室设置防静电地板，控制系统的控制电源与配电电源相隔离，防止

强电磁脉冲对控制回路的干扰。

### 12.2.8 防火灾、防爆炸伤害

针对本工程的具体情况，在消防设计中严格考虑防火间距、安全疏散通道、消防设备的配置、对外通道。对消防水源、设备事故排油、排烟、消防配电以及自动报警等消防措施，积极采用先进的防火技术，做到保障安全、适用方便、技术先进、经济合理。

#### (1) 安全措施

根据规范确定出生产场所的火灾危险性类别及建筑物耐火等级，以及设备的具体布置情况，确定出消防总体方案如下：

在电气设备周围设计布置有室外普通消火栓灭火系统。在各建筑物内及电气设备周围配置各型灭火器及砂箱、铁锹、防毒面具等消防器材。

另外，在管理区设置火灾自动报警系统。在各主要通道及路口设置火灾事故照明及疏散指示标志。所有工作场所，严禁采用明火取暖。在主变场的显眼位置设防火、防爆标识牌。各控制屏、保护屏、开产关柜均自带驱潮加热装置，在任何部位严禁任何形式的明火电炉熏烤受潮电气设备。

全部值守人员和管理人员都要接受防火设备和消防设施试用的培训，学会防火设备和消防设施的使用。

专职消防人员负责防火设备及消防设施器材的管理、使用，并实行定期检查和灭火剂的更换等工作，培训和讲解有关消防知识。

接地及防静电设计：所有电气设备均可靠地引接接地，共用一套接地装置（接地网），其接地电阻控制在不大于  $0.5\Omega$ 。

#### (2) 消防措施

- 1) 建立专职消防队，配备消防器材，训练人员上岗值班。
- 2) 在消防设施和器材上设置安全标志、并定期组织检验、维修，确保消防设施和器材完好、有效。
- 3) 制定本工程的消防安全制度、消防安全操作规程。
- 4) 实行防火安全责任制，确定本枢纽和所属各部门、岗位的消防安全责任人。
- 5) 对职工进行消防安全培训。

6) 保障各个疏散通道、安全出口畅通,并设置符合国家规定的消防安全疏散标志。

(3) 发生火灾爆炸后的疏散抢救工作

发生火灾后,紧急广播通知在场人员进行扑救,并通知专职消防队进入事故现场。指示在场人员按指示的方向疏散避难;通知医疗卫生人员利用急救车抢救烧伤和电击伤害人员,伤情严重者送城市医院急救。

### 12.2.9 人群健康保护

为保障施工人员身体健康,避免或减少疾病爆发流行,施工期需采取一定的人群健康保护措施。

(1) 在施工前,结合施工场地开挖、平整工作,运用消毒剂对施工区(特别是施工人员生活和集中活动场所)进行彻底的一次性消毒。在施工区开展灭蚊、灭蝇和灭鼠活动,有效地控制自然疫源性疾病的传染源,切断其传播途径以控制和减少疾病的发生。

(2) 对准备进入施工区的施工人员进行卫生检疫,以了解他们的健康状况及带菌情况,及时发现和控制带菌者将新菌种带入施工区,经检疫后认定不宜进入施工区的带菌人员不得进入施工区。根据工程的特性并结合水利工程施工现场疾病流行的一般规律,主要对施工人群采取疟疾预防性服药、乙肝疫苗接种等预防措施。此外,在施工区设置医务室,医务室储备足够的破伤风免疫剂,以便及时抢救受破伤风感染的外伤人员。另外还应储备一定数量的狂犬疫苗备用。如发现新病种,应及时进行针对性预防和治疗。对施工人员进行健康卫生教育,认识各种疾病的特点和危害,养成良好的卫生习惯,节制个人行为,从个人意识和行为角度预防疾病的传播。

(3) 加强对施工区食品卫生的管理和监督。建立健全的“卫生许可证”制度,对食堂工作人员及副食品经营、销售人员定期进行健康检查,实行“健康证制度”,对蔬菜、肉类等原料以及食盐的进货渠道进行严格检查与控制,对施工区各类饮食业进行经常性的食品卫生检查和监督,发现食物中毒应立即采取有效控制和保护措施,防止污染源的扩大。

(4) 对饮用水经过净化和消毒处理,达到国家规定的卫生标准后方可使用。施工人员应养成良好的卫生习惯,切勿饮用生水,以免感染疾病。

(5) 对施工人员产生的生活污水、粪便、垃圾进行集中处理,防止传染病的发生和传播;对洼地、湿地进行平整,消灭蚊蝇孳生地,注意保持生活区清洁、卫生。

### 12.2.10 安全生产教育

广泛开展安全生产的宣传教育，使现场人员真正认识到安全生产的重要性，懂得安全生产、文明生产的科学知识，牢固树立安全第一的思想。企业要建立经常性的安全和培训考核制度，具体包括如下三个方面。

(1) 新工人（包括合同工、临时工、学徒工、实习和代培人员）必须事先进行安全教育。教育内容包括安全技术知识、设备性能、操作规程、安全制度和严禁事项，并经考试合格后，方可进入操作岗位。

(2) 电工、焊工、架工、司炉工、爆破工、机操工及起重机、打桩机和各种机动车辆司机等特殊工种工作，除进行一般安全教育外，还要经过本工程的安全技术教育，经考核合格发证后，方可获准独立操作。

(3) 采用新技术、新工艺、新设备施工和调换工作岗位时，要对操作人员进行新技术和新岗位的安全教育，未经教育不得上岗操作。

### 12.2.11 全生产的检查、监督

除应经常进行安全检查外，还要组织定期检查、监督。企业每季、工区每月、施工队每半月组织一次检查。检查要发动群众，要有领导干部、技术干部和工作人员参加，边检查，边整改。

每次检查要有重点、有标准，要评比记分，列入本单位考核内容。

检查以自查为主，互查为辅。以查思想、查制度、查纪律、查领导、查隐患为主要内容。要结合季节特点，开展防洪、防雷电、防坍塌、防高处坠落、防煤气中毒等“五防”检查。

要制定整改计划，定人、定措施、定经费、定完成日期。在隐患没有消除前，必须采取可靠的防护措施，如有危及人身安全的紧急险情，应立即停止作业。

## 12.3 工业卫生措施

本工程的工业卫生问题主要是防噪声及防振动、防尘、防污染、防腐蚀、防辐射、温度湿度控制，对存在的工业卫生问题已采取了预防性措施。

### 12.3.1 防噪声防振动

本工程的防噪声及防振动设计遵照《工业企业噪声控制设计规范》（GBJ87-2013）

的规定，结合本工程的特点，工作场所的噪声宜符合《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）表 5.1.1 所列噪声 A 声级限制值的要求。

本工程主要是施工生产管理用房和作业场所，各场所噪声限制值均按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）表 5.1 的规定要求进行设计：

（1）生产管理楼内办公室、会议室、试验室噪声限制值为 60（dB）。

（2）作业场所和生产设备房间噪声限制值为 85（dB）。

（3）设计中选用噪声和振动水平符合国家现行有关标准的设备，必要时，应对设备提出允许的限制值，或采取相应的防护措施。

在工程设计中，对噪声传播途径上采取必要的隔声措施（如空压机、风机布置在单独的室内，中控室等主要办公室设隔声门窗等）和吸声措施（主要办公室的室内装饰采用吸声材料）；对运行人员配备个体防护用品——耳塞。经采取上述综合预防措施后，可有效地控制和预防生产性噪声对运行人员健康的危害。预测生产性噪声危害为 0 级，属安全作业。

除生产性噪声外，其它的危害预防措施均与通风设计有关。在通风设计中对可能引起危害的场所（油处理室）分别设置了独立的排风系统，使有害气体直接排出。对机组大修补焊时出现的电焊烟尘问题，在设计中对安装场采用了合理布局，使烟尘得到较好的排除。地下厂房局部对温、湿度可控制在允许范围内，达到规范要求。

### 12.3.2 防电磁辐射

变压器、配电装置等设备产生较强电磁场，在此作业场所工作人员的辐射防护要求应符合有关规定。

按照电磁辐射防护三原则（屏蔽、防护距离和缩短照射时间）采取对策措施，使各区域工作人员受到的辐射照射不超过标准规定的个体剂量限值。

### 12.3.3 采光与照明

本工程主要是施工生产管理用房，各种工作场所天然采光照度均满足《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）表 5.3.2 的有关规定。

生产管理用房主要采用施工临时用电和辅以人工照明相结合方式，并配有事故照明电源，两系统配有切换装置，保证照明采用的连续性，各工作场采光照度按规范设置。

室内采光照度最低值计算机室 150；办公室、会议室 100；配电装置室、组合电器室 50；空压机室、风机房 25。

#### 12.3.4 通风及温度与湿度控制

作业环境不良，会使作业人员处于身体疲劳、视线不清、注意力不集中、反应迟钝、昏昏欲睡状态，使操作失误增多，所以也是导致事故发生的危害因素。高温环境会引起中暑，长期高温作业（数年）可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍病症。工程各类工作场所的室内空气均应控制在一定的温度和湿度。

(1) 办公楼、调度室等作业场所的空气质量、湿度随大气环境变化而变化，室内温度应有空调设备调节。

(2) 在夏季高温环境中作业和施工时，应采取必要的遮挡日晒和防暑降温措施。连续工作时间不宜过长，要符合有关规定，要合理安排工作时间。

(3) 通风方案是：均采用自然进风（进风量 10.8 万  $\text{m}^3/\text{h}$ ）机械排风方式，中控室设计为恒湿空气调节系统。通风空调设计中严格遵守水利水电工程《劳动安全与工业卫生设计规范》（DL5061-1996）中的有关条款。

#### 12.3.5 防尘、防污、附腐蚀、防毒

(1) 施工过程中产生的大量粉尘，宜采取防止尘埃扩散的措施。经常检查劳动保护用品，保证其有效性。严格管理，不允许在工作场所进食、吸烟。

(2) 易发生火灾的部位应设置事故排烟设备。

(3) 生产生活用房的建筑装饰材料，一定要选择符合国家有关卫生标准规定的达标产品，防止散发有毒有害物质或放射性物质，危害人体健康。

### 12.4 安全卫生评价

本工程主要建筑物有：泵房、出水涵闸等。除对技术经济进行全面比较外，还考虑了各建筑之间的防火间距、消防通道和消防水源，满足各建筑物之间的采光、通风要求，保证泵站满足安全和卫生的要求。

泵房主体及附属建筑物之间的距离符合《水利工程设计防火规范》（）的要求；泵房上下游翼墙顶及陡坎外边缘设有栏杆及警告标志、外江堤围设置防撞栏杆，在高压电处设置防护围栏及警告标志，泵房管理区设有围墙，满足安全设计的要求。

在建筑物周围、道路两侧，以及在工作人员经常活动和休息场所，种植花草、树木，并根据地形、地貌进行空间与环境绿化设计，改善工作环境条件，保留和利用规划范围内的已有树木和绿地，使之成为有机整体和空间层次协调、丰富的群体。

工程总体布置全面考虑了自然条件、社会环境、安全卫生设施、交通道路、环境绿化等因素，统一计划，合理安排，创造一个安全、卫生的生产环境。

本工程的主要劳动安全问题是防火、防淹、防电气伤害和机械事故。在本工程设计中，遵循“安全第一、预防为主”的方针和“三同时”的规定。通过劳动安全与工业卫生设计，为工作人员创造一个安全、卫生、舒适的工作环境和生活空间，对改善工作环境，提高工作效率，都有着极其重要和积极的作用和意义。

经过对本工程中存在的劳动安全与工业卫生影响因素进行分析，并在工程设计中采取相应的防范措施，对及早消除安全隐患，减少职业危害，减少事故的发生起到积极有效的作用。

## 12.5 安全专篇

### 12.5.1 设计依据

#### 12.5.1.1 国家法律、法规

表12-2 国家法律、法规

序号	法律名称	文号	实施日期
1	中华人民共和国劳动法(2009年修正)	1994年中华人民共和国主席令第28号	1995.01.01
2	中华人民共和国电力法(2015年修正)	1995年中华人民共和国主席令第60号	1996.04.01
3	中华人民共和国气象法(2016年修正)	1999年中华人民共和国主席令第23号	1998.01.01
4	中华人民共和国突发事件应对法	2007年中华人民共和国主席令第69号	2007.11.01
5	中华人民共和国消防法	2008年中华人民共和国主席令第6号	2009.05.01
6	中华人民共和国防震减灾法	2008年中华人民共和国主席令第7号	2009.05.01
7	中华人民共和国防洪法(2016年修正)	2009年中华人民共和国主席令第18号	2009.08.27
8	中华人民共和国道路交通安全法	2011年中华人民共和国主席令第47号	2011.05.01
9	中华人民共和国建筑法	2011年中华人民共和国主席令第46号	2011.07.01
10	中华人民共和国职业病防治法 (2017年修正)	2011年中华人民共和国主席令第52号	2011.12.31
11	中华人民共和国特种设备安全法	2013年中华人民共和国主席令第4号	2014.01.01
12	中华人民共和国安全生产法	2014年中华人民共和国主席令第13号	2014.12.01
13	中华人民共和国反恐怖主义法	2015年中华人民共和国主席令第36号	2016.01.01
14	中华人民共和国网络安全法	2016年中华人民共和国主席令第53号	2017.06.01

## 12.5.1.2 国家行政法规

表12-3 国家行政法规

序号	法规名称	文号	实施日期
1	水库大坝安全管理条例(2018年修正)	国务院令 第77号	1991.03.22
2	电力设施保护条例(2011年修正)	国务院令 第239号	1998.01.07
3	建设工程质量管理条例	国务院令 第279号	2000.01.10
4	国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定	国务院令 第302号	2001.04.21
5	使用有毒物品作业场所劳动保护条例	国务院令 第352号	2002.05.12
6	突发公共卫生事件应急条例	国务院令 第376号	2003.05.09
7	建设工程安全生产管理条例	国务院令 第393号	2004.02.01
8	地质灾害防治条例	国务院令 第394号	2004.03.01
9	中华人民共和国道路交通安全法实施条例	国务院令 第405号	2004.05.01
10	中华人民共和国道路运输条例(2016年修正)	国务院令 第406号	2004.07.01
11	地震监测管理条例(2011年修正)	国务院令 第409号	2004.09.01
12	劳动保障监察条例	国务院令 第423号	2004.12.01
13	电力监管条例	国务院令 第432号	2005.05.01
14	中华人民共和国防汛条例(2011年修正)	国务院令 第441号	2005.07.15
15	民用爆炸物品安全管理条例(2014年修正)	国务院令 第466号	2006.09.01
16	生产安全事故报告和调查处理条例	国务院令 第493号	2007.06.01
17	特种设备安全监察条例	国务院令 第549号	2009.05.01
18	气象灾害防御条例(2017年修正)	国务院令 第570号	2010.04.01
19	危险化学品安全管理条例(2013年修正)	国务院令 第591号	2011.12.01
20	电力安全事故应急处置和调查处理条例	国务院令 第599号	2011.09.01
21	女职工劳动保护特别规定	国务院令 第619号	2012.04.28
22	中华人民共和国道路运输条例	国务院令 第628号	2013.01.01
23	森林防火条例	国务院令 第541号	2009.01.01
24	中华人民共和国招标投标法实施条例	国务院令 第613号	2012.02.01

## 12.5.1.3 地方法规

表12-4 地方法规

序号	文件名称	文号	实施日期
1	广东省安全生产条例	广东省第12届人民代表大会常务委员会公告(第94号)	2017.11.30
2	广东省突发事件应对条例	无	2010.07.01
3	广东省电梯使用安全条例	广东省第12届人民代表大会常务委员会公告(第35号)	2015.10.01
4	广东省防震减灾条例	广东省第12届人民代表大会常务委员会公告(第92号)	2017.11.01
5	广东省重大安全事故行政责任追究规定	广东省人民政府令 第80号	2002.12.02
6	广东省建设厅建筑工程安全生产动态管理办法	粤建管字〔2006〕59号	2006.07.01
7	广东省建设工程勘察设计管理条例	广东省第10届人民代表大会常务委员会公告(第74号)	2007.06.01
8	广东省气象灾害防御重点单位气象安全管理办法	粤府令 第254号	2018.06.01



## 12.5.1.4 政府部门规章

表12-5 政府部门规章

序号	规 章 名 称	文 号	实施日期
1	劳动防护用品监督管理规定	国家安全生产监督管理总局令第 1 号	2005.09.01
2	生产经营单位安全培训规定 (2015 年修正)	国家安全生产监督管理总局令第 63 号	2006.03.01
3	安全生产违法行为行政处罚办法	国家安全生产监督管理总局令第 15 号	2008.01.01
4	安全生产事故隐患排查治理暂行规定	国家安全生产监督管理总局令第 16 号	2008.02.01
5	生产安全事故应急预案管理办法	国家安全生产监督管理总局令第 88 号	2016.07.01
6	生产安全事故信息报告和处置办法	国家安全生产监督管理总局令第 21 号	2009.07.01
7	特种作业人员安全技术培训考核管理规定 (2015 年修正)	国家安全生产监督管理总局令第 30 号	2010.07.01
8	建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行 办法(2015 年修正)	国家安全生产监督管理总局令第 36 号	2011.02.01
9	危险化学品重大危险源监督管理暂行规 定(2015 年修正)	国家安全生产监督管理总局令第 40 号	2011.12.01
10	安全生产培训管理规定(2015 年修正)	国家安全生产监督管理总局令第 44 号	2012.03.01
11	建设项目职业病防护设施“三同时”监督管 理办法	国家安全生产监督管理总局令第 90 号	2017.05.01
12	安全生产监管监察部门信息公开办法	国家安全生产监督管理总局第 56 号	2012.11.01
13	工贸企业有限空间作业安全管理与监督 暂行规定	国家安全生产监督管理总局令第 59 号	2013.07.01
14	气瓶安全监察规定(2015 年修正)	国家安全生产监督管理总局令第 46 号	2003.06.01
15	工作场所职业卫生监督管理规定	国家安全生产监督管理总局令第 47 号	2012.06.01
16	生产安全事故报告和调查处理条例	国家安全生产监督管理总局第 77 号	2015.05.01
17	起重机械安全监察规定	国家安全生产监督管理总局令第 92 号	2007.06.01
18	特种设备事故报告和调查处理规定	国家安全生产监督管理总局令第 115 号	2009.07.03
19	特种设备作业人员监督管理办法	国家安全生产监督管理总局令第 142 号	2011.07.01
20	建设工程消防监督管理规定	中华人民共和国公安部令第 106 号	2009.05.01
21	火灾事故调查规定	中华人民共和国公安部令第 108 号	2009.05.01
22	公安部关于修改《建设工程消防监督管理 规定》的决定	中华人民共和国公安部令第 119 号	2012.11.01
23	公安部关于修改<消防监督检查规定>的 决定	中华人民共和国公安部令第 120 号	2012.11.01
24	中央企业安全生产监督管理暂行办法	国务院国有资产监督管理委员会令 第 21 号	2008.09.01
25	中央企业安全生产禁令	国务院国有资产监督管理委员会令 第 24 号	2011.01.01
26	中央企业应急管理暂行办法	国务院国有资产监督管理委员会令 第 31 号	2013.02.28
27	水库地震监测管理办法	中国地震局令第 9 号	2011.05.01
28	职业病危害项目申报办法	国家安全生产监督管理总局令第 48 号	2012.06.01
29	电力安全事故调查处理程序规定	国家电力监管委员会令第 31 号	2012.08.01
30	气瓶安全监察规定	国家质量监督检验检疫总局令第 46 号	2003.06.01

序号	规 章 名 称	文 号	实施日期
31	起重机械安全监察规定	国家质量监督检验检疫总局令第 92 号	2007.06.01
32	特种设备作业人员监督管理办法	国家质量监督检验检疫总局令第 142 号	2011.07.01
33	电力设施保护条例实施细则	中华人民共和国国家经济贸易委员会、中华人民共和国公安部令第 8 号	1999.03.18
34	防雷装置设计审核和竣工验收规定	国家气象局 11 号令	2005.04.01
35	防雷减灾管理办法	国家气象局 20 号令	2011.09.01
36	水利工程建设安全生产管理规定	中华人民共和国水利部令第 26 号	2005.07.22

### 12.5.1.5 政府部门规范性文件

表12-6 政府部门规范性文件

序号	规章文件名称	文 号	实施日期
1	中共中央 国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见	中发〔2016〕32号	2016.12.09
2	国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知	国发〔2010〕23号	2010.07.19
3	国务院安委会办公室关于印发标本兼治遏制重特大事故工作指南的通知	安委办〔2016〕3号	2016.04.28
4	国务院安全生产委员会关于印发《涉及危险化学品安全风险的行业品种目录》的通知	安委〔2016〕7号	2016.06.28
5	国务院安委会办公室关于全面加强企业全员安全生产责任制工作的通知	安委办〔2017〕29号	2017.10.10
6	国务院办公厅关于印发消防安全责任制实施办法的通知	国办发〔2017〕87号	2017.10.29
7	关于印发企业安全生产责任体系五落实五到位规定的通知	安监总办〔2015〕27号	2015.03.16
8	危险化学品目录(2015版)	安监总局等十部门公告2015年第5号	2015.05.01
9	国家安全监管总局办公厅关于修改用人单位劳动防护用品管理规范的通知	安监总厅安健〔2018〕3号	2018.01.15
10	职业病危害因素分类目录	国卫疾控发〔2015〕92号	2015.11.17
11	关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知	财企〔2012〕16号	2012.02.14
12	质检总局关于修订《特种设备目录》的公告	质检总局公告2014年第114号	2014.10.30
13	国家安全监管总局 国务院国资委关于进一步加强中央企业安全生产工作的通知	安监总政法〔2017〕131号	2017.11.29

### 12.5.1.6 国家标准

表12-7 国家标准

序号	标准名称	标准编号	实施日期
1	企业职工伤亡事故分类	GB 6441-1986	1987.02.01
2	生产设备安全卫生设计总则	GB 5083-1999	1999.12.01
3	电离辐射防护与辐射源安全基本标准	GB 18871-2002	2003.04.01
4	机械安全防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造	GB/T 8196-2003	2003.09.01

序号	标准名称	标准编号	实施日期
5	工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识	GB 7231-2003	2003.10.01
6	安全防范工程技术规范	GB 50348-2004	2004.12.01
7	固定的空气压缩机 安全规则 and 操作规程	GB 10892-2005	2006.08.01
8	继电保护和安全自动装置技术规程	GB/T 14285-2006	2006.11.01
9	防止静电事故通用导则	GB 12158-2006	2006.12.01
10	工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素	GBZ 2.1-2007	2007.11.01
11	工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素	GBZ 2.2-2007	2007.11.01
12	密闭空间作业职业危害防护规范	GBZ/T 205-2007	2008.03.01
13	建筑工程抗震设防分类标准	GB 50223-2008	2008.07.30
14	工业建筑防腐蚀设计规范	GB 50046-2008	2008.08.01
15	高处作业分级	GB/T 3608-2008	2009.06.01
16	地下及覆土火药炸药仓库设计安全规范	GB 50154-2009	2009.09.01
17	生产过程安全卫生要求总则	GB/T 12801-2008	2009.10.01
18	安全色	GB 2893-2008	2009.10.01
19	安全标志及其使用导则	GB 2894-2008	2009.10.01
20	工业企业厂内铁路、道路运输安全规程	GB 4387-2008	2009.10.01
21	混流式水泵水轮机基本技术条件	GB/T 22581-2008	2009.10.01
22	生产过程危险和有害因素分类与代码	GB/T 13861-2009	2009.12.01
23	坠落防护装备安全使用规范	GB/T 23468-2009	2009.12.01
24	固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯	GB 4053.1-2009	2009.12.01
25	固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯	GB 4053.2-2009	2009.12.01
26	固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢	GB 4053.3-2009	2009.12.01
27	危险化学品重大危险源辨识	GB 18218-2009	2009.12.01
28	国家电气设备安全技术规范	GB 19517-2009	2010.10.01
29	工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分：生产性粉尘	GBZ/T 229.1-2010	2010.10.01
30	工作场所职业病危害作业分级 第 2 部分：化学物	GBZ/T 229.2-2010	2010.11.01
31	工作场所职业病危害作业分级 第 3 部分：高温	GBZ/T 229.3-2010	2010.10.01
32	建筑抗震设计规范(2016 年版)	GB 50011-2010	2010.12.01
33	起重机械安全规程 第 1 部分：总则	GB/T 6067.1-2010	2011.06.01
34	混凝土结构设计规范(2015 年版)	GB 50010-2010	2011.07.01
35	建筑物防雷设计规范	GB 50057-2010	2011.10.01
36	低压配电设计规范	GB 50054-2011	2012.06.01
37	交流电气装置的接地设计规范	GB 50065-2011	2012.06.01
39	建筑地基基础设计规范	GB 50007-2012	2012.08.01
40	工业企业总平面设计规范	GB 50187-2012	2012.08.01
41	工作场所职业病危害作业分级 第 4 部分：噪声	GBZ/T 229.4-2012	2012.12.01
42	六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则	GB/T 8905-2012	2013.02.01
43	电力设施抗震设计规范	GB 50260-2013	2013.09.01
44	生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则	GB/T 29639-2013	2013.10.01
45	个体防护装备配备基本要求	GB/T 29510-2013	2014.02.01

序号	标准名称	标准编号	实施日期
46	火灾自动报警系统设计规范	GB 50116-2013	2014.05.01
47	水利水电工程结构可靠性设计统一标准	GB 50199-2013	2014.05.01
48	建筑照明设计标准	GB 50034-2013	2014.06.01
49	工业企业噪声控制设计规范	GB/T 50087-2013	2014.06.01
50	大中型水电工程建设风险管理规范	GB/T 50927-2013	2014.06.01
51	水利工程设计防火规范	GB 50987-2014	2015.08.01
52	消防给水及消火栓系统技术规范	GB 50974-2014	2014.10.01
53	爆炸危险环境电力装置设计规范	GB 50058-2014	2014.10.01
54	交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范	GB 50064-2014	2014.12.01
55	电磁环境控制限值	GB 8702-2014	2015.01.01
56	起重机械安全规程 第5部分：桥式和门式起重机	GB/T 6067.5-2014	2015.02.01
57	建筑设计防火规范	GB 50016-2014	2015.05.01
58	防洪标准	GB 50201-2014	2015.05.01
59	爆破安全规程	GB 6722-2014	2015.07.01
60	水喷雾灭火系统技术规范	GB 50219-2014	2015.08.01
61	工业建筑供暖通风与空气调节设计规范	GB 50019-2015	2016.02.01
62	中国地震动参数区划图	GB 18306-2015	2016.06.01
63	企业安全生产标准化基本规范	GB/T 33000-2016	2017.04.01
64	水利水电工程地质勘察规范	GB 50487-2008	2009.08.01
65	自动喷水灭火系统设计规范	GB 50084-2017	2018.01.01
66	建筑内部装修设计防火规范	GB 50222-2017	2018.04.01
67	盾构法隧道施工及验收规范	GB50446-2017	2017.07.01
68	生活饮用水卫生标准	GB5749-2006	2017.07.01
69	建筑基坑工程监测技术规范	GB50497-2009	2009.09.01
70	水利工程工程量清单计价规范	GB50501-2007	2007.06.01
71	预应力混凝土用钢绞线	GB/T5224-2014	2015.04.01
72	锚杆喷射混凝土支护技术规范	GB50086-2015	2016.02.01
73	预应力筋用锚具、夹具和连接器	GB/T14370-2007	2008.02.01

### 12.5.1.7 水利行业主要技术标准

表12-8 水利行业主要技术标准

序号	标准名称	标准编号
1	水工建筑物地下开挖工程施工规范	SL378
2	水利水电工程施工组织设计规范	SL303
3	水利水电工程施工测量规范	SL52
4	水利水电工程施工通用安全技术规程	SL398
5	水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程	SL400
6	水工建筑物地下开挖工程施工规范	SL378
7	水利水电工程土建施工安全技术规程	SL 399
8	水利水电起重机械安全规程	SL 425

序号	标准名称	标准编号
9	水利工程施工安全防护设施技术规范	SL714
10	水利水电工程施工安全管理导则	SL721
11	水利水电工程水土保持技术规范	SL 575
12	土壤侵蚀分类分级标准	SL190
13	水土保持监测技术规程	SL277
14	水土保持工程质量评定规程	SL336
15	水利水电建设工程验收规程	SL223
16	水利水电工程施工组织设计规范	SL303
17	水利水电工程天然建筑材料勘察规程	SL251
18	水利水电工程等级划分及洪水标准	SL252
19	水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范	SL174
20	水利水电建设工程验收规程	SL223
21	水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范	SL47
22	水利水电工程物探规程	SL326
23	水工预应力锚固施工规范	SL46
24	水工预应力锚固设计规范	SL212
25	水工建筑物水泥灌浆施工技术规范	SL62
26	水工混凝土试验规程	SL352
27	水利水电工程钻孔压水试验规程	SL31
28	水利水电工程岩石试验规程	SL264
29	土坝灌浆技术规范	SL564
30	水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范	SL174
31	水工混凝土施工规范	SL677
32	水利水电工程土工合成材料应用技术规范	SL/T225
33	堤防工程施工规范	SL260
34	土石坝安全监测技术规范	SL60
35	浆砌石坝设计规范	SL25
36	水工隧洞设计规范	SL279
37	水利工程压力钢管制造安装及验收规范	SL432
38	水工金属结构防腐蚀规范	SL105
39	水工金属结构焊工考试规则	SL 35

### 12.5.1.8 行业及企业管理有关规定

表12-9 行业管理有关规定

序号	规定名称	文件编号
1	铁路隧道工程施工安全技术规程	TB10304
2	建筑深基坑工程施工安全技术规范	JGJ 311
3	建筑基坑支护技术规程	JGJ120
4	无粘结预应力钢绞线	JG161
5	铁路隧道盾构法技术规程	TB 10181
6	水电站“五统一中心”安全监控建设导则	Q/GDW 11609

### 12.5.1.9 其他技术标准

表12-10 其他技术标准

序号	标准名称	标准编号	实施日期
1	电力设施治安风险等级和安全防护要求	GA 1089-2013	2013.11.01
2	电子巡查系统技术要求	GA/T 644-2006	2006.11.01
3	起重机械定期检验规则	TSG 7015-2008	2009.04.01
4	起重机械安全技术监察规程 桥式起重机	TSG Q0002-2008	2008.08.01
5	起重机械使用管理规则	TSG Q5001-2009	2010.01.01
6	电梯使用管理与维护保养规则	TSG T5001-2009	2009.08.01
7	安全阀安全技术监察规程	TSG ZF001-2006	2007.01.01
8	固定式压力容器安全技术监察规程	TSG R0004-2009	2009.12.01
9	特种设备作业人员考核规则	TSG Z6001-2005	2005.09.16
10	压力容器定期检验规则	TSG R7001-2013	2013.01.16
11	特种设备事故调查处理导则	TSG Z0006-2009	2010.05.01
12	建筑施工起重吊装工程安全技术规范	JGJ276-2012	2010.06.01

### 12.5.2 建设项目概述

本次工程主要建设内容为在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。新建泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.95(+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇，堤防级别为 1 级。综合考虑，新建排涝泵站主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

本次工程任务为防洪（潮）排涝，通过新建北濠涌排涝泵站进一步提升海珠区北濠涌片区的防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力。

本工程施工总工期拟计划 24 个月。

### 12.5.3 建设项目涉及的危险、有害因素和危险、有害程度及周边环境安全分析

#### 12.5.3.1 工程建设中主要危险和危害程度

综合分析，本工程主要的危险源有：

(1) 新建排涝泵站主泵室及上下游衔接段基坑开挖深度超过 5m，且距离现状岸上建筑物较近，需重点保护现状水闸管理房、保留堤岸构筑物，以及确保基坑内施工人员机械安全。

(2) 围堰工程，需重点关注围堰安全，做好安全度汛工作，确保围堰内基坑和珠

江后航道防洪安全。

(3) 本工程土方开挖、施工过程中存在形成高边坡及其垮塌风险，尤其是降雨时更容易垮塌，需做好施工防护和监测措施。

(4) 水泵机组、防洪闸门等结构吊装重量较重，需要编制专项吊装方案，确保吊装过程人员、水闸泵站结构及设备安全。

(5) 本工程的建筑材料在吊装时存在掉落等风险，以及其他常见工地触电、物体打击、机械伤害、坍塌事故，施工期应有专项防护措施何方案。为了防止各类安全事故的发生，施工现场的安全重点是脚手架、施工用电、施工机具、现场防火等。

### 12.5.3.2 工程运行中主要危险和有害因素

(1) 水闸液压启闭设备的机械振动等噪声，对工作人员的听觉功能危害较大，引起听力下降。

(2) 室内空气湿度较大，会对值班人员的健康带来不利影响。

(3) 泵站、闸门相关设备检修吊装，可能引起人员坠伤或机械坠伤。

(4) 高压设备在带电运行时，如不注意使用，会产生安全事故。

(5) 日常巡查人员存在坠落、溺水等风险。

## 12.5.4 重大危险源分析及检测监控

### 12.5.4.1 水利水电工程施工的重大危险源

根据相关规范规程，梳理本工程涉及水利水电工程施工的重大危险源如下表所示：

表12-11 水利水电工程施工重大危险源辨识表

序号	类别	项目	重大危险源	危险源部位	措施建议
1	施工作业类	明挖施工	滑坡地段的开挖	无	
2			堆渣高度大于 10m（含）的挖掘作业	无	
3			土方边坡高度大于 30m（含）或地质缺陷部位的开挖作业	无	
4			石方边坡高度大于 50m（含）或滑坡地段的开挖作业	无	
5		洞挖施工	断面大于 20m <sup>2</sup> 或单洞长度大于 50m 以及地质缺陷部位开挖；地应力大于 20MPa 或大于岩石强度的 1/5 或埋深大于 500m 部位的作业；洞室临近相互贯通时的作业；当某一工作面爆破作业时，相邻洞室的施工作业	无	
6		不能及时支护的部位	无		
7		隧洞进出口及交叉洞作业	无		

序号	类别	项目	重大危险源	危险源部位	措施建议
8			地下水活动强烈地段开挖	无	
9		石方 爆破	一次装药量大于 200kg（含）的爆破； 雷雨天气的露天爆破作业；多作业面 同时爆破	无	
10			一次装药量大于 50kg（含）的地下爆破	无	
11			斜井开挖的爆破作业	无	
12			竖井开挖的爆破作业	无	
13			临近边坡的地下开挖爆破作业	无	
14		灌浆 工程	采用危险化学品进行化学灌浆	无	
15		斜井、 竖井 开挖	提升系统行程大于 20m（含）	无	
16			大于 20m（含）的沉井工程	无	
17		混凝土 生产 工程	制冷车间的液氨制冷系统	无	
18	施工 作业 类	脚手架 工程	搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚 手架工程；附着式整体和分片提升脚手 架工程；悬挑式脚手架工程；吊篮脚手 架工程；新型及异型脚手架工程	无	
19		模板 工程及支 撑体系	滑模、爬模、飞模工程	无	
20			搭设高度 5m 及以上；搭设跨度 10m 及 以上；施工总荷载 10kN/m <sup>2</sup> 及以上；集 中线荷载 15kN/m 及以上	无	
21			用于钢结构安装等满堂支撑体系	无	
22		金属结 构制 作、安 装及机 电设备 安装	采用非常规起重设备、方法，且单件起 吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程	无	
23		使用易爆、有毒和易腐蚀的危险化学品 进行作业	无		
24		建筑物 拆除工 程	采取机械拆除，拆除高度大于 10m；可 能影响行人、交通、电力设施、通讯设 施或其他建、构筑物安全的拆除作业； 文物保护单位、优秀历史建筑或历史文 化风貌区控制范围的拆除作业	无	
25			围堰拆除作业	围堰拆除	编制专项施工方案
26			爆破拆除作业	无	
27			降排水	降排水工程	无
28	机械 设备 类	起重吊 装及安 装拆卸	采用非常规起重设备、方法，且单件起 吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程	无	
29		采用起重机械进行安装的工程	闸门、水泵 机组等结构 吊装。	编制专项施工方案	



序号	类别	项目	重大危险源	危险源部位	措施建议
30			起重机械设备自身的安装、拆卸作业	无	
31	设施场所类	存弃渣场	弃渣堆下方有生活区或办公区	无	
32		基坑	开挖深度超过 5m（含）的深基坑作业，或开挖深度虽未超过 5m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建筑（构筑）物安全的深基坑作业	排涝泵站主泵室及上下游衔接段基坑开挖深度超过 5m，需重点保护现状厂房、保留堤岸建构物。	采取灌注桩、钢板桩等支护措施，施工前编制切实可行的专项施工方案，并进行专家评审论证，严格按照设计支护措施施工，桩身强度达到设计要求才能进行基坑开挖。
33		油库油罐区	参照《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)标准	无	
34		材料设备仓库	参照《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)标准	无	
35	设施场所类	供电系统	临时用电工程	施工临时用电	编制专项施工方案，经监理及供电部门审核后实施
36		隧洞	浅埋隧洞	无	
37		围堰	围堰工程	围堰工程	施工前编制切实可行的专项施工方案，严格按照设计方案施工
38	作业环境类	超标准洪水、粉尘	超标准洪水	无	
39		有毒有害气体及有毒化学品	参照《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)标准	无	
40		泄漏环境	参照《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)标准	无	
41	其他	营地选址	施工驻地及场站设置在可能发生滑坡、塌方、泥石流、崩塌、落石、洪水、雪崩等的危险区域	无	
42		其他单项工程	采用新技术、新工艺、新材料、新设备的危险性较大的单项工程	无	
43			尚无相关技术标准的危险性较大的单项工程	无	

#### 12.5.4.2 危险性较大的单项工程

依据住房和城乡建设部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》

有关问题的通知（建办质〔2018〕31号）以及《水利水电工程施工安全管理导则》【SL 721-2015】的规定，本项目存在达到和超过一定规模危险性较大的分部分项工程，现予以说明及提示。

施工单位应当在危大工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案。对于超过一定规模的危大工程，施工单位应当组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。

**表12-12 危险性较大的分部分项工程清单**

序号	危大项目	危大项目部位	要求
一	<b>基坑工程</b>		
1	开挖深度超过 3m(含 3m)的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。	进水、出水段基坑开挖	<input checked="" type="checkbox"/> 专项施工方案 <input checked="" type="checkbox"/> 按设计支护方案及专项施工方案采取支护措施后开挖
2	开挖深度虽未超过 3m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建、构筑物安全的基坑(槽)的土方开挖、支护、降水工程。		
二	<b>模板工程及支撑体系</b>		
1	各类工具式模板工程:包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
2	(二)混凝土模板支撑工程:搭设高度 5m 及以上,或搭设跨度 10m 及以上,或施工总荷载(荷载效应基本组合的设计值,以下简称设计值) 10kN/m <sup>2</sup> 及以上,或集中线荷载(设计值) 15kN/m 及以上,或高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
3	承重支撑体系:用于钢结构安装等满堂支撑体系	无	
三	<b>起重吊装及安装拆卸工程</b>		
1	采用非常规起重设备、方法,且单件起吊重量在 10(含)~100kN 的起重吊装工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
2	采用起重机械进行安装的工程	闸门、水泵机组等结构吊装。	<input checked="" type="checkbox"/> 专项施工方案
3	起重机械设备自身的安装拆卸	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
四	<b>脚手架工程</b>		
1	搭设高度 24(含)~50m 的落地式钢管脚手架工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
2	附着式整体和分片提升脚手架工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
3	悬挑式脚手架工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
4	高处作业吊篮	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
5	卸料平台、操作平台工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
6	新型及异型脚手架工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
五	<b>拆除工程</b>		
1	可能影响行人、交通、电力设施、通讯设施或其他建筑物、构筑物安全的拆除工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案

序号	危大项目	危大项目部位	要求
六	<b>暗挖工程</b>		
1	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计
七	<b>其他</b>		
	(一) 建筑幕墙安装工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
	(二) 钢结构、网架和索膜结构安装工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
	(三) 人工挖孔桩工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
	(四) 水下作业工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
	(五) 装配式建筑混凝土预制构件安装工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
	(六) 采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案

表12-13 超过一定规模的危险性较大的分部分项工程清单

序号	危大项目	危大项目部位	要求
一	<b>深基坑工程</b>		
1	开挖深度超过 5m（含）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程	排涝泵站主泵室及上下游衔接段基坑开挖	<input checked="" type="checkbox"/> 专项施工方案 <input checked="" type="checkbox"/> 专项设计 <input checked="" type="checkbox"/> 专家评审 <input checked="" type="checkbox"/> 按设计支护方案及专项施工方案采取支护措施后开挖
二	<b>模板工程及支撑体系</b>		
1	各类工具式模板工程:包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
2	混凝土模板支撑工程: 搭设高度 8m 及以上; 搭设跨度 18m 及以上; 施工总荷载 15kN/m <sup>2</sup> 及以上; 集中线荷载 20kN/m 及以上	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案
3	承重支撑体系: 用于钢结构安装等满堂支撑体系, 承受单点集中荷载 7kN 及以上	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计 <input type="checkbox"/> 专家评审
三	<b>起重吊装及安装拆卸工程</b>		
1	采用非常规起重设备、方法, 且单件起吊重量在 100kN 及以上的起重吊装工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计 <input type="checkbox"/> 专家评审
2	起重量 300kN 及以上的起重设备安装工程; 高度 200m 及以上内爬起重设备的拆除工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计 <input type="checkbox"/> 专家评审
四	<b>脚手架工程</b>		
1	搭设高度 50m 及以上落地式钢管脚手架工程	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计 <input type="checkbox"/> 专家评审
2	提升高度在 150m 及以上的附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计 <input type="checkbox"/> 专家评审
3	分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。	无	<input type="checkbox"/> 专项施工方案 <input type="checkbox"/> 专项设计

序号	危大项目	危大项目部位	要求
			□专家评审
<b>五</b>	<b>拆除工程</b>		
1	码头、桥梁、高架、烟囱、水塔或拆除中容易引起有毒有害气体(液)体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的拆除工程。	无	□专项施工方案 □专项设计 □专家评审
2	文物保护建筑、优秀历史建筑或历史文化风貌区控制范围的拆除工程	无	□专项施工方案 □专项设计 □专家评审
<b>六</b>	<b>暗挖工程</b>		
1	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。	无	□专项施工方案 □专项设计 □专家评审
<b>七</b>	<b>其他</b>		
	(一) 施工高度 50m 及以上的建筑幕墙安装工程。	无	□专项施工方案
	(二) 跨度 36m 及以上的钢结构安装工程, 或跨度 60m 及以上的网架和索膜结构安装工程。	无	□专项施工方案
	(三) 开挖深度 16m 及以上的人工挖孔桩工程。	无	□专项施工方案
	(四) 水下作业工程。	无	□专项施工方案
	(五) 重量 1000kN 及以上的大型结构整体顶升、平移、转体等施工工艺。	无	□专项施工方案
	(六) 采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全, 尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。	无	□专项施工方案

## 12.5.5 安全设施设计采取的防范措施

### 12.5.5.1 基坑支护设计采取的防范措施

本工程排涝泵站主泵室及上下游衔接段基坑开挖采用灌注桩、钢板桩等支护措施, 经分析计算能保障基坑施工安全。基坑支护设计详见报告 5.6.12 节, 基坑监测要求详见报告 8.3.10 节。深基坑施工安全措施详见报告 12.2.4 节。

### 12.5.5.2 设备吊装采取的防范措施

本工程对排涝泵站水泵机组、防洪闸门等结构吊装考虑了吊装方案, 考虑在基坑内上游侧水闸底板内吊装, 设计荷载考虑吊装施工荷载, 确保吊装方案可行。施工前施工单位须编制专项吊装方案, 确保吊装安全。

### 12.5.5.3 围堰施工采取的防范措施

本工程围堰设计考虑安全、防渗、施工简便等因素, 采用钢板桩加填土围堰。施工

须注意做好钢板桩施工，确保钢板桩密扣，满足防渗要求；同时须做好与现状堤岸的连接与保护；在枯水期完成水下施工后，在汛前确保拆除围堰，避免影响河道行洪。施工前施工单位须编制围堰专项施工方案，确保围堰和基坑安全。

### 12.5.6 安全生产管理机构设置或者安全生产管理人员配备情况

根据规范规定，工程应按照规模大小及职工人数设置安全卫生管理机构，本工程管理人员中设置 1 名劳动安全与卫生管理人员。

安全卫生管理机构负责本工程投产后安全卫生方面的宣传教育和管理工作，是工程运行中劳动安全与工业卫生的必要保证。在生产运行过程中，应严格按照国家劳动安全卫生的法律、法规和规范、标准，使劳动者掌握本职工作所需的安全生产知识，提高劳动者的安全技能，防止劳动事故的发生。

### 12.5.7 从业人员教育培训情况

#### 12.5.7.1 安全生产教育

广泛开展安全生产的宣传教育，使现场人员真正认识到安全生产的重要性，懂得安全生产、文明生产的科学知识，牢固树立安全第一的思想。企业要建立经常性的安全和培训考核制度，具体包括如下三个方面。

(1) 新工人（包括合同工、临时工、学徒工、实习和代培人员）必须事先进行安全教育。教育内容包括安全技术知识、设备性能、操作规程、安全制度和严禁事项，并经考试合格后，方可进入操作岗位。

(2) 电工、焊工、架工、司炉工、爆破工、机操工及起重机、打桩机和各种机动车辆司机等特殊工种工作，除进行一般安全教育外，还要经过本工程的安全技术教育，经考核合格发证后，方可获准独立操作。

(3) 采用新技术、新工艺、新设备施工和调换工作岗位时，要对操作人员进行新技术和新岗位的安全教育，未经教育不得上岗操作。

#### 12.5.7.2 安全生产的检查、监督

除应经常进行安全检查外，还要组织定期检查、监督。企业每季、工区每月、施工队每半月组织一次检查。检查要发动群众，要有领导干部、技术干部和工作人员参加，边检查，边整改。每次检查要有重点、有标准，要评比记分，列入本单位考核内容。

检查以自查为主，互查为辅。以查思想、查制度、查纪律、查领导、查隐患为主要内容。要结合季节特点，开展防洪、防雷电、防坍塌、防高处坠落、防煤气中毒等“五防”检查。

要制定整改计划，定人、定措施、定经费、定完成日期。在隐患没有消除前，必须采取可靠的防护措施，如有危及人身安全的紧急险情，应立即停止作业。

### 12.5.8 工艺、技术和设备、设施的先进性和可靠性分析

#### (1) 基坑支护方案

本工程排涝泵站主泵室及上下游衔接段基坑开挖采取灌注桩、钢板桩等支护措施。灌注桩、钢板桩支护为常规支护型式，技术方案合理，施工简便，技术可行。

#### (2) 设备吊装方案

本工程的闸门、水泵机组等结构需要在基坑内或岸上吊装。采用汽车吊吊装，考虑汽车吊装荷载，在做好汽车吊装详细施工方案，并按吊装方案实施，满足安全施工要求。

#### (3) 施工导流及围堰方案

泵室的基坑开挖和水下砼的浇筑安排在枯水期，灌注桩支护等水上部分施工可在汛期施工。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)，新建排涝泵站主要建筑物级别为1级，次要建筑物级别为3级，临时建筑物级别4级，洪水标准根据建筑物结构类型和级别确定，其中混凝土、浆砌石结构为5~10年，土石结构为10~20年，取10年一遇重现期。导流时段为枯水期(10月~次年3月)，10年一遇施工期设计洪水为 $21.6\text{m}^3/\text{s}$ 。施工期对应的10年一遇内涌水位为1.78m，外江10年一遇潮水位为2.47m。

本次新建排涝泵站布置于现状水闸的两岸，左右岸泵站分两期施工，每期泵站分别在2个枯水期施工，分别填筑内外涌围堰，分别关闭一侧2孔现状水闸，利用另一侧的1孔净宽8m水闸导流。

### 12.5.9 安全设施专项投资概算

本工程总投资为16002.78万元，其中：安全生产措施费227.21万元。

### 12.5.10 预期效果以及存在的问题与建议

#### 12.5.10.1 主要危险和有害因素辨识与分析结果

(1) 从对本工程地区的气候、气象、水文情况、水资源、地质及地震等条件的分

析结果来看，工程选址符合规范要求，不存在制约本工程建设的重大安全问题。工程选址及枢纽总布置符合《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）、《水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（NB35074-2015）等标准规范的要求，厂区主要建构筑物的设置，满足安全生产方面的要求。

（2）采用预先危险性分析结果表明：

1）运行期危险性等级为II级的危险有害因素有：电动机损坏、接地网缺陷、全厂停电事故、电气误操作、变压器缺陷、柴油发电机缺陷、黑客恶意代码攻击、开关设备损坏、断路器爆炸、静电、机械伤害、高处坠落、物体打击、起重伤害、安全标志缺陷、小动物危害、有限空间作业、人的不安全行为、突发社会安全事件、金属结构设备缺陷、起重机械缺陷、压力容器缺陷、专用机动车辆缺陷、安全监测系统缺陷、电气设备火灾、柴油发电机火灾、变压器、互感器爆炸、空压机爆炸等。

运行期危险性等级为III级的危险有害因素有：电缆火灾、触电。

2）施工期危险性等级为II级的危险有害因素有：施工期坍塌（因深基坑开挖、重脚手架搭设造成的坍塌）、涌水、度汛缺陷、蓄水缺陷、施工导流、淹溺、起重伤害、作业环境不良。

施工期危险性等级为III级的危险有害因素有：施工期的坍塌（因开挖边坡、弃渣场、重型机械拆装和使用造成的坍塌）、火灾、电伤害、车辆伤害、机械伤害、焊接伤害、高处坠落、物体打击、安全标志缺陷、渣场失事危险等。

（3）本工程工艺系统中存在的有害因素主要有噪声、振动、温、湿度不良、采光照明不良、工频电场、粉尘、有毒物质、放射性物质等。通过类比法评价，本工程作业场所所有有害因素是可以控制的，不会对人员健康造成严重危害。

#### **12.5.10.2 应重点防范的重大危险和有害因素**

本工程生产运行期及施工期不存在现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）所界定的危险化学品重大危险源。

#### **12.5.10.3 应重视的安全对策措施建议**

（1）工程生产管理区、生活区、废渣垃圾堆放场、生活污水排放点的选址，应在工程总体规划、总体布置中确定。生产管理区与生活区之间宜保持一定的安全、卫生防护距离，并应进行绿化。

(2) 应重视建筑物主体结构的安全和防灾设计，宜在厂区内适当位置设置应急避难场所。安全通道的宽度、高度应满足安全疏散要求，同时应将安全通道的耐火时间应满足安全疏散要求。

(3) 应加强局地强对流天气、暴雨洪水和地质灾害防御，做好防汛度汛工作。严格执行防汛部门下达的水库控制运用计划，在确保水闸泵站安全度汛的情况下，科学、合理地做好水闸泵站调度方案，优化水闸泵站运行。

密切关注天气、汛情变化趋势，及时掌握区域水情、雨情信息，重点监控主要水库和花地河的水位运行，加强闸前水位控制。

健全汛期指挥、协调、合作机制，建立与地方政府的防洪抢险联动机制，提高防汛应急处置能力和管理水平。突出防汛重点，落实度汛措施，以防止发生围堰冲毁、泄洪闸门卡阻等事故为重点，确保水闸泵站万无一失。做好防范强对流天气、暴雨洪水及次生灾害等应急预案，加强防汛设备运行维护，确保设备稳定运行。加强汛期值班工作，做好水情汛情报送，确保信息畅通。

(4) 建议工程设计、监理、建设单位应充分重视工程安全监测系统的设计和实施，确保各种水工建筑的监测方法和监测仪器的充分性和有效性，力求做到监测得力，处理及时。通过仪器监测和巡视检查，掌握有关建筑物的实际运行状况，及时整理分析监测资料，并定期将现场巡视检查资料和仪器观测资料进行全面系统地分析，以便及时对重点部位的安全状况作出综合评价，提前作出预防及改进措施，以防患于未然。

(6) 工程参建单位应健全安全风险辨识评估管控机制，构建集风险辨识、评估、预警、防控及措施落实为一体的闭环管理体系，科学辨识作业场所、设备设施、人员状况、施工机械、环境条件、安全管理等方面存在的风险，对辨识出的风险进行分类分级梳理、建立风险清册或台账，按照风险等级确定管控重点，制定并落实管控措施，避免生产安全事故发生。

(7) 建设单位应建立健全应急管理体系，完善应急响应机制，建立突发事件应急领导机构，明确责任，并设专人负责，建立与有关部门和当地人民政府协调联动机制。建设单位要牵头组织工程参建单位组建现场应急工作组，在风险评估的基础上编制现场应急处置方案，组建应急救援队伍，配备相应的应急救援器材、设备和物资，制定演练计划，定期开展演练，不断提高工程应急能力。



#### 12.5.10.4 采取安全对策措施后的安全状态

在采取各项安全措施和预防手段的基础上，本工程的风险是可以控制的。项目建成后应按照有关规定对安全设施进行检查、验收，制定并执行安全管理制度和应急预案，不断完善安全管理措施，强化安全生产管理，不断提高职工素质，促进企业长效安全生产，创造最佳经济效益。

#### 12.5.10.5 分析结论

本工程从安全生产角度符合国家有关法律法规、标准、规章、规范的要求，工程建设和生产过程中的主要危险、有害因素在采取相应的安全措施后可得到有效控制，本工程的兴建在安全方面是可行的。

### 12.5.11 可能出现的事故预防及应急救援措施

#### 12.5.11.1 基坑及开挖边坡滑塌伤害

(1) 可能产生基坑及开挖边坡滑塌伤害的场所。

本工程排涝泵站主泵室及上下游衔接段等边坡均为可能产生基坑及开挖边坡滑塌伤害的场所。

(2) 防范防护措施

本工程永久堤防岸坡按 2 级堤防，根据《堤防工程设计规范》(GB 50286-2013) 进行设计，临时开挖边坡按照《水利水电工程边坡设计规范》(SL 386-2007) 3 级边坡设计，基坑支护等级按照 2 级基坑设计。尽量减少边坡土方开挖，在设计放坡开挖的边坡按照设计开挖方案开挖，设计采用支护结构的先做好支护结构再开挖，做好截水排水设施，确保边坡稳定安全，不发生基坑或边坡滑塌灾害。

#### 12.5.11.2 防洪水淹没伤害

(1) 可能产生洪水淹没伤害的场所

施工期基坑均为可能产生洪水淹没伤害的场所。

(2) 防范防护措施

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017) 有关规定，主要建筑物级别 2 级，次要建筑物级别 3 级，临时建筑物级别 4 级，围堰形式为土石结构，洪水标准为 10~20 年。本次设计施工洪水标准取 10 年一遇，水下结构及安装工程枯水期施工，为 10 月~次年 3 月。10 年一遇枯水期洪水流量为  $6.18\text{m}^3/\text{s}$ 。需要布置挡水围堰的施工

范围，围堰均按设计规范标准要求进行了防洪和稳定结构设计。

### 12.5.11.3 防火灾爆炸伤害

#### (1) 可能产生火灾爆炸伤害的场所

建筑物：包括生产管理用房、辅助生产用房等，尤其是用于运行管理的综合办公楼。

#### (2) 防范防护措施

按照《中华人民共和国消防法》第二条的规定，本工程的防火、防爆安全设计贯彻预防为主、防消结合的方针，实行防火安全责任制。

##### 1) 消防设施

泵站消防安全布局、建筑物构筑物的燃烧性能和耐火极限依据《水利水电工程设计防火规范》并参照国家标准《建筑设计防火规范》进行设计。

泵站的疏散通道和消防通道布置、消防水源、消防设施和器材、火灾事故照明、事故排烟等的设计按《水利水电工程设计防火规范》执行。

##### 2) 泵站可能引起火灾的原因

建筑物：包括辅助生产用房、生产管理用房等，保护重点是用于运行管理的综合闸泵厂房。引起火灾的原因包括雷电引起的火灾；电缆、电线短路；室内外电器及开关短路引起的火灾及人为的纵火。

主要设备：电动机。由意外原因造成的电动机绝缘击穿起火等。

##### 3) 建筑物的防火管理

划分防火区域，分区负责，设置警卫人员。

对室外消火栓定期检查维护，不得埋压圈占。

建筑物设防雷装置及接地装置。

加强各设备柜室通风，门窗等满足防火防爆等级要求。

生产场区必须在指定地点吸烟、生火做饭，禁止燃放烟花爆竹。

保证通讯线路和报警设施的正常运行。

禁止使用电炉、电热等器具。

电气设备，开关线路和照明灯具必须符合安全要求，定期检查维修或更新。

厂房内油路系统的仪表、阀门和法兰接头等必须符合安全要求，定期检查维修或更新。

厂房内的通道、楼梯、出口等部位要保持通畅，严禁堆放物品，停放车辆。

疏散标志和指示灯要保证完好长明。

泵站的专职消防队应定期进入厂房进行消火栓等灭火设备操作演习；应急疏散训练。经常检查自动报警装置是否灵敏；消火栓灭火器是否有效，并进行维护保养，失效的及时更新。

#### 4) 主要机电设备的防火措施

泵站可以不设固定式灭火装置，火灾时用厂房内的消防设备进行灭火。

#### 5) 发生火灾爆炸后的疏散抢救工作

发生火灾马上通知专职消防队进入事故现场。指示在场人员按事故照明引导灯指示的方向疏散避难。关闭全厂通风系统，人员疏散完毕后关闭起火部位的防火门，防止一氧化碳及有毒烟雾扩散。火场由消防人员利用消火栓、水罐泵车等灭火。火灾后开启事故排烟系统。

通知电站医疗卫生人员利用急救车抢救烧伤和电击伤害人员，伤情严重者送城市医院急救。

### 12.5.11.4 防交通事故伤害

#### (1) 可能产生交通事故伤害的场所

两岸堤顶防汛道路为永久市政道路，路口与其他交通道路交叉，应避免路口交叉交通事故伤害。

施工期间挖断现状道路处，需要临时改道，应避免交叉位置交通事故伤害。

工地使用的客车、建筑材料和开挖渣料运输车辆，以及工程建设机械较多，施工现场道路多为泥结石路面，道路结构简单，各类车辆工作繁忙。因此需要确保车辆运行安全，防止交通事故伤害。

#### (2) 防范防护措施

1) 各类车辆驾驶员必须获得相应的驾驶证，上岗证，并且不能驾驶不符合自身驾照规定的车辆。

2) 各类车辆必须定期保养、检测和维修。存在安全隐患的车辆未经修理合格不准使用。

3) 应做好施工场地及运输道路的维护工作，防止施工扬尘对大气的污染及影响开

车视线，防止路面坎坷不平对车辆行驶的潜在安全影响；对水泥、砂石料等实行库内堆放或加盖篷布，尽可能避免刮风扬尘及减少泥灰砂石对开车视线的影响；当工地裸露地面较干燥时，应使用洒水方法防止扬尘。

4) 经常对驾驶员进行安全教育宣传和培训，要求驾驶员严格遵守国家交通法规、法规。

5) 对边坡路段公路设防护栏，交叉路口设安全警示牌。

#### **12.5.12 法律、法规、规章、标准规定需要说明的其他事项**

其他未尽事项，按照相关法律、法规、规章、标准规定执行。

## 13 节能设计

### 13.1 设计依据

根据国家发改委《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 2010 年第 6 号），做好固定资产投资项目（含规划，新、改、扩建）的节能评估工作，为落实科学发展观，从源头上把住能源、资源节约关，促进经济可持续发展，对本工程进行节能评估。

节能评估是根据国家有关法律、法规、标准及规定的要求，针对工程项目的具体情况，对工程项目工艺、技术、设备、综合能耗、材料的下一级资源的综合利用情况进行评估，避免盲目投资和低水平重复建设，并针对存在的问题提出相应的整改意见，指导后续的设计和施工。

#### 13.1.1 相关法律法规、规划和产业政策

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》
- (2) 《中华人民共和国可再生能源法》
- (3) 《中华人民共和国电力法》
- (4) 《中华人民共和国建筑法》
- (5) 《中华人民共和国清洁生产促进法》
- (6) 国务院关于加强节能工作的决定（国发【2006】28 号）
- (7) 国家发改委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知（发改投资【2006】2787 号）
- (8) 清洁生产审核暂行办法（国家发展改革委、国家环保总局令第 16 号）
- (9) 重点用能单位节能管理办法（原国家经贸委令第 7 号）
- (10) 节能中长期专项规划（发改环资【2004】2505 号）
- (11) 民用建筑节能管理规定（建设部部长令第 76 号）
- (12) 国家发改委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查指南（2006）的通知（发改环资【2007】21 号）
- (13) 国务院关于发布促进产业结构调整暂行规定的通知（国发【2005】40 号）
- (14) 产业结构调整指导目录（2005 年本）（国家发改委令第 40 号）

(15) 中国节能技术政策大纲（2006年版）

(16) 国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术(国家发改委 2005 第 65 号)

### 13.1.2 主要标准、规范、规程

- (1) 《公共建筑节能设计标准》【GB 50189-2015】
- (2) 《水利水电工程节能设计规范》【GB/T 50649-2011】
- (3) 《建筑照明设计标准》【GB 50034-2013】
- (4) 《建筑采光设计标准》【GB/T 50033-2013】
- (5) 《民用建筑电气设计规范》【JGJ/T 16-2008】
- (6) 《绿色建筑评价标准》【GB/T 50378-2014】
- (7) 《机械行业节能设计规范》【JBJ 14-2004】
- (8) 《采暖通风与空气调节设计规范》【GB 50019-2003】
- (9) 《空调通风系统运行管理规范》【GB 50365-2005】
- (10) 《水电水利工程施工机械选择设计导则》【DL/T 5133-2001】
- (11) 《综合能耗计算通则》【GB/T 2589-2008】
- (12) 《绿色建筑技术导则（建科）【2005】199号）
- (13) 《工程建设标准强制性条文（电力工程部分）》（2011版）

## 13.2 能耗分析

### 13.2.1 项目施工期能耗分析

#### (1) 能源供应

对外交通：本工程对外交通便利，因此主要外来材料、设备和生活物资等对外运输均采用公路运输的方式。

施工总布置：尽量简化施工临建布置，施工辅企应充分发挥靠近城区、利用当地生产工厂资源的优势。本项目为集中点布置式工程，生活办公用房租用当地民房，砼、砂石料均为外购，现场仅需设置钢筋加工厂、模板堆放场，简易机械车辆维修保养站、施工仓库等，工程布置简单；工程弃渣需结合沿线村镇场地开发、低洼地填筑利用。

建筑材料来源：工程所需主要建筑材料，砂、砼粗骨料、块石料按当地市场价就近购买；土料用量充分利用开挖料，不足部分可外购。工程所需钢材、水泥、木材等建筑

材料可就近购买。施工生产用水、用电：工程靠近城区、可就近驳接自来水官网和电网。

## (2) 能耗种类及主要施工机械

### 1) 施工期能耗种类

本工程施工期能耗种类包括主体及导流工程、施工辅助生产系统、生产性建筑物和营地及其生活配套设施能耗。

主体及导流工程施工机械设备主要以耗油设备和耗电设备为主，其中土方开挖和填筑项目以油耗设备为主，砼工程和施工排水等项目以电耗设备为主，施工辅助生产系统主要消耗能源为电和油；生产、生活建筑物消耗的主要能源为电能。

### 2) 主要施工机械设备数量

针对本工程结构简单及施工强度处于正常水平等状况，施工组织设计时首先立足于国内现有的施工水平，同时采用国内外先进的施工技术和施工机械，以机械化作业为主。在施工机械设备选型和配套设计时，根据各单项工程的施工方案、施工强度和施工难度，工程区地形和地质条件，以及设备本身能耗、维修和运行等因素，择优选用电动、液压、柴油等能耗低、生产效率高的机械设备，避免设备的重置，最大限度地发挥各种机械设备的功效，以满足工程进度要求，保证工程质量，降低工程造价。设计过程中，注重施工的连续性、资源需求的均衡性和合理性，使其进度计划更趋合理。

### (3) 施工期能耗总量

施工期的主要耗能项目集中在土方开挖工程、混凝土浇筑工程和施工辅助企业主要耗能设备为钻孔、运输、挖装、碾压、通风及施工工厂机械设备，生产性房屋、仓库及生活设施的能耗相对较少。因此在施工组织设计中节能设计的重点就在于选择经济高效的施工技术方案，将节能降耗落实到施工材料、设备、工艺等技术措施上。

在采取了各项节能降耗措施后，本工程施工期年耗能总量计算见下表。

**表13-1 施工期年综合能源消费量**

能源种类		总耗能 (t 或 kW.h)	耗能 (t 或 kW.h/年)	折标准煤系数 (kgce/kg 或 kgce/kW.h)	标准煤 (t)
1	柴油	355.01	532.52	1.4571	996.57
2	汽油	1.194	1.79	1.4714	41.58
3	电力	35375.78	53063.67	0.1229	6.52
耗能工种类		耗能 (m <sup>3</sup> )	耗能 (m <sup>3</sup> /年)	折标准煤系数 (kgce/m <sup>3</sup> )	标准煤 (t)
1	压缩空气	17650	26475	0.04	1.06
合计					1045.73

## 13.2.2 项目运行期能耗

### 13.2.2.1 项目运行期能耗

工程运行期主要耗能设备是排涝泵站、防洪闸门、电气照明系统、通风空调设备等，其主要消耗的能源为电能。

泵站装机容量 3750kW，按照每年运行 4 次，每次运行 7 小时，年耗电量 2 万千瓦时。

管理区考虑管理人员用电，年耗电量约 5.84 万千瓦时。

本工程运行期间主要能耗是电和水。运行期主要用电设备为水闸工作闸门、水泵及管理区用电、照明等，主要用水为管理房的日常生活用水、工程范围的绿化用水等。

运行期耗能指标表见表 13-2。

表13-2 运行期耗能表

耗能种类		计算单位	年耗能总量	折标准煤系数	标准煤 (t)
电	泵站用电	万千瓦时	9.0	1.229t/万千瓦时	11.061
	水闸用电		0.036		0.044
	管理区用电		5.84		7.18
	管理区照明用电		16.64		20.45
水		吨	170	0.0857kg/t	0.015
合计					38.734

节能设计的重点在于合理枢纽布置及建筑物优化设计，合理机电设备选型及辅助系统设计，因地制宜选择照明系统等。照明控制系统采用现地手动控制、时间自动控制两种方式。

本工程为新建排涝泵站工程，不属于工业项目。工程建成后生产能耗主要为电力，用于泵站排涝，只要加强设备维护管理，并采取适当的节能措施可达到节能的效果。具体能耗计算如下：

(1) 根据《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2008)中的有关规定，综合能耗计算式为：

$$E = \sum (e_i \times p_i)$$

其中：E——综合能耗；

$e_i$ ——生产和服务中消耗的第 i 种能源实物量；

$p_i$ ——第 i 种能源的折算系数，按能量的当量值或能源等价值折算。



根据《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2008)中的有关规定,电力折标准煤系数取值  $p_1=0.1229\text{kgce/kW}\cdot\text{h}$ ,柴油折标准煤系数取值  $p_2=1.4571\text{kgce/kg}$ ,汽油折标准煤系数取值  $p_3=1.4714\text{kgce/kg}$ ,本工程完工后,主要能耗于工程泵站用电和绿化维护:

运行期间泵站用电量= $1100\times 15\times 6+8600=107600\text{kW}\cdot\text{h}$

泵站综合耗能:

$$E=0.1229\times 107600=13224.04\text{kgce}$$

参照《建筑给水排水设计规范》(GB50015-2010)的有关规定,绿化浇撒用水定额按浇撒面积  $1.0\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 取值计算。本工程绿化面积约  $500\text{m}^2$ ,故平均每日需用水量  $e_i=1.0\times 500=500\text{L}$ ,合计  $0.5\text{t}$ 。

根据《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2008)中的有关规定,中水折标准煤系数取值  $p_i=0.0857\text{kgce/t}$ ,故平均每日需中水能耗:

$$E=0.5\times 0.0857=0.043\text{kgce}$$

按照绿化一年养护期来计算,养护期内一年综合耗能

$$E=0.043\times 365=15.695\text{kgce}$$

### 13.2.2.2 运行期管理维护节能措施的建议

- (1) 定期对机电设备进行维修和保养,减少设备故障发生,保证设备安全运行。
- (2) 充分利用自然光和太阳能,减少用电量。
- (3) 制定节能管理制度,如针对办公室空调的温度调整、生活楼各种电器及取暖用具的使用等各方面作出严格规定,确保用电率的降低。
- (4) 运行部门定期统计本工程用电数据,评估工程用电的节能潜力。

## 13.3 节能设计

### 13.3.1 建筑物节能设计

#### (1) 建筑物布置节能设计

工程建成后,通过与水闸的联合调度,可达到为改善周边水环境及其生态环境节省能源的效果。工程设计时尽量采用安全可靠、经济合理、施工方便并对环境影响较小的设计方案,其工程选址选线、建筑物选型、工程总体布置及施工组织设计方案比选考

虑节能措施。本工程在堤线选择、工程总体布置时均经过技术经济比选，推荐节能和材料耗相对较小的方案。结构布置时根据本工程的特点、运行要求等因素外，也兼顾节能降耗，力求做到紧凑合理、相互协调，并通过永久与临时建筑物结合，永久与原有设施及建筑物结合，减少施工项目，相应降低工程施工、运行的材料耗、能耗。

## (2) 建筑物结构节能设计

本工程施工营造区和防汛仓库采用节能设计，尽量降低建筑围护结构传热系数，主要从屋顶、外墙、窗户等方面采取措施。在屋顶设置严密的隔热层，增强隔热保暖效果。外墙采用隔热效果较好的建筑材料。采用合适的平均窗墙面积比，闸室窗户及仓库的玻璃采用热反射玻璃，有效较低夏季传入室内的热量和冬季传出室内的热量。西朝向的外窗视情况采用活动或固定的建筑外遮阳设施。

设备房设计时采光充分利用自然光，在白天时采用自然光照明，减少了室内照明用电。合理设计建筑物的通风结构，以自然通风为主。

### 13.3.2 施工组织设计中的节能设计

#### 13.3.2.1 施工期能耗种类

本工程施工期能耗种类包括主体、施工辅助生产系统、生产性建筑物和营地及其生活配套设施能耗。本工程施工机械设备主要以油耗设备和电耗设备为主，其中土石方开挖以油耗设备为主，施工排水、钻孔等项目以电耗设备为主，混凝土浇筑项目既有油耗设备又有电耗设备；施工辅助生产系统主要消耗能源为电和油；生产、生活建筑物消耗的主要能源为电能。

#### 13.3.2.2 主要施工机械设备数量及能耗指标

本工程施工组织设计时首先立足于国内现有的施工水平，同时采用国内外先进的施工技术和施工机械，以机械化作业为主。在施工机械设备选型和配套设计时，根据各单项工程的施工方案、施工强度和施工难度，工程区地形和地质条件，以及设备本身能耗、维修和运行等因素，择优选用电动、液压、柴油等能耗低、生产效率高的机械设备，避免设备的重置，最大限度地发挥各种机械设备的功效，以满足工程进度要求，保证工程质量，降低工程造价。设计过程中，注重施工的连续性、资源需求的均衡性和合理性，使其进度计划更趋合理。

### 13.3.2.3 主要节能降耗措施

#### 13.3.2.3.1 主要施工设备选型及其配套

施工机械的选择是提高施工效率及节能降耗的工作重点。施工设备选型时遵循以下原则：

(1) 施工设备的技术性能应适合工作性质、施工对象、施工场地大小和料物运距远近等施工条件，充分发挥机械效率，保证施工质量，满足施工强度要求；

(2) 所选设备应是技术先进，生产效率高，操纵灵活，机动性高，安全可靠，结构简单，易于检修和改装，防护设备齐全，废气噪音得到控制，环保性能好；

(3) 注意经济效果，所选机械的购置和运转费用少，劳动量和能源消耗低，并通过技术经济比较，优选出成本最低的机械化施工方案；

(4) 选用适用性比较广泛、类型比较单一的通用的机械，所选机械的国别、型号和厂家应尽量少，配件供应要有保证；

(5) 注意各工序所用机械的配套成龙，一般要使后续机械的生产能力略大于先头机械的生产能力，充分发挥主要机械和费用高的机械的生产潜力。

#### 13.3.2.3.2 主要施工技术和工艺选择

本工程在施工技术、施工方案和施工进度设计时，参考了其它水利水电工程的成功经验，并且还因地制宜地结合本工程实际的地形地质条件，不断优化设计，比选出适合本工程最佳的施工技术和施工工艺。

##### (1) 土方开挖

采用  $1\text{m}^3\sim 2\text{m}^3$  挖掘机配 8t~15t 自卸汽车运至弃渣场处理，选用 74kW 推土机配合集料和散料。

##### (2) 土方填筑及回填

土方填筑主要是场区回填等，采用人工配合 74kW 推土机平仓、小型手扶式振动碾配合 2.8kW 蛙式打夯机压实。

#### 13.3.2.3.3 施工营地、建设管理营地建筑设计

按照施工营地、建设管理营地的建筑用途和所处气候条件、区域，做好建筑、采暖、通风、空调及采光照明的设计，满足建筑节能标准的要求。

永久生活区在施工前期就开始修建，施工期作为建设管理办公及生活区，避免重复

建设。

充分利用自然通风，合理组织室内气流路径。开发住宅用手动或自动调节进风量的通风器。

充分利用自然光。采用高光效、长寿命、显色性好的光源、灯具和镇流器。一般建筑内部采用紧凑型荧光灯或 T5、T8 荧光灯。

#### 13.3.2.3.4 施工期供配电设计方案与节电

(1) 变配电所应尽量靠近负荷中心，以缩短配电半径，减小线路损失。

(2) 合理选择供电电压。

同等情况下，电压越高，损耗越小。

(3) 合理选择提高功率因素的方案。

提高功率因素可以减少线路及变压器损耗，在用电设备选型及调速控制方案一定的情况下，若自然功率因素达不到要求，应进行无功功率的补偿。

(4) 合理选择电缆、导线截面。这方面应按经济观点选择载流部分的截面，从降低电能损耗、减少投资和节约有色金属两方面来衡量。

从降低电能损耗考虑，电缆或导线的截面越大越节电；从减少投资和节约有色金属出发，则导线截面越小越有利。

#### 13.3.2.3.5 施工期建设管理节能措施的建议

根据本工程的施工特点，施工期建设管理可采取如下节能措施：

(1) 定期对施工机械设备进行维修和保养，减少设备故障的发生率，保证设备安全连续运行。

(2) 加强工作面开挖渣料管理，严格区分可用渣料和弃料，并按渣场规划和渣料利用的不同要求，分别堆存在指定渣（料）场，减少中间环节，方便物料利用。

(3) 根据设计推荐的施工设备型号，配备合适的设备台数，以保证设备的连续运转，减少设备空转时间，最大限度发挥设备的功效。

(4) 物料的破碎跟物料的物理特性和含水有很大关系，生产中应加强调查，根据物料选择合适的破碎机和破碎工序。

(5) 砂石加工厂的生产设施持续运转，破碎设备、转料运输胶带机均持续运转，不随进料的变化而调整工况，而进料采用汽车运输，间歇性进料，工况不连续。为衔接

进料与生产设施，需考虑设置合适的受料仓，保证给料均匀，保护砂石生产设备，并维持砂石的连续生产。避免因给料不均匀或不连续引起生产的中断，而造成能源浪费。

(6) 生产设施应尽量选用新设备，避免旧设备带来的出力不足、工况不稳定、检修频繁等对系统的影响而带来的能源消耗。

(7) 合理安排施工任务，做好资源平衡，避免施工强度峰谷差过大，充分发挥施工设备的能力。

(8) 混凝土浇筑应合理安排，相同强度等级的混凝土尽可能安排在同时施工，避免混凝土拌和系统频繁更换拌和不同强度等级的混凝土。

(9) 场内交通加强组织管理及道路维护，确保道路畅通，使车辆能按设计时速行驶，减少堵车、停车、刹车，从而节约燃油。

(10) 生产、生活建筑物的设计尽可能采用自然照明。

(11) 合理配置生活电器设备，生活区的照明开关应安装声、光控或延时自动关闭开关，室内外照明采用节能灯具。

(12) 充分利用太阳能，减少用电量。

(13) 加强现场施工、管理及服务人员的节能教育。

(14) 成立节能管理领导小组，实时检查监督节能降耗执行情况，根据不同施工时期，明确相应节能降耗工作重点。

### 13.3.3 节能管理措施

#### 13.3.3.1 节能管理制度和措施

##### (1) 能源管理方针和目标

贯彻执行国家的能源法律、法规，把节能纳入公司的基础性管理和重要议事日程。提高全体员工的技能意识，从一点一滴做起，不断完善节能管理制度，试试节能技改措施，加大节能管理力度，使公司的节能工作在同行业中处于先进行列，并保证完成公司同政府部门签订的各项节能降耗指标。

##### (2) 能源输入管理

①电：电源取自当地 10kV 电网系统。

②水：水源取自当地市政自来水管

### (3) 能源使用管理

主要耗能生产设备为新型、节能型设备，并有严格的维护和检修制度，合理地制定能源消耗定额，纳入工资核算，每月考核兑现。

### (4) 能源消耗定额

①根据实际运行测试结果，结合国内类似工程以及电站管理规程对照制定。

②每月底由专职节能统计人员进行能源能耗盘存统计，并将各部门能源消耗完成情况报企管处进行考核，纳入当月的工资核算中，

③内部能源消耗定额的修订，根据上级下达的能耗指标和近年实际的能耗指标完成情况，由专职能源管理人员提出修订意见。

#### 13.3.3.2 用电管理制度

(1) 运行部必须努力确保项目所需电力正常供应，并且督促与检查各部门经济合理用电。

(2) 为节约电能，全部采用高效节能灯具。

(3) 各用电单位应该努力提高节能意识，创新提出节电的新建议，并积极配合搞好节电工作。

#### 13.3.3.3 用水管理制度

(1) 严格执行上级部门关于节约用水的有关政策、规定。

(2) 全体职工积极参加节约用水活动，增强节约用水自觉性。

(3) 能源管理领导小组对自来水管道的、水龙头进行定期检查维修，杜绝跑、冒、滴、漏现象。

(4) 发现管道、水龙头有损坏漏水的，应及时通知能源管理小组的管道维修进行维修。

#### 13.3.3.4 运行管理制度

工程建设期结束后，转入工程运行期，管理人员要贯彻执行国家的能源法律法规以及项目各项能源管理的监督实施；耗能设备检查、三空检查；节能技术措施的监督考核；能耗指标的修订、考核；加强用能管理，提高能源利用率，降低运行成本；进行节能自查，杜绝跑冒漏滴，防治浪费现象发生。

### 13.4 节能效果评价

项目符合国家有关节能方面的法规和产业政策、项目能耗指标符合行业准入条件、项目符合合理用能标准和节能设计规范，对全区能耗负荷影响很小。

本工程是按照节能、节地、节材、节水、资源综合利用的要求进行设计，符合节约能源的基本国策。工程建设有利于生态环境的保护和能源资源的节约与合理开发，环境效益和经济效益都十分显著，建议尽早兴建。

## 14 工程管理设计

### 14.1 工程管理体制

工程位置现状北濠水闸的管理单位为广州市海珠区水利设施养护所，主管单位是广州市海珠区水务局。本次新建北濠涌泵站与现状北濠水闸联合布置，现状水闸项目运营模式为自主运营管理，北濠水闸的管理单位为广州市海珠区水利设施养护所，主管单位是广州市海珠区水务局。泵站建成后由原单位一并管养运营，不另设新管理单位。

广州市海珠区水利设施养护所下设综合部、养护计统部、工程项目计统部、工程管理一部、工程管理二部、排水巡查管养部、堤围养护部、水闸及信息化管养部等部门，其中，水闸及信息化管养部负责水闸的调度和管理的工作。水闸及信息化管养部共 5 名管理人员。管理人员权责分明，基本满足运行管理的要求。

### 14.2 工程运行管理

#### 14.2.1 工程运行管理制度

为了做好管理机构的管理工作，除严格按上述要求设置管理机构和配备管理设施外，必须依据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》等法律法规性文件，结合本工程的管理实际情况，制订工程管理规程和条例，管理机构内部各部门应严格按照所制订的规程和条例进行运行管理。

#### 14.2.2 工程运行管理任务

- (1) 检查和观测：对工程进行全面、系统、经常性的检查观测，掌握其工作状况。
- (2) 养护和维修：保持工程经常处于良好的工作状态，及时消除隐患，延长工程寿命。
- (3) 防汛：保证汛期防汛通讯联络可靠，做好洪水预报，组织好防汛队伍，准备防汛器材，确保工程安全。

#### 14.2.3 检查和观测

##### 14.2.3.1 一般规定

(1) 检查观测的主要任务应包括以下内容：监视水情和水流形态、工程状态变化和工作情况，掌握水情、工程变化规律，及时发现异常现象，分析原因，采取措施，防



止发生事故。验证工程规划、设计、施工及科研成果，为发展水利科学技术提供资料。

(2) 检查观测工作应符合下列基本要求

①检查观测应按规定的内容（或项目）、测次和时间执行；

②观测成果应真实、准确、精度符合要求，资料应及时整理、分析，并定期进行整编。检查资料应详细记录，及时整理与分析；

③检测设备妥善保管，检测仪器和工具应定期校验、维修。

#### 14.2.3.2 检查工作

(1) 检查工作，应包括经常检查、定期检查、特别检查和安全鉴定。

(2) 经常检查的范围和周期：工程管理单位应经常对建筑物各部位、管理范围内的河道、堤防和水流形态等进行检查。检查周期，每月不得少于一次。当堤防遭受到不利因素影响时，对容易发生问题的部位应加强检查观察。

(3) 定期检查的范围和周期：每年汛前、汛后或用水期前后，应对各项设施进行全面检查。汛前着重检查岁修工程完成情况，渡汛存在问题及措施；汛后着重检查工程变化和损坏情况，据以制订岁修工程计划。

(4) 当遭受特大洪水、强烈地震和发生重大工程事故时，必须及时对工程进行特别检查。

(5) 安全鉴定的周期：工程投入运用后，每隔 6~10 年应进行一次全面的安全鉴定；当工程达折旧年限时，亦应进行一次；对存在安全问题的单项工程和易受腐蚀损坏的结构设备，应根据情况适时进行安全鉴定。安全鉴定工作由管理单位报请上级主管部门负责组织实施。

(6) 定期检查、特别检查、安全鉴定结束后，应根据成果作出检查、鉴定报告，报上级主管部门。

(7) 经常检查和定期检查应包括以下内容：

①管理范围内有无违章建筑和危害工程安全的活动，环境应保持整洁、美观。

②土工建筑物有无雨淋沟、塌陷、裂缝、渗漏、滑坡和白蚁、害兽等；排水系统、导渗及减压设施有无损坏、堵塞、失效；堤闸连接段有无渗漏等迹象。

③石工建筑物块石护坡有无塌陷、松动、隆起、底部淘空、垫层散失；墩、墙有无倾斜、滑动、勾缝脱落；排水设施有无堵塞、损坏等现象。

④混凝土建筑物有无裂缝、腐蚀、磨损、剥蚀、露筋及钢筋锈蚀等情况；伸缩缝止水有无损坏、漏水及填充物流失等情况。

⑤水下工程有无冲刷破坏；河涌有无淤积、冲刷等情况。

⑥水流形态，应注意观察水流是否平顺，有无折冲水流、回流、漩涡等不良流态；河涌水质有无污染。

⑦照明、通讯、安全防护设施及信号、标志是否完好。

### 14.2.3.3 观测工作

观测项目应按设计要求确定，运行后应及时对观测资料进行整理和整编。

(1) 观测结束后，应及时对资料进行整理、计算和校核。

收集观测原始记录与考证资料及平时整理的各种图表等；对观测成果进行审查复核；选择有代表性的测点数据或特征数据，填制统计表和曲线图；分析观测成果的变化规律及趋势，与设计情况比较是否正常，并提出相应的安全措施和必要的操作要求；编写观测工作说明。

(2) 资料整编成果应符合以下要求：

考证清楚、项目齐全、数据可靠、方法合理、图表完整、说明完备；图形比例尺满足精度要求，图面应线条清晰均匀、注字工整整洁；表格及文字说明端正整洁，数据上下整齐，无涂改现象。

(3) 资料整编成果，应提交上级主管部门审查。

(4) 管理单位必须对发现的异常现象作专项分析，必要时可会同科研、设计、施工人员作专题研究。

## 14.2.4 养护和维修

### 14.2.4.1 一般规定

(1) 养护修理工作分为养护、岁修、抢修和大修。

①养护：对经常检查发现的缺陷和问题，随时进行保养和局部修补，以保持工程完整清洁。一般可结合汛前、汛后检查定期进行。

②岁修：根据汛后全面检查发现的工程损坏和问题，对工程设施进行必要的整修和局部改善。对于影响安全度汛的问题，应在主汛期到来前完成。

③抢修:当工程遭受损坏,危及工程安全或影响正常运用时,应立即采取抢护措施。

④大修:当工程发生较大损坏,修复工程量大,技术复杂,应有计划进行工程整修。

(2) 养护修理工作应本着“经常养护、随时维修,养重于修,修重于抢”的原则进行,并应符合下列要求:

①岁修、抢修和大修工程,应以恢复原设计标准或局部改善工程原有结构为准则,在施工过程中应确保工程生产安全和工程质量;

②抢修工程应做到及时、快速、有效,防止险情发展;

③投资较大的岁修、大修工程,要进行项目管理;可参照建设工程的有关规定,进行勘测设计、施工招投标、质量监督监理、竣工验收、财务决算等。

④应建立设备养护修理卡制度,建立单项设备技术管理档案。

(3) 管理单位应积极推行管养分离,精干管理机构,提高养护修理水平。

#### 14.2.4.2 养护修理项目管理

(1) 工程维修养护专项资金申报、审批、使用、管理、监督和检查按《广州市水利工程维修养护定额(试行)》执行。

(2) 工程管理单位要按照《广州市水利工程维修养护定额(试行)》,科学合理编制年度水利工程维修养护项目,并按规定时间报上级主管部门,切实加强日常运行维护管理,确保工程安全运行。

(3) 工程养护修理计划经上级主管部门批准下达后,应尽快组织实施。凡影响安全度汛的项目应在汛前完成,其余项目应于年底前完成。需跨年度施工的,应报上级主管部门批准。

#### 14.2.4.3 养护修理主要项目

养护修理主要包含以下一些项目:

土工建筑物养护修理、石工建筑物养护修理、混凝土建筑物养护修理、观测设施养护修理、自动监控设施维护等。

#### 14.2.5 工程管理经费

本工程年运行费应包括工程正常运行期每年所需支出的全部运行费用,即由职工的工资及福利费;燃料及动力费;维护费和其它费用组成。

本工程属社会公益项目,年运行管理费用由海珠区财政事业经费补贴。

## 14.3 工程管理范围和保护范围

### 14.3.1 工程管理范围

泵站工程的管理范围是管理单位直接管理和使用的范围，应包括：

(1) 工程各组成部分（包括上下游翼墙、进出水池、泵室段和两岸连接建筑物）的覆盖范围；

(2) 为保证工程安全、加固维修、美化环境等需要，在水闸工程建筑物覆盖范围以外划出的一定范围；

(3) 管理和运行所必须的其他设施占地。包括管理单位的生产、生活区，多种经营生产区以及职工文化、福利设施等建设占地。

北濠泵站位于珠江后航道与北濠涌交汇出口处，堤防上的泵站，管理范围应结合堤防统筹考虑，结合工程实际情况，确定泵站管理范围为左右岸与北濠涌堤防管理范围一致、上下游为泵站泵室外扩 50m，同时设置界桩。

### 14.3.2 工程保护范围

本次工程保护范围如下：

(1) 河道及堤防：根据《堤防工程设计规范》【GB 50286-2013】第 13.2.3 条，工程保护范围背水侧紧邻护堤地边界以外 100m 的区域。

(2) 闸站工程：根据《水闸设计规范》【SL 265-2016】第 10.2.2 条，工程保护范围为闸站上下游管理范围外延 200m，左右岸管理范围外延 100m。

(3) 附属工程设施包括监测、通信、交通设施，界碑里程碑，其它维护管理设施等，根据其依附的主要水利设施划定保护范围。

在工程保护区范围内，不改变土地和其他资源的产权性质，仍容许原有业主从事正常的生产建设活动，但必须限制和禁止从事勘探、爆破、开采地下水或构筑其它地下工程的行为，避免危及工程安全。

## 14.4 管理设施与设备

本次工程的管理主要为水闸泵站，本次工程完工后，所有设施和设备纳入到统一管理体系中。为了给工程管理提供必要的条件，满足工程监测、经常性维护、运行调度、资料管理、交通、通信及办公自动化等需要，按有关规范对站区配置以下主要管理设施。

### (1) 工程观测

工程竣工后，应做好工程的各项观测工作，及时监测工程运用期存在的问题。根据规范要求及工程实际运用情况，主要应对洪（潮）位、建筑物等观测。

### (2) 通讯设施

根据管理机构的级别和管理任务的大小，按规定配置必需的通信设备，由管理所统一考虑。

### (3) 交通设施

根据工程管理和抗洪抢险需要，可修建与区域性水陆交通系统相联接的公路。本工程区现有交通方便，堤顶的永久交通可与附近地方道路直接连接，可满足工程管理和抗洪抢险需要，无需增建永久管理道路。

交通工具，根据管理机构的级别和管理任务的大小，按规定配置必需的交通工具，由管理所统一考虑。

### (4) 办公生产用房

现状已有管理办公场地，本工程不考虑该部分建设。

### (5) 照明设施

为了工程防汛安全、工程管理方便，在管理区内布置照明设施以及供电线路，均纳入统一管理。

### (6) 绿化设施

根据“见缝插绿”的原则，结合办公生产用房、道路合理规划，进行园林绿化，种植观赏树种、绿篱，铺设草坪绿化美化环境。

## 14.5 泵站调度运行

本工程应结合现状北濠涌水闸进行闸泵联合调度运行，确保本流域的防洪排涝安全，泵站运行期间应做好拦污设备维护管理工作，降低由堆积物引起水头差影响。

根据本阶段物理模型的试验成果分析，结合内涌水位和外江水位变化、机组联合调度运行等工程实际，提出泵站系统运行管理措施的建议，水闸泵站联合调度规则如下：

### (1) 日常调度

利用调蓄、自排、抽排相结合的方式，将站前水位保持在常水位 0.20m。

## (2) 汛期调度:

①预腾空河涌水位。根据预报结合水情在暴雨前期尽可能先开闸排水或开泵排水，将内涌水位预降至-0.50m 以下。

②降雨时内涌水位与外江水位上涨，当内涌水位低于-0.50m 且不低于-1.0m 时，开启 1 台泵（20 m<sup>3</sup>/s），内涌水位-0.50~-0.30m 时，开启 2 台泵（40 m<sup>3</sup>/s），内涌水位高于-0.30m 时，开启 3 台泵（60 m<sup>3</sup>/s），内涌水位低于-1.0m 时，关闭所有泵。

③降雨后期，若内涌水位高于外江水位时，则关闭泵站开闸自排直至内涌水位降至常水位。

(3) 当内涌水位低于-0.30m 时，为防止内涌水位突降造成河床瞬间裸露，不得同时开启 3 台机组运行；应根据内涌水位情况，采用开启 2 台机组或 1 台运行。

(4) 当内涌水位高于外江水位、且外江水位较低时，可采用水闸排水方式排涝或预腾空。

(5) 实际运行中，应密切监视内涌和外江水位的变化，根据实际情况合理使用泵站抽排水，并逐步完善适合本泵站使用的调度管理措施。

表14-1 不同内涌水位的泵站泵组控制运行条件

总流量 (m <sup>3</sup> /s)	机组运行情况				内涌水位 Z <sub>1</sub> (m)	备注
	开启机组 数 n	机组编号				
		1 号	2 号	3 号		
20	1	关闭	关闭	开启	-1.00≤Z <sub>1</sub> ≤-0.50	优先选用
		关闭	开启	关闭		其次选用
		开启	关闭	关闭		最后选用
40	2	开启	关闭	开启	-0.50≤Z <sub>1</sub> ≤-0.30	优先选用
		开启	开启	关闭		其次选用
		关闭	开启	开启		最后选用
60	3	开启	开启	开启	-0.30≤Z <sub>1</sub> ≤0.60	

## 15 工程信息化

### 15.1 概述

#### 15.1.1 工程概况

##### 15.1.1.1 基本情况

本次工程主要内容为在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。新建泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.79 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇，堤防级别为 1 级。综合考虑，新建排涝泵站主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

##### 15.1.1.2 工程信息化现状

本工程属于新建工程，需新建一套信息集成平台及相关信息分项系统。现状北濠涌已有建成水闸，具有闸门自控系统和视频监控系统，需考虑接入到新建信息集成平台中。

#### 15.1.2 建设目标、原则及依据

##### 15.1.2.1 信息化建设目标

(1) 应以水情、防洪涝安全、综合利用等方面的信息监测、采集、处理、传输、控制为首要目标。

(2) 应在全面考虑水文气象和工程运行工况等基本信息的基础上，根据有关设计、运行中的具体要求和重要数据指标，充分利用新近发展的通信和计算机网络先进技术，建立工程管理信息系统。

(3) 应以推进管理设施的技术升级，提高管理水平为宗旨，通过工程信息化建设来加快水利工程的现代化建设，更好地为国民经济和社会发展服务。

##### 15.1.2.2 信息化建设原则

北濠涌排涝泵工程信息化系统的建设坚持统一设计，统一标准的原则，以满足工程业务应用需求为牵引，紧紧围绕工作实际，开发业务应用系统。以能提升工作效率和效能，提高管理水平，帮助解决工作难题作为信息系统的最终检验标准。系统设计要注重实际应用效果，实现业务系统的“有用”、“能用”、“好用”。建设原则如下：

(1) 遵循市水务顶层设计。能有效克服低水平重复建设、信息资源分散、开发利用效率低下信息资源共享不足等问题，促进水务信息资源的共享，强化业务协同效应。

(2) 强化信息资源的整合。梳理信息资源目录体系，制定数据采集规程、标准化体系与接口技术规范，建立集中存储、共享、分发数据的数据平台，为领导决策和业务系统建设提供数据支持。

(3) 加强平台系统的整合。综合信息平台是充分利用资源，整合系统进行集成统一的信息平台，充分实现资源和信息共享，实现对水利工程的安全分析评价，提出最优化调度方案，供领导决策。实现平台统一，有利于工程运行的安全生产和度汛，对于提高管理的工作效率，增强水管工作的准确、科学、前瞻性具有深远的现实意义。

(4) 提高采集信息系统的精度和代表性。实现对涉水基础信息的采集、控制问题。新型传感器的应用能够提高采集信息的精度，加大和优化传感器的安装密度能够提高采集信息的代表性，促进水资源的合理利用。

(5) 加强视频监控的力度及新技术的应用。视频监控系统将远程监视及流域的整体监控作为必备的技术要求，同时已建监控点将逐步实现联网改造和接入。为适合这种发展趋势逐步出台了相应的配套标准，以实现水利视频监控的标准化。而且视频数据越来越高清化，提高了实时监控准确性的同时也带来了网络传输方面的压力，必须提高流媒体服务器的转发效率以满足大流量视频数据的转发和分发，确保不堵塞现有网络。

### 15.1.2.3 信息化建设依据

《电子信息系统机房设计规范》，GB50174-2008；

《水资源监控管理系统建设技术导则》，SL/Z349-2015；

《水利水电工程水文自动测报系统设计规范》，SL566-2012；

《全国水利信息化规划（金水工程）》（水规计（2003）456号文）；

《水利部信息化建设与管理办法》（水信息[2016]196号）；

《信息安全技术 信息系统安全管理要求》，GB/T-20269；

《广东省水利信息化“十百千万”工程实施纲要》，广东省水利厅，2011年；

《国家水利数据中心建设指导意见》，水利部信息中心，2009年；

《省（自治区、直辖市）水资源管理系统建设基本技术要求》，水利部信息中心，2009年；



《关于加快全市电子政务建设的通知》（穗府办[2010]49号）；

《广州市信息化促进条例》广州市委市政府；

《关于加快“信息广州”建设的意见》（穗字[2009]5号），广州市委市政府。

《广州市信息化发展第十三个五年发展规划(2016-2020年)》，广州市委市政府。

## 15.2 需求分析

### 15.2.1 系统设计需求

本项目属于新建类，信息化核心的业务需求是满足管理人员对于泵站情况的实时监控及日常调度，因此信息化系统在建设时需要充分考虑行政管理和技术管理相结合的要求。本信息系统的建设需求有以下几个方面：

（1）要满足新系统中生产调度和行政管理的音视频、数据、图片等信息传输的要求，建立一套技术先进、功能完善、安全可靠的通信网络系统。

（2）对于新建信息系统有高性能和技术先进行要求，网络传输系统必须具有较高的数据通信能力和大带宽，能够迅速传送处理网络传输的数据，及时响应泵站调度控制指令。

（3）新建信息系统的安全防护应符合要求，由于本系统中存在水利行业数据，系统需达到至少等保二级的安全级别。

### 15.2.2 约束性要求

本项目信息化建设在技术方面没有相关约束性要求。在政策方面，根据国家水利信息化规划及广东省水利信息化要求纲要，有以下的约束性要求：

（1）必须坚持开放性和标准化，实现数据资源的共享，要按照国家标准结合省市地标设计数据采集和存储方案，并预留对外的数据接口。

（2）必须将系统安全放在首位，系统要遵循国家制定的安全策略、安全法规、安全标准。

## 15.3 总体设计

### 15.3.1 总体架构

北濠涌排涝泵工程的信息化建设为实现管理职能的加强和易于掌握，总体上形成树

形结构，以快速准确地工程技术手段实现管理的自动化和信息化。主要内容包括泵站自动控制、视频监控系统以及水文自动测报系统，采用计算机网络和数据处理与分析技术，具有数据采集，数据展示、网络传输等功能，全面提升工程的效率和效能。本工程管理信息化建设以模块化开放式的结构设计，形成以计算机为核心测控和数据处理过程，达到设计先进、设备性能稳定、系统维护方便、软件功能实用的目的。

### 15.3.2 系统分层说明

本项目信息化系统总体分为四层，层次由低到高呈树形结构，基本流程流向为底层系统向高层系统提供数据或功能服务，在最高的用户界面和集成层则保持与下面各分项子系统的交互及服务请求路径。整个信息系统各层次的建设必须符合相应标准与规范要求，并建立可靠的信息安全保障体系。由低层到高层，信息化系统各层次基本功能为：

#### (1) 信息采集及预处理层

信息采集和预处理层主要实现对视频、水雨情等数据的收集和分类处理工作。

#### (2) 数据库及信息网络层

本层的功能主要是支撑底层各类监控数据的存储，备份及为上层各分项信息系统提供运行的信息资源。

#### (3) 各分项服务系统层

各分项服务系统层主要功能是实现工程的各项业务需求，包括视频监控、自动控制、水雨情数据查看等，各分项系统根据自身功能和业务逻辑，将下层数据组合、裁剪成业务信息流，方便对外进行服务。

#### (4) 系统集成层

通过集成层的功能支撑和信息交换，使资源达到充分共享。本层还考虑承担向更高级别的市级相关水务或防汛平台提供交互的职能。

## 15.4 分项设计

本工程分项系统主要包括视频监控、泵站自动化控制系统、水文自动测报系统及其他业务应用系统。泵站自动化控制系统虽然涉及信息采集与监控，但其与机电设备密切相关，为保障整体效果，正常情况下都与机械硬件设备配套建设。因此工程自动化控制系统的内容实施和投资都归入总报告机电及金属结构建设，信息化建设中需在数据集成

平台中预留对应数据采集接口及数据表。

另外，与信息化系统建设相关的土建及配电建设及投资，都归入总报告工程布置及建筑物中，不再重复列入信息化建设。

### 15.4.1 视频监控系统

#### (1) 需求功能

本工程视频监控系统包括两部分：

第一部分是北濠涌相关水闸工程已建的视频监控系统，需接入到本次的信息集成平台系统中，方便进行统一查看和管理；

第二部分是新建立本次泵站工程的视频监控系统。其作为泵站运行管理的辅助手段，利用数字视频监控技术对工程关键点位进行实时监控可以观察到水位、泵站运行情况等直观、清晰的图像，从而更好地为工程运行调度决策提供有力依据。视频监控系统应具有以下基本功能：

- 1) 能够实时监控运行情况，清晰反映工程运行状态。
- 2) 视频效果达到 1080P 水平。
- 3) 具备自动、定时录像，抓图、回放动态图像功能。
- 4) 具备多画面同时监控，不同用户分组图像监控功能。
- 5) 具备对摄像头控制旋转、对焦等功能。
- 6) 每秒视频传输速率不低于 25 帧，保证图像传输流畅和实时。
- 7) 具备夜间红外照明设备，实现夜间监控功能,实现全天候监视。
- 8) B/S 和 C/S 结构相结合应用，方便各种类型用户使用。

#### (2) 设计方案

已建视频监控系统接入方面，需先同建设方确认视频采集的分辨率、编码格式、传输方式、自有协议等，根据视频采集设备的服务接口进行视频数据的接入。

新建视频监控系统方面，应根据工程现场的实际情况，合理设置监控点位，覆盖工程全域，用于监控工程安全和各设备运行情况。监控前端设备由低照度球形摄像机、网络光端机组成，监控图像通过光纤传到监控服务器，在存储服务器上对监控图像实施实时存储。

整个数字视频监控系统主要由监控前端、监控中心、监控端组成。

监控前端主要由网络光端机、摄像机、电源、避雷器等主要设备组成。

监控服务器是整个系统中的核心设备，实现网络化、数字化处理工作，将高清晰的实时数字图像发布到网络中，可实现多用户同时监控相同或者不同的现场图像。

监控端是装有专用监控软件的计算机。系统具备灵活的扩展性,在网络覆盖的情况下就可以安装数字视频监控系统的采集端和监控端。

系统应采用 C/S 与 B/S 结构有机结合的方式。管理人员通过客户端软件根据授权权限对视频图像进行监视、控制和录像。

## 15.4.2 水文自动测报系统

### (1) 需求和功能

北濠涌排涝泵工程根据自身业务要求及水利工程建设管理现代化的需要，因此在主体工程建设的同时，建立一套水文自动测报系统，能够实现水位、雨量等水雨情数据的实时采集、传递和处理。水文自动测报系统要符合《水文监测数据通信规约》（SL651-2014），且测报和传输的数据应按照国家水利信息化标准格式生成，保证能与外部相关系统进行互联互通。

系统的总体功能目标是：改善水文数据采集，传输和处理手段，增强数据采集传输的可靠性，缩短水文数据的汇集和预报作业所需要时间。

### (2) 设计方案

水文自动测报系统在信息流程上分为采集层、控制层、传输层和处理层。

雨量、水位等数据采集传感器构成采集层，感知水文信息的变化并将其转化为数据量等信号传送给遥测终端。

遥测终端作为遥测站的控制中心，控制传感器采样、采样结果处理、控制通信设备传输，能够判断通信成功与否、监控供电系统并自检工作状态。可接入目前遥测系统中使用的所有主流通信方式，可接入目前水文遥测系统中使用的绝大多数传感器，通过简单扩展，即可增加其他种类传感器的接入；具有大容量数据存储能力，可现场或远程提取；具有良好的可维护性；具有较高的可配置性；具有较强的远程可管理性。

传输层担任遥测站到中心站的通信任务，可选择无线通信方式的超短波信道、GPRS

信道、卫星或有线通信方式的光缆、程控电话等。水文自动测报系统采用 GPRS 内网联网通信方式，特点是：数据安全性较好、通信速度较高、质量稳定、组网费用低、系统组网简单，可以快速完成组网测试。

处理层负责接收水文信息，并进行解码、检错、判断、分类、存储、显示、报警等操作，验证数据的准确性、实时接收，并以直观的图表方式表达出来。

### 15.4.3 闸泵自动化控制及安全监控系统

#### (1) 需求功能

对于电气部分建设的自动化控制和安全监控系统，为实现业务工作调度的方便快捷，保障工作人员及时获取设备运行情况及异常问题，要将此两个系统产生的相关数据集成到本项目建设的信息化系统平台中来。

#### (2) 设计说明

在信息化系统平台中设计接口，能够接入并按标准处理转换泵站自动化和工程安全监控系统所采集的数据，包括设备振动、机组温度、进水池和出水口水位、闸门状态、闸门开度及启闭机的系统压力、液位、液温等。

信息系统平台能够根据这些数据进行计算判断设备运行情况及是否存在安全问题。如果运行中发现安全隐患，系统能够生成告警信息，通知到相关人员进行设备设备，用户也可按时间或其他方式查询相应历史数据内容，系统平台也能够提供相应专业报表及图形展示等功能。

同时，工作人员能够通过系统平台远程控制闸站和水泵运行状态，系统中自动记录操作记录及相关数据，保证操作历史可回溯。

### 15.4.4 综合门户模块子系统

#### (1) 需求功能

为实现信息资源共享，更好的为工程业务管理提供服务信息，方便管理人员实时、直观的获取工程当前运行状况信息，及时响应工作流程，根据需求，建立综合门户系统，实现统一访问入口及身份管理。

#### (2) 设计说明

将工程当前运行状况信息（如泵站运行状态、闸门开合度）、视频监控查看、闸泵

控制、水雨情实时数据查询、报表统计等入口集成至综合门户中，用户经过门户身份认证后即可直接查询查看关注的信息内容，无需再打开多个系统分散进行查看，方便用户进行日常工作及应急操作，提高管理能力和效能。

### 15.4.5 信息查询和报表统计子系统

#### (1) 需求功能

用户可通过该子系统查询工程相关信息实时值及历史记录；另外提供智能报表统计功能，根据业务需求将历史记录数据生成相应报表，方便工作汇报和数据汇总。

#### (2) 设计说明

用户可通过综合门户入口进入该子系统功能模块，可查询泵站控制记录、水闸开度数据、水雨情历史数据等，并且支持按时间查询、按限定值范围查询等多种查询方式，方便用户掌握工程运行状况及历史回溯。对于查询结果的显示有表格及图形等多种方式，帮助用户更直观快捷的获取相关信息。

报表统计功能中支持多种报表自动生成，各报表模板根据用户需求进行定制，报表内容的具体数据均来自本工程前端采集的历史数据，有条件的情况下，还可以包含上级流域办、区市相关水务单位共享的数据，全过程自动生成，减少用户工作量，用户查看导出时只需要选择时间段和报表类型。

### 15.4.6 信息资源共享

信息化和可持续发展是广州市水务建设的发展方向，2012年广州市委市政府提出要建设“智慧广州”，从水利基础信息、供水、排水、水资源管理以及三防等方面提出具体要求。《广州市水务信息化规划（2013-2017年）》要求大中型水利工程实现信息采集与传输网络化、工程运行与调度自动化与可视化、业务应用管理精细化以及调度指挥决策职能化。广州市水务信息化建设将现有建设基础上，统筹规划，建立起比较完善的信息化基础设施和基础平台，功能比较完善的水务业务应用系统，措施和手段比较可靠的保障环境，构建比较完整、合理的水务信息建设布局和框架体系。并通过加强管理，理顺关系，形成“统一规划、统一标准、平台公用、资源共享”的良好机制，全面加快全市水务信息化向纵深发展。

本工程信息化系统也是广州市水务信息化的组成部分，应该以数据资源标准化与集

中化的原则，依据全局统一的数据标准，以数据中心为依托，对全局的数据资源进行整合，开发建设水务数据共享交换服务平台。

本项目要考虑与市相关水务信息系统进行数据共享。在信息资源建设过程中，应以《广州市水利信息化技术标准体系》为标准，预留出供市水务信息中心、三防应急指挥中心、市水务建管中心等上级管理单位接入的统一接口，实时提供水位、监控视频等数据服务，强化全市水务业务协同，实现广州市的高效水资源综合管理。

## 15.4.7 网络信息安全

### 15.4.7.1 网络安全需求

根据《中华人民共和国网络安全法》和《关键信息基础设施安全保护条例》，在我国境内建设、运营、维护、使用的网络和关键信息基础设施必须符合相应的网络安全要求和标准。水利工程的信息化建立的网络设施和产生的各类数据，一旦遭到破坏、丧失功能或者数据泄露将对国计民生、公共利益产生危害和影响，因此在本工程的信息化建设过程中应把网络和系统安全放在十分重要的地位。具体范围包括以下几方面：

- (1) 物理设施安全，包括灾害预防、等电位系统、消防系统等。
- (2) 数据安全，包括数据访问控制、数据存储安全与冗余、数据通信安全等。
- (3) 系统安全，包括风险评估、安全策略、安全机制、安全级别、病毒防护、补丁管理等等，定期检查和评估可能的安全隐患、缺陷和威胁。

### 15.4.7.2 网络安全防护方案

- (1) 针对物理安全，基础设施要严格按照国家相关标准进行建设。
- (2) 对于网络连接和传输的安全性，采取多种技术从内部和外部同时控制用户对网络资源的访问。可以用身份认验证等技术有效地控制内部用户的行为，同时也利用防火墙控制外部人员对网络的访问；网络系统还应具备高度的数据安全性和保密性，能够防止非法侵入和信息泄漏。
- (3) 对数据的完整性、可靠性、可用性和保密性等要素进行评估，制定数据管理和数据恢复策略，保证数据的安全；制定数据存储、数据冗余策略，评估数据存储的安全性，保证数据存储的完整性、可靠性；制定数据存储事件处理预案。
- (4) 按照国家安全等级保护制度，信息化系统至少应符合 2 级等保要求；在信息

系统及服务组件的开发过程中,要结合应用安全防护技术,对系统的安全威胁、脆弱性、漏洞进行评估。

## 15.4.8 系统集成与运行维护

### 15.4.8.1 实施方案

系统集成需建立用户界面集成应用实现人机交互,向下则是负责统筹整合如数据采集、视频监控、自动控制等各厂商提供的一般商业平台产品,将这些分离的分项子系统支持的功能、产生的数据信息等集成到自身系统中来,使资源达到充分共享,实现集中、高效、便利的管理。

系统集成采用功能集成、网络集成、数据集成等多种集成技术,解决各分项系统之间的互连和互操作性问题,建立多厂商、多协议和面向各种应用的体系结构。需要解决各类设备、子系统间的接口、协议、系统平台、应用软件等与子系统、建筑环境、施工配合、组织管理相关的一切面向集成的问题。

本信息系统集成工作主要包括以下几个层次的集成:

- (1) 网络集成。
- (2) 数据集成。解决系统中异构数据集的互通使用和统一管理问题。
- (3) 应用集成。建立综合应用平台,将各分项系统和应用有机地集成到一个无缝的、并列的、易于访问的单一系统中,以整体方式进行业务处理和信息共享。

### 15.4.8.2 运行维护要求

信息系统建成后,要建立信息系统运行维护管理机制,明确运行维护部门,制定严密的管理制度,明确岗位、落实责任、定期检查、实时维护。

运行管理应采用统一管理和分级、分部门管理相结合的原则,在各级水务信息化职能部门的统一领导、统一指挥、统一调度下,实现分层次、分部门管理。充分发挥各级水务信息化专业作用,一些业务应用系统的运行维护工作应按照软硬件环境、网络环境等资源整合的原则,逐步交由信息化技术较强的专业部门(水务信息中心或相关部门)实行统一的运行维护管理。保证系统联合协作、有序运行,为系统用户提供高效可靠的服务。



## 16 设计概算

### 16.1 概述

#### 16.1.1 工程概况

本次工程任务为防洪（潮）排涝，通过在北濠涌涌口新建一座排涝泵站，进一步提升海珠区北濠涌片区防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力。

工程主要建设内容：在北濠涌涌口新建排涝泵站及相应附属建筑，新建泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ 。泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2 $^\circ$ ) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。本次新建泵站位于现状北濠涌水闸两岸空地，泵站主体结构分为上游连接段、进水段、主泵室段、出水段及下游连接段，平面总长度为 174.80m（右岸）、112.80m（左岸）。新建泵站设备房及管理区位于两岸河道管理范围线以内，占地约  $3597.27\text{m}^2$ ，该部分作为绿化以及管理用房用地。

本次新建泵站设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇洪（潮），堤防级别为 1 级。综合考虑，本工程分段设定建筑物级别，其中外江侧防洪闸段主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级；内涌侧泵室段及事故闸门段主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

#### 16.1.2 施工总工期

本项目计划总工期 24 个月。

#### 16.1.3 主要工程量

土石方明挖  $37948\text{m}^3$ ；土石方填筑  $18455\text{m}^3$ ；混凝土  $13019\text{m}^3$ 。

#### 16.1.4 主要材料用量

技工 99909 工日；普工 46237 工日；水泥 1306t；钢筋 2919t；商品砼  $28107\text{m}^3$ ；块石  $4443\text{m}^3$ ；电  $1869699\text{kwh}$ ；柴油 243t；汽油 15t。

### 16.2 主要投资指标

工程总投资 16002.78 万元。其中建筑安装工程费用 10374.04 元（含建筑工程费 6350.85 万元，机电设备及安装工程费 2094.12 万元，金属结构设备及安装工程费 799.44

万元；施工临时工程费 1129.63 万元、)，工程建设其它费用 4954.66 万元（含独立费用 3107.60 万元，建设征地移民补偿静态投资 1836.05 万元，水土保持工程静态投资 1.01 万元，环境保护工程静态投资 10.00 万元），预备费 674.08 万元。

## 16.3 编制原则及内容

### 16.3.1 编制规定

- (1)《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL328-2005)；
- (2)《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(广东省水利厅, 2017 年 7 月)。

### 16.3.2 采用定额

- (1)《广东省水利水电建筑工程概算定额》(2017)；
- (2)《广东省水利水电设备安装工程概算定额》(2017)；
- (3)《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》(2017)；
- (4)《广东省建筑与装饰工程综合定额》(2018)；
- (5)缺项参考其他定额。

### 16.3.3 价格水平

本工程编制价格水平年为 2024 年，主材价格按《广州市建设工程造价管理站关于发布 2024 年 8 月份广州市建设工程价格信息及有关计价办法的通知》(穗建造价【2024】103 号)，次要材料价格按《广东省水利厅关于公布 2023 年水利水电工程定额次要材料预算指导价格及房屋建筑工程造价指标指导价格的通知》(粤水建设函【2023】647 号)。

### 16.3.4 人工预算单价

根据粤水建管【2017】37 号文《广东省水利厅关于发布我省水利水电工程设计概(估)算编制规定与系列定额的通知》，本工程人工工资为一类，普工预算单价采用 83.00 元/工日，技工预算单价采用 115.9 元/工日。

### 16.3.5 施工用电、风、水价格

电：按 0.77 元/kWh 计。

风：按 0.16 元/m<sup>3</sup> 计。

水：按 4.58 元/m<sup>3</sup> 计。

### 16.3.6 工程单价费率

#### (1) 直接费

**表16-1 直接费费率表**

序号	工程类别	计算基础	费率(%)
一	建筑工程		5.0
1	冬雨季施工增加费	基本直接费	0.5
2	夜间施工增加费	基本直接费	0.5
3	小型临时设施费	基本直接费	3
4	其他	基本直接费	1
二	设备安装工程		5.7
1	冬雨季施工增加费	基本直接费	0.5
2	夜间施工增加费	基本直接费	0.7
3	小型临时设施费	基本直接费	3
4	其他	基本直接费	1.5

#### (2) 间接费

**表16-2 间接费费率表**

序号	工程类别	计算基础	费率(%)
一	建筑工程	直接费	
1	土方开挖工程	直接费	9.5
2	石方开挖工程	直接费	12.5
3	土石方填筑工程	直接费	10.5
4	混凝土工程	直接费	10.5
5	钢筋加工安装工程	直接费	6
6	模板工程	直接费	10.5
7	基础处理及锚固工程	直接费	9.5
8	疏浚工程	直接费	7.5
9	管道工程	直接费	9.5
10	植物措施工程	直接费	8.5
11	其他工程	直接费	10.5
二	设备安装工程	人工费	70

#### (3) 利润

利润按直接费和间接费之和的 7% 计算。

#### (4) 税金

税金指应计入建筑安装工程费用内的增值税销项税额，根据《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函【2019】448号），税率为 9%。

#### (5) 预备费

基本预备费费率为 5%。

### 16.3.7 取费文件

(1) 参考原《国家计委关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》(计投资【1999】1340号)文件,本工程不考虑“价差预备费”。

(2) 建设管理费、经济技术咨询费、工程造价咨询服务费、联合试运转费、工程科学研究试验费、工程质量检测费、工程保险费根据《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(粤水建管【2017】37号)规定计算,工程质量检测费费率取0.6%,工程保险费费率取0.45%。

(3) 招标业务费参考原《关于印发<招标代理服务收费管理暂行办法>的通知》(计价格【2002】1980号)文件计算。

(4) 工程建设监理费参考原《国家发展改革委、建设部关于印发<建设工程监理与相关服务收费管理规定>的通知》(发改价格【2007】670号)文件计算。

(5) 工程勘察费、设计费、施工图预算编制费、竣工图编制费参考原《国家计委、建设部关于发布<工程勘察设计收费管理规定>的通知》(计价格【2002】10号)文件计算。

(6) BIM设计费参照《广东省建筑信息模型BIM技术应用费用费用计价参考依据》(粤建科(2019)12号)文件计算。

(7) 可研编制费参考原《国家计委关于印发建设项目前期工作咨询收费暂行规定的通知》(计价格【1999】1283号)文件计算。

### 16.3.8 主要经济指标

根据《广州市水务工程建安费用指导价》(穗水函(2013)1021号),泵站工程估算控制指标为2.4~2.9万元/kW。本工程泵站部分建安费总投资为10374.04万元,泵站装机容量 $1250 \times 3 = 3750\text{kW}$ ,折合2.80万元/kW,基本符合建安费指导价。

表16-3 主要经济指标表

项目	建安费 (万元)	本工程规模	指标	指标
泵站部分	10374.04	3750kW	2.4~2.9 万元/kW	2.77 万元/kW

### 16.3.9 分年度投资计划

本项目总投资估算16002.78万元,建设期2年,分年度投资计划表见下表。

表16-4 分年度投资计划表

序号	投资年度	金额(万元)	投资用途说明
1	2024	3200	用于工程可行性研究报告编制费、勘察设计费、工程建安费等
2	2025	7000	用于工程建安费等
3	2026	5802.78	用于支付工程建设尾款

## 17 经济评价

### 17.1 概述

评价依据为水利部 2013 年颁布的《水利建设项目经济评价规范》(SL72-2013) 及《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)。该工程属于社会公益性项目, 间接效益明显, 无直接的财务收益, 因此本项目只作国民经济评价, 从国家宏观的角度, 研究工程建设在经济上的合理性与可行性。

### 17.2 费用估算

#### 17.2.1 工程投资

##### (1) 估算依据

本工程估算根据《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(广东省水利厅, 2017 年 7 月) 进行编制。

##### (2) 价格基准年

价格水平年为 2024 年。

#### 17.2.2 年运行费和总成本费用

##### (1) 年运行费

项目的年运行费用依据《水利建设项目经济评价规范》(SL72-2013) 附录 D 中“表 D.2.2-3 供水、灌溉工程成本测算费率表”中泵站项目进行测算, 经测算, 工程年运行费用为 556.48 万元, 计算结果如下。

表17-1 年运行费用计算表

序号	成本项目	费率/单价	计算基数	计算结果 (万元)	备注
1	工程维护费	1.8%	16002.78	280.05	1.5%-2%
2	管理费	1.0%	16002.78	160.03	1.0%
3	抽水电费	0.77	120	92.40	年抽水水量
4	固定资产保险费	0.15%	16002.78	24.00	0.05%-0.25%
年运行费			556.48		

##### (2) 折旧费

根据《水利建设项目经济评价规范》(SL72-2013) 附录 C 中“表 C.0.2 水利工程固定资产分类折旧年限表”, 土建工程部分按综合 50 年计提折旧, 金属结构、机电设备及

水力机械设备部分综合按 15 年计提折旧。折旧费采用历年平均折旧法，经计算本工程年均折旧 423.24 万元。

(3) 总成本费用

总成本费用=年运行费用+折旧费=979.72 (万元)

### 17.2.3 流动资金

流动资金按年运行费的 10% 考虑，为 55.65 万元。

## 17.3 国民经济评价

### 17.3.1 国民经济评价原则

(1) 依据

- 1) 《水利建设项目经济评价规范》(SL72-2013);
- 2) 《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)。

(2) 计算方法

本工程主要进行国民经济评价，国民经济评价是从国家整体利益出发，用影子价格、社会折现率计算工程给国民经济带来的净效益，考察工程对国民经济的贡献，衡量项目建设在经济上的合理性。

(3) 参数选取

1) 经济计算期：根据《水利建设项目经济评价规范》规定：“水利建设项目的计算期包括建设期、运行初期和正常运行期，正常运行期可根据项目的具体情况为 30~50 年”。本工程采用正常运行期 50 年，建设期 3 年计算。

2) 计算基准年：采用工程开工第一年年初，投资按年初，效益、年运行费均按年底一次结算。

3) 社会折现率：国民经济评价中社会折现率按《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)规定，采用 8%。

### 17.3.2 影子投资

固定资产总投资应剔除属于国民经济内部转移支付的计划利润、三税税金和设备储备贷款利息等，本工程影子投资采用工程静态总投资费用的 93% 进行计算，得本工程影子投资为 14882.59 万元。

### 17.3.3 工程效益计算

通过新建排涝泵站，可取得直接和间接的经济效益，其中主要为治涝减灾效益。通过新建泵站，共同排除流域内涝水，保护涝区人民生命财产安全。涝灾和淹没损失的大小与暴雨的强度、历时、雨量、涝灾面积和深度以及围内工农业总产值等诸多因素有关，且造成的损失有些可以直接估算，但更多的无法用实物和货币计算。因此，其效益分析具有较大的不确定性和风险，一般以减少的洪灾和淹没损失作为效益。综合分析项目周边历年受灾情况，根据防洪保护范围估算区域内直接防洪效益约为 2030.00 万元。

本工程实施后，本片区的排涝能力将得到很大提高，减免因内涝灾害带来的社会经济损失，保障区域人民生命财产的安全，促进生态恢复，为当地工农业的持续发展创造良好的基础条件，具有显著的社会效益。

### 17.3.4 国民经济评价指标

国民经济评价的计算指标主要包括经济内部收益率、经济净现值及经济效益费用比等，各指标计算公式如下：

(1) 经济内部收益率 (EIRR)

$$\sum_{i=1}^n (B-C)_t (1+EIRR)^{-t} = 0$$

式中：B——年效益，万元；

C——年费用，万元；

N——计算期，年；

T——计算期各年的序号，基准年的序号为 1；

$(B-C)_t$ ——第 t 年的净效益。

(2) 经济净现值 (ENPV)

$$ENPV = \sum_{i=1}^n (B-C)_t (1+i_s)^{-t}$$

式中： $i_s$ ——社会折现率

(3) 经济效益费用比 ( $R_{BC}$ )

$$R_{BC} = \frac{\sum_{i=1}^n B_t (1+i_s)^{-t}}{\sum_{i=1}^n C_t (1+i_s)^{-t}}$$

式中： $B_t$ ——第 t 年的效益；

$C_t$ ——第 t 年的费用。



### 17.3.5 敏感性分析

由于影响工程投资效果的因素是多方面的，本工程除对基本方案进行评价外，还通过投资、效益的单因素变化分析工程的抗风险能力。计算结果详见下表。

表17-2 国民经济评价及敏感性分析表

序号	项目方案	经济内部收益率(%)	经济净现值(万元)	经济效益费用比(%)
一	基本方案	9.98	2568.68	1.13
二	固定资产投资变化			
1	增加 10%	8.44	610.59	1.03
2	减少 10%	11.77	4526.76	1.26
三	效益变化			
1	增加 10%	11.59	4783.63	1.24
2	减少 10%	8.28	353.72	1.02

当工程受不利因素影响时，各项经济评价指标均会受影响，当投资增加 10%和效益减少 10%时，经济内部收益率、经济效益费用比和经济净现值相比基本方案均略有下降，但均能满足规范要求，说明本工程具有一定的经济抗风险能力。

### 17.3.6 经济合理性评价

通过分析计算，本工程经济内部收益率（EIRR）为 9.98%，大于社会折现率 8%；经济效益费用比（EBCR）为 1.13，大于 1；经济净现值（ENPV）为 2568.68 万元。基本方案各项经济评价指标均较好；敏感性分析结果说明该工程有较强的抗风险能力。

以上结果表明本工程经济指标较优，效益好、风险小，是必要和可行的。

## 17.4 资金筹措方案

投资规模和资金来源：根据《广州市水务局关于印发广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025 年）的通知》（穗水规计〔2020〕11 号），“省管河道建设资金，中心七区由市财政出资，外围四区由区财政出资，由各区负责维护管理。珠江干堤与内涌交界处的水闸由市财政出资建设，排涝泵站按市区比例出资（越秀、海珠、荔湾、白云区按市区出资比例 5：5 分担，天河区按市区出资比例 4：6 分担）。”北濠涌泵站外江为珠江后航道，属于省管河道及珠江干堤与内涌交界范畴，本项目总投资 16002.78 万元，按广州市、海珠区财政资金 5：5 出资。

## 17.5 财务评价

本工程属于社会公益性水利建设项目，项目本身没有盈利能力，无直接财务收益，故本次不做财务评价。

## 18 海绵城市建设

### 18.1 概述

2012年4月，在《2012低碳城市与区域发展科技论坛》中，“海绵城市”概念首次提出；2013年12月12日，习近平总书记在《中央城镇化工作会议》的讲话中强调：“提升城市排水系统时要优先考虑把有限的雨水留下来，优先考虑更多利用自然力量排水，建设自然存积、自然渗透、自然净化的海绵城市”。《海绵城市建设技术指南--低影响开发雨水系统构建（试行）》对“海绵城市”的概念给出了明确的定义，即城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用，提升城市生态系统功能和减少城市洪涝灾害的发生。

2017年2月，广州市住房和城乡建设委员会关于印发《广州市海绵城市规划建设管理暂行办法》（穗建规〔2017〕6号）的通知，提出广州市开展海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，构建低影响开发雨水系统。本章主要依据《广州市海绵城市规划建设管理暂行办法》要求，增加编写海绵城市专篇。

### 18.2 海绵城市概念

海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。海绵城市建设应遵循生态优先等原则，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。“保障有力、安全可靠、资源节约、环境友好、集约高效”——充分运用低碳节能市政工程新技术，统筹协调城市地下管网，结合新技术的实施性，有选择、有目的地选择低碳新技术，从而实现资源综合利用，建立起保障有力、安全可靠、资源节约、环境友好、集约高效的市政基础设施体系。海绵城市的建设途径主要包括：一是对城市原有生态系统的保护；二是生态恢复和修复；三是低影响开发。

《广州市海绵城市专项规划》提出广州市开展海绵城市建设，结合广州市“山城田海”自然山水格局，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，构建低影响开发雨水系统，使70%以上的降雨就地消纳和利用，到2020年，城市建成区20%以上的面积达

到目标要求；到 2030 年，城市建成区 80% 以上的面积到达目标要求。

### 18.3 海绵城市建设原则

建设海绵城市，首先要扭转观念。传统城市建设模式，处处是硬化路面。每逢大雨，主要依靠管渠、泵站等“灰色”设施来排水，以“快速排除”和“末端集中”控制为主要规划设计理念，往往造成逢雨必涝，旱涝急转。根据《海绵城市建设技术指南》，城市建设将强调优先利用植草沟、雨水花园、下沉式绿地等“绿色”措施来组织排水，以“慢排缓释”和“源头分散”控制为主要规划设计理念。

海绵城市建设应遵循生态优先等原则，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。在海绵城市建设过程中，应统筹自然降水、地表水和地下水的系统性，协调给水、排水等水循环利用各环节，并考虑其复杂性和长期性。

### 18.4 海绵城市指标

#### 18.4.1 设计依据

海绵城市建设专项设计目标应满足《广州市建设项目雨水径流控制办法》（广州市人民政府令书（第 107 号）（2019 年第二次修订）、《广州市海绵城市建设管理办法》（穗府办规〔2020〕27 号）、《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》（穗水〔2017〕16 号）、《广州市海绵城市规划设计导则（试行）》（穗水〔2017〕247 号）、《广州市建设项目海绵城市建设管控指标分类指引（试行）》（穗水河湖〔2020〕7 号）、《广州市海绵城市建设技术指引及标准图集（试行）》（穗水〔2017〕12 号）、《广州市水务局关于印发广州市城市开发建设项目海绵城市建设——洪涝安全评估技术指引（试行）的通知》（穗水规计〔2021〕10 号），市、区及重点建设片区海绵城市建设规划及相关行业行政主管部门印发的指引等文件的要求。

#### 18.4.2 设计目标

本工程位于海珠区北濠涌-石溪涌片区沥滘路街道，根据《广州市海珠区海绵城市专项规划及实施方案》，本次工程所在位置属于海珠区海绵城市管控分区 HZ04 中的管控单元 HZ0401 分区，查询得本工程的海绵城市设计目标见表 18-3。本次工程所属排水分区总面积为 10.49km<sup>2</sup>，年径流总量控制率目标为 63%，典型年径流总量控制率对应的

设计降雨量为 20.85mm，径流污染消减率为 40%。

## 18.5 海绵城市设计

### 18.5.1 海绵城市指标计算

#### 18.5.1.1 年径流总量控制率

##### (1) 综合雨量径流系数计算

本项目下垫面类型包括绿地、透水铺装、不透水铺装，根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》中表 18-3，分别确定各类下垫面的综合雨量径流系数取值，然后进行加权平均，求得项目汇水分区综合雨量径流系数。具体计算过程如下。

表18-1 综合雨量径流系数计算表（现状）

下垫面类型	面积 (m <sup>2</sup> )	综合雨量径流系数	径流系数(a1×b1+a2×b2+an×bn)÷a
	a	b	
硬质屋面	0.00	0.85	0.57
非透水铺装	741.00	0.9	
绿化	594.00	0.15	
合计	1335.00		

表18-2 综合雨量径流系数计算表（建设后）

下垫面类型	面积 (m <sup>2</sup> )	综合雨量径流系数	径流系数(a1×b1+a2×b2+an×bn)÷a
	a	b	
硬质屋面	299.6	0.9	0.49
透水铺装	997.29	0.2	
非透水铺装	1022.81	0.9	
绿化	784.24	0.15	
合计	3103.94		0.49

经计算改造后的径流系数为 0.49。根据《广州市建设项目雨水径流控制办法》（广州市人民政府令第 107 号），“项目应当采取雨水径流控制措施，使建设后的雨水径流量不超过建设前的雨水径流量。”本项目建设前后径流系数相同，同时还设置了调蓄设施，因此满足雨水径流控制办法的相关要求。

##### (2) 设计调蓄容积计算

为消纳年径流总量控制率设计降雨量条件下产生的所有雨水，采用容积法计算所需调蓄容积：

$$V = 10 \times H \times \phi \times F = 10 \times 20.85 \times 0.49 \times 0.3104 = 31.71 \text{m}^3$$

式中：V—设计调蓄容积，m<sup>3</sup>；

H—设计降雨量，mm；

$\varphi$ —综合雨量径流系数；

F—汇水面积， $\text{hm}^2$ ；

为消纳年径流总量控制率 63% 设计降雨量 20.85mm 条件下产生的所有雨水，所需要的调蓄容积不能小于  $31.71\text{m}^3$ 。本项目设置了下沉式绿地  $266.2\text{m}^2$ ，按照蓄水深度 0.2m，合计调蓄容积  $53.24\text{m}^3$ 。经核算，实际调蓄容积为  $53.24\text{m}^3$ ，有效调蓄容积大于设计所需调蓄容积  $31.71\text{m}^3$ ，满足雨水调蓄要求。

**表18-3 设计调蓄容积计算**

	总面积 F (ha)	径流系数 $\varphi$	年径流总控制率 (%)	设计降雨量 h	设计调蓄容积 ( $\text{m}^3$ )
汇水分区	0.3104	0.49	63	20.85	31.71

**表18-1 LID 统计计算**

序号	LID 设施布置	面积 ( $\text{m}^2$ )	储水深度 (m)	有效调蓄容积 ( $\text{m}^3$ )
1	下沉绿地	266.2	0.15	53.24

按照此调蓄容积，反算可消纳的设计降雨量为：

$$H = \frac{V}{10\varphi F} = \frac{53.24}{10 \times 0.49 \times 0.3104} = 35.00\text{mm}$$

可消纳的降雨量为 35.00mm，此时年径流总量控制率为 78% > 63%，满足要求。

#### 18.5.1.2 下沉式绿地率

本工程泵站管理区内绿化设计采取有层次的种植，营造特色植物景观，并在允许的范围内设置下沉式绿地，控制下沉式绿地面积为  $266.20\text{m}^2$ ，比例达 50%，满足要求。

#### 18.5.1.3 排水体制与雨污分流比例

管理区采用雨污分流排水体制，污水接入现状污水管，最终排入污水管网，雨水通过海绵设施净化调蓄后，排入北濠涌，实现 100% 雨污分流。

#### 18.5.1.4 年径流污染削减率

雨水中的污染物质有：悬浮物 (SS)、有机污染物 (COD)、总磷 (TP)、总氮 (TN) 等，且以悬浮物 (SS)、有机污染物 (COD) 为主。具有以下特点：污染物变化幅度较大，随机性很强；污染物浓度随降雨历时呈下降趋势，初期雨水水质较差，特别是 SS、COD 等指标超标严重；悬浮物 SS 不仅本身是一种污染物，而且组成它的颗粒表面还为其它污染物提供了附着条件。

本项目设置下沉式绿地、透水铺装，既从源头上减少雨水径流总量，还能适当控制

面源污染。综合考虑污染物去除率以 SS 计为 80%。年径流污染削减率=95%×80%=76%。

#### 18.5.1.5 内涝防治标准

根据《室外排水设计规范》(GB50014)、《城镇内涝防治技术规范》(GB51222)及相关规范要求,本地区内涝防治标准为有效应对 100 年一遇暴雨。

本工程现状地面高程在 3.00m(珠基高程)以上,超过 100 年一遇防洪水位 2.94m,工程建设后地坪不降低。同时,通过设置海绵措施,雨水管排水,最终排入北濠涌,外排径流量进一步减小,于片区排水更为有利,满足内涝防治标准有效应对 100 年一遇暴雨要求。

#### 18.5.1.6 城市防洪标准

根据《防洪标准》(GB50201-2014)、4.2.2.4 《广州市防洪(潮)排涝规划(2021~2035 年)》,规划城市防洪标准为 200 年一遇。本段珠江堤防已达标整治,管理区位于珠江堤防背水侧,满足 200 年一遇防洪标准要求。

#### 18.5.1.7 雨水管渠设计标准

根据《广州市防洪防涝系统建设标准指引(暂行)》、《广州市防洪(潮)排涝规划(2010-2020)》、《广州市防洪(潮)排涝规划(2021-2035)》(在编)、《海珠区海绵城市专项规划》,新建雨水管渠设计标准为 5 年一遇。根据海珠区暴雨强度公式,5 年一遇设计雨水流量为  $0.04\text{m}^3/\text{s}$ ,采用  $d300\text{mm}$ , 坡降 0.001 的雨水管渠,过流能力为  $0.10\text{m}^3/\text{s}$ ,满足过流要求。

#### 18.5.1.8 其他指标计算

室外可渗透地面率:本项目室外地面为绿地、透水砼、透水砖,均为可渗透地面,因此室外可渗透地面率为 100%。

透水铺装率:本项目室外铺装为透水砼、透水砖,均为可透水铺装,因此透水铺装率为 100%。

排空时间:本项目设置下沉式绿地,蓄水深度为 0.2m,按照 1 天内排干。

### 18.5.2 海绵措施设计

本工程为防洪(潮)、排涝建筑物,本区应以渗、滞、排等策略结合为主,针对本工程的建设任务其本身就是排涝措施。工程区域内左、右岸均回填土坡面铺种草皮增加

下渗。在管理区内有限的区域内布置绿化，增加管理区的渗、滞措施。绿化部分可作为本工程的海绵城市一个重要的设计措施。

### 18.5.2.1 雨水花园、下沉式绿地、树池

管理区海绵蓄滞空间——雨水花园、下沉式绿地、树池。下沉式树池带改变以往单个树坑的方式，把4~5个树坑连成一个树池带，以增大蓄水能力。将树池带整体下沉20cm，雨水可以广场排水坡度自然进入树池带，把管理区广场范围内的雨水进行收纳、下渗、存储管理区广场范围汇水。

利用地形地势融入雨水花园、下沉式绿地等设计，采用卵石+耐湿带净化功能的植物，底下铺设雨水收集管，既形成精致的花镜植物效果，也有利于雨水的下渗和过滤，将地表径流导入园林内的水体，供给园林的水景和草坪灌溉用水；通过设置景观水体，利用天然雨水或回收的雨水进行常态补给，在不需排水处理的情况下，减少了对城市排水系统的负担。

下沉式侧绿化带由上到下分为：表层（覆盖层）、中部种植土层、下部碎石排水层、场地回填土。

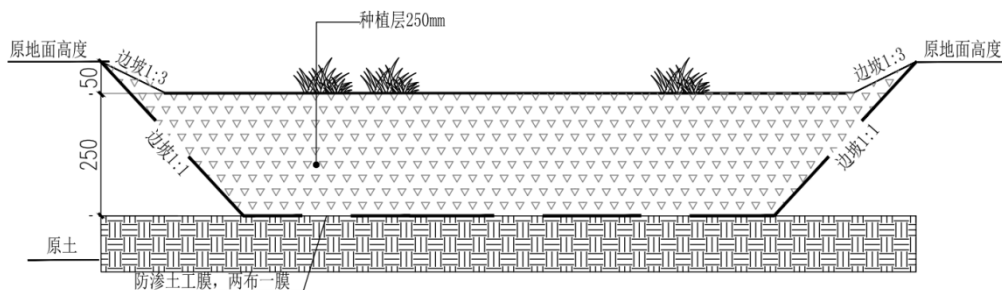


图18-1 下沉式绿地大样图

下沉式绿地表层为覆盖层，选择树叶、树皮碎屑等作为覆盖物可防止雨水径流对表层土的冲刷，沉淀、过滤污染物，保持植物根部湿润为生物生长和分解有机物提供媒介。

中部种植土层，植物根系、微生物在此层生长，过滤和分解雨水径流中的污染物。种植土尽量以原始土壤为主，除了满足绿化景观专业的要求外，还应满足： $1 \times 10^{-5} \text{m/s} \leq \text{渗透系数} \leq 1 \times 10^{-3} \text{m/s}$ ，为保证苗木成活并增强土壤透水性，在原土壤配比及基础条件下掺加5%~10%砂。（其中粗砂80%，细砂20%）。

下部为碎石排水层。下沉式绿地范围内碎石排水层底部包裹透水土工布至沟顶；透水土工布上敷设碎石，粒径10~30mm，深0.4m，其中敷设穿孔排水管；穿孔排水管

管径 DN200，坡度 1%，开孔率 1%~3%；碎石上部敷设透水土工布。沿道路侧下沉式绿地铺设防渗膜，高度至道路路基底下，防止雨水渗入路基。下沉式绿地布置距建筑基础距离大于 3 米。下沉式绿化带顶部蓄水深度取为 0.15cm。

#### 18.5.2.2 透水铺装

本次新建管理区广场路面采用透水铺装。透水铺装宜在土基上建造，自上而下设置透水面层、调平层和透水基层。透水铺装路面结构便于施工，利于养护并减少对周边环境及生态的影响，结构首先应符合《透水砖路面技术规程》(CJJ/T188)和《透水水泥混凝土路面技术规程》(CJJ/T135)的规定。透水铺装具体大样图如下图 18-6。

#### 18.5.2.3 雨水收集利用系统

管理房天面雨水管接入沉砂池溢流出周边地面或接入周围的花坛及绿化带。

#### 18.5.2.4 方形溢流口

布置方形溢流口以收集超标雨水，溢流雨水口布置在下沉式绿地低点。下沉式绿地下沉高度 0.2m，溢流雨水口高于绿化底面 0.15m（有效水深），方形溢流口最大过流能力 30L/s。布置间距约 30m，保证超标雨水及时排走。溢流口采用铸铁材质（成品），满足《铸铁检查井盖》(CJ/T3012 标准要求)，满足轻型井盖强度要求。具体做法参见《广州市海绵城市建设技术指引及标准图集——通用设施（方形溢流口构造图 5-47）》。方形溢流口井体按《预制装配式钢筋混凝土雨水口标准图集（试行）》中预制装配式单篦雨水口做法。

溢流雨水口通过雨水联络管排入路边雨水口，最终排入市政雨水管道。雨水联络管采用 d300 II 级钢筋混凝土管，坡度 0.5%，坡向雨水检查井。溢流口周围布置碎石带，碎石粒径 10~30mm，碎石带宽 0.2m，深 0.2m，环绕溢流雨水口井一周以防止雨水冲刷。

### 18.5.3 附表

表18-2 建设项目海绵城市目标取值计算表

北濠涌排涝泵工程工程指标相应自评表		
序号	指标名称	目标值
1	年径流总量控制率	≥70%
2	排水体制	分流制
3	排涝标准	50 年一遇
4	城市防洪标准	200 年一遇



表18-3 建设项目海绵城市专项设计方案自评表

1	项目名称	北濠涌排涝泵工程		
2	用地位置	广州市海珠区		
3	总用地面积 <u>2890.96</u> 平方米，其中城市道路用地面积 <u>695.94</u> 平方米，绿地用地面积 <u>629.39</u> 平方米，河涌用地面积 <u>671.24</u> 平方米。			
4	地块防洪标高	2.94	室外地坪标高	3.0~3.5
5	排水体制	分流	化粪池设置	否
6	建设前总雨水径流量	172.8m <sup>3</sup>	建设后总雨水径流量	120.0m <sup>3</sup>
7	节水设施	无		
	评价指标		目标值	完成值
8	城市防洪标准		中心城区 200 年一遇	200 年一遇
9	内涝防治标准		100 年	100 年
10	年径流总量控制率		63%	78%

表18-4 建设项目排水专项方案自评表

项目名称	北濠涌排涝泵工程					
建设单位	海珠区河涌管理所					
工程概况	本项目主要工程内容包括泵站及管理房等内容。					
排水体制	分流制	化粪池设置	是	否	√	
主要污染物	溶解氧、总磷、总氮、氨氮、固体悬浮物					
污水管道设计	污水排放出口位置	预测污水排放量(m <sup>3</sup> /d)	管径	拟接驳下游管道管径	备注	
	管理房东侧	0.4	DN300	DN300		
雨水管道设计	暴雨强度 q(l/s ha)		276.77	重现期 P(年)	50	
	建设前综合径流系数		0.57	建设后综合径流系数	0.42	
	建设前年径流总量控制率		63%	建设后年径流总量控制率	78%	
	建设前总雨水径流量(万 m <sup>3</sup> )		173m <sup>3</sup>	建设后总雨水径流量	120m <sup>3</sup>	
	红线范围内硬底化面积(m <sup>2</sup> )		<u>695.94</u>			
	配建雨水调蓄设施类型及其有效容积	调蓄设施类型		下沉式绿地		
		有效容积		53.24		
	雨水口排出口位置	预测雨水排放量(m <sup>3</sup> /d)	管径	拟接驳下游管道管径	备注	
北濠涌侧	120	DN300	河涌			

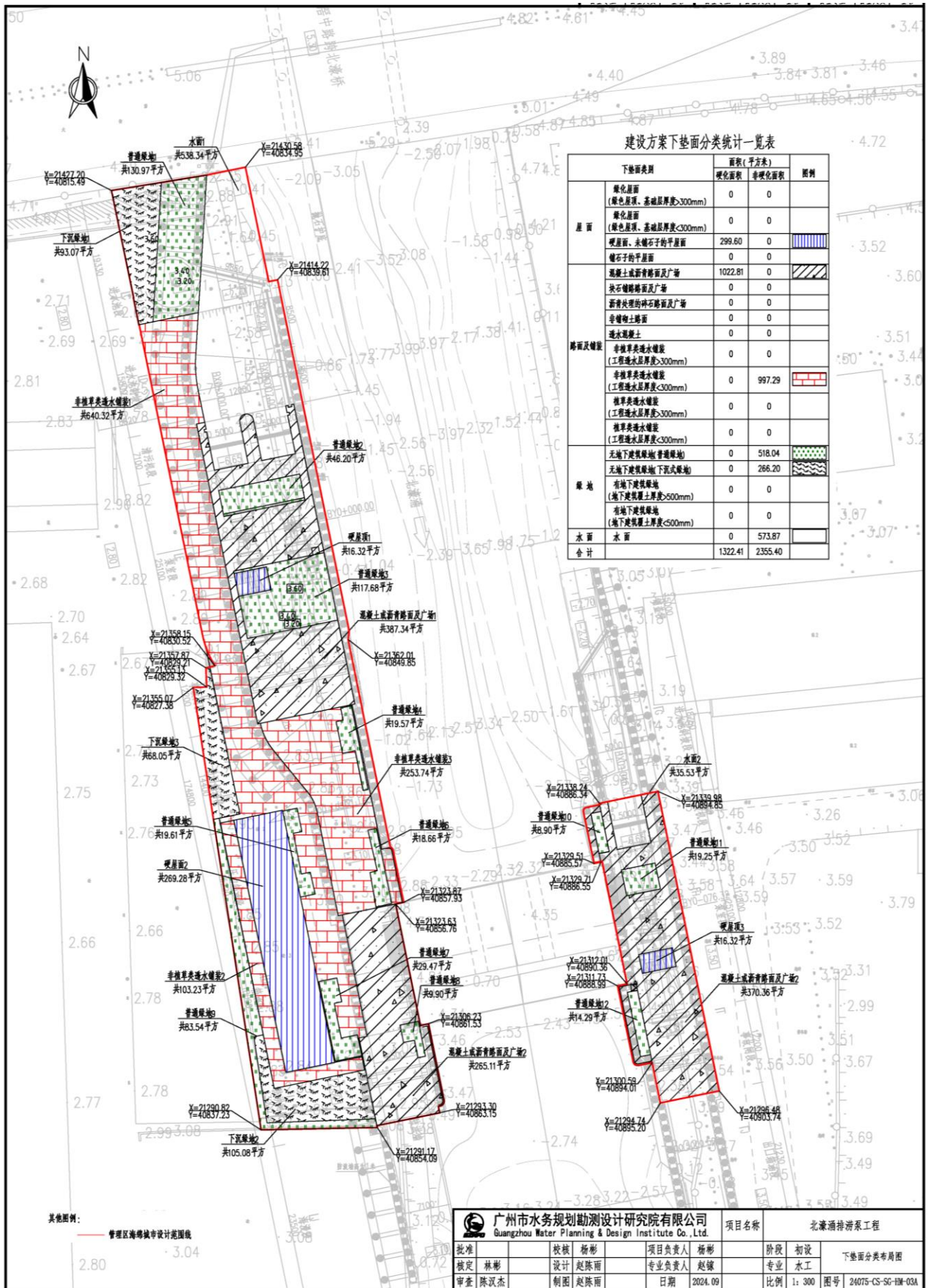


图18-2 下垫面分类布局图

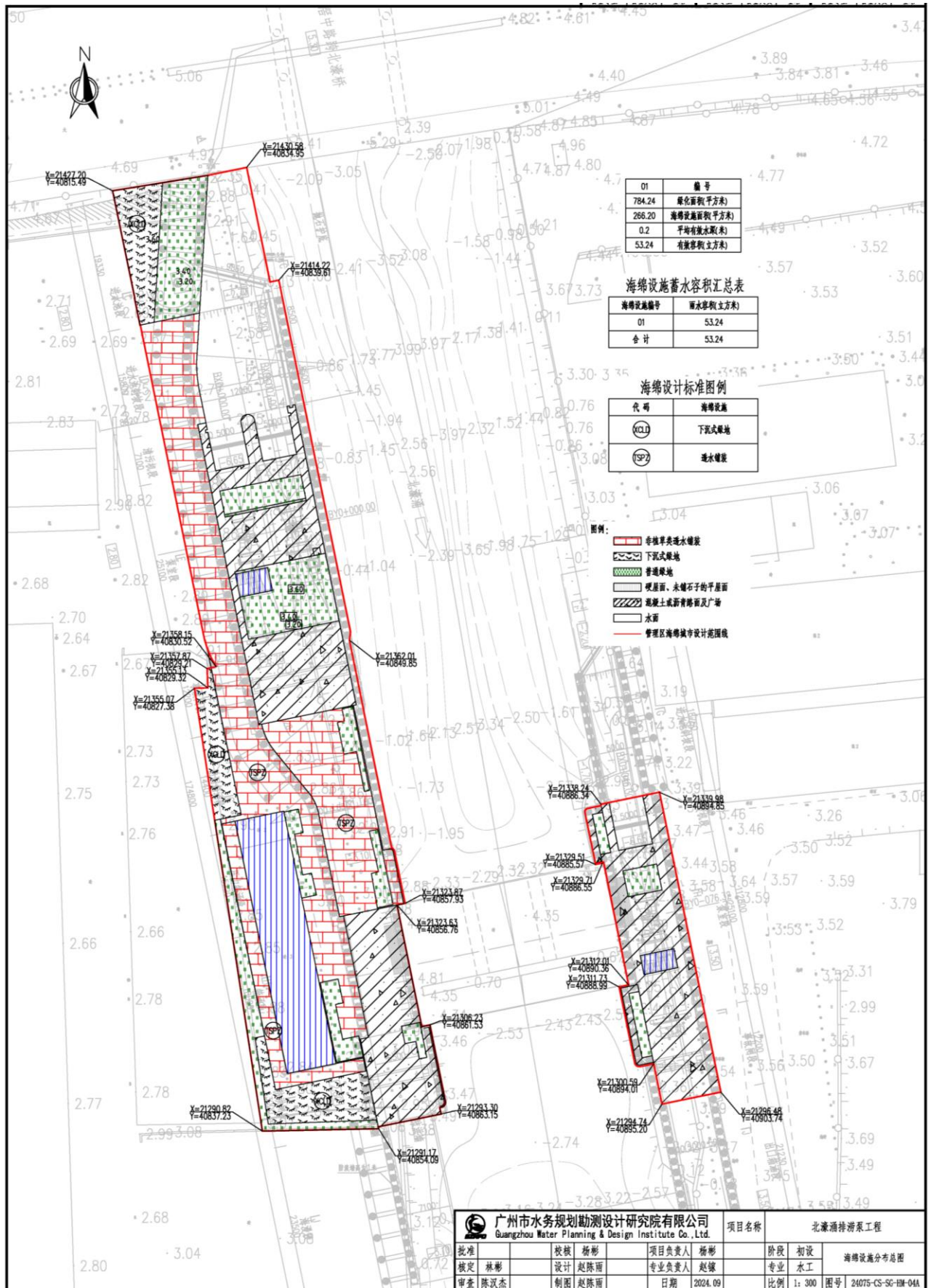


图18-3 海绵设施分布总图



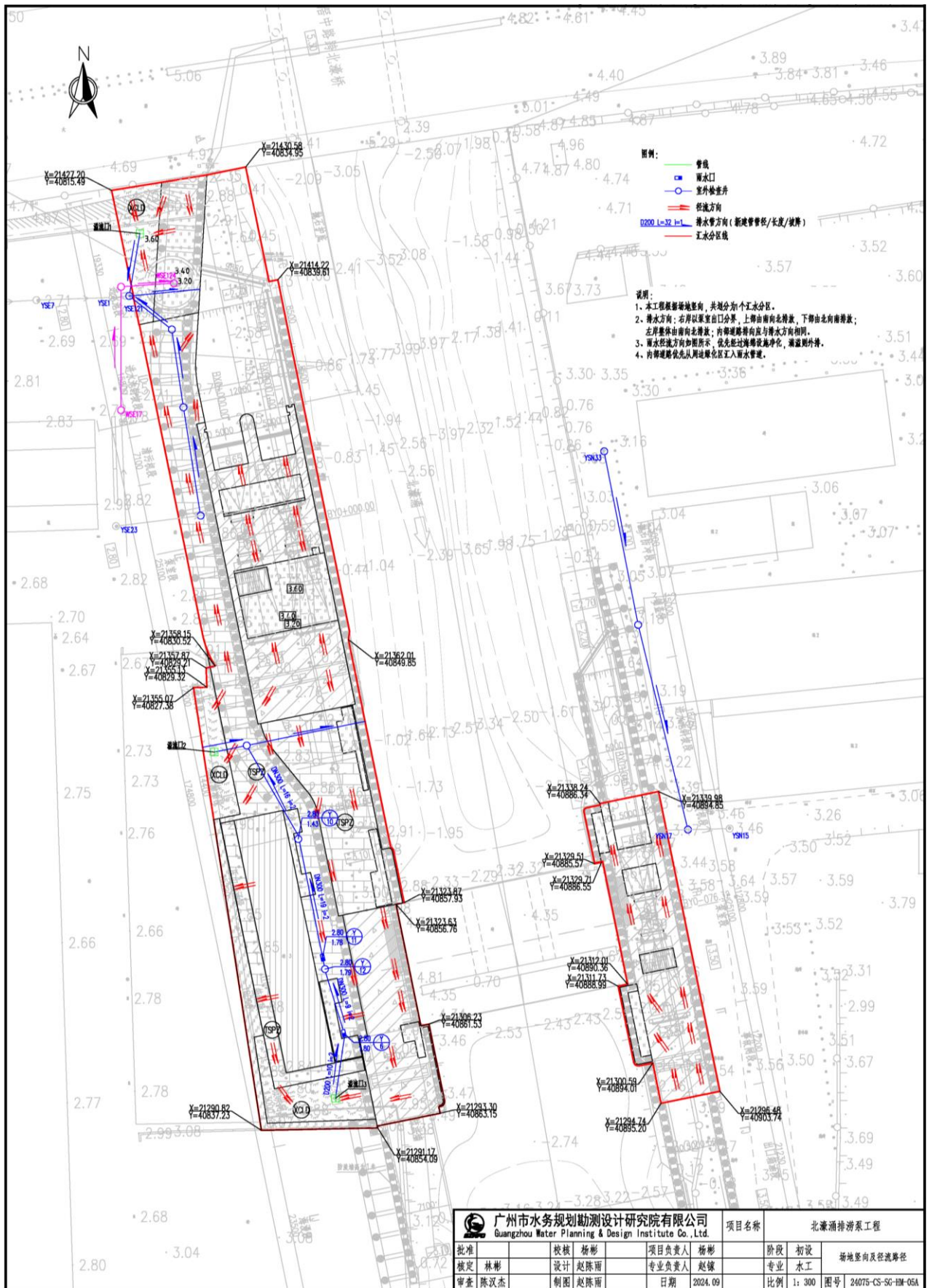


图18-4 场地竖向及径流路径

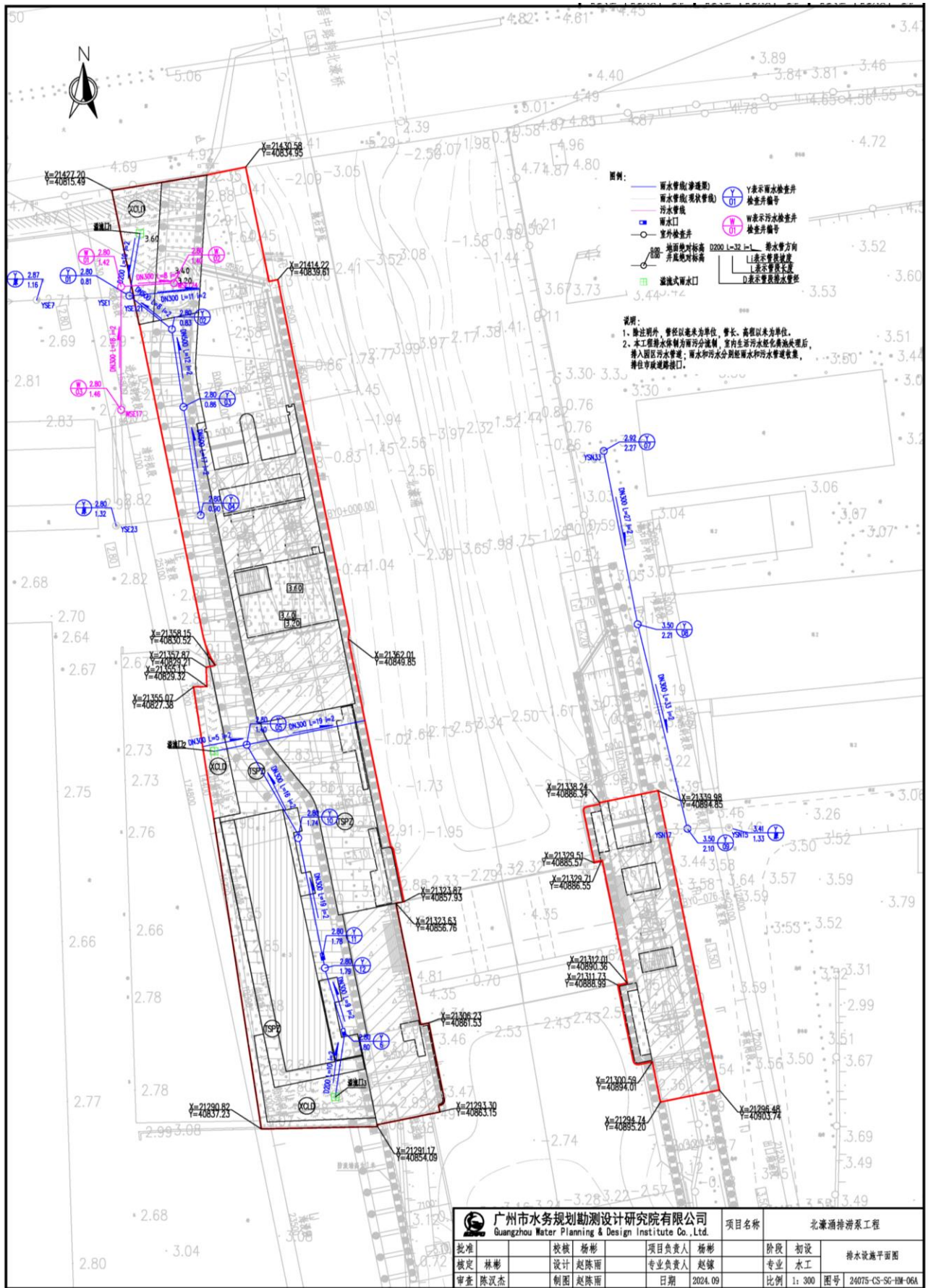


图18-5 排水设施平面图

## 19 树木保护方案

### 19.1 编制目的

为深入贯彻习近平生态文明思想，践行绿水青山就是金山银山的发展理念，做好广州市城市树木保护工作，落实建设项目和城市更新项目中树木保护的各项要求，特编制该项目城市树木保护专篇。

### 19.2 编制原则

坚持“保护优先、分级保护、全程保护、合理利用”的原则，保护树木及其生境。

#### (1) 保护优先

落实“保护优先”的原则，最大限度地减少对绿地的占用和树木的迁移、砍伐。

#### (2) 分级保护

古树名木须原址保护、古树后续资源原则上原址保护、大树和其他树木实施最大限度地避让和保护。

#### (3) 全程保护

项目全过程树木保护措施，包括施工前、施工中和施工后的保护及养护措施。

#### (4) 合理利用

经论证审批确需迁移的树木，优先就地迁移至本项目的绿地利用，本项目无法安排利用的，迁移至临近公共绿地或其他绿地；远距离迁移须论证其必要性和可行性；迁移过程按照技术标准实施，采用免（少）修剪移植等先进技术，严控树冠修剪量，确保迁移树木的成活率和完好率。

### 19.3 编制依据

专章的编制依据包括但不限于以下文件，日期仅代表当前现行版本，后续更新版本（包括所有的修改单）应替换现版本，各项目根据实际情况补充上位规划。

#### 19.3.1 法律法规

- (1) 《广州市绿化条例》（2022年修正）
- (2) 《城市绿化条例》（2017年修订）
- (3) 《广东省城市绿化条例》（2023年修正）

- (4) 《广州市公园条例》(2015 年实施)
- (5) 《土地管理法》(2019 年修正)
- (6) 《中华人民共和国环境法》(2014 年修订保护)
- (7) 《中华人民共和国森林法》(2019 年修订)
- (8) 《城市古树名木保护管理办法》(2000 年实施)

#### 19.3.1.1 指导性文件

- (1) 《住房城乡建设部关于促进城市园林绿化事业健康发展的指导意见》(建城〔2012〕166 号)
- (2) 《全国绿化委员会关于进一步加强古树名木保护管理的意见》(全绿字〔2016〕1 号)
- (3) 《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》(国办发〔2021〕19 号)
- (4) 《住房和城乡建设部关于在实施城市更新行动中防止大拆大建问题的通知》(建科〔2021〕63 号)
- (5) 《广东省人民政府办公厅关于科学绿化的实施意见》(粤府办〔2021〕48 号)
- (6) 《广州市关于科学绿化的实施意见》(穗办〔2021〕11 号)
- (7) 《广州市关于在城市更新行动中防止大拆大建问题的实施意见(试行)》(穗办〔2021〕12 号)
- (8) 《广州市城市树木保护专章编制指引》(穗林业园林通〔2022〕176 号)

#### 19.3.1.2 技术标准和规范

- (1) 《泵站设计标准》(GB 50265-2022)
- (2) 《水闸设计规范》(SL265-2016)
- (3) 《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)
- (4) 《绿化工程施工及验收规范》(CJJ82-2012)
- (5) 《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》(GB/T31755-2015)
- (6) 《园林绿化工程项目规范》(GB55014-2021)
- (7) 《古树名木鉴定规范》(LY/T2737-2016)
- (8) 《园林绿地养护管理技术规范》(B4401/T6-2018)
- (9) 《园林树木安全性评价技术规范》(DB4401/T17-2019)



(10)《广州市树木修剪技术指引(试行)》(2021.9)

(11)《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》(GB/T31755-2015)

### 19.3.2 植物名录

(1)《中国主要栽培珍贵树种参考名录》(2022年版)

(2)《国家重点保护野生植物名录》(2021年)

### 19.3.3 名词解释

古树：树龄在 100 年以上的树木。

名木：珍贵稀有、具有历史价值和纪念意义及重要科研价值的树木。

古树后续资源：树龄在 80 年以上不足 100 年的树木或胸径 80cm 以上的树木。

大树：胸径 20cm 以上不足 80cm 的树木。

其他树木：胸径小于 20cm 的树木。

现有绿地：目前已经种植绿化植物的绿化用地。

连片成林：附着有乔木植被，郁闭度 $\geq 0.20$ ，连续面积大于  $0.067\text{hm}^2$  的树木群落。

本文件所称“以上”包含本数。

## 19.4 树木资源调查

### 19.4.1 调查内容与方法

#### 19.4.1.1 调查范围

对项目用地红线范围内的现状树木资源进行调查，调查面积约  $3417.12\text{m}^2$ ，调查范围如图 19-1。

#### 19.4.1.2 调查对象

本项目调查范围内现有绿地（类型、数量、面积和位置），连片成林（范围、面积、树木数量及主要树种），大树以上树木资源的基本信息（树种、科属、拉丁学名、地理位置）、生长状况（整体长势、株高、胸径/胸围、冠幅、存在问题）、立地环境；其他树木树种、胸径范围、数量及地理位置。

#### 19.4.1.3 树木调查方法

(1) 全面调查本项目施工红线范围内的所有树木，并按照保护标准进行每木分级调查



1) 测量树高：用测距测高仪在距离目标树木一定距离的地方分别瞄准树木基部和树顶测量，仪器将给出准确的树高，精确至 m（保留一位小数点）。

2) 测量冠幅：用皮尺对树木东西、南北两个方向树冠长度进行测量，精确至 m（保留一位小数点）；也可以结合 RTK 无人机进行正射影像航拍后拼图进行冠幅圈定。

3) 测量胸径：能用胸径尺测量的直接测量胸径大小（1.3m 处测量胸径）；用皮尺测量胸围的（用皮尺/卷尺在树干 1.2~1.3m 处测量树杆胸围大小）并除以 3.14 后计算树木胸径；分枝点低于 1.2~1.3m 的树木，测量地径大小，并测量每个分枝的主杆直径。

4) 生长势分析：根据树木长势情况，判断树木长势属于正常株、衰弱株、濒危株、死亡株。

5) 立地环境：根据立地土壤状况、硬质铺装程度、周边建筑情况、树干附近杂物堆放情况分为三级：良好、一般、较差。

6) 位置：使用华测 RTK 定位仪记录胸径 $\geq 20\text{cm}$  树木的经纬度信息，精确至小数点后 6 位。

7) 拍摄照片：拍摄树木全景、立地环境、树干等照片。

8) 调查设备：调查采用无人机航拍、矢量数据处理及现场踏勘实测相结合的工作方法，所用的设备包括 RTK、无人机、激光测树仪、树木根系雷达、扫描仪、塔尺、树龄测量仪、胸径尺、皮尺、卷尺等。

9) 树龄鉴定：对疑似古树后续资源的树木需展开树龄鉴定，明确是否为古树后续资源。

## (2) 绿地、连片成林树木边界测量

绿地和连片成林的位置和面积，可采用解析法、三维激光扫描法及无人机倾斜摄影测量法等。绿地、连片成林树木边界测量要求如下：

1) 测量项目范围内各地块现有绿地（上图面积需满足 400 平方米以上）的边界，逐一进行编号登记并采集基本信息，包括位置、面积、拍摄现有绿地俯视图、内部环境照片及外部观测照片等。

2) 测量项目范围内各地块连片成林树木的投影范围边界，逐一进行编号登记并采集基本信息，包括位置、面积、拍摄连片成林树木的俯视图、内部环境照片及外部观测照片等。

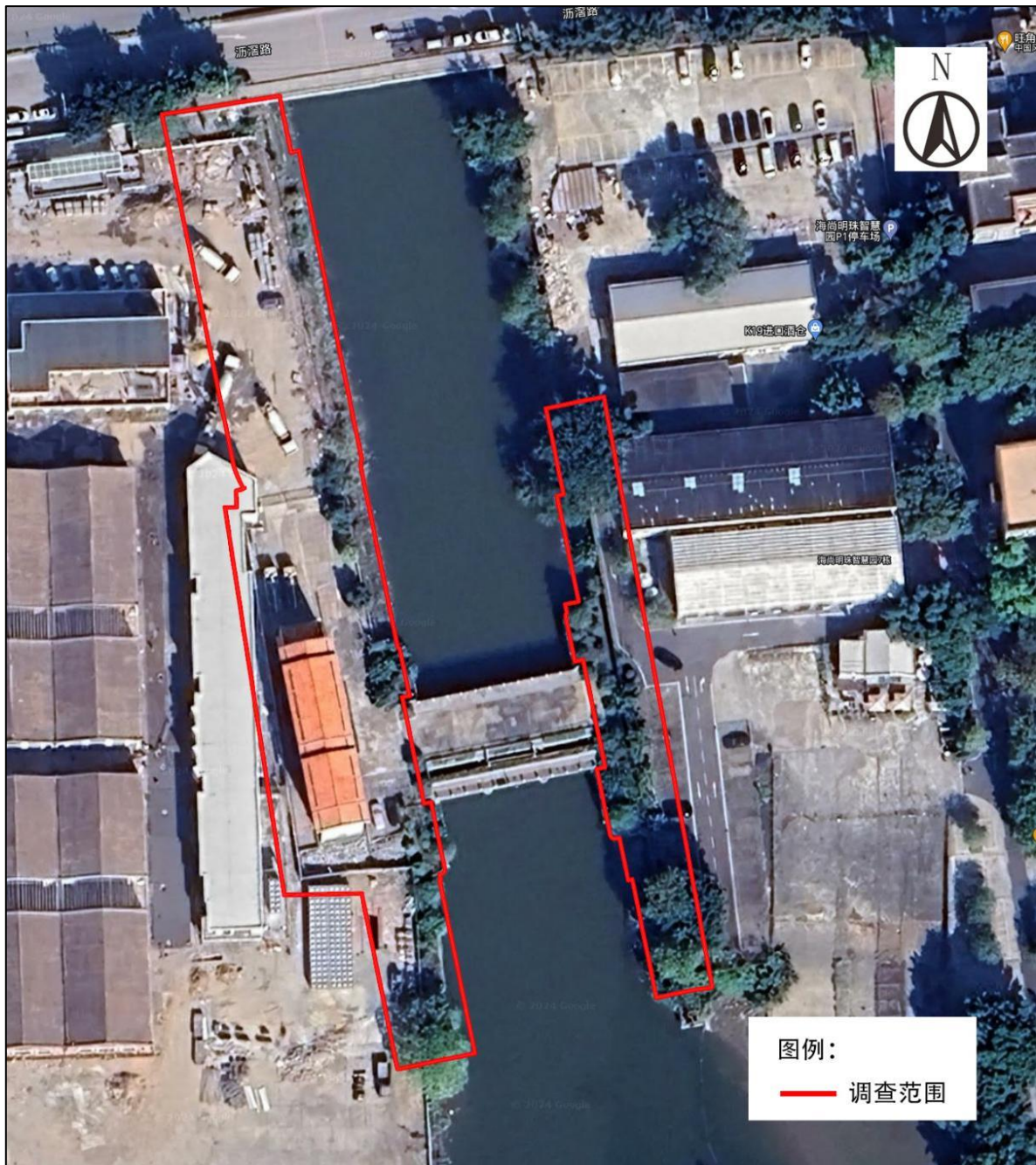


图19-1 项目调查范围

## 19.4.2 资源状况分析

### 19.4.2.1 总体概况

经统计，本项目调查范围内现有绿地 3 块，无连片成林分布，共有树木 59 株，其中挂牌古树名木 0 株；无古树后续资源；大树资源 10 株，树种为构树、苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆、细叶榕、黄葛树；其他树木 49 株，树种分别为波罗蜜、番石榴、构树、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、杧果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。



采用哈钦松植物分类系统，树木隶属 12 科 19 种。树种为岭南常见树种。树木大部分长势正常，但立地环境普遍一般，存在生长环境地面硬质化、靠近建筑物等问题。树木分类统计详见表 19-1，树木种类统计详见 19-2，树木分布图详见图 19-2。

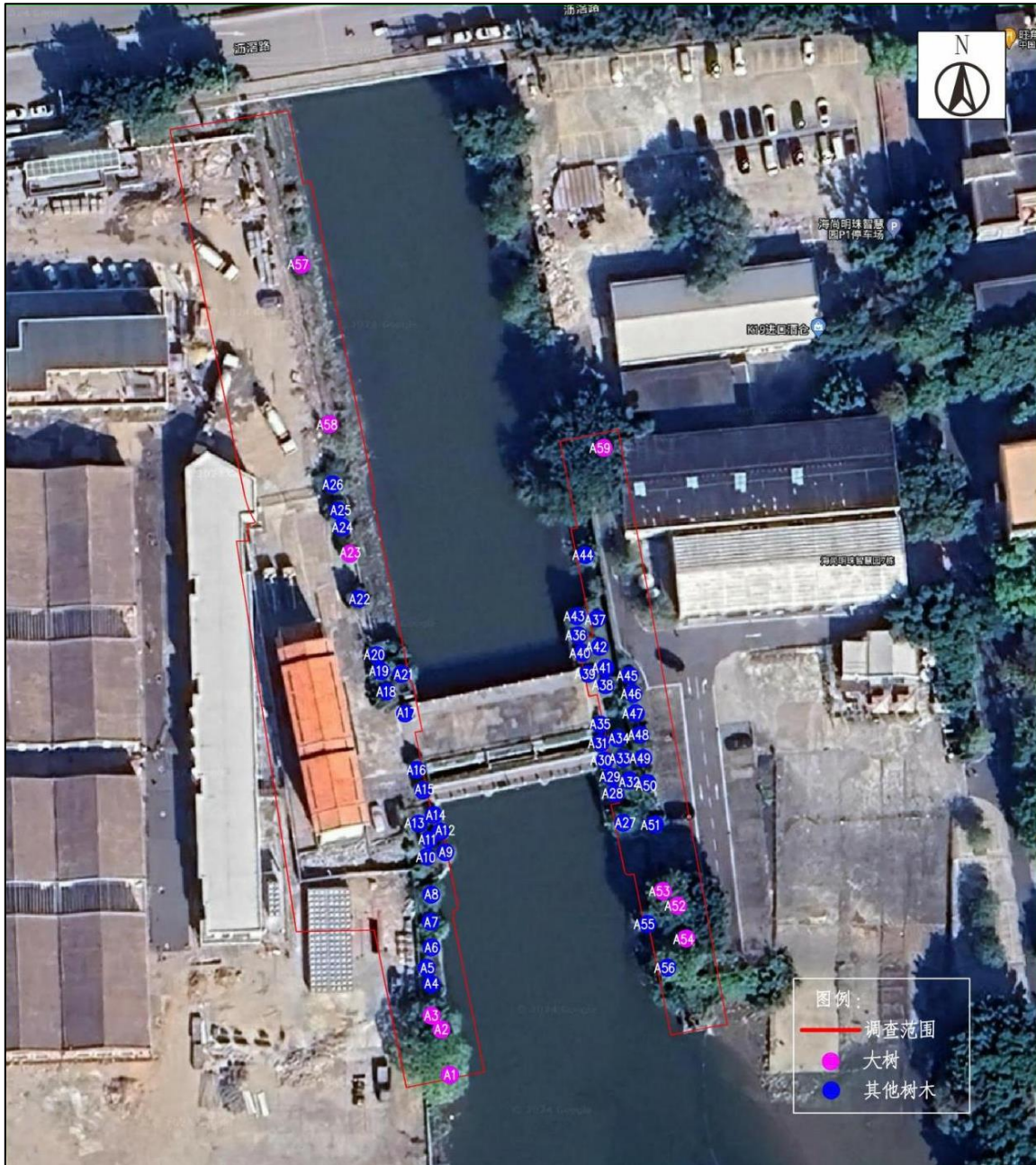


图19-2 树木现状分布图

表19-1 树木分类统计表

树木胸径分类	数量（单位：株）	占比（单位：%）
古树名木	0	0
古树后续资源	0	0
大树	10	16.95
其他树木	49	83.05
总计	<b>59</b>	<b>100</b>

表19-2 树木种类统计表

序号	科名	植物名称	数量 (株)					合计
			胸径 20cm 以下	胸径 20~40cm	胸径 40~60cm	胸径 60~80cm	胸径 80cm 以上	
1	楝科	苦楝			1			1
2	锦葵科	美丽异木棉		1	1			2
3	漆树科	芒果	2					2
4	蔷薇科	枇杷	1					1
5	豆科	降香	7					7
6	桑科	构树	2	3				5
7		细叶榕	3		1			4
8		波罗蜜	2					2
9		黑桑	1					1
10		黄葛树				1		1
11	山榄科	人心果	1					1
12	桃金娘科	水翁蒲桃	4					4
13		番石榴	1					1
14	无患子科	荔枝	10					10
15		龙眼	12					12
16	无患子科	栾树		1				1
17	梧桐科	苹婆	1	1				2
18	芸香科	黄皮	1					1
19	酢浆草科	阳桃	1					1
	合计		49	6	3	1	0	59

#### 19.4.2.2 现有绿地

本项目红线范围内，存在现有绿地 3 块，面积分别为 389m<sup>2</sup>、554.8m<sup>2</sup>、718.8m<sup>2</sup>。

#### 19.4.2.3 连片成林

本项目调查范围内无连片成林分布。

#### 19.4.2.4 古树名木

本项目调查范围内无古树名木分布。

#### 19.4.2.5 古树后续资源

本项目调查范围内无古树后续资源分布。

#### 19.4.2.6 大树

本项目调查范围内大树有 10 株，属 7 个树种（详见表 19-3），树种分别为构树、苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆、细叶榕和黄葛树。

表19-3 大树种类及数量情况表

序号	树种	学名	科名	属名	数量 (株)	比例 (%)
1	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (Linn.) L'H é. ex Vent.	桑科	构属	3	30
2	苦楝	<i>Melia azedarach</i> L.	楝科	楝属	1	10
3	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	无患子科	栾属	1	10
4	美丽异木棉	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	锦葵科	吉贝属	2	20
5	苹婆	<i>Sterculia lanceolata</i> Cav.	梧桐科	苹婆属	1	10
6	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科	榕属	1	10
7	黄葛树	<i>Ficus virens</i> Aiton	桑科	榕属	1	10
小计					10	100

#### 19.4.2.7 其他树木

在本项目调查范围内其他树木有 49 株，分属 15 个树种（详见表 19-4），树种分别为波罗蜜、番石榴、构树、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、杧果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。

表19-4 其他树木种类及数量情况表

序号	树种	学名	科名	属名	数量 (株)	比例 (%)
1	波罗蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	桑科	波罗蜜属	2	4.08
2	番石榴	<i>Psidium guajava</i> Linn.	桃金娘科	番石榴属	1	2.04
3	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (Linn.) L'H é. ex Vent.	桑科	构属	2	4.08
4	黑桑	<i>Morus nigra</i> L.	桑科	桑属	1	2.04
5	黄皮	<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels	芸香科	黄皮属	1	2.04
6	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	7	14.29
7	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	10	20.41
8	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	12	24.49
9	杧果	<i>Mangifera indica</i> L.	漆树科	杧果属	2	4.08
10	枇杷	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	蔷薇科	枇杷属	1	2.04
11	苹婆	<i>Sterculia lanceolata</i> Cav.	梧桐科	苹婆属	1	2.04
12	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i> DC.	桃金娘科	蒲桃属	4	8.16
13	人心果	<i>Manilkara zapota</i> (Linn.) van Royen	山榄科	铁线子属	1	2.04
14	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i>	桑科	榕属	3	6.12
15	杨桃	<i>Averrhoa carambola</i> L.	酢浆草科	阳桃属	1	20.4
小计					49	100

#### 19.4.2.8 生长状况分析

- (1) 生长势分析：本项目调查范围内的 59 株树木生长势均正常。
- (2) 立地环境分析：本项目调查范围内的 59 株树木立地环境均一般，个别存在存



在生长环境地面硬质化、靠近建筑物的问题（详见图 19-3）

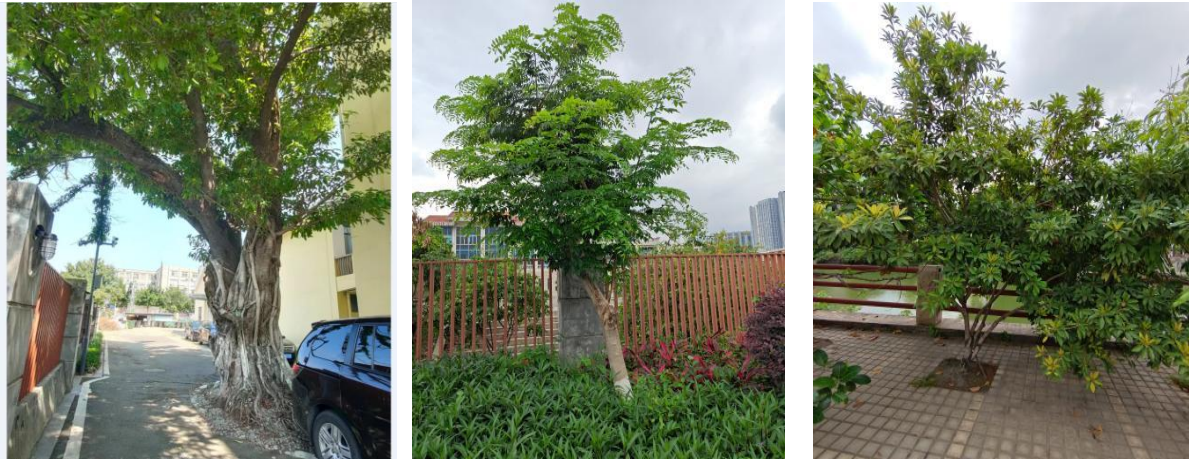


图19-3 树木立地环境图



图19-4 现有绿地分布图

### 19.4.3 健康和安全性评估

根据现场测量情况，项目范围内 59 株树木，健康情况良好，均为正常株。但后续仍需定期检查树木健康状况，针对生长状况衰弱级别的树木制定养护措施。

## 19.5 选址与布置方案和总体利用概况

### 19.5.1 树木保护迁移方案总体原则

遵循树木分级保护利用原则。

(1) 依据《广州市绿化条例》，严格落实古树名木、古树后续资源保护要求，并要求大树、其他树木优先进行保护利用。

(2) 对古树名木、古树后续资源进行健康状况及安全性综合评估；并按照《广州市绿化条例》要求划定保护范围，根据树木生长状况和保护现状编制原址保护措施。

(3) 对其他树木应提出保护和利用措施，涉及大树的，应以原址保留为主。确实需要迁移的树木，要论证其必要性，原则上在项目范围内回迁利用。

(4) 对于严重病虫害、死亡，不具备迁移、施工条件，或其他特殊情形的树木，应提出合理的处置措施。

### 19.5.2 选址与布置方案

本次新建泵站泵址选定在右岸广州港集团大干围码头地块靠近上游侧、左岸中海工业集团权属红线与河道管理范围线之间，泵站采用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 贯流泵，分布两岸，右岸 2 台机组 (2×20m<sup>3</sup>/s) + 左岸 1 台机组 (20m<sup>3</sup>/s) 布置。

本次新建排涝泵站采用地下干室泵房。泵站左岸采用正向进水，正向出水，右岸采用侧向进出水，出口设置工作闸门及事故闸门，进水、出水流态均较好。

新建泵站选址与布置方案具体参照本报告 5.3 章节。

### 19.5.3 总体保护利用概况

本着最大限度保护利用现有树木资源的原则，最大限度地对大树及其他树木最大限度避让。

所有树木资源实施全过程的保护，经评估、论证、审批后确需迁移的树木，优先考虑一次迁移到位，尽量减少二次迁移，迁移措施按照技术规范的要求实施，确保迁移树木的成活率和完好率。

项目调查范围内现有的树木主要有岭南常见树种，共统计树木 59 株。现因地块开发建设，范围内的树木确实无法避让，因此需要对项目用地内 54 株树木采取相应的迁移保护措施，5 株树木采取砍伐处理。





图19-5 施工总平面布置与树木拟处理方式图

## 19.6 原址保护

本项目范围内不涉及原址保护树木。

## 19.7 迁移利用

### 19.7.1 树木清单

本项目建设范围内共有 59 株树木，结合后续项目建设方案，在充分摸查项目调查范围内植物分布、大小、品种等情况后，经分析，现状树木资源中 54 株树木与项目建设方案存在冲突需进行迁移保护。详见表 19-5。



表19-5 拟迁移利用树木清单表

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)
1	A1	大树	苦楝	43.5	28	A30	其他树木	龙眼	8
2	A4	其他树木	细叶榕	5	29	A31	其他树木	龙眼	8
3	A5	其他树木	细叶榕	8	30	A32	其他树木	龙眼	5
4	A6	其他树木	细叶榕	7	31	A33	其他树木	龙眼	5
5	A7	其他树木	水翁蒲桃	7	32	A34	其他树木	龙眼	5
6	A8	其他树木	水翁蒲桃	10	33	A35	其他树木	龙眼	5
7	A9	其他树木	荔枝	5	34	A36	其他树木	枇杷	10
8	A10	其他树木	荔枝	6	35	A37	其他树木	番石榴	6
9	A11	其他树木	杧果	10	36	A38	其他树木	阳桃	5
10	A12	其他树木	荔枝	6	37	A39	其他树木	龙眼	8
11	A13	其他树木	黑桑	8	38	A40	其他树木	龙眼	8
12	A14	其他树木	荔枝	6	39	A41	其他树木	龙眼	8
13	A15	其他树木	荔枝	6	40	A42	其他树木	龙眼	8
14	A16	其他树木	荔枝	8	41	A43	其他树木	水翁蒲桃	10
15	A17	其他树木	荔枝	5	42	A44	其他树木	杧果	8
16	A18	其他树木	荔枝	8	43	A45	其他树木	降香	8
17	A19	其他树木	荔枝	8	44	A46	其他树木	降香	8
18	A20	其他树木	水翁蒲桃	8	45	A47	其他树木	降香	8
19	A21	其他树木	荔枝	8	46	A48	其他树木	降香	9
20	A22	其他树木	波罗蜜	15	47	A49	其他树木	降香	8
21	A23	大树	苹婆	20	48	A50	其他树木	降香	6
22	A24	其他树木	黄皮	5	49	A51	其他树木	降香	10
23	A25	其他树木	人心果	8	50	A52	大树	细叶榕	49.7
24	A26	其他树木	波罗蜜	15	51	A53	大树	美丽异木棉	38.7
25	A27	其他树木	苹婆	13	52	A54	大树	美丽异木棉	52
26	A28	其他树木	龙眼	10	53	A57	大树	栎树	23
27	A29	其他树木	龙眼	10	54	A59	大树	黄葛树	78.3

## 19.7.2 树木迁移的必要性分析

### (1) 工程建设的需要

本工程为水闸重建工程，主要为提高全社会自然灾害防治能力，提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力；要实施防汛抗旱水利提升工程，完善防汛抗旱工程体系。本项目是贯彻新时代治水思路，提升抵御洪涝灾害能力的重要举措。

本项目建设任务重，现状树木总体分布较为零散，若树木全部按原址保护的方式保护树木，将对项目整体设计方案及建设产生较大影响，同时增加对树木保护的难度。



工程施工可能会导致植被的生境破坏，从而影响植物的生存和繁衍。

工程施工可能会导致生态平衡的失衡，包括植物群落的改变、生物多样性的下降等，对生态系统造成间接的影响。

### (3) 工程建设无法避让

根据现场树木分布情况调查，59 株树木分布在现有水闸两侧，泵址选定位置也分布在现有水闸两侧，现有树木与新建水闸基坑开挖、新建管理房存在位置上冲突，无法避让。如将泵站布置在右岸广州港地块，主体结构距离珠江 150m 处，虽可减少需要迁移的树木，但是新建泵站进水段流态较差，需考虑导水墙结构以改善流态，泵站支护结构边线距离岸上房屋最小距离处约为 1m，支护桩顶位移接近允许值上限，此方案难以达到本次泵站重建的目的。

## 19.7.3 迁移事项要求

### 19.7.3.1 迁移原则

(1) 规范程序：对于确需移植或砍伐的树木应依法依规办理移植或砍伐审批手续，审批结果及时在指定网站做好公开公示。施工时，应在现场显著位置设立告示牌进行公示。对未经审批的移植、砍伐行为要从严处罚。

(2) 妥善管理：应留尽留，最大限度保护。

(3) 质量管控：严把苗木质量关，对现有移植树种需要严格规范实行质量保证。保证移植过程中的树木存活率。

(4) 专业施工：绿化工程建设严格按照施工规范进行。地形整理、树穴开挖、基肥施放等必须符合设计要求，严禁偷工减料。

(5) 精细养护：对苗木进行科学管理，规范树木培育、病虫害防治、树木健康评估、树木修剪等工作。合理修剪树木，避免对原有和新种树木过度截枝截干。

### 19.7.3.2 迁入地的选择要求

本项目建设范围内需迁移的 54 株树木将永久迁移至广州市海珠区南洲海珠湿地三期处进行迁移保护。树木迁移需提前对迁入地块的土壤理化性质进行化验分析，采取相应的土壤改良、施肥和置换客土等措施。采取少修剪移植技术，可最大限度地保留原有的树形、树冠，保证较好的景观效果，确保迁移树木的成活率和完好率。



施工单位对项目范围内迁移的树木实行清单管理，做好建档、管养、利用等工作，并进行全过程监控，管养到竣工验收，且对成活率负责，根据“《广州市园林绿化工程项目全过程监督管理指引（第一版）》”树木迁移成活率应达到85%以上。



图19-7 迁入地位置



图19-8 拟迁入位置现场图

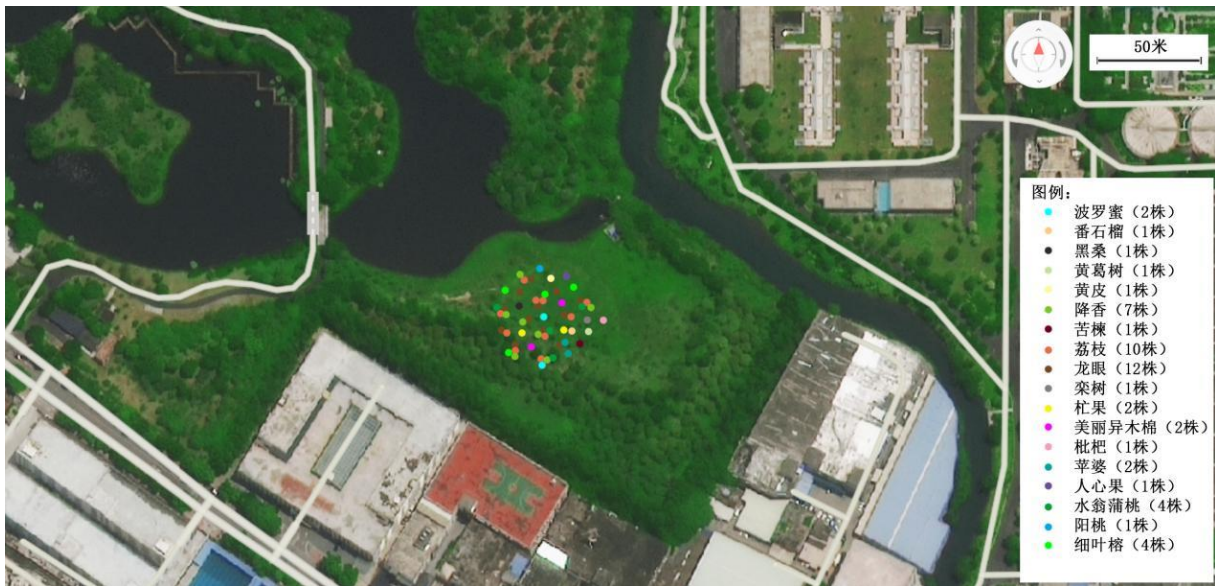


图19-9 拟迁入位置树木种植图

### 19.7.3.3 树木的权属关系

本项目需迁移的树木权属单位和养护单位均为广州市海珠区河涌管理所，迁移单位为广州市海珠城发生态景观有限公司。树木永久迁移至广州市海珠区南洲海珠湿地三期后，由迁移单位养护1年，后权属单位及养护单位移交给广州市海珠湿地维护中心。

### 19.7.3.4 技术指标要求

(1) 优先考虑少修剪移植，保持树木原有树形。

(2) 查树木迁入地现状，包括与原址距离、面积、土壤立地、地下水位、配套设施等调查，迁入地的土壤应满足《园林种植土（DB4401/T36-2019）》的要求，否则应事先进行土壤改良。

(3) 树木迁移前的保护措施，包括土球挖掘及包裹、树木保护等；迁移施工具体措施，包括吊装固定、树木装载、定植、透气管埋设、遮阳保湿等，参考《园林绿化工程施工及验收规范（CJJ-82-2012）》的要求；树木迁移后的养护措施，包括记录生长状况、浇水、促根、施肥、病虫害防治、疏枝修剪、特殊天气安全防护等措施。养护应满足《园林绿地养护技术规范（DB4401/T6-2018）》的作业要求。

## 19.7.4 树木迁移保护措施

### 19.7.4.1 迁移树木前期准备

(一) 迁入地的现状

树木迁移至海珠区水利设施养护所进行迁移保护。提前对该地区的土壤理化性质进

行化验分析，采取相应的土壤改良、施肥和置换客土等措施。

## （二）迁入地的土壤理化性质要求

迁移地严禁使用含有害成分的土壤，迁移土壤有效土层下不得有不透水层。迁移树种栽植土应包括客土、原土利用、栽植基质，栽植土应符合下列规定：

（1）土壤 pH 值应符合本地区栽植土标准或按 pH 值 5.5-7.5 进行选择。

（2）土壤 EC 含量为 0.16—0.80(mS/cm)。

（3）土壤有机质含量不应小 17.6 (g/kg)。

（4）土壤径块不应大于 5cm。

（5）质地为砂质壤土、壤土、粉砂壤土、砂质黏壤土、黏壤土活粉质黏壤土。

（6）栽植土应见证取样，经有资质检测单位检测并在迁移前取得符合要求的测试结果。

（7）栽植土验收批及取样方法应符合下列规定：

取样密度大小主要根据绿化面积和土质均匀度，一般不大于 2000m<sup>2</sup> 采集一个混合土样，绿化面积 >30000 m<sup>2</sup> 可以根据现场实际情况适当放宽采样密度，取样点相应增加；土质不均匀适当增加取样密度。采用“蛇形”（即“S”形）取样法采集一个混合土样（至少由 5 个取样点组成），用四分法分取。每个混合土样宜为 1kg。

种植乔木采样深度应采集 0cm~150cm 的土样。

### 19.7.4.2 交通疏导方案

当交通拥堵情况发生时候，忙通知项目经理部并迅速开辟运输通道，组织指挥车辆通告，确保运输畅通。必要时请当地交警大队协助。

设置线路标志，确保运输畅通。具体事则：当出现交通堵塞时，分三级应急响应。

（1）当出现小范围或局部交通堵塞（15 分钟以上）。启动一般应急响应，施工现场领导立即组织指挥疏导交通，将情况及时反馈应急指挥部：使其选择好线路以及时间，避免出现堵塞情况。

（2）当出现大范围范围交通堵塞（30 分钟以上），启动较大级应急响应，施工现场领导立即组织指挥疏导交通并通知应急指挥部，要求增加人员协助疏散交通。应急指挥部将情况通运输队，使其选择好线路以及时间，避免出现堵塞情况；并派人到现场指挥疏散。通知交警大队。

(3) 当出现大堵塞或大范围堵塞时（60 分钟以上），启动重大级应急响应，施工现场领导立即组织指挥疏导交通并通知应急指挥部，要求增加人员协助疏散交通，并联系交警大队请求协助帮助。应急指挥部做好施工现场安全区域的防范，最大限度提供车辆通行的条件，并与交警大队保持紧密联系，应急指挥部通知运输队暂停出车，现场领导紧急寻找其他通道，以便运输车从其他不堵塞区域进入施工现场。交警大队如有需要应在交警的指挥下协助交警做好交通疏导工作。应急指挥部严密观察交通情况，在疏导问题解决后的第一时间内，尽快开展施工。

#### 19.7.4.3 迁移施工措施要求

##### (1) 编号

开始迁移前，可把乔木按设计同一编号，并做好标记，以便后续装运及移植时对号入座，减少现场混乱及事故。并对每一株树建档案，档案持续记录每株树木的后续养护措施等。

##### (2) 断根

树木断根应在迁移实施前进行切根处理；大树切根应分期进行，切根范围宜比挖掘范围小 10cm 左右，2cm 以上切根面及时涂树木伤口愈合剂，断根区须回填腐殖土。

##### (3) 修剪

树木迁移前，应进行修剪。剪去病枯枝、徒长枝、内膛枝等；适量疏枝，枝叶集生树干顶部的苗木可不修剪，大树宜在疏剪后缩冠。修剪直径 3cm 以上大枝及粗根，切口应光滑平整，消毒并涂树木伤口愈合剂。修剪的程度，应该根据主、侧枝间的生长习性、树龄及树种的特性决定。在整形时，为使主枝间的生长势平衡且保持树冠均匀，应采用“强主枝重剪，弱主枝轻剪”的原则。观花或观果树木，应适当疏蕾删果，清除更新衰老枝。

##### (4) 拢冠及支撑

根据树木原生长地位置和观赏面，对树木做好南北方向定位编号，收扎树冠时应由上至下，由内至外，依次向内收紧，大枝扎缚处要垫橡皮等软物，不应挫伤树木。树干、主枝用草绳或草皮进行包扎保护。在土球挖掘前，采用三角支撑或浪风绳牵引（或两者并用）的方式做好树木支撑，确保土球挖掘时，树木不倾倒。支柱底部应牢固支持在地面，与地面呈 60 度角；且底部应立在挖掘范围以外，以免妨碍挖掘工作。



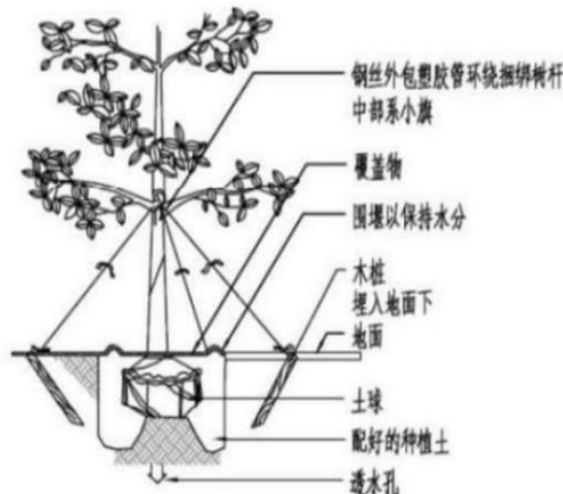


图19-10 乔木支撑方式

(5) 种植穴准备

种植穴的大小、形状、深浅应根据迁移树木泥球大小、形状而定，种植穴必须符合上大下小一致的规格。栽植穴应根据土球的直径（或长宽）加大 60cm~80cm，深度增加 20cm~30cm。栽植地土质条件差或受污染严重的土质应清除废土更换种植土，并及时填好回填土。树穴基部需施基肥。地势较低处种植时，应采取堆土种植法，堆土高度根据地势而定。

(6) 浇水及清除障碍物

大树起挖前数日，根据土壤干湿情况适当灌水，以防挖掘时土壤过于干燥导致土球松散。在起树前，应把树干周围 2~3m 以内的障碍物清除干净，并将地面大致整平。

19.7.4.4 移植

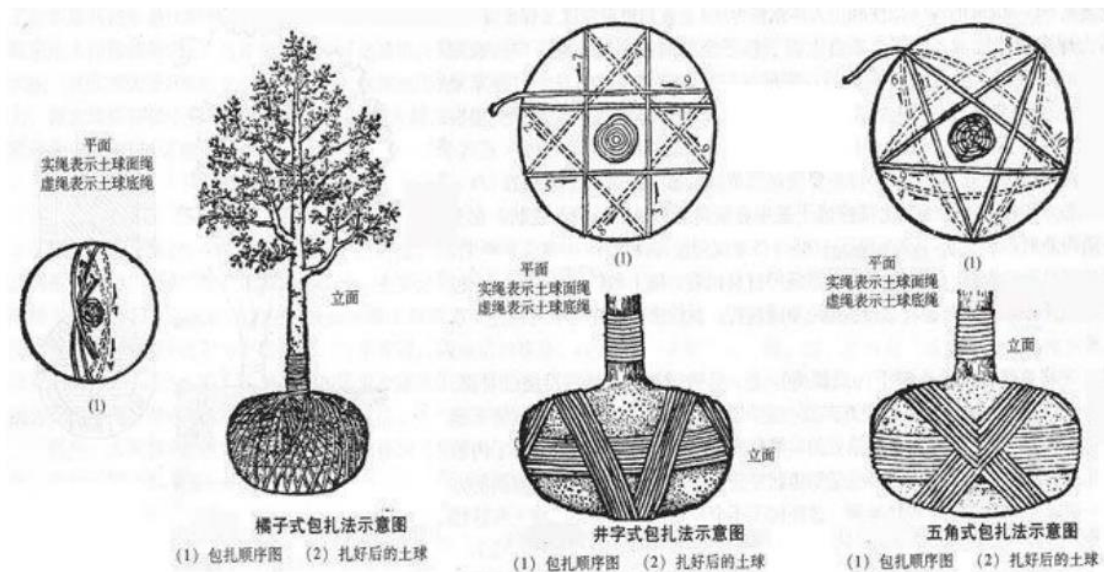


图19-11 土球包装示意图



软包扎移植方法:土球直径宜为树木胸径的7~10倍,土球直径范围外开挖操作沟,沟宽60~80cm,深度80~120cm。沟要垂直挖下,不应形成上大下小的尖锅形。去浮土并修整土球,遇大根须用手锯或修枝剪锯断。土球修正至2/3深度时,逐步向里以45°角收底。土球修好后扎腰箍,腰箍宽度为土球厚度的2/3。后采用五角(或井字、橘子式)包扎法,将土球包扎密实;土球较大时,采用双道腰箍,双道五角(或井字、橘子式)交叉包扎,确保土球不散。

#### 19.7.4.5 起吊运输

(1) 起吊的机具和装运车辆的承受能力,都必须超过树木和泥球的重量之和1倍以上。

(2) 起吊绳必须能承受树木的重量和起吊时的压力,起吊部位必须设置在重心部位。吊装过程中用3~4层无纺布包裹树干,土球和起吊绳接触处须垫木板,到位后将土球放稳,用木板等物卡紧以避免滚动。

(3) 起吊人必须服从地面施工负责人指挥,相互密切配合,慢慢起吊,吊臂下和树周围除工地指挥者外不准留人。

(4) 树木吊起后,装运车辆必须密切配合装运,轻抬、轻卸、轻放,做到树木土球不破损碎裂,根盘无擦伤、撕裂,枝干保持完好。

(5) 装车时树根必须在车头部位,树冠在车尾部位,泥球要垫稳,树身与车板接触处,必须垫软物,并作固定。

#### 19.7.4.6 种植

(1) 树木运到种植地后应检查树干、树冠和土球损伤情况。土球大小规格和种植穴规格应适宜。土球有松散漏底的,应在漏底对应种植穴的部位填上种植土。

(2) 树木种植后,根茎部位高出地面20~30cm。

(3) 定植起吊前可在树干上捆绑两根绳索,以便吊装和定植时用人力控制方向;定植起吊时使树体直立,以便直接进树穴;距树穴20~30cm时,由指挥员掌握好定植方位,应尽量符合树木原生长朝向。将树木轻落树穴中,稳住树体。

(4) 树木落入树穴后,首先应拉好浪风绳。用软包扎移植的,先去掉包装材料,然后均匀填上种植土,分层夯实。用刚性包扎法移植的,树木移至种植穴后,拆除可脱卸安装,抽出底部钢板,并卸掉四面钢板,抽底板时防止树木移动,然后均匀填土,分层夯实。

(5) 大树的支撑宜用钢管或树木支撑专业设备进行三角或四角支撑，也可用细钢丝绳牵拉埋深支撑，绳与树干相接处垫软物。必要时，部分大树需要用钢架来固定支撑。

(6) 支撑宜在树干高 2/3 处或树干二级分叉处，采用三角撑时一根撑杆必须面向主风向，其它两根可均匀分布。发现土面下沉时，必须及时升高扎缚部位，以免吊桩。

(7) 树木定植时，回填 1/3 土时，浇第一遍水，使土下沉，整理树穴；继续回填至和土球齐平时，浇足第二遍水。定植后做好水圈，水圈内径与树穴重叠，深度 20~30cm。



图19-12 树木定植示意图

#### 19.7.4.7 树木养护管理要求

##### (1) 建档管理

树木迁移后须有专业人员养护，做好现场管理工作，对每株树木的后续养护措施均记入树木档案。

##### (2) 灌溉与排水

迁移的植树木应根据不同树种和立地条件以及气候情况，进行适时适量的灌溉，保持土壤中有效水分。生长在立地条件较差或对水分和空气湿度温度要求较高的树种，必须防止干旱，还应适当进行叶面喷水。灌溉前应松土。灌溉时间，夏季以早晚为宜，冬季以中午为宜。特别注意雨后积水情况，如有积水情况应立即开沟排水。

##### (3) 中耕除草

迁移树木生长势较弱，应及时清除影响新栽树木生长的杂草。新迁移的树木基部附近土壤常因灌水而板结，应及时松土。除草可结合中耕进行，在生长季节，应每月进行一次，中耕深度以不影响根系为宜。

#### (4) 施肥

迁移树木应按生长情况和观赏要求适当施肥。为扩大树冠，以氮肥为主；为促进开花结果，以磷、钾肥为主。肥料应以有机肥为主，若施用化肥，应以复合肥为主。迁移第一年可采用少量多次的方式进行施肥，移植第一年宜采用速效肥。移植第二年起每年施肥 2~4 次，早春或秋季进行。生长较差或生长较慢的迁移树木，在生长季节可每月进行根追肥一次，追肥浓度必须适宜。

#### (5) 整形修剪

迁移树木可在保留自然树形或原有造型基础上修剪。通过修剪，调整树形，促进生长。迁移观花或观果树木，应适当疏蕾除果。迁移树木根系或土球损伤严重或生长势较衰弱者，应进行强剪，甚至短截枝，促抽生强枝，恢复树势，枝稀疏者可多摘心，促新枝茂盛。主梢明显的乔木类，应保护顶芽。孤植树应保留下枝，保持树冠丰满。

#### (6) 保护措施

如遇持续高温干旱，除及时灌溉外，应按新迁移树木的抗旱能力，适当疏去部分叶。对新迁移的珍贵树木，必要时应遮阴和叶面喷水。

#### (7) 防风

对新迁移树木的原有支撑应经常检查，尤其是在台风来临前应及时加固或增设支撑。迎风面过大的树冠应适当疏枝。台风过后，应及时抢救扶正倾斜和倒伏树木，加固支撑物，修剪树冠清理残枝等。

#### (8) 防寒

凡易受冻害的新栽树木，冬季寒潮来临前应采取根际培土、主干包扎或设立风障等防治措施。防寒工作宜在 11 月进行，12 月上旬前完，第二年 4 月解开包扎物。树种在整个养护过程中，应防止人为践踏、碰撞和折损等影响树木生长行为。必要时可以设置栏杆围护。抢救性措施：对移植后长势衰弱的大树查明原因，针对其具体情况，采取特殊保护措施。

#### (9) 病虫害防治

贯彻“预防为主，综合治理”的防治方针，充分利用生物多样性原则，优先采取保护和增殖天敌的生物防治措施进行防治。应做好病虫害的预测预报工作，根据病虫害的发生规律，时做好迁移树种的病虫害的防治工作。防治效果应达到 90% 以上。严禁的开

放性地区使用剧毒、高毒和有关部门规定禁用的化学农药。使用化学农药用量严格按有关安全操作规程实行。

## 19.8 砍伐

### 19.8.1 砍伐清单

经调查，结合规划设计方案进行分析，现状树木资源中有 59 株树木与项目建设方案存在冲突，其中 5 株树木与项目建设内容冲突，且利用价值低不具备迁移利用条件的情况，建议进行清除处理；树种均为构树。清除处理的树木应充分论证其必要性，按照《广州市绿化条例》（2022 年修正）的规定向绿化行政主管部门进行申请。树木清单详见表 19-6。

表19-6 拟砍伐树木清单表

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)
1	A2	大树	构树	27
2	A3	大树	构树	25.3
3	A55	其他树木	构树	13
4	A56	其他树木	构树	13
5	A58	大树	构树	20

### 19.8.2 必要性分析

依据《广州市绿化条例》等相关规定：对人身安全、交通安全或者其他设施构成威胁严重影响，无法迁移或者无迁移价值的树木和已经死亡的树木，经绿化行政主管部门审批可对其砍伐。通过对本项目范围内的 5 株构树进行综合评价，建议将其按砍伐清除处理。

### 19.8.3 砍伐树木补植计划

根据树木砍伐方案，结合现场实际情况，选取 5 株树形完整的细叶榕假植苗进行补植。种植树木前，应先勘查种植区域的实地情况，清除地面垃圾、渣土以及地下管线，确保植物种植层土壤质量。

根据土球大小开挖种植穴，并对种植穴进行消毒，然后加入适量基肥与基质土。树木定植后，先对树干进行固定。最后，按比例向种植穴灌入适量的杀菌剂与营养剂的混合溶液，对树木进行杀菌和促根处理。

养护期为 1 年，日常养护管理措施同上。

表19-7 补植苗木表

序号	名称	胸径 (cm)	高度 (cm)	冠幅 (cm)	数量	单位	备注
1	细叶榕	10-15	450-500	350-400	5	株	假植苗, 树形完整



图19-13 树木迁移、补植种植图

## 19.9 结论与建议

依照相关规定及法律法规的要求, 结合相关规划建设需求, 及实地勘测、调研形成的树木调查情况, 基于树木利用和保护的原则的基础上, 拟定本树木保护专章主要结论及建议。

### 19.9.1 结论

#### (1) 树木调查结果

本项目调查范围内, 共有树木 59 株, 其中:

- 1) 调查范围内无现有绿地、无连片成林的分布, 无古树名木、古树后续资源分布。
- 2) 大树有 10 株, 树种分别为栾树、苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆、细叶榕和黄葛树。
- 3) 其他树木有 49 株, 树种分别为波罗蜜、番石榴、栾树、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、杧果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。

#### (2) 树木保护规划

迁移保护: 54 株

- 1) 大树 6 株, 树种分别为苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆、细叶榕和黄葛树。

2) 其他树木 47 株，树种分别为波罗蜜、番石榴、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、杧果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。

砍伐处理：5 株

1) 大树 3 株，树种均为构树。

2) 其他树木 2 株，树种均为构树。

(3) 树木调查及处理措施符合国家有关政策规定

编制单位在充分摸查改造范围内所有树木并进行分析处理的基础上，编制本专章，树木摸查和数据分析过程严格按照相关技术规范开展，对树木的分级保护建议符合《广州市绿化条例》等广州市地方政策的规定，本专章符合现行法律法规和技术规范要求。以最大限度避免树木砍伐迁移，此方案已是最优方案。

## 19.9.2 建议

(1) 下一步工作建议

根据《广州市绿化条例》第三十六条至三十八条规定，不得擅自砍伐、迁移树木，项目中涉及迁移、砍伐树木的应按程序报送绿化行政主管部门审批后才能实施，并按照国家有关规定补植或者采取其他补救措施。

(2) 施工过程建议



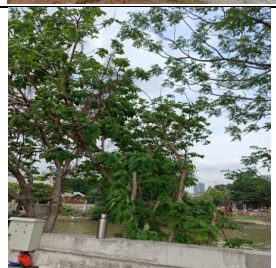

对每株树木进行全过程跟踪管理，全面落实树木保护职责及要求。施工过程中应及时在树干周围采取保护措施，进行有效保护范围围蔽措施，不得破坏树木及其立地生境，不得随意更改树木根茎处的地形标高。



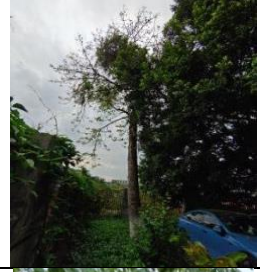

## 19.10 项目范围内树木迁移投资

本工程树木迁移及养护措施费为 20.00 万元。树木保护专章编制费为 12.60 万元。



表19-8 大树以上树木资源信息汇总表

序号	编号	树木类型	树种	学名	科名	属名	胸径 (cm)	株高 (m)	冠幅 (m)	位置	坐标	长势	立地环境	存在问题	图片
1	A1	大树	苦楝	<i>Melia azedarach</i> L.	楝科	楝属	43.5	6	7	河涌两岸	X:21.58 Y:41.437	正常	良好	无	
2	A2	大树	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	构属	27	4.5	5	河涌两岸	X:21.589 Y:41.436	正常	良好	无	
3	A3	大树	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	构属	25.3	5	5	河涌两岸	X:21.591 Y:41.434	正常	良好	无	
4	A23	大树	苹婆	<i>Sterculia monosperma</i> Vent.	梧桐科	苹婆属	20	4	3.5	河涌两岸	X:21.675 Y:41.419	正常	良好	无	

序号	编号	树木类型	树种	学名	科名	属名	胸径 (cm)	株高 (m)	冠幅 (m)	位置	坐标	长势	立地环境	存在问题	图片
5	A52	大树	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	榕属	49.7	25	28	河涌两岸	X:21.611 Y:41.479	正常	良好	无	
6	A53	大树	美丽异木棉	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	锦葵科	吉贝属	38.7	25	8	河涌两岸	X:21.614 Y:41.476	正常	良好	无	
7	A54	大树	美丽异木棉	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	锦葵科	吉贝属	52	22	8	河涌两岸	X:21.605 Y:41.48	正常	良好	无	
8	A57	大树	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	无患子科	栾属	23	4	3	河涌两岸	X=21.726 Y=41.411	正常	良好	无	



序号	编号	树木类型	树种	学名	科名	属名	胸径 (cm)	株高 (m)	冠幅 (m)	位置	坐标	长势	立地环境	存在问题	图片
9	A58	大树	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	构属	20	5	2	河涌两岸	X=21.698 Y=41.416	正常	良好	无	
10	A59	大树	黄葛树	<i>Ficus virens</i> Aiton	桑科	榕属	78.3	12	8	河涌两岸	X=21.508 Y=41.478	正常	良好	靠近建筑	图片


表19-9 其他树木资源信息汇总表

序号	树种	学名	科名	胸径范围 (cm)	数量 (株)	位置
1	波罗蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	桑科	15	2	北濠涌
2	番石榴	<i>Psidium guajava</i> L.	桃金娘科	6	1	北濠涌
3	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	13	2	北濠涌
4	黑桑	<i>Morus nigra</i> L.	桑科	8	1	北濠涌
5	黄皮	<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels	芸香科	5	1	北濠涌
6	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	6-10	7	北濠涌
7	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	5-8	10	北濠涌
8	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i> DC.	桃金娘科	7-10	5	北濠涌
9	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	5-10	12	北濠涌
10	杧果	<i>Mangifera indica</i> L.	漆树科	8-10	2	北濠涌
11	枇杷	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	蔷薇科	10	1	北濠涌

12	苹婆	<i>Sterculia monosperma</i> Vent.	梧桐科	13	1	北濠涌
13	人心果	<i>Manilkara zapota</i> (Linn.) van Royen	山榄科	8	1	北濠涌
14	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	5-8	3	北濠涌
15	阳桃	<i>Averrhoa carambola</i> L	酢浆草科	5	1	北濠涌
备注：按位置、树种的顺序汇总						

表19-10 迁移利用树木清单及迁移原因表





序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
1	A1	大树	苦楝	43.5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
2	A4	其他树木	细叶榕	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
3	A5	其他树木	细叶榕	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
4	A6	其他树木	细叶榕	7	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
5	A7	其他树木	水翁蒲桃	7	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
6	A8	其他树木	水翁蒲桃	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
7	A9	其他树木	荔枝	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
8	A10	其他树木	荔枝	6	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
9	A11	其他树木	杧果	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
10	A12	其他树木	荔枝	6	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
11	A13	其他树木	黑桑	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
12	A14	其他树木	荔枝	6	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
13	A15	其他树木	荔枝	6	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
14	A16	其他树木	荔枝	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
15	A17	其他树木	荔枝	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	





序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
16	A18	其他树木	荔枝	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
17	A19	其他树木	荔枝	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
18	A20	其他树木	水翁蒲桃	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
19	A21	其他树木	荔枝	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	





序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
20	A22	其他树木	波罗蜜	15	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
21	A23	大树	苹婆	20	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
22	A24	其他树木	黄皮	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
23	A25	其他树木	人心果	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	











序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
24	A26	其他树木	波罗蜜	15	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
25	A27	其他树木	苹婆	13	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
26	A28	其他树木	龙眼	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
27	A29	其他树木	龙眼	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	



序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
28	A30	其他树木	龙眼	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
29	A31	其他树木	龙眼	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
30	A32	其他树木	龙眼	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
31	A33	其他树木	龙眼	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
32	A34	其他树木	龙眼	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
33	A35	其他树木	龙眼	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
34	A36	其他树木	枇杷	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
35	A37	其他树木	番石榴	6	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
36	A38	其他树木	阳桃	5	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
37	A39	其他树木	龙眼	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
38	A40	其他树木	龙眼	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
39	A41	其他树木	龙眼	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
40	A42	其他树木	龙眼	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
41	A43	其他树木	水翁蒲桃	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
42	A44	其他树木	杧果	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
43	A45	其他树木	降香	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
44	A46	其他树木	降香	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
45	A47	其他树木	降香	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
46	A48	其他树木	降香	9	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
47	A49	其他树木	降香	8	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
48	A50	其他树木	降香	6	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
49	A51	其他树木	降香	10	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
50	A52	大树	细叶榕	49.7	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
51	A53	大树	美丽异木棉	38.7	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	



序号	树木编号	树木类型	树种	胸径 (cm)	位置	安置地点	迁移原因	图片
52	A54	大树	美丽异木棉	52	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
53	A57	大树	栾树	23	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	
54	A59	大树	黄葛树	78.3	河涌两岸	海珠区南洲海珠湿地三期	与项目建设位置冲突	

表19-11

编号	树种	树木类型	胸径 (cm)	位置	砍伐原因	图片/数量
1	构树	大树	27	河涌两岸	与项目建设位置冲突, 且无迁移价值	
2	构树	大树	25.3	河涌两岸	与项目建设位置冲突, 且无迁移价值	
3	构树	其他树木	13	河涌两岸	与项目建设位置冲突, 且无迁移价值	



4	构树	其他树木	13	河涌两岸	与项目建设位置冲突， 且无迁移价值	
5	构树	大树	20	河涌两岸	与项目建设位置冲突， 且无迁移价值	

备注：其他树木填写编号、树种、树木类型、胸径范围、位置、砍伐原因及数量。

## 20 历史建筑保护设计

### 20.1 工程位置历史建筑旧址基本情况

广州市人民政府发布了《广州市人民政府关于公布广州市历史建筑名单的通知》(穗府函〔2022〕159号),根据《历史文化名城名镇名村保护条例》《广州市历史文化名城保护条例》等有关规定,确定了广钢铁路专用线花地河大桥等13处建(构)筑物为广州市第七批历史建筑。其中大干围仓库旧址及城安围船厂旧址被列入第七批历史建筑名单,上述旧址位于本次工程位置两岸地块。

本次项目所在位置左岸为中海工业集团地块,广州市公布的第七批历史建筑城安围船厂旧址位于该地块范围内。城安围船厂旧址核心价值要素是建筑立面、主体结构、下水滑道和钢轨。船厂旧址现存的4座主要车间和下水滑道组群完整,体现了船舶修造厂的整体风貌。现改建为海尚明珠智慧园区。

本次项目所在位置右岸为广州港地块,广州市公布的第七批历史建筑大干围仓库旧址位于该地块范围内。大干围仓库旧址核心价值要素是建筑立面、钢筋混凝土门式刚架结构。该建筑建于1950年代初,是珠江后航道沿线仓储设施的典型,所采用的刚架结构,结构造型流畅,在广州的仓库建筑中较为少见。现改建为海珠湾艺术园区。

### 20.2 历史建筑核心保护区红线

#### 20.2.1 大干围仓库旧址

根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划(征求意见稿)》相关历史建筑旧址核心保护区范围划定,大干围仓库旧址的核心保护面积合计为1978平方米,核心保护范围为建筑本体及东侧2.7m范围。

经复核,本次工程左岸工程占地红线距离大干围仓库旧址核心保护范围最近距离约200m,工程位置距离保护范围较远,可认定工程建设对现状旧址基本无影响。

#### 20.2.2 城安围船厂旧址

根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划(征求意见稿)》相关历史建筑旧址核心保护区范围划定,大干围仓库旧址的核心保护面积合计为17238平方米,核心保护范围为建筑本体及相关功能空间范围。

经复核，本次工程左岸工程占地红线距离城安围船厂旧址核心保护范围最近距离约13m，工程建设区域临近下水滑道位置。根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划（征求意见稿）》保护管理相关要求，本次对左岸临近历史建筑旧址保护范围段采取相关保护措施。

## 20.3 影响分析

根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划（征求意见稿）》第二章保护管理相关要求“临近核心保护范围的建设工程应采取必要的保护措施保障历史建筑安全。”本次对左岸工程建设范围临近核心保护区段进行影响分析，并采取相关保护措施。

本次工程为新建排涝泵站，建设过程中对历史建筑本体、环境存在潜在的施工期噪音、震动影响、风貌影响、运营影响等方面的影响风险，对以下几个方面进行影响分析。

### 20.3.1 选址影响分析

经复核，本次工程左岸工程占地红线距离城安围船厂旧址核心保护范围最近距离约13m，工程建设区域临近下水滑道位置，未侵占历史建筑本体及保护范围。

### 20.3.2 风貌影响分析

本次工程占地红线距离历史建筑旧址最近距离约13m，但由于本次泵站主体结构位于地下空间，工程完建后现状地面空间予以恢复，在外观风貌上与城安围船厂旧址以及岸上建筑风格相协调，对下水滑道无使用及视觉上的影响。

### 20.3.3 施工影响分析

#### 20.3.3.1 影响因素

(1)施工过程中机械运行时在距声源15m处的噪声强度较强，约达到75~105db(A)，这些突发性非稳态噪声源将会对周围环境产生影响。

(2)建筑材料的装卸、运输、拌和等过程中，会有大量的粉尘散逸到周围大中；物料堆放期间由于风吹等原因也会引起扬尘污染。施工过程中使用的各种车辆、内燃机、打桩机等产生的尾气也都会造成大气污染。

(3)施工过程中使用的打夯机、钻机等机械设备可能会出现一定震动，进而引起历史建筑周边变形。

(4)施工过程中会产生一定的建筑垃圾，建筑工人在施工期间日常生活中也会产

生少量的生活垃圾，如不能予以妥善处理，将会对周围环境造成污染。

### 20.3.3.2 施工方式及保护措施

#### (1) 采取围蔽措施并做好交通防护及安全警示工作

施工场地应采取有效围蔽措施，拆除垃圾随拆随清运。做好施工现场通行与交通防护。在施工现场设置明显的安全警示标志，以提醒工人和过往行人注意安全。施工过程中将影响车辆及人员通行，应提前张贴施工告示，做好安全警示工作。对施工现场内部设置限制通行区域，防止非施工人员进入危险区或。在需要的情况下，设置交通导向员指挥交通流量，确保施工现场交通秩序。

#### (2) 以人工与小型机械配合作业，靠近历史建筑本体应采用人工作业

工程主要通过人工与小型机械配合作业，避免产生明显震动影响。严禁震动较大的施工作业。靠近历史建筑本体一侧应采取人工作业，禁止机械作业。

#### (3) 加强现场监测和巡查，制定应急抢险措施

根据本阶段最新勘探成果，可知场区岩性比较单一，未发现断裂构造从场区通过，历史上亦无强震活动记录，地壳稳定性较好，为保证历史建筑安全，施工过程中应加强监测和巡查，制定应急抢险措施，有异常马上进行处理。施工过程中应采用震动较小的施工工艺，避免施工过程的震动对历史建筑造成不利影响。

#### (4) 对历史建筑核心保护区安全进行实时动态监测

制定妥善的施工方案，最大程度减少对历史建筑造成影响。对施工过程中的温度、湿度、振动等参数进行实时监测和记录，在靠近历史建筑边界应设置实时沉降变形观测。若发生问题，立即停工。

#### (5) 合理安排施工工期，尽量减少对历史建筑下滑水道的影响。

## 20.3.4 运营影响分析

项目不存在污染物，不会对历史建筑造成污染。

## 20.4 保障措施与应急预案

### 20.4.1 保障措施

(1) 施工队伍进入现场前，首先组织全体施工人员深入学习当地历史建筑保护部门对历史建筑保护的有关规定，增强历史建筑保护意识，自觉树立保护历史建筑、爱护

历史遗产的意识。

(2) 建立健全历史建筑保护制度，把历史建筑保护措施落实到各和各个工班及历史建筑保护责任人，签订历史建筑保护责任状，实行奖罚制度。

(3) 严格贯彻执行国家有关历史建筑保护的各项规定，杜绝任何违法违规的行径。

(4) 充分了解施工范围内历史建筑核心保护区分布情况，及时制定保护方案。

## 20.4.2 施工期措施

施工期应制定并落实文明施工、安全施工及相应的保护措施。

(1) 设置围蔽措施，在重点保护的构筑物和公用设施周围设置围栏，围栏外挂上“禁止通行”“危险”等明显标志，夜间设红灯警示。

(2) 严禁在历史建筑较近处进行振动较大的施工作业。

(3) 在历史建筑的合适地方设置沉降、位移观察点，在施工过程中，要隔周或根据工程情况进行建筑物的沉降、位移观测，如果有异常情况，则暂停施工。

(4) 加强施工人员保护教育，树立历史建筑保护观念，不允许破坏，如果有意破坏，则严加处理。

(5) 场容场貌整齐、有序，材料区域堆放整齐，在施工区域和危险区域设置醒目安全警示标志。

## 20.4.3 应急预案

### 20.4.3.1 应急处置原则

(1) 群防群控。保障历史建筑安全应急工作首要任务就是最大限度的减少历史建筑的损坏。

(2) 预防为主。坚持预防与应急相结合，经常性地做好应对历史建筑保护的思想准备。应急状态下实行特事特办急事先办。

(3) 统一领导分级负责。建立健全“分类管理、分级负责、条块结合、属地管理为主”的应急管理体制。

(4) 落实保护第一责任人。实行行政领导责任制项目经理是本工程历史建筑保护工作的第一责任人。

(5) 快速反应协同应对。建立联动协调制度整合各方面资源形成统一指挥、反应

灵敏、功能齐全、协调有序、运转高效的应急管理机制。

#### 20.4.3.2 应急处置措施

(1) 如果施工过程中历史建筑周边出现较大位移或地面沉降较大，超过设计警戒值，监理单位应马上下达停工令，召集施工单位、设计单位、业主等参建单位各方召开现场会，分析造成位移偏大的原因，复核是否对历史建筑本体造成了不利影响，及时采取灌浆加固等措施控制地面沉降。

(2) 只要发生超出设计报警值的变形，就必须对历史建筑本体加密观测，实时报告位移情况。

## 20.5 结论与建议

### 20.5.1 结论

#### 20.5.1.1 对历史建筑本体安全的影响分析结论

本次泵站建设工程不涉及历史建筑本体、核心保护范围，且已制定相应的防护措施，符合相关规范和各项评估要求。本次泵站建设工程对历史建筑本体安全无负面影响。

#### 20.5.1.2 对历史建筑保护控制要求的分析结论

- (1) 历史建筑核心保护范围内不涉及影响历史建筑安全的禁止性行为；
- (2) 泵站建设工程不涉及历史建筑核心保护范围，满足保护范围内的保护要求；
- (3) 本次泵站建设工程在结构型式等方面与历史建筑本体风貌基本协调，基本满足核心保护范围的保护要求。

### 20.5.2 建议

(1) 建设工程实施前需按程序上报相关行政主管部门进行审批，获得批复后，应严格按照设计方案实施，不得擅自改变方案及项目内容、规模、使用功能等。

(2) 设计方案应充分考虑与历史建筑相协调，鼓励与历史建筑之间的景观进行统一设计，提升历史建筑价值和品质。

(3) 施工过程中应积极做好防尘和震动监测工作，防止扬尘和震动对历史建筑本体造成不利影响。

(4) 施工过程中应加强历史建筑本体安全的实时动态监测，如发现问题，应立即停工并通知历史建筑保护部门，寻求专业指导。

(5) 施工单位应加强建设过程中与后期的监督和定期检查，确保施工时作业带两侧设置边界桩和隔离栏，使施工人员及施工机械控制在作业带内，同时在历史建筑核心保护范围周围设置明显标志，如现场发现问题应及时向历史建筑保护部门汇报，由历史建筑保护部门到现场协同处理。

## 21 结论与建议

### 21.1 结论

#### (1) 工程建设内容

本次工程在北濠涌涌口新建一座排涝泵站及相应附属建筑，并对现状设备房进行扩建。经详细论证计算，本次新建泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，选用 3 台 2350QGLN-20/2.95 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3750kW。

#### (2) 工程必要性

从海珠区排涝片历史洪灾情况分析，北濠涌区域是一个洪涝灾害频发、洪涝灾害损失较为严重的地区。结合现场调查了解，近年来每逢暴雨天气，北濠涌片区的低洼区域均出现了不同程度的积水、内涝情况，影响当地交通、严重威胁当地人民生命财产安全。

本工程所在海珠区 2022 年人均地区生产总值 13.83 万元，经济密度达到 27.68 亿元/平方公里。本工程位于海珠区国土空间总体规划中城市空间格局三区支撑的“中大国际创新生态谷”分区，区域防洪排涝保护对象重要。为使区域能有效应对不低于 50 年一遇的暴雨，新建北濠涌排涝泵站及相应附属建筑是非常必要的。

《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025 年）》《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025 年）》均提出对海珠区的多座泵站进行升级改造，新建北濠涌排涝泵站是规划措施中的一项。

#### (3) 工程设计标准

新建北濠涌排涝泵工程所在海珠区属广州市中心城区，防洪排涝保护对象重要。根据《治涝标准》（SL723-2016）《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222-2017）《防洪标准》（GB50201-2014）以及《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》（已批复）《广州市防洪（潮）排涝规划（2020-2035）》（送审稿）等，确定北濠涌泵站排涝标准采用 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾，并结合区域低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施，使得区域内涝防治重现期达到 100 年。水闸及堤岸防洪（潮）标准采用 200 年一遇。

本次新建排涝泵站与珠江堤防堤身相结合，珠江堤防设计防洪标准为 200 年一遇，堤防级别为 1 级。综合考虑，本次工程分段设定建筑物级别，其中外江侧防洪闸段主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级；内涌侧泵室段及事



故闸门段主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别 4 级。

(5) 投资估算

本工程估算总金额为 16002.78 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 10374.04 万元；

第二部分：工程建设其它费用 4954.66 万元；

预备费（基本预备费）：674.08 万元。

(6) 工程范围

项目服务区域主要为海珠区北濠涌、瑞宝涌、五凤涌、康乐涌片区流域范围，包括凤阳街道、瑞宝街道、南洲街道等片区。

(7) 要素保障性

本工程不涉及饮用水源保护区、生态保护红线，实施时以及实施后不影响饮用水源保护区以及生态保护红线内。

(8) 运营有效性

本次新建北濠涌泵站与现状北濠水闸联合布置，现状水闸项目运营模式为自主运营管理，北濠水闸的管理单位为广州市海珠区水利设施养护所，主管单位是广州市海珠区水务局。泵站建成后由原单位一并管养运营，不另设新管理单位，广州市海珠区水利设施养护所制定了详细的管理规章制度，管理制度对日常管理、维修保养、水情观察、用水调度、安全检查以及管理人员的职责、管理范围等进行了具体规定，管养切实可行。

(9) 财务合理性

根据《广州市水务局关于印发广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025 年）的通知》（穗水规计〔2020〕11 号），“省管河道建设资金，中心七区由市财政出资，外围四区由区财政出资，由各区政府负责维护管理。珠江干堤与内涌交界处的水闸由市财政出资建设，排涝泵站按市区比例出资（越秀、海珠、荔湾、白云区按市区出资比例 5：5 分担，天河区按市区出资比例 4：6 分担）。”

北濠涌泵站外江为珠江后航道，属于省管河道及珠江干堤与内涌交界范畴，本项目总投资 16002.78 万元，按市区出资比例 5：5 分担。

设施的运行维护由区财政出资；日常养护费用由区按照移交设施量出资。

(10) 影响可持续性

本工程实施后，通过泵站建设，将片区排涝能力提高到 50 年一遇，还可通过管网片区优化改造、片区调蓄、竖向抬高等，有效提升区域内涝防治能力，使得片区内涝防治标准达到 100 年一遇，通过泵站水闸运行调度可改善河涌水环境。本工程实施后，助力区域经济发展、落实国家、省市相关政策等方面出发可产生持续性积极的影响。

#### (11) 工程可行性

工程建设符合区域远期规划发展需求，为后续区域发展提供基础建设条件；通过本次新建排涝泵站，结合海珠区其他泵站建设工程，联合片区管网改造、河涌整治等综合措施，片区排涝能力将提高至 50 年一遇，有效提高区域应对极端天气能力，为海珠区发展建设提供基础安全保障。

本工程资金来源为市、区财政投资，资金来源有保障。

本工程用地符合国土及规划要求，建设场地路网发达，无交通疏散要求，建设场地开阔，机械及材料进出方便，工程实施可实施性较高。

#### (12) 风险可控性

本工程从合法性分析、合理性分析以及可控性分析均属于低风险。综上，本工程在防洪安全、经济、社会、环境等各方面均可行。

## 21.2 建议

(1) 根据海珠区北濠涌泵站计算分析成果，远期结合改造，建议将北濠涌流域片区城建区整体抬高至 2.5m 以上，竖向抬高有利于提高区域洪涝安全。

(2) 完善区域防洪排涝应急管理体系，应对设计重现期内的洪涝风险，并考虑超标准的应急措施，确保区域防洪排涝安全。

(3) 建议同步实施河涌卡口处拓宽、排水管网清淤等工程，使雨水可顺畅流至闸泵前，避免地上积水、泵前无水可抽的不合理现象发生，保障治涝成效。

(4) 海珠区泵站水闸较多，为提高水利设施联合调度水平，保障海珠区水安全，建议海珠区范围内所有泵站水闸建立联控数字系统。

(5) 项目涉及外电接驳，本阶段暂预估了外电部分工程量，具体须由有电力资质且在供电部门备案的外电单位按甲方与供电部门签订的供电方案设计后报供电部门审核后方可实施施工。

## 22 附件

22.1 广州市海珠区发展和改革局关于北濠涌排涝泵工程可行性研究报告的复函

22.2 北濠涌排涝泵工程初步设计阶段图册（另册）

22.3 北濠涌排涝泵工程初步设计概算书（另册）

22.4 《北濠涌排涝泵工程初步设计》专家评审意见修改回复说明书

项目代码：2405-440105-04-01-370977

## 广州市海珠区发展和改革局文件

穗海发改投批〔2024〕16号

### 广州市海珠区发展和改革局关于北濠涌排涝泵工程可行性研究报告的复函

区水务局：

你单位《广州市海珠区水务局关于报审北濠涌排涝泵工程可行性研究报告的函》及有关资料收悉。经研究，现函复如下：

一、为增强北濠涌流域现状排涝能力，降低河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全、水景观、水环境的全面提升，原则同意北濠涌排涝泵工程建设。

二、建设规模和建设内容。建设规模：本项目总占地面积 3805 平方米。建设内容：新建排涝泵站及附属设施。泵站设计流量为  $60\text{m}^3/\text{s}$ ，总装机功率为 3360kW，工程规模确定为大（2）型泵站。

三、投资估算及资金来源。项目总投资估算为 16049.68 万元，其中：工程费用 10808.19 万元，工程建设其他费用 4197.35 万元

(含独立费用 2243.62 万元，建设征地移民补偿费 1919.67 万元，水土保持工程投资 24.06 万元，环境保护工程投资 10.00 万元)，预备费 1044.14 万元。建设资金来源为：市、区财政资金。

四、建设管理模式。项目由广州市海珠区河涌管理所组织实施建设。

五、招标事项。工程招标核准意见详见附件。

六、本审批文件有效期 2 年。有效期内完成下一阶段审批工作的，本审批文件持续有效；有效期届满时未完成下一阶段审批工作的，在有效期满前 3 个月内向我局申请延期，未办理延期手续的，本审批文件自动失效。

七、涉及古树名木和历史文化名城、名村（传统村落）、街区，以及历史地段、文物建筑、历史建筑，以及征地拆迁的项目，应按相关法律法规规定办理。

附件：工程招标核准意见表



广州市海珠区发展和改革局

2024 年 5 月 30 日

## 附件

## 工程招标核准意见表

项目名称：北濠涌排涝泵工程

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方式
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标	
勘察	核准			核准	核准		
设计	核准			核准	核准		
建安工程	核准			核准	核准		
监理	核准			核准	核准		
<p>核准意见：</p> <p>根据《中华人民共和国招标投标法》《广东省实施&lt;中华人民共和国招标投标法&gt;办法》《省发展改革委关于印发&lt;工程建设项目招标事项审核工作指南&gt;的通知》《广州市发展改革委关于转发省发展改革委转发国家发展改革委必须招标的基础设施和公用事业项目范围规定及关于贯彻落实必须招标的工程项目规定的通知》（穗发改〔2018〕588号）的有关规定，本项目勘察、设计、建安工程、监理核准采用全部招标、委托招标、公开招标。</p> <p style="text-align: center;">广州市海珠区发展和改革局 2024年5月30日</p>							

公开方式：主动公开

---

抄送：区政府办，区财政局，区人社局，区住建局，区审计局，区市场监管局，区统计局，区城管和执法局，区规划资源分局。

---

广州市海珠区发展和改革局办公室

2024年5月30日印发

---

## 《北濠涌排涝泵工程初步设计》专家评审意见修改回复说明书

本回复包含专家组意见回复、专家个人意见回复，具体如下：

### 一、专家组意见回复：

#### 1、总体评价

《初步设计》文件资料齐全，符合《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）要求，经修改完善后可作为下阶段工作依据。

#### 2、意见和建议

（1）复核防潮标准和设计潮位。

**回复：**已复核防潮标准和设计潮位。根据《泵站设计标准（GB 50265-2022）》、《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035年）》等，本次工程仍采用已批复的200年一遇的防洪潮标准，并采用远期规划300年一遇防潮标准进行复核，均能满足设计要求。

（2）建议地基处理采用搅拌桩方案。

**回复：**基于对本次地勘成果揭露的土层分析，泵站基底所在土层为粗粒砂层，分布广泛且厚度大，且工程位置位于北濠涌与珠江后航道交汇口，受地下动水影响大，旋喷桩成桩效果难以保证，本次采纳专家意见不使用旋喷桩作为地基处理措施。

根据《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）7.3.1水泥搅拌桩复合地基处理应符合下列规定：“不适用于含大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土…密实的砂土类，以及地下水渗流影响成桩质量的土层。”根据本次地勘成果，主泵室段部分场地揭露有大块混凝土，同时考虑部分地基处理桩位于现状浆砌石挡墙范围段，若本次采用水泥搅拌桩复合地基，存在部分地段难以施打的可能性。通过计算复核，两岸主泵室段上部荷载较大，为保证泵室段的结构稳定及安全，综合考虑泵室段采用灌注桩桩基，最大限度保证成桩质量及泵站结构安全。右岸进水段及压力箱涵段基底位于淤泥质粉砂层，考虑以上结构段上部荷载较小，且场地具备施打搅拌桩的条件，故采用水泥搅拌桩复合地基作为地基处理措施。详见水工图纸24075-CS-SG-SN-03A~24075-CS-SG-SN-04A及相关横纵剖面图。

（3）完善施工组织设计，建议围堰中增加防渗措施。

**回复：**已完善施工组织设计并在围堰中增加防渗措施。经查阅北濠水闸施工图设计



资料，现状水闸闸室底板上下游侧、翼墙衔接段、外江海漫下游侧均设有桩径 1m 的咬合式高压旋喷桩防渗墙，本次左岸内涌侧围堰通过单排钢板桩止水护脚、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系，外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、基坑灌注桩、海漫下部防渗墙及双排钢板桩围堰形成封闭的防渗体系；本次右岸内涌侧围堰通过单排钢板桩围堰、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系，外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、海漫下部防渗墙及钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。

(4) 完善设计方案后合理确定工程投资。

**回复：**已按照专家意见修改后的设计方案更新工程投资，详见初步设计概算书。

## 二、专家个人意见回复

### (1) 林本海专家个人意见回复：（岩土专业）

1、本项目场地窄，设计和施工受到严格限制；地层组成差，淤泥+砂层（深厚、地下水丰富），水位受珠江潮位影响大，止水帷幕和支护稳定要求高，总体影响左右岸分期围堰施工方案合理可行。

2、支护方案利用临时支护与永久支护相结合，分别是咬合灌注桩挡土和止水相结合，并利用双排桩（长短桩结合）和单排桩+内支撑的支护型式，总体可行。

3、地基处理采用水泥搅拌桩或高压旋喷桩的复合地基方案合理，建议不用旋喷桩（成桩受地下动水影响大）。

**回复：**基于对本次地勘成果揭露的土层分析，泵站基底所在土层为粗粒砂层，分布广泛且厚度大，且工程位置位于北濠涌与珠江后航道交汇口，受地下动水影响大，旋喷桩成桩效果难以保证，本次采纳专家意见不使用旋喷桩作为地基处理措施。

根据《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）7.3.1 水泥搅拌桩复合地基处理应符合下列规定：“不适用于含大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土...密实的砂土类，以及地下水渗流影响成桩质量的土层。”根据本次地勘成果，主泵室段部分场地揭露有大块混凝土，同时考虑部分地基处理桩位于现状浆砌石挡墙范围段，若本次采用水泥搅拌桩复合地基，存在部分地段难以施打的可能性。通过计算复核，两岸主泵室段上部荷载较大，为保证泵室段的结构稳定及安全，综合考虑泵室段采用灌注桩桩基，最大限度保证成桩质量及泵站结构安全。右岸进水段及压力箱涵段基底位于淤泥质粉砂层，考虑

以上结构段上部荷载较小，且场地具备施打搅拌桩的条件，故采用水泥搅拌桩复合地基作为地基处理措施。详见水工图纸 24075-CS-SG-SN-03A~24075-CS-SG-SN-04A 及相关横纵剖面图。

4、对支护桩的嵌固深度进行复核，对入岩深度大的区段可适当优化，对于搅拌桩地基处理与支护结构相结合，适当增加被动区加固。注意施工围堰中设防渗墙。

**回复：**已对基坑支护桩的嵌固深度进行了复核，并根据地勘成果对入岩深度大的区段进行了优化，施工期可考虑结合支护桩及基础桩的施工工序调整，适当增加基坑被动区加固，以增加基坑设计的安全余度。详见水工枢纽部分图纸。

已补充完善施工围堰中的防渗设计。本次左岸内涌侧围堰通过单排钢板桩止水护脚、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系，外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、基坑灌注桩、海漫下部防渗墙及双排钢板桩围堰形成封闭的防渗体系；本次右岸内涌侧围堰通过单排钢板桩围堰、基坑灌注桩及水闸上游侧旋喷桩防渗墙形成封闭的防渗体系，外江侧围堰通过水闸底板旋喷桩防渗墙、海漫下部防渗墙及钢板桩围堰形成封闭的防渗体系。详见报告 8.2.4 小节及施工组织部分图纸。

## **(2) 张大伟专家个人意见回复：(水利规划专业)**

1、报告编制符合相关规程规范要求，内容全面，技术路线正确，经修改完善后可作为下一步工作的依据。

2、复核设计潮位出处。

**回复：**已复核设计潮位出处。本工程设计洪潮水位采用中水珠江规划勘测设计有限公司《珠江河口综合治理规划修编主要测站设计潮位复核报告》(2020年8月)浮标厂(二)洪潮水位成果。

3、复核施工期外江潮位，防潮标准。

**回复：**已复核施工期外江潮位，防潮标准。北濠涌排涝泵工程施工期间统一采用沙包围堰。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)及国家《防洪标准》(GB50201-2014)，围堰水工建筑物级别为5级，本次采用设计防潮标准重现期10年。施工期外江采用浮标厂站枯水期10年一遇设计洪潮水位1.86m，见2.5.2.4章节。考虑存在跨汛期施工的可能性，本次施工期外江采用浮标厂站10年一遇设计洪潮水位2.47m。

4、复核调蓄计算过程，细化工程调度规则。

**回复：**本次工程采用内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇洪潮水位、内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 300 年一遇洪潮水位两种工况进行调蓄计算复核，见 4.2.3 章节。工况一条件下，内涌闸前最高水位 0.60m；工况二条件下，内涌闸前最高水位 0.13m。对比工况一、工况二的排涝计算成果，工况一的闸前水位更高，对区域排涝安全威胁较大，因此，针对不利工况（工况一）制定工程调度规则，见 4.2.5 章节。

#### 5、复核工程设计防潮标准。

**回复：**已复核工程设计防洪（潮）标准和设计潮位。根据《泵站设计标准（GB 50265-2022）》及《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035 年）》等规划文件，其中，外江 5 年一遇洪潮水位 2.31m（珠基，下同），外江 300 年一遇洪潮水位 3.14m，潮位过程见 2.6.1.3 章节。已根据复核防潮标准及设计潮位完善报告相关章节内容。

#### （3）李晓作专家个人意见回复：（水工、施组专业）

1、总体评价：该初步设计报告内容及深度基本满足水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）要求，经修改完善后可作为下一步工作依据。

#### 2、复核排涝泵出口箱涵段纵坡设计。

**回复：**本次设计左岸出口箱涵纵坡坡比为 1：6，右岸出口箱涵纵坡坡比为 1：4。依据《泵站设计标准》（GB50265-2022）8.4.3 “出水池池中流速不应超过 2.0m/s，且不应出现水跃。”经复核计算，结合物理模型试验，出水箱涵段流速小于 2m/s，且流态较好。同时参照《泵站设计标准》（GB50265-2022）8.2.1 “正向进水的开敞式前池扩散角单侧宜小于 15°，底坡不易陡于 1：4。”本次出水箱涵纵坡坡比均不陡于 1：4，可认为本次结构布置合理。

#### 3、复核优化基础设计方案。

**回复：**基于对本次地勘成果揭露的土层分析，泵站基底所在土层为粗粒砂层，分布广泛且厚度大，且工程位置位于北濠涌与珠江后航道交汇口，受地下动水影响大，旋喷桩成桩效果难以保证，本次采纳专家意见不使用旋喷桩作为地基处理措施。

根据《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）7.3.1 水泥搅拌桩复合地基处理应符合下列规定：“不适用于含大孤石或障碍物较多且不易清除的杂填土…密实的砂土类，以及地下水渗流影响成桩质量的土层。”根据本次地勘成果，主泵室段部分场地揭露有大块混凝土，同时考虑部分地基处理桩位于现状浆砌石挡墙范围段，若本次采用水泥搅

拌桩复合地基，存在部分地段难以施打的可能性。通过计算复核，两岸主泵室段上部荷载较大，为保证泵室段的结构稳定及安全，综合考虑泵室段采用灌注桩桩基，最大限度保证成桩质量及泵站结构安全。右岸进水段及压力箱涵段基底位于淤泥质粉砂层，考虑以上结构段上部荷载较小，且场地具备施打搅拌桩的条件，故采用水泥搅拌桩复合地基作为地基处理措施。详见水工枢纽部分图纸。

#### 4、复核优化围堰结构设计。

**回复：**已根据施工方案总体部署及施工工序复核优化围堰结构设计，根据一期、二期泵站内涌、外江侧不同场地及地质情况确定合理的围堰方案，并通过钢板桩止水、支护桩、现状水闸防渗墙等形成封闭的防渗体系，满足设计标准及基坑安全。详见报告 8.2.2 小节及施工组织部分图纸。

#### 5、完善施工流程总部署；复核机械设备、人员等资源投入。

**回复：**已完善施工总体布置，机械设备、人员等资源投入等内容，详见报告 8.4.4~8.4.8 小节。

#### 6、完善旧建筑涉文物范围内的保护措施。

**回复：**已完善针对历史建筑的保护措施。根据《广州市第七批历史建筑保护利用规划（征求意见稿）》第二章保护管理相关要求“临近核心保护范围的建设工程应采取必要的保护措施保障历史建筑安全。”经复核，本次工程左岸工程占地红线距离城安围船厂旧址核心保护范围最近距离约 13m，工程建设区域临近下水滑道位置。本次对左岸工程建设范围临近核心保护区段采取相关保护措施，包括但不限于以下几个方面：在历史建筑核心保护区红线周边布设监测设施，整个施工期对核心保护区进行监测及记录；在左岸工程建设范围临近核心保护区段采用高强度围蔽并进行全面严格围封，确保历史建筑范围不会受到施工期废水废气废渣等直接性影响；对历史建筑保护的责任主体、保护范围、处罚措施等进行张贴公示等。详见报告 20.3 小节。

#### 7、完善施工期渡汛方案。

**回复：**已完善施工期渡汛方案。本次新建泵站布置于现状水闸两岸，结合工程实际情况考虑，泵站左右岸分两期施工，总工期 24 个月。一期、二期泵站均在汛期开工，在岸上填筑打桩平台，施工泵室部分支护桩及基础桩。枯水期来临之前完成支护桩及基础桩的施工，于枯水期填筑一期内涌、外江侧围堰，利用现状一孔水闸导流，进行基坑

开挖、泵站水下混凝土浇筑及安装工程，下一个汛期来临之前，拆除围堰，利用现状水闸度汛。为满足汛期施工的需要，必须做好汛期抢险的准备，在汛期必须备足对抢险所需的各种规格的块石、石渣、尼龙砂袋等物资。施工期如遇超标准洪水，基坑可能会受淹，因此施工期间，要做好人员和机械及时撤离基坑的准备。详见报告 8.2.3 小节。

**(4) 姬柏华专家个人意见回复：(水力机械专业)**

1、所选水泵型式、台数、主要技术参数基本满足本阶段设计要求。辅助系统设计基本合适。

2、补充分析水泵起动、停机过渡过程情况。

**回复：**已补充，详见报告“7.1.7 泵站断流方式”。

3、补充拍门通气管。

**回复：**已补充，详见报告“7.1.7 泵站断流方式”。工程量详见“表 7-5 泵站主要水力机械设备表 第 15 项”。

4、建议下阶段进行设备招投标设计时，结合水泵的起动和停止特性完善拍门设计。

**回复：**招投标设计时，将结合水泵的启动和关闭对拍门的结构设计进行要求。

**(5) 吴昕专家个人意见回复：(造价专业)**

1、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 28 米(B 区钢筋砼桩)”项目单价 1894.17 元/m 和“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 26 米(Q 区钢筋砼桩)”项目单价 1958.91 元/m，单价偏高，建议复核桩基地质岩层比例(入岩比例偏高)。

**回复：**“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 28 米(B 区钢筋砼桩)”项目单价 1894.17 元/m 土层比例为土/砂/强风化/弱风化=0.25/0.43/0.29/0.04 单价复核无误；

“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 26 米(Q 区钢筋砼桩)”项目单价 1958.91 元/m 土层比例为土/砂/强风化/弱风化=0.31/0.42/0.04/0.23 单价复核无误。

2、“桩径 1000 钢护筒(工期 2 个月)”和“桩径 800 钢护筒”的项目单价 2591.67 元/t，单价偏高，建议复核。

**回复：**已复核。钢护筒材料价 4244.74，按使用 10 次进行摊销，即消耗量为 0.1。根据市政定额章节说明，如设计另有明确的钢护筒高度时，超出定额包含的 1 米部分可套用“钢护筒埋设、拆除 陆上”，材料消耗量已在定额中统一考虑，不再计算摊销，此单价为按定额计取。

3、建议闸门设备价格按 12000 元/t 执行，闸门埋件设备价格按 13000 元/t 执行。

**回复：**按意见执行。

4、复核二期外江钢板桩围堰的“18m 拉森IV型钢板桩（工期两个月）”的工期是否为 6 个月。

**回复：**考虑二期外江围堰兼做打桩平台，工期较长，存在跨汛期施工的可能性，故本次工期定为 10 个月。

5、复核“围蔽（A2，工期 24 个月）”的项目单价 1484.27 元/m。

**回复：**已复核单价，因工期长导致此项单价较高。

6、复核独立费用的各项费用。

**回复：**已复核各项独立费用并根据调整后的投资进行更新。