

资信甲、乙级证号: 232020010133、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

可行性研究报告

(报批稿)

广州市水务规划勘测设计研究院有限公司

2024年5月



工程咨询单位甲级资信证书

单位名称： 广州市水务规划勘测设计研究院有限公司

住 所： 广州市天河区瘦狗岭路557-563号广之旅大厦
11-12楼

统一社会信用代码： 9144010145535119XP

法定代表人： 邱创泓

技术负责人： 林彬

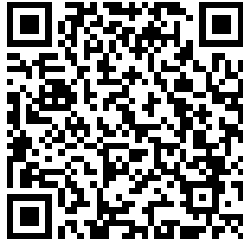
资信等级： 甲级

资信类别： 专业资信

业 务： 水利水电

证书编号： 甲232020010133

有 效 期： 2020年11月30日至2024年11月29日



发证单位： 中国工程咨询协会

北濠涌排涝泵工程 可行性研究报告 (报批稿)

批 准 :

核 定 :

项目负责人 :

专业负责人 :

测 量 :

地 质 :

水文规划 :

水工结构 :

建 筑 :

建筑结构 :

水力机械 :

金属结构 :

电 气 :

施工组织 :

水土保持 :

环境保护 :

工程信息化 :

征地移民

造 价 :

编 写 : ;

;

;

;

目 录

1 概述	1
1.1 项目概况	1
1.2 项目单位概况	3
1.3 编制依据	3
1.4 主要结论与建议	5
2 项目建设背景和必要性	9
2.1 项目建设背景	9
2.2 规划政策符合性	15
2.3 项目建设必要性	21
3 项目需求分析与产出方案	39
3.1 需求分析	39
3.2 建设内容和规模	39
3.3 项目产出方案	40
4 项目选址与要素保障	41
4.1 项目选址或选线	41
4.2 项目建设条件	42
4.3 要素保障分析	73
5 项目建设方案	81
5.1 技术方案	81
5.2 工程方案	125
5.3 设备方案	208
5.4 用地征收补偿方案	232
5.5 数字化方案	236
5.6 建设管理方案	245
5.7 水土保持方案	258
5.8 海绵城市建设方案	264
5.9 树木保护专章	267
5.10 历史文化及大拆大建专章	308
6 项目运营方案	310
6.1 运营模式	310
6.2 运营机构职责	310
6.3 运营组织方案	310
6.4 安全保障方案	312
6.5 绩效管理方案	313

7 项目投资融资及财务方案	316
7.1 编制依据及说明	316
7.2 主要工程量	318
7.3 主要材料用量	318
7.4 投资主要指标	318
7.5 主要经济指标	321
7.6 分年度投资	321
8 项目影响效果分析	322
8.1 经济影响分析	322
8.2 社会影响分析	326
8.3 生态环境影响分析	327
8.4 资源和能源利用效果分析	332
8.5 碳达峰碳中和分析	336
9 项目风险管控方案	339
9.1 风险识别与评价	339
9.2 风险管控方案	342
9.3 风险应急预案	344
9.4 结论	345
10 研究结论及建议	346
10.1 结论	346
10.2 建议	348
11 附件	350
11.1 北濠涌排涝泵工程可行性研究阶段图册（另册）	350
11.2 北濠涌排涝泵工程可行性研究阶段估算书（另册）	350
11.3 《北濠涌排涝泵工程可行性研究报告》专家评审意见修改回复说明书	350

1 概述

1.1 项目概况

(1) 项目名称：北濠涌排涝泵工程

(2) 项目建设目标和任务：防洪（潮）排涝，通过涌口新建排涝泵站，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，进一步提高片区应对超标洪涝灾害的能力。

(3) 项目建设地点：广州市海珠区北濠涌涌口，具体选址以规划部门审批意见为准。

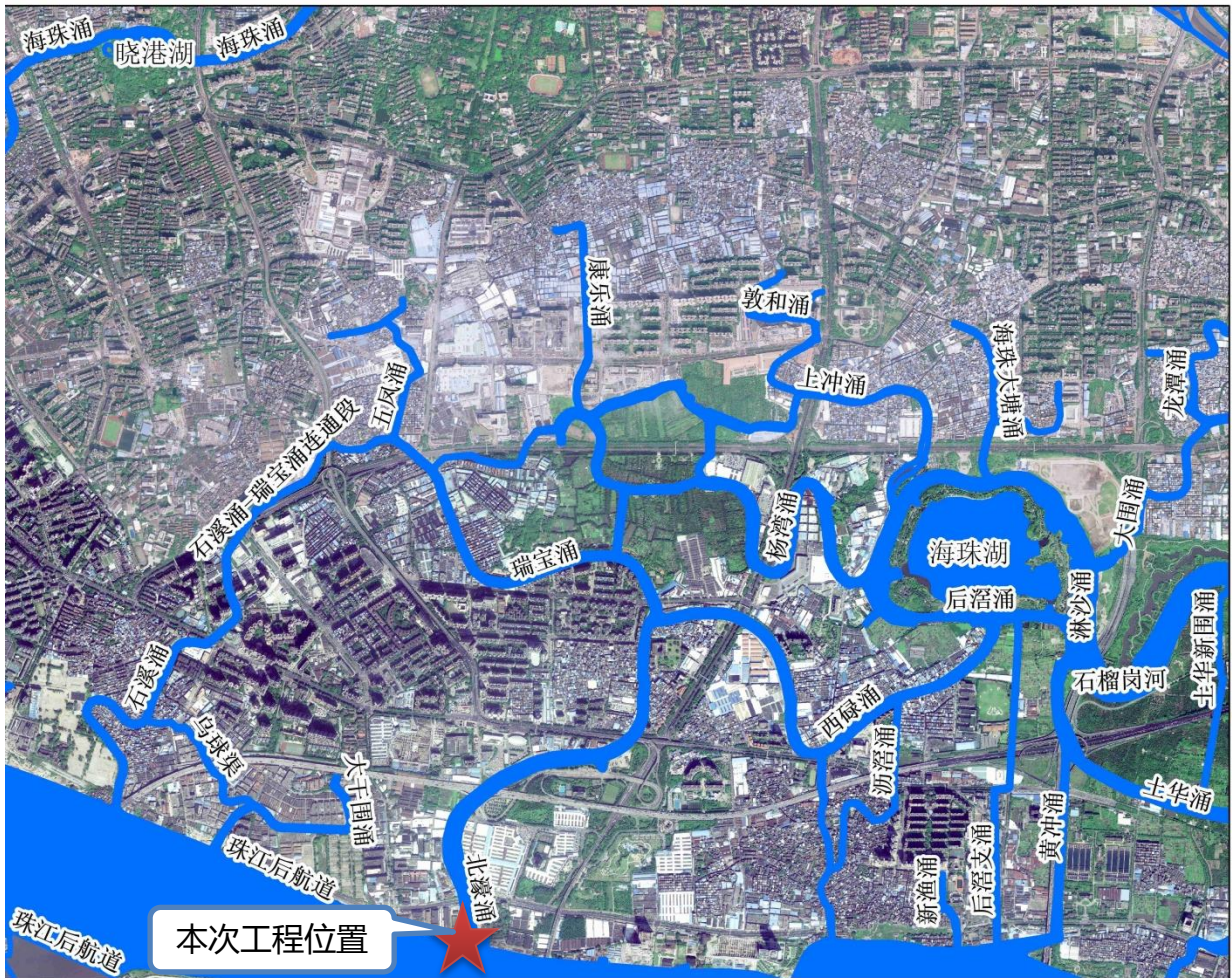


图1-1 工程位置图

(4) 建设内容和规模：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 3360kW。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。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、移民以及招标、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：主体工程主要为基础工程、泵站土建工程、安装工程等，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 16049.68 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：传统项目管理模式（DBB）

(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；参考《广州市黄埔区广州开发区建设工程项目建设与投资建设标准（指引）》（2019年7月），泵站工程估算控制指标为2.8~4.0万元/kW。本工程泵站部分建安费总投资为10808.19万元，泵站装机容量 $1120 \times 3 = 3360\text{kW}$ ，折合3.22万元/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	10808.19	3360kW	2.4~4.0万元/kW	3.22万元/kW

1.2 项目单位概况

项目业主单位为广州市海珠区水务局，项目建设单位为广州市海珠区河涌管理所，建成后交广州市海珠区水利设施养护所管养运行。

1.3 编制依据

1.3.1 片区现状排涝标准

新建北濠涌泵站位于海珠区北濠涌与珠江后航道交汇口处，为海珠区防洪（潮）体系的重要组成部分。片区现状排涝标准为20年一遇24小时暴雨不成灾。

1.3.2 片区发展规划情况

(1) 《广州市水务发展“十四五”规划》

《规划》提出发展任务：完善千涌通百川、三江护安澜的洪涝安全网。以海绵城市理念统领防洪排涝能力全面提升，立足整体防不断强化流域-区域-片区三级洪涝防御体系，统筹“蓝绿灰管”，完善基础设施，统筹实施全市江海堤防巩固提标，充分挖潜和保障水库蓄泄能力，逐步完善片区排水防涝体系：强化源头管控，加强竖向设计，落实详细规划阶段洪涝安全评估和项目验收阶段海绵城市效果评估机制：刚性管控河湖生态空间，将河涌水系控制线逐步纳入城市蓝线管控：综合提升城市水安全韧性，打造系统化全域推进海绵城市建设示范城市。

(2) 《广州市国土空间总体规划（2018-2035年）》（草案）

应习近平总书记要求，广州应在新时代迈向高质量发展，增强自身在粤港澳大湾区区域发展核心引擎功能，推动实现老城市新活力、四个新出彩、着力建设国际大都市，焕发云山珠水吉祥花城的无穷魅力，朝着建设美丽宜居花城、活力全球城市的目标奋进。

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。

(3) 《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。

1.3.3 片区排涝规划、实施方案情况

(1) 《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035年）》（送审稿）

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。

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

规划排涝标准：主城区包括荔湾、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。重要发展地区在上述排涝标准的基础上，经论证，可进一步提高局部区域排涝标准。

(3) 《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025年）》（2020年市政府印发实施）

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；番禺南部城区、花都城区、增城城区、从化城区及新建区域能有效应对不低于 30 年一遇的暴雨，其外围街镇的已建城区和南沙其他城市建设区能有效应对 10-20 年一遇的暴雨。

(4)《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》

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。

1.4 主要结论与建议

1.4.1 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-20/2.79 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3360kW。

(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，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）投资估算

本工程估算总金额为 16049.68 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 10808.19 万元；

第二部分：工程建设其他费用 4197.35 万元；

预备费（基本预备费）：1044.14 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 16049.68 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。

1.4.2 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。

(6) 项目涉及外水接驳，需征求自来水公司意见。

(7) 本工程建设需要区水务局审批，需征求区水务局相关部门意见。

2 项目建设背景和必要性

2.1 项目建设背景

2.1.1 区域水系情况

海珠区位于广州市东南部，地处北纬 $23^{\circ}52'$ ~ $25^{\circ}59'$ ，东经 $113^{\circ}29'$ ~ $113^{\circ}46'$ ，为广州市属 11 大行政区之一，全区面积 92.09km^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 81.9km （包括城区部分堤线 18km ，工厂、企业单位堤线 13.3km 和内涌堤防海珠涌 11.88km ，黄埔涌 15.6km ），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 10.49km^2 ，主干河长 2.39km ，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。



图2-1 广州市海珠区水系图

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 1.6m,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。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 2-2。

2.1.2 水利工程情况

海珠区现有主要河涌总计 87 条,总长 134km。其中较大的河涌有:石榴岗河、黄埔涌、赤沙涌、海珠涌、土华涌等。较大的湖泊为海珠湖,占地面积 149.89 公顷,总库容 105 万 m³,海珠湖从-0.50m 调蓄内洪水到 1.32m,最大可调蓄量约 55 万 m³。海珠区现状共有水闸 58 座, 泵站 17 座。



图2-2 海珠区现状水闸泵站分布图

表2-1 海珠区水闸情况表

序号	水闸名称	最大过闸流量 (m ³ /s)	闸孔数量 (孔)	闸孔总净宽(m)	水闸类型	水闸级别
1	黄埔涌北闸	333	2	32.4	挡潮闸	中型
2	黄埔涌南闸	333	2	32.4	挡潮闸	中型
3	黄涌水闸	25.7	1	15	挡潮闸	小(1)型
4	康乐闸	20.2	1	8	排(退)水闸	小(1)型
5	沥滘水闸	6.03	1	8	挡潮闸	小(2)型
6	龙潭水闸	36	3	18	排(退)水闸	小(1)型
7	磨碟沙北闸	16.34	1	7	挡潮闸	小(2)型
8	磨碟沙西闸	16.34	1	4	排(退)水闸	小(2)型
9	南便涌水闸	9.1	1	5	挡潮闸	小(2)型
10	南箕水闸	6.92	1	4	挡潮闸	小(2)型
11	琶洲北闸	12.1	1	6	挡潮闸	小(2)型
12	琶洲南闸	7.1	1	4	排(退)水闸	小(2)型
13	上冲闸	41	3	18	排(退)水闸	小(1)型

序号	水闸名称	最大过闸流量 (m ³ /s)	闸孔数量(孔)	闸孔总净宽(m)	水闸类型	水闸级别
14	深垄闸	12	1	3	挡潮闸	小(2)型
15	深涌水闸	10.5	1	4	挡潮闸	小(2)型
16	石磷桥水闸	16	1	4	挡潮闸	小(2)型
17	石榴岗水闸	130	10	42	挡潮闸	中型
18	石溪水闸	34.6	1	5	挡潮闸	小(1)型
19	台涌水闸	33	3	18	排(退)水闸	小(1)型
20	塘涌水闸	7.22	1	4	挡潮闸	小(2)型
21	土华旧闸	76.73	3	11	挡潮闸	小(1)型
22	土华西闸	65	3	18	排(退)水闸	小(1)型
23	二围水闸	37.6	1	10	挡潮闸	小(1)型
24	海珠区沙涌水闸	32.35	4	20	挡潮闸	小(1)型
25	海珠湖东涵闸	16	1	5	排(退)水闸	小(2)型
26	海珠湖后滘水闸	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	后滘支涌水闸	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	滘口水闸	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	赤沙滘涌水闸	12.3	1	8	排(退)水闸	小(2)型

序号	水闸名称	最大过闸流量 (m ³ /s)	闸孔数量(孔)	闸孔总净宽(m)	水闸类型	水闸级别
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	海珠湖后滘闸站-泵站	石榴岗河
2	北降闸站-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
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			

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

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;排涝期间,北濠涌流域与西碌涌流域由西碌涌水闸分隔开,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 海珠湖排涝片现状水闸分布图

2.1.3 现状闸站情况

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 m²。

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	B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	
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	

2.1.4 项目建设要求

党的十八大以来，党中央着眼于生态文明建设全局，明确了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水方针，作出了一系列加快水务改革发展的重大决策部署。“十三五”期间，在市委、市政府的坚强领导下，全市水务系统深入贯彻习近平生态文明思想，围绕省委“1+1+9”工作部署和市委“1+1+4”工作举措，在全面推行河湖长制的统领下，水务事业发展取得显著实效，各项任务和目标稳步实现，为我市经济社会可持续发展提供了强有力的支撑和保障。

“十四五”时期是我市以新发展理念引领高质量发展，着力建设国际大都市，实现老城市新活力和“四个出新出彩”，巩固提升城市发展位势的关键阶段。《广州市水务发

展“十四五”规划》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，聚焦碳达峰、碳中和战略大局，坚定落实省“851”水利高质量发展蓝图，深入分析“十四五”我市面临的水务发展形势，提出“十四五”时期需以海绵城市理念统领防洪排涝能力全面提升，立足整体防御，不断强化流域-区域-片区三级洪涝防御体系，统筹“蓝绿灰管”，完善基础设施，强化源头管控，加强竖向设计，刚性管控河湖生态空间，综合提升城市水安全韧性，为我市建设国际大都市，奋力实现老城市新活力、“四个出新出彩”提供坚实的水务支撑和保障。

现状北濠涌所在海珠湖片区设计洪（潮）水标准为200年一遇，排涝标准为10~20年一遇24小时暴雨不成灾。近20年，珠江各口门潮位呈明显上升趋势，历史风暴潮造成了片区部分区域水浸，因此应警惕一般强度降雨遭遇极端高潮位的水文组合对洪涝安全的影响。外江遭遇高潮位时，内涌洪水无法自排，建设河口强排泵站是必备措施。海珠区北濠涌排涝泵工程纳入《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）》。

2.1.5 规划用地情况

（1）拟建北濠涌泵位于现状北濠水闸两岸堤顶范围内，根据现有土规资料，拟建泵站区域位置用地性质为建设用地及水域，不涉及基本农田、耕地等非建设用地。

（2）根据海珠区区域控规（2017-2035年），本次拟建泵站区域位置涉及水域（E1）、公园绿地（G1），工程用地范围内不涉及基本农田、文物、历史建筑等。目前正在规定办理相关规划用地手续，具体建设选址以规划部门审批为准。

2.2 规划政策符合性

2.2.1 片区排涝规划

2.2.1.1 《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；番禺南部城区、花都城区、增城城区、从化城区及新建区域能有效应对不低于

30 年一遇的暴雨，其外围街镇的已建城区和南沙其他城市建设区能有效应对 10-20 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。

2.2.1.2 《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）

方案提出，到 2025 年，全市基本形成“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，城市排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效。有效应对城市内涝防治标准内的降雨，老城区雨停后能够及时排干积水，低洼地区防洪排涝水平大幅提升，历史上严重影响生产生活秩序的易涝积水点全面消除；新城区不再出现“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。有条件的地方积极推进海绵城市建设。具体指标包括：严重影响生活秩序的易涝积水点 100% 消除。

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，本次规划要求仍有差距，100 年一遇暴雨条件下片区最高水位 7.17m，部分低洼区域受内河涌水位顶托甚至倒灌。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，网河区有小洲东路与华泰横路交界等 14 处易涝点。

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。

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

规划目标：按照建设“中国特色社会主义现代化国际大都市”要求，建成坚实稳固、人水和谐、绿色低碳、智慧高效、富有韧性的高质量防洪（潮）排涝体系，水患灾害防

御能力达到国际先进水平，实现“雨润羊城、江河安澜”，为广州经济社会发展提供支撑和保障。

2025年，洪水与风暴潮灾害防御能力进一步增强，洪潮涝灾害防御能力达到国内领先水平，率先打造成为全国水利高质量发展示范区。防洪（潮）能力有效增强。内涝防治能力显著提升。2035年，洪水与风暴潮灾害防御能力跃升，基本建成与“中国特色社会主义现代化国际大都市”发展定位相适应的高质量防洪（潮）排涝保障体系，洪潮涝灾害防御能力达到国际先进水平，内涝防治能力与建设韧性城市要求更加匹配，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝现象，防范化解超标洪涝风险能力显著增强。

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。

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

《广州市河涌水系规划（2017-2035年）规划》提出全市河流防洪标准：珠江广州河道干流堤岸为特大城市防洪堤，堤防的防洪（潮）标准为200年一遇，属1级堤防。其中，沉香沙、丫髻沙、北帝沙、洪圣四沙、大蚝沙、后海心沙，规划土地利用性质均为绿化用地及耕地，采用20年一遇；大坦沙、二沙岛、前海心沙、官洲岛、长洲岛、小谷围（大学城）已按200年一遇的标准建设，规划采用200年一遇。

规划排涝标准：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。

2.2.1.5 《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；番禺南部城区、花都城区、增城城区、从化城区及新建区域能有效应对不低于 30 年一遇的暴雨，其外围街镇的已建城区和南沙其他城市建设区能有效应对 10-20 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。

《方案》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。

2.2.1.6 《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》

《意见》提出广州市防洪排涝基础能力建设主要目标，从严格源头管控、补齐基础设施短板、健全洪涝综合防御体系等多方面，全面提升我市防洪排涝基础能力，为加快实现老城市新活力、“四个出新出彩”，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。力争通过 5 年时间，基本实现“小雨不积水、大雨不内涝，特大暴雨城市运转基本正常，妥善处置超标准降雨引发的城市洪涝灾害”的城市治理目标。老城区起步时高起点规划、高标准建设防洪排涝基础设施；老城区结合城市更新改造，全面提升排水标准，完善雨水管渠、泵站调蓄池等设施建设，优化地势低洼区域的城市竖向规划，解决易涝片区积水问题。

（一）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。

（二）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。

2.2.1.7 《海珠区河涌水系规划深化实施方案》

海珠区河涌呈平原网河状。综合考虑到该区内河涌现状分布及其区域特征，本次规划为琶洲岛片、共和围片、石榴岗河南部片、石榴岗河北部片、北濠涌-石溪涌片（以北濠涌、石溪涌、瑞宝涌、后航道形成的环城水系）及独立河涌片共 6 片，通过连通和梳理水系构成该区“六环七线”格局，构成本区水系的整个骨架，形成相互联系又相对独立的水系格局“会展一果树氧吧区”的大型水网络。



图2-4 海珠区水系分布示意图

2.2.2 片区发展规划

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

规划提出构筑“四源共济、六网联动、安全优质”的供水保障网、“千涌通百川、三江护安澜”的洪涝安全网、“单元达标、厂网一体、安全高效”污水治理网、“优水入万户、碧水绕村流”的水美乡村网、“健康和谐、水清岸绿”的生态碧道网、“一网统管、协同高效”的智慧水务网的 6 张水务高质量发展骨干网，全面提升水资源集约节约利用

和水务现代化治理的 2 大关键能力，实现建设水务高质量发展示范城市的目标。

规划提到，以海绵城市理念统领防洪排涝能力全面提升，立足整体防御，不断强化流域-区域-片区三级洪涝防御体系，统筹“蓝绿灰管”，完善基础设施，统筹实施全市江海堤防巩固提标，充分挖潜和保障水库蓄泄能力，逐步完善片区排水防涝体系；强化源头管控，加强竖向设计，落实详细规划阶段洪涝安全评估和项目验收阶段海绵城市效果评估机制；刚性管控河湖生态空间，将河涌水系控制线逐步纳入城市蓝线管控；综合提升城市水安全韧性，打造系统化全域推进海绵城市建设示范城市。

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。

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

应习近平总书记要求，广州应在新时代迈向高质量发展，增强自身在粤港澳大湾区区域发展核心引擎功能，推动实现老城市新活力、四个新出彩、着力建设国际大都市，焕发云山珠水吉祥花城的无穷魅力，朝着建设美丽宜居花城、活力全球城市的目标奋进。



图2-5 海珠区总体空间格局示意图

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。

2.2.2.3 《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。

2.2.3 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。

2.3 项目建设必要性

2.3.1 工程现状及存在问题

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 3 座，总设计流量 $8.56\text{m}^3/\text{s}$ ，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。



图2-6 海珠区北濠涌排涝片区内涝点分布图

2.3.2 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 m²。

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，现已改建为海上明珠智慧园区；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处，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2-7 北濠水闸及周边建筑物航拍图



图2-8 北濠水闸内涌侧右岸现状图



图2-9 北濠水闸外江侧右岸现状图



图2-10 北濠水闸内涌侧左岸现状图



图2-11 北濠水闸外江侧左岸现状图



图2-12 现状沥滘中路跨河桥梁（本次新建泵站右岸侧进水口）



图2-13 北濠水闸右岸思维创汇园区建筑及道路



图2-14 北濠水闸右岸思维创汇园区停车场（本次新建泵站主泵室位置）



图2-15 北濠水闸右岸外江侧珠江堤防



图2-16 北濠水闸左岸海尚明珠智慧园现状建筑及园区围墙（本次新建泵站进水段）



图2-17 北濠水闸左岸海尚明珠智慧园停车场



图2-18 北濠水闸左岸海尚明珠智慧园内部道路



图2-19 北濠水闸左岸外江测船舶下水滑道

2.3.3 洪涝灾害情况

2.3.3.1 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。

2008 年 9 月 23 日，第 14 号强台风“黑格比”吹袭广州市。受其影响，广州出现了严重的风暴潮过程，广州潮位站全面超警戒水位。9 月 24 日凌晨 1 时 30 分开始，珠江外江水位受风暴潮顶托的影响不断上涨，至凌晨 5 时 44 分，海珠区实测外江最高水位 2.85m，超警戒水位 1.85m，为超 200 年一遇。石榴岗河、黄埔涌、海珠涌、西江涌等河涌陆续出现超过警戒水位，潮水漫堤。据统计，共和围赤沙、北山、仑头等经联社农田及果园受浸面积 1350 亩，海珠区 30 多处地方受浸，受浸房屋 1300 多间。

2009 年 3 月 28 日，受到强对流天气影响，广州市出现持续强降雨天气，市气象台发布市区橙色暴雨预警信号，录得暴雨级降水，强降水造成海珠多处水浸街。

2009 年 7 月 19 日，受台风“莫拉菲”影响，海珠区外江最高水位 2.14m。18、19 日出现大雨、局部暴雨，大风 6~8 级，造成南华东保平二巷、同福西岐兴南横、新港东新渔社区等 10 处水浸街现象。

2010 年 5 月 7 日凌晨，广州地区普降暴雨，最大 6 小时降雨量达 228.0mm，为 50 年一遇。中心城区 118 处地段出现内涝水浸，其中 44 处水浸情况较为严重，广州市受灾人口 32166 人，7 人因洪涝次生灾害死亡。海珠区发生多出水浸点。

2010 年 9 月 3 日，台风“狮子山”给珠江三角洲带来大范围高强度降雨，局部特大暴雨。据反映，受台风“狮子山”影响，海珠区出现大范围水淹现象，大部分农作物受淹，部分区域受淹时间达 2~3 天。

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2-20 北濠涌片区历史水浸现场 1



图2-21 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，瑞康路与新滘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2-22 2022年3月24日瑞宝片区历史水浸现场



图2-23 2023年6月1~4日瑞宝片区水浸现场



图2-24 2023年9月15日康乐片区水浸现场

2.3.3.2 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

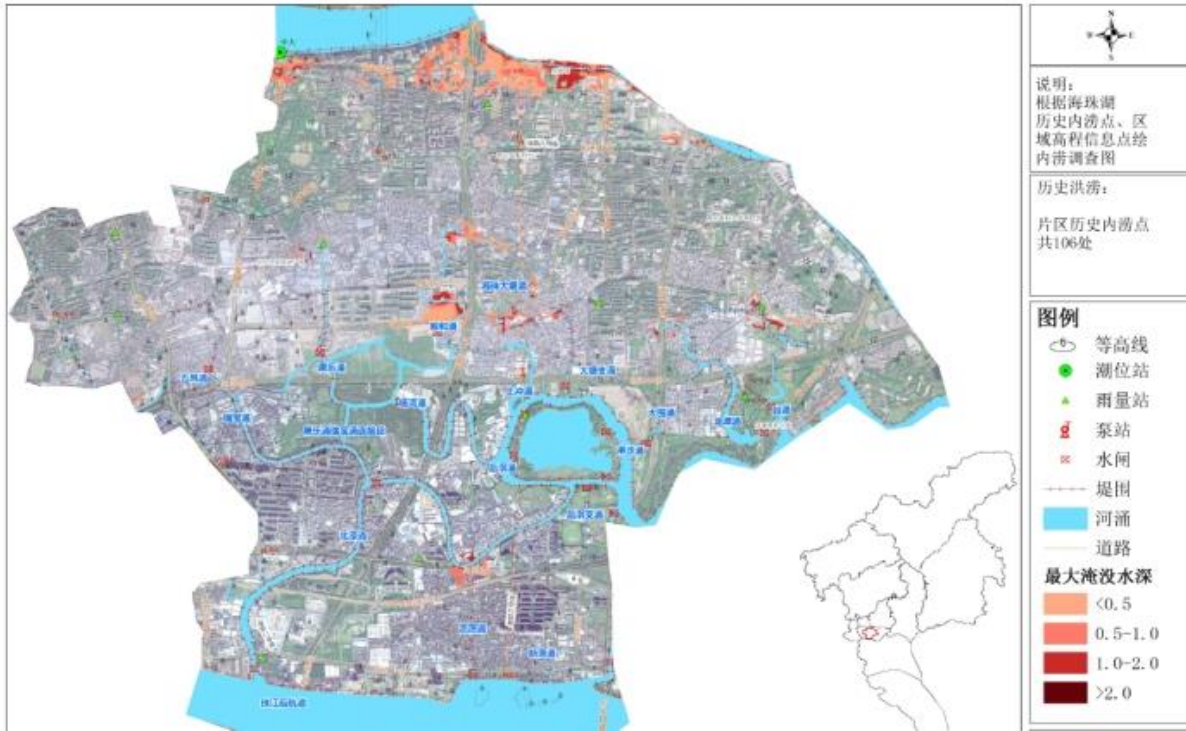


图2-25 区域历史洪涝灾害分布图

2.3.4 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。

2.3.4.1 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，2018年，习近平总书记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。2020年，习近平总书记连续三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年水利部水旱灾害防御工作视频会议上，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。2020年7月中共中央政治局常务委员会召开议研究部署防汛救灾工作，强调要全面提高灾害防御能力，坚持以防为主、防抗救相结合。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标的建议》提出，坚持人民至上、生命至上，把保护人民生命安全摆在首位，全面提高公共安全保障能力。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。因此，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。

2.3.4.2 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。

2.3.4.3 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。

2.3.4.4 工程建设是提高区域防洪排涝能力，确保水安全的需要。

广州市制定了《广州市内涝治理系统化实施方案（2021~2025年）》，工作方案提出，从根本上提高全市防洪排涝能力，为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。方案系统科学的提出堤防、河道整治、水库、水闸、排涝泵站等共相应措施，以提升区域内涝防治能力，建成富有韧性的高质量防洪（潮）排涝体系。

因此，为进一步提高海珠区的排涝能力，规划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。本次工程以 50 年一遇洪水叠加外江多年平均高潮位工况进行计算，建立 $60\text{m}^3/\text{s}$ 流量泵站后，河涌水位可以控制在堤顶高程以下，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。

2.3.4.5 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。

2.3.4.6 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。

2.3.5 项目建设可行性

2.3.5.1 政策和资金方面的可行性分析

北濠涌泵站工程建设是适应城市发展、保障区域水安全的重要举措。北濠涌流域分属规划重大国际创新生态谷与海珠湿地，本次泵站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。

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。

《广州市水务发展“十四五”规划》作为广州市未来水务工作的重要指导方针，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，聚焦碳达峰、碳中和战略大局，坚定落实省“851”水利高质量发展蓝图，本工程作为《广州市水务发展“十四五”规划》中的一环，为城市人居环境作出优化改造，是广东省、广州市、海珠区政府防洪排涝治理政策的重要举措。

同时资金来源为市、区财政出资，资金来源有保障，综上所述，本工程在政策和资金方面具有一定的可行性。

2.3.5.2 工程方案可行性分析

本工程主要建设内容是新建排涝泵站，改、扩建工程在实施过程中易受用地、交通压力等条件制约导致无法落地，现从上述2个方面对本方案的实施性进行分析。

（1）用地分析

根据《广州市城市总体规划（2011-2020）》（以下简称为“总规”），新建北濠涌泵站建设用地性质控制为适建区，未侵占用地四线，未侵占文物古迹、市政公用设施用地、生态控制区、水域，未侵占基本农田及耕地。

新建北濠涌泵站的工程建设用地一部分位于北濠涌河涌规划管理范围内，一部分位于北濠水闸右岸广州港地块权属红线内（陆地面积约1010.1m²），地块权属红线范围内用地需进行征地补偿。本次工程建设范围内地势平坦，新建泵站以及河岸衔接等需要临

时用地，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。

（2）交通影响分析

本工程永久用地及临时用地均位于现状绿地，现状北濠水闸通过岸上园区内部道路与现状市政路连接，具备车辆通行条件，工程实施对周边的道路交通影响较小。

（3）分析结论

综上所述，新建北濠涌泵站的工程建设用地一部分位于北濠涌河涌规划管理范围内，一部分位于北濠水闸右岸广州港地块权属红线内，地块权属红线范围内用地需进行征地补偿。施工期间不影响周边车辆通行，交通疏解等工作，交通疏解难度小，机械及材料进出方便，新建泵站的可实施性高。

3 项目需求分析与产出方案

3.1 需求分析

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。根据本文第二章 2.3 节“项目建设的必要性”，北濠涌排涝泵站工程可解决如下问题：

- (1) 贯彻新时代治水思路，提升抵御洪潮灾害能力；
- (2) 通过提升强降雨时区域强排能力，降低北濠涌水位，保障周边排水通畅，降低周边内涝风险；
- (3) 进一步提高区域洪涝灾害防御能力，进一步提高应对超标洪（潮）灾害的能力，推进广州水务高质量发展，为广州市社会经济的高质量发展提供支撑和保障。
- (4) 工程建设目标为：新建北濠涌排涝泵站后，排涝标准达到 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾。

综上所述，北濠涌排涝泵站工程可提升片区防洪排涝能力，提高区域洪涝灾害防御能力，因此该工程的建设是很有必要的。

3.2 建设内容和规模

本次工程任务为防洪（潮）排涝，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-20/2.79(+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3360kW。本次新建泵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 175.12m（右岸）、112.8m（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 652.70m^2 ，该部分作为绿化以及管理用房用地，用地均位于北濠涌河涌管理范围线内。

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，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。

3.3 项目产出方案

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，本工程等别为Ⅱ等，工程类别为治涝，确定本工程合理使用年限为 50 年。

海珠区北濠涌泵站工程在建设期间，主要需满足以下几点需求及质量要求：

- （1）工程建设后能减缓片区内涝问题；
- （2）工程建设后，结合区域低影响开发、管网改造、优化管理调度等综合措施，使得区域排涝标准采用 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾，内涝防治重现期达到 100 年。
- （3）泵站出口事故闸（兼做防洪闸使用）可应对 200 年一遇洪（潮）水位；
- （4）工程建设期间按照相关的标准规范实施，确保工程在合理使用年限内正常运行。

而针对工程建设后续的可达性分析，目前工程建设后能够满足上述的功能需求，综上所述，本工程建设内容、规模是合理的。

4 项目选址与要素保障

4.1 项目选址或选线

本工程位于广州市海珠区北濠涌涌口，通过调查及测量结果统计，本工程永久用地范围 5.71 亩，临时用地 1.88 亩，均位于的北濠涌用地范围内，不涉及房屋拆迁和人口搬迁。

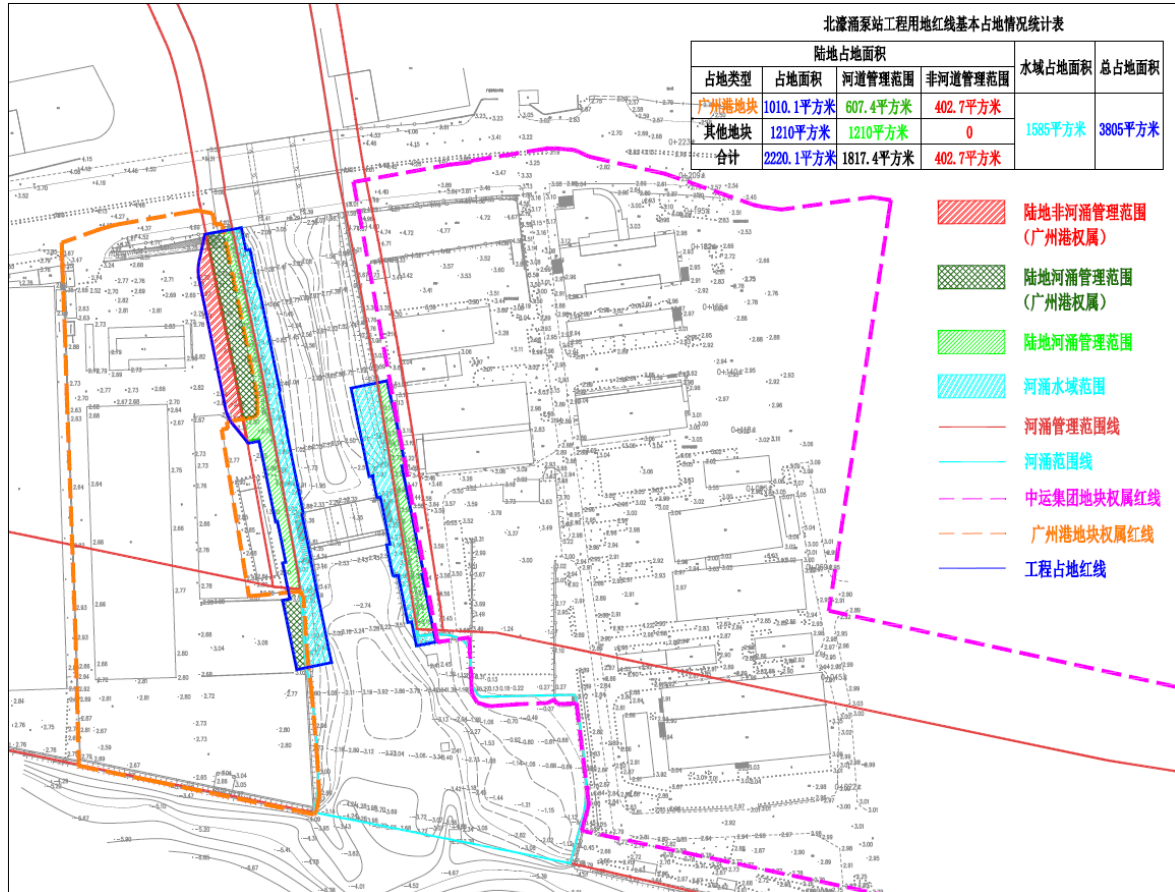


图4-1 项目用地红线图

新建北濠涌泵站的工程建设用地性质控制为适建区，未侵占地四线，未侵占文物古迹、市政公用设施用地、生态控制区、水域。根据土地利用总体规划，本站拟选址的建设用地性质为城乡建设用地，为允许建设区，未侵占基本农田。经核实，新建北濠涌泵站的工程建设用地一部分位于北濠涌河涌规划管理范围内，一部分位于北濠水闸右岸广州港地块权属红线内（陆地面积约 1010.1m²），地块权属红线范围内用地需进行征地补偿。

- (1) 用地现状：泵站选址现状为建设用地（现状调查年度为 2018 年）。
- (2) 用地规划

1) 根据土地利用总体规划，泵站规划用地性质为建设用地涉及水域及绿地。

2) 根据海珠区控规（2017-2035 年），本次拟建泵站区域位置涉及水域（E1）及公园绿地（G1），工程用地范围内不涉及基本农田、文物、历史建筑等。

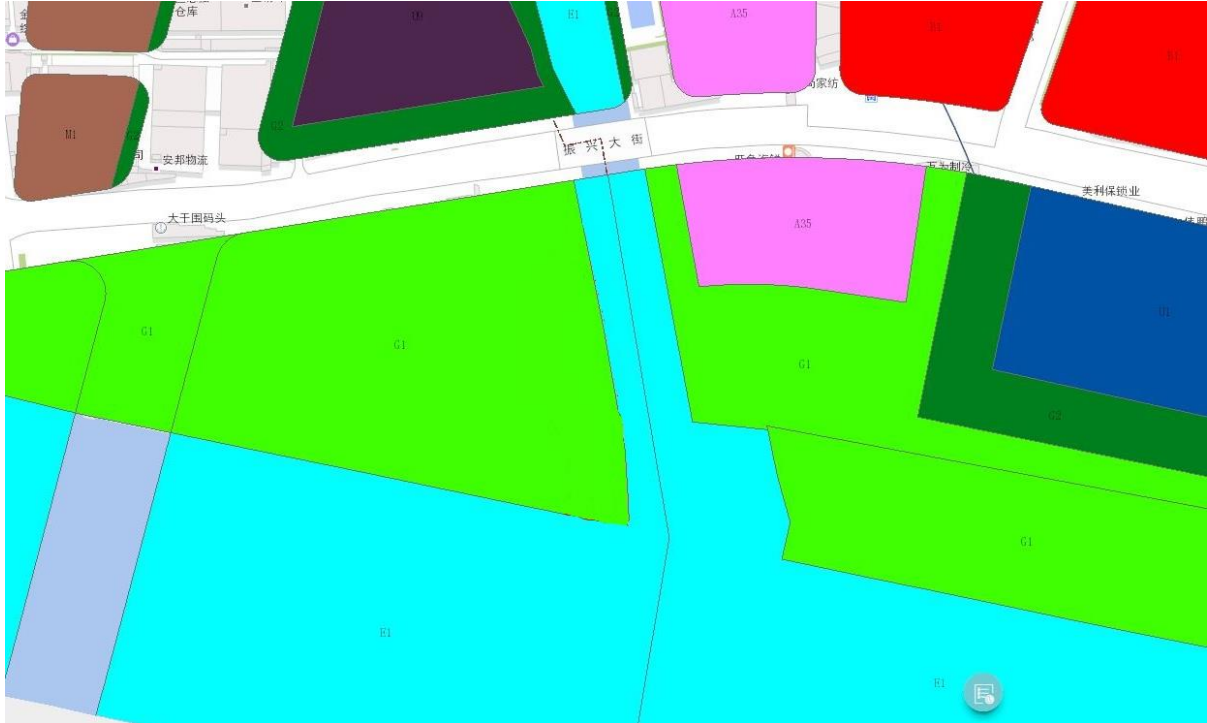


图4-2 北濠涌泵站位置控规图

4.2 项目建设条件

4.2.1 社会经济概况

海珠区位于广州市南部，土地面积 92.09km²。2023 年末常住人口 176.83 万人，户籍人口 110.98 万人。海珠区内辖 18 个行政街和 256 个社区居民委员会。这 18 个行政街是：赤岗、新港、昌岗、滨江、素社、江南中、海幢、南华西、龙凤、沙园、南石头、凤阳、瑞宝、江海、南洲、琶洲、华洲、官洲。

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%。



图4-3 海珠区行政分区图

4.2.2 自然地理概况

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。区内河流、河涌交错，极具岭南水乡风情。

4.2.3 河涌水系及水利工程概况

海珠区现有主要河涌总计 87 条，总长 134km。其中较大的河涌有：石榴岗河、黄埔涌、赤沙涌、海珠涌、土华涌等。较大的湖泊为海珠湖，占地面积 149.89 公顷，总库容 105 万 m³，海珠湖从-0.50m 调蓄内洪水到 1.32m，最大可调蓄量约 55 万 m³。海珠区现状共有水闸 58 座， 泵站 17 座。



图4-4 海珠区现状水闸泵站分布图

表4-1 海珠区水闸情况表

序号	水闸名称	最大过闸流量 (m ³ /s)	闸孔数量 (孔)	闸孔总净 宽(m)	水闸类型	水闸级别
1	黄埔涌北闸	333	2	32.4	挡潮闸	中型
2	黄埔涌南闸	333	2	32.4	挡潮闸	中型
3	黄涌水闸	25.7	1	15	挡潮闸	小(1)型
4	康乐闸	20.2	1	8	排(退)水闸	小(1)型
5	沥滘水闸	6.03	1	8	挡潮闸	小(2)型
6	龙潭水闸	36	3	18	排(退)水闸	小(1)型
7	磨碟沙北闸	16.34	1	7	挡潮闸	小(2)型
8	磨碟沙西闸	16.34	1	4	排(退)水闸	小(2)型
9	南便涌水闸	9.1	1	5	挡潮闸	小(2)型
10	南箕水闸	6.92	1	4	挡潮闸	小(2)型
11	琶洲北闸	12.1	1	6	挡潮闸	小(2)型
12	琶洲南闸	7.1	1	4	排(退)水闸	小(2)型
13	上冲闸	41	3	18	排(退)水闸	小(1)型
14	深垄闸	12	1	3	挡潮闸	小(2)型
15	深涌水闸	10.5	1	4	挡潮闸	小(2)型
16	石磷桥水闸	16	1	4	挡潮闸	小(2)型
17	石榴岗水闸	130	10	42	挡潮闸	中型
18	石溪水闸	34.6	1	5	挡潮闸	小(1)型
19	台涌水闸	33	3	18	排(退)水闸	小(1)型

序号	水闸名称	最大过闸流量 (m ³ /s)	闸孔数量(孔)	闸孔总净宽(m)	水闸类型	水闸级别
20	塘涌水闸	7.22	1	4	挡潮闸	小(2)型
21	土华旧闸	76.73	3	11	挡潮闸	小(1)型
22	土华西闸	65	3	18	排(退)水闸	小(1)型
23	二围水闸	37.6	1	10	挡潮闸	小(1)型
24	海珠区沙涌水闸	32.35	4	20	挡潮闸	小(1)型
25	海珠湖东涵闸	16	1	5	排(退)水闸	小(2)型
26	海珠湖后滘水闸	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	后滘支涌水闸	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	滘口水闸	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	赤沙滘涌水闸	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4-2 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	北降闸站-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
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			

表4-3 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	后溜支涌水闸	-1.3

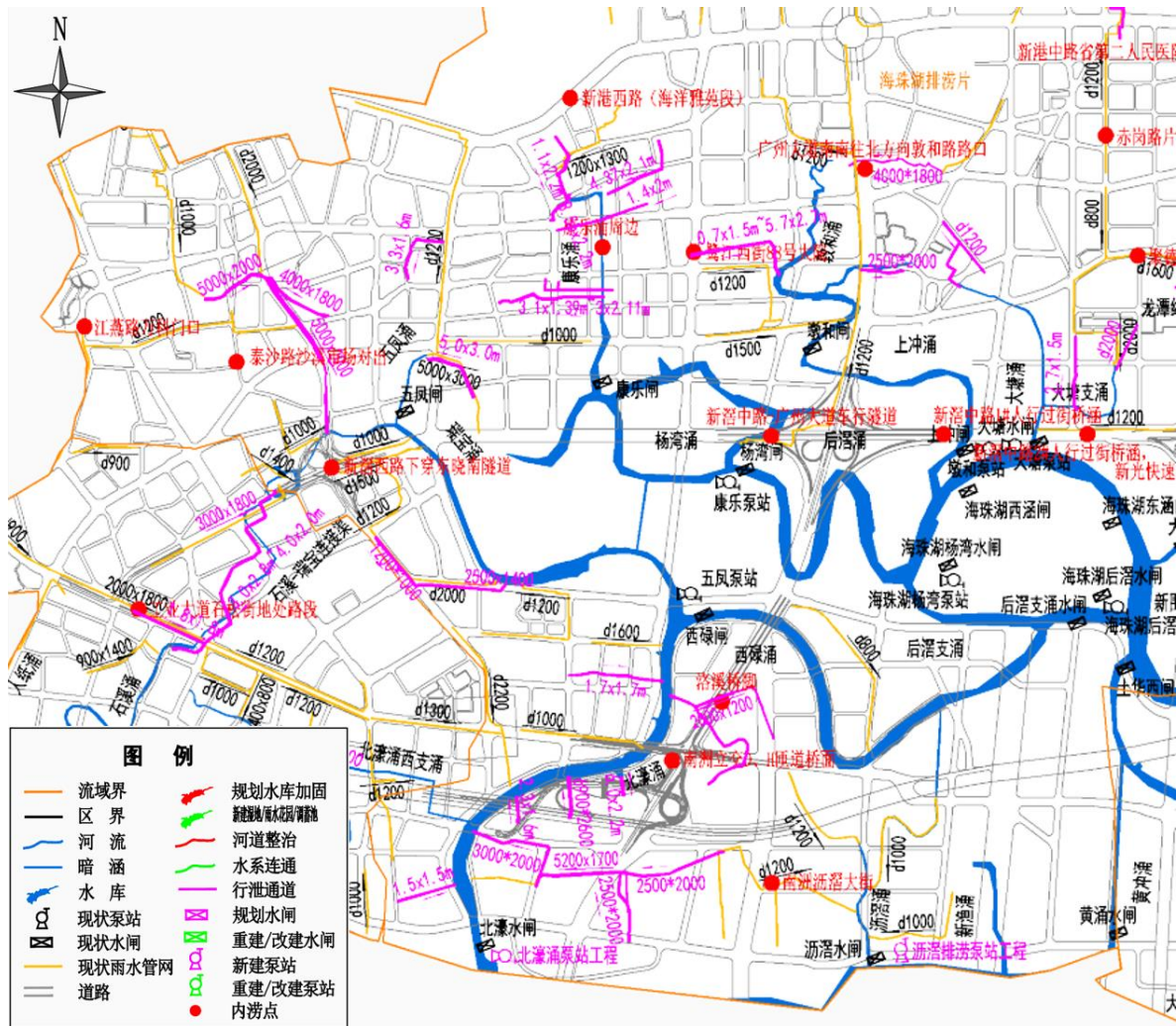


图4-5 海珠湖片区水利工程分布图

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。

4.2.4 水文

4.2.4.1 气象

4.2.4.1.1 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。

4.2.4.1.2 气象特征

本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。

4.2.4.1.3 降雨量

根据广州市区雨量站 1908~1998 年资料统计，多年平均年降水量为 1675.5mm，实测最大年降水量为 2865mm（1920 年），最小年降水量为 1061mm（1991 年）。根据年降水量差积曲线分析，年降水量的丰枯循环期一般在 20~30 年左右，这说明广州市降水量的年际变化相对比较稳定。

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。

根据1908~1998年广州站降雨资料统计，汛期（4~9月份）降水量占年降水总量的81%，枯水期仅占19.0%，丰枯季节分明。在前汛期（4~6月份）降水量占年降水总量的43.7%，后汛期（7~9月份）占37.3%。见海珠区多年平均降水量年内分配表。

表4-4 海珠区多年平均降水量年内分配表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
百分比(%)	2.2	3.8	5.0	11.0	16.5	16.2	13.5	13.9	9.9	4.4	2.1	1.5
合计	枯水期 11%			前汛期 43.7%			后汛期 37.3%			枯水期 8%		

4.2.4.1.4 气温和湿度

广州地区多年平均气温为21.8℃，7月份最高气温平均为28.4℃，1月份最低气温平均13.3℃，极端最高气温为38.7℃（1953年8月12日），极端最低气温为0.0℃（1957年2月11日）。多年平均相对湿度79%。

无霜期达340多天，每年10月至次年3月份为旱季。

4.2.4.1.5 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，个别年份没有阴天出现，其中10月份晴天最多。

年平均总辐射量106.7千卡/cm²，最大出现在7月份，平均达11.8千卡/cm²，2月份最小，平均为5.9千卡/cm²。本区多年平均蒸发量为1603.5mm。

4.2.4.1.6 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。

4.2.4.2 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。

4.2.4.3 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4-5 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。

4.2.4.4 洪水

4.2.4.4.1 设计暴雨

(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 $H_{24}=45.4\text{mm}$ 。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) 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 $H_{tp}=H_t \times K_{tp}(K_p \text{ 值用 } C_s=3.5C_v \text{ 的皮 III 型曲线})$ ，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4-1 海珠区各历时设计暴雨量成果表

时段 (h)	H_t	C_v	C_s/C_v	设计暴雨				
				$p=1\%$	$p=2\%$	$p=5\%$	$p=10\%$	$p=20\%$
“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

4.2.4.4.2 设计洪水

(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。

参考实例：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（新洲码头-海军码头），受灾面积约 1.5 平方公里，受影响人口约 2000 人。

（2）设计洪水计算

1) 流域参数

根据《海珠区河涌水系规划深化实施方案》，规划将海珠区分为6个排水分区，分别为① 独立河涌片；②石榴岗河北部片；③北濠涌-石溪涌片；④石榴岗河南部片(果树保护区片)；⑤共和围片；⑥琶洲岛片。

本工程位于北濠涌～石溪涌片，瑞宝涌、西禄涌、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 θ ：

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

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

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)；

θ ——汇流特征参数。

表4-2 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(km ²)	出口断面汇水面积(km ²)	流域河长L(km)	备注
1	五凤涌	1.37	1.37	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 1.37km ² ，康乐涌 2.40km ² ，汇入北濠涌
4	北濠涌	2.63	10.49	5.18	



图4-6 北濠涌流域集雨面积

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 $m1 \sim \theta$ 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 $m1$ 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：

a) 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)。

b) 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 。

c) 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。

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4-3 北濠涌设计洪峰流量

计算方法 频率	经验公式法	综合单位线法	推理公式法
P=20%	35.8	44.9	36.1
P=10%	46.5	55.8	48.8
P=5%	58.0	66.6	62.4
P=2%	72.0	80.6	80.3
P=1%	85.7	91.1	90.1

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, 暂不作为最终成果考量; 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。经综合分析, 选取设计结果偏大的综合单位线法的成果, 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 50 年一遇洪水过程线见下表及下图。

表4-4 北濠涌涌口设计洪水过程线(P=2%)

时段 (h)	流量 (m^3/s)	时段 (h)	流量 (m^3/s)	时段 (h)	流量 (m^3/s)	时段 (h)	流量 (m^3/s)	时段 (h)	流量 (m^3/s)
0	0.00	18.5	0.31	37	79.40	55.5	0.31	74	0.13
0.5	0.01	19	0.32	37.5	76.10	56	0.30	74.5	0.12
1	0.02	19.5	0.33	38	70.30	56.5	0.30	75	0.10
1.5	0.03	20	0.35	38.5	62.90	57	0.30	75.5	0.08
2	0.05	20.5	0.38	39	53.60	57.5	0.30	76	0.07
2.5	0.08	21	0.41	39.5	45.50	58	0.30	76.5	0.06
3	0.12	21.5	0.45	40	38.50	58.5	0.30	77	0.05
3.5	0.15	22	0.47	40.5	32.80	59	0.30	77.5	0.04
4	0.17	22.5	0.49	41	28.00	59.5	0.30	78	0.04
4.5	0.19	23	0.51	41.5	24.00	60	0.30	78.5	0.03
5	0.21	23.5	0.53	42	20.70	60.5	0.30	79	0.03
5.5	0.23	24	0.53	42.5	18.10	61	0.30	79.5	0.02
6	0.24	24.5	0.53	43	15.80	61.5	0.29	80	0.02
6.5	0.25	25	0.52	43.5	14.00	62	0.28	80.5	0.02
7	0.26	25.5	0.50	44	12.40	62.5	0.26	81	0.02
7.5	0.27	26	0.46	44.5	11.00	63	0.24	81.5	0.01
8	0.29	26.5	0.41	45	9.83	63.5	0.22	82	0.01
8.5	0.30	27	0.39	45.5	8.78	64	0.21	82.5	0.01

9	0.32	27.5	0.43	46	7.83	64.5	0.19	83	0.01
9.5	0.33	28	0.57	46.5	6.95	65	0.18	83.5	0.01
10	0.34	28.5	0.82	47	6.12	65.5	0.18	84	0.01
10.5	0.35	29	1.24	47.5	5.36	66	0.17	84.5	0.01
11	0.36	29.5	1.82	48	4.65	66.5	0.16	85	0.00
11.5	0.37	30	2.85	48.5	4.01	67	0.16	85.5	0.00
12	0.37	30.5	4.23	49	3.43	67.5	0.16	86	0.00
12.5	0.37	31	6.49	49.5	2.90	68	0.16	86.5	0.00
13	0.37	31.5	9.77	50	2.42	68.5	0.16	87	0.00
13.5	0.37	32	14.40	50.5	2.00	69	0.16	87.5	0.00
14	0.37	32.5	20.70	51	1.64	69.5	0.16	88	0.00
14.5	0.36	33	29.10	51.5	1.32	70	0.16	88.5	0.00
15	0.35	33.5	38.60	52	1.05	70.5	0.16	89	0.00
15.5	0.34	34	49.40	52.5	0.83	71	0.16	89.5	0.00
16	0.33	34.5	59.10	53	0.65	71.5	0.16	90	0.00
16.5	0.32	35	67.70	53.5	0.52	72	0.16	90.5	0.00
17	0.31	35.5	74.60	54	0.43	72.5	0.15	91	0.00
17.5	0.31	36	79.00	54.5	0.37	73	0.15	91.5	0.00
18	0.31	36.5	80.60	55	0.33	73.5	0.14	92	0.00

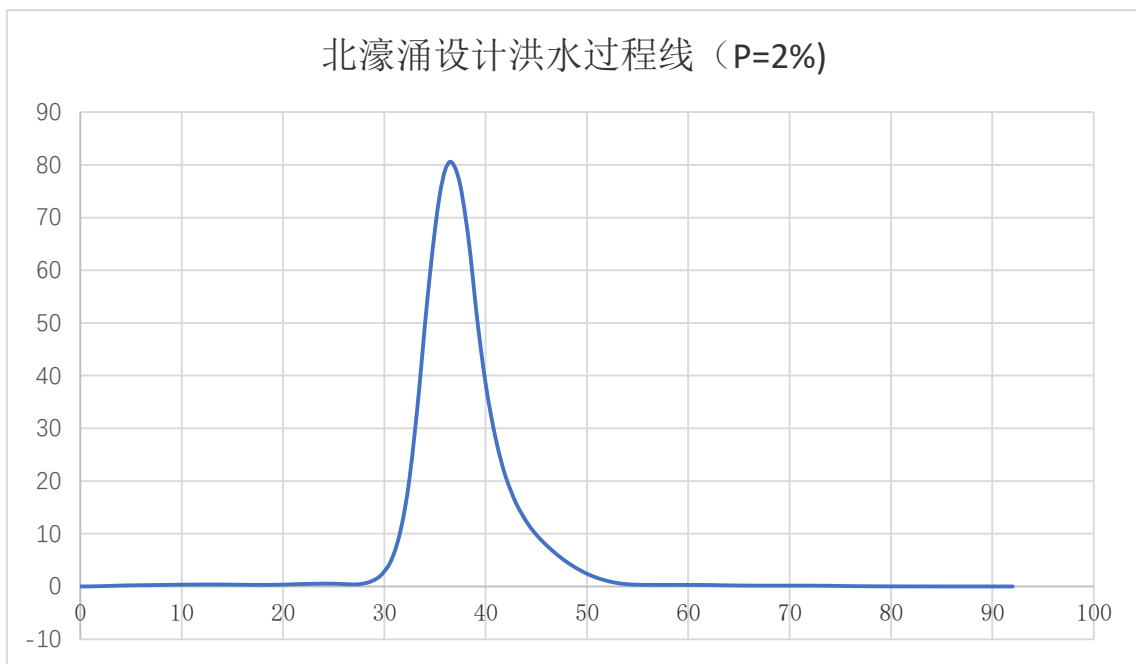


图4-7 北濠涌涌口洪水过程线 (P=2%)

4.2.4.5 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 $H=1.64m$, $C_v=0.1$, $C_s=1.25$ 绘制 P-III型曲线, 详见图 4-5, 浮标厂站枯水期潮位设计值见下表。

表4-5 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

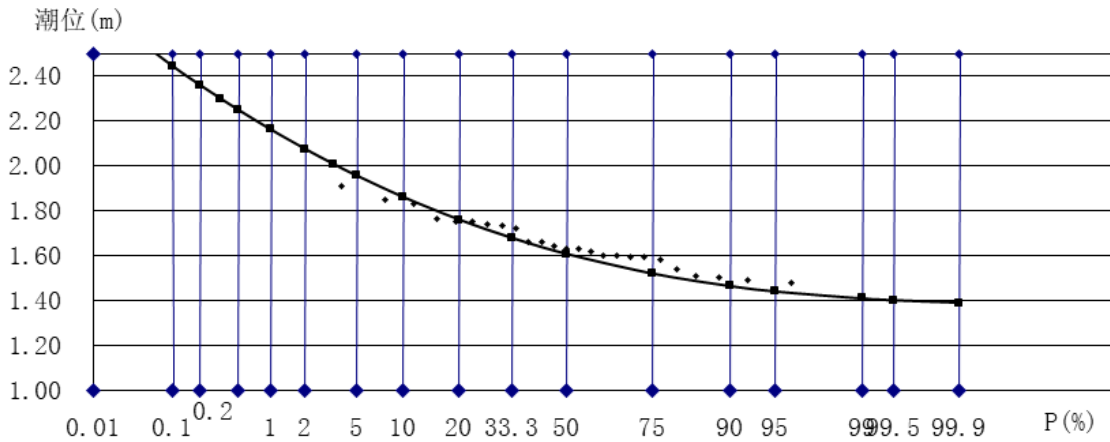


图4-8 浮标厂枯水期设计潮位频率曲线图

4.2.4.6 施工期洪水

施工统一采用沙包围堰。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)，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 (m^3/s)；

F ——集雨面积 (km^2)；

C_1 ——随频率而变的系数；

H_{24p} ——24 小时设计暴雨量 (mm)；

θ ——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4-6 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
	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4-7 工程施工期洪水

	集雨面积 (km ²)	河长 (km)	坡降 (‰)	位置	施工期洪水 (m ³ /s, P=10%)	洪量 (万 m ³)
北濠涌	10.49	5.18	0.47	河口	21.6	72.2

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。

4.2.4.7 潮汐

4.2.4.7.1 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4-8 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
	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

站点名称	浮标厂
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

4.2.4.7.2 外江设计潮位

本工程设计洪潮水位采用广东省水利厅 2020 年 8 月《珠江河口综合治理规划修编主要测站设计潮位复核报告》的成果，见下表。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4-9 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）	3.08	2.96	2.83	2.64	2.49	2.33

4.2.4.7.3 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多年平均最高潮位。

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。

本次设计采用内涌 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。

表4-10 浮标厂站多年平均最高潮、200 年一遇潮型（珠基高程） 单位（m）

时间	多年平均最高潮位	200 年一遇潮位	时间	多年平均最高潮位	200 年一遇潮位
7:00	-0.06	-0.1	12:40	2.09	2.53
7:20	-0.11	-0.08	13:00	2.01	2.64
7:40	-0.15	-0.15	13:20	1.94	2.76
8:00	-0.2	-0.2	13:40	1.87	2.65
8:20	-0.21	-0.26	14:00	1.73	2.56
8:40	-0.21	-0.28	14:20	1.59	2.47
9:00	-0.22	-0.28	14:40	1.45	2.28
9:20	0.02	-0.29	15:00	1.32	2.1
9:40	0.26	0.03	15:20	1.18	1.91
10:00	0.5	0.34	15:40	1.05	1.74
10:20	0.77	0.66	16:00	0.93	1.56
10:40	1.05	1.02	16:20	0.81	1.39
11:00	1.32	1.39	16:40	0.69	1.23

时间	多年平均最高潮位	200年一遇潮位	时间	多年平均最高潮位	200年一遇潮位
11:20	1.49	1.74	17:00	0.59	1.07
11:40	1.67	1.97	17:20	0.48	0.91
12:00	1.84	2.2	17:40	0.38	0.78
12:20	1.92	2.43	18:00	0.28	0.63

4.2.4.7.4 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4-11 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	低于年最高潮位多年平均值
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	低于年最高潮位多年平均值
2007	102	超 1 年一遇	2007/8/13	1.59	低于年最高潮位多年平均值
2008	171	5 年一遇	2008/6/25	1.61	低于年最高潮位多年平均值

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
2009	129	2 年一遇	2009/3/28	0.72	低于年最高潮位多年平均值
2010	205	5 年一遇	2010/9/3	1.53	低于年最高潮位多年平均值
2011	206	10 年一遇	2011/10/3	1.82	低于年最高潮位多年平均值
2012	79	超 1 年一遇	2012/4/26	1.49	低于年最高潮位多年平均值
2013	214.5	10 年一遇	2013/8/14	1.66	低于年最高潮位多年平均值
2014	183.5	超 5 年一遇	2014/3/30	1.77	低于年最高潮位多年平均值
2015	154.5	3 年一遇	2015/10/4	1.78	低于年最高潮位多年平均值
2016	170	5 年一遇	2016/1/28	1.6	低于年最高潮位多年平均值
2017	195	超 5 年一遇	2017/8/27	1.64	低于年最高潮位多年平均值
2018	289.5	50 年一遇	2018/6/12	1.93	低于年最高潮位多年平均值
2019	142	3 年一遇	2019/6/24	1.57	低于年最高潮位多年平均值
2020	115.5	2 年一遇	2020/5/21	1.74	低于年最高潮位多年平均值

表4-12 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
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	

(3) 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。

(4) 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。

4.2.5 工程地质

本次工程地质根据收集到的资料，采用《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）（以下简称《地勘资料》）。《地勘资料》中高程系采用珠基高程系统，与本水闸泵站相关的钻孔主要为 ZK01~ZK05。

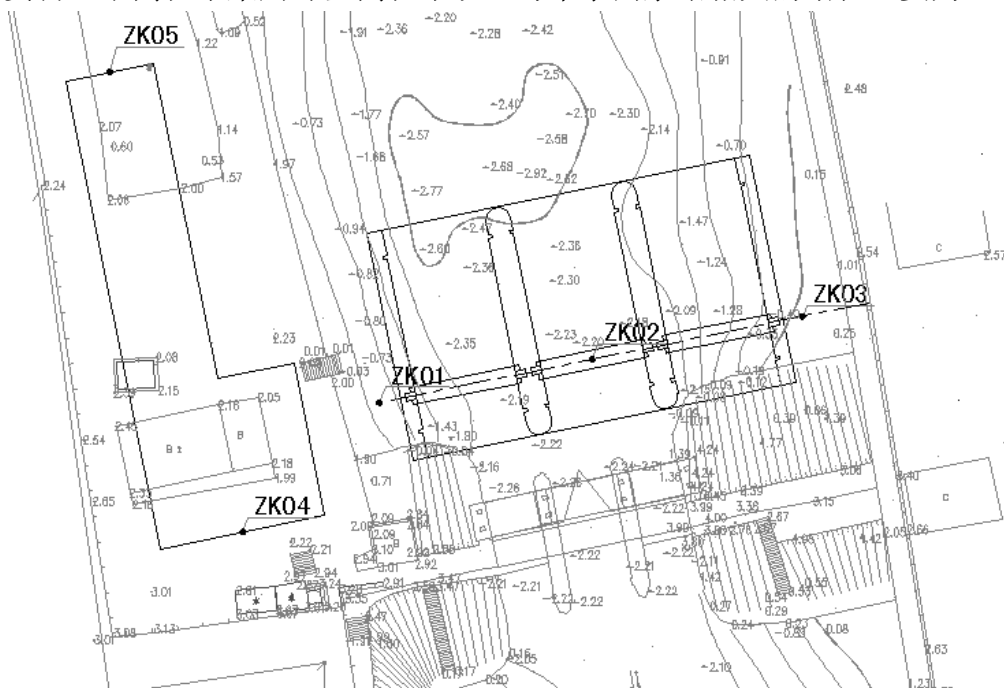


图4-1 北濠水闸钻孔分布图

4.2.5.2 地形地貌

工程区位于海珠区仑头镇，属珠江三角洲冲积平原地貌单元。区内河网密集，河涌宽约 20~35m，地势较为平坦，地面标高为-3.00~3.13m。

4.2.5.3 地层岩性

根据钻孔揭露及区域地质资料，工程区内主要出露以下地层：

4.2.5.3.1 震旦系（Z）

该系下界不清，上界为上古生界及中生界不整合覆盖，厚度>720m。由于岩石普遍经区域变质和混合岩化，混合岩化强烈，其原有层序和沉积特征已难确定。

4.2.5.3.2 白垩系（K）

下统白鹤洞组上段（K1b2）：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；上部为暗红-此红色层状钙质粉砂岩与灰色泥灰岩互层，厚度>720m。不整合覆于震旦系之上。

4.2.5.3.3 第四系冲积相（Q⁴）

工程区广泛分布，冲积相自下而上为粉质粘土、中砂、粗砂、淤泥、人工填土等。

4.2.5.4 区域构造稳定性及地震动参数

工程区位于广三断层、沙河断层和北亭断层交汇处。

4.2.5.4.1 褶皱

由白垩系构成的宽展型褶皱有海珠背斜（呈北西西走向，向南东东倾伏）及珠江向斜（向南东翘起，走向接近东西向），褶皱两翼产状平缓，倾角 10-30°，局部受断层影响，产状变陡。

4.2.5.4.2 断层

广三断层：发育于加里东构造层中，为东西向断裂，倾向 190°，倾角 50°，延伸 46km。沙河断层：发育于燕山期构造层中，为第四系覆盖。为北西向断裂，走向 290°~340°，倾向南西，倾角 40°~75°。北亭断层：自北亭向南东红南村，长约 14km，走向北西 330°~340°，倾向南西，倾角不清，该断层为一隐伏的活动性断层，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。

4.2.5.4.3 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，工程区地震动峰值加速度为 0.10g，

参照地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表，地震基本烈度为 7 度。

4.2.5.5 水文地质条件

工程区地处珠江三角洲，属南方丰水地区，受径流、潮汐共同影响，自然水体包括地表水和地下水，大气降水是地表水和地下水的总补给来源，但地下水的主要补给来源为河水，所以地下水潜水面随涨退潮而升降。

地下水类型以第四系孔隙潜水为主，其次为基岩风化裂隙水。第四系孔隙潜水主要赋存于砂土层和粉土层中，由大气降水或地表水补给，水量丰富。基岩风化裂隙水主要分布在强风化岩带，由大气降水补给，水量不丰富。

为评价环境水对混凝土的腐蚀性，取 1 组地表水和 1 组地下水进行了水质分析试验。根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50287-99)，判别结果表明，地表水对混凝土无溶出型腐蚀，无其它分解类、复合类腐蚀和结晶类腐蚀；地下水对混凝土无溶出型腐蚀，无一般酸性型腐蚀，具碳酸型弱腐蚀，无复合类和结晶类腐蚀。

4.2.5.6 工程地质条件及评价

4.2.5.6.1 工程地质条件

根据钻孔揭露，闸址地基的地层大致可划分为以下几层：

① 人工填土、耕植土：灰黄色，湿，土质不均一，只在钻孔 ZK4、ZK5 有揭露，厚度 1.20m~2.20m。

②-1 淤泥、淤泥质土、淤泥质粉砂：灰色，饱和，流塑，该层普遍出露。层顶标高 -2.35~1.05m，层底标高 -6.15m~-1.62m，层厚 1.40~4.00m。共做标贯试验 2 次，击数 1~3 击，平均击数 2 击。取土样 2 组，主要物理力学指标值如下：含水量 44.0%，湿密度 1.72g/cm³，比重 2.65，孔隙比 1.219，液限 ω_L ：42.0%，塑限 ω_p ：26.7%，液性指数 I_L ：1.13，塑性指数 I_p ：15.3，压缩系数 0.838 MP_{a-1}，压缩模量 2.65 MPa，属高压缩性土，直接快剪： $c=4.0\text{kPa}$ ， $\varphi=6.8^\circ$ 。

②-2 细砂：灰黑色，饱和，松散，富含淤泥质。分布不均匀，只在 ZK4 和 ZK5 有所揭露，该层在 ZK4 液化，液化等级为严重。层顶标高 -2.35m~1.05m，层底标高 -4.75m~-1.62m，层厚 1.40~3.75m。共做标贯试验 3 次，击数 1~4 击，平均击数 2.33 击。本层取样 1 组，物理力学指标如下：水上坡角 40°，水下坡角 35°，建议渗透系数（垂直） $5.0\times 10^{-4}\text{cm/s}$ 。

②-3 中粗砂：灰白色，饱和，稍密~中密，成份为石英，部分钻孔在该层夹细砂。该层均有分布。该层在 ZK1 和 ZK2 液化，液化等级为中等。层顶标高-11.75m~-4.00m，层底标高-13.52m~-6.97m，层厚 0.95~7.05m。共做标贯试验 18 次，击数 3~24 击，平均击数 17.78 击。本层取样 6 组，物理力学指标如下：水上坡角 43.1°，水下坡角 37.9°，建议渗透系数（垂直） $5.0 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

②-4 粉质粘土：灰白色，湿，可塑~硬塑，该层均有分布。层顶标高-13.52m~-12.00m，层底标高-14.22m~-13.70m，层厚 0.55~1.75m。共做标贯试验 3 次，击数 12~25 击，平均击数 19 击。取样 1 组，主要物理力学指标值如下：湿密度 2.13g/cm^3 ，比重 2.66，液限 ω_L : 16.4%，塑限 ω_p : 10.2%，塑性指数 I_p : 0.2，液性指数 I_L : 0.65，压缩系数 0.236MP_{a-1} ，压缩模量 6.04MPa ，属中等压缩性土，直接快剪： $c=7.0 \text{kPa}$ ， $\varphi=28.8^\circ$ ，类比同类工程岩土性质，建议渗透系数（垂直） $5.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

③ 残积土：褐红色，稍湿，可塑~硬塑，呈粉质粘土状，该层部分分布。层顶标高-13.75m~-13.70m，层底标高-15.75m~-14.25m，层厚 0.5~2.0m。本层取土样 1 组，主要物理力学指标值如下：含水量 25.6%，湿密度 1.90g/cm^3 ，比重 2.74，孔隙比 0.811，液限 ω_L : 38.4%，塑限 ω_p : 23.0%，塑性指数 I_p : 15.4，液性指数 I_L : 0.17，压缩系数 0.336MP_{a-1} ，压缩模量 5.39MPa ，属中等压缩性土，直接快剪： $c=30.0 \text{kPa}$ ， $\varphi=13.9^\circ$ ，类比同类工程岩土性质，建议渗透系数（垂直） $3.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

④全风化泥质砂岩：褐红色，质软，呈坚硬土状，可塑~硬塑，含少量碎石。层顶标高-14.30m~-13.75m，层底标高-15.92m~-14.40m，层厚 0.65m~1.70m。共做标贯试验 1 次，击数 36 击。本层取土样 2 组，主要物理力学指标值如下：含水量 26.9%，湿密度 1.94g/cm^3 ，比重 2.73，孔隙比 0.786，液限 ω_L : 34.1%，塑限 ω_p : 21.9%，塑性指数 I_p : 12.3，液性指数 I_L : 0.42，压缩系数 0.291MP_{a-1} ，压缩模量 6.17MPa ，属中等压缩性土，直接快剪： $c=21.0 \text{kPa}$ ， $\varphi=25.8^\circ$ ，类比同类工程岩土性质，建议渗透系数（垂直） $3.0 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 。

⑤强风化泥质砂岩：褐红色，岩质较软，部分含中风化岩块。

⑥中风化泥质砂岩：褐红色，岩质较硬，岩芯呈短柱状和碎块状，取岩样 1 组，天然单轴抗压强度平均值为 27.7MPa 。

4.2.5.7 工程地质条件评价

① 人工填土：该层部分分布，且厚度不均，施工时建议开挖。

②-1 淤泥、淤泥质土及淤泥质砂：该层广泛分布，厚度不均，物理力学性质较差，呈流塑~软塑状态，其天然孔隙比大于 1.0，并具有抗剪强度低、压缩性高以及触变性和流变性等特点。若该层直接作为水闸和泵站的持力层，将会发生较大的（不均匀）沉降和抗滑稳定问题，直接危及水闸的安全，因此必须进行基础处理。

②-2 细砂：该层部分分布，厚度不均，不宜作为地基持力层，且应考虑该层的防渗和防震问题。

②-3 中粗砂：该层虽然广泛分布，但厚度不均，不宜作为地基持力层。

②-4 粉质粘土：该层部分分布，且厚度不均，不宜作为地基持力层。

③ 残积土：该层物理力学性质较好，但是部分分布，不宜作为地基持力层。

④全风化泥质砂岩：该层广泛分布，物理力学性质较好，为较好的基础持力层。

⑤强风化泥质砂岩：由于其强度较高，可做基础持力层。

4.2.5.8 工程地质问题及处理建议

工程区地震动峰值加速度等于 0.10g，相应地震基本烈度等于 7 度。根据国标《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版），饱和砂土和饱和粉土的液化判别和地基处理，7 度时，一般情况下需要进行砂土液化判别和处理。

4.2.5.9 天然建筑材料

本地区未做天然建筑材料的专门勘探工作。砂、石料均需就近购买。土料可利用开挖后的一部分，其余部分也需要购买。

4.2.5.10 结论及建议

①本工程区地处珠江三角洲冲积平原区，地形平坦。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），工程区地震动峰值加速度为 0.10g，地震基本烈度为Ⅶ度。

②泵站地基范围内的淤泥及淤泥质粘土分布广泛，但厚度不大，无法满足地基承载力的要求，建议进行开挖处理。

③工程区域范围内砂层需考虑地震液化问题。

④泵站基础建议采用换填中粗砂进行处理或者采用桩基进行处理；管理房地基建议采用水泥搅拌桩进行处理。

ZK1 钻孔柱状图（水上孔）

工程名称		广州市北濠涌水闸重建工程			勘察阶段	技术阶段	钻进方法	泥浆回转钻进			
工程编号		X= 21314.7430			钻孔直径	(mm)	钻孔深度	18.60 (m)			
孔口标高		-1.50 (m)			座标	Y= 40860.1718	水深	2.60 (m)			
成因年代		地层编号	层底深度 (m)	层厚 (m)	层底标高 (m)	比例	岩土特征描述		试样编号 取样位置 (m)	标贯击数/次 试验位置 (m)	
Q ^{a1}	②-1	2.50	2.50	-4.00	1:200 ▽2.60	淤泥质粉砂： 灰黑色，饱和，稍密，含淤泥质。		ZK1-1 5.10~5.30	N=3 2.65~2.95		
	②-3	9.55	7.05	-11.05		粗砂： 黄色、灰白色，饱和，稍密~中密。成份为石英，级配较好。				ZK1-2 7.30~7.50	N=19 5.45~5.75
						中砂： 褐黄色，饱和，中密~密实。含粘粒。				N=17 7.65~7.95	N=18 9.25~9.55
	②-4	11.65	2.10	-13.15		粉质粘土： 灰白色，湿，可塑~硬塑。为冲积土。				ZK1-3 13.30~13.50	N=24 11.35~11.65
K ₁ b ²	Ⅴ	12.80	0.60	-14.30	1:200 ▽2.60	残积土： 褐红色，湿，可塑~硬塑，岩芯呈土柱状。		N=42 13.75~14.05			
	Ⅵ	13.50	0.70	-15.00		全风化泥质砂岩： 褐红色，可塑~硬塑。风化剧烈，岩质软弱。			ZK1-4 17.80~18.00	N=53 16.25~16.55	
	Ⅶ	16.40	2.90	-17.90	强风化泥质砂岩： 褐红色，风化强烈，岩芯呈半岩半土状，手易折断岩块，岩质极软。						
	Ⅷ	18.60	2.20	-20.10	中风化泥质砂岩： 褐红色，岩芯呈碎块状及短柱状，岩质较硬。						

◆ 制图： 校对： 图号：

ZK2 钻孔柱状图（水上孔）

工程名称		广州市北濠涌水闸重建工程			勘察阶段	技术阶段	钻进方法	泥浆回转钻进		
工程编号		X= 21321.5407			钻孔直径	(mm)	钻孔深度	16.40 (m)		
孔口标高		-2.35 (m)			座标	Y= 40873.1441	水深	4.00 (m)		
成因年代		地层编号	层底深度 (m)	层厚 (m)	层底标高 (m)	比例	岩土特征描述		试样编号 取样位置 (m)	标贯击数/次 试验位置 (m)
Q ^{a1}	②-1	2.40	2.40	-4.75	1:200 ▽4.00	淤泥质粉砂： 灰黑色，饱和，松散。含少量碎石。		ZK2-1 5.10~5.30	N=4 2.55~2.85	
	②-3	7.35	4.95	-9.70		粗砂： 灰白色，饱和，稍密。成份为石英，呈亚圆形颗粒状，级配良好。				N=18 4.85~5.15
						细砂： 褐红色，饱和，稍密~中密。含粘粒，成份为石英。				N=17 7.05~7.35
	②-4	9.65	2.30	-12.00		粉质粘土： 褐黄色、灰白色，湿，可塑。含粘粒，为冲积土。				N=20 9.35~9.65
K ₁ b ²	Ⅴ	11.40	1.75	-13.75	1:200 ▽4.00	全风化泥质砂岩： 褐红色，风化剧烈，岩芯呈土柱状，岩质软弱。		N=36 11.75~12.05		
	Ⅵ	12.05	0.65	-14.40		强风化泥质砂岩： 褐红色，风化强烈，岩芯呈半岩半土状及短柱状、碎块状，岩质极软。			N=56 14.25~14.55	
	Ⅶ	14.10	2.05	-16.45		中风化泥质砂岩： 褐红色，岩芯较完整，岩芯呈圆柱状，岩质较硬。R _{QD} =20%				
	Ⅷ	16.40	2.30	-18.75						

◆ 制图： 校对： 图号：

ZK3 钻孔柱状图 (水上孔)

工程名称		广州市北濠涌水闸重建工程		勘察阶段	技施阶段	钻进方法	泥浆回转钻进		
工程编号	座	X=	Y=	钻孔直径	(mm)	钻孔深度	(m)		
孔口标高	(m)	标	Y=	水深	(m)	钻探日期	2008年6月1日		
成因年代	地层编号	层底深度 (m)	层厚 (m)	层底标高 (m)	比例	岩土特征描述		试样编号 取样位置 (m)	标贯击数/次 试验位置 (m)
Q ^{a1}	②-1	3.75	3.75	-4.60	1:200 V2.70	淤泥: 灰黑色, 饱和, 流塑。含少量粉砂, 具臭味。		ZK3-1 3.10~3.30	N=3 3.45~3.75
	②-3	8.95	5.20	-9.80		粗砂: 灰白色, 饱和, 稍密。含砾砂, 成份为石英, 呈亚圆形颗粒状, 级配良好。		ZK3-2 5.70~5.90	N=22 6.05~6.35
		8.30		-8.50		中砂: 褐红色, 饱和, 中密。含粘粒。		ZK3-3 8.30~8.50	N=17 8.65~8.95
	②-4	11.25	2.30	-12.10		粉质粘土: 灰白色, 湿, 可塑~硬塑。其下部12.45~12.60m含粗砂。		ZK3-4 11.80~12.00	N=24 10.75~11.05
	③	13.40	0.30	-14.25		残积土: 褐红色, 稍湿, 可塑~硬塑。		ZK3-5 13.20~13.40	N=20 12.15~12.45
K ₁ b ²	Ⅳ	18.20	4.80	-19.05	强风化泥质砂岩: 褐红色, 风化强烈, 岩芯呈半岩半土状, 手易折断岩块, 敲击声哑, 岩质极软, 中间13.90~14.10m含中风化岩块。			N=28 13.55~13.85	

◆ 制图: 校对: 图号:

ZK4 钻孔柱状图

工程名称		广州市北濠涌水闸重建工程		勘察阶段	技施阶段	钻进方法	泥浆回转钻进		
工程编号	座	X=	Y=	钻孔直径	(mm)	钻孔深度	(m)		
孔口标高	(m)	标	Y=	稳定水位	(m)	钻探日期	2008年6月4日		
成因年代	地层编号	层底深度 (m)	层厚 (m)	层底标高 (m)	比例	岩土特征描述		试样编号 取样位置 (m)	标贯击数/次 试验位置 (m)
Q ^{a1}	①	2.20	2.20	-0.22	1:200	人工填土: 灰黄色, 饱和, 松散~稍密。主要以细砂为主并含有少量碎石。			
	②-1	3.60	1.40	-1.62		淤泥质土: 灰黑色, 饱和, 流塑。		ZK4-1 3.20~3.50	N=1 3.75~4.05
	②-2	8.00	4.40	-6.02		细砂: 灰黑色, 饱和, 松散。含淤泥质。		ZK4-2 6.00~6.20	N=2 6.35~6.65
		8.95	0.95	-6.97		中砂: 褐黄色, 饱和, 中密。成份为石英。		ZK4-3 10.70~10.90	N=20 8.65~8.95
	②-3	13.65	4.70	-11.67		粗砂: 灰白色, 饱和, 稍密~中密。成份为石英, 呈亚圆形颗粒状。		ZK4-4 13.00~13.20	N=18 11.05~11.35
K ₁ b ²	②-4	15.50	1.85	-13.52	中砂: 棕红色, 饱和, 中密。成份为石英。		ZK4-5 17.60~17.80	N=22 13.35~13.65	
	Ⅴ	16.20	0.70	-14.22	粉质粘土: 褐红色、灰白色, 湿, 可塑。为冲积土。			N=25 15.75~16.05	
	Ⅵ	17.90	1.70	-15.92	全风化泥质砂岩: 褐红色, 风化剧烈, 岩芯呈土柱状, 岩质软弱。			N=52 18.05~18.35	
	Ⅶ	20.60	2.70	-18.62	强风化泥质砂岩: 褐红色, 风化强烈, 岩芯呈半岩半土状, 岩质极软。			N=54 20.45~20.55	
	22.60	2.00	-20.62	中风化泥质砂岩: 褐红色, 岩芯较完整, 岩芯呈圆柱状, 岩质较硬。RQD=45%。					

◆ 制图: 校对: 图号:

ZK5 钻孔柱状图

工程名称		广州市北濠涌水闸重建工程			勘察阶段		技术阶段		钻进方法	泥浆回转钻进
工程编号		座	X= 21344.0117	钻孔直径	(mm)	钻孔深度	22.40	(m)		
孔口标高	2.25 (m)	标	Y= 40832.8369	稳定水位	1.00 (m)	钻探日期	2008年6月3日			
成因年代	地层编号	层底深度 (m)	层厚 (m)	层底标高 (m)	比例 1:200	岩土特征描述			试样编号 取样位置 (m)	标贯击数/次 试验位置 (m)
Q ^s	①	1.20	1.20	1.05	▼ 1.00	耕植土: 灰黄色, 湿, 可塑。				
Q ^{a1}	②-1	4.40	3.20	-2.15	▼	淤泥质土: 灰黑色, 饱和, 流塑~软塑。含腐植质, 具臭味。			ZK5 - 1 2.80~3.00	N=1 3.15~3.45
	②-2	8.40	4.00	-6.15	x ▼	细砂: 灰黑色, 饱和, 松散。				N=4 6.15~6.45
	②-3				c ▼	粗砂: 灰白色, 饱和, 中密。成份为石英, 含砾砂呈亚圆形颗粒状, 级配良好。				N=20 8.65~8.95
			14.00	5.60	-11.75	▼				
Q ^{m1}	②-4	15.00	1.00	-12.75	x ▼	细砂: 褐黄色、灰黑色, 饱和, 中密~密实。含粘粒, 级配较差。				N=19 13.15~13.45
	③	16.00	1.00	-13.75	▼	粉质粘土: 棕红色、灰白色, 湿, 可塑~硬塑。为冲积土。				N=12 15.75~16.05
K ₁ b ²	Ⅳ	18.00	2.00	-15.75	▼	残积土: 褐红色, 稍湿, 可塑~硬塑, 呈粉质粘土状。				N=68 18.25~18.55
	Ⅴ	20.10	2.10	-17.85	▼	强风化泥质砂岩: 褐红色, 风化强烈, 岩芯呈半岩半土状及短柱状、碎块状, 手不易折断岩块, 敲击声哑, 岩质极软。				
	Ⅵ	22.40	2.30	-20.15	▼	中风化泥质砂岩: 褐红色, 岩芯较不完整, 岩芯呈短柱状及碎块状, 岩质较硬。RQD=15%				

◆ 制图: 校对: 图号:

表4-13 岩土参数建议值

地层代号	岩名 土称	天然含水量	天然密度	比重	孔隙比	压缩系数	压缩模量	饱和快剪		承载力特征值	水上坡角	水下坡角	单轴极限抗压强度		桩周土摩 擦力特征 值	水下钻孔桩端 阻力特征值		渗透系数
		w	ρ					粘聚力	内摩擦角				天然	饱和		水下钻孔桩端 阻力特征值	渗透系数	
		(%)	(g/cm ³)	G _s	e	a _{0.1-0.2}	E _{s0.1-0.2}			c	Φ	f _{ak}			(°)			(°)
							(MPa ⁻¹)	(MPa)	(kPa)	(°)	kPa			(MPa)		(kPa)	≤15m	>15m
②-1	淤泥及 淤泥质土	44.0	1.72	2.65	1.219	0.838	2.65	4.0	6.8	60					6			
②-2	细砂									70	40.0	35.0			10	180	300	5.0×10 ⁻⁴
②-3	中粗砂									160	43.1	37.9			25	750	1000	5.0×10 ⁻³
②-4	粉质粘土	14.2	2.13	2.66	0.426	0.236	6.04	7.0	28.8	220					28	300	400	5.0×10 ⁻⁵
③	残积土	25.6	1.90	2.74	0.811	0.336	5.39	30.0	13.9	240					35	400	600	3.0×10 ⁻⁵
④	泥质砂 岩风化土	26.9	1.94	2.93	0.786	0.291	6.17	21.0	25.8	350					45	500	700	3.0×10 ⁻⁶
⑤	强风化 泥质砂岩									700					70	600	800	

4.2.6 公用工程条件

工程所在地位于广州市海珠区，工程区域交通网络发达，现状水闸两岸均有堤顶道路可连接工业区市政道路。现状水闸管理房已接入自来水、电等条件，且已制定消防制度，配备了灭火器等消防设施，消防制度及设施见下图。通讯可采用员工移动电话解决。



图4-2 现状水闸消防制度及设施

4.2.7 施工条件

4.2.7.1 交通条件

(1) 对外交通运输概况

工程所在地位于海珠区，工程区域交通网络发达，可通过沥滘路转两岸园区内部道路直达工程点，对外交通方便。可以利用现有堤顶路作施工便道，施工期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。



图4-3 对外交通示意图

(2) 施工期场内交通运输条件

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。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。新建临时道路兼做对外交通道路，两侧布置围蔽。

4.2.7.2 施工期建筑材料、水、电、通信条件

根据勘察资料显示，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。

生产与生活用水可与当地水主管部门取得联系，就近驳接解决。施工用电可联系该地有关部门联系引接地方电网。施工时可使用移动电话或安装固话解决通讯问题。

4.2.7.3 料场的选择与开采

本工程建筑材料均采用外购，不设置料场，不涉及料场设计。

4.2.8 现有设施改造及利用条件

4.2.8.1 现有水闸泵站建筑物情况

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 m²。

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，建议保留。

现状供电系统：北濠涌水闸现有设备负荷容量约为 50kW，专用变压器容量为 100kVA，水闸采用 10kV 单回路供电。

4.2.8.2 改造及利用情况

新建泵站增加三台装机容量为 1120kW 水泵机组及相关附属设备容量约为 74.9kW，水泵机组额定电压为 10kV，新增附属设备电压等级为 380/220V。新建泵站供电采用 10kV 双回电源供电，一用一备。从附近电网接两回 10kV 至新建设备房高压室高压开关柜，再引出一回至北濠涌水闸高压室。水泵机组电源由 10kV 市电直接提供，新建泵站附属设备由北濠涌现有变压器提供。经复核，北濠涌水闸站用变压器（100kVA）不满足加建泵站后需求，需对旧变压器进线扩容，扩容至 200kVA。

新建泵站一回 10kV 电源接入点沿用旧水闸接入点，接入新建设备房高压室，另一回 10kV 电源接入点由附近开关房接入，具体位置和布置形式由待业主申报用电后，由供电部门确定。

4.3 要素保障分析

4.3.1 土地要素保障

新建北濠泵站工程建设用地性质控制为适建区，未侵占用地四线，未侵占文物古迹、市政公用设施用地、生态控制区、水域。根据土地利用总体规划，本站拟选址的建设用地性质为城乡建设用地，为允许建设区，未侵占基本农田。经核实，新建涌泵站的工程建设用地一部分位于北濠涌河涌规划管理范围内，一部分位于北濠水闸右岸广州港地块权属红线内（陆地面积约 1010.1m²），地块权属红线范围内用地需进行征地补偿。

（1）用地现状：泵站选址现状为建设用地。

（2）用地规划

1）根据土地利用总体规划，泵站规划用地性质为建设用地涉及水域及绿地。

2）根据海珠区控规（2017-2035 年），本次拟建泵站区域位置涉及水域（E1）、公园绿地（G1），工程用地范围内不涉及基本农田、文物、历史建筑等。

（3）与河涌管理范围线的关系

新建涌泵站的工程建设用地一部分位于北濠涌河涌规划管理范围内，一部分位于北濠水闸右岸广州港地块权属红线内，地块权属红线范围内用地需进行征地补偿。

4.3.2 资源环境要素保障

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及水环境空间超载管控区。



图4-4 广州市水环境空间管控图



图4-5 广州市生态保护红线规划图

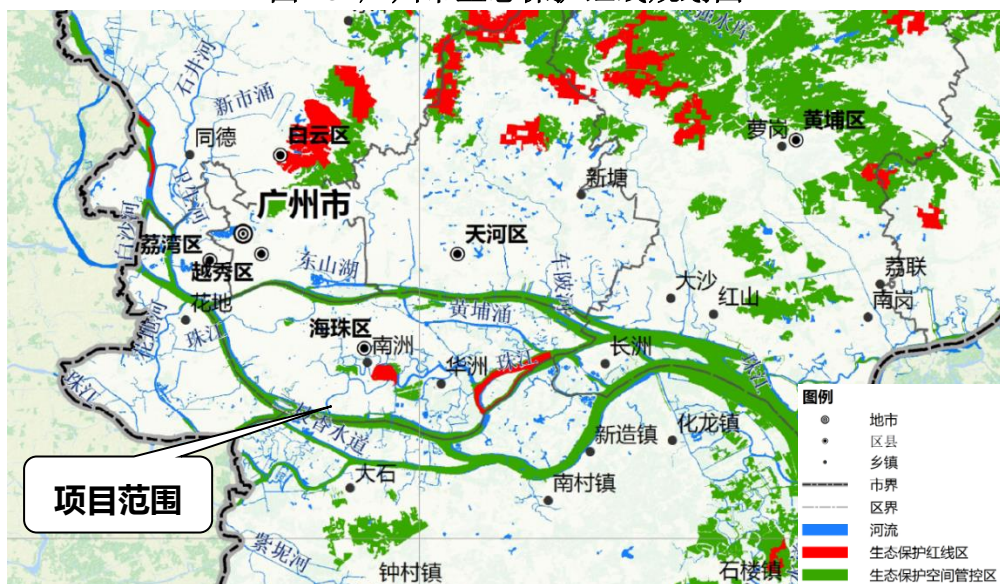


图4-6 广州市生态环境空间管控图



图4-7 广州市大气环境空间管控区图

4.3.2.2 对环境的影响分析

4.3.2.2.1 水环境影响分析

本工程施工采用商品混凝土，基本不产生混凝土拌和冲洗废水，生产废水主要来自机械车辆冲洗，施工期排放污水主要来自施工人员生活污水。

生活污水主要污染物为 BOD₅、N、P、油、SS 等，施工期高峰人数 30 人，每天产生约 6.4m³ 生活污水，经一体化生活污水处理装置处理后达标排放，对水环境影响很小。

车辆冲洗废水中主要的污染物为石油类和 SS，如果不采取措施进行处理将会对内河涌的水质造成一定影响，本工程宜采用沉沙滤油池对废水进行处理，处理后回用对环境的影响较小。

清基、清淤施工造成的水体扰动使水体中 SS 浓度显著升高，造成局部水质恶化。由于清基、清淤施工影响范围较小，随着水中悬浮颗粒物的沉淀及水体交换，水质会明显好转。

4.3.2.2.2 环境空气影响分析

施工期大气污染主要来自机动车辆、施工机械排放的尾气以及道路扬尘等，污染物主要为 CO、SO₂、NO_x、CnHm、飘尘等。施工区及施工道路附近没有敏感点，施工对周边大气环境影响较小。

4.3.2.2.3 声环境影响分析

施工期噪声有施工机械噪声和交通噪声。施工区及施工道路没有声环境敏感点，施工噪声影响很小。

4.3.2.2.4 固体废弃物影响分析

施工期产生的固体废弃物包括工程弃渣和生活垃圾两部分，工程弃渣处理详见水土保持部分。

生活垃圾排放量按每人每天 1kg 计，施工高峰期每天 100kg，总工日 0.98 万个，产生的生活垃圾总量约为 9.8t。施工区生活垃圾应定期收集，集中外运至附近垃圾场处理，影响很小。

4.3.2.2.5 人群健康影响分析

施工区气候湿热，易孳生蚊虫。在施工期间，由于施工人员相对集中，居住条件较差，易引起传染病的流行。施工期间易引起的传染病有：流行性出血热、疟疾、流行性

乙型脑炎、痢疾和肝炎等。应加强卫生防疫工作，保证施工人员的健康。

4.3.2.2.6 对当地社会经济的影响

本工程位于广州市海珠区北濠涌，通过调查及测量结果统计，本工程永久用地范围 2.96 亩，临时用地 1.87 亩，不涉及房屋拆迁和人口搬迁，对当地社会经济及周边居民生活质量和水平无影响。

工程建成后，将增强防洪排涝能力，为两岸人民的生命财产安全和社会的长治久安提供有利的保证，而且工程的建设将改善当地的交通条件，有利于当地经济的发展。

4.3.2.3 环境保护措施

4.3.2.3.1 水环境保护措施

(1) 生活污水处理：生活污水不得直接排入河道，在生活区设置一体化生活污水处理装置对生活污水进行处理，达标排放。

(2) 在施工区和生活区设临时厕所，产生的粪便采用无害化肥田处理方式。

4.3.2.3.2 大气污染防治措施

(1) 交通道路，特别是临近生活区的路段，要经常洒水。

(2) 进场设备尾气排放必须符合环保标准。

4.3.2.3.3 环境噪声控制措施

(1) 合理进行场地布置，使高噪声场区远离生活区。

(2) 在高噪音环境施工人员实行轮班制，控制作业时间，并配备耳塞等劳保用品。

4.3.2.3.4 生态环境保护措施

(1) 工程完工后，对临时施工场地及时平整，恢复植被。

(2) 尽量合理安排施工用地，减少占用。加强施工期间的环境管理和宣传教育工作，尽可能的少占林地和破坏土壤环境，防止碾压和破坏施工范围之外的植被，减少人为因素对植被的破坏。

(3) 在生活区和施工区设置生态保护警示牌和环境保护宣传栏，在施工人员中加强生态保护宣传。

4.3.2.3.5 生活垃圾处理措施

在生活区、施工场区等处设置足够的垃圾箱，对垃圾进行定期收集，生活垃圾采用集中运至海珠区垃圾处理厂。

4.3.2.3.6 人群健康保护措施

施工单位应与当地卫生医疗部门取得联系，由当地卫生部门负责施工人员的医疗保健和急救及意外事故的现场急救与治疗。为保证工程的顺利进行，保障施工人员的身体健康，施工人员进场前应进行体检，传染病人不得进入施工区。组织对生活区进行灭蚊蝇和灭鼠，施工现场应设置环保厕所，不得随意大小便，粪便应及时清理。

4.3.2.4 环境管理与监测

(1) 环境管理

安排专人负责施工中的环境管理工作。参与工程建设和各施工单位应配置专业环保人员或由环境监理工程师代理，配合业主作好施工中的环保工作。防止在施工期和运行期引起生态环境破坏；防止施工环境污染，保护水质；搞好水土保持；负责对水污染事故和破坏生态事故的处理。

对施工过程中各项环保措施的执行情况进行监督；作好施工期生态破坏和污染事故的预防工作，对突发性事故应有应急措施；组织实施施工期间环境监测，定期编制施工区环境质量报告，报上级主管部门；在施工后期，组织好施工区生态环境恢复和改善工作，如施工迹地恢复、施工区绿化等。

(2) 环境监测

1) 监测目的

对施工区水质、环境空气和噪声进行监测，以便及时掌握各施工阶段的环境污染程度和范围，为减免工程对环境的不利影响提供科学依据。建立疫情报告制度，了解施工人员的健康状况，保证工程顺利进行。

2) 监测机构

监测任务由当地有资质的相关行业部门监测单位承担，由工程环境管理部门组织实施。

3) 监测项目

本工程环境监测包括水质、排污口、大气、噪声以及人群健康等。

对环境的不利影响主要集中在施工期的占地、地表植被破坏和水土流失等方面，通过一定的保护措施，可使不利影响得以减小或避免。施工期间产生的废气、废水、废渣等对工区环境造成不利影响。工程料场、弃渣场进行防护，防止水土流失。

4.3.2.5 综合评价

工程的实施会将大大改善城市环境，并对现有的水环境起到生态修复的作用，恢复原有的生态环境，不利影响主要发生在施工期，而且通过采取相应措施均可避免或减轻到最低限度，随着施工期的结束，不利影响将消失。工程实施后有利的长期影响起主导作用，为社会与经济的可持续发展提供保障。因此从环境影响评价的角度出发，工程建设是可行的，希望工程早日实施。

4.3.2.6 运行期能耗分析

本工程为泵站工程，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 $p_1=0.1229\text{kgce/kW.h}$ ，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= $1100 \times 15 \times 6 + 8600 = 107600\text{kW.h}$

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 $1.0\text{L}/(\text{m}^2.\text{d})$ 取值计算。本工程绿化面积约 500m^2 ，故平均每日需用水量

$e_i = 1.0 \times 500 = 500\text{L}$ ，合计 0.5t 。

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：

$E = 0.043 \times 365 = 15.695\text{kgce}$

4.3.3 污染减排指标控制要求

4.3.3.1 本工程对污染物的削减

本工程建成后，将完善服务范围内的河涌排水系统，增加河道水循环，同时也可以控制河涌生态水位，改善河涌内水环境。

4.3.3.2 施工期间污染防治对策及建议

建设项目在建设过程中，将会改变原土地景观，排放施工污水、淤泥；建筑机械和运输车辆产生一定量的噪音、扬尘等污染，若不经妥善处理，将对周围环境卫生产生不良影响。

(1) 污水

施工工地污水来自清洗设备或材料的污水、基础施工时的地下水排水、建筑施工人员的生活食堂含油污水及生活污水等方面，其中的工地施工排水含有大量的淤泥。若不处理好工地污水导流、排放，一方面会泛滥工地，影响施工；

本项目建设过程中应加强现场管理，组织文明施工，减少建设期间施工对周围环境的影响，严格实施上述建议措施，使建设期间对周围环境的影响减少到最低程度，做到城市发展与保护环境相协调。

(2) 噪声

建设项目施工期间其场界噪声值基本上都超过相应的噪声标准，工程施工期间各类机械设备所产生的噪声对周围将会产生一定的影响，为了减轻噪声影响，建设单位仍需加强管理。

严禁高噪声设备（如冲击打桩机）在休息时间（中午 12:00-14:00 或夜间 22:00-6:00）作业。

尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声的设备。

施工部门应合理安排好施工时间和施工场所，高噪声作业要根据施工作业要求尽量安排在远离声环境敏感区，对设备定期保养，严格操作规范。

(3) 环境空气

为使建设项目在建设期间对周围环境影响减少到最低限度，建议采取以下防护措施：

开挖、钻孔和拆迁过程中，洒水使作业保护一定的湿度；对施工场地内松散、干涸的表土，应经常洒水防尘；回填土方时，在表层土质干燥时应适当洒水，防止粉尘飞

扬。加强回填土堆放场的管理，要制定土方表面的压实、定期喷水、覆盖等措施；不需要的泥土、建筑材料弃渣应及时运走，不宜长时间堆积。

运土卡车及建筑材料运输车应按规定配置防撒装置，装载不宜过满，保证运输过程中不散落；并规划好运输车辆的运行路线与时间，尽量避免在繁华区、交通集中区和居民住宅等敏感区行驶。

运输车辆加篷盖，且出装卸场地前用水冲洗干净，减少车轮、底盘等携带泥土散落路面。对运输过程中落在路面上的泥土要及时清扫，以减少运输过程中扬尘。

施工过程中，应严禁将废弃的建筑材料作为燃料燃烧，工地食堂应使用液化石油气或电炊具，不能使用燃油炊具。

施工结束时，应及时恢复地面、道路及植被。

（4）固体废物

为减少弃土堆放和运输过程中对环境的影响，建议采取如下措施：

施工单位必须按规定办理好余泥渣土排入的手续，获得批准后方可在指定的受纳地点弃土。车辆运输松散废弃物时，必须密封、包扎、覆盖，不得沿途撒漏。

运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶。

建设过程中应加强管理，文明施工，以减少建设期间施工对周围环境的影响，使建设期间对周围环境的影响减少到较低程度，做到发展与保护环境相协调。

5 项目建设方案

5.1 技术方案

5.1.1 工程任务和规模

5.1.1.1 工程任务和建设内容

本次工程任务为防洪（潮）排涝，通过涌口新建排涝泵站，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，进一步提高片区应对超标洪涝灾害的能力。

工程主要建设内容：在珠江后航道与北濠涌涌口交汇处新建一座排涝泵站及相应附属建筑，泵站设计流量为 60m³/s，选用 3 台 2350QGLN-20/2.79（+2°）潜水贯流泵，总装机为 3360kW。新建泵站排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，外江防洪闸及堤岸防洪标准为 200 年一遇洪（潮）。

5.1.1.2 设计标准

（1）《治涝标准》（SL723-2016）要求的排涝标准

根据《治涝标准》（SL723-2016），涝区的治涝标准同时以设计暴雨重现期、设计暴雨历时、涝水排除时间和涝水排除程度等指标表示。同时针对涝区范围内保护对象的特征及排涝要求，进行治涝标准的界定。

城镇以城市（含有市政管网系统的乡镇、村庄）作为主要保护对象的涝区，根据其政治经济地位的重要性、常住人口或当量经济规模指标，按以下确定：

表5-1 城镇治涝标准

重要性	常住人口（万人）	当量经济规模（万人）	设计暴雨（重现期，年）
特别重要	≥150	≥300	≥20
重要	<150, ≥20	<300, ≥40	20~10
一般	<20	<40	10

注：1、治涝标准指承接市政排水系统排出涝水的区域的标准。城市市政排水系统的排水标准应按市政相关规范的规定确定。
2、当量经济规模为城市涝区人均 GDP 指数与常住人口的乘积，人均 GDP 指数为城市涝区人均 GDP 与同期全国人均 GDP 的比值。

本工程所在海珠区当量经济规模超过 300 万人，设计暴雨重现期宜 ≥20 年一遇。

（2）《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》（2020 年市水务局印发实施）要求的排涝标准

规划提出排涝标准为：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。

(3)《广州市水务发展“十四五”规划》(2022 年市水务局印发实施)要求的内涝防治标准

规划提出，在广州中心城区 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。

(4)《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)提出的内涝防治标准

方案提出，到 2025 年，全市基本形成“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，城市排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效。有效应对城市内涝防治标准内的降雨，老城区雨停后能够及时排干积水，低洼地区防洪排涝水平大幅提升，历史上严重影响生产生活秩序的易涝积水点全面消除；新城区不再出现“城市看海”现象。

(5)《广州市防洪(潮)排涝规划(2021-2035 年)》(送审稿)提出的内涝防治标准和排涝标准

规划目标：按照建设“中国特色社会主义现代化国际大都市”要求，建成坚实稳固、人水和谐、绿色低碳、智慧高效、富有韧性的高质量防洪(潮)排涝体系，水患灾害防御能力达到国际先进水平，实现“雨润羊城、江河安澜”，为广州经济社会发展提供支撑和保障。

2025 年，洪水与风暴潮灾害防御能力进一步增强，洪潮涝灾害防御能力达到国内领先水平，率先打造成为全国水利高质量发展示范区。防洪(潮)能力有效增强。内涝防

治能力显著提升。

2035年，洪水与风暴潮灾害防御能力跃升，基本建成与“中国特色社会主义现代化国际大都市”发展定位相适应的高质量防洪（潮）排涝保障体系，洪潮涝灾害防御能力达到国际先进水平，内涝防治能力与建设韧性城市要求更加匹配，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝现象，防范化解超标洪涝风险能力显著增强。

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。

（6）《关于以碧道建设为引领全面加强我市防洪排涝基础设施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。

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。

本次新建北濠涌泵站，防洪标准与珠江堤防的防洪标准相一致，为200年一遇；设计排涝标准为50年一遇，与该意见要求相一致。

（7）本工程确定的设计排涝标准

按照上述标准及规划，海珠区排涝片设计排涝标准应为20-50年一遇，内涝防治设计重现期为100年。

本次综合上述标准及规划的要求，统筹考虑海珠区人口规模、构筑“一轴引领、两环带动、三区支撑”的城市空间格局的发展定位，区域排涝保护对象十分重要，为适应排涝安全要求，确定本次新建北濠涌泵站设计排涝标准为50年一遇24小时暴雨不成灾。

5.1.1.3 泵站规模

5.1.1.3.1 排涝区情况

北濠涌排涝区流域面积 10.49 km²，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 1.52~3.43m，右岸高程 1.73~3.98m；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。

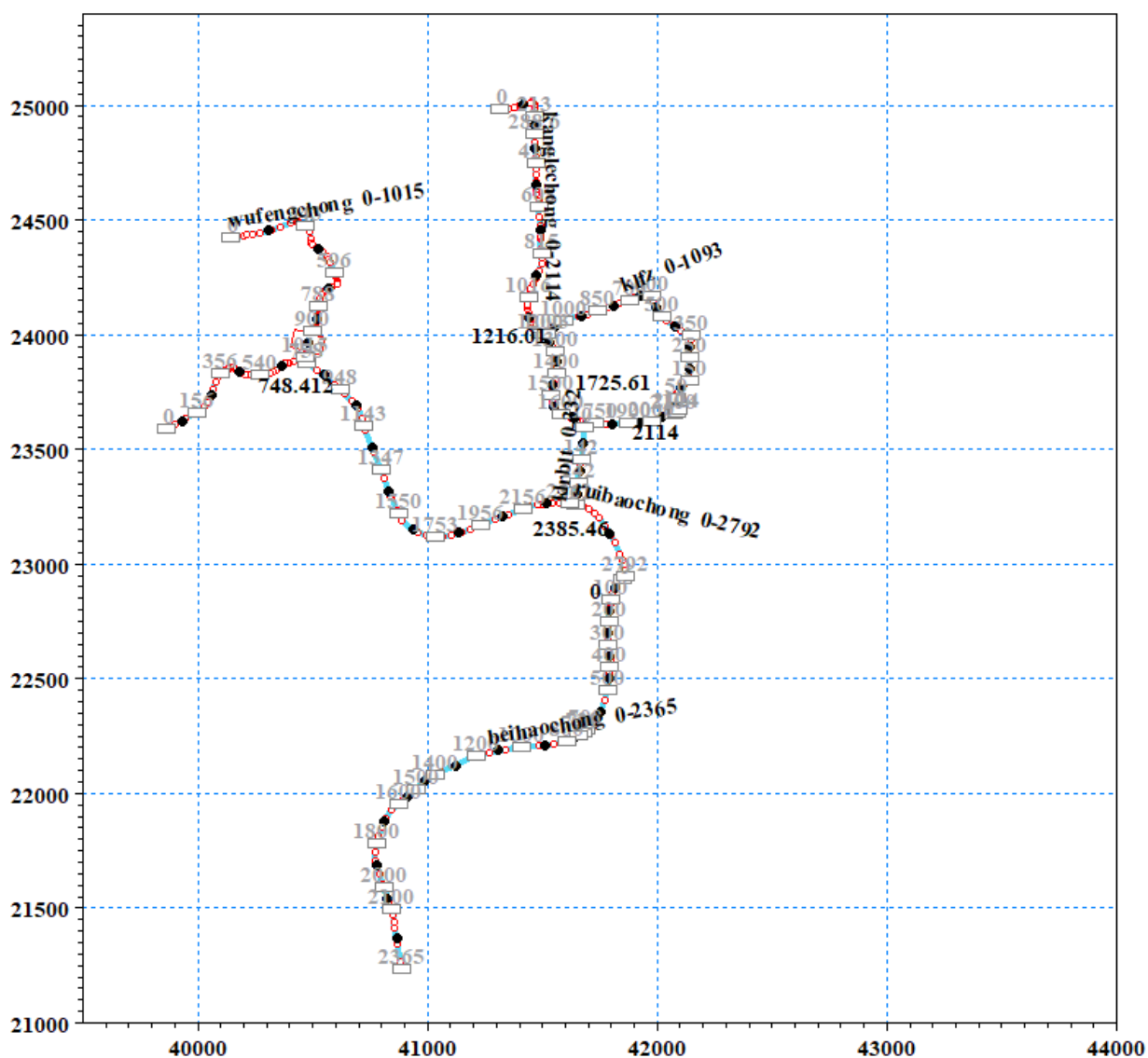


图5-1 北濠涌桩号位置图



图5-2 北濠涌排涝片区高程点分布图（珠基高程：m）

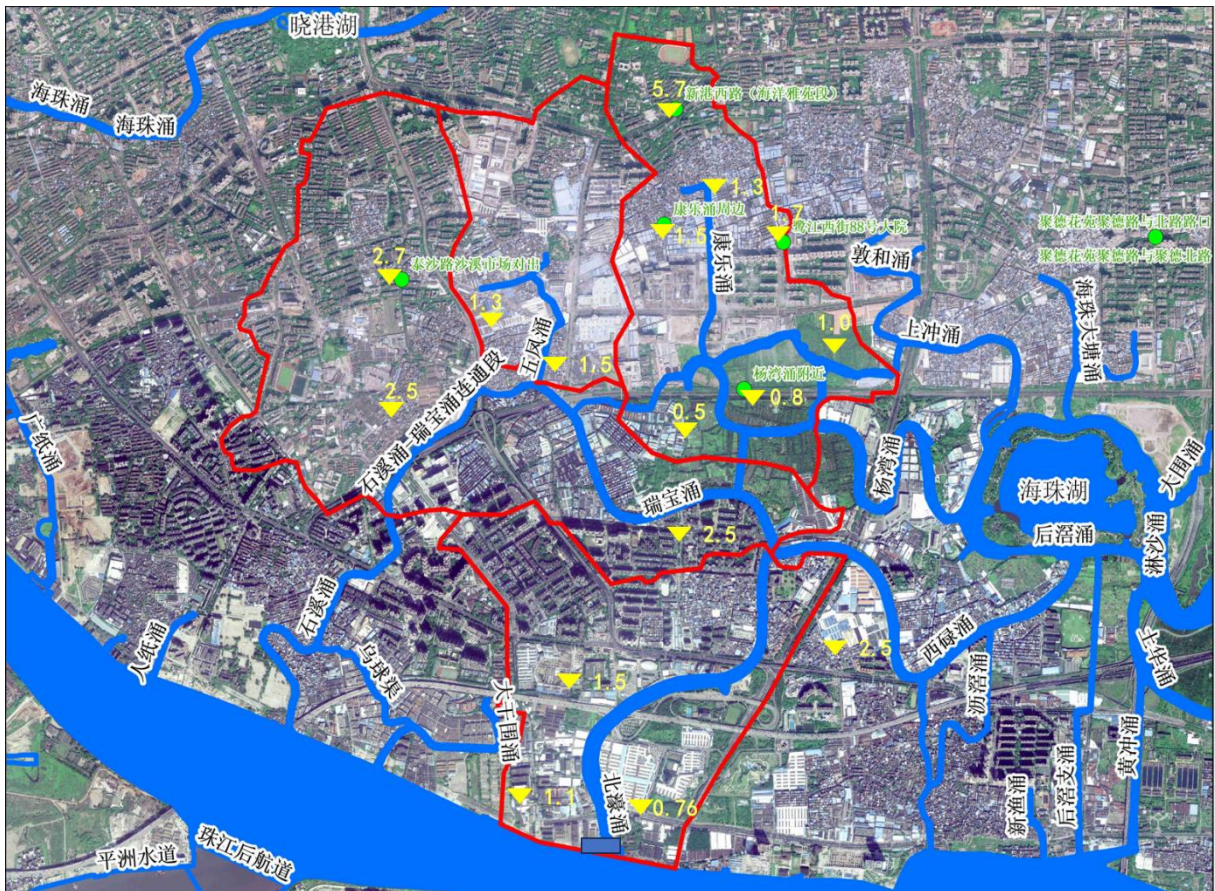


图5-3 北濠涌排涝片区低点高程分布图（珠基高程：m）

表5-2 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)
	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	1.91
	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

5.1.1.3.2 计算工况

根据本项目整治要求，本次调蓄计算主要分析以下两种工况计算成果，并采用两种成果的外包线分析频率为 $P=2\%$ 的水面线设计洪水位。

工况一：内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江多年平均最高潮位；

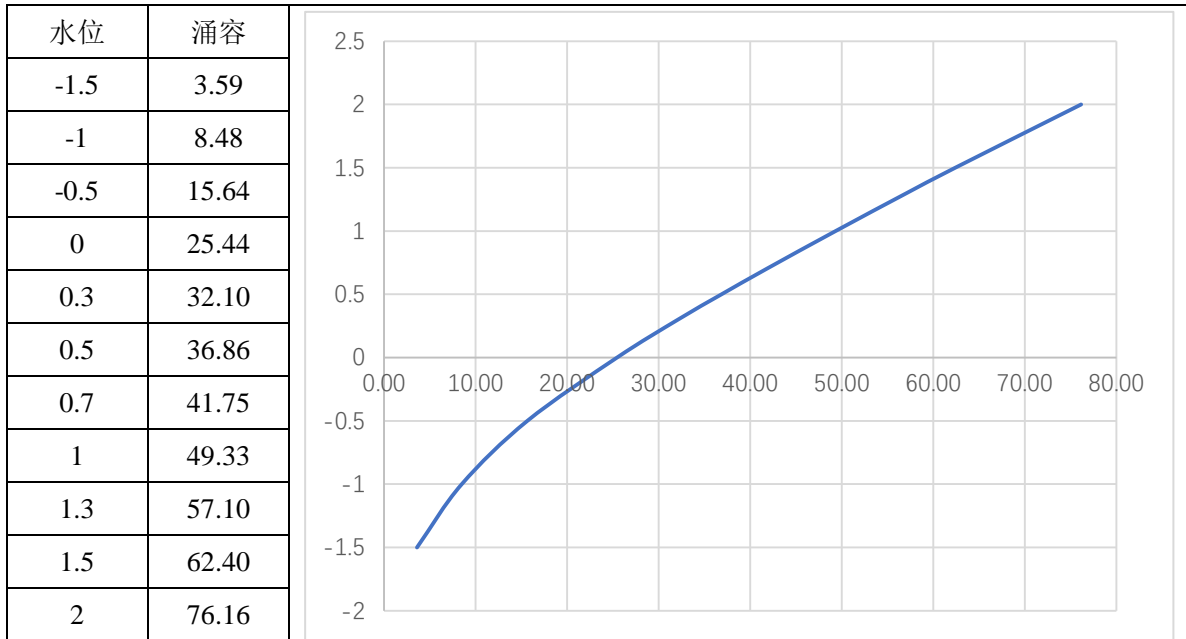
工况二：内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 200 年一遇洪潮水位。

5.1.1.3.3 调蓄计算

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 0m 作为计算的初始水位，-0.5m 为泵站的起排水位，实际运行时，降雨前尽可能将河涌水位腾空至 -1.0m，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。

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5-3 河道水位~涌容曲线



1) 工况一

计算内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江多年平均最高潮位，泵站流量 $55\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.96m ，泵站流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.55m ，泵站流量 $65\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.13m 。

2) 工况二

计算内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 200 年一遇洪潮水位，泵站流量 $55\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.10m ，泵站流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.10m ，泵站流量 $65\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.09m 。

表5-4 内涌 50 年一遇设计洪水遭遇外江多年平均最高潮位调蓄计算表（工况一）

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
		0.00	0.00		5.72	0.00	0.00		5.72	0.00	0.00		5.72
0	-0.06	0.00	5.72		5.72	0.00	5.72		5.72	0.00	5.72		5.72
5	-0.07	0.00	6.13		6.13	0.00	6.13		6.13	0.00	6.13		6.13
10	-0.09	0.00	6.49		6.49	0.00	6.49		6.49	0.00	6.49		6.49
15	-0.10	0.00	7.01		7.01	0.00	7.01		7.01	0.00	7.01		7.01
20	-0.11	0.01	7.61		7.61	0.01	7.61		7.61	0.01	7.61		7.61
25	-0.12	0.01	8.13		8.13	0.01	8.13		8.13	0.01	8.13		8.13
30	-0.13	0.01	8.65		8.65	0.01	8.65		8.65	0.01	8.65		8.65
35	-0.14	0.01	9.25		9.25	0.01	9.25		9.25	0.01	9.25		9.25
40	-0.15	0.01	9.77		9.77	0.01	9.77		9.77	0.01	9.77		9.77
45	-0.16	0.01	10.51		10.51	0.01	10.51		10.51	0.01	10.51		10.51
50	-0.18	0.01	11.34		11.34	0.01	11.34		11.34	0.01	11.34		11.34
55	-0.19	0.01	12.09		12.09	0.01	12.09		12.09	0.01	12.09		12.09
60	-0.20	0.01	12.83		12.83	0.01	12.83		12.83	0.01	12.83		12.83
65	-0.20	0.01	13.66		13.66	0.01	13.66		13.66	0.01	13.66		13.66
70	-0.20	0.01	14.40		14.40	0.01	14.40		14.40	0.01	14.40		14.40
75	-0.21	0.01	15.41		15.41	0.01	15.41		15.41	0.01	15.41		15.41
80	-0.21	0.01	16.54		16.54	0.01	16.54		16.54	0.01	16.54		16.54
85	-0.21	0.01	17.55		17.55	0.01	17.55		17.55	0.01	17.55		17.55
90	-0.21	0.01	18.56		18.56	0.01	18.56		18.56	0.01	18.56		18.56
95	-0.21	0.01	19.69		19.69	0.01	19.69		19.69	0.01	19.69		19.69
100	-0.21	0.01	20.70		20.70	0.01	20.70		20.70	0.01	20.70		20.70
105	-0.21	0.01	22.04		22.04	0.01	22.04		22.04	0.01	22.04		22.04

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
110	-0.22	0.01	23.56		23.56	0.01	23.56		23.56	0.01	23.56		23.56
115	-0.22	0.01	24.90		24.90	0.01	24.90		24.90	0.01	24.90		24.90
120	-0.22	0.01	26.24		26.24	0.01	26.24		26.24	0.01	26.24		26.24
125	-0.16	0.01	27.76		27.76	0.01	27.76		27.76	0.01	27.76		27.76
130	-0.10	0.01	29.10		29.10	0.01	29.10		29.10	0.01	29.10		29.10
135	-0.04	0.01	30.62		30.62	0.01	30.62		30.62	0.01	30.62		30.62
140	0.02	0.01		55	32.33	0.01		60	32.33	0.01		65	32.33
145	0.08	0.00		55	33.85	-0.01		60	33.85	-0.01		65	33.85
150	0.14	-0.04		55	35.37	-0.05		60	35.37	-0.06		65	35.37
155	0.20	-0.07		55	37.08	-0.09		60	37.08	-0.11		65	37.08
160	0.26	-0.10		55	38.60	-0.12		60	38.60	-0.15		65	38.60
165	0.32	-0.12		55	40.33	-0.16		60	40.33	-0.19		65	40.33
170	0.38	-0.15		55	42.27	-0.19		60	42.27	-0.23		65	42.27
175	0.44	-0.17		55	44.00	-0.22		60	44.00	-0.27		65	44.00
180	0.50	-0.19		55	45.73	-0.24		60	45.73	-0.30		65	45.73
185	0.57	-0.20		55	47.67	-0.27		60	47.67	-0.33		65	47.67
190	0.63	-0.21		55	49.40	-0.29		60	49.40	-0.36		65	49.40
195	0.70	-0.22		55	50.95	-0.30		60	50.95	-0.38		65	50.95
200	0.77	-0.23		55	52.70	-0.32		60	52.70	-0.41		65	52.70
205	0.84	-0.24		55	54.25	-0.33		60	54.25	-0.43		65	54.25
210	0.91	-0.24		55	55.80	-0.34		60	55.80	-0.44		65	55.80
215	0.98	-0.24		55	57.55	-0.35		60	57.55	-0.46		65	57.55
220	1.05	-0.24		55	59.10	-0.35		60	59.10	-0.47		65	59.10
225	1.12	-0.23		55	60.48	-0.36		60	60.48	-0.48		65	60.48

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
230	1.19	-0.22		55	62.02	-0.36		60	62.02	-0.49		65	62.02
235	1.25	-0.21		55	63.40	-0.36		60	63.40	-0.50		65	63.40
240	1.32	-0.20		55	64.78	-0.35		60	64.78	-0.50		65	64.78
245	1.36	-0.19		55	66.32	-0.34		60	66.32	-0.50		65	66.32
250	1.41	-0.17		55	67.70	-0.34		60	67.70	-0.50		65	67.70
255	1.45	-0.15		55	68.80	-0.33		60	68.80	-0.50		65	68.80
260	1.49	-0.13		55	70.05	-0.31		60	70.05	-0.49		65	70.05
265	1.53	-0.11		55	71.15	-0.30		60	71.15	-0.49		65	71.15
270	1.58	-0.09		55	72.25	-0.28		60	72.25	-0.48		65	72.25
275	1.63	-0.06		55	73.50	-0.26		60	73.50	-0.47		65	73.50
280	1.67	-0.03		55	74.60	-0.24		60	74.60	-0.46		65	74.60
285	1.71	0.00		55	75.30	-0.22		60	75.30	-0.44		65	75.30
290	1.76	0.02		55	76.10	-0.20		60	76.10	-0.43		65	76.10
295	1.80	0.05		55	76.80	-0.18		60	76.80	-0.41		65	76.80
300	1.84	0.08		55	77.50	-0.15		60	77.50	-0.39		65	77.50
305	1.86	0.11		55	78.30	-0.12		60	78.30	-0.37		65	78.30
310	1.88	0.14		55	79.00	-0.10		60	79.00	-0.35		65	79.00
315	1.90	0.17		55	79.26	-0.07		60	79.26	-0.33		65	79.26
320	1.92	0.21		55	79.54	-0.04		60	79.54	-0.31		65	79.54
325	1.96	0.24		55	79.80	-0.01		60	79.80	-0.29		65	79.80
330	2.00	0.27		55	80.06	0.02		60	80.06	-0.27		65	80.06
335	2.05	0.30		55	80.34	0.04		60	80.34	-0.24		65	80.34
340	2.09	0.34		55	80.60	0.07		60	80.60	-0.22		65	80.60
345	2.07	0.37		55	80.41	0.10		60	80.41	-0.20		65	80.41

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
350	2.05	0.40		55	80.19	0.13		60	80.19	-0.17		65	80.19
355	2.03	0.43		55	80.00	0.16		60	80.00	-0.15		65	80.00
360	2.01	0.46		55	79.81	0.18		60	79.81	-0.13		65	79.81
365	1.99	0.50		55	79.59	0.21		60	79.59	-0.10		65	79.59
370	1.98	0.53		55	79.40	0.24		60	79.40	-0.08		65	79.40
375	1.96	0.56		55	78.87	0.26		60	78.87	-0.06		65	78.87
380	1.94	0.59		55	78.28	0.29		60	78.28	-0.04		65	78.28
385	1.92	0.61		55	77.75	0.31		60	77.75	-0.02		65	77.75
390	1.91	0.64		55	77.22	0.33		60	77.22	0.00		65	77.22
395	1.89	0.67		55	76.63	0.36		60	76.63	0.02		65	76.63
400	1.87	0.70		55	76.10	0.38		60	76.10	0.04		65	76.10
405	1.84	0.72		55	75.17	0.40		60	75.17	0.05		65	75.17
410	1.80	0.75		55	74.13	0.42		60	74.13	0.07		65	74.13
415	1.76	0.77		55	73.20	0.44		60	73.20	0.08		65	73.20
420	1.73	0.79		55	72.27	0.45		60	72.27	0.09		65	72.27
425	1.69	0.81		55	71.23	0.47		60	71.23	0.10		65	71.23
430	1.66	0.83		55	70.30	0.48		60	70.30	0.11		65	70.30
435	1.63	0.85		55	69.12	0.50		60	69.12	0.12		65	69.12
440	1.59	0.87		55	67.78	0.51		60	67.78	0.12		65	67.78
445	1.56	0.89		55	66.60	0.52		60	66.60	0.13		65	66.60
450	1.52	0.90		55	65.42	0.53		60	65.42	0.13		65	65.42
455	1.48	0.91		55	64.08	0.54		60	64.08	0.13		65	64.08
460	1.45	0.93		55	62.90	0.54		60	62.90	0.13		65	62.90
465	1.42	0.94		55	61.41	0.55		60	61.41	0.13		65	61.41

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
470	1.38	0.94		55	59.74	0.55		60	59.74	0.13		65	59.74
475	1.35	0.95		55	58.25	0.55		60	58.25	0.12		65	58.25
480	1.32	0.96		55	56.76	0.55		60	56.76	0.11		65	56.76
485	1.28	0.96		55	55.09	0.55		60	55.09	0.10		65	55.09
490	1.25	0.96		55	53.60	0.54		60	53.60	0.09		65	53.60
495	1.22	0.96		55	52.30	0.53		60	52.30	0.08		65	52.30
500	1.18	0.96		55	50.85	0.53		60	50.85	0.06		65	50.85
505	1.15	0.95		55	49.55	0.52		60	49.55	0.04		65	49.55
510	1.12	0.95		55	48.25	0.50		60	48.25	0.02		65	48.25
515	1.08	0.94		55	46.80	0.49		60	46.80	0.00		65	46.80
520	1.05	0.93		55	45.50	0.47		60	45.50	-0.03		65	45.50
525	1.02	0.92		55	44.38	0.46		60	44.38	-0.01		65	44.38
530	0.99	0.91		55	43.12	0.44		60	43.12	0.06		65	43.12
535	0.96	0.89		55	42.00	0.42		60	42.00	0.07		65	42.00
540	0.93	0.88		55	40.88	0.39		60	40.88	0.04		65	40.88
545	0.90	0.86		55	39.62	0.37		60	39.62	0.01		65	39.62
550	0.87	0.85		55	38.50	0.35		60	38.50	-0.03		65	38.50
555	0.84	0.83		55	37.59	0.32		60	37.59	-0.02		65	37.59
560	0.81	0.81		55	36.56	0.29		60	36.56	0.04		65	36.56
565	0.78	0.79	35.65		35.65	0.26		60	35.65	0.04		65	35.65
570	0.75	0.77	34.74		34.74	0.23		60	34.74	0.00		65	34.74
575	0.72	0.77	33.71		33.71	0.20		60	33.71	-0.04		65	33.71
580	0.69	0.77	32.80		32.80	0.16		60	32.80	-0.04		65	32.80
585	0.67	0.77	32.03		32.03	0.12		60	32.03	0.01		65	32.03

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
590	0.64	0.77	31.17		31.17	0.09		60	31.17	0.01		65	31.17

表5-5 内涌 5 年一遇设计洪水遭遇外江 200 年一遇洪潮位调蓄计算表（工况二）

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
					2.10				2.10				2.10
0	-0.10	0.00	2.10		2.10	0.00	2.10		2.10	0.00	2.10		2.10
5	-0.09	0.00	2.28		2.28	0.00	2.28		2.28	0.00	2.28		2.28
10	-0.09	0.00	2.45		2.45	0.00	2.45		2.45	0.00	2.45		2.45
15	-0.08	0.00	2.72		2.72	0.00	2.72		2.72	0.00	2.72		2.72
20	-0.08	0.00	2.99		2.99	0.00	2.99		2.99	0.00	2.99		2.99
25	-0.10	0.00	3.27		3.27	0.00	3.27		3.27	0.00	3.27		3.27
30	-0.11	0.00	3.54		3.54	0.00	3.54		3.54	0.00	3.54		3.54
35	-0.13	0.00	3.81		3.81	0.00	3.81		3.81	0.00	3.81		3.81
40	-0.15	0.00	4.08		4.08	0.00	4.08		4.08	0.00	4.08		4.08
45	-0.16	0.00	4.48		4.48	0.00	4.48		4.48	0.00	4.48		4.48
50	-0.18	0.00	4.87		4.87	0.00	4.87		4.87	0.00	4.87		4.87
55	-0.19	0.00	5.27		5.27	0.00	5.27		5.27	0.00	5.27		5.27
60	-0.20	0.00	5.67		5.67	0.00	5.67		5.67	0.00	5.67		5.67
65	-0.22	0.00	6.06		6.06	0.00	6.06		6.06	0.00	6.06		6.06
70	-0.23	0.00	6.46		6.46	0.00	6.46		6.46	0.00	6.46		6.46
75	-0.24	0.00	7.01		7.01	0.00	7.01		7.01	0.00	7.01		7.01

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
80	-0.26	0.00	7.56		7.56	0.00	7.56		7.56	0.00	7.56		7.56
85	-0.26	0.00	8.11		8.11	0.00	8.11		8.11	0.00	8.11		8.11
90	-0.27	0.00	8.65		8.65	0.00	8.65		8.65	0.00	8.65		8.65
95	-0.27	0.00	9.20		9.20	0.00	9.20		9.20	0.00	9.20		9.20
100	-0.28	0.00	9.75		9.75	0.00	9.75		9.75	0.00	9.75		9.75
105	-0.28	0.00	10.51		10.51	0.00	10.51		10.51	0.00	10.51		10.51
110	-0.28	0.00	11.27		11.27	0.00	11.27		11.27	0.00	11.27		11.27
115	-0.28	0.00	12.03		12.03	0.00	12.03		12.03	0.00	12.03		12.03
120	-0.28	0.00	12.78		12.78	0.00	12.78		12.78	0.00	12.78		12.78
125	-0.28	0.00	13.54		13.54	0.00	13.54		13.54	0.00	13.54		13.54
130	-0.28	0.00	14.30		14.30	0.00	14.30		14.30	0.00	14.30		14.30
135	-0.29	0.00	15.20		15.20	0.00	15.20		15.20	0.00	15.20		15.20
140	-0.29	0.00	16.10		16.10	0.00	16.10		16.10	0.00	16.10		16.10
145	-0.21	0.00	17.00		17.00	0.00	17.00		17.00	0.00	17.00		17.00
150	-0.13	0.00	17.90		17.90	0.00	17.90		17.90	0.00	17.90		17.90
155	-0.05	0.00	18.80		18.80	0.00	18.80		18.80	0.00	18.80		18.80
160	0.03	0.00		13.75	19.70	0.00		15	19.70	0.00		16.3	19.70
165	0.11	0.01		13.75	20.77	0.01		15	20.77	0.01		16.3	20.77
170	0.19	0.02		13.75	21.83	0.02		15	21.83	0.01		16.3	21.83
175	0.26	0.03		13.75	22.90	0.02		15	22.90	0.02		16.3	22.90
180	0.34	0.04		13.75	23.97	0.03		15	23.97	0.03		16.3	23.97
185	0.42	0.05		13.75	25.03	0.05		15	25.03	0.04		16.3	25.03
190	0.50	0.07		13.75	26.10	0.06		15	26.10	0.05		16.3	26.10
195	0.58	0.08		13.75	27.07	0.07		15	27.07	0.06		32.5	27.07

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
200	0.66	0.10		27.5	28.03	0.09		15	28.03	0.06		32.5	28.03
205	0.75	0.11		27.5	29.00	0.10		30	29.00	0.06		32.5	29.00
210	0.84	0.11		27.5	29.97	0.11		30	29.97	0.05		32.5	29.97
215	0.93	0.11		27.5	30.93	0.11		30	30.93	0.05		32.5	30.93
220	1.02	0.12		27.5	31.90	0.11		30	31.90	0.04		32.5	31.90
225	1.11	0.12		27.5	32.77	0.11		30	32.77	0.04		32.5	32.77
230	1.21	0.13		27.5	33.63	0.12		30	33.63	0.04		32.5	33.63
235	1.30	0.14		27.5	34.50	0.12		30	34.50	0.04		32.5	34.50
240	1.39	0.15		27.5	35.37	0.13		30	35.37	0.05		32.5	35.37
245	1.48	0.16		27.5	36.23	0.13		30	36.23	0.05		32.5	36.23
250	1.56	0.17		27.5	37.10	0.14		60	37.10	0.05		32.5	37.10
255	1.65	0.18		27.5	37.78	0.13		60	37.78	0.06		32.5	37.78
260	1.74	0.19		27.5	38.47	0.10		60	38.47	0.07		65	38.47
265	1.80	0.21		55	39.15	0.07		60	39.15	0.05		65	39.15
270	1.85	0.20		55	39.83	0.04		60	39.83	0.02		65	39.83
275	1.91	0.18		55	40.52	0.01		60	40.52	-0.02		65	40.52
280	1.97	0.16		55	41.20	-0.01		60	41.20	-0.06		65	41.20
285	2.03	0.14		55	41.65	-0.04		60	41.65	-0.10		65	41.65
290	2.09	0.13		55	42.10	-0.07		60	42.10	-0.13		65	42.10
295	2.14	0.11		55	42.55	-0.10		60	42.55	-0.17		65	42.55
300	2.20	0.09		55	43.00	-0.13		60	43.00	-0.20		65	43.00
305	2.26	0.07		55	43.45	-0.15		60	43.45	-0.24		65	43.45
310	2.32	0.06		55	43.90	-0.18		60	43.90	-0.27		65	43.90
315	2.37	0.04		55	44.07	-0.20		60	44.07	-0.30		65	44.07

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
320	2.43	0.03		55	44.23	-0.23		60	44.23	-0.33		65	44.23
325	2.45	0.01		55	44.40	-0.25		60	44.40	-0.37		65	44.40
330	2.48	0.00		55	44.57	-0.28		60	44.57	-0.40		65	44.57
335	2.50	-0.02		55	44.73	-0.30		60	44.73	-0.43		65	44.73
340	2.53	-0.03		55	44.90	-0.32		60	44.90	-0.46		32.5	44.90
345	2.56	-0.05		55	44.80	-0.35		30	44.80	-0.47		32.5	44.80
350	2.59	-0.06		55	44.70	-0.35		30	44.70	-0.45		32.5	44.70
355	2.61	-0.08		55	44.60	-0.32		30	44.60	-0.43		32.5	44.60
360	2.64	-0.10		55	44.50	-0.30		30	44.50	-0.41		32.5	44.50
365	2.67	-0.11		55	44.40	-0.28		30	44.40	-0.39		32.5	44.40
370	2.70	-0.13		27.5	44.30	-0.26		30	44.30	-0.37		32.5	44.30
375	2.73	-0.12		27.5	43.97	-0.24		30	43.97	-0.35		32.5	43.97
380	2.76	-0.10		27.5	43.63	-0.21		30	43.63	-0.34		32.5	43.63
385	2.73	-0.07		27.5	43.30	-0.19		30	43.30	-0.32		32.5	43.30
390	2.71	-0.05		27.5	42.97	-0.17		30	42.97	-0.30		32.5	42.97
395	2.68	-0.02		27.5	42.63	-0.15		30	42.63	-0.29		32.5	42.63
400	2.65	0.00		27.5	42.30	-0.13		30	42.30	-0.27		32.5	42.30
405	2.63	0.02		27.5	41.75	-0.11		30	41.75	-0.26		32.5	41.75
410	2.60	0.04		27.5	41.20	-0.10		30	41.20	-0.24		32.5	41.20
415	2.58	0.06		27.5	40.65	-0.08		30	40.65	-0.23		32.5	40.65
420	2.56	0.08		27.5	40.10	-0.06		30	40.10	-0.21		32.5	40.10
425	2.54	0.09		27.5	39.55	-0.04		30	39.55	-0.20		32.5	39.55
430	2.51	0.11		27.5	39.00	-0.03		30	39.00	-0.19		32.5	39.00
435	2.49	0.13		27.5	38.28	-0.02		30	38.28	-0.18		32.5	38.28

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
440	2.47	0.14		27.5	37.57	0.00		30	37.57	-0.17		32.5	37.57
445	2.42	0.16		27.5	36.85	0.01		30	36.85	-0.16		32.5	36.85
450	2.38	0.17		27.5	36.13	0.02		30	36.13	-0.16		32.5	36.13
455	2.33	0.18		27.5	35.42	0.03		30	35.42	-0.15		32.5	35.42
460	2.28	0.19		27.5	34.70	0.03		30	34.70	-0.14		32.5	34.70
465	2.23	0.20		27.5	33.80	0.04		30	33.80	-0.14		32.5	33.80
470	2.19	0.21		27.5	32.90	0.05		30	32.90	-0.14		32.5	32.90
475	2.14	0.22		27.5	32.00	0.05		30	32.00	-0.14		32.5	32.00
480	2.10	0.23		27.5	31.10	0.06		30	31.10	-0.14		32.5	31.10
485	2.05	0.23		27.5	30.20	0.06		30	30.20	-0.14		32.5	30.20
490	2.00	0.24		27.5	29.30	0.06		30	29.30	-0.14		32.5	29.30
495	1.96	0.24		27.5	28.53	0.06		30	28.53	-0.15		32.5	28.53
500	1.91	0.24		27.5	27.77	0.06		30	27.77	-0.15		32.5	27.77
505	1.87	0.24		27.5	27.00	0.05		30	27.00	-0.16		32.5	27.00
510	1.83	0.24		27.5	26.23	0.05		30	26.23	-0.17		32.5	26.23
515	1.78	0.24		27.5	25.47	0.05		30	25.47	-0.17		32.5	25.47
520	1.74	0.24		27.5	24.70	0.04		30	24.70	-0.18		32.5	24.70
525	1.69	0.23		27.5	24.03	0.03		30	24.03	-0.20		32.5	24.03
530	1.65	0.23		27.5	23.37	0.03		30	23.37	-0.21		32.5	23.37
535	1.60	0.23		27.5	22.70	0.02		30	22.70	-0.22		32.5	22.70
540	1.56	0.22		27.5	22.03	0.01		30	22.03	-0.24		32.5	22.03
545	1.52	0.21		27.5	21.37	0.00		30	21.37	-0.25		32.5	21.37
550	1.47	0.20		27.5	20.70	-0.02		30	20.70	-0.27		32.5	20.70
555	1.43	0.20		27.5	20.15	-0.03		30	20.15	-0.29		32.5	20.15

时 间 (分钟)	外江水 位(m)	泵站流量=55m ³ /s				泵站流量=60m ³ /s				泵站流量=65m ³ /s			
		内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)	内涌水 位(m)	水闸实际 排出流量 (m ³ /s)	泵站排 出流量 (m ³ /s)	洪水 入流量 (m ³ /s)
560	1.39	0.19		27.5	19.60	-0.04		30	19.60	-0.30		32.5	19.60
565	1.35	0.18		27.5	19.05	-0.06		30	19.05	-0.32		32.5	19.05
570	1.31	0.16		27.5	18.50	-0.08		30	18.50	-0.34		32.5	18.50
575	1.27	0.15		27.5	17.95	-0.09		30	17.95	-0.36		32.5	17.95
580	1.23	0.14		27.5	17.40	-0.11		30	17.40	-0.39		32.5	17.40
585	1.19	0.13		27.5	16.97	-0.13		30	16.97	-0.41		16.3	16.97
590	1.15	0.11		27.5	16.53	-0.15		30	16.53	-0.42		16.3	16.53
595	1.11	0.10		27.5	16.10	-0.17		30	16.10	-0.42		16.3	16.10
600	1.07	0.08		27.5	15.67	-0.19		30	15.67	-0.42		16.3	15.67
605	1.03	0.07		27.5	15.23	-0.21		30	15.23	-0.42		16.3	15.23
610	0.99	0.05		13.75	14.80	-0.23		30	14.80	-0.42		16.3	14.80
615	0.95	0.04		13.75	14.43	-0.26		30	14.43	-0.42		16.3	14.43
620	0.91	0.05		13.75	14.07	-0.28		30	14.07	-0.43		16.3	14.07
625	0.88	0.05		13.75	13.70	-0.30		30	13.70	-0.43		16.3	13.70
630	0.85	0.05		13.75	13.33	-0.33		15	13.33	-0.43		16.3	13.33
635	0.81	0.05		13.75	12.97	-0.34		15	12.97	-0.44		16.3	12.97
640	0.78	0.04		13.75	12.60	-0.35		15	12.60	-0.44		16.3	12.60
645	0.74	0.04		13.75	12.30	-0.35		15	12.30	-0.45		16.3	12.30
650	0.70	0.04		13.75	12.00	-0.35		15	12.00	-0.45		16.3	12.00
655	0.67	0.04		13.75	11.70	-0.36		15	11.70	-0.46		16.3	11.70
660	0.64	0.04		13.75	11.40	-0.36		15	11.40	-0.47		16.3	11.40

工况一是以暴雨为主，泵站流量 55m³/s 下内涌闸前最高水位可达 0.96m；泵站流量 60m³/s 下内涌闸前最高水位可达 0.55m；泵站流量 65m³/s 下内涌闸前最高水位可达 0.13m。

工况二是以外江洪潮水位为主，泵站流量 $55\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.10m ；泵站流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.10m ；泵站流量 $65\text{m}^3/\text{s}$ 下内涌闸前最高水位可达 0.09m 。

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最大。

5.1.1.3.4 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。

5.1.1.3.5 边界条件及基本资料

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、西碌涌4条河涌及区域内五凤闸、西碌闸2座水闸、五凤泵站1座泵站。北濠涌模拟河长2.39km，上游与西碌涌、瑞宝涌相连、下游边界为珠江后航道。

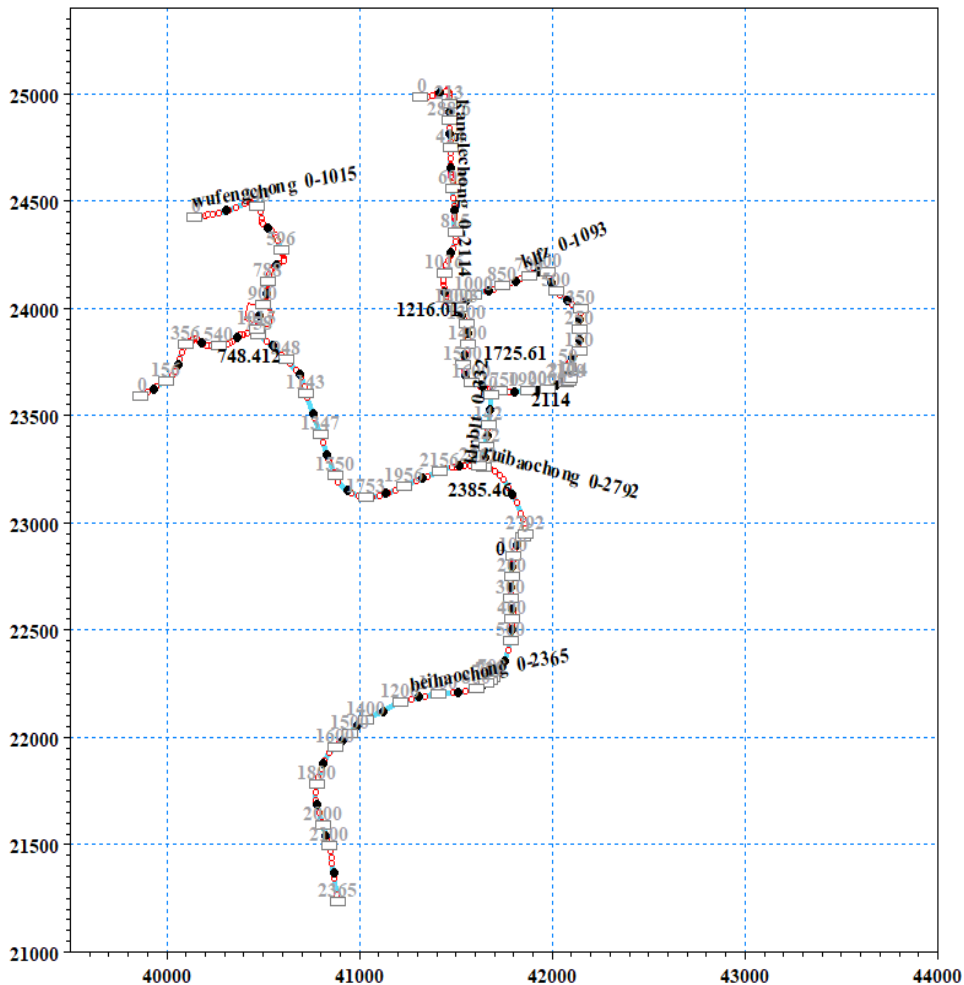


图5-4 模型河网示意图

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，总体上来看，北濠涌河道断面中段宽两头窄，整体比降0.42‰。

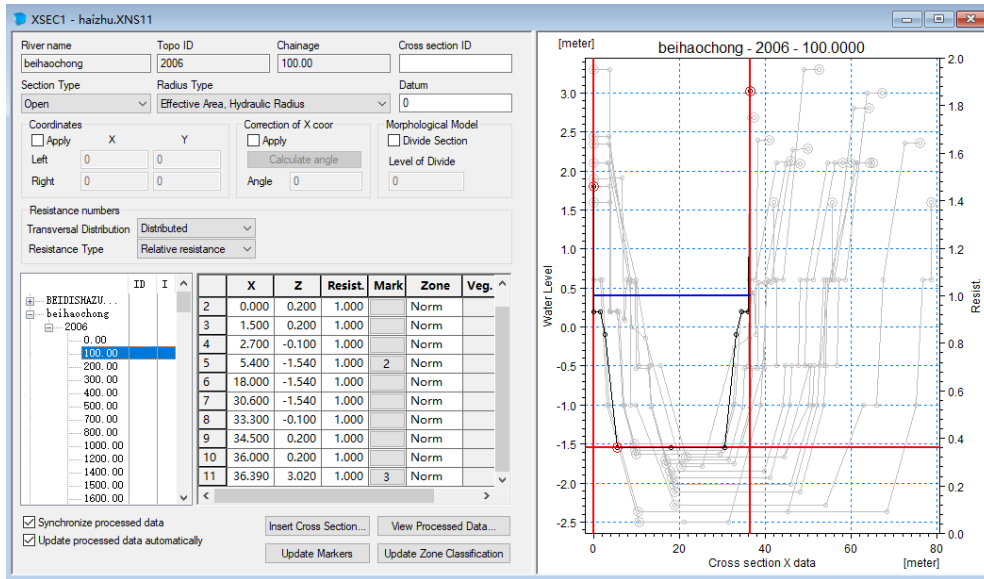


图5-5 上游入口断面宽约 36m

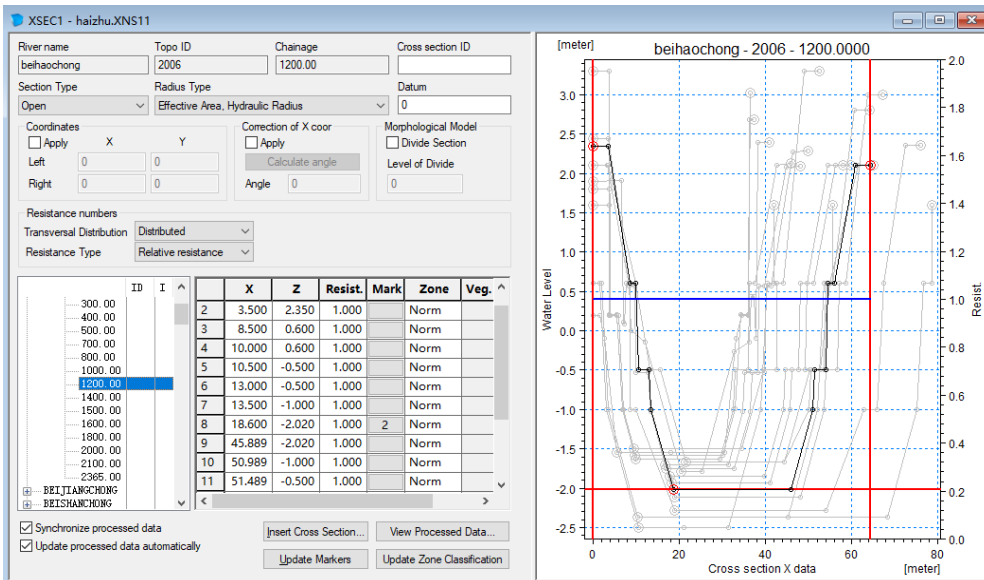


图5-6 河段中下游断面宽 60-65m

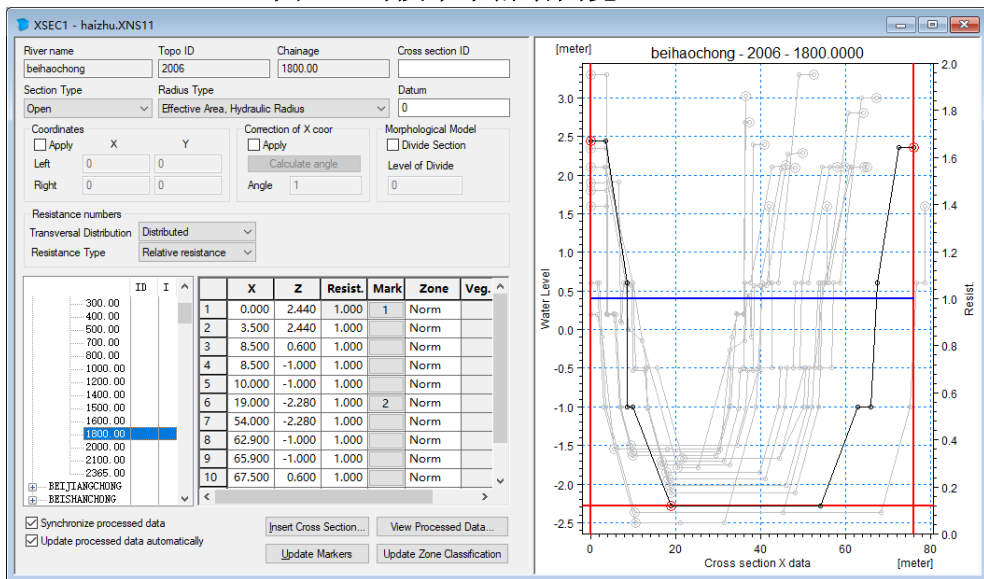


图5-7 下游南天大道宽约 79m

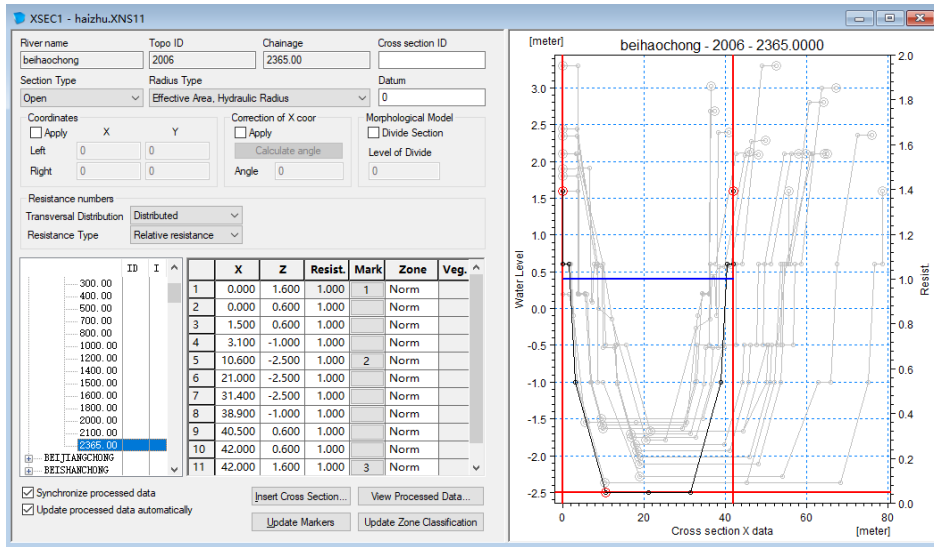


图5-8 下游出口断面宽约 40m

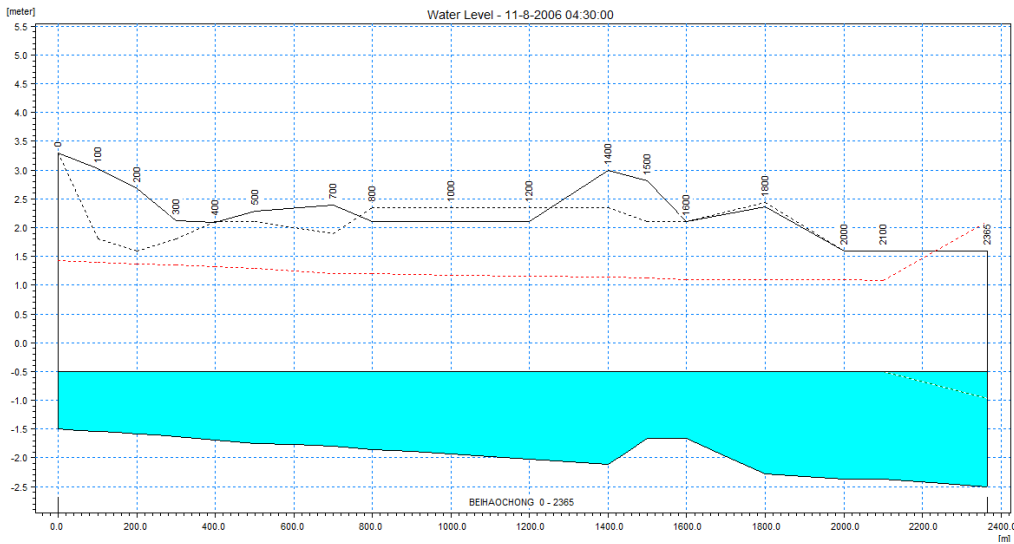


图5-9 北濠涌纵断面示意图

瑞宝涌模型断面采用 2006 年实测断面，断面宽度 7m~35m 不等，总体上来看，瑞宝涌河道断面上游窄下游宽，整体比降 0.49%。

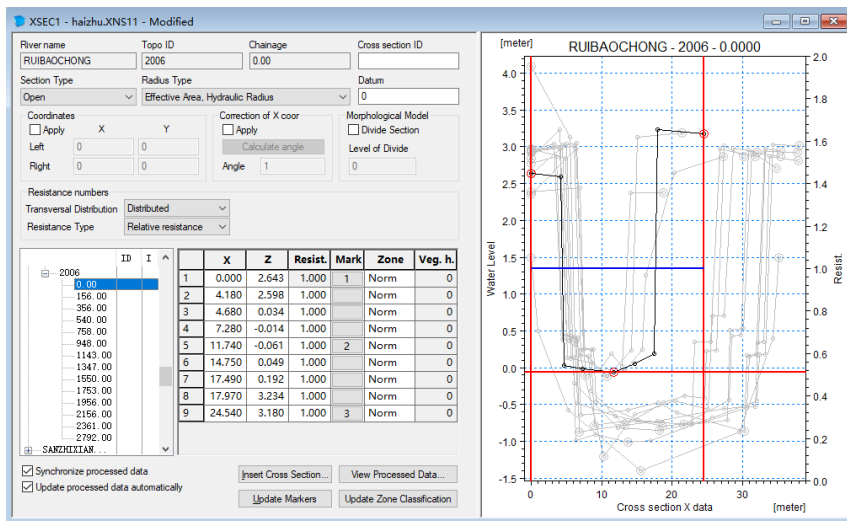


图5-10 上游入口断面宽约 14m

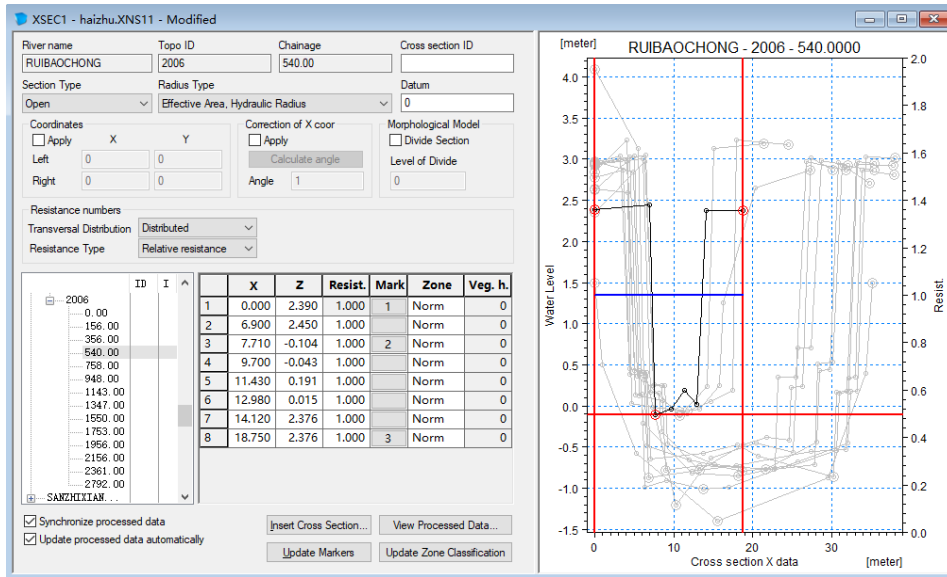


图5-11 瑞宝小学处断面宽 7m

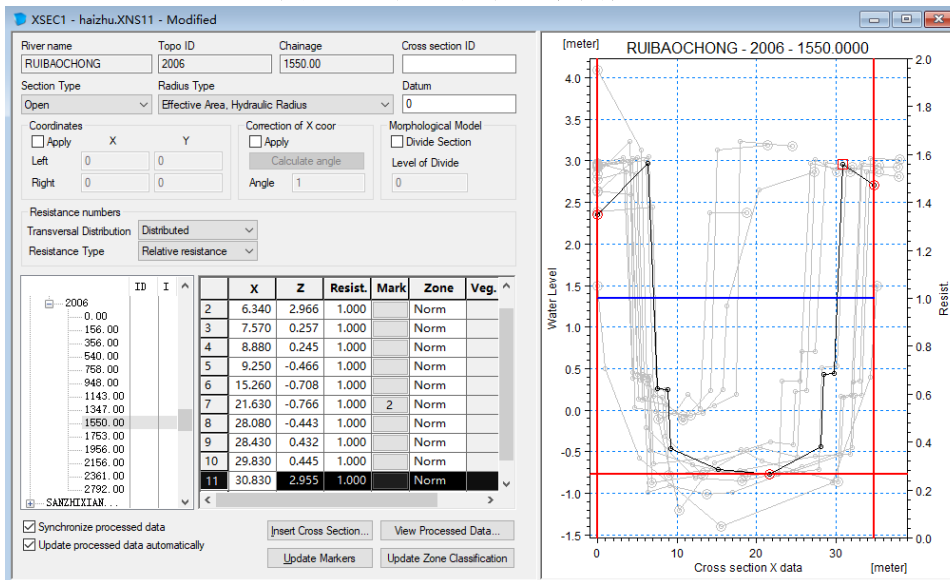


图5-12 中游瑞海新村断面宽约 24m

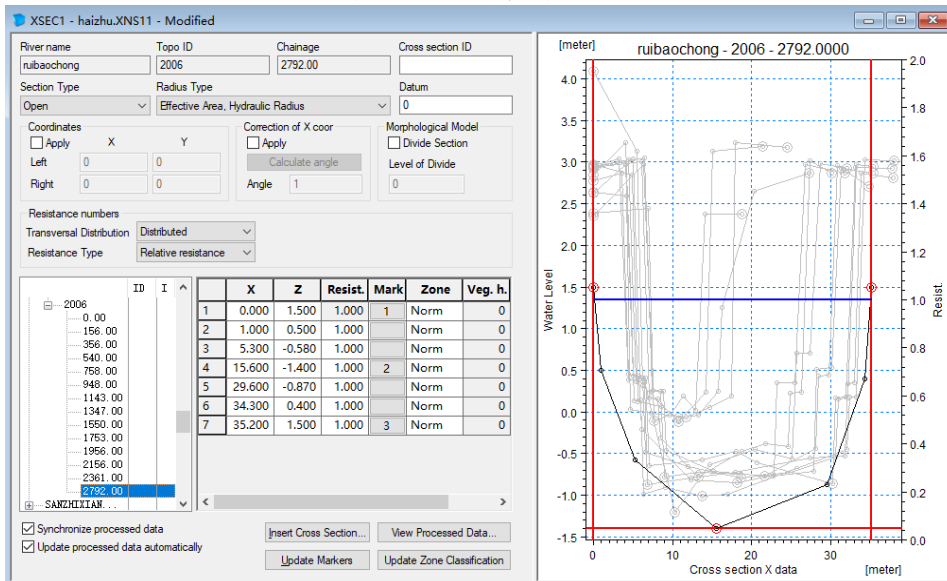


图5-13 下游出口断面宽约 35m

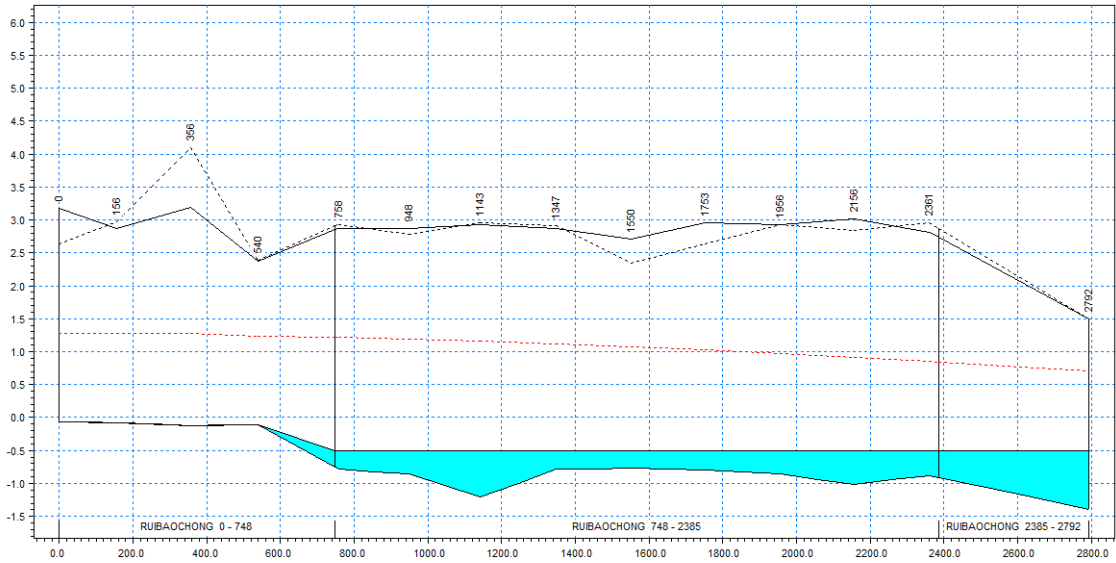


图5-14 瑞宝涌纵断面示意图

五凤涌模型断面采用 2006 年实测断面，断面宽度 6m~11m 不等，总体上来看，瑞宝涌河道断面上游宽下游窄，整体比降 0.66%。

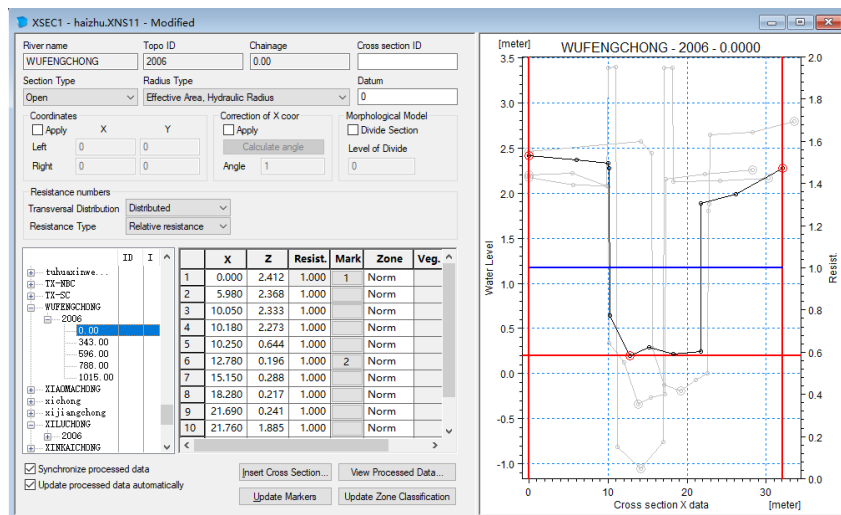


图5-15 上游入口断面宽约 11m

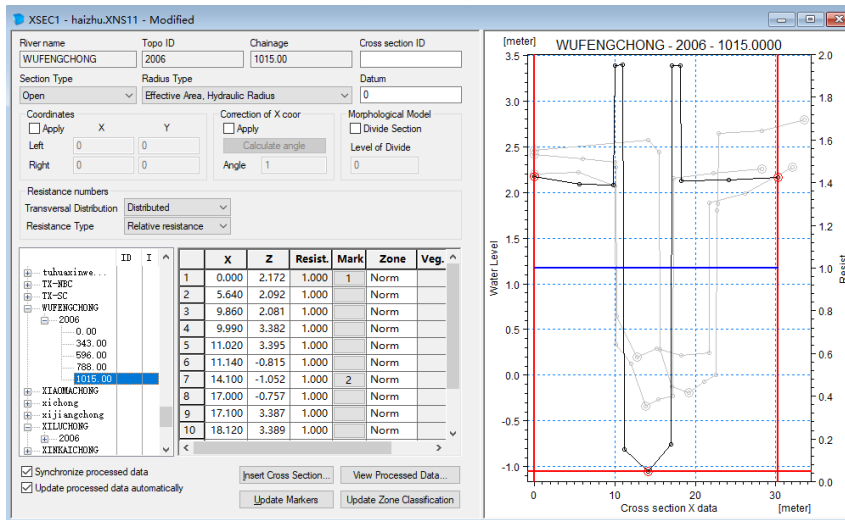


图5-16 下游出口断面宽 6m

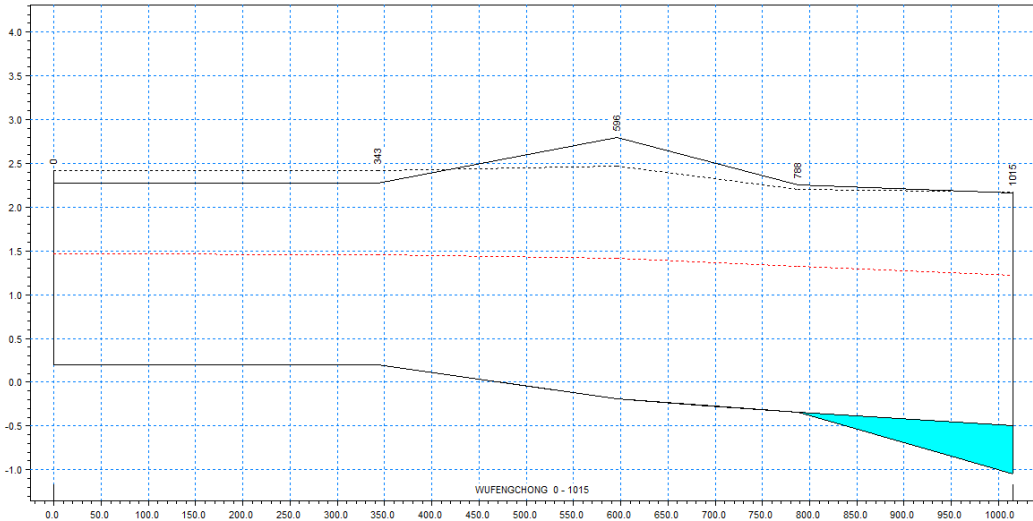


图5-17 五凤涌纵断面示意图

康乐涌模型断面采用 2011 年实测断面，断面宽度 6m~37m 不等，总体上来看，康乐涌河道断面上游窄下游宽，整体比降 0.81‰。

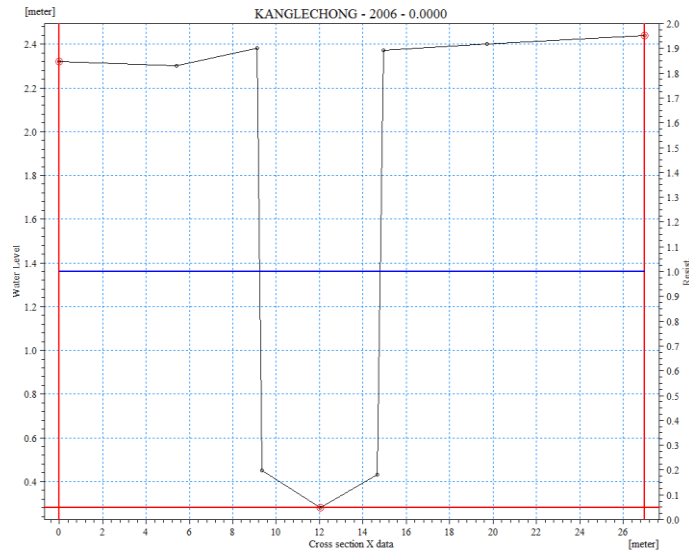


图5-18 上游入口断面宽约 6m

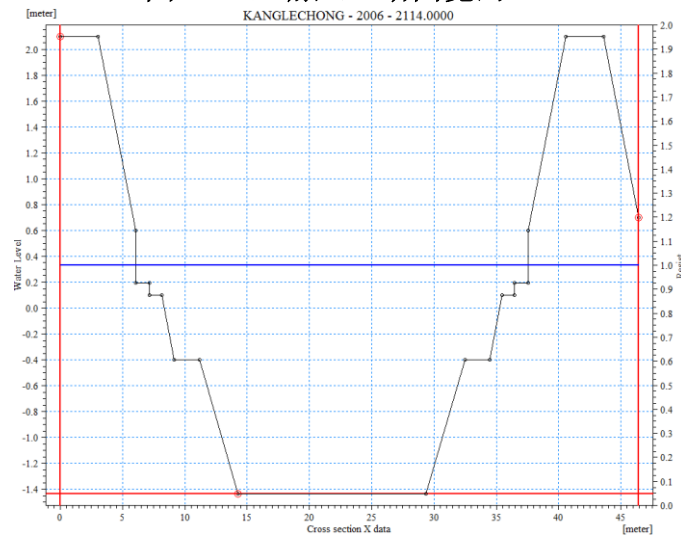


图5-19 下游出口断面宽约 37m

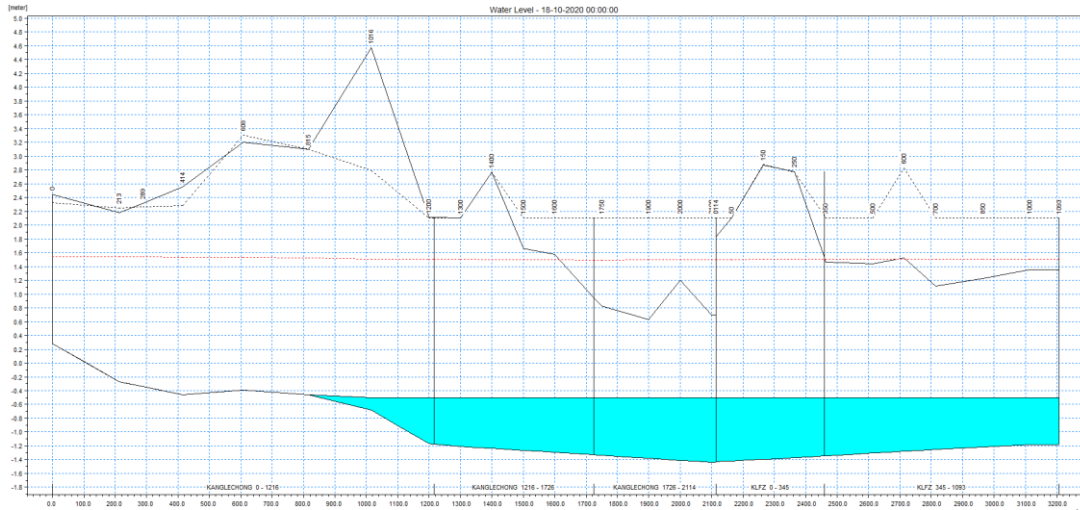


图5-20 康乐涌纵断面示意图

3) 边界条件

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 55m³/s 闸前水位 0.96m，泵站流量 60m³/s 闸前水位 0.55m，泵站流量 65m³/s 闸前水位 0.13m。

4) 方案比选

北濠涌泵站流量分别为无泵站（现状）、55m³/s、60m³/s、65m³/s 情况下，北濠涌、瑞宝涌、康乐涌、五凤涌的水面线情况如下表下图所示。

表5-6 各河涌水面线情况

河涌	模型桩号	泵站流量 55m ³ /s	泵站流量 60m ³ /s	泵站流量 65m ³ /s
北濠涌	2365	0.96	0.55	0.13
	2100	0.99	0.59	0.19
	2000	0.99	0.60	0.21
	1800	1.00	0.60	0.22
	1600	1.01	0.63	0.27
	1500	1.03	0.66	0.34
	1400	1.05	0.70	0.39
	1200	1.07	0.72	0.42
	1000	1.09	0.76	0.47
	800	1.12	0.80	0.53
	700	1.13	0.82	0.56
	500	1.18	0.88	0.65
	400	1.19	0.91	0.69
	300	1.21	0.94	0.73
	200	1.23	0.96	0.76
	100	1.24	0.98	0.78
	0	1.25	1.00	0.80
	2792	1.25	1.00	0.80
	2385.46	1.36	1.15	1.02
	2361	1.36	1.16	1.02
2156	1.39	1.20	1.07	

	1956	1.41	1.23	1.11
	1753	1.44	1.26	1.15
	1550	1.46	1.30	1.19
	1347	1.50	1.34	1.24
	1143	1.53	1.38	1.29
	948	1.56	1.41	1.33
	758	1.58	1.44	1.37
	748.412	1.58	1.45	1.37
	540	1.58	1.45	1.37
	356	1.59	1.46	1.38
	156	1.59	1.46	1.38
	0	1.59	1.46	1.38
康乐瑞宝 连通段	332	1.36	1.15	1.02
	242	1.36	1.16	1.02
	142	1.37	1.17	1.03
	0	1.38	1.18	1.05
五凤涌	0	2.06	1.98	1.95
	343	2.04	1.96	1.92
	596	1.93	1.85	1.81
	788	1.73	1.61	1.56
	900	1.59	1.46	1.38
	1015	1.58	1.45	1.37
康乐涌	0	1.43	1.25	1.14
	213	1.43	1.25	1.14
	288.6	1.43	1.25	1.14
	414	1.43	1.25	1.13
	608	1.43	1.24	1.13
	815	1.42	1.23	1.11
	1016	1.40	1.20	1.07
	1200	1.39	1.19	1.06
	1216.01	1.39	1.19	1.06
	1300	1.39	1.19	1.06
	1400	1.39	1.19	1.06
	1500	1.39	1.18	1.05
	1600	1.38	1.18	1.05
	1725.61	1.38	1.18	1.05
	1750	1.38	1.18	1.05
	1900	1.38	1.18	1.05
	2000	1.38	1.18	1.05
2100	1.38	1.18	1.05	
2114	1.38	1.18	1.05	
康乐分支	0	1.38	1.18	1.05
	50	1.38	1.18	1.05
	150	1.39	1.19	1.05
	250	1.39	1.19	1.05
	350	1.39	1.19	1.05
	500	1.39	1.19	1.06
	600	1.39	1.19	1.06
	700	1.39	1.19	1.06
	850	1.39	1.19	1.06
	1000	1.39	1.19	1.06
	1093	1.39	1.19	1.06

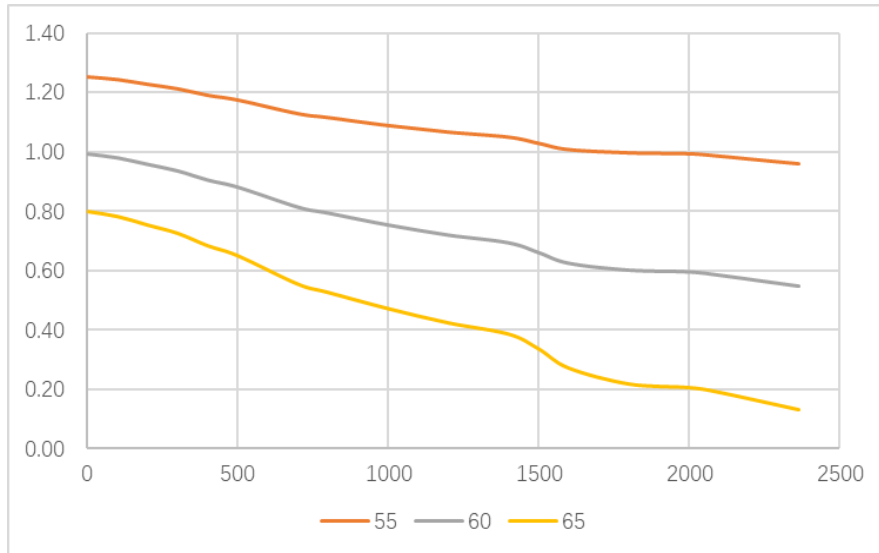


图5-21 北濠涌水面线情况

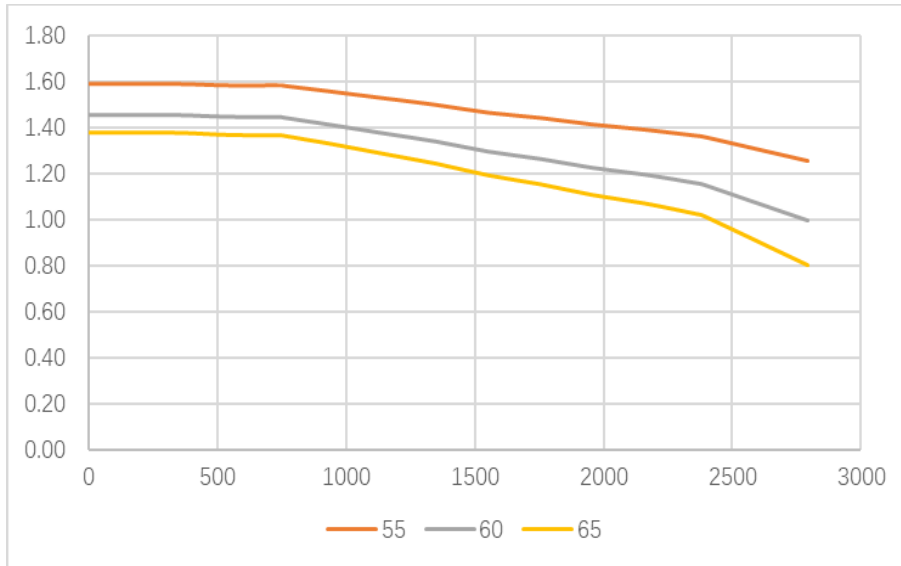


图5-22 瑞宝涌水面线情况

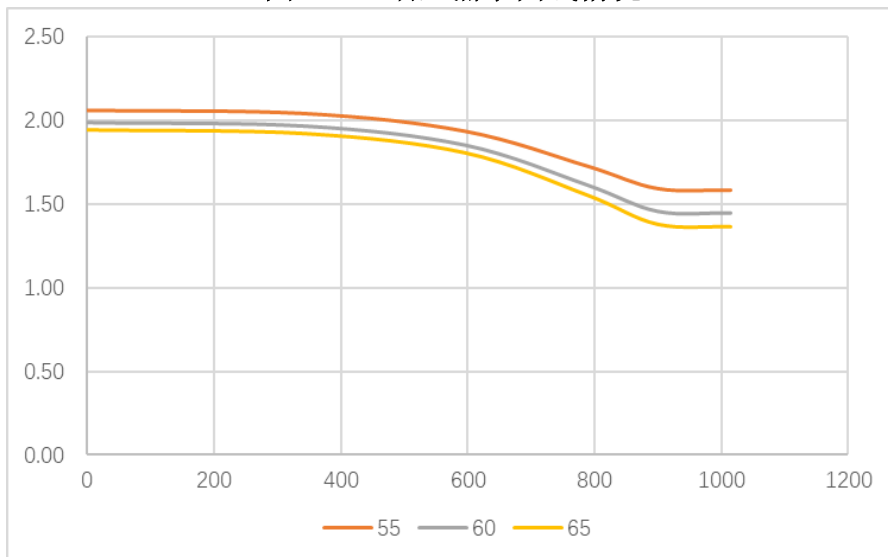


图5-23 五凤涌水面线情况

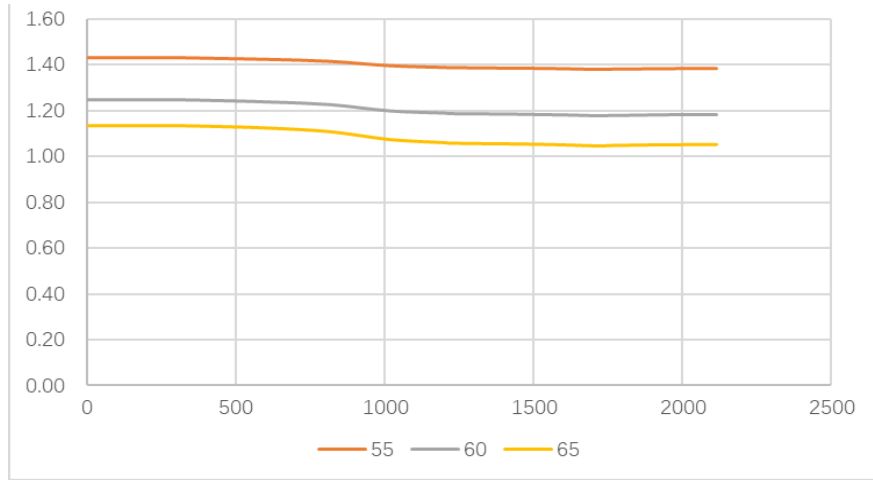


图5-24 康乐涌水面线情况

各河涌水面线及两岸地面高程、控制水位如下表所示。

表5-7 各河涌水面线及两岸地面高程、控制水位统计表

河涌	模型桩号	泵站流量 55m ³ /s	泵站流量 60m ³ /s	泵站流量 65m ³ /s	左岸低点 高程 (m)	右岸低点 高程 (m)	备注
北濠涌	2365	0.96	0.55	0.13	1.10	1.60	
	2100	0.99	0.59	0.19	2.30	1.54	
	2000	0.99	0.60	0.21	2.50	1.55	
	1800	1.00	0.60	0.22	1.85	1.50	
	1600	1.01	0.63	0.27	1.50	0.76	
	1500	1.03	0.66	0.34	1.80	0.76	
	1400	1.05	0.70	0.39	1.60	2.17	
	1200	1.07	0.72	0.42	1.50	2.17	
	1000	1.09	0.76	0.47	1.70	1.86	
	800	1.12	0.80	0.53	1.80	1.60	
	700	1.13	0.82	0.56	1.60	1.20	
	500	1.18	0.88	0.65	1.60	1.20	
	400	1.19	0.91	0.69	1.40	1.10	
	300	1.21	0.94	0.73	1.50	1.20	
	200	1.23	0.96	0.76	1.60	1.30	
100	1.24	0.98	0.78	1.79	1.60		
瑞宝涌	0	1.25	1.00	0.80	1.89	2.40	
	2792	1.25	1.00	0.80	1.47	1.80	舍去农田低点
	2385.46	1.36	1.15	1.02	2.05	1.70	
	2361	1.36	1.16	1.02	1.70	1.70	
	2156	1.39	1.20	1.07	1.85	2.34	
	1956	1.41	1.23	1.11	1.30	2.41	
	1753	1.44	1.26	1.15	1.60	2.40	
	1550	1.46	1.30	1.19	1.40	1.92	
	1347	1.50	1.34	1.24	1.50	1.99	
	1143	1.53	1.38	1.29	2.05	1.69	
	948	1.56	1.41	1.33	2.30	1.89	
	758	1.58	1.44	1.37	1.90	1.84	
	748.412	1.58	1.45	1.37	1.90	1.87	
540	1.58	1.45	1.37	1.84	2.00		

河涌	模型桩号	泵站流量 55m ³ /s	泵站流量 60m ³ /s	泵站流量 65m ³ /s	左岸低点 高程 (m)	右岸低点 高程 (m)	备注
	356	1.59	1.46	1.38	2.23	2.05	
	156	1.59	1.46	1.38	1.80	2.39	
	0	1.59	1.46	1.38	2.20	2.11	
康乐 瑞宝 连通段	332	1.36	1.15	1.02	1.34	1.37	
	242	1.36	1.16	1.02	2.10	1.85	
	142	1.37	1.17	1.03	1.70	1.86	
	0	1.38	1.18	1.05	1.91	1.96	
五凤涌	0	2.06	1.98	1.95	2.58	2.04	
	343	2.04	1.96	1.92	2.90	2.04	舍去右岸城中 村个别低点, 村里以二级泵 站等措施辅佐
	596	1.93	1.85	1.81	2.30	2.22	
	788	1.73	1.61	1.56	1.70	2.27	
	900	1.59	1.46	1.38	1.52	2.10	
	1015	1.58	1.45	1.37	1.52	1.73	
康乐涌	0	1.43	1.25	1.14	1.33	1.50	
	213	1.43	1.25	1.14	1.48	1.55	
	288.6	1.43	1.25	1.14	1.48	1.50	
	414	1.43	1.25	1.13	1.42	1.51	
	608	1.43	1.24	1.13	2.10	2.00	舍去右岸城中 村低点
	815	1.42	1.23	1.11	2.10	1.70	
	1016	1.40	1.20	1.07	2.50	2.07	
	1200	1.39	1.19	1.06	1.81	1.38	
	1216.01	1.39	1.19	1.06	1.81	1.38	
	1300	1.39	1.19	1.06	1.42	1.38	
	1400	1.39	1.19	1.06	1.30	1.72	舍去农田低点
	1500	1.39	1.18	1.05	1.33	1.52	
	1600	1.38	1.18	1.05	1.33	1.88	
	1725.61	1.38	1.18	1.05	1.33	1.50	
	1750	1.38	1.18	1.05	1.33	1.50	
	1900	1.38	1.18	1.05	1.79	1.32	
2000	1.38	1.18	1.05	1.71	1.27		
2100	1.38	1.18	1.05	1.40	1.64		
2114	1.38	1.18	1.05	1.40	1.64		
康乐分支	0	1.38	1.18	1.05	1.40	1.64	
	50	1.38	1.18	1.05	1.70	1.70	
	150	1.39	1.19	1.05	2.70	2.00	
	250	1.39	1.19	1.05	1.91	1.77	
	350	1.39	1.19	1.05	1.30	1.80	
	500	1.39	1.19	1.06	1.30	1.47	
	600	1.39	1.19	1.06	1.43	1.32	
	700	1.39	1.19	1.06	1.78	1.76	
	850	1.39	1.19	1.06	2.83	1.27	
	1000	1.39	1.19	1.06	1.81	1.38	
1093	1.39	1.19	1.06	2.46	1.46		

泵站流量为 $55 \text{ m}^3/\text{s}$ 时，北濠涌河道内设计水位在 $0.96\sim 1.24\text{m}$ ，部分断面超过两岸低点高程；瑞宝涌设计水位在 $1.25\sim 1.59\text{m}$ ，部分断面超过两岸低点高程；康乐涌桩号设计水位在 $1.36\sim 1.38\text{m}$ ，部分断面与两岸低点高程较接近，总体上各断面均低于两岸低点高程；五凤涌设计水位在 $1.58\sim 2.06\text{m}$ ，部分断面超过两岸低点高程，故不推荐 $55\text{m}^3/\text{s}$ 方案。

泵站流量为 $60\text{m}^3/\text{s}$ 时，北濠涌河道内设计水位在 $0.55\sim 0.98\text{m}$ ，各断面均低于两岸低点高程；瑞宝涌设计水位在 $1.00\sim 1.46\text{m}$ ，各断面均低于两岸低点高程；康乐涌桩号设计水位在 $1.15\sim 1.18\text{m}$ ，部分断面超过两岸低点高程；五凤涌设计水位在 $1.45\sim 1.96\text{m}$ ，各断面均低于两岸低点高程；总体上，各河段水位均满足控制水位要求。

泵站流量为 $65\text{m}^3/\text{s}$ 时，内涌水位相对更低，偏于安全，但受工程规模以及土地利用等因素制约，故不建议此规模。

5.1.1.3.6 南洲路桥梁雍水及过流情况复核

(1) 基本情况

南洲路桥横跨北濠涌，其桥墩挤占河道，对北濠涌过流有一定影响。对南洲路桥断面进行单独测量，利用最新测量断面对北濠涌过流能力进行复核，并计算桥梁雍水情况。



图5-25 南洲路桥位置



图5-26 南洲路桥情况

(2) 过流情况

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。

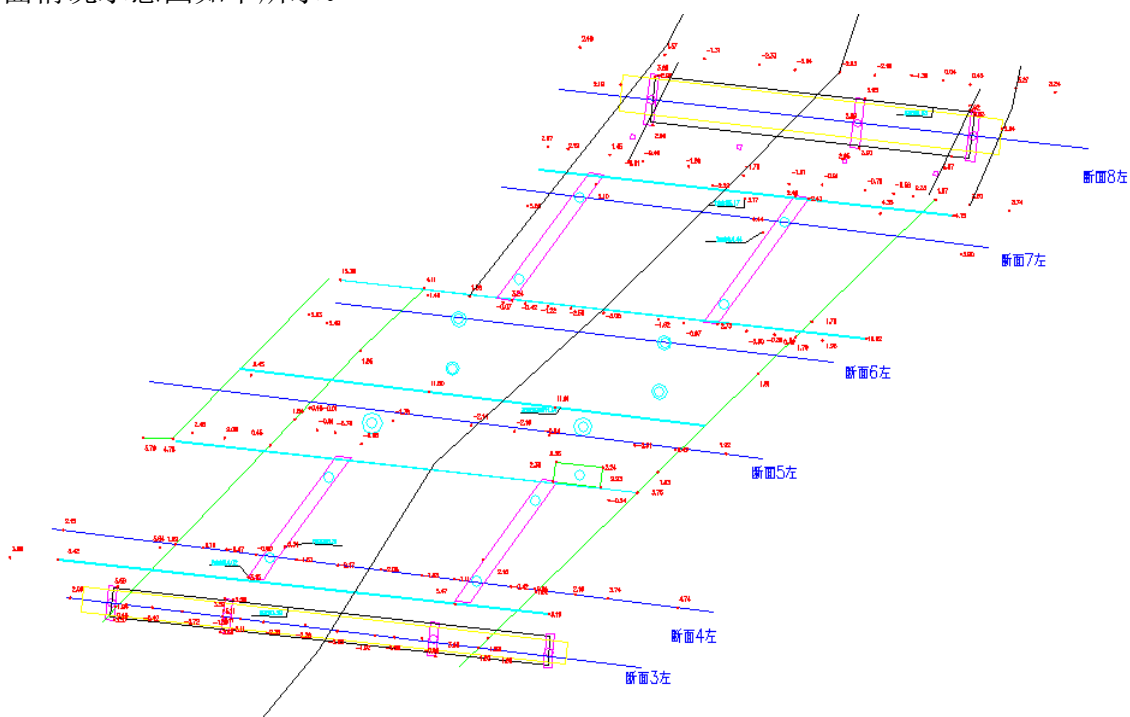


图5-27 测量平面示意图

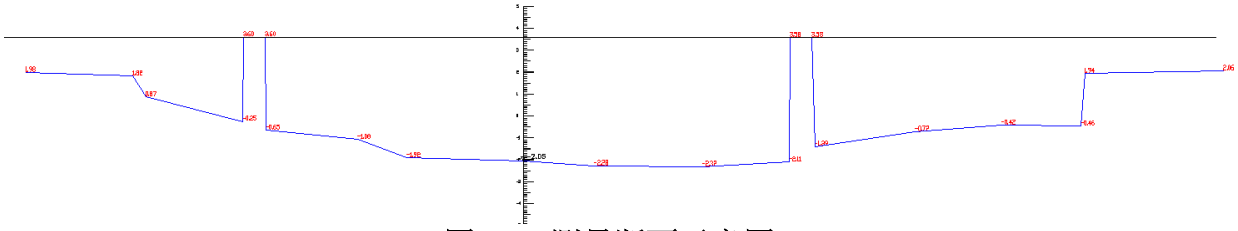


图5-28 测量断面示意图

通过断面过流计算，各断面 Z~Q 曲线如下表所示：

表5-8 控制断面 Z~Q 曲线

H (m)	Q (m ³ /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

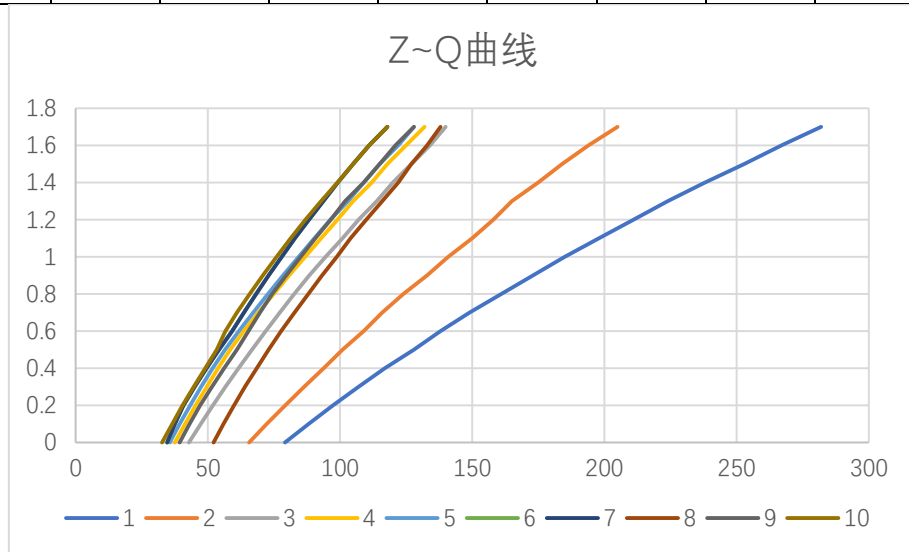


图5-29 控制断面 Z~Q 曲线

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~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5-9 反查 Z~Q 曲线结果

控制断面	水位（非水面线）		梁底高程	左岸高程	右岸高程	是否满足过流	备注
	V ₆₀	V _{80.6}					
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	

3) 桥梁雍水情况

将控制断面更新进 mike11 模型，分别推出有桥梁、无桥梁情况下北濠涌水面线，可得出南洲路桥梁以上造成 0.01~0.02m 雍水。

表5-10 南洲路桥梁雍水情况

河涌	桩号	有桥水位	无桥水位	△	备注
北濠涌	2365	0.55	0.55	0.00	
	2100	0.59	0.59	0.00	
	2000	0.60	0.60	0.00	
	1800	0.60	0.60	0.00	
	1600	0.63	0.63	0.00	
	1500	0.66	0.66	0.00	
	1400	0.70	0.70	0.00	
	1200	0.72	0.72	0.00	
	1000	0.76	0.76	0.00	
	800	0.80	0.80	0.00	
	700	0.82	0.82	0.00	桥前
	600	0.85	0.84	0.01	桥
	500	0.88	0.87	0.01	桥后
	400	0.91	0.89	0.02	
	300	0.94	0.92	0.02	
	200	0.96	0.94	0.02	
	100	0.98	0.97	0.02	
0	1.00	0.98	0.02		

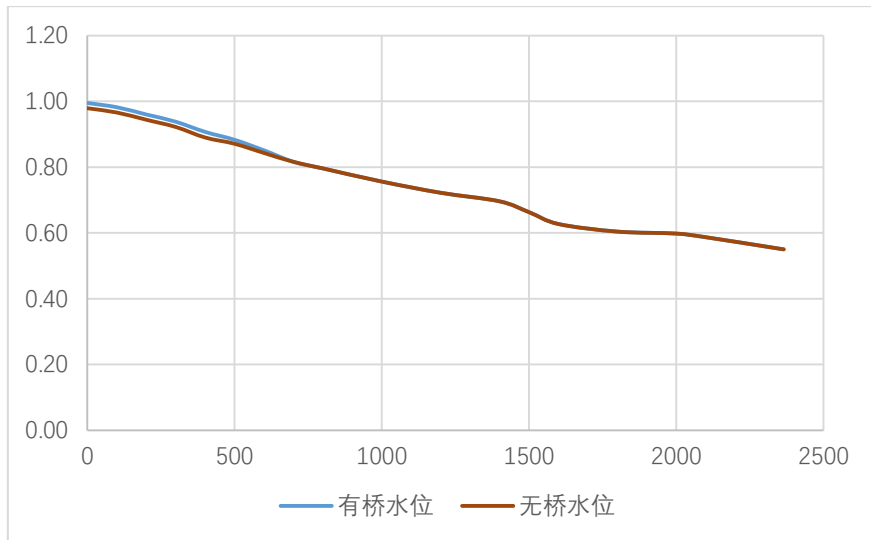


图5-30 南洲路有无桥梁工况水位

5.1.1.4 泵站前渠道过流情况复核

根据现场的测量资料，选取站前断面对过流能力进行复核，断面情况如下图所示。

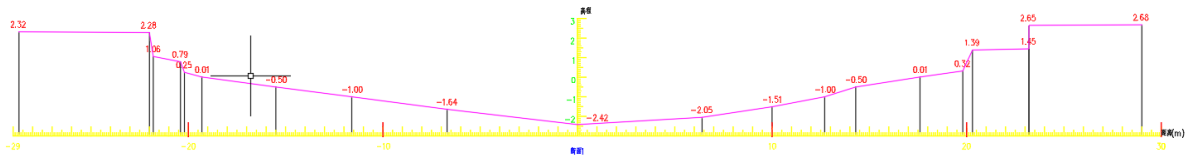


图5-31 测量断面示意图

经计算，0.55m 水位时，过流能力为 $94.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ，远大于设计流量 $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ，因此能满足过流。

5.1.1.5 泵站特征水位

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：

- (1) 设计流量：根据排涝调蓄计算，北濠涌泵站设计流量 $60 \text{ m}^3/\text{s}$ 。
- (2) 内涌特征水位

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，河涌最高控制水位为 1.0m，本次取最高水位为 1.0m。

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，本次工程河涌最高控制水位为 1.0m，根据 Mike11 计算，推算到站前的水位约 0.55m，本次取最高运行水位 0.55m。

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。

起排水位：实际操作起排水位，取本次-0.50m。

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，本次取-1.0m。

(3) 外江特征水位

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标准，本次取浮标厂 200 年一遇洪（潮）水位 3.08m。

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 2.96m。

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，结合地区发展对区域排涝的需求，本次取浮标厂站平均最高潮位均值 2.09m。

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。

特征参数如下表所示：

表5-11 泵站基本参数

项 目	单位	参数	备注	
排水流量	m ³ /s	60		
内涌	最高水位	m	1.0	适当高于治涝标准的内涝水位
	最高运行水位	m	0.55	排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位
	设计水位	m	0.2	常水位
	起排水位	m	-0.5	实际操作起排水位
	最低运行水位	m	-1	预腾空水位
外江	防洪水位	m	3.08	浮标厂 200 年一遇洪水位
	最高运行水位	m	2.96	浮标厂 100 年一遇洪水位
	设计水位	m	2.09	浮标厂站平均最高潮位均值
	最低运行水位	m	-0.5	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

5.1.1.6 调度运行

本工程应结合闸泵进行联合调度运行，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。水闸泵站联合调度原则如下：

(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。

著，珠江各口门潮位呈明显上升趋势，对区域防洪潮带来了严峻挑战。随着国民经济的进一步发展，社会财产的稳步增加，洪涝造成的损失将越来越大，对防洪排涝要求也越来越高。为保障区域人民生命财产安全，提高整体防洪排涝能力，建设北濠涌水闸、泵站工程是非常必要的，工程已列入《广州市防洪排涝建设工作方案（2020-2025年）》。

5.1.2.2 评价依据和技术标准

5.1.2.2.1 评价依据

2013年4月，国务院正式发布了《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发[2013]23号），从国家层面对城市防涝工作提出了明确要求。此后，国家相关部门陆续发布《住房和城乡建设部关于做好城市排水防涝补短板建设的通知》（建办城函[2017]43号）、《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》（国办发[2021]11号）等一系列排水防涝设施建设相关的政策法规文件，要求建成较完善的城市排水防涝、防洪工程体系，全面提高城市排水防涝、防洪减灾能力。

根据《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222-2017）及《广州市水务工程（排涝泵站和水闸类）内涝防治能力评估专篇（章）编制技术指引（试行）》。新建、改建和扩建工程应在项目可行性研究报告中编制内涝防治设计篇（章）。

5.1.2.2.2 基本原则

（1）问题导向，因地制宜

根据排涝片区自然地理条件、水文气象特征、现有防洪（潮）排涝工程布局等因素，以及片区洪涝潮系统存在问题，科学制定治理策略，选择适用的整治措施。

（2）系统治理，统筹设计

立足排涝片区整体，协调片区上下游、左右岸、干支流之间的关系，对片区洪涝潮安全统筹考虑，做到洪涝潮共治、滞蓄排兼施，系统提升片区内涝防治能力。

5.1.2.2.3 技术标准

- （1）《城镇内涝防治技术规范》（GB 51222-2017）；
- （2）《室外排水设计标准》（GB 50014-2021）；
- （3）《治涝标准》（SL723-2016）
- （4）《河道整治设计规范》（GB 50707-2011）；
- （5）《水闸设计规范》（SL265-2016）；
- （6）《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；

(7)《城镇内涝防治系统数学模型构建和应用规程》(T/CECS 647-2019)。

5.1.2.3 内涝防治能力评估

5.1.2.3.1 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。

5.1.2.3.2 水力学模型构建

(1) MIKE 11

MIKE 11 水动力模块主要用于洪水预报及调度措施、河道排、灌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 计算模块基于以下三个要素:

- ① 反映有关物理定律的微分方程组;
- ② 对微分方程组进行线性化的有限差分格式
- ③ 求解线性方程组的算法

MIKE 11 计算模块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:

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

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

式中: x——距离坐标 (m);

t——时间坐标 (s);

A——过水断面面积 (m²);

Q——流量 (m³/s);

C——谢才系数;

R——水力半径 (m);

g——重力加速度 (m/s²)。

(2) MIKE 21

MIKE 21 是一个专业的工程软件包，用于模拟河流、湖泊、河口、海湾、海岸及海洋的水流、波浪、泥沙及环境。MIKE 21 的水动力模块是 MIKE 21 软件包中的基本模块，能模拟由于各种作用力的作用而产生的水位及水流变化。它包括了广泛的水力现象，可用于任何忽略分层的二维自由表面流的模拟。

通过对城市地形的处理，MIKE 21 能模拟二维城市地面的水浸情况，当洪水从河堤漫滩到城市路面或雨水从管道溢出路面时，能模拟水流在道路中的流动情况和积水情况。本次数学模型计算通过二维城市地面积水情况模拟结果与实际积水情况进行对比分析。

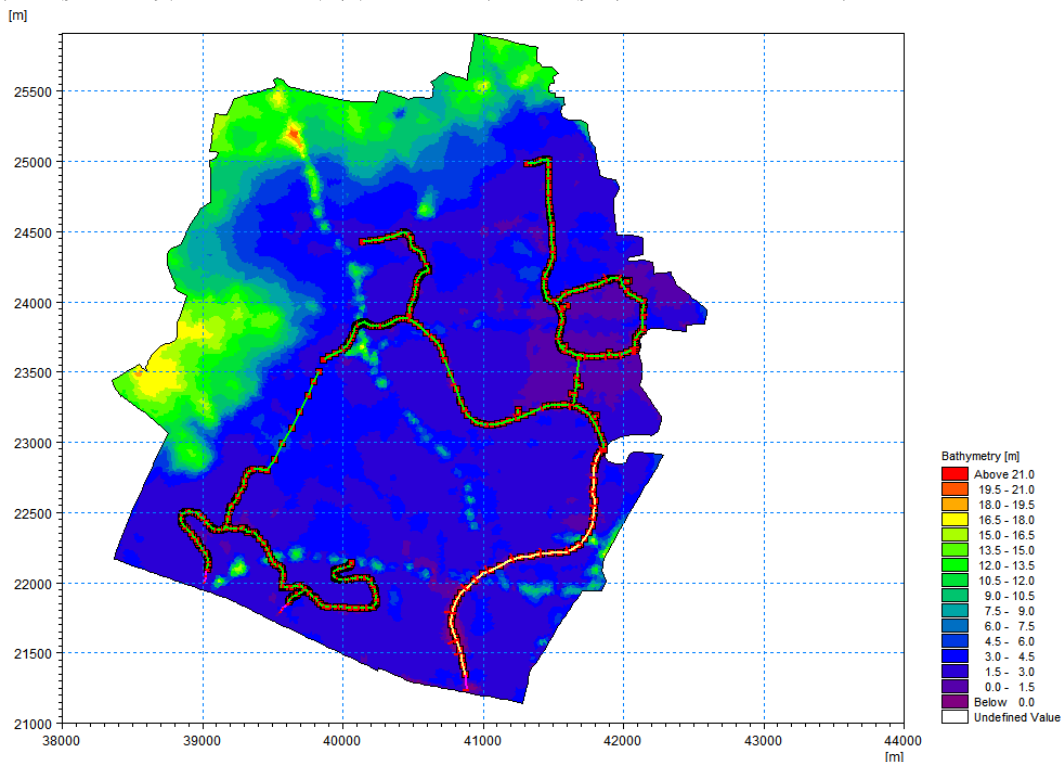


图5-33 耦合模型示意图

5.1.2.3.3 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 0.55m 增加了 0.61m 。闸内水位 0.55m 至 1.16m 间持续时间为 2 小时 46 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 $0.5\sim 2$ 小时；已建城区中，退水历时取 $1\sim 3$ 小时。因此，洪水位高了 0.61m ，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。

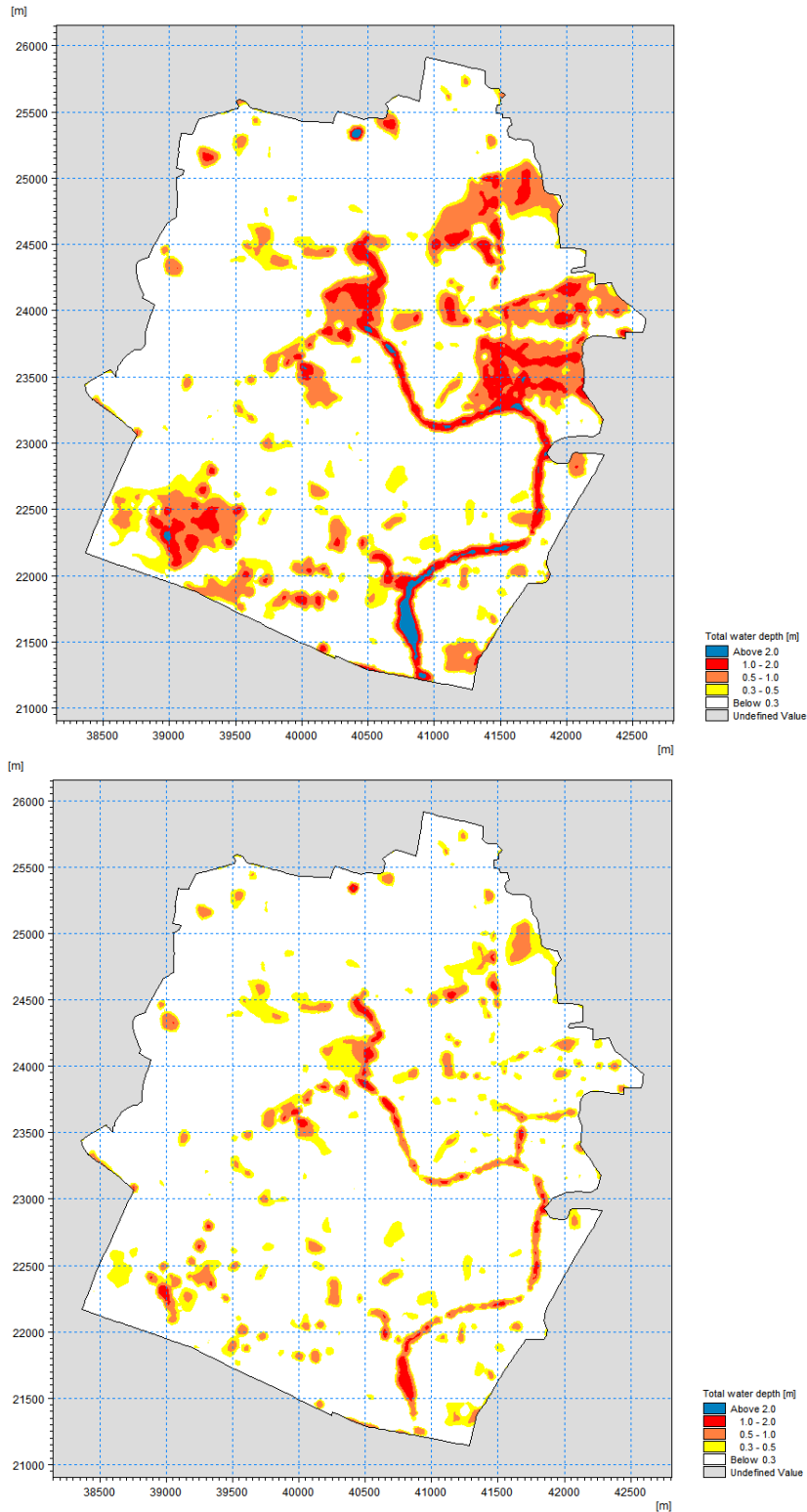


图5-34 工程前、后 100 年一遇内涝风险图

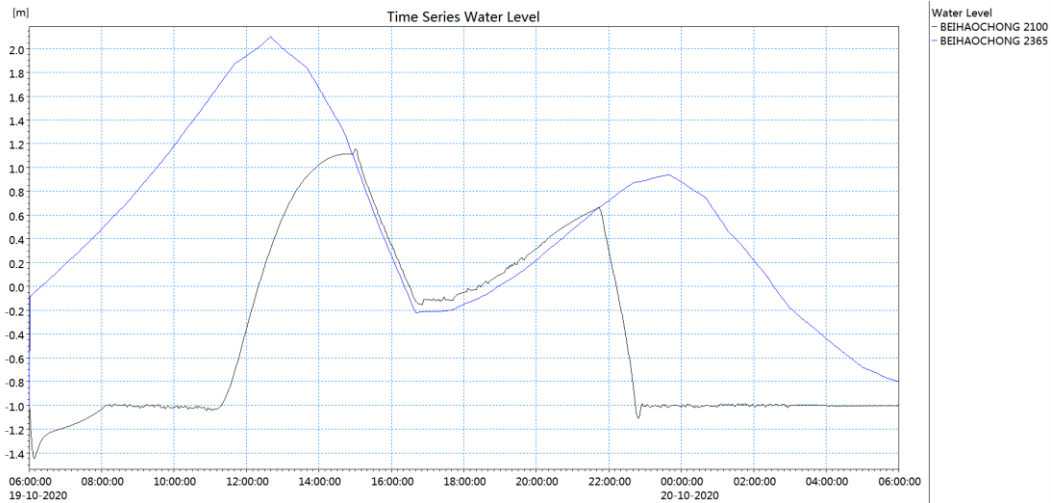


图5-35 水位过程线示意图

5.1.2.3.1 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。

5.1.2.4 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。

5.1.2.5 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。

5.2 工程方案

5.2.1 设计依据

（一）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工作方案（2020-2025年）项目计划。

（二）设计规范

本工程设计采用的规范、规程和技术标准主要包括：

1) 《国家发展改革委关于印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明的通知》发改投资规〔2023〕304号

2) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T618-2021）；

3) 《防洪标准》（GB50201-2014）；

4) 《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）；

5) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；

6) 《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；

7) 《水闸设计规范》（SL265-2016）；

8) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

9) 《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；

10) 《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）；

11) 《水工建筑物荷载标准》（GB/T 51394-2020）；

12) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）；

13) 《水工挡土墙设计规范》（SL 379-2007）；

14) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）

15) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）

16) 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）

17) 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）

18) 《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL 328-2005）

19)《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》(SL654-2014);

不限于以上内容,未尽事宜参照国家相关规范、规程。

(二) 相关规划

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

(三) 周边工程

- (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)《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程地质勘察报告》(2008年5月)
- (3)《海珠区北濠水闸安全评价报告》(2021年9月)

5.2.2 工程等级和标准

5.2.2.1 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 3360kW ,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5-12 泵站建筑物级别划分

	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) 排涝标准

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工作方案（2020-2025 年）》，本次北濠涌排涝标准采用 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾。

(4) 施工期洪水标准

施工洪水标准为枯水期 20 年一遇，枯水期为 10 月～次年 3 月。

5.2.2.2 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》(GB50011-2010, 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。

5.2.2.3 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。

综上确定本工程合理使用年限为 100 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。

5.2.2.4 设计主要控制指标

(一) 抗滑稳定安全系数

根据《泵站设计标准》(GB 50265-2022) 6.3.5, 泵房沿基础底面抗滑稳定安全系数允许值按表6.3.5采用, 具体指标如下。

表5-13 泵站抗滑稳定安全系数允许值

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。

(二) 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。

(三) 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5-14 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。

(四) 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5-15 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5-16 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

5.2.3 工程选址及选线

5.2.3.1 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。



图5-36 北濠涌泵站拟建工程位置俯瞰图

(一) 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)。

(二) 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）。

（三）地块权属情况

（1）北濠涌口左岸为中海工业集团地块，现已改建为海上明珠智慧园区；

（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。

（四）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，左岸靠近珠江边为工业绿地，靠近环岛路侧为科研用地，现状土地均为国有土地。

（五）现状树木

河道两岸种植树木品种有构树、小叶榄仁、细叶榕、杧果、龙眼等，胸径 10~120cm。

5.2.3.2 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 为海珠区环岛路；工程区域南侧 100m 为珠江后航道。北濠涌口左岸为海上明珠智慧园区，右岸为海珠湾艺术园区，均需从沥滘中路通过园区内部道路到达项目建设地点。



图5-37 北濠涌泵站工程位置现状交通示意图

5.2.3.3 规划用地情况

新建北濠涌泵站的工程建设用地性质控制为适建区，未侵占用地四线，未侵占文物古迹、市政公用设施用地、生态控制区、水域。根据土地利用总体规划，本站拟选址的建设用地性质为城乡建设用地，为允许建设区，未侵占基本农田。

(1) 用地现状：泵站选址现状为建设用地。

(2) 用地规划

1) 根据土地利用总体规划，泵站规划用地性质为建设用地涉及水域、绿地。

2) 根据海珠区控规（2017-2035年），本次拟建泵站区域位置涉及水域（E1）、公园绿地（G1），工程用地范围内不涉及基本农田、文物、历史建筑等。目前正在规定办理相关规划用地手续，具体建设选址以规划部门审批为准。

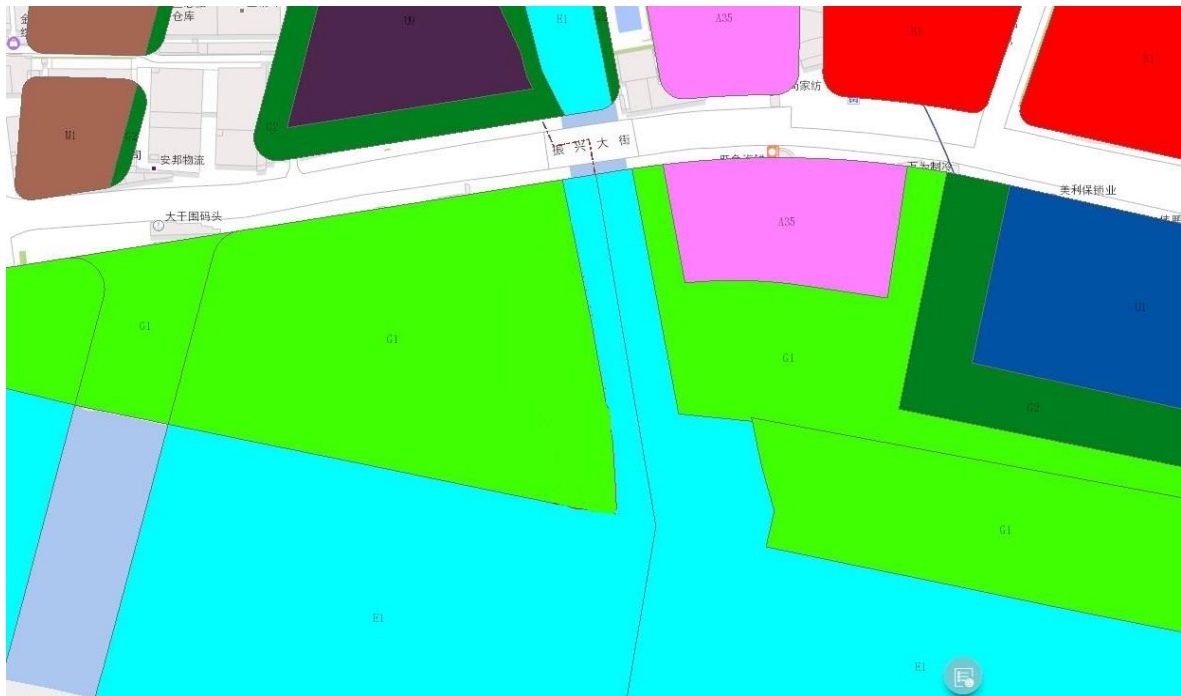


图5-38 北濠涌泵站工程位置控规图

5.2.3.4 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，经查阅并参照现状水闸的地质资料，泵站基础坐落于粗砂层，基础下部层厚约1.65m，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。原设计水闸采用高压旋喷桩地基处理，综合考虑本次新建泵站采用高压旋喷桩地基处理。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。

5.2.3.5 周边管线情况

本次工程下阶段将进行进一步物探工作，并根据物探成果探明的周边管线情况采取相应的管线保护措施，本阶段仅开列管线迁改及保护费用。

5.2.3.6 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。

5.2.3.7 站址比选

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。

泵址比选如下：

方案一：泵站布置在现状北濠涌水闸右岸广州港集团大干围码头地块，新建管理房布置于现状岸上空地处，泵站采用 3 台 2350QGLN-20/2.79 (+2°) 贯流泵。



图5-39 方案一选址布置图

(1) 总体布置

泵址选定在北濠涌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。泵站主体结构布置靠近沥滘中路跨涌桥，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 3519.0m^2 ，本方案选址规划用地均为公园绿地，调整规划难度较小。

方案二：泵站分布两岸，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-20/2.79 (+2°) 贯流泵，右岸 2 台机组（ $2 \times 20\text{m}^3/\text{s}$ ）+左岸 1 台机组（ $20\text{m}^3/\text{s}$ ）。

（1）总体布置

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。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，且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。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，新建设备房与现状设备房距离较近，方便线路敷设；对现状房屋基本无影响。

(2) 占地情况

工程占地约 3218.0 m²，本方案选址规划用地均为公园绿地，调整规划难度较小。



图5-40 方案二选址布置图

方案三：泵站分布两岸，泵址选定在右岸广州港集团大干围码头地块、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-20/2.79 (+2°) 贯流泵，右岸2台机组 (2×20m³/s) +左岸1台机组 (20m³/s)。



图5-41 方案三选址布置图

(1) 总体布置

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，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 3558.0 m^2 ，本方案选址规划用地均为公园绿地，调整规划难度较小。

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），拟于岸上空地处新建泵站设备房，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），综合考虑泵址处用地限制及施工、投资等多方面因素，考虑 3 台装机方案，满足泵站运行要求。

综上所述，本次选择方案二为推荐泵址。

表5-17 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 ³ /s	60m ³ /s	60m ³ /s
机组台数	3×20m ³ /s（右岸）	2×20m ³ /s（右岸）+1×20m ³ /s（左岸）	2×20m ³ /s（右岸）+1×20m ³ /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，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，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，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 ² ，无需征拆仓库及现状水闸管理房。	工程占地约 3218.0m ² ，其中施工区临时占用左岸创意园停车场用地 500m ² ，建成后复原停车场范围。	工程占地约 3558.0m ² ，其中施工区临时占用左岸创意园停车场用地 500m ² ，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，新建泵站设备房，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 1100 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 1036 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 1100 万。
施工工期	24 个月	24 个月	24 个月
工程投资	16049.95 万元	16049.68 万元	15950.55 万元

5.2.4 建筑物选型

5.2.4.1 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

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,结果如下表所示。

表5-18 泵站机组选型对比

参数	方案一	方案二(推荐)
机组台数	3台装机	4台装机
拟选泵组型号	2350QGLN-20/2.79 (+2°)	2000GZBW-125/2.79 (-1°)
装机容量(kW)	3×1120	4×800
单机容量(kW)	1120	800
叶轮直径(mm)	2350	2000
单泵流量(m ³ /s)	20.93	15.15
水泵转速(r/min)	145	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
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。

5.2.4.2 闸门选型

本次工程新建闸门包括事故闸门及泵站出口段防洪闸门。事故闸采用潜孔式结构型式,单孔,尺寸为5.0m×2.5m(净宽×净高);防洪闸采用潜孔式结构型式,单孔,尺寸

为 6.5m×4.0m（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，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。

表5-19 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	1、布置紧凑、体积小重量轻，承载能力大； 2、能够远距离传递动力、缓冲性能好，传动平稳； 3、液压传动与电气控制相结合便于实现自动化； 4、液压元件设计简单制造周期短，工作安全可靠； 5、顶升式闸门构造简单、维护方便、便于安装； 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。	1、布置紧凑、体积小重量轻，承载能力大； 2、能够远距离传递动力、缓冲性能好，传动平稳； 3、液压传动与电气控制相结合便于实现自动化； 4、液压元件设计简单制造周期短，工作安全可靠； 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。	1、启闭力较大，适用于口孔尺寸较大、水头较大的闸门； 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； 3、闸门与启闭机的配合具有较大的灵活性； 4、启闭速度较快，适用于事故闸门和经常启闭的闸门。
缺点	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； 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。 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。	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； 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。 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。	1、外形较大，最大启闭高度较大，土建工程量较大； 2、无自锁作用，必须附有可靠的制动装置，安全性较差； 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； 4、钢丝绳松弛启动时易在滑轮处发生掉槽卡住等现象。

5.2.5 工程总布置

5.2.5.1 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 175.12m。

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。工程总体布置图如下。

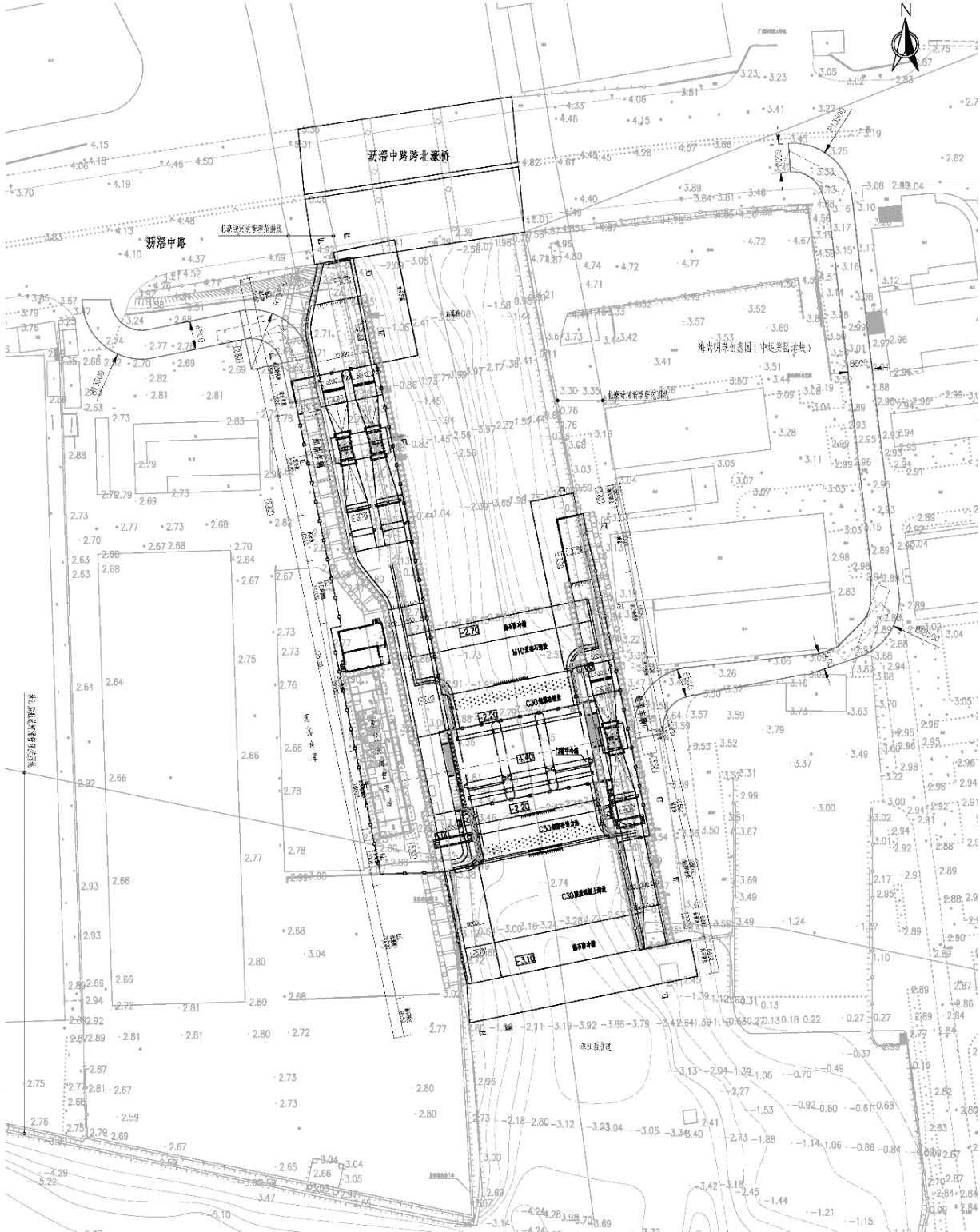


图5-42 总平面布置图

5.2.5.2 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 0.5m 高拦砂坎。

(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，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 23.10m，泵室结构宽度为 7.4m。泵站设计流量为 20m³/s，采用 1 台潜水贯流泵机组，潜水贯流泵水泵型号为 2350QGLN-20/2.79(+2°)，左岸泵站装机功率为 1120kW。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。泵站出水口采用快速拍门断流，出水侧设置事故闸门。

(5) 事故闸段（兼做防洪闸门）

事故闸段顺水流方向结构长度为 10.54m，宽度为 5.0m，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1m，下设 C20 素混凝土垫层厚 0.15m 及级配碎石垫层厚 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 18.00m，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 及级配碎石垫层厚 0.5m，底板坡度为 1: 5，高程为-6.70~-3.10m。

(7) 出口箱涵

出口段箱涵尺寸为 5.0m×6.0m（净宽×净高），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 24.75m，其中铺盖段长度 8.95m，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。

(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，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 23.10m，泵室结构宽度为 14.40m。泵站设计流量为 40m³/s，采用 2 台潜水贯流泵机组，潜水贯流水泵型号为 2350QGLN-20/2.79(+2°)，左岸泵站装机功率为 2240kW。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。泵站出水口采用快速拍门断流，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 10.54m，宽度为 5.0m，采用 C30 钢筋混凝土底板厚 1m，下设 C0 素混凝土垫层厚 0.15m 及级配碎石垫层厚 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 及级配碎石垫层厚 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 29.58m。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 及级配碎石垫层厚 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 及级配碎石垫层厚 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 及级配碎石垫层厚 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 26.00m，厚度 0.8m，下设 C20 素砼垫层厚 0.15m 及级配碎石垫层厚 0.5m。

5.2.5.3 建筑物两岸连接堤防填筑要求

本次对建筑物两岸衔接段堤防填筑提出以下设计参数要求。

本次回填土料黏粒含量宜为 10%~35%，塑性指数宜为 7~20，且不得含有树根等杂质。建筑物两侧的回填土应同时回填及均衡上升，分层压实，每层铺土厚度不大于 30cm，压实度不小于 0.91。

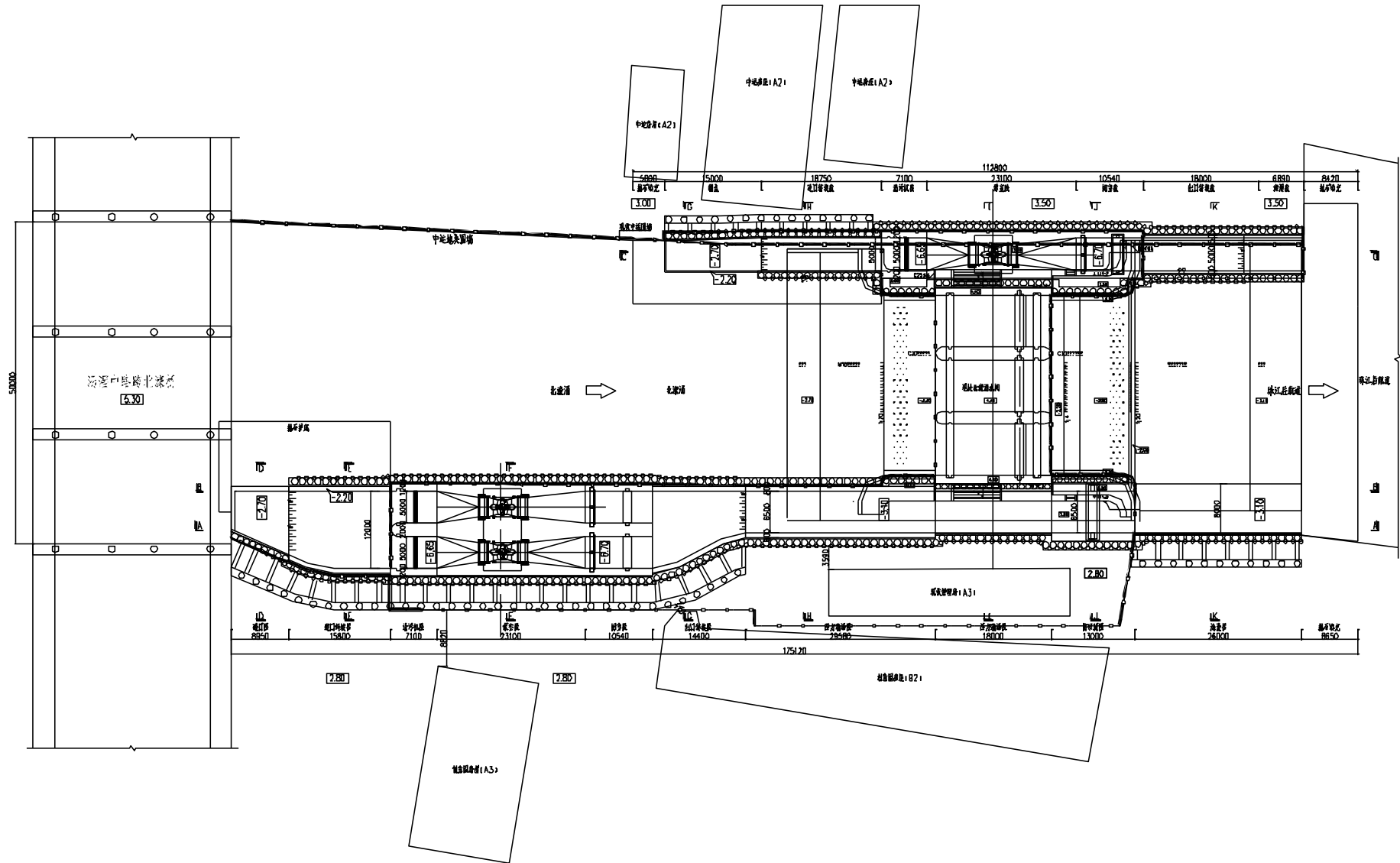


图5-43 新建泵站平面图

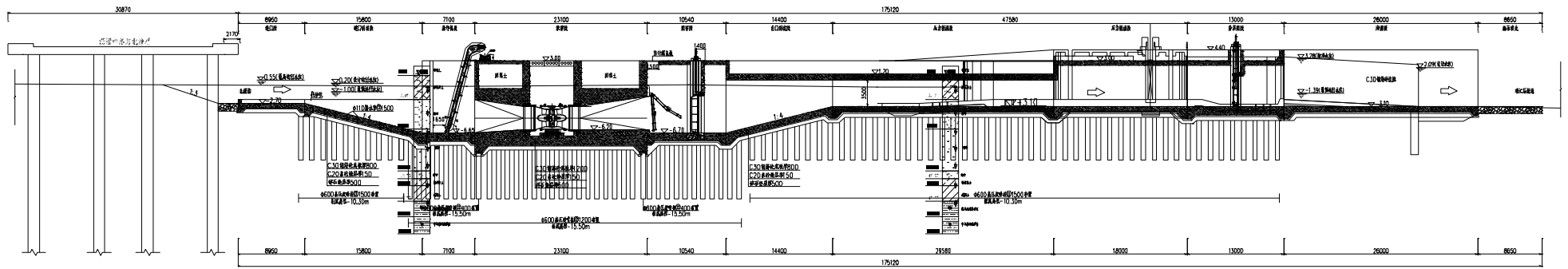


图5-44 新建泵站纵剖面图

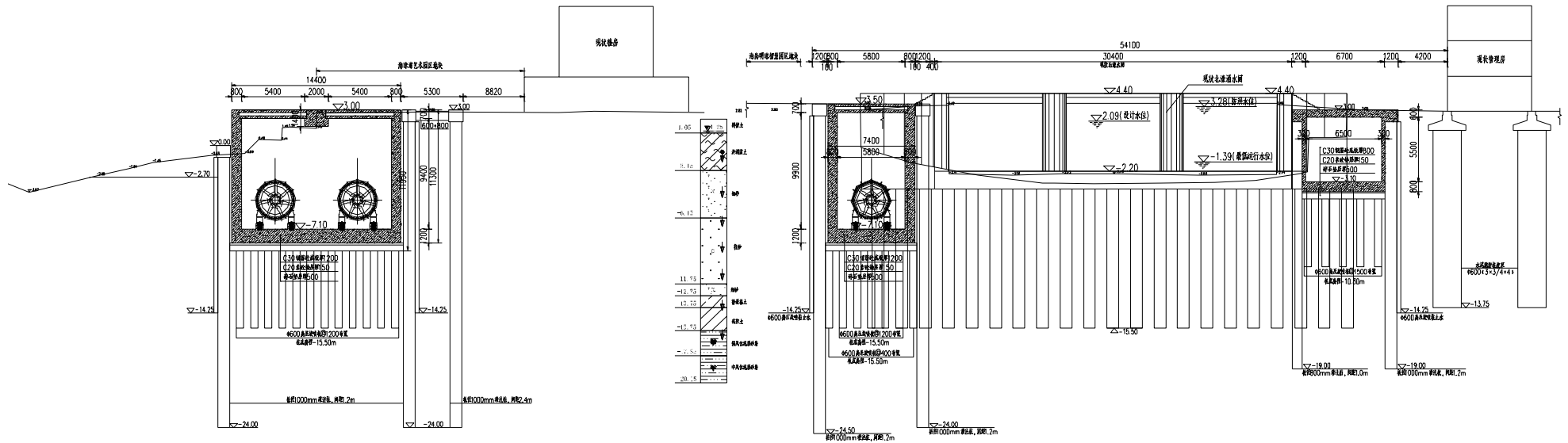


图5-45 新建泵站横剖面图

5.2.6 主要建筑物设计

5.2.6.1 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5-20 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。

5.2.6.1.2 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 $1.0 \times 22 = 22\text{m/s}$ 。

5.2.6.1.3 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。

5.2.6.1.4 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)；

5.2.6.1.5 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)；

β ——风向与垂直于堤轴线的法线的夹角(度)；

5.2.6.1.6 计算成果

表5-21 风浪要素计算表

多年平均最大风速(m ³ /s)	计算风速 V(m ³ /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5-22 风壅水面高度计算表

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

表5-23 波浪爬高计算表

计算风速 V(m ³ /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 2.09m（浮标厂站平均最高潮位均值）；

校核运用情况：计算水位采用最高运行水位 2.96m（浮标厂 100 年一遇洪水位）。

表5-24 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	2.09	0.58	0.022	0.7	3.39
最高运行水位	2.96	0.58	0.022	0.5	4.06

由上述资料数据可以得出：

泵房顶高程=2.09（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）=3.39m

泵房顶高程=2.96（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）=4.06m

本次新建排涝泵站位于现状水闸左岸，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，为了与水闸在高程上衔接，同时满足上述计算结果，本次泵房顶高程确定为 4.40m。

5.2.6.2 防洪闸顶高程确定

5.2.6.2.1 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： Δh ——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：

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

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

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) 波列累计频率 p 可由下表查得：

表5-25 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5-26 h_p/h_m 值

hm/Hm	$p/\%$				
	1	2	5	10	20
0.0					
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。

5.2.6.2.2 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5-27 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	2.09	2.96
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	3.31	4.03

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。

5.2.6.3 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 80.6m³/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（m³/s）；

H_0 ——计入行近流速水头的堰上水深（m）；

g ——重力加速度（m/s²）；

h_s ——由堰顶算起的下游水深（m）；

μ_0 ——淹没堰流综合流量系数。

根据上述公式计算，水闸过流能力计算成果见下表。

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。原水闸内涌设计高水位1.3m，过闸水位差取为0.1m，计算成果见下表。

表5-28 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 μ_0	闸孔净宽 (m)	流量 $Q(m^3/s)$
排水	1.30	1.20	3.40	3.59	0.965	24	152.60

依据计算结果，排涝工况下水闸过流量大于设计排涝流量，故现状水闸过流能力满足要求。

5.2.6.4 进水池容积复核

5.2.6.4.1 右岸进水池容积复核

本工程进水池顺水流方向长度为24.75m，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12.0m。泵站最低运行水位为-1.00m，最高运行水位为0.55m，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= $342.650m^2 \times 5.78m = 1980.52m^3$ ，设计流量为 $20m^3/s \times 2 = 40m^3/s$ ，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。

5.2.6.4.2 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0.55m，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= $129.25m^2 \times 5.56m = 718.63m^3$ ，设计流量为 $20m^3/s \times 1 = 20m^3/s$ ，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。

5.2.7 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。

5.2.7.1 抗滑稳定计算公式

(1) 根据《泵站设计标准》(GB 50 265-2022), 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, 参照现状北濠涌水闸的相关地质资料, 泵房基底所在土层为粗砂层, 参照《泵站设计标准》(GB 50265-2022)附录 A 表 A.0.1, 地基未经处理时, 泵房基础底面与粗砂层之间的摩擦系数 f 取值 0.5。

5.2.7.2 抗浮稳定计算公式

根据《泵站设计标准》(GB 50265-2022), 泵房抗浮稳定安全系数应按下式计算。

$$K_f = \frac{\sum V}{\sum U}$$

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);

5.2.7.3 基底应力计算公式

根据《泵站设计标准》(GB50265-2022), 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 (m²);

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 (m³)。

(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 (m³)。

5.2.7.4 计算工况及荷载组合

根据《泵站设计标准》(GB 50265-2022), 用于泵房稳定计算分析的荷载组合应按表 6.3.3 的规定采用。本次泵房稳定计算所采用的荷载组合如下。

表5-29 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5-30 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	2.09
特殊组合	校核工况	-1.00	3.08
	检修工况	-0.30	0.00
	地震	0.20	2.09

5.2.7.5 泵房稳定计算成果

表5-31 泵房稳定计算成果表

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	212.87	167.31	160	1.27	2.0	——	1.35	——	1.10
	设计工况	151.94	94.29	160	1.61	2.0	9.81	1.35	1.46	1.10
特殊组合	校核工况	139.41	89.44	160	1.56	2.5	4.03	1.20	1.23	1.05
	检修工况	219.06	156.56	160	1.40	2.5	109.56	1.20	9.63	1.05
	地震工况	134.93	93.81	160	1.44	2.5	5.09	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小于地基允许承载力，且最大基底应力小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。参考北濠涌水闸钻孔资料（水上钻孔 ZK03），泵站基底座落于粗砂层，该层地基承载力为 160kPa，不满足上部竖向荷载要求，因此需对泵室段进行地基处理。

5.2.8 防洪闸稳定计算

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5-32 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5-33 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	2.09
特殊组合	校核工况	-1.00	3.08
	检修工况	-0.30	0.00
	地震	0.20	2.09

5.2.8.2 闸室稳定计算成果

表5-34 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	
		P_{max}	P_{min}	$P_{平均}$	容许值	计算值	容许值	计算值	容许值
基本组合	完建工况	92.74	84.94	88.84	160	1.09	2.0	——	1.35
	设计工况	57.84	50.98	54.41	160	1.13	2.0	1.89	1.35
特殊组合	校核工况	56.05	45.88	50.96	160	1.22	2.5	1.74	1.20
	检修工况	54.66	22.72	38.69	160	2.40	2.5	1.65	1.20
	地震工况	60.42	38.56	49.49	160	1.57	2.5	1.79	1.10

注：上表抗滑安全系数、不均匀系数均针对现状粗砂层取值。

计算结果表明：各工况下泵房基础底面平均基底应力均小于地基允许承载力，且最大基底应力小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 $K_c > [K_c]$ ，基底应力不均匀系数、抗滑均能满足规范要求。

参考北濠涌水闸钻孔资料（水上钻孔 ZK03），泵站基底座落于粗砂层，该层地基承载力为 160kPa，满足上部竖向荷载要求，本次考虑泵站基底所处土层有存在夹带软弱土层的风险，故需对闸室段进行地基处理。

5.2.9 消能防冲计算

5.2.9.1 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。

$$d = \sigma_0 h_c'' - h_s' - \Delta Z$$

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) \left(\frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25}$$

$$h_c^3 - T_0 h_c^2 + \frac{\alpha q^2}{2g\varphi^2} = 0$$

$$\Delta Z = \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2 h_s'^2} - \frac{\alpha q^2}{2gh_c''^2}$$

式中： d ——消力池深度（m）；

σ_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）；

α ——水流动能校正系数，采用 1.0；

q ——过闸单宽流量（m³/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）；

ΔZ ——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 5-35。

表5-35 消能防冲计算表

工况	内涌水位	外江水位	闸底板高程	q	h_s'	h_c	h_c''
排涝	0.55	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);

ΔH ——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5-36 海漫长度计算成果表

工况	内涌水位 (m)	外江水位 (m)	ΔH (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 26.0m。

5.2.9.2 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5-37 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。

5.2.10 地基处理

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 5-28。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。

5.2.10.1 地基渗流稳定性验算

5.2.10.1.1 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 2.09m（浮标厂站平均最高潮位均值），水头差为 1.89m；

校核工况下，泵站内涌侧水位为-1.0m（最低运行水位），外江侧水位为 3.08m（防洪水位，浮标厂 200 年一遇洪水位），水头差为 4.08m。

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5-38 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（后航道侧）	水头差 ΔH
排涝	设计工况	0.20m	2.09m	1.89m
	校核工况	-1.00m	3.08m	4.08m

5.2.10.1.2 地下轮廓线长度复核计算

参照《水闸设计规范》（SL265-2016）4.3.2 节规定“均质土地基上水闸闸基轮廓线应根据选用的防渗排水设施，经合理布置确定”。

为保证泵站地基土层的渗透稳定性，需要有足够的地下轮廓线长度。泵站位于河道范围内，泵室直接挡水，出水方式为水泵出口接工作闸门，最不利的防渗计算工况为外江和内涌水位差最大时。初步拟定的基底防渗长度应满足下列公式的要求：

$$L = C\Delta H$$

式中： L ——基底防渗长度（m），即基底轮廓线防渗部分水平段和垂直段长度的总和（m）；

ΔH ——上、下游水位差（m）；

C ——允许渗径系数值，见《水闸设计规范》（SL265-2016）中表 4.3.2。

泵站基底所在土层为粗砂，取 $C=5$ （按有滤层考虑，同时取规定值的大值）。

防渗排水计算成果见下表。

表5-39 泵站防渗排水布置计算成果表（单位：m）

计算位置	外江最高水位	内河最低水位	最大水位差	计算所需渗径长度 L	实际渗径长度
泵站	3.08	-1.00	4.08	20.40	138.00

由计算成果可知，泵站建筑物的实际渗径长度大于规范要求的允许防渗长度，因此满足防渗排水布置要求。

5.2.10.1.3 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 $[J_0]=0.60$ ，底板水平段 $[J_x]=0.30$ 。根据上式计算，出口段经修正后的渗流坡降值为 0.18，底板水平段渗流坡降值为 0.01，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，故泵站基底出口渗流坡降及底板水平段渗流坡降均满足规范要求。

5.2.10.2 地基整体稳定计算

5.2.10.2.1 基本地质情况



图5-46 原水闸钻孔与泵站主体结构相对位置关系

根据北濠涌水闸地质资料，泵站基础坐落于粗砂层，基础下部层厚约 1.65m。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。

本次计算参考原水闸地质钻孔资料，参考钻孔 ZK3 距离泵室主体结构约 80m，根据北濠涌水闸地质报告成果，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，综上，本次需进行地基处理。

5.2.10.2.2 地基处理方法比选

土质地基处理的常用方式有换填垫层法、强力夯实法、振动水冲法、水泥土搅拌法、桩基础、沉井基础等，对不同的地基处理方式比选如下。

表5-40 地基处理方法比选表

地基处理方法	适用性及优点	缺点
换填垫层法	有利于改善地基应力分布，减少沉降量，提高地基整体稳定性和抗渗稳定性。适用于浅层软弱地基及不均匀地基，垫层厚度不宜超过 3.0m。	不适用于深厚层软土地基、适用范围受限，不适用于大范围换填。
强力夯实法	①有利于增大地基承载能力，减少沉降量，并提高地基抗振动液化的能力。适用于透水性较好的松软地基。 ②施工机具简单，建材消耗量小，造价低。	①存在有效区和影响区的差别，深层难于达到压密效果，加固深度受限； ②施工噪音大，对施工场地周边的建（构）筑物和环境造成一定影响。
振冲法	①有利于增大地基承载能力，减少沉降量，并提高地基抗振动液化的能力。适用于各种松软地基，特别是松砂，或者软弱的砂壤土、中砂、粗砂。 ②工艺简单，施工方便、工期短、经济实用和效果显著。	处理后，地基的均匀性和防止渗透变形的条件较差。如用于软土地基，处理效果不明显。
沉井基础	①有利于增大地基承载能力，减少沉降量，提高抗滑稳定性，并对防止地基渗透变形有利。适用于上部为软土层或粉砂、细砂层，下部为硬粘土层或岩层的地基。 ②埋置深度可以很大，整体性强、稳定性好，能承受较大荷载；可兼做施工时的挡土及挡水建筑物，简化施工；对邻近建筑物影响较小。	①施工期较长； ②施工技术要求高； ③施工中易发生流砂造成沉井倾斜或下沉困难等。
水泥土搅拌法	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。

高压旋喷桩基础	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。
水泥粉煤灰碎石桩法（CFG）	①施工无挤土、无（少）振动、无（低）噪音，环境影响小。 ②成孔可穿过任何类型底层，桩长可达 100m。 ③投资省，承载力大。	①对施工工艺要求较高。 ②淤泥质土易造成塌孔，成孔深度受限。

本次新建泵站工程考虑主体结构开挖深度大、上部结构荷载较大，拟采用桩基础作为加固基底土体的处理兼顾。对几种广泛采用的桩型进行进一步的经济比选如下：

表5-41 地基处理桩型经济比选表

桩型	水泥搅拌桩	高压旋喷桩	水泥粉煤灰碎石桩
每延米造价（元/米）	150	554.34	320

综合考虑各方案的优缺点、当地成熟的施工技术及施工工期、经济性等要求，结合泵站附近地质情况，泵站地基范围内的淤泥及淤泥质粘土分布广泛，基底所处土层有存在夹带软弱土层的风险，同时考虑施工场地空间受限及成桩质量等因素，推荐主体建筑物地基处理采用高压旋喷桩复合地基。

5.2.10.2.3 地基承载力计算

（1）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；

λ ——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^2 ；

β ——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。

(2) 增强体单桩竖向承载力特征值可按下式估算：

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_{pi} + \alpha_p q_p A_p$$

$$R_a = \eta f_{cu} A_p$$

式中：

R_a ——单桩竖向承载力特征值，kN；

u_p ——桩的周长，m；

q_{si} ——桩周第*i*层土的侧阻力特征值，kPa，可按地区经验确定；

l_{pi} ——桩长范围内第*i*层土的厚度，m；

α_p ——桩端端阻力发挥系数，应按地区经验确定，工程取值 0.9；

q_p ——桩端端阻力特征值，kPa，可按地区经验确定；对于水泥土搅拌桩、旋喷桩应取未经修正的桩端地基土承载力特征值；

A_p ——桩端净面积（m²）；

η ——桩身强度折减系数，本次计算取值 0.33；

f_{cu} ——桩身水泥土无侧限抗压强度标准值，本次计算取值 1.80MPa。

本工程泵室开挖底高程为-8.15m，由现状水闸地质资料揭露钻孔 ZK3 可知，该高程位于粗砂层，地基承载力约为 160kPa。

结合前述泵房稳定计算，泵房段最大基底应力为 212.87kPa，最大平均基底应力 193.85kPa，不满足泵房地基承载力要求。本工程地基处理拟采用 $\phi 600$ 高压旋喷桩，采用不同桩间距进行复合地基承载力计算，成果见下表。

表5-42 泵室段复合地基承载力计算成果表（地基经过处理）

项目名称	布置形式	桩间距 (m)	桩长 (m)	桩径 (m)	面积置换率 m	单桩承载力 Ra(kN)	复合地基承载力计算值 fspk (kPa)	最大基底应力 (kPa)
高压旋喷桩	梅花形布置	1.0×1.0	7.35	0.6	0.327	167.86	271.54	212.87
		1.2×1.2	7.35		0.227	167.86	232.57	212.87
		1.5×1.5	7.35		0.145	167.86	200.68	212.87

综上，泵室段采用 $\phi 600$ 高压旋喷桩间距 1.2 米梅花形布置，桩顶高程为-8.95m，桩底高程为-15.50m，单桩长为 6.55m，复合地基承载力计算值为 232.57kPa，满足地基承载力要求。其他结构段基底应力较小，考虑到泵址基底所在土层有存在夹带软弱土层的

风险，亦考虑高压旋喷桩作为地基处理措施。

5.2.11 地基变形计算

依据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011) 5.3, 地基变形特征可分为沉降量、沉降差、倾斜、局部倾斜。本次对主泵室段进行地基变形计算, 地基内的应力分布, 可采用各向同性均质线性变形体理论, 其最终变形量可按照下式进行计算:

$$s = \psi_s \times s' = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{p_0}{E_{si}} (z_i \bar{a}_i - z_{i-1} \bar{a}_{i-1})$$

式中:

s ——地基最终变形量 (mm);

s' ——按分层总和法计算出的地基变形量 (mm);

ψ_s ——沉降计算经验系数, 根据地区沉降观测资料及经验确定, 无地区经验时可根据变形计算深度范围内压缩模量的当量值 (\bar{E}_s)、基底附加压力按表 5.3.5 取值;

n ——地基变形计算深度范围内所划分的土层数;

p_0 ——相应于作用的准永久组合时基础底面处的附加压力 (kPa);

E_{si} ——基础底面下第 i 层土的压缩模量 (MPa), 应取土的自重压力至土的自重压力与附加压力之和的压力段计算;

z_i 、 z_{i-1} ——基础底面至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面的距离 (m);

a_i 、 a_{i-1} ——基础底面计算点至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面范围内平均附加应力系数, 可按本规范附录 K 采用;

本次选取泵站完建工况进行复核计算, 计算参数及计算结果如下表。

表5-43 基底土层信息

层号	土类名称	分层厚度 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	压缩模量 Es(Mpa)	沉降计算经验系数 ψ_s
1	粗砂	2.80	21.1	11.1	40	0.20
2	细砂	1.00	21.3	11.3	30	0.20
3	粉质粘土	1.00	18.2	8.2	6.04	0.80
4	残积土	2.00	19.0	9.0	5.39	0.86

表5-44 基底应力计算表

计算工况	基底应力 (kPa)				底板计算尺寸 (m)			基底附加应力 (kPa)			
	P_{max}	P_{min}	平均应力	应力比	B	L	D	P_0	P_{0max}	P_{0min}	平均应力
完建	212.87	167.31	190.09	1.27	11.55	13.8	2.7	51.3	161.57	116.01	138.79

表5-45 地基变形成果表

层号	土类名称	土层深度 Z (m)	Z/B	附加应力系数 ai	P_0/E_s	$z_i \bar{a}_i - z_{i-1} \bar{a}_{i-1}$	最终变形量 s (mm)
1	粗砂	2.8	0.24	0.4986	3.470	1.40	31.756
2	细砂	3.8	0.33	0.4976	4.626	0.49	
3	粉质粘土	4.8	0.42	0.4950	22.978	0.49	
4	残积土	6.8	0.49	0.4916	25.750	0.97	

依据《泵站设计标准》(GB50265-2022) 6.4.11, 泵房地基允许沉降量和沉降差, 应根据过程具体情况分析确定, 满足泵房结构安全和不影响泵房内机组的正常运行。根据原规范调查资料, 多数泵站的泵房地基实测最大沉降量为 100mm~250mm, 最大沉降差为 50mm~100mm, 只有少数泵站的泵房实测最大沉降量和最大沉降差超过或者低于上述范围。依据《水闸设计规范》(SL265-2016) 8.3.6, 天然土质地基上水闸地基最大沉降量不宜超过 15cm, 相邻部位的最大沉降差不宜超过 5cm。

参照上述规范及标准的相关内容, 本次地基变形计算结果满足设计要求。

5.2.12 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《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程地质勘察报告》(2008 年 5 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高压旋喷桩整体加固土体作为抗液化处理措施, 桩径为 0.6m, 桩间距为 0.4m, 桩长为 7m (按照参考钻孔进入强风化泥质砂岩层), 经计算可满足设计要求。

5.2.13 泵站工程与临近道路或建筑物不均匀沉降防治措施

水利工程中的闸站等建筑物工程, 特别是高压缩性土以及软硬不均等不良地基上的建筑物易由于地基的过量变形而引起建筑物的损坏或影响其使用功能, 同时由于地基土附加应力的向外扩散, 易使临近道路或建筑物受到影响而产生沉降。引起建筑物不均匀沉降的主要原因包括地基土体孔隙变化以及建筑物结构设计方面的因素。本次新建排涝

泵站工程设计采取以下防治措施以避免建筑物不均匀沉降的发生。

(1) 合计做好建筑物的形体和结构设计

本次泵站总体布置长度较大,对主要结构进行了划分,包括进水连接段、主泵室段、出水连接段等,并合理设置沉降缝,以形成若干体型简单、长高比较小、整体刚度大的独立沉降单元,泵室等结构选取相同顶高程,避免立面高差悬殊,使得整体布置荷载变化小、地基相对均匀,可有效避免不均匀沉降的危害。

(2) 适当采取加强刚度的措施

根据北濠涌水闸地质报告成果,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,本次泵站底板下采用高压旋喷桩作为基底土体整体加固及抗液化处理的主要措施,并经地基变形计算,最终沉降量满足设计要求。

(3) 保证施工质量及沉降观测

天然地基和人工处理地基的建筑及按规范需进行变形观测的建筑,必须进行沉降监测。施工中应合理安排施工工序,先建设设荷载较大结构部分,后建设设荷载较小结构部分,保证施工质量。

5.2.14 基坑支护

5.2.14.1 基坑支护方案比选

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,本次对以下三种支护方式进行比选:

表5-46 基坑支护方式比选表

项目	方案一	方案二	方案三
支护方式	灌注桩支护	咬合式灌注桩支护	拉森IV型钢板桩支护
优点	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质量轻、刚性好,承载力高; ②装卸、运输堆放方便、不易损坏; ③工程质量可靠、施工速度快; ④排土量小,对周围地基、邻近建筑物扰动小
缺点	①造价高,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	①造价高; ②施工工期长; ③工艺较为复杂	①钢材用量大、工程造价高; ②打桩机具设备较复杂、振动与噪声较大; ③打桩机具较大,场地空间受限

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,地质条件较好,考虑尽量减少对周边环境的影响结合经济合理性分析,本次推荐采用方案一,

即灌注桩支护+高压旋喷桩桩间止水方案。

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 4.55m~11.95m，灌注桩桩顶设置冠梁，首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 4m、2.4m；左右岸泵室主体结构采用单排灌注桩支护、钢筋砼对撑及高压旋喷桩止水型式作为临时支护，基坑深度为 11.95m，灌注桩桩顶设置冠梁，灌注桩桩径为 1m，桩间距离为 1.2m。

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二级基坑。

5.2.14.2 基坑支护结构计算

5.2.14.2.1 右岸进水池段 1 基坑支护结构计算

右岸进水池段 1 基坑深度为 6.85m，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 C30 钢筋砼灌注桩结合 0.3m 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-22.0m，嵌固深度 18.15m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。灌注桩首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 2.4m。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 c_i 、 φ_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5-47 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	0.00	25.00	0.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	---	---	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	0.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂岩	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂岩	15.0	19.9	9.9	---	---	30.00	50.00	200.0

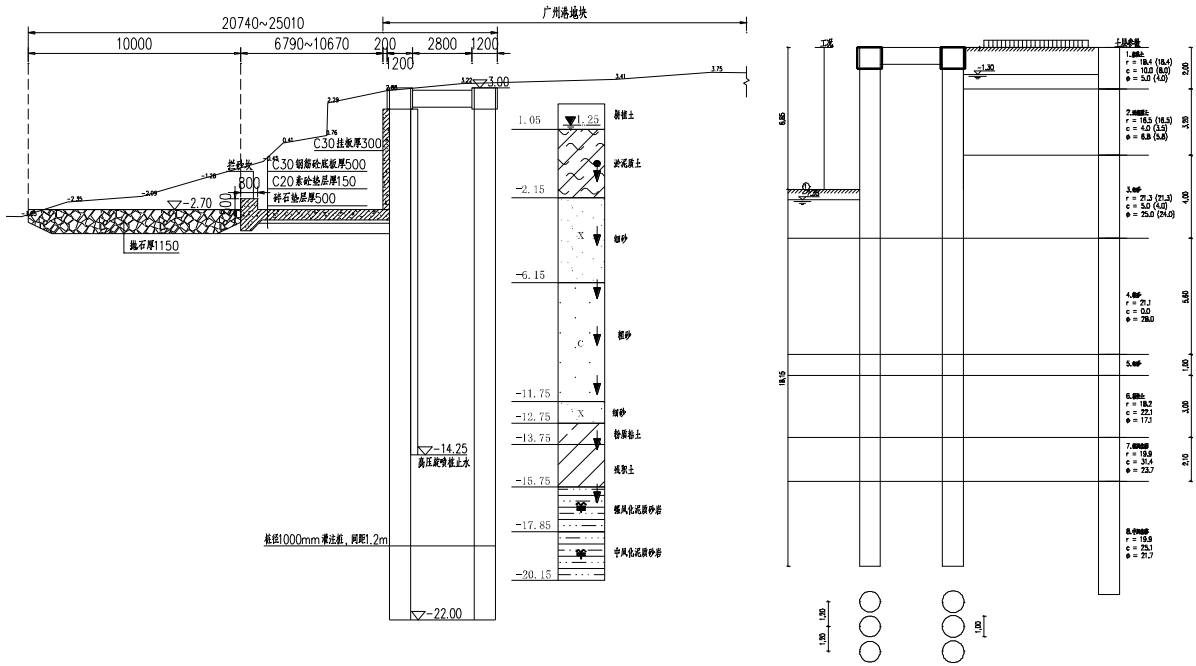


图5-47 右岸进水池段1结构剖面图及计算简图
表5-48 基坑参数及计算结果表（右岸进水池段1）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	二级	第二排桩间距 (m)	2.4
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑深度 H (m)	6.85	最大水平位移 (m)	0.028
嵌固深度 (m)	18.15	整体稳定安全系数	4.24
桩顶高程 (m)	2.00	抗倾覆安全系数	1.70
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	6.46
排桩间距 (m)	4.0	基坑内侧土反力 (kN)	3751.53
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	9356.22

根据上述计算结果，最大水平位移小于 0.004H，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.2 右岸进水池段2 基坑支护结构计算

右岸进水池段2 基坑深度为 6.85m~11.95m，基坑属于危大工程，本次计算对基坑最深处 11.95m 进行复核。该段采用双排 C30 钢筋砼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-24.0m，嵌固深度 15.0m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。灌注桩首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 2.4m。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 c_i 、 φ_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。

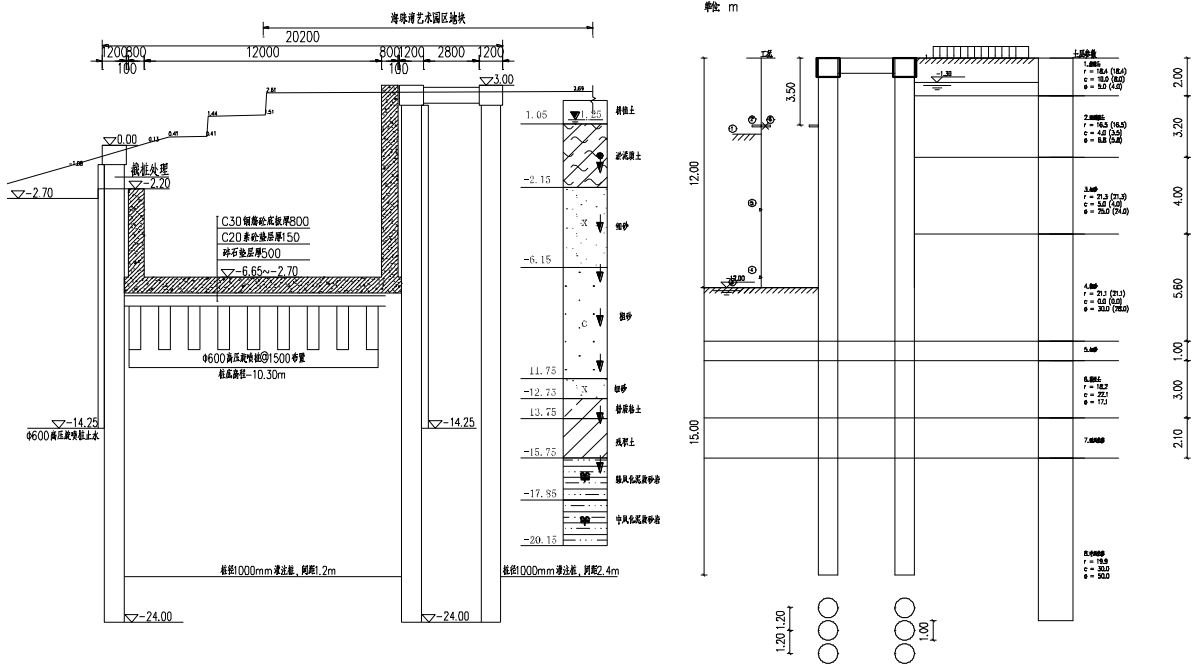


图5-48 右岸进水池段 2 结构剖面图及计算简图

表5-49 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	0.00	25.00	0.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	0.00	30.00	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	4.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂岩	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂岩	15.0	19.9	9.9	---	---	30.00	50.00	200.0

表5-50 基坑参数及计算结果表 (右岸进水池段 1)

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	二级	第二排桩间距 (m)	2.4
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑深度 H (m)	11.95	最大水平位移 (m)	0.021
嵌固深度 (m)	15.00	整体稳定安全系数	5.748
桩顶高程 (m)	2.00	抗倾覆安全系数	1.655
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	5.377
排桩间距 (m)	4.0	基坑内侧土反力 (kN)	3130.532
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	32078.793

根据上述计算结果，最大水平位移小于 0.004H，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.3 右岸主泵室段基坑支护结构计算

右岸主泵室段基坑深度为 11.95m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。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 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5-51 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	0.00	25.00	0.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	0.00	30.00	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	4.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂岩	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂岩	15.0	19.9	9.9	---	---	30.00	50.00	200.0

该段岸上侧采用双排 C30 钢筋砼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-24.0m，嵌固深度 15.0m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。灌注桩首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 2.4m。临河侧单排桩支护采用 C30 钢筋砼灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为-1.0m，桩底高程-24.0m，嵌固深度 15.05m。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)。

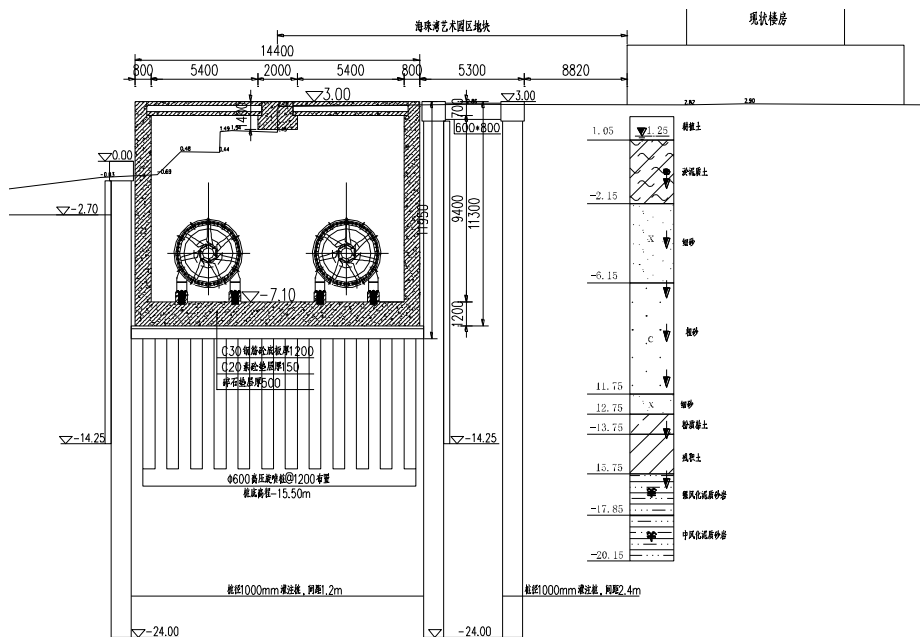


图5-49 右岸主泵室段结构剖面图

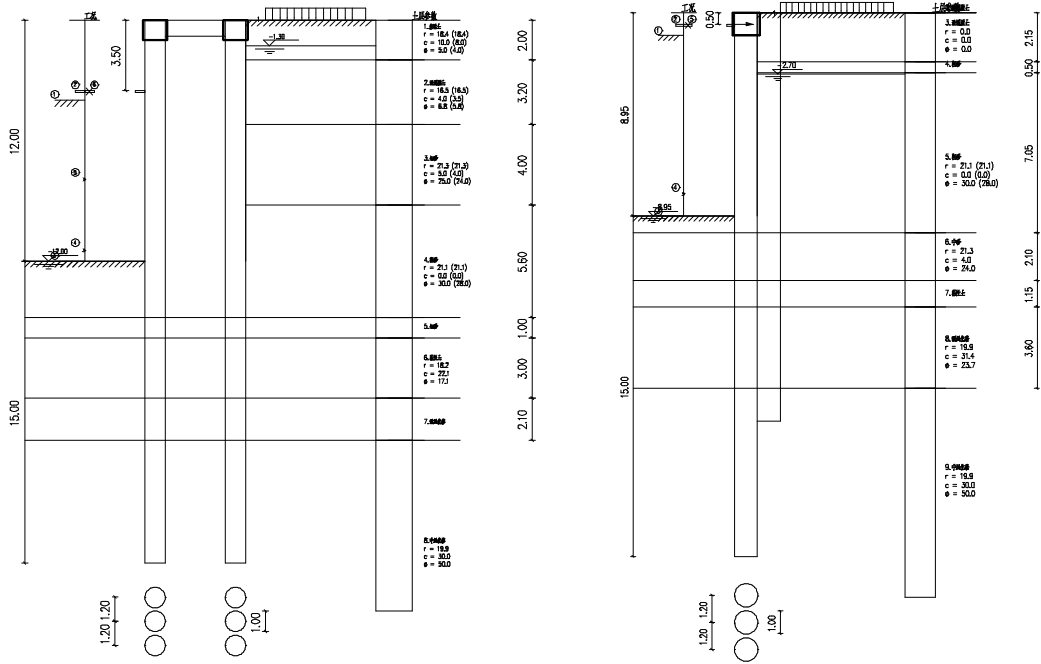


图5-50 右岸主泵室段岸上侧计算简图 右岸主泵室段临水侧计算简图

表5-52 基坑参数及计算结果表（右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	二级	第二排桩间距 (m)	2.4
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑深度 H (m)	11.95	最大水平位移 (m)	0.021
嵌固深度 (m)	15.00	整体稳定安全系数	5.748
桩顶高程 (m)	2.00	抗倾覆安全系数	1.655
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	5.377
排桩间距 (m)	4.0	基坑内侧土反力 (kN)	3130.532
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	32078.793

表5-53 基坑参数及计算结果表（右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	二级	最大水平位移 (m)	0.015
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	整体稳定安全系数	2.099
基坑深度 H (m)	8.95	抗倾覆安全系数	3.941
嵌固深度 (m)	15.00	抗隆起安全系数	2.444
桩顶高程 (m)	2.00	基坑内侧土反力 (kN)	3911.596
桩直径 (m)	1.0	被动土压力 (kN)	9956.133

根据上述计算结果，最大水平位移小于 0.004H，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.4 右岸压力箱涵段基坑支护结构计算

右岸压力箱涵段基坑深度为 7.55m，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-19.0m，嵌固深度 14.0m。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 C30 钢筋砼灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为-1.0m，桩底高程-19.0m，嵌固深度 14.0m。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)。

计算中各土层按水土合算。各土层 c_i 、 φ_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5-54 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	1.00	25.00	1.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	---	---	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	0.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂岩	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂岩	15.0	19.9	9.9	---	---	30.00	50.00	200.0

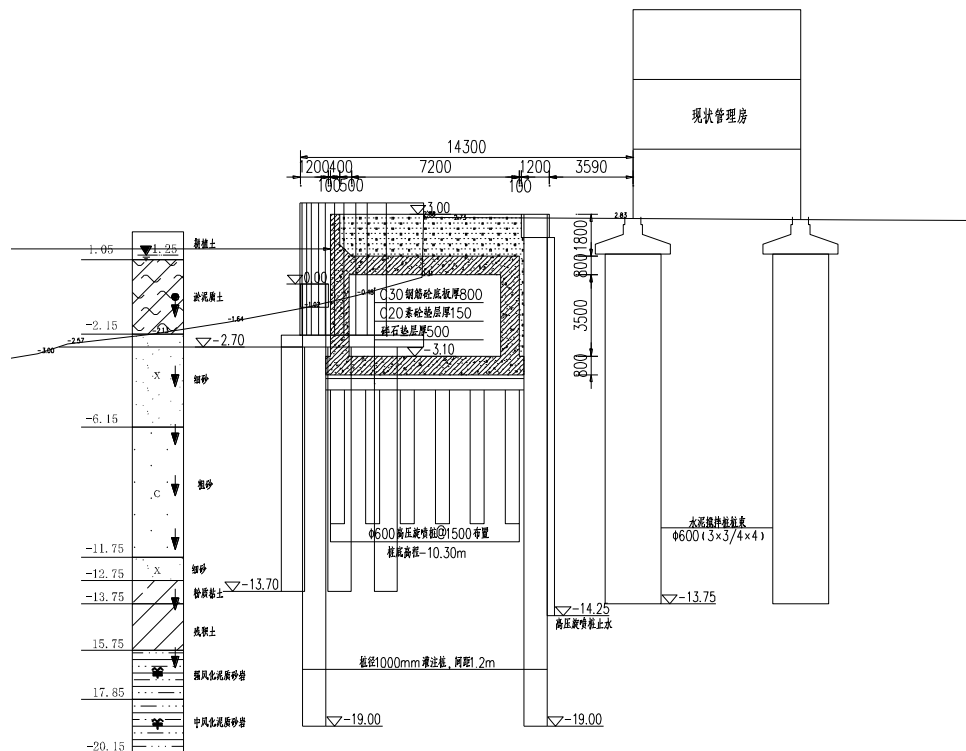


图5-51 右岸压力箱涵段结构剖面图

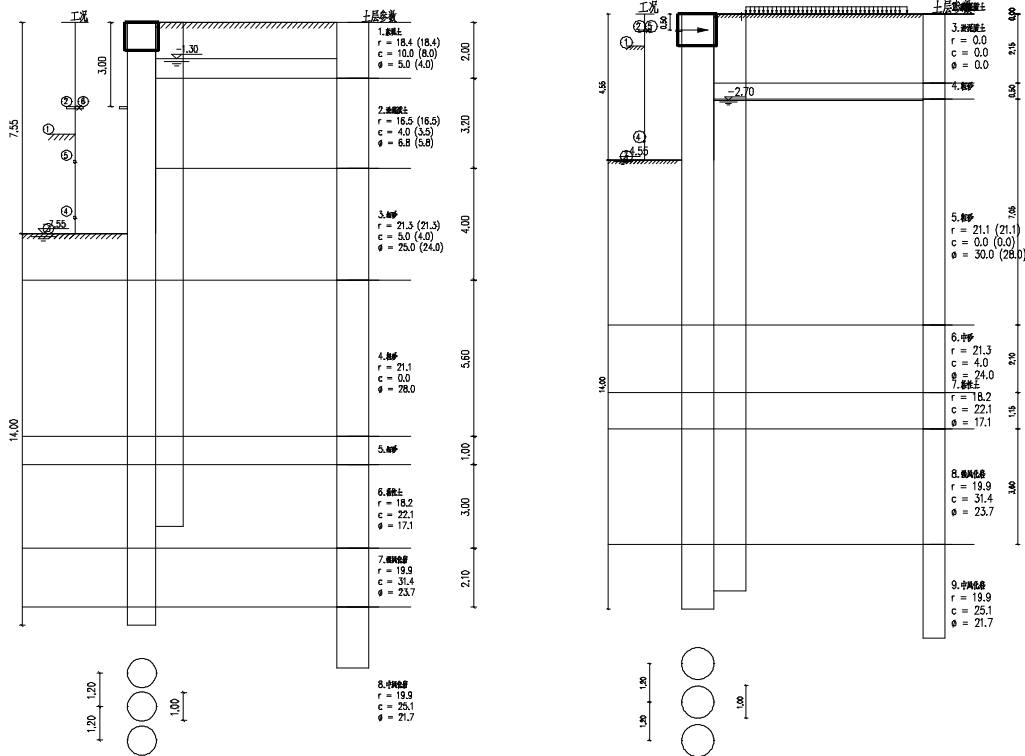


图5-52 右岸压力箱涵岸上侧计算简图 右岸压力箱涵临河侧计算简图

表5-55 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	二级	第二排桩间距 (m)	2.5
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	最大水平位移 (m)	0.021
基坑深度 H (m)	7.55	整体稳定安全系数	2.825
嵌固深度 (m)	14.00	抗倾覆安全系数	1.263
桩顶高程 (m)	2.00	抗隆起安全系数	5.377
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	5584.271
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	22729.805

表5-56 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	二级	最大水平位移 (m)	0.015
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	整体稳定安全系数	2.099
基坑深度 H (m)	7.55	抗倾覆安全系数	3.941
嵌固深度 (m)	14.00	抗隆起安全系数	2.444
桩顶高程 (m)	2.00	基坑内侧土反力 (kN)	3911.596
桩直径 (m)	1.0	被动土压力 (kN)	9956.133

根据上述计算结果，最大水平位移小于 $0.004H$ ，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.5 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。该段采用双排 C30 钢筋砼灌注桩结合 0.3m 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-22.0m，嵌固深度 17.65m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。灌注桩首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 2.5m。

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 c_i 、 φ_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5-57 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	0.00	25.00	0.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	---	---	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	0.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂岩	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂岩	15.0	19.9	9.9	---	---	30.00	50.00	200.0

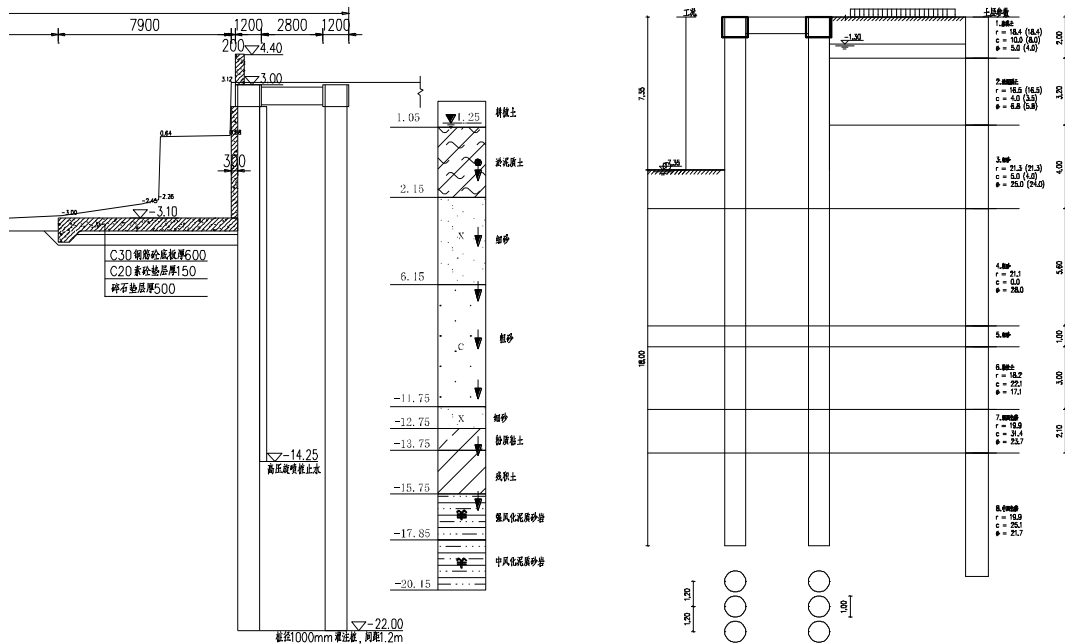


图5-53 右岸出口段结构剖面图及计算简图

表5-58 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	二级	第二排桩间距 (m)	2.5
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	最大水平位移 (m)	0.012
基坑深度 H (m)	7.35	整体稳定安全系数	3.953
嵌固深度 (m)	18.00	抗倾覆安全系数	1.585
桩顶高程 (m)	2.00	抗隆起安全系数	6.312
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	3608.03

项目	参数	项目	参数
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	9167.247

根据上述计算结果，最大水平位移小于 0.004H，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.6 左岸进水池段 1 支护结构计算

左岸进口段基坑深度为 7.20m，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 C30 钢筋砼灌注桩结合 0.3m 厚挂板作为永久支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.5m，桩底高程-22.0m，嵌固深度 17.80m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.5m。灌注桩首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 2.4m。

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 c_i 、 φ_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。

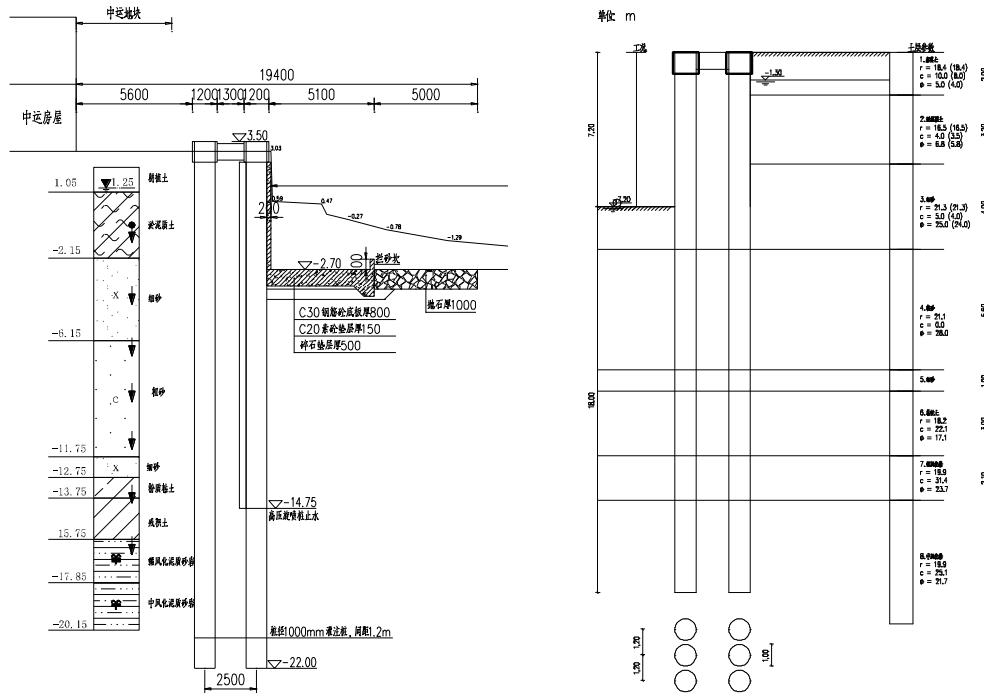


图5-54 左岸进水池段 1 结构剖面图及计算简图

表5-59 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	5.00	25.00	4.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	---	---	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	4.00	24.00	10.0

6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂岩	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂岩	15.0	19.9	9.9	---	---	25.11	21.69	200.0

表5-60 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	二级	第二排桩间距 (m)	2.5
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑深度 H (m)	7.2	最大水平位移 (m)	0.029
嵌固深度 (m)	17.8	整体稳定安全系数	4.001
桩顶高程 (m)	2.5	抗倾覆安全系数	1.577
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	6.397
排桩间距 (m)	2.5	基坑内侧土反力 (kN)	4381.157
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	9151.209

根据上述计算结果，最大水平位移小于 $0.004H$ ，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.7 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 8.95m~12.45m，基坑属于危大工程，本次计算对基坑最深处 12.45m 进行复核。该段岸上侧采用双排 C30 钢筋砼灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为 2.5m，桩底高程-24.0m，嵌固深度 16.00m；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 C30 钢筋砼灌注桩作为临时支护结构，灌注桩桩顶高程为-1.0m，桩底高程-24.0m，嵌固深度 16.00m；灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 0.0m。

计算中各土层按水土合算。各土层 c_i 、 ϕ_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5-61 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	0.00	25.00	4.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	0.00	30.00	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	0.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂	15.00	19.9	9.9	---	---	25.11	21.69	200.0

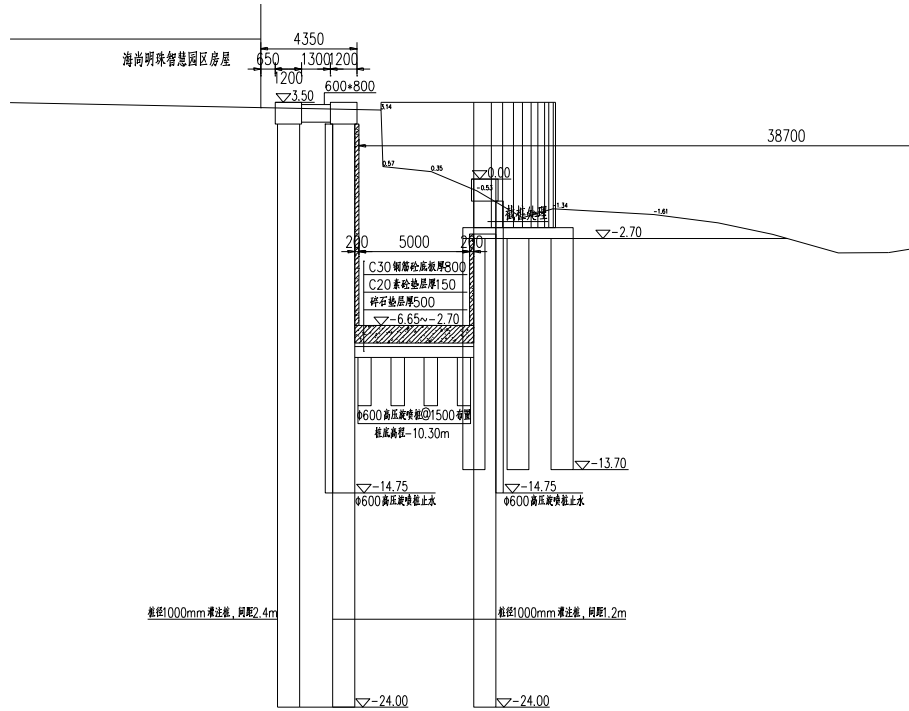


图5-55 左岸进水池段 2 结构剖面图

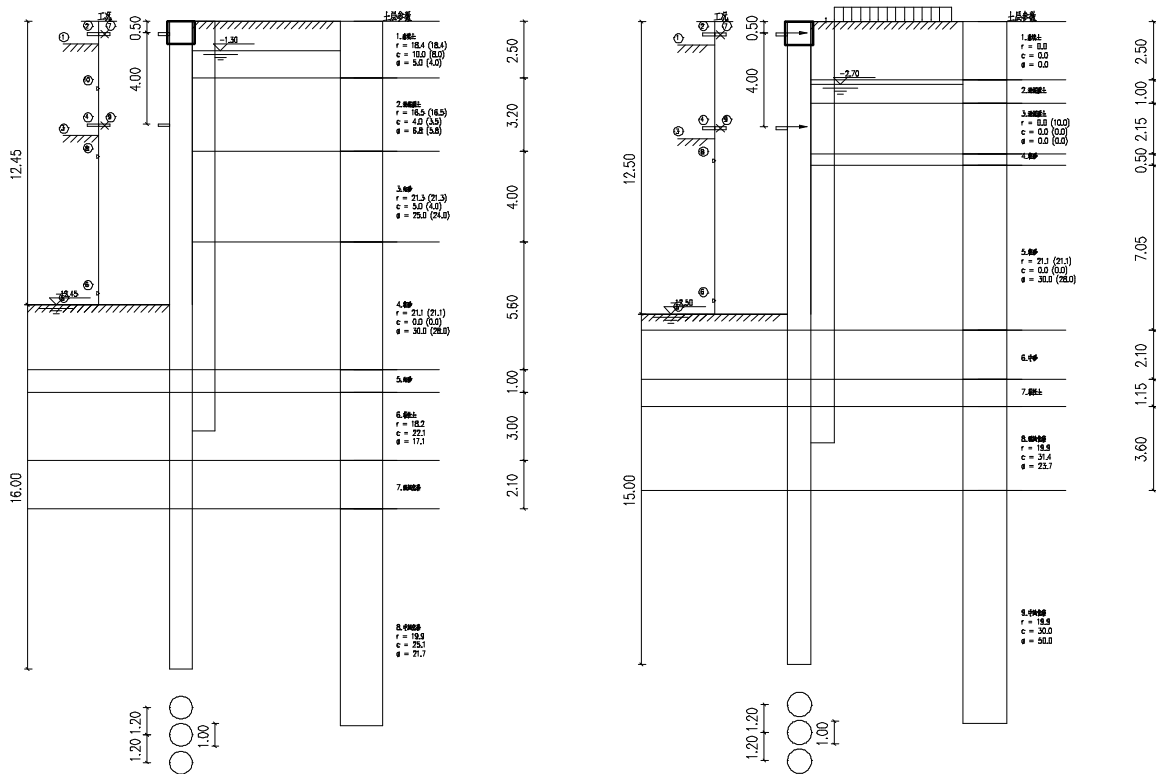


图5-56 左岸进水池段 2 岸上侧计算简图 左岸进水池段 2 临水侧计算简图

表5-62 基坑参数及计算结果表 (图 5-54 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	二级	第二排桩间距 (m)	2.4
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑深度 H (m)	12.45	最大水平位移 (m)	0.029
嵌固深度 (m)	16.00	整体稳定安全系数	4.001

项目	参数	项目	参数
桩顶高程 (m)	2.5	抗倾覆安全系数	1.577
桩直径 (m)	1.0	抗隆起安全系数	6.397
排桩间距 (m)	2.5	基坑内侧土反力 (kN)	4381.157
首排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	9151.209

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	二级	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	最大水平位移 (m)	0.014
基坑深度 H (m)	12.45	整体稳定安全系数	2.695
嵌固深度 (m)	16.00	抗倾覆安全系数	3.941
桩顶高程 (m)	-1.00	抗隆起安全系数	2.927
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	3627.636
排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	9956.133

根据上述计算结果,最大水平位移小于 $0.004H$,整体稳定安全系数大于 1.30,抗隆起安全系数大于 1.60,土反力满足要求,基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.8 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 C30 钢筋砼灌注桩作为临时支护结构,灌注桩桩顶高程为 2.5m,桩底高程-24.5m,嵌固深度 16.00m;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 C30 钢筋砼灌注桩作为临时支护结构,灌注桩桩顶高程为 -1.0m,桩底高程-24.0m,嵌固深度 16.00m;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)。计算中各土层按水土合算。各土层 c_i 、 ϕ_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5-64 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	0.00	25.00	0.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	---	---	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	0.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂	15.00	19.9	9.9	---	---	25.11	21.69	200.0

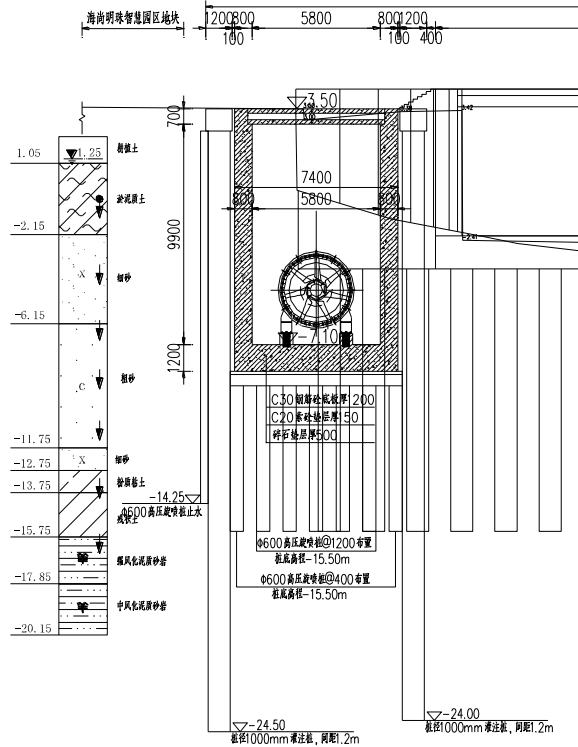


图5-57 左岸主泵室段结构剖面图

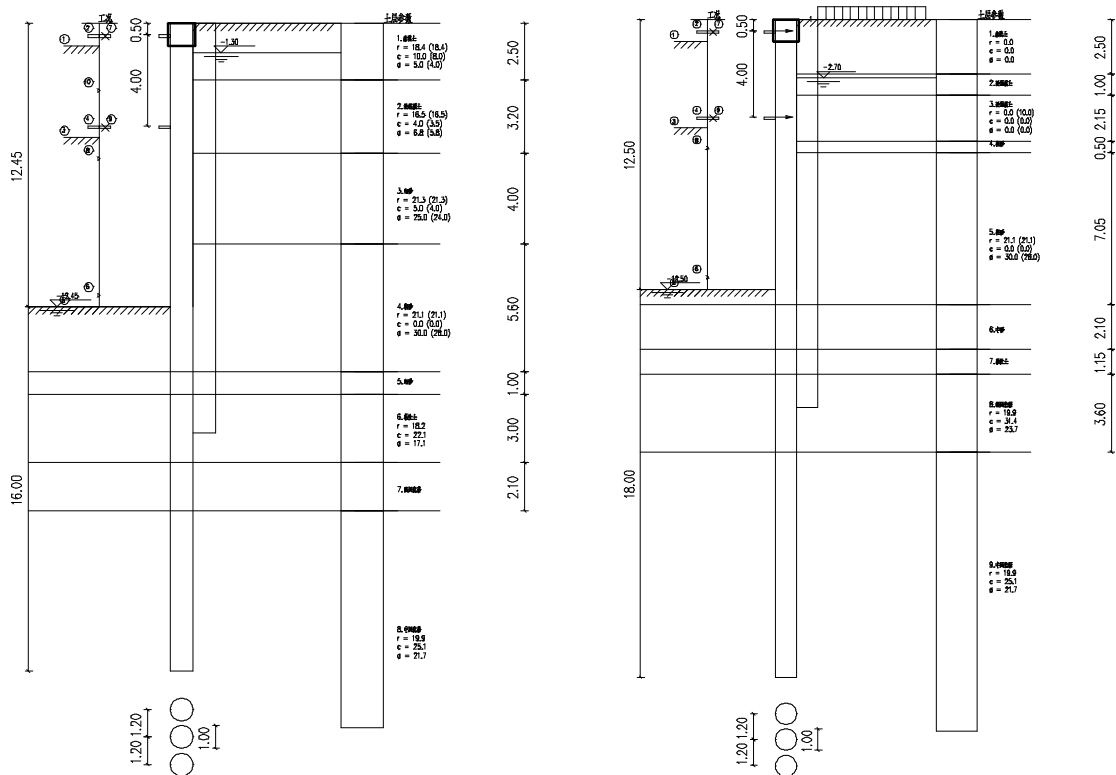


图5-58 左岸主泵室段岸上侧计算简图

左岸主泵室段临水侧计算简图

表5-65 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	二级	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	最大水平位移 (m)	0.021

项目	参数	项目	参数
基坑深度 H (m)	12.45	整体稳定安全系数	2.31
嵌固深度 (m)	16.50	抗倾覆安全系数	2.393
桩顶高程 (m)	2.50	抗隆起安全系数	2.582
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	4887.276
排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	21128.24

表5-66 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	二级	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	最大水平位移 (m)	0.020
基坑深度 H (m)	12.45	整体稳定安全系数	1.590
嵌固深度 (m)	16.00	抗倾覆安全系数	2.398
桩顶高程 (m)	-1.0	抗隆起安全系数	1.717
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	4063.461
排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	17947.49

根据上述计算结果，最大水平位移小于 $0.004H$ ，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.14.2.9 左岸出水段支护结构计算

左岸出水段基坑深度为 12.45m，基坑属于危大工程，本次计算对该段基坑进行复核。该段采用单排 C30 钢筋砼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-24.0m，嵌固深度 16.0m。灌注桩桩顶设置冠梁，冠梁高度为 1m，冠梁顶高程为 3.0m。灌注桩首排桩桩间距为 1.2m，第二排桩桩间距为 2.4m。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 c_i 、 ϕ_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5-67 计算土层参数表

层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	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	耕植土	2.00	18.4	8.4	10.00	5.00	8.00	4.00	8.0
2	淤泥质土	3.20	16.5	6.5	4.00	6.80	3.50	5.80	4.0
3	细砂	4.00	21.3	11.3	5.00	25.00	4.00	24.00	10.0
4	粗砂	5.60	21.1	11.1	0.00	30.00	0.00	28.00	20.0
5	细砂	1.00	21.3	11.3	---	---	4.00	24.00	10.0
6	粉质粘土	3.00	18.2	8.2	---	---	22.14	17.10	90.0
7	强风化泥质砂	2.10	19.9	9.9	---	---	31.41	23.67	200.0
8	中风化泥质砂	15.00	19.9	9.9	---	---	25.11	21.69	200.0

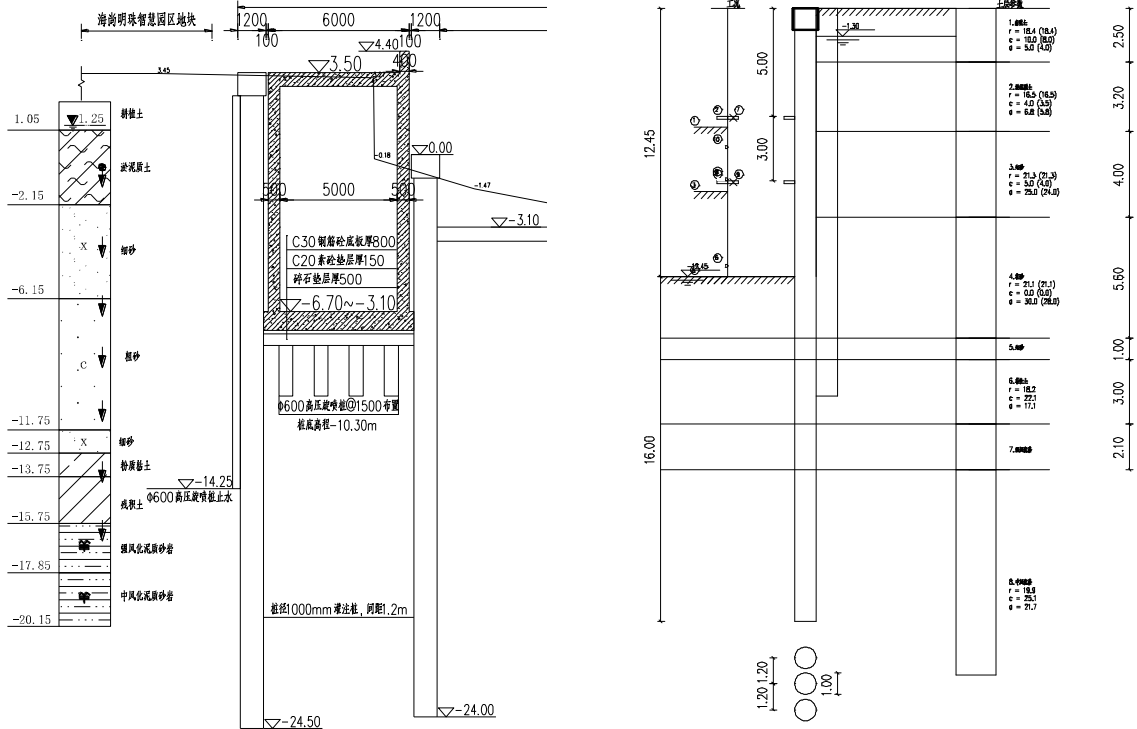


图5-59 左岸出水段结构剖面图及计算简图

表5-68 基坑参数及计算结果表（左岸出水段）

项目	参数	项目	参数
支护结构安全等级	二级	超载计算值(kPa kN/m)	10
基坑侧壁重要性系数 γ_0	1.00	最大水平位移 (m)	0.046
基坑深度 H (m)	12.45	整体稳定安全系数	2.31
嵌固深度 (m)	16.00	抗倾覆安全系数	1.359
桩顶高程 (m)	2.5	抗隆起安全系数	2.588
桩直径 (m)	1.0	基坑内侧土反力 (kN)	4506.072
排桩间距 (m)	1.2	被动土压力 (kN)	15758.737

根据上述计算结果，最大水平位移小于 0.004H，整体稳定安全系数大于 1.30，抗隆起安全系数大于 1.60，土反力满足要求，基坑满足设计安全要求。

5.2.15 工程安全监测

5.2.15.1 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，渗流主要监测泵室底板扬压力分布以及泵站与大堤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。

5.2.15.2 监测项目及测点布置

根据上述设计原则, 结合本工程的实际情况, 水闸泵站监测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, 分别沿泵站泵室中心线布设 3 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。

(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, 以监测水闸的上下游水位。

(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。

5.2.15.3 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。

5.2.15.4 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。

5.2.15.5 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。

5.2.16 建筑设计

5.2.16.1 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

5.2.16.2 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。

5.2.16.3 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。

5.2.16.4 设计方案

本工程属于新建排涝泵站工程，工程范围内已建有水闸运行设备及其附属管理用房，但现状管理房可用功能空间无法满足新增的水泵及闸门所需电力，故需要增设一座设备房用于放置所需的电气、金结设备。

（1）新增设备房

本次泵站新建设备房根据现场地形以及使用便捷度方面考虑，采用矩形平面布局，位于现状堤顶范围空地。在西北面设置一条足够用于设备进出的走廊，形成舒适宜人的入口空间，并以此与现状管理房及外部空间串连，打造出一座空间合理、使用便捷、美景环绕的泵站设备房，同时达到节约用地的目的。

新建设备房保持与原管理房风格一致，建筑外观结合现状管理房建筑形式，采用双坡屋顶，面铺红色西班牙瓦，外墙贴白色瓷砖。新建设备房为单层建筑物，建筑高度

不超过 5m。

新建设备房采用单层框架结构，长 10.2m，宽 9.5m，总建筑面积为 96.90m²，设有高压室、无功补偿室等。设备房各功能用房建筑面积表详见下表。

表5-69 泵站新建设备功能用房建筑面积表

房间名称	房间数量（间）	面积（m ² ）
高压室	1	51.00
无功补偿室	1	36.90
合计		96.90

（2）水闸泵站管理区

泵站管理区考虑于用地红线范围内在满足新建设备房及现状管理房的交通需求的前提下尽量将用地复绿，以达到管理区与周边环境相融的效果。管理区内泵站设备房设于现状堤顶范围空地，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，周围设置透水砖及花岗岩铺地、铁艺栏杆、中式围墙、电动门、绿地等配套设施，使整个管理区形成封闭式管理。区内可配套标识牌、栏杆、休息座椅等设施，在设计上应体现河段特色，并在外型、色彩、质感等方面要与周围环境相协调。

5.2.17 施工组织设计

5.2.17.1 施工条件

（一）工程概况

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。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。

（二）对外交通条件

工程所在地位于广州市海珠区，工程区域交通网络发达，可通过沥滘路等直达工程点，对外交通方便。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。



图5-60 对外交通示意图

（三）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。

本工程基坑支护分为临时支护及永久支护，其中进、出口连接段，进、出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，清污机段、主泵室段采用双排灌注桩支护、高压旋喷桩止水型式作为临时支护。

站地基范围内的淤泥及淤泥质粘土分布广泛，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高压旋喷桩复合地基。

（四）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检测，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。

（五）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。

（六）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。

（七）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。

（八）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。

（九）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。降水主要集中在每年 6~9 月；区内季风期分明，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，闸址地基的地层大致可划分为以下几层：①人工填土、耕植土；②-1 淤泥、淤泥质土、淤泥质粉砂；②-2 细砂；②-3 中粗砂；②-4 粉质粘土；③残积土；④全风化泥质砂岩；⑤强风化泥质砂岩；⑥中风化泥质砂岩。

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。

5.2.17.2 施工导截流

（一）导流标准及导流方式

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 1.67m，外江 10 年一遇潮水位为 2.34m。

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下：

表5-70 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。

（二）围堰方案

根据《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004），在已有海堤上破口施工，围堰不降低现有的防洪体系，根据现状堤顶高程情况，因此围堰顶高程取为现状防浪墙顶高程。

1、一期围堰

一期泵站在汛期开工，汛期可在岸上施工泵室部分灌注桩支护及基础处理桩。填筑一期内涌围堰二，采用土方填筑+单排钢板桩，围堰兼做灌注桩打桩平台，钢板桩桩长 9m，往灌注桩外扩 3m，桩顶高程与现状地面齐平为 2.7m。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。形式如下：

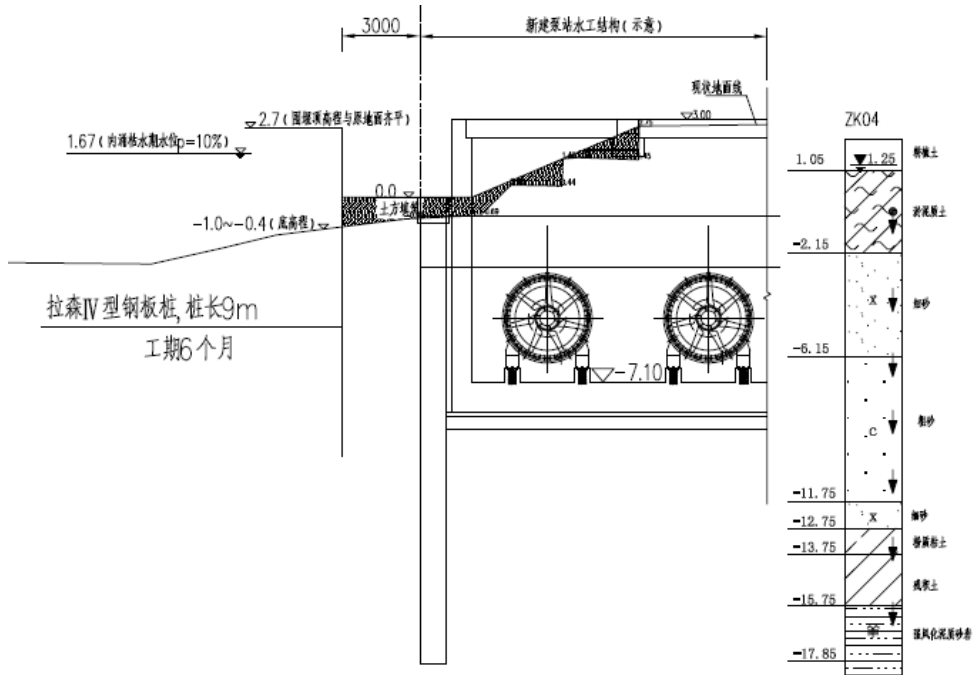


图5-61 一期内涌围堰二及打桩平台剖面图

枯水期来临之前，完成岸上的灌注桩的施工。然后填筑一期内外涌围堰，开挖基坑，施工泵室。

一期内涌围堰采用土石方围堰，根据是否需要考虑围堰的止水措施，采用 2 种不同的形式。一期内涌围堰一布置在沥滘中路处，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.67m 确定，考虑安全超高 0.5m，堰顶高程不低于现状堤顶，取 2.7m。顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包和土工膜防冲，背水侧坡脚布置单排钢板桩止水，桩长 15m，如图所示。

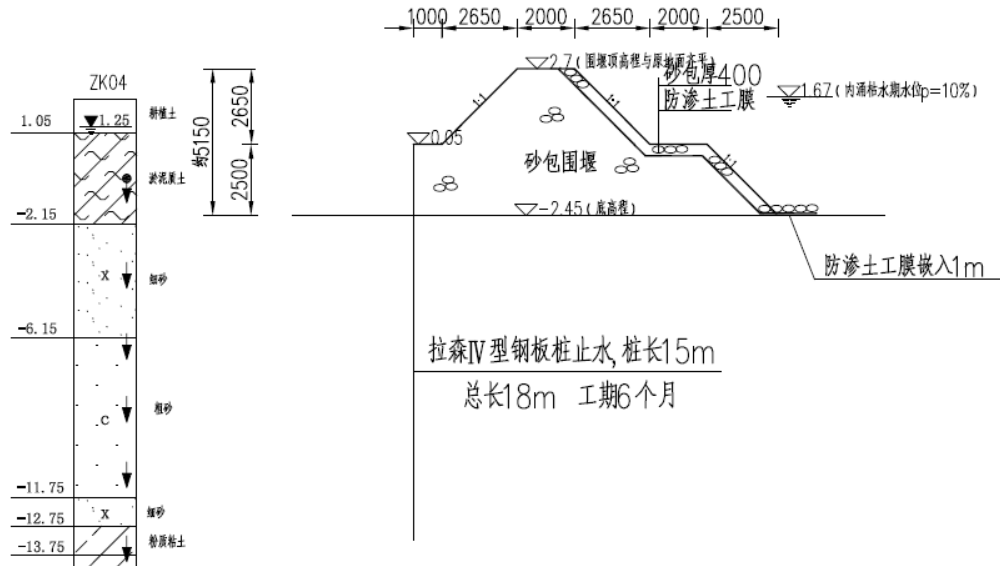


图5-62 一期内涌围堰一剖面图

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 1.67m 确定，考虑安全超高 0.5m，堰顶高程不低于现状堤顶，取 2.7m。顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包和土工膜防冲，如图所示。

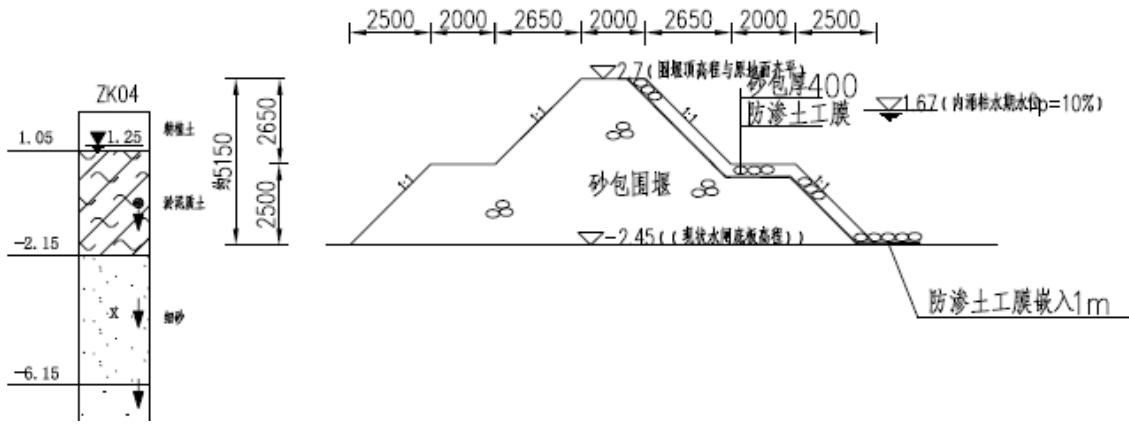


图5-63 一期内涌围堰三剖面图

一期外江围堰几乎填筑于现状水闸的底板及消力池段，采用砂包填筑。按 10 年一遇潮水位 2.34m 设计，考虑安全超高 0.5m，堰顶高程与现状堤顶等高，取 3.2m。顶宽 2m，边坡 1:1，围堰两侧布置二级平台，宽 2m，迎水侧设砂包和土工膜防冲，为了防止潮水位变动，对堰脚的冲刷，砂包外抛 2m 宽的抛石护脚，护脚顶高程也二级平台顶高程一直，高度 3.3m，边坡 1:1.5。背水侧喷 C20 砼护面厚 50。形式如图所示。

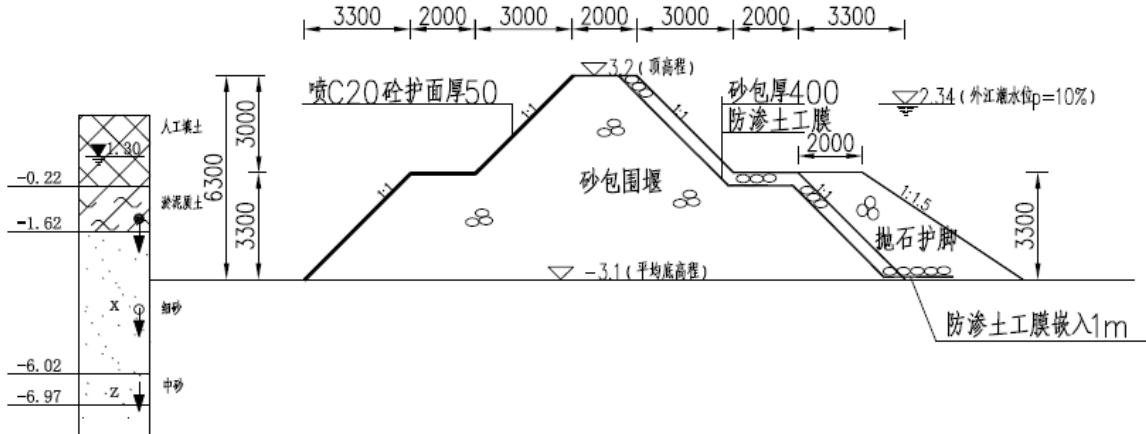


图5-64 一期外江围堰剖面图

2、二期围堰

二期泵站为汛期开工，先填筑填土打桩平台至现状地面高程，施工泵室两侧灌注桩支护及基础处理桩。打桩平台采用土方填筑，顶高程与现状地面高程齐平，往灌注桩外扩 2m，边坡 1:1.5，面层采用砂包和土工膜防冲，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，形式如下：

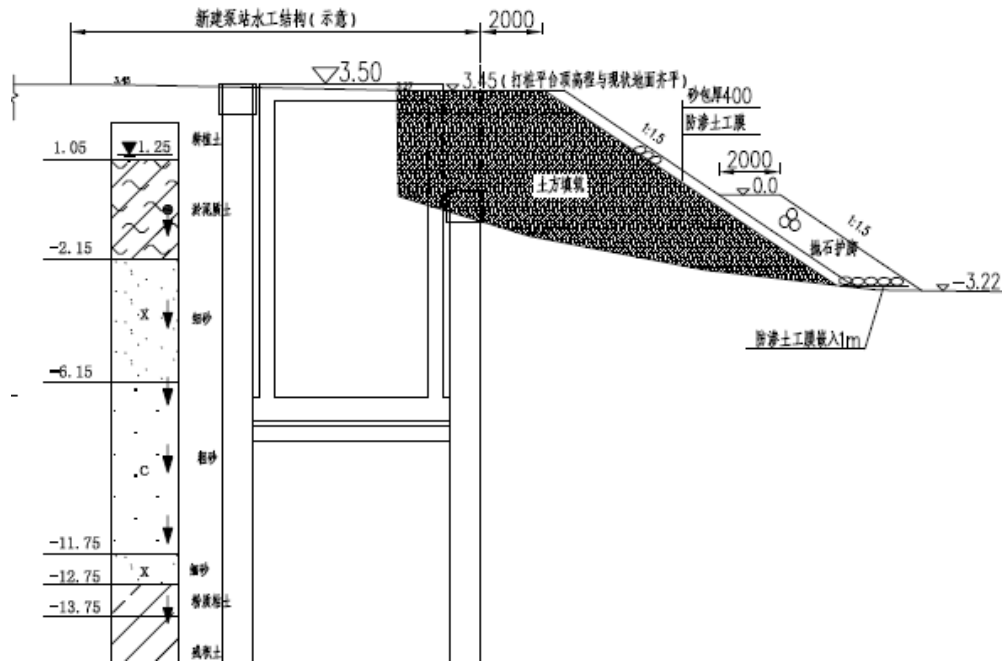


图5-65 二期打桩平台剖面图

枯水期来临之前，完成灌注桩的施工。然后填筑二期内外涌围堰，开挖基坑，施工泵室。

二期内涌围堰采用土石方围堰，根据是否需要考虑围堰的止水措施，采用 2 种不同的形式。二期内涌围堰二布置在现状水闸底板处，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.67m 确定，考虑安全超高 0.5m，堰顶高程不低于现状堤顶，取 3.0m。顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包和土工膜防冲，如图所示。

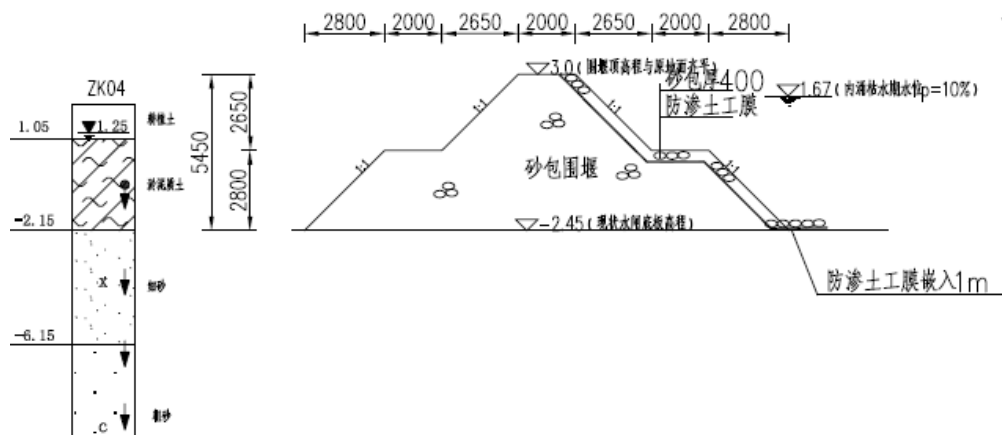


图5-66 二期内涌围堰二剖面图

二期内涌围堰一布置在现状水闸底板以外，需要考虑围堰的止水措施，堰顶高程按内涌施工期洪水 1.67m 确定，考虑安全超高 0.5m，堰顶高程不低于现状堤顶，取 3.0m。顶宽为 2m。围堰采用砂包填筑，边坡 1:1，迎水侧设砂包和土工膜防冲，背水侧坡脚布置单排钢板桩止水，桩长 15m，如图所示。

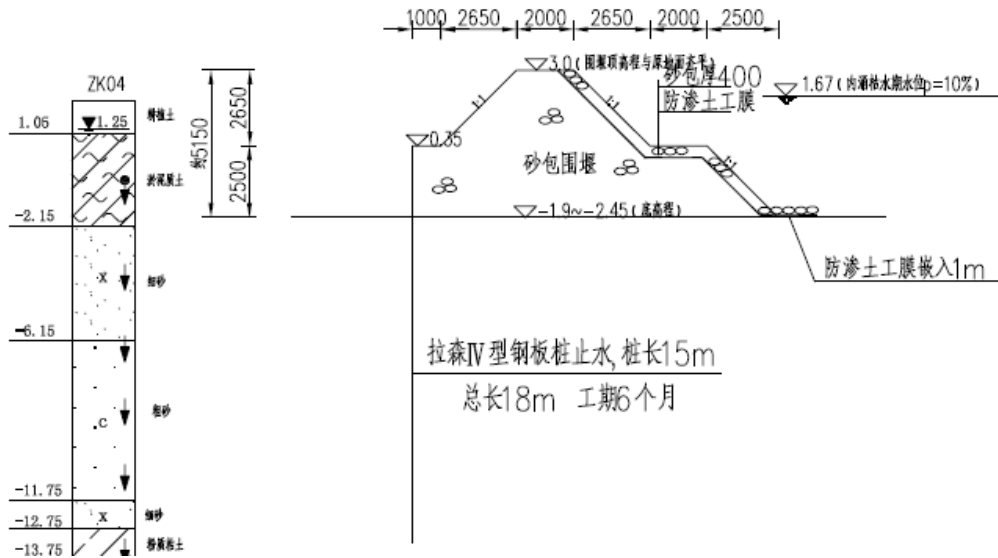


图5-67 二期内涌围堰一剖面图

二期外江围堰根据所布置的位置，分2种形式。第一种形式，几乎填筑于现状水闸的底板及消力池段，采用砂包填筑。形式与一期外江围堰一致。围堰顶高程按10年一遇潮水位2.34m设计，考虑安全超高0.5m，堰顶高程与现状堤顶等高，取3.5m。

泵站出口箱涵，此处围堰位于外江，并且此处河底高程下降较多，围堰高度高，为了减少占用航道的范围，因此第二种外江围堰采用双排钢板桩形式。

先填筑填土平台至-0.5m高程，施工双排钢板桩，双排钢板桩间距5m，堰顶高程3.5m，桩长18m，桩间采用砂包填筑，0.2m和2.7m高程各布置一排φ50钢筋拉杆，拉杆每1.6m布置一根。采用槽钢[30a围檩和三角支撑钢板焊接为一个整体。如下图所示：

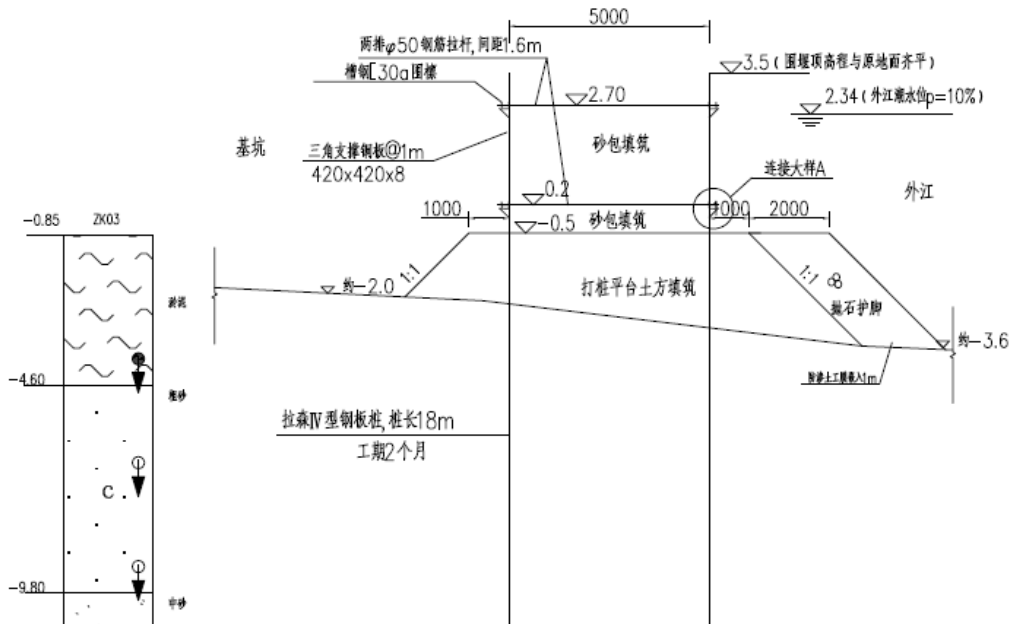


图5-68 二期外江双排钢板桩围堰剖面图

(三) 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 $\phi=15(\text{度})$ 。

工况一：施工期洪水（施工期水位 2.34m）（堤顶超载 10kN/m^2 ）

工况二：施工期水位骤降 1m（堤顶超载 10kN/m^2 ）

表5-71 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 ($K_h \geq K_{sl} = 1.20$):

$$K_h = \frac{E_{pk} + (G - u_m B) \tan \varphi + cB}{E_{ak}} \geq K_{sl}$$

$$K_h = \frac{2515.02 + 0.00 + 1272.50 \times \tan 12.00 + 27.00 \times 5.00}{1455.47} = 2.007$$

φ ——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。

3) 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 $\geq 7.80m$ ，满足构造要求。

(四) 施工度汛

本工程两个枯水期完成两期泵室水下结构和安装工，汛期来临之前，拆除围堰，利用现状水闸度汛。汛期施工灌注桩支护、基础处理桩及水上浇筑砼的部分。

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。

（五）施工排水

为保证工程质量及施工顺利进行，做好基坑施工排水。施工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。

本工程内涌围堰全段采用钢板桩止水，与基坑支护的灌注桩搭接。外江土石围堰位于现状水闸底板上填筑，满足防渗的要求；二期外江的双排钢板桩围堰，钢板桩穿过透水层，与灌注桩和现状挡墙搭接，满足防渗要求；只有一期外江围堰布置在水闸底板以外的小部分范围，没有考虑围堰的止水措施，因一期泵站的基坑完全布置于内涌，根据工期安排，泵站主体结构的施工，可不破外江堤防，利用现状外江挡墙作为挡水结构，维护基坑，泵站主体结构完工后，基坑尽快回填。再填筑一期外江围堰，施工外江衔接部分的箱涵，此处仅为砼护底，几乎与现状河底高程齐平，不存在开挖基坑，渗透量小，为了节省投资，在确保不产生渗透破坏的前提下，考虑临时水泵抽排渗水，不另外考虑设止水桩，施工期考虑采用4台6BA-8型水泵抽排围堰的基础渗水。

5.2.17.3 主体工程施工

（一）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1.0m³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。填筑由最低洼部位开始，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。

（二）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，要及时进行管道清洗。

（三）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，悬浮造孔余渣，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。同时在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、废渣排除外运。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，即清除钻渣、沉渣，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。清孔采用抽砂筒抽渣排出，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。

(四) 高压旋喷桩施工

①测定孔位；

②钻机就位，钻孔至设计深度，钻机移位；

③高压喷射注浆机械就位，制备水泥浆：高压喷注浆用的浆液主要材料为水泥，水泥在使用前应作质量鉴定，搅拌水泥浆液所用的水应符合砼拌合用水的标准；

④插入钻孔孔底深度，自下而上喷射注浆至设计高度。高压喷射注浆设计形式为摆喷方式；

⑤拔出高压喷射注浆管，清选管路系统，高压喷射注浆机械移位，做好桩顶标记；

⑥重复上述 2~5 步骤，进行下一根旋喷桩的施工。

在高喷作业过程中，经常测试水泥浆液的进浆和回浆比重。当浆液比重与设计规定水灰比的浆液比重值误差超过 0.1 时，立即暂停喷浆作业，并立即重新调整浆液水灰比，然后迅速恢复喷浆作业。

高喷作业分两序施工，单个高喷孔连续喷射作业，相邻桩孔的作业间隔时间控制在 12~72 小时范围内。每个喷浆孔施工完毕，用清水把泥浆泵和管路内的残留浆液全部喷射排出，钻具及其他设备，用低压水冲洗干净，并应架起高喷管设备，离地存放。

供浆、供气、供水必须连续。一旦中断，应将高喷管下沉至停供点以下 0.5m，待恢复供应时再喷浆提升。当因故停机超过 3h 时，应对泵体和输浆管路妥善清洗。当喷浆管提升接近桩顶时，从桩顶以下 1.0m 开始，慢速提升喷浆至桩顶，喷浆数秒。

（五）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。

（六）机电设备安装工程

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。

5.2.17.4 施工期基坑监测

5.2.17.4.1 基坑支护概况

本项目左岸基坑深度为 7.15~12.45m，右岸基坑深度为 6.95~11.95m，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二级基坑。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置。

5.2.17.4.2 监测项目

根据规范要求，本项目二级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。

5.2.17.4.3 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 距离进行布置。

（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 距离进行布置。

（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 距离进行布置。

（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置，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。

5.2.17.4.4 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。

5.2.17.4.5 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。

5.2.17.4.6 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。

5.2.17.5 施工交通及施工总布置

（一）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。

（二）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。

（三）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。

（四）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 600m²。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。

（五）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395m。

（六）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m³（除注明外，均为自然方），填方总量2.28万m³，外购方总量0.98万m³，弃方总量1.73万m³，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。

表5-72 土石方平衡表 单位：万自然m³

序号	项目	开挖	回填 (实方)	调入		调出		借方		废弃	
				数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	土方工程										
1	清疏	0.43								0.43	弃运于指定弃渣场
2	土方开挖 (自然方)	2.86				1.71\0.89	3\4			1.15	指定弃渣场 (利用于临时工程后弃运至弃渣场)

3	回填粘性土 (实方)		2.28	1.45	2			0.83	外购		
二	临时工程 土方回填 (实方)										
4	1期围堰		0.90	0.75	2	0.9	5	0.15	外购	0.15	指定弃渣场
5	2期围堰		0.93	0.93	2\4						
	小计	3.29	4.11					0.98	外购	1.73	指定弃渣场



图5-69 弃渣场位置示意图

5.2.17.6 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,结合本工程施工场地、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、移民以及招标、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：主体工程主要为基础工程、泵站土建工程、安装工程等，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。

横道图如下：

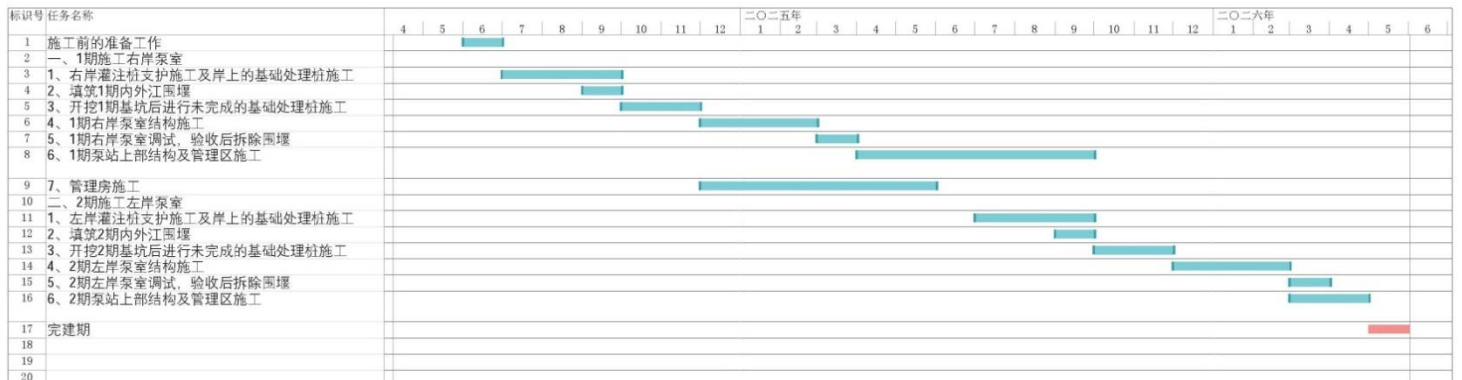


图5-70 施工横道图

5.2.17.7 主要施工指标及机械表

土方开挖 1.1 万 m³/月，土方回填 0.8 万 m³/月，灌注桩钻孔 1300m/月，高压旋喷桩 3000m/月，砼 3800 m³/月。主要机械数量要求如下：

表5-73 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 ³	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 ³ /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

5.2.17.8 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5-74 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	√			√	√			261.27	
设计	√			√	√			418.47	
建安工程	√			√	√			10808.19	
监理	√			√	√			241.30	
设备									
重要材料									
其它									
建设单位盖章 年 月 日									

5.3 设备方案

5.3.1 水力机械

5.3.1.1 概述及设计依据

北濠涌泵站为单向排涝泵站，泵站承担着防洪排涝功能，根据水文规划、调节计算的结果，设计排涝流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 。

本工程水力机械设计所依据的文件和主要技术标准：

- (1) 《泵站设计标准》(GB50265-2022)；
- (2) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(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) 《广州市防洪排涝建设工作方案(2020-2025年)》；
- (6) 《水利工程建设标准强制性条文》(2020年版)；
- (7) 现行其他有关标准、规范和规程。

5.3.1.2 泵站水力参数

根据水文规划、调节计算的结果，泵站基本水力参数如下表所示。

表5-75 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)	-	3.08
设计水位(m)	0.20	2.09
最低运行水位(m)	-1.00	-0.50
最高运行水位(m)	0.55	2.96
泵站设计流量(m ³ /s)	60.00	

根据排涝水力参数，结合泵站的初步布置进行水力计算，初步计算泵站扬程结果如下表所示。

表5-76 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)	1.00
设计净扬程(m)	1.89
设计总扬程(m)	2.89
最高净扬程(m)	4.27
最高总扬程(m)	5.27

当内涌水位高于外江水位时，由本项目现状闸站的排水闸进行排水，因此本站最低净扬程为 0.00 米。

5.3.1.3 水泵机型的选择

(一) 泵型选择原则

(1) 泵站运行净扬程在 0.00m~3.96m 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。

(二) 泵型选择分析

泵站拟选取设计净扬程在 0.00~4.27m 间的水泵，根据泵型选择原则、泵站设计参数特点，结合相似泵站工程的建设经验，可选用的泵型为轴流泵。轴流泵按其泵轴安装型式分为立式轴流泵、斜式轴流泵和卧式轴流泵。

(1) 立式轴流泵是国内广泛使用的泵型，有成熟的设计、制造和运行经验。立式轴流泵按电机是否淹没在水中分为传统立式轴流泵和潜水轴流泵。

a.传统立式轴流泵是最常用的一种型式，安装在地面上，水泵和电动机可在泵房内拆分、检修，具备单机流量大、扬程幅度较宽、效率高等优点。传统立式轴流泵的进水流道有开敞式、肘型、钟型等多种型式。传统立式轴流泵的出水流道有弯管式、虹吸式、箱涵式等型式。该泵型需设置地面高大厂房，厂房内设置桥式起重机。

b.潜水轴流泵采用潜水电机，水泵和电动机整体置于水中运行，具备轴流泵的全部优点，同时还具备冷却条件好，机组运行平衡性好，稳定、振动小、噪音低等优势。潜水轴流泵的进水流道与传统立式轴流泵进水流道相同。经调研国内已建成的潜水轴流泵站和水泵设备厂家，目前已生产的潜水轴流泵单机流量最大为 $16\text{m}^3/\text{s}$ ，北濠涌泵站设计流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，选用此泵型至少应装设 4 台水泵，根据北濠涌泵站站址和河道地形，用地条件无法满足装设多台水泵的要求，故泵站不选用此泵型。

(2) 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。水泵倾斜安装，因其进、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。

(3) 卧式轴流泵型既有自己的特点也包含贯流泵，贯流泵分为竖井贯流泵型、灯泡贯流泵型、潜水贯流泵型。

a.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。

b.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。

c.灯泡贯流泵型需要设置地下干式厂房，噪声较大；散热条件较差、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。

d.潜水贯流泵是将水泵、电机相连卧式布置的一种泵型，具有流道平直、型线简单，水泵装置效率高等优点。适用于低扬程、大流量的泵站。机组段采用全金属壳体，泵装置进出水流道顺直，水力性能好，泵站装置效率高；土建结构简单，开挖深度小；潜水电机与泵连成一体，结构紧凑；无需润滑、冷却用水，无需附加散热设施。机组的运行观察、维修稍微不便，对泵站的运行管理有一定的技术要求。潜水贯流泵对机组的密封性能要求较高，但经调研国内各潜水贯流泵厂家，目前密封问题已解决。

综上所述，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。

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，初步拟定干坑方式安装。

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 5-71、5-72 所示。

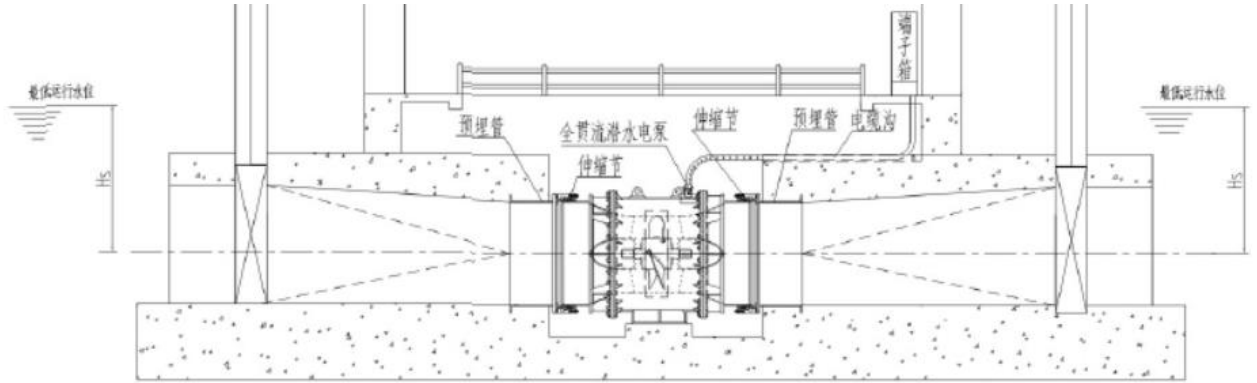


图5-71 泵组干坑（接混凝土流道）安装方式

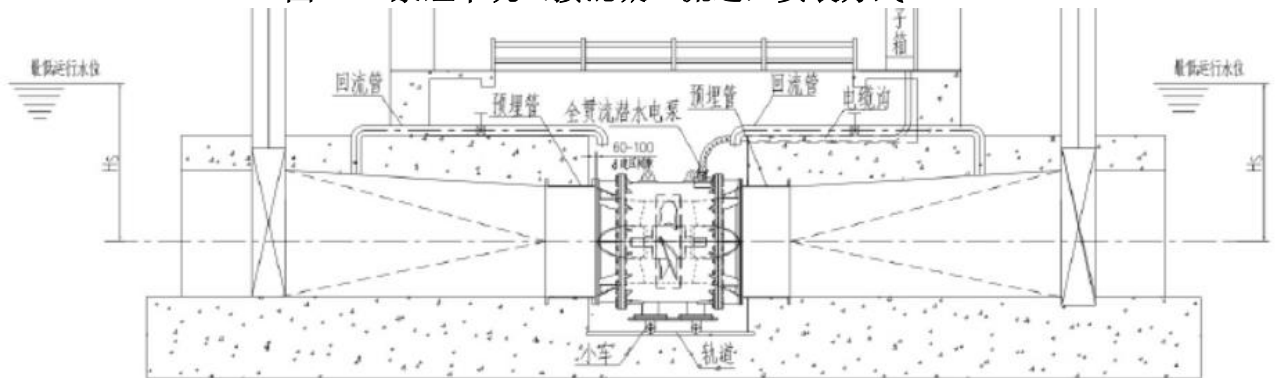


图5-72 泵组湿坑（接混凝土流道）安装方式

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。

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。

（三）水泵台数的选择

泵站拟装机流量 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，主要运行期集中在每年的汛期（4月~9月）。根据《泵站设计标准》（GB50265-2022）10.1.3规定，年运行小时数低的泵站，可不设备用机组，因此该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（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5-77 装机方案技术经济综合比较表

参数名称		3台装机	4台装机
拟选泵组型号		2350QGLN-20/2.79 (+2°)	2200QGLN-125/2.79 (+2°)
装机容量 (kW)		3×1120	4×800
单机容量 (kW)		1120	800
叶轮直径 (mm)		2350	2000
单泵流量 (m^3/s)		20.931	15.60
水泵转速 (r/min)		145	194
出水管 (mm)		3100	2600
泵房尺寸	泵房尺寸 (长×宽, 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	-6.55	-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
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

从上表可以看出，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，右岸的仓库征地困难，左岸存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 5-73、5-74。

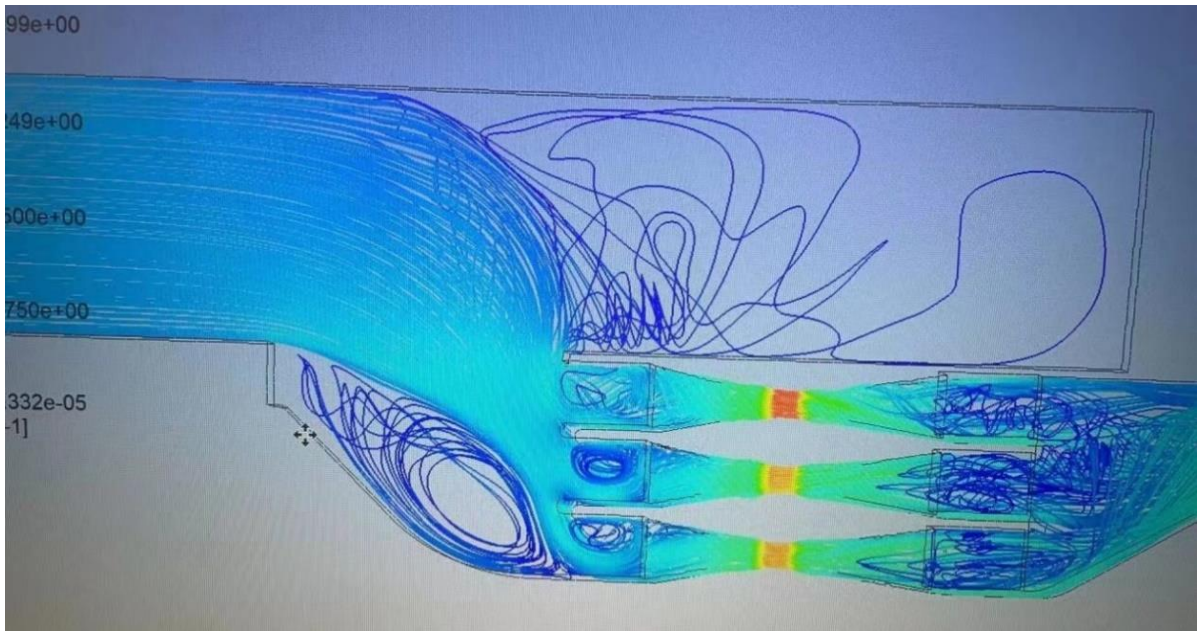


图5-73 3台泵组安装在同一侧时，泵组进出水流态

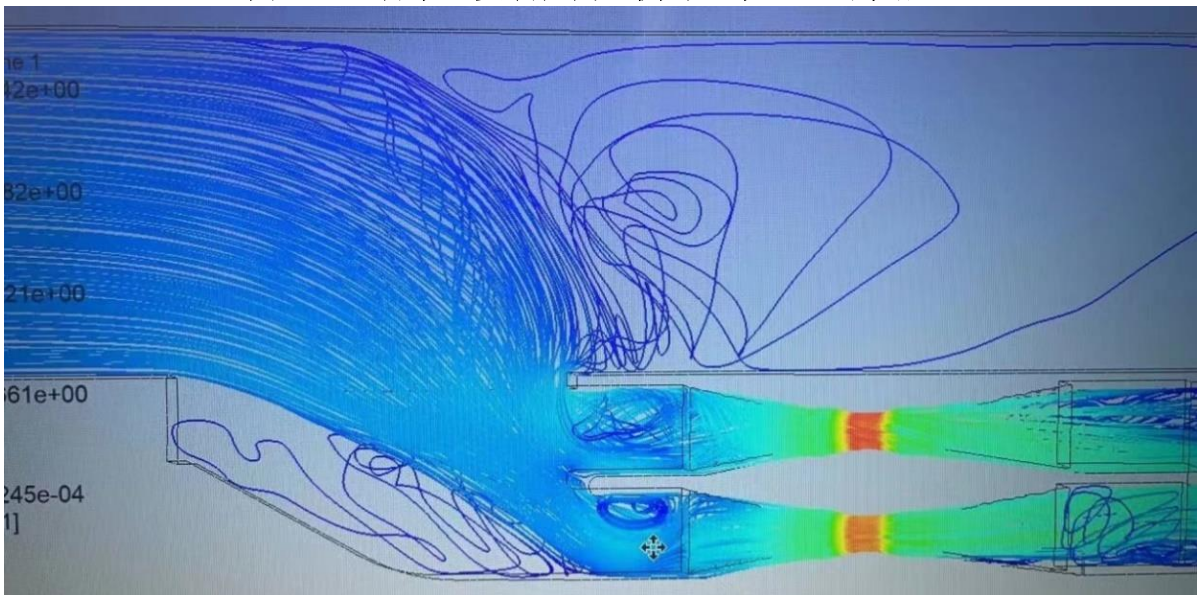


图5-74 左岸布设 2 台泵组，泵组进出水流态

分析图 5-67 和图 5-68 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。故根据以上分析，初步拟定泵组布设采用左右两岸分设的方式布置，右岸布置 2 套泵组，左岸布置 1 套泵组。

（四）水泵型号校核

查阅相关资料，根据性能曲线和泵站布置进行各工况计算，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5-78 泵站泵型特性表

水泵型号		2350QGLN-20/2.79
台数		3
叶片安装角度(°)		+2
转速(r/min)		145
单泵配套功率(kW)		1120(10kV)
叶轮直径(mm)		2350
设计工况	水力损失(m)	0.90
	净扬程(m)	1.89
	总扬程(m)	2.79
	流量(m ³ /s)	20.931
	效率(%)	81.00
最高扬程工况	水力损失(m)	0.56
	净扬程(m)	4.27
	总扬程(m)	4.83
	流量(m ³ /s)	16.067
	效率(%)	82.50
泵站装机功率(kW)		3360

(五) 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：

$$N_{\text{泵}} = 1000QH / (102\eta) = 1000 \times 16.067 \times 4.83 / (102 \times 0.825) = 923.16 \text{ (kW)}$$

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%。

单泵需配用电机功率：

$$N_{\text{机}} = (N_{\text{泵}} / 100\%) \times K_{\text{安}} = (923.16 / 100\%) \times 1.20 = 1107.79 \text{ (kW)}$$

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 1107.79kW，本阶段选配电机功率为 1120kW。泵站总装机 3360kW。

（五）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。同时，按照《泵站设计标准》（GB50265-2022）的要求，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 0.5m。根据泵组资料，水泵最不利点的必需汽蚀余量 $NPSHr=5.1m$ ，考虑一定的进水口水头损失和安全余量后，水泵的允许几何安装高度计算如下：

$$H_g = P_a - P_v - NPSHr - h_w - 0.5 = 10.33 - 0.33 - 5.1 - 0.5 - 0.5 = 3.90m$$

其中： P_a ——大气压力($\approx 10.33m$)

P_v ——饱和蒸汽压力(标准大气压下 25℃饱和蒸汽压力为 0.33m)

H_g ——水泵的允许几何安装高度

h_w ——进水口水头损失

0.5——气蚀安全余量，取 0.5m

$NPSHr$ ——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 0.5m。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-4.65m，此时水泵的吸上真空度为 3.475m，进口上缘淹没深度为 1.20m，满足规范要求。

5.3.1.4 泵房布置

（1）泵站进、出水流道

进水流道采用“渐变”型式，为方变圆管。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 6.50 米×5.00 米×4.40 米。隔墩宽度为 1.20 米，泵组间距为 6.20 米；进口上翘脚 8°，进口流速 0.95 米/秒。

出水流道采用“渐变”型式，为圆变方管。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 9.00 米×5.00 米×4.40 米；出口当量扩散角 8°，出口流速 1.19 米/秒。

（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，河道右岸布设两台泵组，呈

“一”字形，河道左岸布设一台泵组。主泵房无地上部分，右岸泵房总长 11.20m（不含边墩，含边墩 13.60m），左岸泵房总长 5.00m（不含边墩，含边墩 7.40m）。右岸两台水泵泵室联通，左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。

5.3.1.5 泵站断流方式

泵站进水流道前装设清污机。泵站必须有可靠的断流措施。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。

5.3.1.6 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和检修设备等。

（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，在泵组上方泵站顶面高程 3.50m 和 3.00m 处设置 3 个 5.90m×5.40m 吊物孔。

（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，故泵站不设油系统。

（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。

（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。

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，排水泵主要技术参数为： $Q=160\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=15\text{m}$ ， $N=15\text{kW}$ 。排水系统出水管处设置电动蝶阀和止回阀，防止外水倒灌。

(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。泵站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，另外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、摆度等参数进行监测，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。

(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。

5.3.1.7 附图和附表

2350QGLN-20/2.79 (+2°) 泵型性能曲线图如下图所示。

最高扬程 $H_{\max}=4.58\text{m}$ ； $Q=16.970\text{m}^3/\text{s}$ ；设计扬程 $H_d=2.79\text{m}$ ； $Q=20.931\text{m}^3/\text{s}$ 。

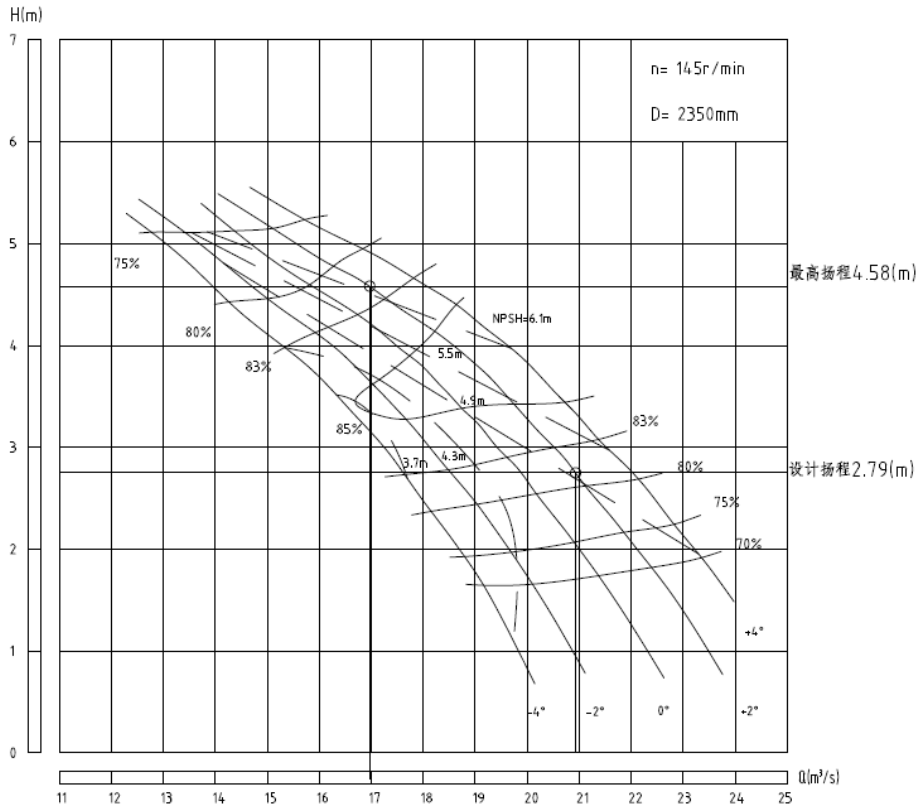


图5-75 2350QGLN-20/2.79 (+2°) 泵型性能曲线图

水力机械工程量汇总表见下表。

表5-79 水力机械工程量汇总表

序号	名称	规格及型号	单位	数量
1	潜水贯流泵	2350QGLN-20/2.79, +2°; 1120kW, 145r/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	150YW160-15-15 潜水泵	台	2
4	渗漏排水泵组	WQ2260-4138-150 15kW	台	2
5	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	宗	1
6	钢爬梯	∅25 镀锌圆钢制作及膨胀螺栓组	吨	0.597
7	水尺	适用	把	4
8	浮球液位器	浮球, 测量范围 0-20m。	套	2
9	液位变送器	投入式, 测量范围 0-20m, 输出 4mA-20mA	套	3
10	监测系统附件	阀门、管道、法兰等	项	1
11	检修排水管路	阀门、管道、法兰等	项	1
12	渗漏排水管路	阀门、管道、法兰等	项	1

5.3.2 电气

5.3.2.1 设计依据文件和规范

《供配电系统设计规范》	GB 50052-2009;
《通用用电设备配电设计规范》	GB 50055-2011;
《民用建筑电气设计标准》	GB 51348-2019;
《低压配电设计规范》	GB 50054-2011;
《建筑物防雷设计规范》	GB 50057-2010;
《泵站设计标准》	GB 50265-2022;
《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》	CJJ/T 120-2018;
《建筑照明设计标准》	GB 50034-2013;
《建筑电气与智能化通用规范》	GB 55024-2022;
《建筑节能与可再生能源利用通用规范》	GB 55015-2021;
《水利水电工程可行性研究报告编制规程》	SL/T 618-2021。

5.3.2.2 接入电力系统方式

(1) 工程概述

本工程为北濠涌水闸加建泵站。北濠涌水闸现有设备负荷容量约为 50kW，专用变压器容量为 100kVA，水闸采用 10kV 单回路供电。加建后，增加三台装机容量为 1120kW 水泵机组及相关附属设备容量约为 74.9kW。水泵机组额定电压为 10kV，新增附属设备电压等级为 380/220V。水泵机组采用 10kV 直接供电，新增附属设备由北濠涌水闸变压器供电。

(2) 主要用电负荷统计

表5-80 泵站新增负荷统计表

序号	负荷设备名称	设备安装容 (kW)		需要系数	计算功率 (kW)	备注
		功率 (kW)	数量			
一、10kV 高压负荷						
1	潜水轴流泵	1120	3	1	3360	电压等级 10kV，3 台机组可同时运行
二、0.38kV 低压负荷						
1	泵站出口事故闸 (液压油泵)	22	1	0.8	17.6	
2	右岸防洪闸门	7.5	1	0.8	6	
3	自动清污机	15×3+5.5+1	1	0.7	35.9	

3	设备房及管理区 照明	10	1	0.9	9	
4	监控电源	8	1	0.8	6.4	
5	北濠涌水闸现有 负荷	50	1	1	50	
	低压计算负荷				$124.9 \times 0.9 = 112.4$	同时系数 0.9

设备的电压等级为 220/380V。

(3) 用电负荷等级

泵站主要功能为排涝，用电拟按二级负荷考虑。

(4) 供电方式

加建泵站供电采用 10kV 双回电源供电，一用一备。从附近电网接两回 10kV 至新建设备房高压室高压开关柜，再引出一回至北濠涌水闸高压室。水泵机组电源由 10kV 市电直接提供。新建泵站附属设备由北濠涌现有变压器提供。经复核，北濠涌水闸站用变压器（100kVA）不满足加建泵站后需求，需对旧变压器进线扩容，扩容至 200kVA。

加建泵站一回 10kV 电源接入点沿用旧水闸接入点，接入新建设备房高压室，另一回 10kV 电源接入点由附近开关房接入，具体位置和布置形式由待业主申报用电后，由供电部门确定。10kV 电源线路的长度暂按 2km 埋地电缆（ZRYJV22-8.7/15kV-3×70）考虑。

起动方式：10kV 水泵机组电动机采用高压软启动方式，泵站出水口事故闸（液压油泵）和清污机主要电机采用采用低压软启动方式，其他小型电动机采用直接起动方式。

10kV 外电线路接入点的具体位置及布置形式由当地电力部门负责实施，建议尽早进行用电报装工作。

5.3.2.3 电气主接线

10kV 主电源回路与备电源回路开关之间设置电气联锁装置，自动投切。根据泵站装机容量，供电系统采用高压计量方式。

北濠涌泵站 10kV 侧采用单母线接线方式，北濠涌水闸 10kV 及 0.4kV 侧母线均采用单母线接线方式（与现主接线一致）。为提高泵站供电质量，对每台水泵高压电机进行一对一就地高压无功补偿，使泵站功率因数达 0.85 以上。

5.3.2.4 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, 泵站 10kV 短路电流按 20kA 考虑。

(1) 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, 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。

(2) 高压软启动开关柜采用三合一, 柜内设置高压真空断路器, 高压软启动器、真空接触器、电气测量仪表, 高压电动机微机保护器等。

(3) 水泵机组采用单独就地无功补偿, 补偿后功率因数不低于 0.9。需要补偿容量:

$$\begin{aligned} Qc_1 &= Pc(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \\ &= 1120 \times [\tan(\arccos 0.6) - \tan(\arccos 0.91)] \\ &= 982.3\text{kVar} \end{aligned}$$

估补偿容量取 1000kVar。

(4) 变压器选用 SCB14, 10±2×2.5%(带外壳)型干式节能变压器, 配置 IP20 外壳, 变压器额定容量为 200kVA, 阻抗电压 Uk=4%, 接线组别为 DYn11, 额定电压变比为 10±2x2.5%/0.4kV。专用变压器配置强迫空气冷却风机。

(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) 出水口事故闸门、右岸防洪闸门及清污机柜内配置 PLC 模块、断路器、接触器、热继电器、控制按钮等。

(7) 电力电缆均采用 ZC-YJV 系列铜芯电缆。高低压成套配电装置母线均采用铜母排。

5.3.2.5 主要电气设备布置

旧管理房电房布置保持不变, 新建设备房设置高压室和高压无功补偿室。高低压开关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、自动化监控系统等设备布置在旧管理房的中控室内。

5.3.2.6 过电压保护及接地

(1) 防直击雷

依据《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010, 本工程建筑物均属于第三类防雷建筑物。

防直击雷措施:

在建筑物上装设由接闪网、接闪带或接闪杆混合组成的接闪器，接闪网、接闪带或接闪杆采用直径不应小于 20mm 的热镀锌圆钢。接闪网、接闪带沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设。突出屋面的金属物体应和屋面防雷装置相连，非金属物体装接闪器，并和屋面防雷装置相连。

引下线不应少 2 根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置。利用柱中钢筋（对角两根 $\phi 16$ 以上或四角四根 $\phi 10$ 以上主钢筋）焊接贯通，把屋面避雷网与接地网可靠相连。

在建筑物引下线附近保护人身安全需采取的防接触电压和跨步电压的措施。

防接触电压措施:

利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于 10 根柱子组成的自然引下线，作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内的。

引下线 3 m 范围内地表层的电阻率不小于 $50k \Omega m$ ，或敷设 5cm 厚沥青层或 15cm 厚砾石层。

外露引下线，其距地面 2.7m 以下的导体用耐 $1.2/50 \mu s$ 冲击电压 100kV 的绝缘层隔离，或用至少 3mm 厚的交联聚乙烯层隔离。用护栏、警告牌使接触引下线的可能性降至最低限度。

防跨步电压措施:

利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于 10 根柱子组成的自然引下线，作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内。

引下线 3m 范围内土壤地表层的电阻率不小于 $50k \Omega m$ 。或敷设 5cm 厚沥青层或 15cm 厚砾石层。

用网状接地装置对地面作均衡电位处理。

用护栏、警告牌使进入距引下线 3m 范围内地面的可能性减小到最低限度。

(2) 过电压保护及防闪电感应措施

配电装置的防雷保护均按有关规程、规范的要求进行配置。在 10kV 电源进线柜、变压器出线柜分别装设线路、变电站型氧化锌避雷器，进行过电压保护。

建筑物内设备、管道、构架等主要金属物，应就近接到防雷装置或共用接地装置上。

低压配电柜处装设 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。

(3) 接地

从建筑物总配电箱起供电给本建筑物内的配电线路和分支线路采用 TN-S 系统。为保护人身和设备安全,所有电气设备均按规程《交流电气装置的接地》GB/T50065-2011)的规定接地。主副厂房接地利用各层楼板及柱内结构钢筋、基础桩内钢筋、进出水池底板钢筋,连同-50×5 镀锌扁钢做水平接地体组成接地网。所有电气设备外壳、金属管道,电缆金属外皮、正常不带电与带电体绝缘的金属、构架等均需可靠接地。

工作接地、保护接地、防雷接地、计算机监控系统、视频图像监视系统共用接地装置,接地电阻不大于 1Ω。各建筑物设有等电位联接端子箱(MEB),进出建筑物的总水管、电缆保护管、金属设备外壳、构架等均应与 MEB 连接。

5.3.2.7 监(视)控和保护

北濠涌水闸监控系统功能已失效,现场未见监控服务器。加建后泵站新建一套计算机监控系统,负责监控新建泵站及旧水闸设备。计算机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。系统搭建一套可靠的通信网络,集中监控层采用以太网通信方式,通信协议为网络协议为 TCP/IP。现地控制层采用现场总线或以太网通信方式。

(1) 集中监控层

集中控制层设置在旧管理房中控室,由中控室控制监控服务器(操作员工作站)实现。监控层采集进水池和出水口水位信号,根据运行调度水位,判断水泵水闸运行条件。操作人员通过服务器主机发出脉冲命令控制水泵启停和水闸的启闭,服务器对机组绕组温度等现地信号进行采集。当机组发生故障应迅速切除故障,自动报警。

集中监控层主要设备包括:2 台服务器(操作员工作站),1 台数据库服务器、1 台以太网交换机,1 台激光网络打印机,1 套 UPS 电源装置,1 套语音报警系统。

(2) 现地控制层

水泵机组的现地控制由水泵起动控制柜实现。泵站设置 3 套机组 LCU 柜和 1 套公用 LCU 柜,机组 LCU 柜采集水泵机起动、运行状态、电气参数及软启动装置状态等,通过机组 LCU 柜 PLC 实现水泵最低水位停机。公用 LCU 柜采集进水池及出水口水位

信号、防洪闸控制箱的开度信号等。闸门的液压泵现地控制由闸门控制柜实现。液压油泵的闸门控制柜内配置 PLC 模块、接触器、控制按钮等，控制柜采集液压油系统压力、油位及闸门现地控制箱等信号，实现对闸门现地控制。现地控制优先权应高于集中控制。现地控制优先权应高于集中控制。

5.3.2.8 视频监视系统

在泵站建立一套视频监视系统，在泵站出水口、设备房高压起动室、高压无功补偿室等重要地区布置共一体化网络摄像机摄像头，对管理区情况、设备运行状况进行实时视频监视。图像信号通过双绞线或光纤至中控室，在中控室配置网络硬盘录像机及监视器进行图像存储和监视，设置一套监控专用控制键盘，对摄像头进行变焦、聚焦、光圈调节及控制云台向各方向移动。管理人员可全面监视泵站或水闸现场运行情况。

5.3.2.9 继电保护配置及二次回路

(1) 继电保护

a、10kV 电源线路、站用变压器的继电保护包括：电流速断保护、带时限过电流保护、过负荷保护、单相接地保护等。

b、10kV 水泵机组保护：电流速断保护、过负荷保护、单相接地保护、低电压保护、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。

c、水闸等其他低压电动机：电流速断保护、过负荷保护。

(1) 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 6kVA，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。

5.3.2.10 通讯

泵站内部可利用移动电话等。

5.3.2.11 电气主要设备清单

表5-81 泵站主要设备清单

序号	名称	规格及型号	单位	数量	备注
1	泵闸外电接入管线及土建	10kV 电缆、保护管及土建等费用	项	1	
2	站内变配电设备				
1)	高压开关柜	KYN	台	6	
2)	高压开关软启动柜（三合一）	KYN	台	3	
3)	直流电源屏	40 安时	台	1	
4)	高压电力电缆	ZRYJV-8.7/15kV-3×70	米	30	
5)	备用回路可靠性供电费用		项	1	
6)	电气高低压调试费		项	1	
7)	变压器扩容	100kVA 变压器扩容至 200kVA	项	1	
3	高压固态启动柜	含真空断路器、高压软起动机、接触器、断路器、电机保护器等	套	3	
4	高压无功补偿柜	500kVar	套	6	
5	高压电力电缆	ZRYJV-8.7/15kV-3×70	米	500	
6	低压电力电缆	ZRYJV-0.6/1kV-5×16、 ZRYJV-0.6/1kV-5×10	项	1	
7	控制信号电缆		项	1	
8	设备房照明设备	含配电箱、照明灯具、插座及管线等	项	1	
9	设备房防雷接地	热镀锌扁钢、等电位连接箱等	项	1	
10	设备房预埋管件	含金属线槽、角钢支架等	项	1	
11	自动化监控系统	机组 LCU 柜、公用 LCU 柜、服务器等	项	1	
12	视频监控系统	摄像头、网络录像机等	项	1	
13	泵站接地	热镀锌扁钢等	项	1	
14	管理区照明	庭院灯、管线等	项	1	
15	网络信息安全	工业级防火墙、安全卫士等	项	1	
16	水雨情系统	太阳能板、雨量计、水位计等	项	1	
17	水泵机组安全检测	振动传感器等	项	1	

5.3.3 金属结构

5.3.3.1 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：

《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T618-2021）

- 《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）
- (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。

5.3.3.2 设计内容

本次工程新建一座排涝泵站。金属结构分别为相应的泵站进水口自动清污机、出水口事故闸门、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。

本次设计拟对泵站出口位置闸门型式进行比选，通过对比分析快速闸门与拍门，考虑快速闸门制造安装复杂，投资较高，启闭速度较慢，故本次推荐泵站出口采用拍门断流，出水侧设置事故闸门。

本次新建泵站共设 3 台泵组。由内涌侧至外江侧依次设有进水口自动清污机、外江侧事故闸门及防洪闸。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。

5.3.3.2.1 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。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。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。

5.3.3.2.2 泵站出水口事故闸

根据本次泵站布置,合计设置 3 孔事故闸门(分别于左岸设置 1 孔、右岸设置 2 孔),每孔事故闸门孔口尺寸为 5.0m×5.0m。闸门的布置形式初步确定采用液压启闭机启闭。其中左岸泵站出口事故闸兼做防洪闸。

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。

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。

三孔事故闸采用的液压启闭机主要技术参数:

额定容量: $2 \times 200\text{kN} / 2 \times 100\text{kN}$; 工作行程: 5.0m; 电机功率: 22kW。

5.3.3.2.3 防洪闸

根据泵站整体布置,在右岸泵站出水口处设置一孔防洪闸,孔口尺寸为 6.5m×4.0m。闸门的布置形式初步确定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。

防洪闸门采用液压启闭机,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: $2 \times 200\text{kN} / 2 \times 100\text{kN}$; 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)。

5.3.3.3 金属结构设备材料表

本工程金属结构工程量见下表。

表5-82 金属结构设备材料表

项目	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	自动清污机 (左岸)	5.0×10.1 5-2.0m		1	1					皮带传送带 L约8m	1	7.5+3.5 +1.0
	自动清污机 (右岸)	5.0×9.65 -2.0m		2	2					皮带传送带 L约15m (共用)	1	2×7.5+3.5 +1.0
	拍门	2.0×4.4- 15m-	浮箱式分 节钢拍门	6	6							成套设备
	事故 闸门 (左岸)	5.0×5.0- 10.2m	提升式平 面钢闸门	1	3	10	6	10	6	2×250kN/2×1 00kN -5.0m 液压启闭机	1	采用一控 三, 22+22 (一用一备)
	事故 闸门 (右岸)	5.0×5.0- 10.2m	提升式平 面钢闸门	2	2	10	6	20	12	2×250kN/2×1 00kN -5.0m 液压启闭机	2	采用一控 二, 22+22 (一用一备)
	防洪 闸门 (右岸)	6.5×4.0	提升式平 面钢闸门	1	1	8	5.5	8	5.5	2×200kN/2×1 00kN -4.0m 液压启闭机	1	7.5+7.5 (一用一备)
应急操作器	无电液控应急操作器共2套											

5.3.4 采暖通风与空气调节

5.3.4.1 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, 属海洋性亚热带季风气候, 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。

5.3.4.2 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。

5.3.4.3 采暖通风

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，在高压开关房、低压配电室、变压器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。

5.3.4.4 空气调节

北濠涌排涝泵工程位于广州市海珠区，海珠区年平均气温为 21.8℃，月份平均气温平均为 28.4℃，1 月份平均气温平均为 13.3℃，日极端最高气温为 38.7℃，极端最低气温为 0.0℃，无霜期达 340 天，年平均相对湿度 79%。在高压开关房、低压配电室、变压器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见下表。

表5-83 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	

5.3.5 工程消防总体设计

5.3.5.1 工程消防的范围

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。

5.3.5.2 建筑物消防

5.3.5.2.1 设计依据

《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018 年版）；

《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。

5.3.5.2.2 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。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。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。

5.3.5.2.3 管理房火灾危险性分类和耐火等级

表5-84 建筑物的火灾危险性类别和耐火等级划分表

序号	建筑物名称	火灾危险性等级	耐火级别	序号	建筑物名称	火灾危险性等级	耐火级别
1	公共开关房	丁	二	6	低压室	丁	二
2	高压室	丁	二	7	中控室(含控制设备室)	丁	二
3	高压无功补偿室	丁	二	8	液压设备时	丁	二
4	水泵启动室	丁	二	9	值班室	丁	二
5	变压器室	丁	二	10	楼梯	丁	二

5.3.5.2.4 防火隔断

管理房火灾危险性类别均为丁类，其中局部场所房间为丙类，耐火等级均要求为二级。丙类生产场所与其它生产场所之间设有防火墙和防火门等防火隔断，一旦火灾发生可防止火灾蔓延。

5.3.5.2.5 防火分区设置

管理房为两层建筑，每层建筑面积小于 200 m²，可以作为一个防火分区，布置 1 部楼梯，负责整个管理房的垂直交通疏散。管理房二层平面，房间最远处距离疏散楼梯间距小于 20m，安全疏散出口门净宽 1.5m，并向疏散方向开启；走道净宽 1.6m，楼梯净宽 1.2m，符合《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)(2018 年版)要求。

管理房穿越防火墙的母线周围空隙、变压器室、其它充油电气设备室、配电装置室、厂用配电盘室之间的管沟、孔洞均用非燃烧材料堵塞。在防火隔墙上的开洞及交通出入口等不能用非燃烧材料封堵处，均采用防火水幕带封闭。

5.3.5.3 机电设备消防

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。

5.3.5.4 主要消防设备工程量

表5-85 主要消防设备工程量清单

序号	名称	型号规格	单位	数量
1	手提式灭火器	ABC 干粉（磷酸铵盐）	只	12
2	推车式灭火器	ABC 干粉（磷酸铵盐）	台	1
3	沙箱		个	1

5.4 用地征收补偿方案

5.4.1 建设征地范围

根据地形图，结合工程整治需要，本项目占地范围见图 5-76。

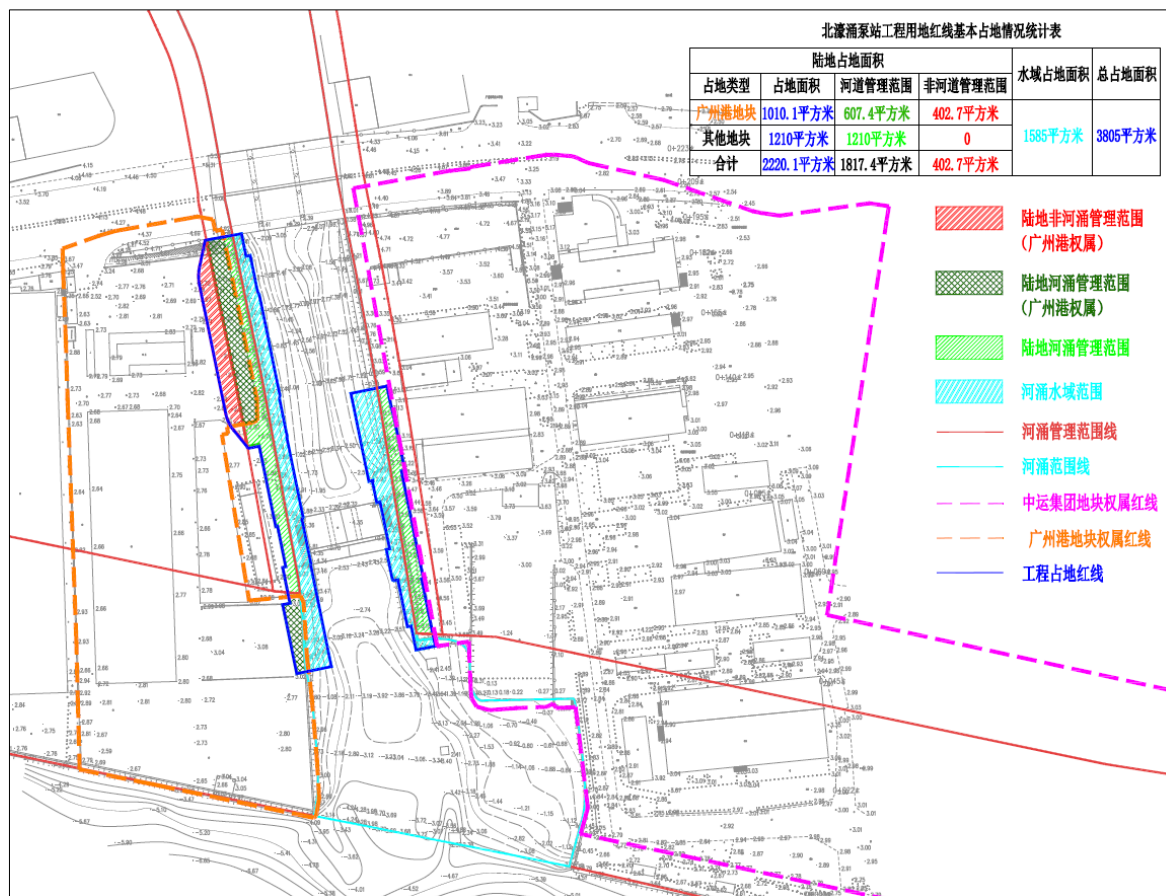


图5-76 工程用地范围图

5.4.2 建设征地实物

5.4.2.1 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。

5.4.2.2 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，工程永久征地 3805m²（5.71 亩），包括陆域永久征地 2220.1m²（3.33 亩）及水域永久征地 1585m²（2.38 亩），临时用地 1250m²（1.88 亩）。实物指标调查成果如下表。

表5-86 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	2220.1
永久占地（水域）	平方米	1585.0
临时占地	平方米	1250.0

5.4.3 投资估算

5.4.3.1 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》（1999 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》（1988 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》（1998 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) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SLT 618-2021）；

- (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) 《广东省人民政府办公厅转发省人力资源社会保障厅关于进一步做好我省被征地农民养老保障工作意见的通知》(粤府办〔2010〕41号);
- (25) 《广州市人民政府办公厅关于印发广州市城乡居民基本养老保险实施办法的通知》(穗府办〔2014〕66号);
- (26) 《关于公布实施征收农用地区片综合地价的公告》(2021年2月18日);
- (27) 《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(2017);
- (28) 《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);
- (29) 有关文件和图纸。

5.4.3.2 投资估算

(1) 工程占地补偿

根据类似工程,参考《广州市海珠区国有土地上房屋征收办公室关于珠江堤岸防护工程征地拆迁工作委托的复函》(海征办[2019]3号)、《市国土房管局关于征求对《广州市土地房屋征收补偿指导意见(试行)》意见的函》(穗国房函[2014]740号):永久借用土地价格按每亩50万元计算,临时租地价格按每亩14元/平方米.月(暂按12个月计列)。

(2) 青苗补偿

根据类似工程,参考《广州市海珠区国有土地上房屋征收办公室关于珠江堤岸防护工程征地拆迁工作委托的复函》(海征办[2019]3号),综合确定本工程青苗补偿标准为:每亩6.25万元计算。

（3）专业设施迁移费用

参考类似整治工程，专业设施迁移费用为工程征地补偿补偿费用之和的 10%。（建议业主进行专项专业设施迁移评估工作）。

（4）其他费用

其他费用均参考《广州市海珠区国有土地上房屋征收办公室关于珠江堤岸防护工程征地拆迁工作委托的复函》（海征办[2019]3 号）作为计算依据。

（5）征地、拆迁及补偿直接费用

征地拆迁补偿直接费：包括各类补偿直接费的总和。

（6）预备费

预备费参考《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（2017），可行性研究设计阶段基本预备费取以上各类费用总和的 16% 计列。

（7）有关税费

1) 耕地占用税

按国务院令 511 号《中华人民共和国耕地占用税暂行条例》和广东省财政厅、广东省地方税务局、广东省国土资源厅《关于核定广州市耕地占用税适用税额的批复》规定耕地占用税取 50 元/平方米。

2) 耕地开垦费

根据广东省人民政府第 146 令《广东省非农业建设补充耕地管理办法》规定耕地开垦费：28 元/平方米。

（8）社保费

根据广东省广州市有关规定，水利工程项目建设征地，落实被征地农民社保资金，社保资金要纳入工程投资。根据《广东省人民政府办公厅转发省人力资源社会保障厅关于进一步做好我省被征地农民养老保障工作意见的通知》（粤府办〔2010〕41 号）和《广州市人民政府办公厅关于印发广州市城乡居民基本养老保险实施办法的通知》（穗府办〔2014〕66 号）规定的第五档 4.14 万元/人标准执行。参保人数暂按人均占地面积 1 亩计列。

（9）总估算

本工程征地拆迁总估算为 1919.67 万元，计算见下表。

表5-87 征地拆迁总估算表

序号	项目名称	数量	单位	单价	单位	金额万元	备注
一	土地综合补偿					1537.96	
1	永久占地	3.33	亩	50	万元/亩	1516.96	陆永久占地面积中1010.1m ² 占用广州港集团权属地块部分,按1.5万元平方计列
2	临时占地	1250	平方米	14	元/平方米/月	21.00	暂按租地12个月计列
二	青苗补偿费					32.53	
1	永久占地	3.33	亩	6.25	万元/亩	20.81	
2	临时占地	1.88	亩	6.25	万元/亩	11.72	
三	专业设施迁					0	单独列计
四	直接费					1570.49	第一~三项之和
五	其他费用					43.22	
1	测绘费	5924.8	平方米	5	元/平方米	2.96	
2	放界点费	7109.76	平方米	50	元/平方米	35.55	初步估算界桩点
3	树木砍伐费	8.89	亩	5300	元/亩	4.71	
六	预备费					258.19	按第四项第五项之和的16%计取
七	有关税费					27.07	
1	耕地开垦费	3470.0	平方米	28	元/平方米	9.72	
2	耕地占用税	3470.0	平方米	50	元/平方米	17.35	
八	社保费	5	人	4.14	万元/人	20.70	暂按1人/亩计算,最终以社保局出具的社保费用测算说明为准
九	合计					1919.67	第四~八项之和

5.5 数字化方案

5.5.1 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。

5.5.2 建设目标、原则及依据

5.5.2.1 信息化建设目标

(1) 应以水情、防洪安全、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,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。

5.5.2.2 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。
- (2) 强化信息资源的整合。
- (3) 提高采集信息系统的精度和代表性。
- (4) 加强视频监控的力度及新技术的应用。

5.5.2.3 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 20269-2006）；
- 《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。

5.5.3 需求分析

5.5.3.1 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工程情况的实时监

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) 满足运行业务需求，各分项子系统应实现要求的调度指令流程与数据采集监控；构建应用集成支撑平台，综合集成各项子系统的功能和数据。

(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。

5.5.3.2 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。

5.5.4 总体设计

5.5.4.1 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。

5.5.4.2 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。

5.5.5 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。

5.5.5.1 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。

5.5.5.2 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。

5.5.5.3 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。

5.5.5.4 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。

5.5.5.5 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。

5.5.6 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。

5.5.7 网络信息安全

5.5.7.1 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、数据存储安全与冗灾、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。

5.5.7.2 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、数据冗灾策略，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。

5.5.8 系统集成与运行维护

5.5.8.1 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。

5.5.8.2 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。

5.6 建设管理方案

5.6.1 建设管理模式

本项目为新建排涝泵站工程，无固定的产出，属于典型的公益性基础设施项目，项目投资难以通过建设和运营实现回收，项目收入全部来自政府补贴。综合国内的工程实践，目前我国公益性基础设施项目的建设模式主要有以下 4 种：

- (1) 设计-招标-建造（DBB 模式）；
- (2) 工程总承包（EPC）模式；
- (3) 建造-运营-移交（BOT）模式；
- (4) 公共部门与私人企业合作（PPP）模式。

而本工程的建设管理模式采用设计—招标—建造（DBB 模式）。

5.6.2 管理机构

为了减少管理成本提高工作效率，建议排水工程设置统一管理机构，由广州市海珠区水务局作为主管部门，广州市海珠区河涌管理所负责项目建设管理。

5.6.3 工程管理体制

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。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。

5.6.4 工程质量管理

5.6.4.1 材料的质量控制

（一）常见质量问题

材料质量差，存在裂缝或局部混凝土疏松，抗压、抗渗能力差，容易被压破或产生渗水。

（二）质量控制措施

1、重视管材资料的检查。要求施工单位选用正规厂家生产的管材，并且检查管材的出厂合格证及送检力学试验报告等资料是否齐全。

2、重视管材外观的检查。管材进场后，工程材料员应对管材外观进行检查，管材不得有破损、脱皮、蜂窝露骨、裂纹等现象，对外观检查不合格的管材不得使用。

3、加强管材的保护。应要求生产厂家在管材运输、安装过程中加强对管材的保护。

5.6.4.2 测量放线的质量控制

（一）常见质量问题

测量差错或意外地避让原有构筑物，使泵站布置在平面上产生位置偏移，在立面上坡度不顺。

（二）质量控制措施

1、对放线要进行复测。测量员定出管道中心线及检查井位置后，要进行复测，其误差符合规范要求后才能允许进行下步施工。

2、多沟通联系。施工中如意外遇到构筑物须避让时，应要求监理单位和设计单位协商。

5.6.4.3 基坑开挖的质量控制

(一) 常见质量问题

在基坑开挖过程中经常会出现边坡塌方、坑底泡水、坑底超挖、基坑断面不符合要求等一些质量问题。

(二) 质量控制措施

1、淤泥土方采用挖掘机配自卸汽车进行土方开挖，开挖过程中应特别注意原有结构边坡的稳定性。土方开挖采用挖掘机挖，配自卸汽车运走。开挖接近设计坡面或闸站基坑底时改用人力开挖。

2、大面积开挖前，宜先开挖卸荷槽，设置排水沟，适时排出超孔隙水，降低软土附近地下水位；坚持近挖远卸原则，尽可能不用振动机械直接在软土上施工；开挖至设计坡面后，应尽快回填或进行表面保护加固；严禁在软土开挖面四周加载。

3、施工过程加强监测。

4、基坑开挖首先采用砂土填筑压淤平台式路堤，然后用挖掘机械站在路堤上挖去两侧软土，形成挖淤和运输机械的施工平台和道路，注意两侧挖淤面形成高差不宜过大，防止路堤飘移、滑塌。

5.6.5 工程安全管理

本工程为新建工程，现有北濠水闸的安全管理制度包括：《站闸管理员工作职责》、《水闸安全生产管理制度》、《水闸管理房消防安全管理制度》、《水务中心站闸值班制度》等。

水闸泵站安全管理制度基本齐全完备，水闸控制运行计划每年由上级部门审批后实施，满足标准要求。

5.6.6 工程运行管理

项目的人力资源配置是确保项目成功实施的关键，主要负责日常的运营、维护和管理。对工程大修、扩建等重大的施工任务和河道沿线的绿化、清洁卫生等具体工作，不含在人员编制中，建议可通过招标外包解决。管理任务包括如下方面。

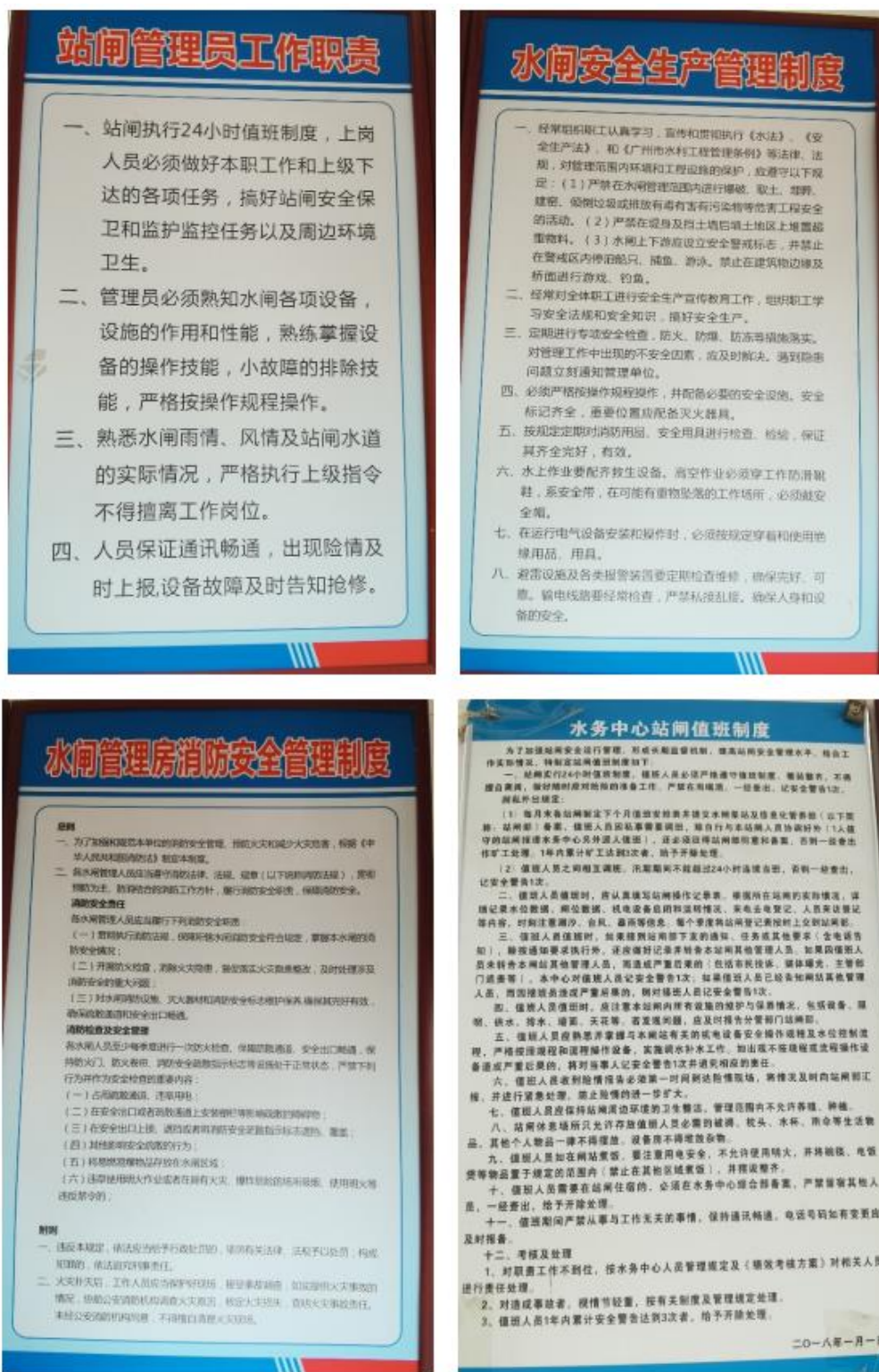


图5-77 水闸泵站安全管理制度

(1) 负责《河道管理条例》、《中华人民共和国水法》、《防洪法》及有关法规、条例的宣传、组织实施和监督执行。负责防洪调度、河道整治、保护河道堤防水土资源及附属工程设施的完整。

(2) 负责水利工程设施整修加固的组织领导，进行河道及堤防工程业务技术指导，

维护工程完整，确保工程安全。

(3) 参加防汛抢险工作，在市防汛抗旱指挥部统一领导下开展工作，要及时掌握汛情、险情，提出防汛抢险技术措施方案，当好领导参谋。

(4) 进行水文和水工建筑物有关项目的观测整编分析和运行调度，积累资料并整编存档，结合业务进行科学研究技术革新。

(5) 在水利工程管理范围内，大力搞好绿化、养护、防止水土流失，创造好的景观效益。

(6) 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的防洪功能。

5.6.7 管理设施与设备

(1) 交通及通信设施

1) 交通

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。

2) 通信

通信系统，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。

(2) 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。

(3) 生物工程

保护堤防安全和生态环境的生物工程，主要有护堤地、草皮护坡等项目。

护堤地宜种植适宜于当地土壤气候条件、材质好、生长快、经济效益高、与城市规划相协调的树种。

护坡用的草皮，以选用适合当地土壤气候条件，根系发育、生命力强的草种为宜。

(4) 管理单位生产、生活区建设

现状已有管理办公场地，本工程不考虑该部分建设。

5.6.8 工程招标

根据项目投资及文件要求，本工程勘察、设计、监理、建筑安装工程均需招标，招标组织形式为委托招标，招标方式为公开招标。

5.6.9 建设进度

根据本项目的特点，将建设阶段分为前期工作、设计、施工及安装、工程验收等四个阶段。前期工作阶段包括可行性研究；设计阶段包括初步设计、施工图设计及施工图审查；施工安装阶段包括施工单位招标、土建施工、等内容；验收阶段包括工程验收及交付等工作在内。

5.6.10 工程质量要求

5.6.10.1 材料的质量控制

(一) 常见质量问题

材料质量差，存在裂缝或局部混凝土疏松，抗压、抗渗能力差，容易被压破或产生渗水。

(二) 质量控制措施

1) 重视管材资料的检查。要求施工单位选用正规厂家生产的管材，并且检查管材的出厂合格证及送检力学试验报告等资料是否齐全。

2) 重视管材外观的检查。管材进场后，工程材料员应对管材外观进行检查，管材不得有破损、脱皮、蜂窝露骨、裂纹等现象，对外观检查不合格的管材不得使用。

3) 加强管材的保护。应要求生产厂家在管材运输、安装过程中加强对管材的保护。

5.6.10.2 测量放线的质量控制

(一) 常见质量问题

测量差错或意外地避让原有构筑物，使管道在平面上产生位置偏移，在立面上坡度

不顺。

（二）质量控制措施

1)对放线要进行复测。测量员定出管道中心线及检查井位置后,要进行复测,其误差符合规范要求后才能允许进行下步施工。

2)多沟通联系。施工中如意外遇到构筑物须避让时,应要求监理单位和设计单位协商,在适当的位置增设连接井,其间以直线连通,连接井转角应大于 135° 。

5.6.10.3 基坑开挖的质量控制

（一）常见质量问题

在基坑开挖过程中经常会出现边坡塌方、坑底泡水、坑底超挖、基坑断面不符合要求等一些质量问题。

（二）质量控制措施

1)防止边坡塌方:根据土壤类别、土的力学性质确定适当的基坑边坡坡度。实施支撑的基坑坡度一般采用 $1 : 0.05$ 。对于较深的基坑,宜分层开挖。开挖土方应妥善安排堆放位置,一般情况不得堆在基坑两侧。堆土下坡脚与坑边的距离根据基坑深度、土质、边坡来确定,其最小距离应为 1.0m。

2)基坑断面的控制:确定合理的开挖断面和坑底宽度。开挖断面由坑底宽、挖深、坑底各层边坡坡度以及层间留台宽度等因素确定。坑底宽度,应为结构宽度加两侧工作宽度。因此,确定开挖断面时,要考虑生产安全和工程质量,做到开挖断面合理。

3)防止坑底泡水:雨季施工时,应在基坑外开挖排水沟,防止雨水流入坑内。在地下水位以下或有浅层滞水地段开挖,应要求施工单位设排水沟、集水井,用水泵进行抽水。基坑见底后应随即进行下一道工序,否则,坑底应留 20cm 土层不挖作为保护层。

4)防止坑底超挖:在开挖时应跟踪并对坑底高程进行测量检验。使用机械开挖时,在设计坑底高程以上预留 20cm 土层,待人工清挖。如遇超挖,应采取以下措施:用碎石(或卵石)填到设计高程,或填土夯实,其密实度不低于原天然地基密实度。

5.6.11 劳动安全与工业卫生

5.6.11.1 设计原则

本工程劳动安全与工业卫生设计,遵照国家的法律、法规和相关的规范、标准,贯

彻执行“安全第一，预防为主”的方针和“以人为本”的原则。为使本项目建设符合劳动安全与工业卫生要求，提高工程建设人员和运行人员的安全卫生意识，自觉防范生产经营活动中的安全卫生风险，加强安全生产监督管理，防止和减少生产安全事故，保障人民群众生命和财产安全。本设计根据工程特征及其具体环境，对危险有害因素进行分析，提出防范措施，同时根据国家现行的劳动安全与工业卫生有关标准的规定，对工程所需的设备和材料，做好选用工作。

5.6.11.2 设计依据

- 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）

5.6.11.3 危险与有害因素分析

5.6.11.3.1 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5-88 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。

5.6.11.3.2 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。

5.6.11.4 劳动安全措施

5.6.11.4.1 施工安全措施

本工程施工过程中的危险工作场所应设立安全标志，基坑施工应作好安全围栏和边坡支护工作。围堰施工应注意水上施工安全，防止坠水事故发生。

5.6.11.4.2 防火、防爆

(1) 安全措施

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。主要消防措施包括：

- 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。

(2) 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。

(3) 防机械伤害、防坠落措施

- 1) 楼梯、爬梯、平台均设扶手并采取防滑措施。
- 2) 阀门起吊设施所用钢丝绳、滑轮、吊钩符合《起重机械安全规程》(GB6067)的有关规定。
- 3) 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。

4) 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。

5.6.11.4.3 防电气伤害

- (1) 所有电气设备的绝缘水平，均满足国家现行的有关标准要求。
- (2) 所有配电装置的安全净距均符合国家和行业颁布的有关现行标准。
- (3) 低压电力网采用 TN-S 系统供电。
- (4) 变压器为干式变压器，具有防护等级不低于 IP2X 的防护外罩，并杜绝裸露导体。
- (5) 电源线选用带金属外皮的电缆，金属外皮与接地网可靠连接。
- (6) 泵站设有接地网，接地电阻按小于 1Ω 进行设计。
- (7) 电气设备外壳和发热钢构件在正常运行中的最高温升，运行人员易触及的部位不大于 30K；运行人员不易触及的部位不大于 40K；运行人员不触及的部位不大于 65K，并设有明显的安全标志。

5.6.11.4.4 防机械伤害、防坠落伤害

(1) 防机械伤害

1) 机械设备的选用、安装、运行符合下列有关标准规定：

《生产设备安全卫生设备总则》(GB5083)；

《机械保护安全距离》(GB12295)；

《机械保护罩安全要求》(GB8196)；

《防护屏安全要求》(GB8197)；

《起重机安全规程》(GB6067)。

2) 启闭机房内的启闭机的设计、制造、安装均符合《起重机安全规程》(GB6067)的规定。吊运时按操作规程，避免碰伤、砸伤人员和吊件坠落。启闭机与墙的净距满足规范要求，开式齿轮设有防护罩。

(2) 防坠落伤害

各门槽等均设险盖板或栅条盖板。检修时，其孔口设置临时护栏和标志。在各闸门操作人行通道设有护栏。安全标志的设置参照下表选用。

表5-89 安全标志表

标志名称	安全色	设置场所	标志内容
禁止标志	红色	闸门门槽（门库）防护栏杆	禁止跨越
泄水（进水口）等建筑物的通气孔设置的防护栏杆			
电缆室入口处、油罐室、油处理室入口处		禁止烟火	
警告标志	黄色	配电装置的防护围栏杆	当心触电
温度超过 65K 的设备外壳或发热构件		当心高温伤人	
集水井、吊物孔周围的防护栏杆		当心坠落	
进、出桥机处			
超过 2m 钢直梯上端			
机修车间入口处		当心机械伤人	
超过 55° 钢直梯		当心滑跌	
主要交通道口		当心车辆	
启闭机动滑轮下		当心坠落	
起重机下		当心机械伤害	
提示标志	绿色	消防设施	消火栓
灭火器			
火警电话			
消防水带			
安全疏散通道		安全通道	
太平门			

5.6.11.4.5 防洪、防淹

(1) 围堰、基坑边坡应满足稳定要求，避免溃塌造成洪灾和内涌受淹事故。根据设计计算，稳定系数均满足规范要求。

(2) 施工围堰、工作平台、道路、房屋等高程均满足防洪、防淹要求。施工单位应配备相应的水上急救设备。比如救生艇，救生衣等。

(3) 为确保运行安全，闸门的启闭操作要求绝对可靠并定期维护检查。为了满足防汛需求，另设柴油发电机组作为防汛紧急保安电源。

(4) 泵站周边及泄洪区设立明显的标志牌，禁止人员游泳和在泄洪区戏水。所有的水上工作及活动应经水闸管理所同意方可进行。

5.6.11.5 工业卫生措施

5.6.11.5.1 防噪声及防振动

生产管理用房的各部位噪声限制值均按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（DL5061-1996）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。

5.6.11.5.2 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。

5.6.11.5.3 采光与照明

本工程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》(DL5061-1996)表 5.3.2 的有关规定。

5.6.11.5.4 防尘、防污、附腐蚀、防毒

(1) 泵站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。

5.6.11.5.5 防洪、防淹防电磁辐射

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。

5.6.11.6 安全卫生设施

5.6.11.6.1 辅助用房

本工程现场运行管理设置了管理房、卫生间等，不仅能满足运行管理人员生产、生活的需要，还可兼作安全卫生设施和仪器的临时存放之用。

5.6.11.6.2 安全卫生管理机构及配置

安全卫生管理机构负责工程项目投产后的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。

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，本工程在管理人员中设置 1 名劳动安全与卫生管理人员（兼职）。

5.6.11.7 安全卫生评价

本工程主要建筑物有：泵房、出水防洪闸等。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。

5.7 水土保持方案

5.7.1 项目概述

项目所在地为广州市海珠区，项目区不属于国家及广东省水土流失重点预防保护区和重点治理区，不属于广州市的重点防治两区范围内，不属于广州市划定的易发区划定范围内，因此不需单独编制水土保持方案，由于项目位于海珠区，属经济发达地区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的规定：本项目水土流失防治标准执行等级为南方红壤区建设类项目一级标准。

5.7.2 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）；

《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院，1993年8月1日发布并实施，2011年1月8日修订）；

《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）。

5.7.3 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海珠区，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。该区域降水量多，植被覆盖率高，生态系统抵御干扰能力较强，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，两岸植物保护带将被损坏，但本工程建成后，景观绿化工程将重铸河道的植被保护带，对河道和湿地进行大面积的绿化，起到较好的景观作用，还能够对河岸边线起到保护作用。因此，该工程虽然损坏了原河道两边的植被保护带，但工程建成后将重新建设植被保护带，较原来的植被缓冲带植被更充裕，缓冲带面积更大，起到更好的保护作用。

(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。

5.7.4 水土保持工程设计

5.7.4.1 植被恢复与建设工程设计

拟种植狗牙根，种植采取条播的形式，草籽播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ；播种面积为 0.14hm^2 ，共需草籽量为 11.2kg 。

5.7.4.2 临时防护和其他工程设计

（1）临时拦挡填方堤岸处拟用草包袋装表土拦挡，表土的堆放场需布置临时拦挡，挡墙断面为梯形断面，尺寸为：下底 2m ，上底 0.8m ，高 2m 。施工结束后，将拆除挡墙所得表土就近利用。临时挡土墙单位工程量为草包袋装土 $2.80\text{m}^3/\text{m}$ 。经估算，临时挡墙长 360m ，草包袋土填筑（拆除） 1008m^3 。

（2）塑料彩条布覆盖

在涉及边坡施工过程中，如遇暴雨天气在降水作用下易产生水土流失，因此在堆填过程中应做好雨情预报，雨前采用塑料彩条布覆盖保护边坡。经计算，本工程共需覆盖塑料彩条布 1382.4m^2 。

（3）临时排水、沉沙

在施工生产场地、表土堆放场周边，沿边线开挖排水沟，并设置沉沙池。排水沟采

用断面尺寸为 $0.9\text{m} \times 0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ （上口宽 \times 底宽 \times 深）的土质梯形沟，单位工程量为开挖土方 $0.18\text{m}^3/\text{m}$ ；沉沙池的尺寸为 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m} \times 1.0\text{m}$ （长 \times 宽 \times 深），边坡 1:0.5，单位工程土方开挖 $2.7\text{m}^3/\text{座}$ 。根据表土堆放场、施工场地的占地规模估算，需修筑临时排水沟 500m，开挖土方 90m^3 ，配套沉沙池 3 个。

5.7.5 水土保持监测与管理设计

5.7.5.1 施工组织形式

水土保持措施是对工程建设过程中可能产生的水土流失所采取的预防和治理措施，是对主体工程设计的补充，本着“同时设计，同时施工，同时投产使用”的原则，水土保持工程应纳入主体工程，实行项目法人制、招标投标制及项目监理制。因此，水土保持工程与主体工程一起招标，签订施工合同，按照设计施工合同完成水土保持工程。

5.7.5.2 施工材料来源

水土保持工程所需土石料充分利用工程开挖料；水泥、砂砾石、编织袋、土工布等均属常规物资，均可在项目区附近购买。水土保持工程与主体工程处于同一区域施工，主体工程施工场地，可以满足施工材料运输需要，已有进场道路满足施工要求。水土保持工程施工用水和用电量相对较小，施工用水用电可由主体工程供水供电系统统一供应。

该工程新增水土保持措施主要为临时措施。临时措施包括临时拦挡、排水和覆盖措施等。主要施工方法如下：该工程临时措施包括临时排水沟和土质沉沙池、编织袋装土拦挡、土工布覆盖。临时排水沟和沉沙池施工与上述的永久排水设施施工方法基本相同，施工材料存在差异。临时排水设施应尽可能结合永久排水设施进行布置，能加工改造成永久排水设施的不予拆除，减少二次扰动影响；不能利用的进行拆除或填埋；其余的临时措施在施工完毕后均应拆除。

5.7.5.3 水土保持措施落实

为了全面落实水土保持措施，确保水土保持措施按计划实施，使工程建设过程中造生的水土流失及时得到治理，维护工程建设运行安全，项目区周边及生态环境呈良性发展。建设单位应依据相关法律法规、部委规章、规范性文件以及技术规范，在组织、技术以及资金上等方面予以保障。

建设单位应设立专门的水土保持工程项目部，抽调水土保持专业技术人员负责水土

保持工作的管理、组织实施及水土保持法律法规的宣传工作。水土保持措施应纳入主体工程招投标文件，水土保持工程专项监理应由具有乙级以上水土保持监理资质的监理单位进行监理，水土保持监测任务要由具有水土保持监测资质的单位承担。对所有水土保持防治措施、监测成果应及时进行验收，水土保持防治措施验收不合格的主体工程不能投入使用。水土保持资金在该项目建设前期应到位，并实行专户管理。

5.7.6 水土保持投资估算

本项目水土保持工程估算总投资 24.06 万元。

表5-90 水土保持投资估算表

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价（元）	费用
					（万元）
一	工程措施				2.17
1	施工临时道路区				0.32
1)	表土剥离	m ³	360.00	1.61	0.06
2)	表土回填	m ³	360.00	7.33	0.26
2	施工营造区				0.51
1)	表土剥离	m ³	570.00	1.61	0.09
2)	表土回填	m ³	570.00	7.33	0.42
3	临时堆土区				1.34
1)	表土剥离	m ³	1500.00	1.61	0.24
2)	表土回填	m ³	1500.00	7.33	1.10
二	植物措施				0.43
1	施工临时道路区				0.06
1)	全面整地	hm ²	0.12	1417.59	0.02
2)	撒播草籽	hm ²	0.12	3829.88	0.05
2	施工营造区				0.10
1)	全面整地	hm ²	0.19	1417.59	0.03
2)	撒播草籽	hm ²	0.19	3829.88	0.07
3	临时堆土区				0.26
1)	全面整地	hm ²	0.50	1417.59	0.07
2)	撒播草籽	hm ²	0.50	3829.88	0.19
三	监测措施				3.00
1	监测设备、仪表	项	1.00	5000.00	0.50
2	建设期观测人工费用	元	1.00	25000.00	2.50
四	临时防护工程				13.39
1	主体工程区				2.41
1)	洗车池	个	2.00	2000.00	0.40
2)	临时沉砂池				2.01
a	土方开挖	m ³	40.74	33.90	0.14
b	砖砌	m ³	33.45	523.24	1.75
c	砂浆抹面	m ²	64.29	18.94	0.12

序号	工程费用或名称	单位	数量	单价 (元)	费用
					(万元)
2	施工临时道路区				1.03
1)	临时排水沟				1.03
a	土方开挖 (人工)	m ³	73.92	37.13	0.27
b	砂浆抹面	m ²	398.68	18.94	0.76
3	施工营造区				1.66
1)	临时排水沟				0.65
a	土方开挖 (人工)	m ³	46.80	37.13	0.17
b	砂浆抹面	m ²	252.41	18.94	0.48
2)	临时沉砂池				1.00
a	土方开挖	m ³	20.37	33.90	0.07
b	砖砌	m ³	16.72	523.24	0.88
c	砂浆抹面	m ²	32.14	18.94	0.06
4	临时堆土区				8.26
1)	临时排水沟				1.17
a	土方开挖 (人工)	m ³	84.00	37.13	0.31
b	砂浆抹面	m ²	453.04	18.94	0.86
2)	临时沉砂池				1.00
a	土方开挖	m ³	20.37	33.90	0.07
b	砖砌	m ³	16.72	523.24	0.88
c	砂浆抹面	m ²	32.14	18.94	0.06
3)	编织袋拦挡				3.92
	编织袋拦挡 填筑	m ³ 堰体方	240.00	141.07	3.39
	编织袋拦挡 拆除	m ³ 堰体方	240.00	22.29	0.53
4)	彩条布覆盖	m ²	5400.00	4.00	2.16
5	其他临时工程	第一、二部分之和的 1.5%			0.04
五	独立费用				2.89
1	建设管理费	(一+二+三+四) ×3%			0.57
2	招标业务费	参照国家发改委及广东省有关部门规定			0.26
3	经济技术咨询费				0.38
1)	技术咨询费	(一+二+三+四) ×2%			0.38
2)	方案编制费				0
4	工程建设监理费	参照国家发改委及广东省有关部门规定计算			0.48
5	工程造价咨询服务费	参照广东省有关部门规定计算			0.23
6	科研勘测设计费				0.97
1)	勘察费	参照国家计委、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)计算			0.56
2)	设计费				0.41
I	一至五部分合计				21.88
II	基本预备费	(一+二+三+四+五) ×10%			2.19
III	价差预备费				
七	方案新增静态总投资	I+II+III			24.06
八	水保设施补偿费	m ²	0	0.5	0.00
九	合计				24.06

5.8 海绵城市建设方案

5.8.1 设计依据

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。

5.8.2 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。

5.8.3 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。

5.8.4 海绵城市指标

广州市水务工程海绵城市建设技术指标主要有生态岸线恢复、面源污染控制率、管网漏损控制率、内涝防治标准、城市防洪标准、雨水利用率及污水再生利用率等项目，指标取值根据《广州市海绵城市专项规划（2016-2030）》、《广州市海绵城市建设指标体系（试行）》（穗水〔2017〕16号）、《广州市水务工程项目海绵城市建设技术指引》、《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）等规划及指引确定。

本工程的海绵城市指标计算主要按照《广州市海绵城市专项规划》提出的海绵城市指标体系进行。根据本工程的功能定位及具体工程内容，工程区域内工程涉及的海绵城市指标如下：在水安全方面，包括城市防洪（潮）标准 200 年一遇，中心城区有效应对不低于 100 年一遇暴雨的内涝治理标准。

本工程坐在位置在中心城区，应按工程所在区域实际情况确定防洪（潮）、排涝标准。综合考虑，工程排涝标准采用 50 年一遇 24 小时不成灾，有效应对 100 年重现期内涝治理标准。

5.8.5 海绵城市设计

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。

管理房屋顶可以增加隔热草坪铺设，一般采用 30cm×50cm 块状或 50cm×50cm 块状草坪绿草层厚 5~15cm，及网层厚 2~3cm，覆盖率应达到 95% 以上。

表5-91 LID 统计计算

序号	汇水分区	LID 设施布置	面积	储水深度	有效调蓄容积
1	汇水分区 1	绿色屋顶	31.20	0.05	1.51
2	汇水分区 2	下沉绿地	309.69	0.2	61.84

表5-92 综合径流系数计算

编号	下垫面类型	面积 (m ²)	综合雨量径流系数
		A	B
1	硬质屋面	324.31	0.85
2	绿色屋顶	31.20	0.45
3	透水铺装	86.42	0.25
4	非透水铺装	261.88	0.9
5	绿化	557.18	0.15
6	合计	1260.99	0.22
综合径流系数		0.22	

表5-93 设计调蓄容积计算

	总面积 F (ha)	径流系数 φ	年径流总控制率 (%)	设计降雨量 h	最小调蓄容积 (m ³)
汇水分区	0.0844	0.22	70	25.8	33.53

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。

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，除进场道路需要做硬底化处理，其余部分均采用草皮复绿，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。

表5-94 建设项目海绵城市目标取值计算表

海珠区北濠涌排涝泵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5-95 建设项目海绵城市专项设计方案自评表

1	项目名称	海珠区北濠涌排涝泵工程
2	用地位置	广州市海珠区

3	总用地面积 <u>1260.99</u> 平方米, 其中城市道路用地面积 <u> </u> 平方米, 绿地用地面积 <u>557.18</u> 平方米, 河涌用地面积 <u> </u> 平方米, 可建设用地面积 <u> </u> 平方米。			
4	地块防洪标高	4.40	室外地坪标高	4.40
5	排水体制	分流	化粪池设置	否
6	建设前总雨水径流量	144m ³	建设后总雨水径流量	192m ³
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		70%	81.60%

表5-96 建设项目排水专项方案自评表

项目名称	海珠区北濠涌排涝泵工程					
建设单位	广州市海珠区河涌管理所					
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	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 ³ /d)	管径	拟接驳下游管道管径	备注	
	管理房南侧	-	-	-		
雨水管道设计	暴雨强度 q(l/s ha)		400	重现期 P(年)	2%	
	建设前综合径流系数		0.60	建设后综合径流系数	0.80	
	建设前年径流总量控制率		70%	建设后年径流总量控制率	81.60%	
	建设前总雨水径流量(万 m ³)		144m ³	建设后总雨水径流量	192m ³	
	红线范围内硬底化面积(m ²)		586.19			
	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		61.84		
	雨水口排出口位置	预测雨水排放量(m ³ /d)	管径	拟接驳下游管道管径	备注	
珠江后航道侧	185.73	DN300	河涌			

5.9 树木保护专章

5.9.1 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。

5.9.2 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。

5.9.2.1 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。

5.9.2.2 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。

5.9.2.3 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。

5.9.2.4 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。

5.9.3 编制依据

5.9.3.1 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)

5.9.3.1.1 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)

5.9.3.1.2 技术标准和规范

- (1) 《绿化工程施工及验收规范》(CJJ82-2012)
- (2) 《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》(GB/T31755-2015)
- (3) 《园林绿化工程项目规范》(GB55014-2021)
- (4) 《古树名木鉴定规范》(LY/T2737-2016)
- (5) 《园林绿地养护管理技术规范(B4401/T6-2018)
- (6) 《园林树木安全性评价技术规范》(DB4401/T17-2019)
- (7) 《古树名木保护技术规范》(DB4401/T52-2020)
- (8) 《古树名木健康巡查技术规范》(DB4401/T126-2021)
- (9) 《广州市树木修剪技术指引(试行)》(2021.9)
- (10) 《广州市城市道路绿化改造树木处理技术指引》(2020.3)
- (11) 《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》(GB/T31755-2015)
- (12) 《水闸设计规范》(SL265-2016)
- (13) 《泵站设计规范》(GB50265-2010)
- (14) 《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)
- (15) 《绿化工程施工及验收规范》(CJJ82-2012)

5.9.3.2 植物名录

- (1) 《中国主要栽培珍贵树种参考名录》(2017年版)
- (2) 《国家重点保护野生植物名录》(2021年)
- (3) 《广东省主要乡土树种名录》(2021年)

5.9.4 树木资源调查

5.9.4.1 调查内容与方法

5.9.4.1.1 调查范围

调查北濠涌排涝泵工程范围面积约 5820 平方米内的现状树木，如下图所示。

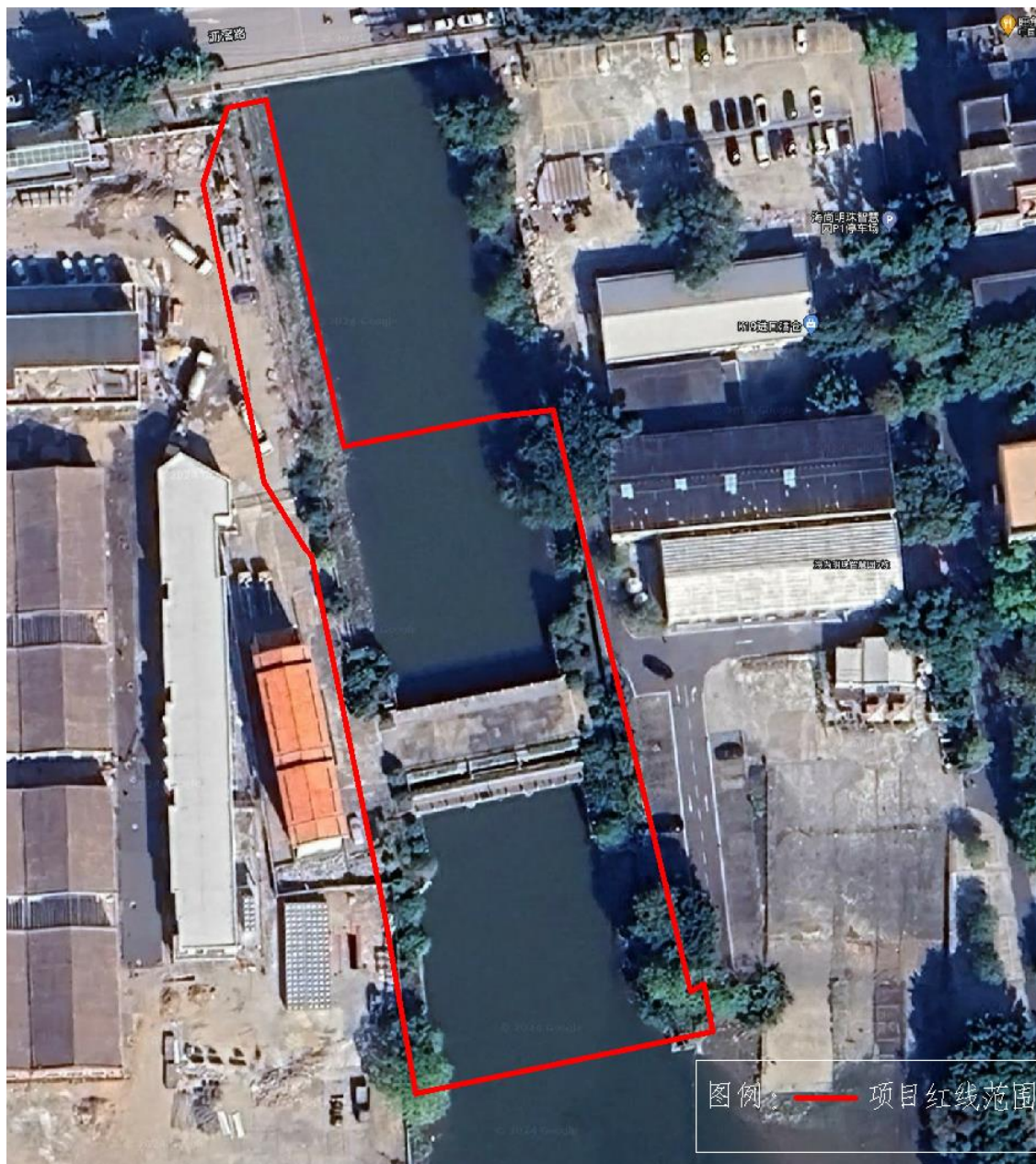


图5-78 项目调查范围

5.9.4.1.2 调查对象

对本项目施工红线和临时占地范围内的现有绿地和现状城市树木展开调查，记录其绿地面积和树木资源种类、树高、树龄、冠幅、数量、位置、权属、管护措施、生长势、病害状况、立地环境现状、保护设施现状等数据，编制树木信息汇总表。

5.9.4.1.3 树木调查方法

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。

(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；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：根据长势，判断树木长势属于正常、衰弱、濒危、死亡。

(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) 拍摄照片：拍摄树木全景、立地环境、树干等照片。

(7) 测量绿地、连片成林树木边界：

根据树木保护专章编制的要求，需测量项目施工红线和临时占地范围内的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测量项目施工红线和临时占地范围内现有绿地(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。

②测量项目施工红线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。

5.9.4.2 资源状况分析

经核查，本项目范围共有树木 58 棵，项目涉及树木迁移，将按园林绿化管理部门规定报批后实施。

5.9.4.2.1 总体概况

经调研测量，拟建红线范围内的树木共有 58 株，无古树名木。

无古树后续资源，大树有 9 株，分别是构树、苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆和细

叶榕；其他树木有 49 株，分别是波罗蜜、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，树木分类统计详见表 5-97，树木种类统计见表 5-98。

表5-97 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	9	15.52
其他树木	49	84.48
总计	58	100

表5-98 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 (不含 20cm)	胸径 20-40cm (不含 40cm)	胸径 40-60cm (不含 60cm)	胸径 60-80cm (不含 80cm)	胸径 80cm 以上	
1	楝科	苦楝	0	0	1	0	0	1
2	锦葵科	美丽异木棉	0	1	1	0	0	2
3	漆树科	杧果	2	0	0	0	0	2
4	蔷薇科	枇杷	1	0	0	0	0	1
5	豆科	降香	7	0	0	0	0	7
6	桑科	构树	2	3	0	0	0	5
		细叶榕	3	0	1	0	0	4
		波罗蜜	2	0	0	0	0	2
		黑桑	1	0	0	0	0	1
7	山榄科	人心果	1	0	0	0	0	1
8	桃金娘科	水翁蒲桃	4	0	0	0	0	4
		番石榴	1	0	0	0	0	1
9	无患子科	荔枝	10	0	0	0	0	10
		龙眼	12	0	0	0	0	12
		栾树	0	1	0	0	0	1
10	梧桐科	苹婆	1	1	0	0	0	2
11	芸香科	黄皮	1	0	0	0	0	1
12	酢浆草科	阳桃	1	0	0	0	0	1
合计			49	6	3	0	0	58

5.9.4.2.2 现有绿地

本项目红线范围内，无现有绿地。

5.9.4.2.3 连片成林

本项目红线范围内，无连片成林。

5.9.4.2.4 大树

本项目用地施工范围内，胸径在 20cm（含）-80cm（不含）之间的大树共 9 株，树种为构树、苦楝、栾树、美丽异木棉、苹婆和细叶榕。

5.9.4.2.5 其他树木

本项目红线范围内，胸径在 20cm（不含）以内的其他树木共 49 株，树种为波罗蜜、番石榴、构树、黑桑、黄皮、降香、荔枝、龙眼、芒果、枇杷、苹婆、水翁蒲桃、人心果、细叶榕和阳桃。

5.9.4.3 生长状况分析

参考《古树名木普查技术规范（LY/T2738-2016）》中的生长势分级标准，根据树木叶片、枝条和树干生长的正常或衰弱程度划分为正常、衰弱、濒危、死亡四级。

项目建设范围内的 58 株树木长势均为正常，正常叶片量占叶片总量 95% 以上，枝条生长正常、新梢数量多，无枯枝枯梢，树干基本完好，无坏死。但是，由于项目范围内树木种植地面周围进行了硬化处理，导致此部分树木生长环境较差，影响树木的正常生长。



图5-79 现场树木生长状况图

5.9.5 树木保护措施

本项目范围内调查未发现古树名木及古树后续资源，无现有绿地、树木分散未形成连片成林。

5.9.5.1 现有绿地保护

本次提升改造工程主要是水利工程项目。建议优化项目设计，最大限度减少对绿地

占用，保护绿地及生态资源，营造更好的生态环境等。依法建设，依法审批，确保项目建设完成后绿地率符合相关法规的要求。

优化建筑设计，主动避让红线范围的树木资源，并让这些树木资源更好地发挥生态效益，成为项目设计的亮点。必要时列出不同避让方式的比选方案。

采用分级避让，想方设法让建筑体量、方位、高度对大树及其他树木资源最大限度避让，切实保护项目用地上的所有生态资源。

此外，应注意树木生境保护，靠近大树的平台铺装，应采用透水透气、不污染土壤的生态铺装，以确保其健康成长。

5.9.5.2 大树保护利用方案

根据《广州市绿化条例》、《广州市城市树木保护管理规定（试行）》等规定，本专章根据目前城市设计规划方案，本着最大限度保护利用现有树木资源的原则，提出以下树木保护方案，具体以实施阶段方案为准。

5.9.5.3 迁移、回迁利用

针对居住、商业、道路等用地，在充分摸排项目红线内植物分布、大小、品种等情况之后，细致分析现状，优化项目设计，尽可能减少对原有大树的迁移，做到“非必要，不迁移”，确实需要迁移，应按照《广州市绿化条例》向绿化行政主管部门进行申请。

在树木迁移过程中，首先要对树木迁移必要性进行分析，并确定迁移地点，详述树木迁移新场地现状（应进行迁入地调查，包括与原址距离、面积、土壤检测、地下水位调查、配套设施等）。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。

5.9.5.4 清除处理

对项目建设区内存在下述问题的树木，可以进行清除处理。

- (1) 不易救治的严重病虫害（发生检疫性或新传入的病虫害）；
- (2) 树体严重中空或树木生长势严重衰弱难以恢复；
- (3) 树木死亡；
- (4) 树木已无景观价值；
- (5) 树体严重倾斜；
- (6) 不具备迁移条件（树木位于桥梁、隧道、地铁保护区内、树木地下和周边 1.5m

范围内存在地下管线及其他建筑物基础、无完整土球的树木等)；

(7) 其他。

树木处理施工作业应满足 GB50720《建设工程施工现场消防安全技术规范》的消防安全作业要求。树木处理施工作业安全围蔽工作应满足 GA/T900《城市道路施工作业交通组织规范》和《广州市建设工程绿色施工围蔽指导图集(V2.0版)》的施工作业要求。

5.9.6 树木保护工作说明

5.9.6.1 大树原址保留建议措施

5.9.6.1.1 建立登记卡

对每株原地保留树木进行编号、挂牌，建立树木档案。标明树木的名称、胸径、冠幅、生态学习性、保护注意事项等，安排专人看护，负责浇灌、施肥、病虫害防治等，每月对树木生长情况进行评估。对每株树木在施工期进行全过程跟踪管理。对珍贵树种和胸径大于 50cm 的树种，应该加大巡查力度。对保护有特别风险及特别要求的树木，要予以确定，专题讨论，制定特殊的保护方案。

5.9.6.1.2 施工管理

(1) 施工范围和树木的最小水平距离应符合规范要求。

(2) 在施工期间，严禁将带有腐蚀性或对树木有损害的物资堆放在树木周围。对使用有害液体产生有毒气体区域的树木进行重点观测，防止有害液体浸入树根土壤中，使土壤板结或直接伤害树根；防止有害气体对植物产生毒害作用。防止树木树根部地表周围被硬物或水泥浆等物质覆盖，造成地表水不能渗入土壤，影响树根对养分的吸收。严禁将垃圾堆放在树木周围。

(3) 加强现场用火管理，在树木周围不要堆放易燃易爆物资和使用明火或电焊作业，确需用火或电焊时必须采取防火措施。树周围清理干净，不堆杂物，并且配备足够的灭火器材，防止火灾发生。

5.9.6.1.3 保护措施

(1) 树冠收拢

树冠采用尼龙网收拢，对于施工中无法避让并与建筑物打架的树杈，请园林专家给予指导，合理剪枝。

（2）平衡修剪

根据施工影响，在施工前对就地保护的树木进行整形、修剪、疏枝、摘叶处理，去除枯枝，疏除内膛，交错枝、重叠枝、病虫枝，根据每株树木的情况进行适当修剪；适当保留小枝，易于发芽展叶。

（3）绕绳处理

对施工影响较大的乔木，尤其是修剪强度较大的大乔木，可采用绕绳处理。绕绳处理既可以在夏季减少树木的水分流失，还可以在冬天起到一定的保温作用，同时可以防止部分害虫在树干上直接产卵，减少树木的病虫害，并且抑制了新芽的萌发，避免不必要的养分供给，保证被修剪树木的营养供给。采用 1cm—1.5cm 草绳自树木底部开始无间隔对树木进行缠绕，直至树木分叉处或者树干 1.5m—2m 处，绕绳不得重叠，不得留有间隙。

（4）加固

为需要保护的树木进行加固，防止碰撞。可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。

（5）围护设置

对施工影响较大的树木应在周围搭设围护设施，防止树木被其他物体碰撞，发生断裂、死亡等。围护设施可采用钢管或围板搭建。

在重点施工区域，对施工影响较大的超过 50cm 的大树，沿树干直径 3m 或按原有的树池采用砂灰砖砌筑 1~2m 高的砖墙进行保护。

（6）控制扬尘

施工粉尘较大的区域应注意控制扬尘，及时对施工区域内的道路进行洒水降尘。并且每月采用洒水车冲洗树木叶片，防止树木叶片粉尘堆积影响其光合作用。

5.9.6.1.4 日常养护

（1）灌溉与排水

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。结合施工情况，可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。

（2）中耕除草

就地保护的树木应及时清除杂草，施工过程中可能会造成树木基部附近土壤板结，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。

（3）施肥

应按树木生长情况和观赏要求适当施肥。施用有机肥或者复合肥。施肥每年 2—4 次，早春或秋季进行。在施工过程中，可以结合树木生长情况，在树叶叶面喷肥为树木补充营养。

（4）保护措施

加强日常观测，发现树叶发黄或不正常脱落时，及时请园林专家进行会诊。

高温：夏季，工地温度一般高于周围区域，高温会造成树木叶片灼伤，树干皮层脱水干枯，进而导致树木死亡。应该做好树木的高温应对措施，特别是极端高温的应对措施。如遇持续高温干旱，应及时灌溉外，根据气温变化增加浇水次数，保障树木需水量。此外，应按树木的抗旱能力，对树木进行适当的修剪，适当疏去部分枝叶。必要时，可在树干缠绕草绳喷水保湿、降温，必要时可搭建遮阳网、叶面喷水或喷施抗蒸腾剂。高温同时也是病虫害多发季节，应该注意病虫害防治。

防风：台风天气之前，需派专人专责对每一棵就地保护的树木进行观测，发现异常情况及时报告，并采取措施进行加固。台风过后，对每株树木进行复查，及时抢救扶正倒伏树木，修剪树冠和清理残枝等。

（5）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，优先采用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，及时做好病虫害的防治工作。防治效果应达到 95% 以上。严禁开放性地区使用剧毒、高残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施行。

5.9.6.2 迁移事项要求

5.9.6.2.1 前期准备工作

（1）迁移地的准备

就近选择合适的地块对迁移树木进行迁移保护。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，迁移地土壤有效土层厚度应符合规定。

(2) 迁移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，迁移地土壤有效土层下不得有不适水层。迁移树种种植土应包括客土、原土利用、栽植基质等，绿化种植土应符合 CJ/T340 标准：

主控指标			技术要求
1	pH	一般植物	2.5:1 水土比
			水饱和和浸提
		特殊要求	特殊植物或种植所需并在设计中说明
2	含盐量	EC 值/(mS/cm) (适用于一般绿化)	5:1 水土比
			水饱和和浸提
	质量法/(g/kg) (适用于盐碱土)	基本种植	≤1.0
		盐碱地耐盐植物种植	≤1.5
3	有机质/(g/kg)		12~80
4	质地		壤土类(部分植物可用砂土类)
5	土壤入渗率/(mm/h)		≥5

3、种植土验收批及取样方法应符合下列规定：

①客土每 500m³ 或 2000 m² 为一检验批，应于土层 20cm 及 50cm 处，随机取样 5 处，每处 100g 经提合组成一组试样；客土 500m³ 或 2000 m² 以下，随机取样不得少于 3 处；

②原状土在同一区域每 2000 m² 为一检验批，应于土层 20cm 及 50cm 处，随机取样 5 处，每处取样 100g，混合后组成一组试样；原状土 2000 m² 以下，随机取样不得少于 3 处；

③栽植基质每 200m³ 为一检验批，应随机取 5 袋，每袋取 100g，混合后组成一组试样；栽植基质 200m³ 以下，随机取样不得少于 3 袋。

(3) 应将现场内的渣土、工程废料、宿根性杂草、树根极其有害污染物清除干净。对清理的废弃构筑物、工程渣土、不符合栽植土理化标准的原状土等应做好测量记录、签认。

5.9.6.2.2 迁移准备

(1) 编号

开始迁移前，可把乔木按设计统一编号，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。并对每一株树建立档案，档案持续记录每株树木的后续养护措施等。

（2）断根

胸径 20cm 以下的树木，应在迁移实施前 3 个月落实专业园林施工单位进行切根处理；胸径 20-50cm 的树木，应在迁移实施前半年进行切根处理；胸径 50cm 以上的树木，应在迁移实施前 1~2 年落实专业园林施工单位进行切根处理，确实工期紧张的，提前半年进行。

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，常绿树树种修剪量可达 1/3~3/5。修剪直径 3cm 以上大枝及粗根，截口应光滑平整，消毒并涂树木伤口愈合剂。

修剪的程度，应根据主、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；如要调主梢明显的乔木类，应保护顶芽。孤植树应保留下枝，保持树冠丰满。节侧枝的生长势，则采取“强主枝轻剪，弱主枝重剪”的原则。观花或观果树木，应适当疏蕾去果，清除衰老枝。对衰老树木可采取重度修剪，甚至短截枝，以恢复其树势。

（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、主枝用草绳或草片进行包扎保护。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。

（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，种植穴必须符合上下大小一致的规格。栽植穴应根据土球的直径（或长宽）加大 60cm~80cm，深度增加 20cm~30cm。榕属植物根系较为发达，种植穴适当增大；珍贵树种种植穴适当增大；棕

榈类植物根系比常绿阔叶树种小，种植穴可适当减小。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。树穴基部须施基肥。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。

5.9.6.2.3 移植

（1）移植方法

胸径 $<30\text{cm}$ ，采用软包扎移植方法； $30\text{cm}\leq\text{胸径}\leq 50\text{cm}$ ，采用木箱包装移植法；胸径 $50\text{cm}<\text{胸径}<80\text{cm}$ ，采用刚性包装移植法。树种和胸径列表详见附件。

（2）土球挖掘及包装

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。

木箱包装移植法：土球宽度宜为树木胸径的 7—10 倍，以树干为中心，按预定尺寸外加 5cm 划正方形，于线外垂直下挖 60-80cm 的沟直至规定深度。将土块四壁修成中部微凸比壁板稍大的倒梯形。遇粗根用手锯或修枝剪锯断，再配合人工将土台挖至确定的大小，以保证四壁板收紧后与土紧贴。上箱板箱壁中部与干中心线对准，四壁板下口要保证对齐，上口沿可比土块略低。2 块箱板的端部不要顶上，以免影响收紧。四周用木条顶住。距上、下 15~20cm 处各横围 2 条钢丝绳，注意其上卡子不要卡在壁板外的板条上。钢丝绳与壁板板条间垫圆木墩用紧绳器将壁板收紧，四角壁板间钉好铁皮。然后再将沟挖深 30~40cm。并用方木将箱板与坑壁支牢，然后将土块底掏挖，达一定宽度，上底板。一头垫短木墩，一头用千斤顶支起，钉好铁皮，四角支好方木墩，再向里掏挖，间隔 10~15cm 再钉第 2 块底板。最后于土块面上树干两侧钉平行或呈井字形板条。

刚性外包装移植法：操作方法大致同木箱包装移植法类型，但是把木箱更换为可脱

卸的钢板，结合立地情况采用圆形或者方形土球。钢板宜选用 10mm 板，土台四角用草袋等垫好后，采用 12° 槽钢固定四面钢板，制作成可脱卸形式，或者四个角采用角铁焊牢。底部钢板采用 720#工字钢从底部两侧穿过，和箱体焊接。根据土球重量采用吊机或者滑轨移动树木。

5.9.6.2.4 起吊运输

(1) 起吊和运输车辆需提前报备当地交警部门，确保正常施工和通行，运输时应派专人押车。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。路途远，气候过冷、风大或过热时，根部必须盖草包等物进行保护。

5.9.6.2.5 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。

5.9.6.3 树木迁移保护实施措施及施工建议

5.9.6.3.1 施工工序

本项目绿化迁移将按照以下工序进行迁移施工：

施工部署→确定待迁移苗木的品质、数量、规格→迁移准备工作→移植方法→苗木起挖→吊运→定植→定植后养护→回迁→竣工交接。

5.9.6.3.2 施工部署

委托有资质和经验的专业机构组织技术人员根据技术规范及现场施工条件，认真进行技术交底，合理布置、安排施工，组织安排好机械设备、各种材料及足够的劳动力，对难点、重点工程进行专门部署，确保在计划工期内优质完成施工任务。

5.9.6.3.3 确定待迁移苗木的品质、数量、规格

根据施工图纸对拟迁移位置进行放线，明确迁移范围，确定范围内苗木数量、规格、树形等，并对原绿地土质情况进行摸底。

5.9.6.3.4 迁移准备工作

(1) 进场准备

对需要移植的树木，应根据有关规定办好所有权的转移及必要的手续。做好施工所需物品：草绳、木棒、木板、支撑杆、钎子、铁丝、铁锹、镐、手锯、兵工铲，并且找好吊车、运输车辆等做好转运前的准备工作。

(2) 场地清理，确定周边管线情况

把树干周边 2—3m 内障碍物清除干净，并将地面大致整平，为顺利移植苗木创造条件。人工清除迁移范围内垃圾等杂物，确保植物种植层土壤质量，并将清理出来的垃圾

进行集中清运。

（3）苗木的修剪

修剪是苗木移植过程中，对地上部分进行处理的主要措施。修剪的主要方式是修剪枝叶，凡病枯枝、过密交叉徒长枝、干扰枝均应剪去，剪除 1/3，保留 2/3。

（4）编号定向建档

编号是当移栽成批的苗木时，为使施工有计划地顺利进行，可把栽植坑及要移栽的苗木编上对应的号码并记录树木资源信息，建立一树一档机制，使其移植时可对号入座，以减少现场混乱及事故。定向是在树干上标出南北方向，使其在移植时仍能保持它按原方位栽下，以满足它对蔽荫及阳光的要求。通过建立一树一档机制加强管理，确定成活率，实现树木持续利用。

（5）清理现场及安排运输路线

在起树前，应把树干周围 2~3m 以内的碎石、瓦砾堆、灌木丛及其他障碍物清除干净，并将地面大致整平，为顺利移植苗木创造条件。然后按树木移植的先后次序，合理安排运输路线，以使每棵树都能顺利运出。

（6）支柱、捆扎

为了防止在挖掘时由于树身不稳、倒伏引起工伤事故及损坏树木，因而在挖掘前应对需移植的苗木进行支柱，一般是用 3 根大戗木，分立在树冠分支点下方，然后再用粗绳将 3 根戗木和树干一起捆紧，戗木底脚应牢固支持在地面，与地面成 60° 左右。支柱时应使 3 根戗木受力均匀，特别是避风向的一面。戗木的长度不定，底脚应立在挖掘范围之外，以防妨碍挖掘工作。

5.9.6.3.5 苗木移植方法

针对待迁移树种，在实际移植中，本项目采用软材包装移植法。

（1）土球大小的确定

树木选好后，可根据树木胸径的大小来确定挖土球的直径和高度。一般来说，土球直径为树木胸径的 5~6 倍，土球过大，容易散球且会增加运输困难；土球过小，又会伤害过多的根系，影响成活。所以土球的大小还应考虑树种的不同以及当地的土壤条件，最好是往现场试挖一株，观察根系分布情况，再确定土球大小；如因树木现状生境条件限制，应在保证树木存活的前提下，适当调整土球大小。

（2）土球的挖掘

挖掘前，先用钢丝网或草绳将树冠围拢，其松紧程度以不折断树枝又不影响操作为宜，然后铲除树干周围的浮土，以树干为中心，比规定的土球大 3—5cm 划一圆，并顺着此圆圈往外挖沟，沟宽 60—80cm，深度以到土球所要求的高度为止。

（3）土球的修整

修整土球要用锋利的铁锹，遇到较粗的树根时，应用锯或剪将根切断，不要用铁锹硬扎，以防土球松散。当土球修整到 1/2 深度时，可逐步向里收底，直到缩小到土球直径的 1/3 为止，然后将土球表面修整平滑，下部修平底。

（4）土球的包装

土球修好后，应立即用钢丝网或草绳打上腰箍，腰箍的宽度一般为 20cm 左右，然后用蒲包或蒲包片将土球包严，并用钢丝网或草绳将腰部捆好，以防蒲包脱落，然后即可打腰箍：将双股草绳一头拴在树干上，然后将草绳绕过土球底部，顺序拉紧捆牢，间隔在 8~10cm，土质不好的，还可以密些。腰箍打好后，在土球外面结成网状，最后在土球的腰部密捆 10 道左右的草绳，并在腰箍上打成花扣，以免草绳脱落。土球打好后，将树推倒，用蒲包将底堵严，用草绳捆好，土球的包装就完成了。

5.9.6.3.6 苗木吊运

苗木的吊运工作也是苗木移植中的重要环节之一。吊运的成功与否，直接影响到树木的成活、施工的质量以及树形的美观等。本项目拟采用起重机吊运法：目前我国常用的是汽车起重机，吊运软材料包装的或带冻土球的树木时，为了防止钢索损坏包装的材料，现场采用粗吊带并捆绑棉被，因为钢丝绳容易勒坏土球。先将吊带的一头留出 1m 多长结扣固定，再将吊带分开，捆在土球的由上向下 3/5 的位置上绑紧，然后将带子的两头扣在吊钩上，在吊带与土球接触处用木块垫起；轻轻起吊后，再用另一根吊带套在树干下部，也扣在吊钩上即可起吊。这些工作做好后，再开动起重机就可将树木吊起装车。树木装进汽车时，使树冠向着汽车尾部，土块靠近司机室，树干包上柔软材料放在木架或竹架上，用软绳扎紧，土块下垫一块木衬垫，然后用木板将土球夹住或用绳子将土球缚紧于车厢两侧，再在树冠及土球表面覆盖草帘子，以防止苗木在运输过程中受冻。在运输前，应先进行行车道路的调查，以免中途遇故障无法通过，行车过程中押运员应站在车厢尾一面检查运输途中土球绑扎是否松动、树冠是否扫地、左右是否影响其他车

辆及行人，同时要手持长竿，不时挑开横架空线，以免发生危险。

5.9.6.3.7 苗木定植

(1) 换土并施放基肥

栽植时树穴底部应放基肥并填入适当种植土，使中部略微突起，注意树木朝向，创造最佳观赏面。

(2) 苗木栽植

将苗木的土球放入种植穴内，使其居中；再将树干立起，扶正，使其保持垂直；然后分层回填种植土，填土后将树根稍向上提，使根群舒展开，每填一层土就要将土插紧实，直到填满穴坑，并使土面能够盖住树木的根茎部位，初步栽好后还应检查树干是否仍保持垂直，树冠有无偏斜；若有所偏斜；就要再加以扶正。最后，把余下的穴土绕根茎一周进行培土，做成环形的拦水围堰。

(3) 苗木架扶

乔木的架扶一定要牢固，以防风吹和沉降引起根球移动而损伤根系，影响整个工程的整体效果。采用三柱支架固定法，将新移栽树木牢固支撑，以防风吹树冠歪斜，确保根系稳固，促进根系尽快恢复、茁壮生长。所有苗木种植后，均要及时浇水。

(4) 苗木保活技术方案

新移栽树木往往在移栽、运输过程中伤根很多，保持养分和水分的能力都比较差，因此树木移栽后的养护工作，是确保移栽成活和树木健壮生长的重要环节。支撑树干：采用三柱支架固定法，将新移栽树木牢固支撑，以防大风台风吹树冠歪斜，确保根系稳固，促进根系尽快恢复、茁壮生长。浇水：浇水三遍，第一遍水水量不宜过大，水流要缓慢灌，使土下沉，一般栽后两、三天内完成第二遍水、一周内完成第三遍水，此两遍水的水量保证浇足，每次浇水后整堰，填土堵漏。生长素处理：为了促进根系生长，可在浇灌的水中加入 0.02% 的生长素，使根系提早生长健全。包裹树干：为了保持树干的湿度，减少树皮蒸腾的水分，要对树干进行包裹。裹干时可用草绳从树基往上密密地缠绕树干，一直缠裹到主干顶分枝点部位，草绳外包裹塑料薄膜用以保温保湿，避免发生高温伤树情况。根系保护：尽量缩短起载时间：如果要长途运输，最好将根蘸足泥浆，用湿草包装好，以保持根系湿润；树木运到后，要及时栽植，防止风吹日晒。日常注意

肥水管理和病虫害防治工作，加强常态化养护措施。

5.9.6.3.8 定植后养护

(1) 养护管理原则

- 1) 应符合园林植物的生物学栽培特性；
- 2) 应符合园林绿地的功能要求；
- 3) 应符合园林艺术景观的要求；
- 4) 应符合地区园林绿化的自然条件

(2) 养护管理标准

本工程按园林主管部门的要求实施，并做到如下养护管理标准：

- 1) 园林植物长势强盛，发育良好。
- 2) 树干均直、树冠丰满、灌丛匀称、结构合理、通风透光。
- 3) 无明显病枯枝和人为损坏。
- 4) 绿地无杂质杂物，绿地整洁干净。
- 5) 高大树木、名贵树种应设树架支撑，甚至护栏保护。

(3) 养护管理措施

1) 工程竣工验收后，本工程将严格按照《城市绿化一级管理标准》的要求进行管理并设专人负责，确保以后的养护工作顺利交接，达到持续养护目的。制定详细的养护管理计划及质量保证措施，严格按要求实施，确保工程在保修期间质量合格。

2) 自觉提高养护管理意识，充分认识养护管理工作的重要性，对养护管理工作，要养成一个自觉维护、自觉修正、自觉提高的好风气。

3) 养护管理做到五到位，即管理到位、技术到位、人员到位、机械设备到位和责任到位，并实行经理领导下的分工责任制、管理水平与个人效益挂钩。

4) 加强卫生管理，每天安排 2-3 人进行绿化场地的卫生，清理工作。

5.9.7 结论与建议

结合相关规划建设需求，及实地勘测、调研形成的树木调查汇总情况，本着利用和保护的原则，拟定本树木保护专章主要结论及建议。

5.9.7.1 结论

对项目施工红线和临时占地范围内的现有绿地、古树名木、古树后续资源、大树、其他树木资源的现状进行调查：古树 0 株，名木 0 株，古树后续资源 0 株，大树 9 株，其他树木 49 株。

在项目后续设计施工中，应避让原址保护的树木，避免因工程建设需要，破坏树木立地环境，影响树木正常生长发育。对于允许迁移保护的树木，应按就近迁移原则，迁移至本项目周边的公共绿地，迁移过程中必须进行科学施工，确保迁移树木有 85% 以上的成活率。由于本项目尚处于可行性研究阶段，具体保护措施以设计方案阶段制定为准。

编制单位在充分摸排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，树木摸排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《广州市城市树木保护管理规定（试行）》《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。

5.9.7.2 建议

（1）项目实施过程中应落实“保护优先”的原则，确实需要迁移应经相关部门评估、论证、审批确认后方可迁移，优先考虑就地迁移到本项目的规划绿地上，并采用免(少)修移植等先进技术措施，迁移过程中按照相关技术标准实施,严控树冠修剪量，确保迁移树木的成活率和完好率；本项目无法安排就地迁移利用的，迁移到项目临近的公共绿地或其他绿地上，迁移过程中严格按照相关技术标准实施。

（2）在后续项目的设计过程中，必须避让原址保护的树木，在施工过程中，减少保护树木的立地环境变化，保障树木正常生长。对于允许迁移保护的树木，如因项目实施不能避让，必须按就近迁移的原则，迁移至本项目的绿地进行使用，迁移过程中必须进行科学施工，确保迁移树木有 85% 以上成活率。

（3）对原址保护和迁移利用的树木，建立电子档案。标明树木的名称、胸径、冠幅、习性、保护注意事项等。安排专人看护，负责浇灌、施肥、防治病虫害。每月对树木生长情况进行评估，对每株树木在施工期进行全过程跟踪管理。

（4）严格控制树木砍伐，坚持“能不迁移就不迁移、能迁移就不砍伐”的原则。确因安全、严重病虫害、死亡，缺乏应用价值，不具备迁移、施工条件，经绿化行政主

管部门组织专业机构鉴定、专家论证、征求公众意见，并审批同意方可砍伐。砍伐后应根据种植区域生态环境，按“砍一补一”的原则，优先选取合适的乡土植物进行补植，让城市历史文化得以传承与发展。





（5）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。





（6）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。





表5-99 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	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	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	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	正常	良好	无	
4	A4	其他树木	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	榕属	5	3	2	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
5	A5	其他树木	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	榕属	8	3.5	3	河涌两岸	正常	良好	无	
6	A6	其他树木	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	榕属	7	3.5	4	河涌两岸	正常	良好	无	
7	A7	其他树木	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i> DC.	桃金娘科	蒲桃属	7	3.5	3	河涌两岸	正常	良好	无	
8	A8	其他树木	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i> DC.	桃金娘科	蒲桃属	10	6	5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
9	A9	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	5	6	5	河涌两岸	正常	良好	无	
10	A10	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	6	3.5	4	河涌两岸	正常	良好	无	
11	A11	其他树木	杧果	<i>Mangifera indica</i> L.	漆树科	杧果属	10	3	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
12	A12	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	6	3	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	



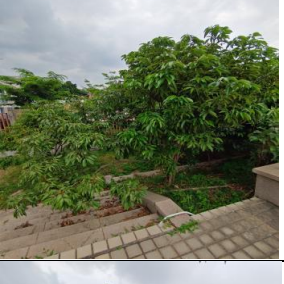

序号	编号	树木类型	树种	学名	科名	属名	胸径 (CM)	株高 (M)	冠幅 (M)	位置	长势	立地环境	存在问题	图片
13	A13	其他树木	黑桑	<i>Morus nigra</i> L.	桑科	桑属	8	2.5	3.5	河涌两岸	正常	良好	无	
14	A14	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	6	2.5	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
15	A15	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	6	2.5	3	河涌两岸	正常	良好	无	
16	A16	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	8	3	3	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
17	A17	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	5	2.5	2	河涌两岸	正常	良好	无	
18	A18	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
19	A19	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
20	A20	其他树木	水翁蒲桃	<i>Syzygium</i> <i>nervosum</i> DC.	桃金娘科	蒲桃属	8	3	1.5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
21	A21	其他树木	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	荔枝属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
22	A22	其他树木	波罗蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	桑科	波罗蜜属	15	5	5	河涌两岸	正常	良好	无	
23	A23	大树	苹婆	<i>Sterculia monosperma</i> Vent.	梧桐科	苹婆属	20	4	3.5	河涌两岸	正常	良好	无	
24	A24	其他树木	黄皮	<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels	芸香科	黄皮属	5	2	2.5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
25	A25	其他树木	人心果	<i>Manilkara zapota</i> (Linn.) van Royen	山榄科	铁线子属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
26	A26	其他树木	波罗蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	桑科	波罗蜜属	15	5	5	河涌两岸	正常	良好	无	
27	A27	其他树木	苹婆	<i>Sterculia monosperma</i> Vent.	梧桐科	苹婆属	13	4	6	河涌两岸	正常	良好	无	
28	A28	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	10	2	2.5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
29	A29	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	10	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
30	A30	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	8	2.5	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
31	A31	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	8	2.5	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
32	A32	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	5	2	2	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
33	A33	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	5	2	2	河涌两岸	正常	良好	无	
34	A34	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	5	2	2	河涌两岸	正常	良好	无	
35	A35	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	5	2	2	河涌两岸	正常	良好	无	
36	A36	其他树木	枇杷	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	蔷薇科	枇杷属	10	2	2	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
37	A37	其他树木	番石榴	<i>Psidium guajava</i> L.	桃金娘科	番石榴属	6	1.5	2	河涌两岸	正常	良好	无	
38	A38	其他树木	阳桃	<i>Averrhoa carambola</i> L.	酢浆草科	阳桃属	5	2.5	3	河涌两岸	正常	良好	无	
39	A39	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
40	A40	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	8	2	2.5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
41	A41	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
42	A42	其他树木	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	龙眼属	8	2	2.5	河涌两岸	正常	良好	无	
43	A43	其他树木	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i> DC.	桃金娘科	蒲桃属	10	5	3	河涌两岸	正常	良好	无	
44	A44	其他树木	杧果	<i>Mangifera indica</i> L.	漆树科	杧果属	8	3	3.5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
45	A45	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	8	4	3	河涌两岸	正常	良好	无	
46	A46	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	8	4	4	河涌两岸	正常	良好	无	
47	A47	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	8	4	5	河涌两岸	正常	良好	无	
48	A48	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	9	4	4.5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
49	A49	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	8	4	5	河涌两岸	正常	良好	无	
50	A50	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	6	3	3	河涌两岸	正常	良好	无	
51	A51	其他树木	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	黄檀属	10	3	3	河涌两岸	正常	良好	无	
52	A52	大树	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	榕属	49.7	25	28	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
53	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	正常	良好	无	
54	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	正常	良好	无	
55	A55	其他树木	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	构属	13	5	5	河涌两岸	正常	良好	无	
56	A56	其他树木	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	构属	13	5	5	河涌两岸	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	长势	立地环境	存在问题	图片
57	A57	大树	栾树	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	无患子科	栾属	23	4	3	河涌两岸	正常	良好	无	
58	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	正常	良好	无	

表5-100 大树以上树木资源信息汇总表

序号	树木编号	树木类型	树种	学名	科名	属名	胸径 (cm)	树高 (m)	冠幅 (m)	位置	坐标	长势	立地环境	存在问题
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	一般	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	一般	无

序号	树木编号	树木类型	树种	学名	科名	属名	胸径 (cm)	树高 (m)	冠幅 (m)	位置	坐标	长势	立地环境	存在问题
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	一般	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	一般	无
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	一般	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	一般	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	一般	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	一般	无
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	一般	无
备注：1.长势：①正常 ②衰弱 ③濒危 ④死亡 2.立地环境：①良好 ②一般 ③较差														

表5-101 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)
1	波罗蜜	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	桑科	15	2
2	番石榴	<i>Psidium guajava</i> L.	桃金娘科	6	1
3	构树	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent.	桑科	13	2
4	黑桑	<i>Morus nigra</i> L.	桑科	8	1
5	黄皮	<i>Clausena lansium</i> (Lour.) Skeels	芸香科	5	1
6	降香	<i>Dalbergia odorifera</i> T. Chen	豆科	6-10	7
7	荔枝	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.	无患子科	5-8	10
8	水翁蒲桃	<i>Syzygium nervosum</i> DC.	桃金娘科	7-10	5
9	龙眼	<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	无患子科	5-10	12
10	芒果	<i>Mangifera indica</i> L.	漆树科	8-10	2
11	枇杷	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	蔷薇科	10	1
12	苹婆	<i>Sterculia monosperma</i> Vent.	梧桐科	13	1
13	人心果	<i>Manilkara zapota</i> (Linn.) van Royen	山榄科	8	1
14	细叶榕	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	桑科	5-8	3
15	阳桃	<i>Averrhoa carambola</i> L.	酢浆草科	5	1

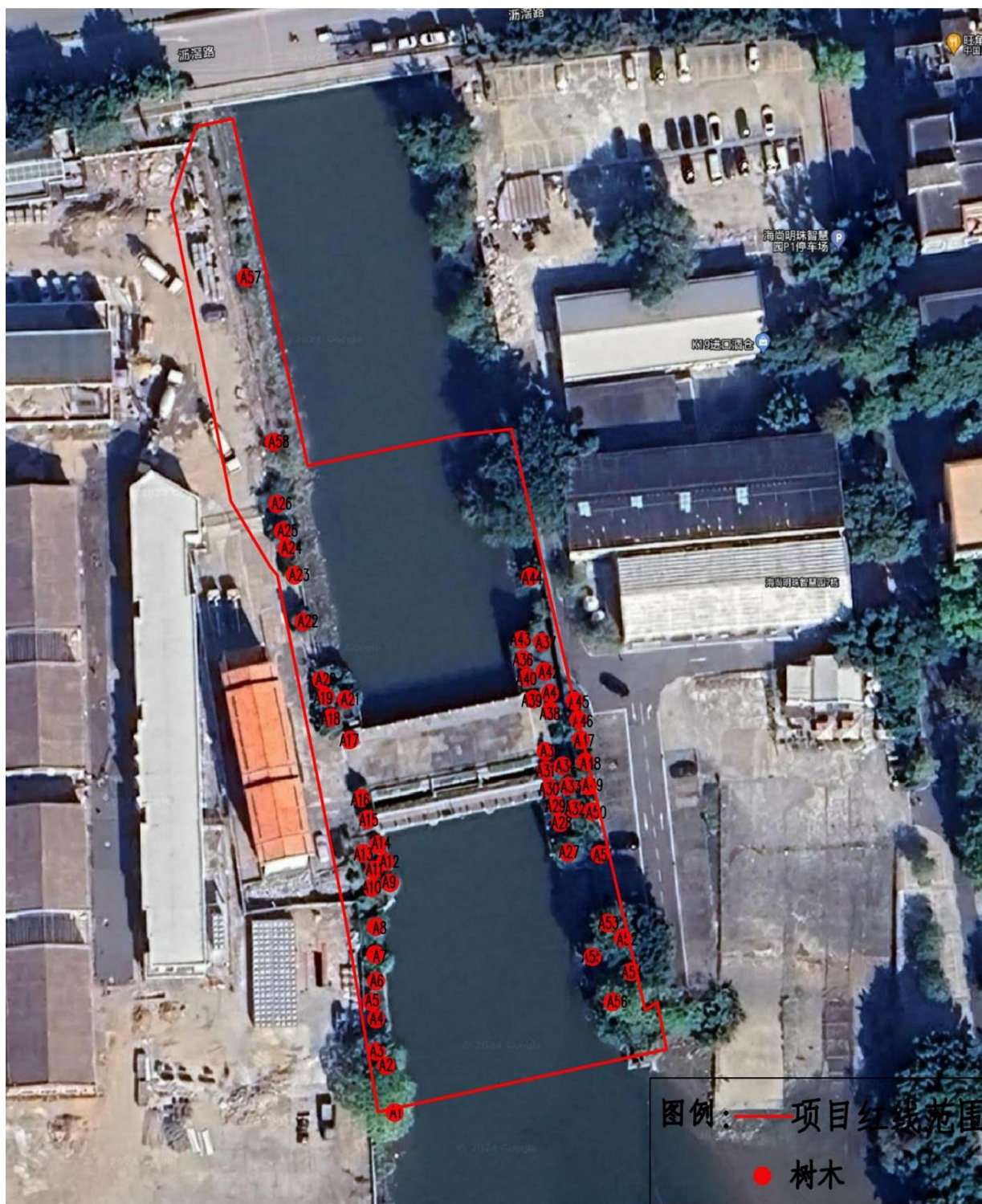


图5-80 现场树木分布图

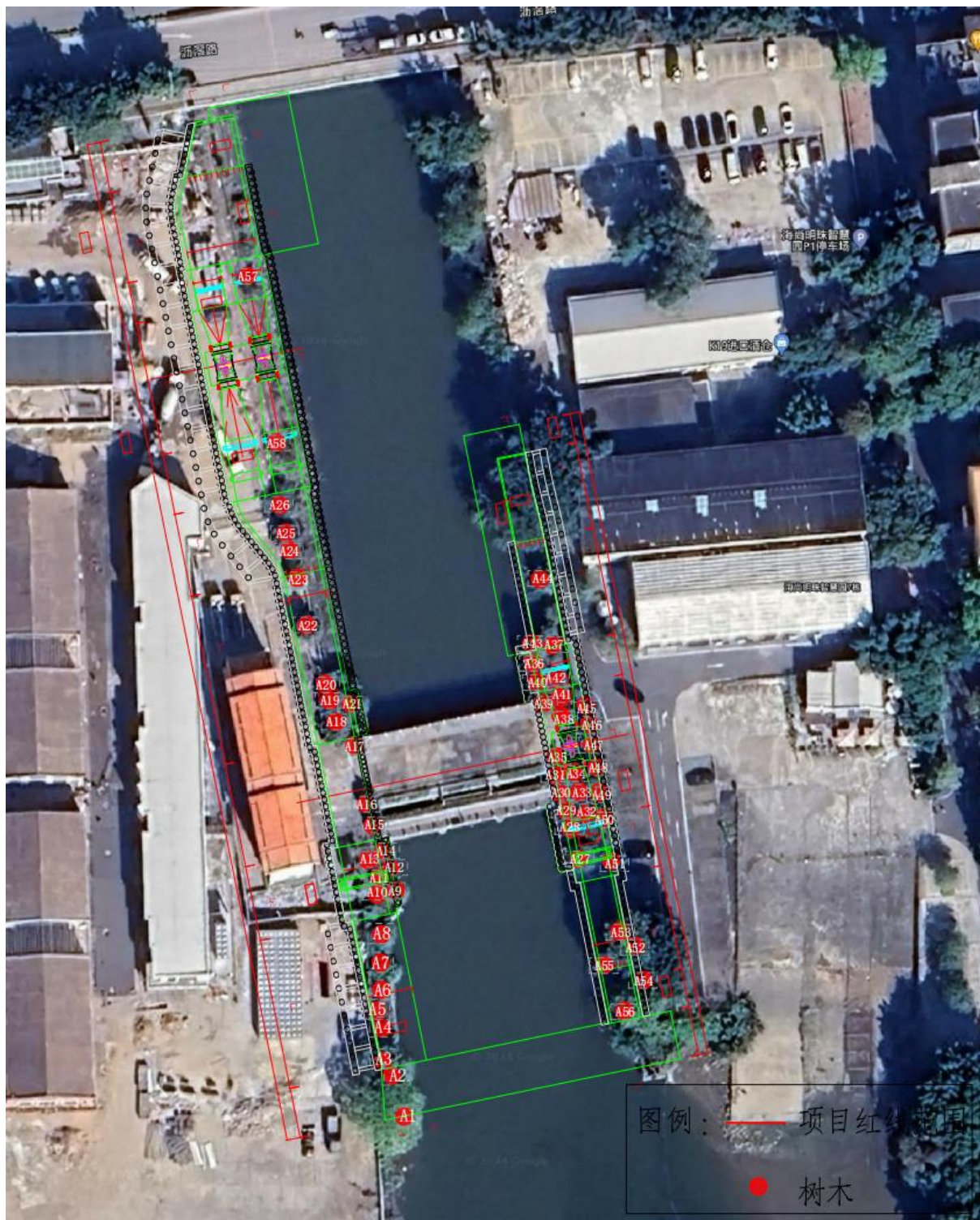


图5-81 树木位置关系图

5.9.8 项目范围内树木迁移投资

本工程迁移树木 58 株，迁移及养护措施费为 20.00 万元。

本工程树木保护专章编制费为 12.60 万元。

5.10 历史文化及大拆大建专章

本工程位于广州市海珠区北濠涌涌口，通过调查及测量结果统计，本工程永久用地范围 5.71 亩，临时用地 1.88 亩，均位于的北濠涌用地范围内，不涉及房屋拆迁和人口搬迁。

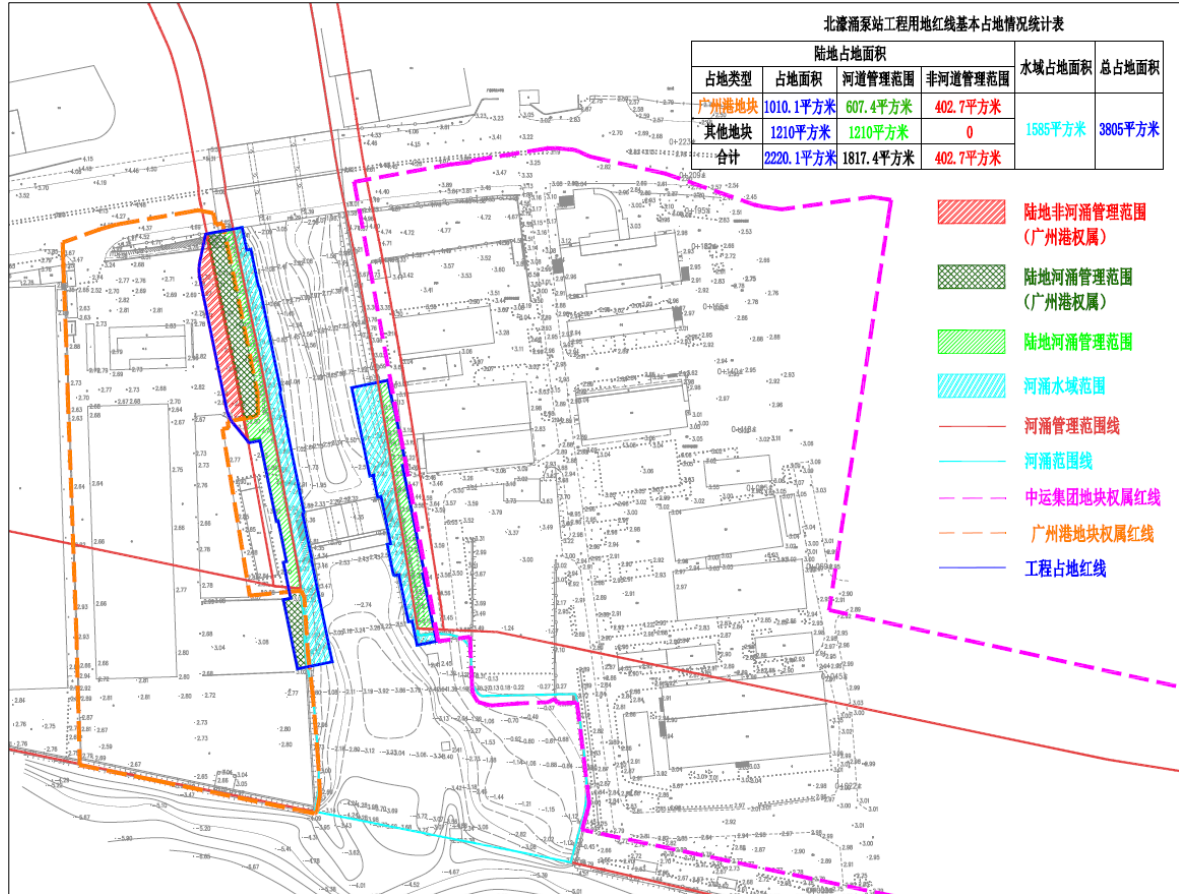


图5-82 项目用地红线图

新建北濠涌泵站的工程建设用地性质控制为适建区，未侵占地四线，未侵占文物古迹、市政公用设施用地、生态控制区、水域。根据土地利用总体规划，本站拟选址的建设用地性质为城乡建设用地，为允许建设区，未侵占基本农田。经核实，新建北濠涌泵站的工程建设用地一部分位于北濠涌河涌规划管理范围内，一部分位于北濠水闸右岸广州港地块权属红线内（陆地面积约 1010.1m²），地块权属红线范围内用地需进行征地补偿。

(1) 用地现状：泵站选址现状为建设用地（现状调查年度为 2018 年）。

(2) 用地规划

1) 根据土地利用总体规划，泵站规划用地性质为建设用地涉及水域及绿地。

2) 根据广州市规划和自然资源局海珠区分局发布海珠区控规（2017-2035 年）资料

显示，本次拟建泵站区域位置涉及水域（E1）、公园绿地（G1），工程用地范围内不涉及基本农田、文物、历史建筑等。

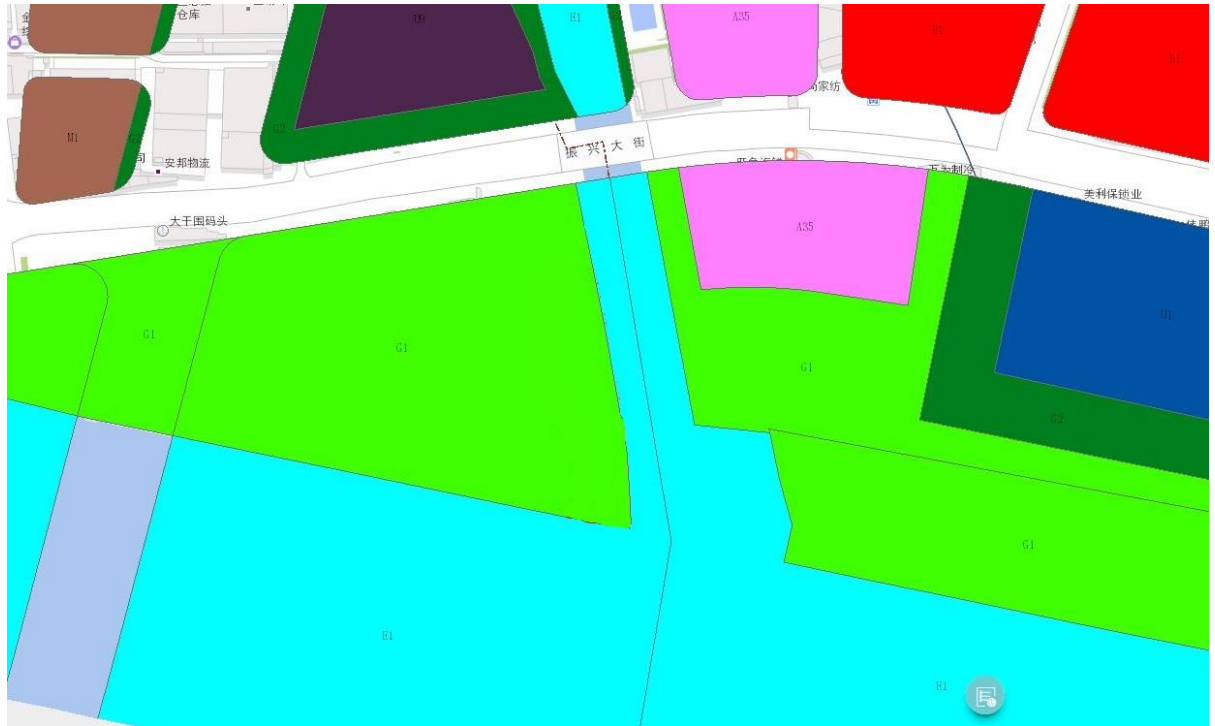


图5-83 北濠涌泵站位置控规图

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，本次工程左岸工程占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，右岸工程占地红线距离大干围仓库旧址核心保护区最小距离为 200m。通过落实各项保护措施，可确保对现状旧址基本无影响。

综上，北濠涌排涝泵工程范围内不涉及不可移动文物，不涉及文物保护单位保护范围及建设控制地带，不涉及地下文物埋藏区，不涉及房屋拆迁和人口搬迁，不存在大拆大建问题。

6 项目运营方案

6.1 运营模式

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。

6.2 运营机构职责

(1) 贯彻执行国家及地方法律、法规及规章制度，坚决贯彻执行国家水环境管理等上级部门的方针、政策和指示。

(2) 对工程进行检查观测，掌握雨污水管的水量水质特点。

(3) 对工程进行养护修理，及时发现管道缺陷并立刻修复，确保管网运行安全、顺畅。

(4) 编制并实施工程运行维护计划。

(5) 编制并实施工程检修方案，确保雨污水排水通畅。

(6) 制定管网智慧监控实施计划，及时掌握管网水量，发现异常情况及时处理。配合完成内涝点整治工作。

(7) 利用自身优势，合理开发利用水土资源，提高工程管理社会效益。

(8) 加强日常检查、管理，确保管网安全运行。

(9) 加强职工教育、实施职工培训计划，提高职工安全意识，提高管养人员技能素质。

(10) 改善职工福利，确保社会保险等足额缴纳。

(11) 为下井作业等存在较高危险因素的职工提供额外专业培训，购买额外保险，确保职工人身安全。

(12) 其他应履行的工作职责。

6.3 运营组织方案

6.3.1 建立运营团队

以事设岗、以岗定人，在项目团队人员配置时，要做到人员精干、以事选人，项目

团队中的人员并不是都要求高智力、高学历，根据不同工作内容和要求安排与其相适应和能力匹配的人。

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、水闸泵站及信息化管养部等部门，其中，水闸泵站及信息化管养部负责水闸泵站工程的统一调度和管理工作。水闸泵站及信息化管养部共 5 名管理人员，主要运营单位海珠区水务设施管理中心定期组织人员培训，管理人员权责分明，基本满足运营管理的要求。

6.3.2 建立管理维护机制

建立管理维护机制，加强定期检查和维修，保证泵站良好的水利功能和结构状况，做好日常检修维护记录，人员进入检查时宜采用摄像和摄影的记录方式等。现状泵站管理维护治理体系如下：

- 1、站闸执行 24 小时值班制度，上岗人员必须做好本职工作和上级下达的各项任务，搞好站闸安全保卫和监护监控任务以及周边环境卫生。
- 2、管理员必须熟知水闸泵站各项设备，设施的作用和性能，熟练掌握设备的操作技能，小故障的排除技能，严格按操作规程操作。
- 3、熟悉水闸雨情、风情及泵站水闸水道的实际情况，严格执行上级指令不得擅自离工作岗位。
- 4、人员保证通讯畅通，出现险情及时上报，设备故障及时告知抢修。

6.3.3 制定考核标准

为保证维护目标的最终实现和工作内容的全部完成，必须对组织内各岗位制定考核标准，包括考核内容、考核时间、考核形式等，并严格执行考核标准。现状泵站合规管理及信息披露措施如下：

站闸实行 24 小时值班制度，值班人员必须严格遵守值班制度、着装整齐，不得擅自离岗，做好随时应对抢险的准备工作。严禁在岗喝酒，一经查出，记安全警告 1 次。

工作人员应认真填写站闸操作记录表。根据所在站闸的实际情况，详细记录水位数据、闸位数据、机电设备启闭和运转情况、来电去电登记、人员来访登记等内容，时刻注意潮汐、台风、暴雨等信息。每个季度将站闸登记表按时上交到站闸部。

工作人员值班时，如果接到站闸部下发的通知、任务或其他要求（含电话告知），除按通知要求执行外，还应做好记录并转告本站闸其他管理人员。如果因值班人员未转告本站其他管理人员，而造成严重后果的（包括市民投诉、媒体曝光、主管部门追责等），本中心对值班人员记安全警告 1 次；如果值班人员已经告知闸站其他管理人员，而因接班员造成严重后果的，则对接班人员记安全警告 1 次。

工作人员应注意本站闸内所有设施的维护与保养情况，包括设备、照明、供水、排水、墙面、天花板等。若发现问题，应及时报告分管部门站闸部。

工作人员应熟悉并掌握与本闸站有关的机电设备安全操作规程及水位控制流程，严格按照规程和流程操作设备，实施调水补水工作。如出现不按规程或流程操作设备造成严重后果的，将对当事人记安全警告 1 次并追究相应的责任。

工作人员收到险情报告必须第一时间到达险情现场，将情况及时向站闸部汇报，并进行紧急处理，防止险情的进一步扩大。

考核及处理：

对职责工作不到位，按水务中心人员管理规定及《绩效考核方案》对相关人员进行责任处理。

对造成事故者，视情节轻重，按有关制度及管理规定处理。

值班人员 1 年内累计安全警告达到 3 次者，给予开除处理。

6.4 安全保障方案

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，安全保障方案包含以下内容：

1、经常组织职工认真学习，宣传和贯彻执行《水法》、《安全生产法》、和《广州市水利工程管理条例》等法律、法规，对管理范围内环境和工程设施的保护，应遵守以下规定：（1）严禁在水闸管理范围内进行爆破、取土、埋葬、建窑、倾倒垃圾或排放有毒有害污染物等危害工程安全的活动。（2）严禁在堤身及挡土墙后填土地区上堆置超重物料。（3）水闸上下游应设立安全警戒标志，并禁止在警戒区内停泊船只、捕鱼、游泳。禁止在建筑物边缘及桥面进行游戏、钓鱼。

2、经常对全体职工进行安全生产宣传教育工作，组织职工学习安全法规和安全知

识，搞好安全生产。

3、定期进行专项安全检查，防火、防爆、防冻等措施落实。对管理工作中出现的不安全因素，应及时解决。遇到隐患问题立刻通知管理单位。

4、必须严格按操作规程操作，并配备必要的安全设施。安全标记齐全，重要位置应配备灭火器具。

5、按规定定期对消防用品、安全用具进行检查、检验，保证其齐全完好，有效。

6、水上作业要配齐救生设备。高空作业必须穿工作防滑靴鞋，系安全带，在可能有重物坠落的工作场所，必须戴安全帽。

7、在运行电气设备安装和操作时，必须按规定穿着和使用绝缘用品、用具。

8、避雷设施及各类报警装置要定期检查维修，确保完好、可靠。输电线路要经常检查，严禁私接乱接。确保人身和设备的安全。

6.5 绩效管理方案

本项目主要绩效目标为：贯彻落实《广州市水务发展“十四五”规划》要求，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，城市排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效。有效应对城市内涝防治标准内的降雨，老城区雨停后能够及时排干积水，低洼地区防洪排涝水平大幅提升，历史上严重影响生产生活秩序的易涝积水点全面消除；新城区不再出现“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。

具体绩效目标指标如下表。

表6-1 项目绩效目标表

一级绩效指标	二级绩效指标	三级绩效指标 (指标内容)	指标值 (带计量单位)	指标解释
产出指标	数量指标	计划完成工程量	在北濠涌出口处新建排涝泵站，新建排涝泵站设计流量为 60m ³ /s。新建排涝泵站包括泵站部分和泵站出口事故水闸部分。泵站选用 3 台 2350QGLN-20/2.79(+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3360kW，工程需新建设备房 1 座，建筑面积 69.12m ² 。	项目建设具体指标计算方法按实际发生数统计
		超规模、超标准	≤0%	

一级绩效指标	二级绩效指标	三级绩效指标 (指标内容)	指标值 (带计量单位)	指标解释
	质量指标	比例		
		项目设计的质量标准	≤5%	合格：项目完成后基本满足使用功能、设计变更控制在10%以内； 良好：项目完成后满足使用功能、设计变更控制在5%以内； 优秀：项目完成后满足使用功能、设计变更控制在2%以内
		项目施工质量目标	100%	竣工验收合格率
		项目的整体使用功能	建筑物使用年限 50 年，设备 5-20 年	设计使用年限
	项目设备的先进性	≥100%	是否采用先进技术及设备	
	时效指标	工期进度执行率	≥90%	是否按申报计划执行
		每年投资计划完成率	≥90%	是否按申报计划执行
		按期开工率	100%	是否按申报计划执行
		按期完工率	100%	是否按申报计划执行
		建设工程延期率	0	是否按申报计划执行
		预期使用年限	建筑物使用年限 50 年，设备 5-20 年	设计使用年限
	成本指标	建设期总投资	16049.68 万元	以可研批复为准。
		项目概算控制数	16049.68 万元	以概算批复为准。
		每年投资计划完成率	≥90%	是否按申报计划执行
		超投资比例	≤0	以可研批复投资为准。
	效益指标	经济效益	投资经济内部收益率	无
社会效益		与方针政策、法律法规的符合性	100%	符合《广州市水务发展“十四五”规划》要求，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。各阶段工作开展遵循国家、地市相关法律法规政策要求。
生态效益		对周边居民的影响	≥95%	项目的建设有助于有效应对城市内涝防治标准内的降雨，老城区雨停后能够及时排干积水，低洼地区防洪排涝水平大幅提升，历史上严重影响生产生活秩序的易涝积水点全面消除；新城区不再出现“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。

一级绩效指标	二级绩效指标	三级绩效指标 (指标内容)	指标值 (带计量单位)	指标解释
		对周围环境的影响	0%	按照“三同时”的要求, 遵循清洁生产的原则, 结合节能减排精神和建设两型社会要求, 全面落实项目各类污染物的治理设施及生态保护设施的建设工作, 确保各类污染物达标排放, 并合理安排工期及施工组织计划, 则可以有效控制各类污染源及污染物对周围环境的影响, 保护当地生态环境, 不会对周围环境保护目标产生明显影响。
		空气质量优良率	≥90%	计算方法按实际发生数统计
		资源消耗量	年耗电量约 7.2 万 kW	计算方法按实际发生数统计
满意度指标	受益对象	受益群体满意度	较满意	采用社会调查形式, 总分 100 分 非常满意: 90- 100 分 较满意: 80-90 分 基本满意: 70-80 分 不满意: 69 分以下
	服务对象	使用人员满意度	较满意	采用社会调查形式, 总分 100 分 非常满意: 90- 100 分 较满意: 80-90 分 基本满意: 70-80 分 不满意: 69 分以下
	社会公众	群众满意度	较满意	采用社会调查形式, 总分 100 分 非常满意: 90- 100 分 较满意: 80-90 分 基本满意: 70-80 分 不满意: 69 分以下
	可持续影响	能源节约率	≥5%	是否按申报计划执行
		工程正常使用年限	50 年	设计使用年限
		设施设备正常使用年限	5- 20 年	设计使用年限
		对地方经济社会未来可持续发展的影响	100%	从长远看, 项目可提升城市排水防涝能力, 保障城市安全运行, 保障未来社会的可持续性发展。
	监督检查	审计、督查、巡视等指出问题数量	≤2 个	

7 项目投融资及财务方案

7.1 编制依据及说明

7.1.1 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)。

7.1.2 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。

7.1.3 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3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】44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)。

7.1.4 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。

7.1.5 施工用电、风、水价格

电:按0.77元/kWh计。

风:按0.16元/m³计。

水:按4.58元/m³计。

7.1.6 工程单价费率

- (1) 直接费

表7-1 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7-2 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

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，基本预备费费率为 8%。

7.1.7 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。

7.2 主要工程量

土石方明挖 14080m³；土石方填筑 9947m³；混凝土 10635m³。

7.3 主要材料用量

技工 96704 工日；普工 60115 工日；水泥 4997t；钢筋 3310t；商品砼 26362m³；块石 3047m³；电 2113062kW·h；柴油 2889t；汽油 14t。

7.4 投资主要指标

本工程估算总金额为 16049.68 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 10808.19 万元；

第二部分：工程建设其他费用 4197.35 万元（含独立费用 2243.62 万元，建设征地移民补偿静态投资 1919.67 万元，水土保持工程静态投资 24.06 万元，环境保护工程静态投资 10.00 万元）；

预备费（基本预备费）：1044.14 万元。

其中建筑安装工程费用 10808.19 万元，工程建设其它费用 4197.36 万元（含独立费用 2243.38 万元，建设征地移民补偿静态投资 1919.67 万元，水土保持工程静态投资 24.06 万元，环境保护工程静态投资 10.00 万元），预备费 1044.13 万元。

【注：目前工程建设其它费用占工程费用比重超过 10-15%，为 38.83%，是因为本项目工程建设其他费用中建设征地移民补偿静态投资 1919.67 万元，信息化工程（信息系统开发及系统集成（含监测、监控、软件、硬件开发））100 万元，航道通航条件影响评价报告编制费 30 万元，桥梁安全影响评估报告编制费 15 万元，规划用地调整专项报告编制费 37.6 万元，管线迁改保护费 58.93 万元，可行性研究报告评估费 12.98 万元，社会稳定风险报告编制费 8.65 万元，社会稳定风险报告评估费 8.8 万元，交通影响评价费 10 万元，树木保护专章编制费 12.60 万元，树木迁移费 20 万元，BIM 设计费（设计与施工联合应用）77.17 万元，水工模型试验研究技术咨询费 80 万元，水泵装置试验技术咨询费 50 万元。当前工程建设其他费用为 4197.35 万元，占比建筑安装工程费用 38.83%，其中上述费用（总计 2476.40 万元）占比建筑安装工程费用 22.91%，剩余部分约占建筑安装工程费用 15%。】

本次工程投资见表 7-3，详见估算书。

表7-3 工程投资估算构成明细表

序号	费用名称	投资额	备注
一	建筑安装工程费用	10808.19	即工程估算总表中序号 1 至 4 各项
1	建筑工程费	7061.73	即工程估算总表中序号 1 费用
1.1	泵站支护	4110.03	
1.2	地基处理	841.39	
1.3	左岸结构	561.47	
1.4	右岸结构	1243.89	
1.5	土方开挖回填	168.83	
1.6	园建绿化	104.15	
1.7	管理房	31.97	
2	安装工程费	2777.51	即工程估算总表中序号 2、序号 3 费用之和
2.1	水机工程	1563.73	
2.2	电气工程	629.78	
2.3	金属结构设备及安装	576.10	
2.4	泵站永久监测工程	7.90	
3	配套工程和附属工程费	968.95	即工程估算总表中序号 4 费用

序号	费用名称	投资额	备注
3.1	导流工程	417.54	
3.2	排水工程	0.51	
3.3	施工房屋建筑工程	15.00	
3.4	施工场地工程	64.62	
3.5	施工期监测	12.06	
3.6	安全生产措施费	244.13	
3.7	其他临时工程费	215.09	
二	工程建设其他费用	4197.35	即工程估算总表中序号 5 费用、序号 10 费用、序号 11 费用、序号 12 费用
1	独立费用	2243.62	即工程估算总表中序号 5 费用
1.1	前期工作相关费用	660.26	
1.1.1	可研编制费	50.89	
1.1.2	外电接入管线及土建费（含备用回路可靠性供电费用）	259.81	
1.1.3	信息化工程（信息系统开发及系统集成（含监测、监控、软件、硬件开发）	100.00	
1.1.4	航道通航条件影响评价报告编制费	30.00	
1.1.5	桥梁安全影响评估报告编制费	15.00	
1.1.6	规划用地调整专项报告编制费	37.60	
1.1.7	管线迁改保护费	58.93	
1.1.8	可行性研究报告评估费	12.98	
1.1.9	社会稳定风险报告编制费	8.65	
1.1.10	社会稳定风险报告评估费	8.80	
1.1.11	交通影响评价费	10.00	
1.1.12	树木保护专章编制费	12.60	
1.1.13	树木迁移费	20.00	
1.1.14	内涝专章编制费	35.00	
1.2	勘察与设计相关费用	966.62	
1.2.1	工程科学研究试验费	60.18	
1.2.2	勘察费	261.27	
1.2.3	设计费（含施工图预算编制费）	410.13	
1.2.4	竣工图编制费	19.53	
1.2.5	非标设计费	8.34	
1.2.6	BIM 设计费(设计与施工联合应用)	77.17	
1.2.7	水工模型试验研究技术咨询费	80.00	
1.2.8	水泵装置试验技术咨询费	50.00	
1.3	实施与生产相关费用	361.52	
1.3.1	工程建设监理费	241.30	

序号	费用名称	投资额	备注
1.3.2	工程质量检测费	51.58	
1.3.3	工程保险费	48.64	
1.3.4	基坑第三方监测费	20.00	
1.4	建设管理相关费用	255.22	
1.4.1	招标业务费	40.86	
1.4.2	经济技术咨询费	123.27	
1.4.3	工程造价咨询服务费	50.00	
1.4.4	联合试运转费	23.52	
1.4.5	生产准备费	17.57	
2	建设征地移民补偿静态投资 II	1919.67	即工程估算总表中序号 10 费用
3	水土保持工程静态投资 III	24.06	即工程估算总表中序号 11 费用
4	环境保护工程静态投资 IV	10.00	即工程估算总表中序号 12 费用
三	基本预备费	1044.14	即工程估算总表中序号 7 费用
四	总投资	16049.68	

7.5 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；参考《广州市黄埔区广州开发区建设工程项目建设与投资标准（指引）》（2019年7月），泵站工程估算控制指标为 2.8~4.0 万元/kW。本工程泵站部分建安费总投资为 10808.19 万元，泵站装机容量 $1120 \times 3 = 3360\text{kW}$ ，折合 3.22 万元/kW，基本符合建安费指导价。

表7-4 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	10808.19	3360kW	2.4~4.0 万元/kW	3.22 万元/kW

7.6 分年度投资

本项目总投资估算 16049.68 万元，建设期 2 年，分年度投资计划表见下表。

表7-5 分年度投资计划表

序号	预算年度	金额(万元)	预算用途说明
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	5849.68	用于支付工程建设尾款

8 项目影响效果分析

8.1 经济影响分析

8.1.1 经济评价的基本依据和计算原则

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。

8.1.2 费用估算

8.1.2.1 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。

8.1.2.2 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 557.84 万元, 计算结果如下。

表8-1 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%	16049.68	280.87	1.5%-2%
2	管理费	1.0%	16049.68	160.50	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%	16049.68	24.07	0.05%-0.25%
年运行费			557.84		

(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 423.85 万元。

(3) 总成本费用

总成本费用=年运行费用+折旧费=981.69（万元）

8.1.2.3 流动资金

流动资金按年运行费的 10%考虑，为 55.78 万元。

8.1.3 国民经济评价

8.1.3.1 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。

(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%。

8.1.3.2 影子投资

固定资产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 14926.20 万元。

8.1.3.3 工程效益计算

通过升级改造泵站，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。

8.1.3.4 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)

$$\sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + EIRR)^{-t} = 0$$

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)

$$ENPV = \sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t}$$

式中： i_s ——社会折现率

(3) 经济效益费用比 (R_{BC})

$$R_{BC} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + i_s)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + i_s)^{-t}}$$

式中： B_t ——第 t 年的效益；

C_t ——第 t 年的费用。

8.1.3.5 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8-2 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	9.93	2514.11	1.13
二	固定资产投资变化			
1	增加 10%	8.40	550.57	1.03
2	减少 10%	11.72	4477.65	1.25
三	效益变化			
1	增加 10%	11.54	4729.06	1.24
2	减少 10%	8.24	299.16	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。

8.1.3.6 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 9.93%，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 2514.11 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。

8.1.4 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 16049.68 万元，按广州市、海珠区财政资金 5：5 出资。

8.2 社会影响分析

8.2.1 主要社会影响因素

项目主要社会影响因素有：

(1) 拟建项目的合法性；

(2) 拟建项目所在地周边的自然环境现状和社会环境状况，以及项目实施可能对当地经济社会的影响；

(3) 群众、利益相关者对拟建项目建设实施的意见和诉求；

(4) 拟建项目所在地政府及其有关部门、基层政府和基层组织、社会团体态度。

根据对项目可能诱发的风险及其评价，建议采取了下述风险防范措施。

(一) 加强项目合法性报批工作

尽快完善其它报批所需要的材料，包括相关的专题报告及水保、环评批复文件等。

(二) 减少施工期间的扰民

严格要求和监督施工单位文明施工，减少扰民，采取下列措施：施工过程中所产生的垃圾、废水、废气等有可能污染周围环境的，应采取相应措施及时处理，不可随意倾倒、排放；施工现场车辆进出场时，要避开每日上、下班（学）时段，不要造成施工现场周围交通不畅或发生事故等。

通过向项目影响的街道调研，结合网络调查，了解到当地没有明显的与本项目有关。

(三) 保障项目全过程治安安全

建设过程要紧密联系和依靠当地政府，采取以预防为主的治安防范措施。一是首先保证村集体和村民的切身利益。二是确需强制进场的，在补偿款到位的前提下，对现场进行证据保全，同时要求公安、民政等部门到现场维持秩序。三是公安部门在项目全过程加强综合治理工作，保持项目涉及区域日常治安环境的良好。四是密切关注极少数村民可能的因对补偿不满意引发的上访、闹访、煽动群众、示威等动向，第一时间采取教育、说服、化解等措施，将问题消除在萌芽状态。

(四) 方案经济合理性

严格按照规程规范设计。多方面邀请专家以及进行国内外先进工程进行取经学习。严格遵守技术审查意见的执行。

8.2.2 主要利益相关者

本项目利益相关者包括 5 类：受项目征地拆迁影响的村民、居民，及企事业单位；受连通道路拆除重建影响交通出行的群众；受项目施工不利环境影响的敏感目标；受管线迁移影响的相关公用事业单位；受项目夜间施工、运输车辆穿越村庄、人口密集地区等影响的居民、群众。

经现场调研，本项目利益相关者的主要意见和诉求包括：

(1) 担心项目施工过程中产生的各类废气、粉尘、各类废、污水、噪声等影响附近居民、学生、工人正常工作、学习、生活。

(2) 担心施工过程中，临时交通设施设置不合理，影响交通出行。

(3) 担心项目功能不达标，建设完成后，暴雨发生时“水浸”现象依然存在。

本项目的实施对区域的发展具有重要意义。建议由海珠区信访维稳部门会同公安等相关部门及项目建设单位对周边居民构成、人员信息进行深入了解和分析，并对不同特征的人群做好具有针对性的化解不稳定因素工作方案和应急预案。通过深入的工作，积极、真诚的态度来化解社会矛盾。

8.3 生态环境影响分析

8.3.1 环境影响分析

8.3.1.1 水环境影响分析

本工程施工采用商品混凝土，基本不产生混凝土拌和冲洗废水，生产废水主要来自机械车辆冲洗，施工期排放污水主要来自施工人员生活污水。

生活污水主要污染物为 BOD₅、N、P、油、SS 等，施工期高峰人数 100 人，每天产生约 6.4m³ 生活污水，经污一体化生活污水处理装置处理后达标排放，对水环境影响很小。

车辆冲洗废水中主要的污染物为石油类和 SS，如果不采取措施进行处理将会对内河涌的水质造成一定影响，本工程宜采用沉沙滤油池对废水进行处理，处理后回用对环境的影响较小。

清基、清淤施工造成的水体扰动使水体中 SS 浓度显著升高，造成局部水质恶化。由于清基、清淤施工影响范围较小，随着水中悬浮颗粒物的沉淀及水体交换，水质会明

显好转。

8.3.1.2 环境空气影响分析

施工期大气污染主要来自机动车辆、施工机械排放的尾气以及道路扬尘等，污染物主要为 CO、SO₂、NOX、CnHm、飘尘等。施工区及施工道路附近没有敏感点，施工对周边大气环境影响较小。

8.3.1.3 声环境影响分析

施工期噪声有施工机械噪声和交通噪声。施工区及施工道路没有声环境敏感点，施工噪声影响很小。

8.3.1.4 固体废弃物影响分析

施工期产生的固体废弃物包括工程弃碴和生活垃圾两部分，工程弃碴处理详见水土保持部分。

生活垃圾排放量按每人每天 1kg 计，施工高峰期每天 100kg，总工日 0.98 万个，产生的生活垃圾总量约为 9.8t。施工区生活垃圾应定期收集，集中外运至附近垃圾场处理，影响很小。

8.3.1.5 人群健康影响分析

施工区气候湿热，易孳生蚊虫。在施工期间，由于施工人员相对集中，居住条件较差，易引起传染病的流行。施工期间易引起的传染病有：流行性出血热、疟疾、流行性乙型脑炎、痢疾和肝炎等。应加强卫生防疫工作，保证施工人员的健康。

8.3.1.6 对当地社会经济的影响

本工程共占地 0.34 亩。永久占地将由建设单位给予补偿，当地政府进行土地调整，保证占地影响人口的生活水平不会降低。

工程建成后，将增强防洪排涝能力，为两岸人民的生命财产安全和社会的长治久安提供有利的保证，而且工程的建设将改善当地的交通条件，有利于当地经济的发展。

8.3.2 环境保护措施

8.3.2.1 水环境保护措施

(1) 生活污水处理：生活污水不得直接排入河道，在生活区设置一体化生活污水处理装置对生活污水进行处理，达标排放。

(2) 在施工区和生活区设临时厕所，产生的粪便采用无害化肥田处理方式。

8.3.2.2 大气污染防治措施

(1) 交通道路，特别是临近生活区的路段，要经常洒水。

(2) 进场设备尾气排放必须符合环保标准。

8.3.2.3 环境噪声控制措施

(1) 合理进行场地布置，使高噪声场区远离生活区。

(2) 在高噪音环境施工人员实行轮班制，控制作业时间，并配备耳塞等劳保用品。

8.3.2.4 生态环境保护措施

(1) 工程完工后，对临时施工场地及时平整，恢复植被。

(2) 尽量合理安排施工用地，减少占用。加强施工期间的环境管理和宣传教育工作，尽可能的少占林地和破坏土壤环境，防止碾压和破坏施工范围之外的植被，减少人为因素对植被的破坏。

(3) 在生活区和施工区设置生态保护警示牌和环境保护宣传栏，在施工人员中加强生态保护宣传。

8.3.2.5 生活垃圾处理措施

在生活区、施工场区等处设置足够的垃圾箱，对垃圾进行定期收集，生活垃圾采用集中运至海珠区垃圾处理厂。

8.3.2.6 人群健康保护措施

施工单位应与当地卫生医疗部门取得联系，由当地卫生部门负责施工人员的医疗保健和急救及意外事故的现场急救与治疗。为保证工程的顺利进行，保障施工人员的身体健康，施工人员进场前应进行体检，传染病人不得进入施工区。组织对生活区进行灭蚊蝇和灭鼠，施工现场应设置环保厕所，不得随意大小便，粪便应及时清理。

8.3.3 环境管理与监测

(1) 环境管理

安排专人负责施工中的环境管理工作。参与工程建设和各施工单位应配置专业环保人员或由环境监理工程师代理，配合业主作好施工中的环保工作。防止在施工期和运行期引起生态环境破坏；防止施工环境污染，保护水质；搞好水土保持；负责对水污染事

故和破坏生态事故的处理。

对施工过程中各项环保措施的执行情况进行监督；作好施工期生态破坏和污染事故的预防工作，对突发性事故应有应急措施；组织实施施工期间环境监测，定期编制施工区环境质量报告，报上级主管部门；在施工后期，组织好施工区生态环境恢复和改善工作，如施工迹地恢复、施工区绿化等。

（2）环境监测

1) 监测目的

对施工区水质、环境空气和噪声进行监测，以便及时掌握各施工阶段的环境污染程度和范围，为减免工程对环境的不利影响提供科学依据。建立疫情报告制度，了解施工人员的健康状况，保证工程顺利进行。

2) 监测机构

监测任务由当地有资质的相关行业部门监测单位承担，由工程环境管理部门组织实施。

3) 监测项目

本工程环境监测包括水质、排污口、大气、噪声以及人群健康等。

对环境的不利影响主要集中在施工期的占地、地表植被破坏和水土流失等方面，通过一定的保护措施，可使不利影响得以减小或避免。施工期间产生的废气、废水、废渣等对工区环境造成不利影响。工程料场、弃渣场进行防护，防止水土流失。

8.3.4 水土流失

主体工程设计在工程选址、建筑物布置中选择了征占地面积、土方工程量较小的方案，上述方案对地表、植被的破坏相对较小，产生的水土流失较少，有利于控制新增水土流失。

该工程新增水土保持措施主要为临时措施。临时措施包括临时拦挡、排水和覆盖措施等。主要施工方法如下：该工程临时措施包括临时排水沟和土质沉沙池、编织袋装土拦挡、土工布覆盖。临时排水沟和沉沙池施工与上述的永久排水设施施工方法基本相同，只是材料不同而已。临时排水设施应尽可能结合永久排水进行布置，能通过加工改造成永久排水设施的不予拆除，减少二次扰动影响；不能利用的进行拆除或填埋。其

余的临时措施在施工 完毕后均应拆除。

为了全面落实水土保持措施，确保水保措施按计划实施，使工程建设过程中产生的水土流失及时得到治理，项目区周边及生态环境呈良性发展，并且维护工程建设运行安全，建设单位应依据相关法律法规、部委规章、规范性文件以及技术规范，在组织、技术以及资金上等方面予以保证。

8.3.5 生态保护

本项目不属于生态保护红线、环境空气、严重超载河道区，但是项目红线涉及《广州市城市环境总体规划（2014-2030年）》（以下简称《环境总体规划》）划定的水环境空间管控区，项目位置属于水环境空间管控区范围内，本项目不属于违法违规建设项目，并且泵站建成后将完善服务范围内的河涌排水系统，通过改变北濠涌排水流向，增加河道水循环，同时也可以通过控制河涌生态水位，改善河涌内水环境，项目建设与水环境空间管控区是相符的。

本项目提出了水环境保护、大气污染防治措施、环境噪声控制措施、生态环境保护措施、生活垃圾处理措施等，并对环境监测提出要求。

8.3.6 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8-3 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	
(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	

序号	项目	单位	数量	单价	金额(元)	备注
(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	

8.4 资源和能源利用效果分析

8.4.1 资源概况

本项目所在地无可利用的矿产资源、森林资源、能源、再生资源、废物和污水资源化利用，及设备回收利用情况。

8.4.2 能源利用效果分析

8.4.2.1 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。

(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》(2018年10月修订)
- 2) 《中华人民共和国可再生能源法》(2009年12月修订)
- 3) 《中华人民共和国电力法》(2018年12月修订)
- 4) 《中华人民共和国建筑法》(2019年4月修订)

(2) 主要标准、规范、规程

- 1) 《水利水电工程节能设计规范》(GB/T50649-2011)
- 2) 《机械工业工程节能设计规范》(GB50910-2013)
- 3) 《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2020)

8.4.2.2 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。本项目生活办公用房租用当地民房，砣、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。

建筑材料来源：工程所需主要建筑材料，砂、砣粗骨料、块石料按当地市场价就近购买；土料用量充分利用开挖料。

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、可就近驳接自来水管网和电网。

(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打桩、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。

8.4.2.3 运行期能耗分析

本工程为泵站工程，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 $p_1=0.1229\text{kgce/kW.h}$,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:

$$\text{运行期间泵站用电量}=1100 \times 15 \times 6 + 8600 = 107600\text{kW.h}$$

泵站综合耗能:

$$E = 0.1229 \times 84200 = 13224.04\text{kgce}$$

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 $1.0\text{L}/(\text{m}^2.\text{d})$ 取值计算。本工程绿化面积约 500m^2 ,故平均每日需用水量 $e_i=1.0 \times 500=500\text{L}$,合计 0.5t 。

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

$$E = 0.043 \times 365 = 15.695\text{kgce}$$

8.4.3 节能设计

8.4.3.1 水工设计中的节能设计

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,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。

本工程在工程选址、工程总体布置时均经过技术经济比选,推荐节能和材耗相对较小的方案。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、运行的材耗、能耗。

8.4.3.2 施工组织设计中的节能

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。

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。

根据工程的设计方案、施工条件和要求，认真完成施工组织设计，合理布置施工场地，减少占地；科学安排施工工期和施工程序，选择合适的施工机械，提高施工工作效率控制施工成本。本工程的节能效果是良好的。

8.5 碳达峰碳中和分析

本项目不属于广东省发展改革委印发《广东省“两高”项目管理目录（2022版）》中规定高耗能、高排放行业。本节主要根据广东省《建筑碳排放计算导则》（试行）估算，针对新建北濠泵站建造、运行、拆除各个阶段碳排放量。

8.5.1 建造阶段碳排放 C_{JZ} 核算

根据广东省《建筑碳排放计算导则》（试行），采用经验公式法进行估算，建筑单位面积的碳排放量计算公式 $Y=X+1.99$ 。

式中：

Y ——建筑单位面积碳排放量 (kgCO_2/m^2)；

X ——建筑层数。

则建造阶段碳排放估算值： $C_{JZ}=Y \times A$

式中：

A ——建筑面积 (m^2)。

合计 $C_{JZ}=77.85 \times 3.99=310.6\text{kg}$

$\text{CO}_2=0.31\text{tCO}_2$

8.5.2 运行阶段碳排放 C_M 核算

根据项目能源利用情况分析,可知项目运行阶段能源消耗为电力。计算运行阶段 各类能源碳排放量如下:

表8-4 运行阶段碳排放计算表

能源品种	年消耗量	计量单位	碳排放因子	单位	年碳排放量 (tCO ₂ /a)	备注
电	8.06	万 kWh	0.37	kgCO ₂ /kWh	2.98	广东省《建筑碳排放计算导则》(试行)附录1

由上表可知建筑年运行碳排放 $C_M=2.98\text{tCO}_2$

对于整个使用期的运行碳排放量,可按设计年限 50 年作为计算依据,以 C_M 作为基准值估算,则整个运行期碳排放为: $C_M \times 50=2.98 \times 50=149\text{tCO}_2$ 。

8.5.3 拆除阶段碳排放 CCC 核算

由于该项目尚处于建设中,未到拆除阶段,因此可以参考建造阶段碳排放的估算方法,采用经验公式,粗略估算拆除阶段的碳排放。

8.5.4 碳汇量 CP 核算

本项目碳汇主要是各种绿化,主要为场地绿化。根据各种绿化面积和植被种类选择相应的碳汇因子,计算年度碳汇量如下:

表8-5 项目碳汇量计算明细表

绿化位置	面积 (m ²)	碳汇因子 (kg/m ²)	年度碳汇量(tCO ₂ /年)	全使用期 50 年碳汇量 (tCO ₂)
场地绿化	500	5.13	2.57	128.5

8.5.5 计算结果汇总

8.5.5.1 建筑年度运行净碳排放量

年度运行净碳排放量 = 消耗能源产生的碳排放量 (C_M) - 碳汇量 (C_P) = $0.31+149-48.50=100.81\text{tCO}_2$

8.5.5.2 建筑整个使用期各阶段碳排放量

表8-6 项目各阶段碳排放量明细表

阶段	分类		数值(tCO ₂)
建造阶段	施工	C_{JZ}	0.31
运行阶段	运行	$C_M \times 50$	149
拆除阶段	拆除	C_{CC}	0.35
/	碳汇	$C_P \times 50$	100.81

8.5.5.3 量和单位指标

表8-7 项目碳排放总量及单位指标表

名称	核算公式	核算结果	单位
TCEL 建筑总体碳排放	$C_{JZ}+C_M \times 50+C_{CC}-C_P \times 50$	149.31	tCO ₂
ICEA 单位面积碳排放	TCEL/AREA	0.96	tCO ₂ /m ²
ICEB 单位面积年度碳排放	$(C_M-C_P) / AREA$	0.64	tCO ₂ /m ²

8.5.6 碳排放控制方案

8.5.6.1 施工阶段碳排放控制

推行绿色建造方式。开展建筑施工节能降碳技术研究，推广绿色施工管理。提升绿色建材、可再循环材料和可再利用材料在房屋建筑和市政基础设施中的应用比例，降低建筑材料消耗。建立施工能耗和碳排放统计制度，研究建立建筑施工能耗限额管理制度。

通过在外立面设计中巧妙使用不同材质，建筑最大限度地利用太阳能，并采用镜面系统将日光引入建筑内部；此外，充分利用自然通风，使建筑空调系统大幅节能。

8.5.6.2 运营阶段碳排放控制

强化建筑低碳运营管理。建立城市建筑用能数据共享机制，提升建筑能耗监测能力。屋面雨水回收及冷凝水回收，并用于绿化浇灌、地下车库地面冲洗等。综上，建筑采用一系列被动及主动节能措施，通过可再生能源利用、用户行为管理等措施，实现碳排放控制。

9 项目风险管控方案

9.1 风险识别与评价

9.1.1 编制依据

(1) 《国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法》(发改投资[2012]2492)；

(2) 水利部《重大水利建设项目社会稳定风险评估暂行办法》(水规计[2012]474号)。

9.1.2 风险调查

本次选用群众访谈和资料调查等方法，调查本工程沿线所涉及地区的基本情况、受影响的范围、各利益相关者对项目建设最关注的因素以及接受程度等。根据调查结果进行分析研究，各主要相关利益方对项目的态度如下：

(1) 相关政府部门

海珠区水务相关部门将从改善工程区域生态环境、有利于区域经济发展等多方面受益。

(2) 沿线居民对项目的态度

沿线居民大部分对该项目的建设态度表示支持，认为该项目的实施可以改善工程区域生态环境、有利于区域经济发展。

9.1.3 风险识别内容

通过调查分析，有些社会稳定风险可能属于不同的风险类型，具有多面性，项目所涉及的主要风险源类别划分有：

表9-1 主要社会稳定风险源类别划分表

风险类别/主要风险源	合法性	合理性	可行性	可控性
项目合法性	1			
征地拆迁		1	0	
管线迁改		1	0	
噪声、尘土		1	0	
生态环境	0	1	0	
交通出行		1	0	
工程方案		0	1	
建设条件			1	

风险类别/主要风险源	合法性	合理性	可行性	可控性
建设时机			1	
社会治安				1
社会舆论				1
其他社会稳定风险	0	0	0	0

注：“1”代表风险源所属主要风险类型，“0”代表风险源所属一般风险类别。

9.1.4 风险评价

本次采用定性方法对主要风险因素进行分析如下：

(1) 合法性分析

1) 法律风险：该项目按照基本建设程序执行，决策程序合法。综合分析风险发生的概率、潜在的后果、对社会稳定造成的影响程度，项目法律因素产生的社会稳定风险发生的概率较低，风险产生的后果较大，该风险等级属于低风险。

2) 政策风险：综合分析风险发生的概率、潜在的后果、对社会稳定造成的影响程度，项目政策风险引发矛盾冲突的可能性很小。项目政策因素产生的社会稳定风险发生的可能性很低，风险产生的后果中等，该风险等级属于低风险。

(2) 合理性分析

1) 征地拆迁风险：征地拆迁社会稳定风险属于工程建设类项目普遍风险，该项目征地拆迁社会稳定风险发生的可能性较小，该风险等级属于低风险。

2) 管线改移引起的风险：由于近几年管线改移、保护工作技术相对成熟，施工方案较为合理，市政管线改移产生的社会稳定风险发生的可能性较低，风险产生的后果中等，该风险等级属于低风险。

3) 交通导改措施引起的风险：综合分析风险发生的概率、潜在的后果、对本工程建设方案

会稳定造成的影响程度，项目交通风险引发矛盾冲突的可能较小。项目交通出行引起的社会稳定风险发生的可能性中等，风险产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

4) 生态环境破坏风险：综合分析风险发生的概率、潜在的后果、对社会稳定造成的影响程度，项目对生态环境的破坏较小。项目生态环境破坏社会稳定风险发生的可能性较小，风险产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

5) 施工期间引起的风险：项目噪声产生的社会稳定风险发生的可能性较小，风险

产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

(3) 可行性分析

1) 工程方案风险：项目设计方案产生的社会稳定风险可能性中等，风险产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

2) 项目建设条件风险：项目建设条件产生的社会稳定风险可能性较低，风险产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

3) 项目建设时机风险：经分析，项目影响区经济快速发展；项目资金来源保障程度高；项目的建设时机已较为成熟。项目建设时机产生的社会稳定风险可能性较低，风险产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

(4) 可控性分析

1) 社会舆论风险：通过相关单位项目前期过程中采取的解释说明，可取得大多数群众对该项目建设的支持和理解，将舆论产生的负面影响降到最小。综合分析风险发生的概率、潜在的后果、对社会稳定造成的影响程度，社会舆论引发社会不稳定因素的很小。项目社会舆论风险发生的可能性中等，风险产生的后果较小，该风险等级属于低风险。

2) 社会治安风险：综合分析社会治安风险发生的概率、潜在的后果、对社会稳定造成的影响程度，社会治安问题引发社会不稳定因素的可能很小。建议项目单位、建设单位加强与当地政府的密切沟通合作，全面营造安全、和谐、稳定的社会治安环境。社会治安风险发生的可能性较低，风险产生的后果中等，该风险等级属于低风险。

初步采用定性方法分析，本项目社会稳定风险等级为低风险。在项目实施过程中应注意到社会稳定问题的发生和发展具有很大的不确定性，如果有关措施落后于项目建设或没有按要求实施，则发生社会不稳定可能性较大，反之会较低；另外，社会稳定问题的处理也是影响社会稳定数量和程度的因素之一，处理得当可以有效避免再次发生和事态扩大。

9.1.5 风险管控方案和应急预案

本项目在建设过程中，要坚持社会稳定问题全过程管理，及时发现问题，采取措施。为保护人民群众利益，规范项目建设、确保项目顺利实施及运营，各部门对于可能出

现的社会稳定风险源应该做好防范和化解的准备，对可能存在的问题制定相关的措施，维护社会稳定。同时为确保对可能发生的社会稳定问题尤其是较大群众事件能及时、高效、有序地开展工作，提高应急反应能力和处理突发事件的水平，需要制定相应的应急预案，并根据实际情况实施动态跟踪不断调整完善。

9.2 风险管控方案

针对本项目主要风险因素，应采取必要的风险管控方案，建议做好如下工作：

（1）项目审批风险防范

建议尽快完善项目报批所需要的资料，确保项目所有审批手续齐备，切实做到程序规范，文件合法合规。

（2）土地房屋征拆补偿风险防范

1) 关于征拆安置活动方面的信息，要通过报纸、电台、公告等公众媒体和街道办、村级的会议进行传播，以促进项目区所有社区的理解和支持。

2) 详细调查产权单位既有概况、搬迁意向，深刻剖析可能引发的社会问题，制定相关防范措施。

3) 建设单位应会同当地政府及时组织财政、国土资源、人力资源社会保障、农业、民政和公安等相关部门做好征地拆迁补偿安置登记工作。

4) 建设单位及地方各级政府要加强征地区片综合地价等各种补偿实施前的宣传组织工作，公开征地区片综合地价等补偿标准，做好群众解释工作，保持社会稳定，促进城乡和谐发展。

5) 实施前建设单位、地方政府、设计单位三方共同确认，避免强制实施行为。要严格按照工程设计规模确定的用地范围及数量，根据制定的标准进行补偿，不得拖欠补偿费用，对于征地拆迁补偿标准要尽早落实、尽快公开，深入宣传相关政策，消除误解，有利于降低所引发的社会风险。

6) 设计单位在设计过程中，一是及时了解国家和地方最新的政策、法规和标准，将征地拆迁费用足额纳入估算；二是在总投资中，根据概（估）算编制办法有关规定，考虑该部分风险，计列一定比例的预备费。

7) 实施阶段，按照相关部门和地方政府有关要求，建设单位按照地方政府公布政

策、办法签订补偿实施协议。当拟签订征地实施协议单价超出批复设计单位时，建设单位应积极组织设计单位编制征地拆迁费用调整文件，原审批部门及时办理批复。该措施应是保证征地拆迁费用的有效措施。

（3）施工期生态环境影响风险管控

1）确立环境保护目标，建立环境保护体系

施工单位在施工过程中要认真贯彻落实国家有关环境保护的法律、法规和规章，做好施工区域的环境保护工作，对施工区域外的植物、树木尽量维持原状、防止由于工程施工造成施工区附近地区的环境污染，加强开挖边坡治理，防止冲刷和水土流失。积极开展尘、毒、噪音治理，合理排放废渣、生活污水和施工废水，最大限度地减少施工活动给周边环境造成的不利影响。

2）与施工区域附近的居民和企业建立良好的关系，可能造成噪音污染的，事前通知，随时通报施工进度，并设立投诉热线电话。

3）生活、生活污水采取治理措施，对生产污水按要求设置水沟塞、挡板、沉砂池等净化设施，保证排水达标。生活污水先经化粪池发酵杀菌后，按规定集中处理或由专用管道输送到无危害水域。

4）加强交通噪声的控制和管理。合理安排车辆运输时间，限制车速，禁鸣喇叭，避免交通噪声污染对敏感区的影响。

5）由于施工活动引起的污染，采取有效的措施加以控制。

（4）施工期施工安全管理引起的风险防范措施

1）采取合理的预防措施避免扰民施工作业，以防止公害的产生为主。

2）采取一切必要的手段防止运输的物料入场区道路和河道，并安排专人及时清理。

3）采取一切措施尽可能防止运输车辆将砂石、混凝土、石碴等撒落在施工道路及工区场地上，安排专人及时进行清扫。场内施工道路保持路面平整，排水畅通，并经常检查、维护及保养。晴天洒水除尘，道路每天洒水不少于4次，施工现场不少于2次。

4）施工单位应于现场按规范悬挂安全施工标识，加强现场安全生产教育，加强安全巡检。

5）施工单位应建立职业健康管理体系，日常宣传卫生知识，配备必要的卫生防护

设备，加强工人健康监测。

9.3 风险应急预案

1、应急管理组织

本工程应急管理工作实行三级应急组织体系，项目公司设置应急领导小组。各标段项目经理部建立指挥协调组、救援、抢险、疏散、治安保卫、后勤保障、宣传报道、综合协调、事件调查 9 个应急小组。

2、项目公司安全事故应急管理职责

(1) 根据国家有关法律法规的规定和当地交通主管部门制定的应急预案，制定本工程生产安全事故应急预案，审查施工单位的生产安全事故应急预案和应急抢险救援方案。

(2) 建立本工程应急救援组织，配备必要的应急救援物资、设备，并定期组织应急救援演练。

(3) 编制本工程年度应急工作资金预算，具备在情况紧急时能及时调用的能力。

(4) 组织开展事故应急知识培训和宣传工作；负责联络气象、水利、地质等相关职能部门，为施工单位提供预测信息；对施工单位的应急工作进行日常监督检查。

(5) 发生生产安全事故后，及时组织、协调、落实各参建单位用于应急抢险救援的物资、设备、人员，配合交通、安监、公安、消防、卫生等部门开展生产安全事故现场应急救援工作，控制事故的蔓延和扩大。

(6) 按规定及时向有关交通部门和安全监管部门报告事故情况，配合事故调查、分析和处理工作。

3、项目经理部安全事故应急管理职责

(1) 根据国家有关法律法规的规定和建设单位制定的本工程应急预案，认真分析施工作业环境危害因素，充分考虑各类自然灾害影响，因地制宜制定有针对性和时效性的本合同段生产安全事故应急预案。

(2) 结合工程特点建立本工程应急救援组织和救援小分队，编制应急处理措施方案，配备必要的应急救援物资、设备，并每年不少一次定期组织应急救援演练。

(3) 编制本工程年度应急工作资金预算。

(4) 对施工过程中重大生产安全技术问题组织专家进行专项研究；

(5) 对本工程施工人员进行安全生产培训、教育；组织开展事故应急知识培训、教育和宣传工作，必要时可向交通主管部门申请帮助；

(6) 当发生安全生产事故后，第一时间组织开展事故现场应急救援工作。

(7) 按规定及时向项目公司报告事故情况，需紧急救援时，同时向当地公安、消防、卫生部门报告。

(8) 及时编写具体的生产安全事故应急抢险救援方案。

(9) 配合事故调查、分析和处理工作。

4、预防预测

按照“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，应急管理要突出预防预测。项目公司应通过对工程施工作业环境风险分析，做出相应判断，向施工单位发布预测信息，督促采取预防措施，防止造成生产安全事故，做好应急反应准备。

5、预测预警

项目公司组织对自然灾害、施工管理以及其他可能导致生产安全事故发生的信息进行风险分析，推测可能造成生产安全事故的风险程度，发布预警信息。项目公司在接到自然灾害预警信息后，及时发布给各施工单位，并督促施工单位做好各项准备工作。其它预测预警由施工单位根据工程危险源分析和重大危险性工程施工方案论证情况作出相应预测。

9.4 结论

经初步评估，项目社会稳定风险等级为低风险。

10 研究结论及建议

10.1 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-20/2.79 (+2°) 潜水贯流泵，总装机为 3360kW。

(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 16049.68 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 10808.19 万元；

第二部分：工程建设其他费用 4197.35 万元；

预备费（基本预备费）：1044.14 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 16049.68 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。

10.2 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。

- (6) 项目涉及外水接驳，需征求自来水公司意见。
- (7) 本工程建设需要区水务局审批，需征求区水务局相关部门意见。

11 附件

11.1 北濠涌排涝泵工程可行性研究阶段图册（另册）

11.2 北濠涌排涝泵工程可行性研究阶段估算书（另册）

11.3 《北濠涌排涝泵工程可行性研究报告》专家评审意见修改回复说明书

《海珠区北濠涌排涝泵工程可行性研究报告》 专家评审意见

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了《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，参加会议的有特邀专家5名（名单附后）及广州市海珠区水务局、广州市规划和自然资源局海珠区分局、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《可研报告》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、《可研报告》编制内容和深度基本满足《国家发展改革委关于印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明的通知》的要求，经修改完善后可作为下阶段工作依据。

二、意见和建议

1. 复核水文成果，完善水闸、泵站运行调度方案；
2. 优化泵站布置及基坑支护设计；
3. 完善施工组织设计，合理确定施工工期；
4. 复核工程量、单价及独立费用，完善投资估算；
5. 完善报告附图。

专家组组长：

专家组成员：

2023年12月22日

《北濠涌排涝泵工程可行性研究报告》

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

《可研报告》编制内容和深度基本满足《国家发展改革委关于印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明的通知》的要求，经修改完善后可作为下一阶段工作依据。

2、意见和建议

(1) 复核水文成果，完善水闸、泵站运行调度方案。

回复：本次复核施工期水位及泵站特征参数，补充海珠湖排涝片区水闸泵站调度运行情况，并对工程泵站调度运行方案进行补充完善，详见本次水文相关章节。

(2) 优化泵站布置及基坑支护设计。

回复：①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，下一阶段将结合勘察成果进行进一步优化设计。

②已结合本次施工组织方案优化完善基坑支护设计，优化了临河侧打桩平台段灌注桩桩长；结合基坑计算结果，本次进出水段考虑双排桩加对撑的支护型式，以减少对岸上建筑物的影响。本次工程地质根据收集到的资料，采用《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程地质勘察报告》（广东省南方岩土工程公司，2000年1月）中的相关成果（以下简称《地勘资料》）。《地勘资料》中与本水闸泵站相关的钻孔主要为 ZK01~ZK05，考虑本次工程位置与参考钻孔有所偏差，可能因工程位置不同引起的地质情况变化，故本阶段在基坑设计上考虑了一定安全裕度，下一阶段将进行详细勘察工作，并结合勘察成果进行进一步优化设计。

(3) 完善施工组织设计，合理确定施工工期。

回复：已按最新方案完善施工组织设计，工期根据围堰侵占现状河道后的过流能力和两岸的征地的情况，再次经业主确认，左右岸泵室分 2 个枯水期施工，总工期为 30 个月较为可行。

(4) 复核工程量、单价及独立费用，完善投资估算。

回复：已复核相应工程量、单价及独立费用并完善工程投资，详见投资估算表。

(5) 完善报告附图。

回复：已完善报告附图。

二、专家个人意见回复

(1) 高振海专家个人意见回复：(水工专业)

1、完善基坑支护设计。

回复：已结合本次施工组织方案优化完善基坑支护设计，优化了临河侧打桩平台段灌注桩桩长；结合基坑计算结果，本次进出水段考虑双排桩加对撑的支护型式，以减少对岸上建筑物的影响。本次工程地质根据收集到的资料，采用《广州市海珠区北濠涌水闸重建工程地质勘察报告》（广东省南方岩土工程公司，2000年1月）中的相关成果（以下简称《地勘资料》）。《地勘资料》中与本水闸泵站相关的钻孔主要为 ZK01~ZK05，考虑本次工程位置与参考钻孔有所偏差，可能因工程位置不同引起的地质情况变化，故本阶段在基坑设计上考虑了一定安全裕度，下阶段将进行详细勘察工作，并结合勘察成果进行进一步优化设计。

2、完善施工组织设计，优化围堰布置。

回复：已调整一期内涌围堰的形式，根据所处位置不同，分为3种围堰形式。详见施工组织部分图纸。

3、完善报告附图。

回复：已完善报告附图。

(2) 黄锦林专家个人意见回复：(规划专业)

1、补充站涉排涝区域排涝泵闸及调度方式介绍。

回复：关于现状海珠区闸泵情况，本次进一步补充分析工程所在海珠湖排涝片区闸泵情况（表2-3及图2-3），并补充北濠涌片区联合调度说明，见2.1.2章节。

片区内排涝闸站调度运行方式主要为：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；排涝期间，北濠涌流域与西禄涌流域由西禄涌水闸分隔开，西禄涌北濠涌侧高、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。

2、复核外江设计潮位成果。

回复：已复核，本工程设计洪潮水位采用广东省水利厅2020年8月《珠江河口综合治理规划修编主要测站设计潮位复核报告》成果。

3、完善施工期洪水位设计成果，复核内涌施工期洪水位成果。

回复：已复核10年一遇枯水期水位1.67m，详见本报告4.2.4.6章节。

4、复核工况二的设计条件；完善调蓄计算成果表。

回复：复核并调整完善调蓄计算成果表，详见本报告表5-4，表5-5。

5、复核泵站特征水位成果。

回复：已复核泵站特征水位成果，并补充相关说明，详见5.1.1.4章节表5-11。

6、补充工程调度运行方案。

回复：本次补充日常调度运行方案，完善工程调度运行方案。详见5.1.1.5章节。

水闸泵站联合调度原则如下：

（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-1.00m，然后关闸，空库以待降雨。

② 降雨时内涌水位与外江水位上涨，若内涌水位低于外江水位，且内涌水位不低于-0.50m时，开启泵站进行排水。

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）余列强专家个人意见回复：（施组专业）

1、明确施工导流时段。

回复：明确导流时段为枯水期10~次年3月。

2、复核外江围堰防洪（潮）标准。

回复：已复核，外江围堰的防洪标准不降低现状堤防，因此外江围堰顶与现状堤顶高程齐平。

3、复核围堰堰基防渗体系是否完善。

回复：内涌围堰已补充钢板桩止水，与基坑支护的灌注桩搭接。外江土石围堰位于现状水闸底板上填筑，满足防渗的要求，二期外江的双排钢板桩围堰，钢板桩穿过透水层，与灌注桩和现状挡墙搭接，满足防渗要求。只有一期外江围堰布置在水闸底板以外的小部分范围，因泵站的基坑布置于内涌，此处仅为砼护底，几乎与现状河底高程齐平，不存在开挖基坑，渗透量小，为了节省投资，在确保不产生渗透破坏的前提下，考虑临时水泵抽排渗水，不另外考虑止水桩。

4、建议研究将左、右岸泵房临水侧灌注桩桩顶提高，利用灌注桩及桩间止水作为纵向围堰的可行性。

回复：灌注桩桩顶提高作为纵向围堰，一是投资大，二是灌注桩桩顶高现状河底较高，泵站的进水水流条件受影响，如果为了改善水流条件，需要拆除这排灌注桩的桩顶，增加投资。

5、砂包围堰建议取消背水侧喷 C20 砼护面。

回复：经计算边坡稳定满足规范要求，采纳意见，取消背水侧喷 C20 砼护面。

（4）姬柏华专家个人意见回复：（水机专业）

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。

回复：下阶段将对两种泵型进行技术经济比较，根据比较后成果再确定水泵选型。

2、下阶段细化计算流道损失等水利参数，优化水泵性能参数。

回复：下阶段将根据选定的水工布置，重新计算进出水流道、拦污栅等损失，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：综合泵站布置，考虑采用拍门断流，在拍门后装设事故闸门，事故闸后设置防洪闸门。

（5）吴昕专家个人意见回复：（造价专业）

1、泵站支护

1.1、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 24.2 米（A、D、H 区）（含旋挖钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 23.2 米（E、K、L 区）（含旋挖钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 27.2 米（J 区）（含旋挖钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”和“C30 桩径 800 灌注桩支护桩单长 22.6 米（G 区）”

（含回旋钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”，以上四个项目单价应根据施工组织设计拟定的回旋钻造灌注桩孔施工方法和依据土、沙和岩石三个地层类别所占比例的相应地质情况，采用相应配套定额子目乘 0.95 调整系数，分析测算项目单价。

回复：已根据施工方法及地层类别复核并调整项目单价。

1.2、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 26.2 米（B 区）（含回旋钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 21.2 米（C 区）（含回旋钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”、“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 18.2 米（F 区）（含回旋钻钻孔、灌注砼及泥外运）”和“C30 桩径 1000 灌注桩支护桩单长 26.7 米（I、M 区）（含回旋钻钻孔、灌注砼及泥浆外运）”，以上四个项目单价应依据土、沙和岩石三个地层类别所占比例的相应地质情况，采用相应配套定额子目乘 0.95 调整系数，分析测算项目单价。

回复：已根据施工方法及地层类别复核并调整项目单价。

1.3、“桩径 600 高压旋喷桩”，①该项目为灌注桩支护的桩间止水，局部灌水泥浆，其水泥用量应小于正常的高压旋喷桩，建议相关设计人员应结合本工程地质情况，提供相应单位米的水泥用量。②按施工组织设计拟定三重管法灌浆，而非双管法。应根据土和沙两个地层类别所占比例的相应地质情况，套用相应的高压旋喷灌浆定额子目。③增加钻机钻高压喷射灌浆孔工序费用，应根据土和沙两个地层类别所占比例的相应地质情况，套用相应的钻机钻高压喷射灌浆孔定额子目。

回复：①水泥用量按 300kg/m

②已采用三重管法灌浆，已分别按沙/土所占比例喷浆

③因水利定额钻孔+喷浆综合单价较高，根据以往项目经验，本项目只套用喷浆定额，不再采用钻孔工序。

2、地基处理

2.1、“桩径 600 高压旋喷桩”，①按施工组织设计拟定三重管法灌浆，而非双管法。②增加钻机钻高压喷射灌浆孔工序费用，应根据土和沙两个地层类别所占比例的相应地质情况，套用相应的钻机钻高压喷射灌浆孔定额子目。③应根据土和沙两个地层类别所占比例的相应地质情况，套用相应的高压旋喷灌浆定额子目。并建议相关设计人员应结合本工程地质情况，提供相应单位米的水泥用量。

回复：①水泥用量按 300kg/m

②已采用三重管法灌浆，已分别沙/土所占比例喷浆

③因水利定额钻孔+喷浆综合单价较高，根据以往项目经验，本项目只套用喷浆定额，

不再采用钻孔工序。

2.2、“桩径 600 高压旋喷桩空桩”，应根据土和沙两个地层类别所占比例的相应地质情况，套用相应的钻机钻高压喷射灌浆孔定额子目。

回复：已根据土和沙两个地层类别所占比例复核并调整。

3、开挖回填

3.1、应根据施工组织设计拟定的土石方平衡方案，复核“土方开挖（弃运 20km）”、“土方开挖（利用于回填）”、“土方回填（利用开挖方）”和“土方回填（外借土）”等四个项目工程量。

回复：本项目主体工程回填方可全部采用开挖方，无须外借，故无“土方回填(外借土)”项目清单。

4、园建绿化

“6m 透水混凝土道路”、“H2.7m 围墙”、“道牙”、“植草沟”四个项目单价偏高，需复核。

回复：已复核并调整。

5、建议增加“工程安全监测”费用。

回复：采纳，已增加工程安全监测费用。

6、临时工程

6.1、应根据施工组织设计拟定的土石方平衡方案，复核 1 期围堰的相关围堰填筑拆除项目工程量。

回复：已根据施工组织方案复核调整工程量。

6.2、复核“砂包围堰（外购，拆弃 20km）”、“打桩平台（外购土方，拆弃 20km）”和“18m 拉森IV型钢板桩（工期 2 个月）”和“围蔽（A2，工期 24 个月）”项目单价。

回复：已复核调整。

7、独立费用

7.1、根据建设管理方案，建议增加“建设单位人员费和项目管理费”和“生产职工培训费”。

回复：已增加项目管理费；本项目非新建项目，故不计“生产职工培训费”。

7.2、复核“工程勘测设计费”、“水工模型试验研究技术咨询费”和“水泵装置试验技术咨询费”。

回复：已复核调整。

可行性研究报告专家评审会意见修改落实确认书

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了《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。会后，广州市水务规划勘测设计研究院有限公司（设计单位）进行了认真修改和完善。

经专家组复核确认，设计单位已按专家评审会意见对该项目可研报告修改落实到位，可作为下一步工作的依据，详见专家意见和修改回复说明书。

特此确认

附件：专家意见和修改回复说明书

专家组长（签名）：

日期：2024年1月15日