

资信甲、乙级证号：9144010145535119XP-18ZYJ18、21ZYY21

设计甲、乙级证号：A144000713、A24000710

勘察乙级证号：B244000710

# 荔湾区龙溪泵站升级改造工程 可行性研究报告

广州市水务规划勘测设计研究院有限公司

2023年8月



# 目 录

<b>1 概述</b> .....	<b>1</b>
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 .....	4
<b>2 项目建设背景和必要性</b> .....	<b>8</b>
2.1 项目建设背景 .....	8
2.2 项目建设必要性 .....	10
<b>3 项目需求分析与产出方案</b> .....	<b>15</b>
3.1 需求分析 .....	15
3.2 建设内容和规模 .....	15
3.3 项目产出方案 .....	16
<b>4 项目选址与要素保障</b> .....	<b>17</b>
4.1 项目选址或选线 .....	17
4.2 项目建设条件 .....	17
4.3 要素保障分析 .....	36
<b>5 项目建设方案</b> .....	<b>39</b>
5.1 技术方案 .....	39
5.2 工程方案 .....	42
5.3 设备方案 .....	55
5.4 用地征收补偿方案 .....	76
5.5 数字化方案 .....	79
5.6 建设管理方案 .....	85
5.7 水土保持方案 .....	95
5.8 海绵城市建设方案 .....	99
5.9 树木保护方案 .....	101
5.10 文物保护方案 .....	106
<b>6 项目运行模式</b> .....	<b>107</b>
6.1 项目运行模式 .....	107
6.2 运营组织方案 .....	108
6.3 安全保障方案 .....	108
6.4 绩效管理方案 .....	109
<b>7 项目投融资及财务方案</b> .....	<b>110</b>

7.1 投资估算 .....	110
7.2 财务评价 .....	114
7.3 项目盈利分析 .....	114
7.4 融资方案 .....	114
7.5 债务清偿能力分析 .....	114
7.6 财务可持续性分析 .....	114
<b>8 项目影响效果分析 .....</b>	<b>115</b>
8.1 经济影响分析 .....	115
8.2 社会影响分析 .....	118
8.3 生态环境影响分析 .....	120
8.4 资源和能源利用效果分析 .....	124
8.5 碳达峰碳中和分析 .....	128
<b>9 项目风险管控方案 .....</b>	<b>129</b>
9.1 风险识别与评价 .....	129
9.2 风险管控方案 .....	132
9.3 风险应急预案 .....	134
<b>10 研究结论及建议 .....</b>	<b>136</b>
10.1 结论 .....	136
10.2 建议 .....	138

# 1 概述

## 1.1 项目概况

(1) 项目名称：荔湾区龙溪泵站升级改造工程

(2) 项目建设目标和任务：防洪（潮）排涝，对龙溪泵站进行升级改造，进一步提升荔湾区海龙围的防洪（潮）排涝能力，进一步提高应对超标洪涝灾害的能力。

(3) 项目建设地点：广州市荔湾区海龙围大沙河北出口。



图 1-1 工程位置图

(4) 建设内容和规模：在省管河道佛山水道支流大沙河北出口处扩建排涝泵站及相应附属建筑，建设内容包括泵站部分和泵站出口事故水闸部分。其中本次扩建排涝泵站设计流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，保留现状泵站（流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ），总排涝流量  $19\text{m}^3/\text{s}$ 。扩建泵站选用 3 台 1400ZQ-125 潜水轴流泵，总装机为 840kw，事故水闸选用 3 扇  $3.6\text{m} \times 4.1\text{m}$

液压顶升式平面钢闸门。工程需对现状设备房进行扩建，同时对现状水闸进行达标加高。泵站设计排涝标准为50年一遇24小时不成灾，水闸及堤岸防洪标准为200年一遇洪(潮)标准。泵站工程等别为III等，泵站规模为中型泵站，工程建筑物级别为1级，次要水工建筑物为3级，临时水工建筑物4级。

(5) 建设工期：本工程建设阶段分为工程准备期、主体工程施工期、工程完建期。总工期15个月，建设时间为2024年1月~2025年6月。

1) 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2个月。

2) 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15个月。

3) 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。

(6) 投资规模和资金来源：龙溪泵站外江为佛山水道，属于省管河道。根据《广州市人民政府办公厅关于印发广州市城市建设维护工作市区分工调整方案的通知》（穗府办函[2020]19号）要求，项目建设资金水闸部分由市财政出资，泵站部分由市、区按5:5比例出资。龙溪泵站工程总投资3995.06万元，其中泵站投资3476.08万，水闸投资518.98万。工程投资按照水闸部分由市财政出资，泵站部分由市、区按5:5比例出资，市出资共2257.02万元，区出资共1738.04万元。

(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），本工程水闸

部分建安费投资为 386.59 万元，水闸估算控制指标为 88~130 万元/每米净宽，水闸总净宽为 5m，折合 77.32 万元/每米净宽；泵站部分建安费总投资为 2589.43 万元，泵站工程估算控制指标为 2.4~2.9 万元/KW，泵站装机容量  $280 \times 3 = 840\text{KW}$ ，折合 3.08 万元/KW。

## 1.2 项目单位概况

### 1.2.1 单位基本情况

主管单位：广州市荔湾区水务局

建设单位：广州市荔湾区水务工程建设管理中心

### 1.2.2 拟组建法人机构情况

项目法人：广州市荔湾区水务工程建设管理中心

法定代表人：鞠 晖

项目负责人：朱靛轲

技术负责人：赖文勇

成 员：江绍恒、黄耀龙、谢永强、麦智威、朱碧仪、任然

## 1.3 编制依据

### （一）片区现状排涝标准

龙溪泵站和沙尾泵站位于佛山水道支流大沙河北侧和南侧出口处，为荔湾区海龙围防洪（潮）体系的重要组成部分。两泵站现状排涝标准为 20 年一遇 24 小时暴雨不成灾。

### （二）片区发展规划情况

1、中共广州市委广州市政府贯彻落实《粤港澳大湾区发展规划纲要》的实施意见  
2019 年，《中共广州市委广州市政府贯彻落实〈粤港澳大湾区发展规划纲要〉的实施意见》（穗字〔2019〕8 号，以下简称《实施意见》）印发。《实施意见》将广州荔湾海龙围科创区定位为广佛科技创新产业示范区和珠江西岸先进装备制造业产业功能区与“广州-深圳-香港-澳门”科技创新走廊结合点。

### 2、“1+4”广佛高质量发展融合试验区建设总体规划

2021 年 1 月，广州市规划和自然资源局、佛山市自然资源局联合印发了《“1+4”广佛高质量发展融合试验区建设总体规划》。该规划中，荔湾海龙科技创新产业区属于

连片开发范围。

### （三）片区排涝规划、实施方案情况

#### 1、《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）荔湾、越秀（新建或成片改造区域）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。老城区排涝标准为20年一遇24小时暴雨不成灾，结合LID、管网改造、深隧（中心城区）、调蓄、管理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。

#### 2、《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。

#### 3、《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。

#### 4、《广州市城市内涝治理行动方案（2021-2025年）》（2021年市水务局印发实施）

本工程纳入了《广州市内涝治理行动方案（2021-2025年）》。

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

规划提出对于海龙围的龙溪和沙尾泵站等泵站实施改造。

## 1.4 主要结论与建议

### 1.4.1 结论

#### （1）工程必要性：

海龙围现状地势低洼，高程为0.9~4.5m，内河涌受外江洪（潮）水位顶托无法自排，现状强排能力无法满足规划的内涝防治要求。因此，为使区域达到50年一遇的内涝防治标准，规划提出对海龙围的多座泵站进行升级改造。荔湾区龙溪泵站升级改造即是规划措施中的一项。因此，荔湾区龙溪泵站升级改造工程是必要的。

#### （2）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。

(3) 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的建设条件；通过本工程泵站扩建，能将泵站排涝标准从20年一遇提高到50年一遇；待工程扩建泵站后，能有效降低大沙河汛期水位，提高应对极端天气能力，能满足远期规划排涝需求。

通过龙溪泵站、沙尾泵站、菊树泵站及赤岗泵站扩建，并通过海龙围管网改造、河涌整治，将海龙围片区排涝能力提高至50年一遇，为海龙围发展建设提供基础安全保障，助力广佛高质量发展融合试验区建设。

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。

(4) 运营有效性：

现状龙溪泵站项目运营模式为自主运营管理，龙溪泵站的管理单位为广州市荔湾区水务设施管理中心，主管单位是广州市荔湾区农业农村和水务局。泵站建成后由原单位一并管养运营，不另设新管理单位，广州市荔湾区水务设施管理中心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。

(5) 财务合理性：

龙溪泵站外江为佛山水道，属于省管河道。根据《广州市人民政府办公厅关于印发广州市城市建设维护工作市区分工调整方案的通知》（穗府办函[2020]19号）要求，项目建设资金水闸部分由市财政出资，泵站部分由市、区按5:5比例出资。龙溪泵站工程总投资3995.06万元，其中泵站投资3476.08万，水闸投资518.98万。工程投资按照水闸部分由市财政出资，泵站部分由市、区按5:5比例出资，市出资共2257.02万元，区出资共1738.04万元。

设施的运行维护由市财政出资；日常养护费用由区按照移交设施量出资。

(6) 影响可持续性：

本工程实施后，通过泵站建设，将片区排涝能力从现状 20 年一遇提高到 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。

#### （7）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。

#### （8）工程范围

项目服务区域主要为海龙围大沙河流域范围，包括中南街道、海龙街道等片区。

#### （9）工程方案

在省管河道佛山水道支流大沙河北出口处扩建排涝泵站及相应附属建筑，本次扩建排涝泵站设计流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，保留现状泵站（流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ），总排涝流量  $19\text{m}^3/\text{s}$ 。扩建排涝泵站包括泵站部分和泵站出口事故水闸部分。其中泵站选用 3 台 1400ZQ-125 潜水轴流泵，扩建泵站总装机为 840kw，事故水闸选用 3 扇  $3.6\text{m}\times 4.1\text{m}$  液压顶升式平面钢闸门。工程需对现状设备房进行扩建，同时对对现状水闸进行达标加高。泵站排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，水闸及堤岸防洪标准为 200 年一遇洪（潮）标准。泵站工程等别为 III 等，泵站规模为中型泵站，工程建筑物级别为 1 级，次要水工建筑物为 3 级，临时水工建筑物 4 级。

#### （10）投资估算

本工程估算总金额为 3995.06 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 2976.03 万元；

第二部分：工程建设其他费用为 667.21 万元；

预备费（基本预备费）：351.82 万元。

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、根据荔湾区龙溪泵站计算分析成果，建议大沙河流域沿岸规划地面高程规划在 1.00m 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、海龙围泵站水闸较多，为提高水利设施联合调度水平，保障海龙围水安全，建议海龙围范围内所有泵站水闸建立联控数字系统。

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

6、项目涉及外水接驳，需征求自来水公司意见。

7、本工程涉及房屋拆迁，需征求街道办意见并及早启动拆迁工作。

8、本工程扩建需要市水务局审批，需征求市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

#### 2.1.1.1 区域水系及水利工程概况

本工程位于荔湾区海龙围大沙河北出口。

荔湾区属珠江三角洲河网平原区。东与海珠区、越秀区相邻，南靠佛山水道，与番禺区、佛山南海区相邻，西与佛山盐步接壤，北与从化、白云相连。著名的花卉博览园位于本区西南角。荔湾区因珠江穿境而过，将荔湾区分为两大片：北片区（大坦沙岛和老城区）和南片区（包括葵蓬围、海龙围和芳村围）。

其中，南片区北临珠江广州水道的西航道，东临珠江后航道，南临北江的汉流佛山水道、平洲水道，西有广佛河。花地河纵贯南片区的南北，北接西航道，南连平洲水道西通广佛河，将南片区分隔为葵蓬围、海龙围和芳村围：

海龙围四面环水，外围水系有四条：北面为广佛河、东向为花地河、南部为平洲水道、西侧为佛山水道。海龙围属珠江三角洲冲积平原区，四周环水，已建成由堤围和穿堤涵闸组成的封闭的防洪（潮）体系。

海龙围内地势平坦低洼，地面高程 0.9~4.5m。围内有河涌 31 条，大沙河是海龙围最大的内河涌，南侧河口、北侧河口分别已建设沙尾水闸泵站、龙溪水闸泵站，这两个泵站与周边多个相连通的河涌泵站联合排涝，共同保障海龙围的排涝安全。



图 2-1 荔湾区河涌水系示意图

### 2.1.2 现状闸站情况

现状龙溪泵站在 2008 年完成重建、龙溪水闸在 2004 年完成重建。水闸闸室尺寸（净长×宽）约为 5.50m×5.00m。闸室顶高程为 3.65m，底板高程为-1.60m，上下游翼墙的平面布置均为八字墙式，闸室上部有一层启闭机门楼。龙溪泵站设计排涝标准为 20 年一遇，设计流量为 4.5m<sup>3</sup>/s（两台 900ZLB-125 机组），泵室底板高程为-2.43m，泵室尺寸（长×宽）为 15.20m×9.40m，泵室顶高程为 4.00m。闸室与泵站水平方向之间约有 5~7m 采用八字墙式相连接。泵室上部有一座两层管理房，占地约为 230.65m<sup>2</sup>。

2023 年 2 月，经湖北建科国际工程有限公司对龙溪水闸进行安全鉴定，现状水闸为二类闸，水闸结构满足正常使用要求，但需对附属建筑物进行局部修缮，建议保留。现状泵站建筑物的安全类别为二类，泵站机电设备的安全类别为二类，泵站金属结构的安全类别为二类，泵站的综合安全类别为二类，建议保留，具体评价分级表如下。

现状龙溪泵站设计排涝标准为20年一遇，设计流量为4.5m<sup>3</sup>/s，与周边21条河涌、水闸12座、泵站13座，共同承担区域排涝任务。但近年，海龙围的中南街、海龙街的低洼区域出现了不同程度的积水情况，其中2023年7月3日海龙围局地发生了超20年一遇降雨叠加外江潮位顶托，导致内涌超过控制水位，局部地区发生内涝。工程所在区域防洪排涝保护对象重要，目前区域泵站排涝标准和排涝能力已不能满足区域排涝安全要求。

### 2.1.1 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，提出了“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。

龙溪泵站升级改造纳入了《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）》。

## 2.2 项目建设必要性

### 2.2.1 工程现状及存在问题

海龙围是一个独立的排涝围区。围内现有内河有31条，涌口水闸16座，排涝泵站

16 座。沙尾泵站所在河涌为大沙河和海龙围最大河涌，河涌宽度约 15~30m。龙溪泵站（现状装机流量为 4.5m<sup>3</sup>/s）与沙尾泵站（现状装机流量为 7.0m<sup>3</sup>/s）位于大沙河的两岸，是保障区域排涝安全的核心工程，与海龙围内 21 条河涌、16 座水闸，16 座泵站共同承担区域排涝任务，包括大沙河、龙溪一涌、龙溪二涌、龙溪三涌、凤池涌、博览横涌、竹脚涌、海中支涌、海中涌、猎口涌、花沙涌、生南涌、生北、海南赤岗涌、海南赤岗涌支涌、棉村涌、棉村支涌、菊树南涌、菊树北涌、增激涌、大和涌共 21 条，排涝面积为 11.71km<sup>2</sup>。

根据现场调查了解，中南街、海龙街等低洼区域近年每逢暴雨均出现不同程度的积水、内涝情况。主要原因是：海龙围地势平坦、局部地势低洼形成排涝锅底；凤池涌、海中涌、竹脚涌等河宽较窄，排水能力不足；区域大部分雨水管网无法满足 5 年一遇设计标准（根据《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035 年）》，海龙围雨水管网满足 5 年一遇重现期达标率 36.21%，其余 63.79%的雨水管网不满足 5 年一遇）。

2022 年 7 月 3 日荔湾区发生大暴雨，降雨强度及遭遇的闸外洪潮水位均超过了原龙溪泵站 20 年一遇设计标准和设计工况，即使当时龙溪泵站及海龙围其他泵站持续开泵超过 8 个小时，大沙河涌水位持续高企，最高水位仍达到 1.03m，超过内涌控制水位。



图 2-2 泵站工程周边现状图

## 2.2.2 工程建设的必要性

### 2.2.2.1 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。本项目充分体现了荔湾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。

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

广州作为国际化大都市，具有山、水、城、田、海的城市格局，目前已初步建立起以排水管渠、河涌湖泊为骨架的雨水系统，共同发挥排除、调蓄雨水径流的作用，保障城市安全运行。但是，伴随着广州城市化的快速发展，近年来全球性气候变化，短历时强降雨和灾害性气候频发，加之潮位上升，给城市排水防涝带来巨大压力，每逢汛期仍然有内涝发生，给生活生产秩序造成较大影响。

2021年4月，国务院办公厅印发《关于加强城市内涝治理的实施意见》（国办发〔2021〕11号），明确治理城市内涝事关人民群众生命财产安全，既是重大民生工程，又是重大发展工程。意见要求，到2025年，因地制宜基本形成“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；有效应对超标降雨。

为此，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，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。为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，为进一步提高海龙围片区的排涝能力，规划提出对海龙围的多座泵站进行升级改造。本泵站升级改造即是规划措施中的一项。因此，沙尾泵站升级改造工程是必要的，通过提升强降雨时区域强排能力，降低大沙河水位，保障周边排水通畅，降低周边内涝风险。

### **2.2.2.3 为广州市社会经济的高质量发展提供支撑和保障**

工程所在荔湾区 2022 年人均地区生产总值 10.79 万元，经济密度达到 20.57 亿元/平方公里。本工程位于“1+4”广佛高质量发展融合试验区的“广州南站-佛山三龙湾-广州荔湾海龙”先导区，海龙科技创新产业区，未来将打造成为“广佛之心，湾区极点”，在粤港澳大湾区重大平台占有一席之地，区域防洪排涝保护对象重要。海龙围现状地势低洼，高程为 0.9~4.5m，内河涌受外江洪（潮）水位顶托无法自排，2022 年 7 月 3 日荔湾区发生大暴雨，区域发生交通道路受淹，雨水倒灌进入居民家中等水安全问题，严重影响当地人民的生命财产安全。龙溪泵站与沙尾泵站是海龙围最大内河涌大沙河的的两端，是保障区域排涝安全的核心工程。为使区域达到 50 年一遇的内涝防治标准，对龙溪泵站及相应附属建筑进行扩容和改造是非常必要的。

## **2.2.3 项目建设可行性**

### **2.2.3.1 政策和资金方面的可行性分析**

龙溪泵站工程扩容和改造是适应城市发展，是保障区域水安全的重要举措。工程上马与《“1+4”广佛高质量发展融合试验区建设总体规划》《海龙围广佛高质量发展科创区建设总体方案》《海龙围科创区开发建设三年行动方案（2022~2024 年）》以及荔湾区海龙街龙溪村旧村改造片区等相关规划政策是相符合的。

龙溪泵站升级改造设计排涝标准为 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、荔湾区政府污水治理政策的重要举措。

同时资金来源为财政出资，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。

### 2.2.3.2 工程方案可行性分析

本工程主要建设内容是扩建泵站，根据过往经验，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”)，扩建龙溪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。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。

拟扩建龙溪泵站的工程建设用地在已征收的大沙河河涌规划管理范围内，地势平坦。本工程的占地问题是由于龙溪泵站的升级改造以及河岸衔接等需要征占临时用地。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

本工程永久及临时用地均位于现状绿地，现状泵站及水闸上部仅有 1 米宽人行通道，行人可通过距离现状泵站下游约 300 米处桥涵通行，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，扩建泵站用地位于已征收的大沙河河涌规划管理范围内，施工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，扩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

根据现场调查了解，近年来，每逢暴雨天气，海龙围的中南街、海龙街的低洼区域均出现了不同程度的积水、内涝情况，淹没水深约 0.2~0.5m，影响当地交通；海中村雨水进屋影响等问题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”，龙溪泵站升级改造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，降低大沙河水位，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：龙溪泵站经升级改造后，排涝标准达到 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾。

综上所述，龙溪泵站升级改造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，进一步提升荔湾区海龙围的防洪（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：在省管河道佛山水道支流大沙河北出口处扩建排涝泵站及相应附属建筑，本次扩建排涝泵站包括泵站部分和泵站出口事故水闸部分。扩建排涝泵站设计流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，保留现状泵站（流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ），总排涝流量  $19\text{m}^3/\text{s}$ 。工程需对现状设备房进行扩建，同时对现状水闸进行达标加高。

扩建泵站位于现状龙溪水闸右侧、大沙二街左侧绿地，泵站选用 3 台 1400ZQ-125 潜水轴流泵，扩建泵站总装机为 840kw，事故水闸选用 3 扇  $3.6\text{m}\times 4.1\text{m}$  液压顶升式平面钢闸门。扩建泵站分为上游连接段、进水段、主泵室段、出水段及下游连接段，平面总长度为 90.77m。扩建泵站管理区位于泵室结构右岸，占地约  $548\text{m}^2$ ，该部分作为绿化以及管理用房用地，用地均位于已征收的大沙河河涌管理范围线内。

扩建泵站排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，水闸及堤岸防洪标准为 200 年一遇洪（潮）。扩建泵站工程等别为Ⅲ等，泵站规模为中型泵站，工程建筑物级别为 1 级，次要水工建筑物为 3 级，临时水工建筑物 4 级。详细的工程规模论证详见 5.1 节。

### 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，“水利水电工程合理使用年限应根据工程类别和等别按表 3.0.2 确定，对综合利用的水利水电工程，当按各综合利用项目确定的合理使用年限不同时，其合理使用年限应按其中最高的年限确定”，本工程泵站工程等别为Ⅲ等，合理使用年限为 50 年。又根据 3.0.3 条，本工程泵站水工建筑物级别提高至 1 级，其合理使用年限不变，即为 50 年。

荔湾区龙溪泵站升级改造工作在工程建设期间，主要需满足以下几点需求及质量要求：

- （1）工程建设后能减缓海龙围内涝问题；
- （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

根据工程布置，通过调查及测量结果统计，本工程用地范围 3.16 亩，其中现状水域占地 0.12 亩，前期已征用地 2.29 亩，临时用地 503m<sup>2</sup>（0.75 亩）。工程永久用地均位于已征收大沙河用地范围内，本次工程不涉及房屋拆迁及人工搬迁。

扩建龙溪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。经核实，本工程永久用地均位于已征收的大沙河河涌规划管理范围内，地势平坦。

### 4.2 项目建设条件

#### 4.2.1 社会经济概况

荔湾区位于珠江三角洲北缘，广州市西部。东北部与越秀区相连，东南部与荔湾区和番禺区隔江相望，北部、西北部与白云区相邻，西部、南部与佛山市南海区接壤。辖地面积 59.1km<sup>2</sup>。

荔湾区行政区划辖 22 个街道：沙面街道、岭南街道、华林街道、多宝街道、昌华街道、逢源街道、龙津街道、金花街道、彩虹街道、南源街道、西村街道、站前街道、桥中街道、白鹤洞街道、冲口街道、花地街道、石围塘街道、茶滘街道、东漵街道、海龙街道、东沙街道、中南街道。本工程位于海龙街道。

根据《广州市荔湾区第七次全国人口普查公报》2020 年荔湾区常住人口总数为 123.83 万人。

根据广州市地区生产总值统一核算结果，2022 年，荔湾区实现地区生产总值（初步核算数）1215.57 亿元，按可比价格计算，比上年（下同）增长 1.1%。其中，第一产业增加值 5.54 亿元，增长 2.2%；第二产业增加值 351.46 亿元，增长 3.8%；第三产业增加值 858.57 亿元，增长 0.1%。第一、二、三产业增加值比例为 0.5:28.9:70.6，对经济增长的贡献率分别为 0.9%、93.6%和 5.5%。

2022 年，荔湾区人均地区生产总值 10.79 万元，经济密度 20.57 亿元/平方公里。

未来在粤港澳大湾区广佛极点、广佛共建“1+4”高质量融合发展试验区等区域重大发展格局下，两地深层次的城市、产业、民生同频发展需求将进一步释放。荔湾区将打造成为“广佛之心，湾区极点”，在粤港澳大湾区重大平台占有一席之地。

#### 4.2.2 自然地理概况

荔湾区北片区（珠江西航道以北）地势平坦且向南向西呈低落之势。北面为台地，地势较高，西南、南部略低。由西湾到小北江间，大部分为低洼平原。侵蚀平原分布于区内的克山和西村一带，堆积平原分布于西关大部分地区。中山七路东段到西山最高，最低处在丛桂路涌边。

南片区（珠江西航道以南）地处珠江三角洲平原北缘，多为第四纪堆积层，厚1.5-30m。在白鹤洞一带，有顶部高程相差很小的小山岗群，台地东西长约1000米，最高标高25.2m，属二级台地。

本次工程位于荔湾区南片区的海龙围。海龙围属珠江三角洲冲积平原区，四周环水，地势平坦低洼。

##### 4.2.2.1 河涌水系及水利工程概况

本次工程位于荔湾区海龙围。海龙围四面环水，外围水系有四条，北面为广佛河、东面为花地河、南部为平洲水道、西侧为佛山水道。海龙围内部有大大小小河涌31条，部分河道未整治或部分被覆盖，河涌断面较小。海龙围内现有水闸16座，现有排涝泵站16座。其中与龙溪泵站共同承担排涝任务的河涌有：大沙河、龙溪一涌、龙溪二涌、龙溪三涌、凤池涌、博览横涌、竹脚涌、海中支涌、海中涌、猎口涌、花沙涌、生南涌、生北、海南赤岗涌、海南赤岗涌支涌、棉村涌、棉村支涌、菊树南涌、菊树北涌、增激涌、大和涌共21条、水闸12座、泵站13座，排涝区面积为11.71km<sup>2</sup>。

根据《广州市内涝治理系统化实施方案（2021-2025年）》及相关工程安排，海龙围片区规划扩建龙溪泵站、沙尾泵站、赤岗泵站、菊树泵站，故本次结合河涌水系连通情况，研究范围涵盖这四个泵站，确定研究范围面积为11.71km<sup>2</sup>。其余范围内的河涌为独立流域范围，与本次研究范围内的河涌不连通，不影响本次工程研究。

##### 4.2.2.2 气象

本流域地处北回归线以南，属于南亚热带海洋性季风气候，气候特点是全年气温

较高，湿度大，夏季高温湿润，冬季不严寒，无霜期长，太阳总辐射量较多，适宜农作物四季生长。

### (1) 气温与湿度

荔湾区位于北回归线以南，属于南亚热带季风气候区，季风影响显著，阳光充足，热量丰富。具有温湿多雨、光热充足、温差较小、夏季长、霜期短等气候特征。

荔湾区年平均气温为 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%。

### (2) 日照

荔湾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/cm<sup>2</sup>，最大出现在 7 月份，平均达 11.8 千卡/cm<sup>2</sup>，2 月份最小，平均为 5.9 千卡/cm<sup>2</sup>。

### (3) 风

荔湾区季风期分明，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。年平均风速为 1.9 m/s~2m/s。每年的 5~11 月为台风季节，据 30 多年资料统计，对本区有影响的台风 79 次，平均每年受台风影响达 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，瞬时极大风速达 35.4m/s（1964 年 9 月 5 日）。

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) 降水

广州市区多年平均年降水量 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。

本区域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。

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。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%。

#### 4.2.2.3 水文基本资料

海龙围流域内无水文站，但邻近流域有老鸦岗水文站、中大水位测站、黄埔水位测站和浮标厂水位测站。

本次潮位特征值参考采用邻近工程《海龙围（虾庙水闸至凤池水闸段）堤岸达标加固工程初步设计报告》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2022.07）中浮标厂资料成果。采用广州市三防测站中的龙溪水闸下的实测降雨、水位进行对比分析。

设计洪（潮）水位采用《西、北江下游及其三角洲网河河道设计洪潮水面线》（2002 年，试行）、《珠江河口综合治理规划修编-主要测站设计潮位复核报告（2020 年）》相关成果进行对比分析。

#### 4.2.2.4 径流

荔湾区外江水系的径流主要来自西航道及平洲水道支流、北江、流溪河。无本地实测径流资料，参考《广州市水资源综合规划》（2008 年批复），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  $C_s=2.0C_v$ 。

#### 4.2.2.5 洪水

本次工程研究区域缺乏内河涌洪水资料，内河水洪水主要由降雨形成。本次采用设计暴雨推求设计洪水。

#### 4.2.2.6 设计暴雨

#### 4.2.2.7 暴雨特征

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。

大暴雨多为台风雨，雨区范围广，量级高，虽然时程分配较均匀，大面积产流，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，导致局部地区排水系统超负荷。

#### 4.2.2.8 设计暴雨计算

本区域缺乏实测暴雨，本次设计暴雨计算采用《广东省暴雨参数等值线图》（2003年）查取。

50年一遇24小时设计暴雨量为268mm；100年一遇24小时设计暴雨量为298mm。

根据《广州市荔湾区防洪、排涝、排水规划》（2017年6月），荔湾区最大24小时暴雨均值为128mm，变差系数Cv为0.4，50年一遇24小时设计暴雨量为266mm，与本次设计值仅相差2mm。设计洪水计算采用本次查算结果，即50年一遇24小时设计暴雨量268mm。

根据《广东省暴雨径流查算图表使用手册》，拟定设计暴雨过程如下图所示。

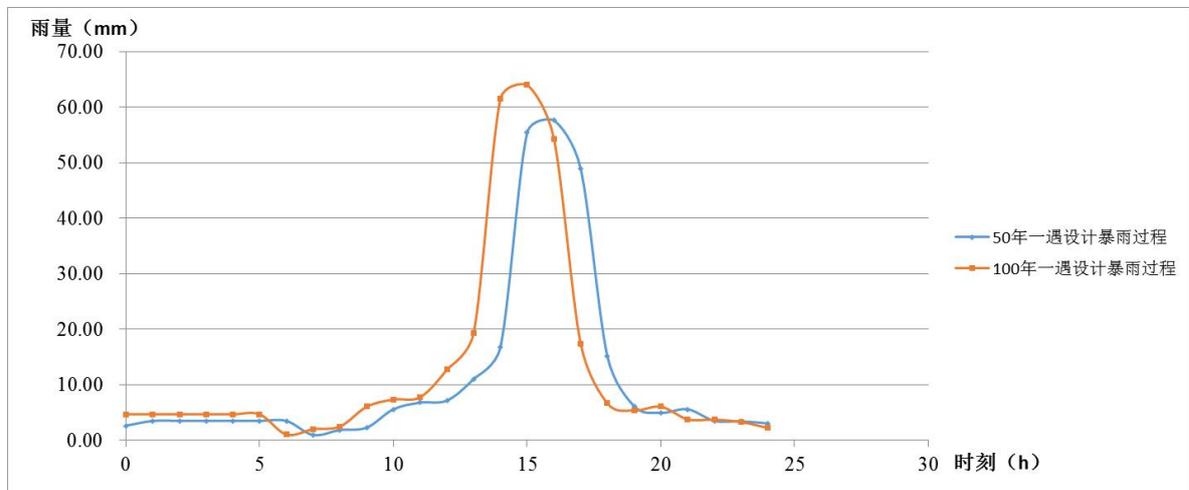


图 4-1 设计暴雨过程线

#### 4.2.2.9 设计洪水

##### 4.2.2.9.1 洪水特性

海龙围为珠江三角洲冲积平原区，四周环水。外围主要有上游西江、北江、流溪河等洪水影响，同时位于感潮区域，受海洋潮汐影响。内部涝水主要由降雨造成，多发生在汛期 4~9 月。海龙围地势平坦，坡度缓，形成的洪水峰形矮胖，传播时间较慢；流域面积小，洪峰为单峰。

##### 4.2.2.9.2 设计洪水计算

###### (1) 流域参数

本次在 2005 年测绘的 1:2000 地形图量算流域参数。

干流坡降  $J$ ：在 1:2000 地形图上量算各断面高程和对应的河长，采用加权平均方法，按下列公式计算：

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

式中：

$Z_0、Z_1、Z_2、\dots、Z_n$ ——上、下断面的高程（km）；

$L_0、L_1、L_2、\dots、L_n$ ——上、下断面区间的河长（km）；

$L$ ——总河长（km）。

汇流特征参数  $\theta$  按下列公式计算：

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

结合河涌水系及工程建设情况，本次将研究范围划分为 3 个片区，分别为大沙河片区、菊树片区、赤岗片区。同时统计各河涌的流域参数。

###### (2) 计算方法

分别采用《<广东省暴雨径流查算图表>使用手册》中的广东省综合单位线和推理公式方法计算设计洪水，结合河网区实际情况，按照“多种方法、综合分析、合理取值”的原则选定设计洪水成果。

###### 1) 查算图表参数的选用

荔湾区海龙围位于《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“VIII 区的粤东沿海、珠江三角洲”；

广东省综合单位滞时关系线：采用 VII 区 B 型关系线；

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： $m \sim \theta$  关系图查大陆低丘平原区线。

## 2) 计算方法简述

### ①广东省综合单位线法

本方法的各项参数按“图表”有关规定查得并用计算机计算。

### ②推理公式法

其公式为：

$$Q_p = 0.278 \left( \frac{S_p}{\tau^{n_p}} - \bar{f} \right) F$$
$$\tau = \frac{0.278L}{mJ^{1/3}Q_m^{1/4}}$$

式中：

$Q_p$  ——设计洪峰流量(m<sup>3</sup>/s)；

$\theta$  ——汇流特征参数；

$F$  ——集雨面积(km<sup>2</sup>)；

$S_p$  ——相应频率  $p$  的设计暴雨雨力；

$n_p$  ——相应频率  $p$  的暴雨递减指数；

$\tau$  ——汇流历时(小时)；

$\bar{f}$  ——平均后损率 (mm/h)；

$m$  ——汇流参数。

汇流参数  $m$  根据集水区域特征参数和河涌下垫面的情况，按以上原则选定。

## 3) 计算成果

经计算，综合单位线计算成果较推理公式法的计算成果大，相差在 20% 以内，从工程偏安全角度考虑，本次设计采用综合单位线计算成果。本次计算的设计洪水 50 年一遇洪峰模数为 11.1~17.3m<sup>3</sup>/(s · km<sup>2</sup>)。

研究区域为三个子片区之和，研究区域 11.71km<sup>2</sup> 中，50 年一遇洪峰为 151.9m<sup>3</sup>/s。本次龙溪泵站升级改造位于大沙河片区北侧涌口，大沙河片区 50 年一遇洪峰为 71.3m<sup>3</sup>/s，其中大沙河两出口 50 年一遇洪峰为 46.6m<sup>3</sup>/s，为表 2-6 中大沙河 1 和大沙河 2 两出口的 50 年一遇设计洪峰之和。

#### 4.2.2.10 枯水期洪水

根据施工组织设计，本工程拟在枯水期施工。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），本次拟建泵站为 3 级建筑物，其临时性建筑物级别为 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。根据广州气象站（1986-2014）的降雨监测数据，枯水期暴雨均值为 60.0mm，Cv=0.65，Cs/Cv=3.5。采用广东省洪峰流量经验公式计算枯水期洪，大沙河集雨面积为 3.86km<sup>2</sup>，经计算枯水期 10 年一遇设计洪峰为 15.1m<sup>3</sup>/s。大沙河龙溪出口、沙尾出口按 1:1 计算，则大沙河龙溪出口枯水期 10 年一遇设计洪峰为 7.6m<sup>3</sup>/s。施工期外江设计洪（潮）水位取 10 年一遇为 2.66m。

#### 4.2.2.11 潮汐

##### 4.2.2.11.1 潮汐特征

荔湾区周边水道有珠江西航道、后航道、佛山水道、平洲水道及广佛河，均属感潮河道，汛期既受来自流溪河、北江、西江洪水的影响，又受来自伶仃洋的潮汐作用。

潮汐为不规则半日潮，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。

珠江口八大口门的年平均涨潮、落潮潮差均在 2.0m 以下，因此属弱潮河口。潮差年际变化不大，年内变化则较大。年最高潮位均发生在 4 月份以后，而以 6、7 月份为主，但汛后仍会出现年最高潮位。前汛期以洪潮遭遇为主，后汛期则以台潮（台、洪潮）遭遇居多。

一般情况下，珠江三角洲平均涨潮历时冬长夏短，而平均落潮历时则相反。在口门以外海区，涨、落潮平均历时大致相等；至口门各站落潮平均历时稍大于涨潮平均历时；口门附近水道，则无论汛期或枯水期，涨潮历时均较落潮历时短，且涨潮历时沿河上溯呈递减变化，落潮历时则呈递增变化。

#### 4.2.2.11.2 特征潮位

荔湾区周边水道潮位站有前航道的中大站、后航道的广州浮标厂（二）站。各站点洪潮水位特征略有差异。本次外江潮位特征值采用《海龙围（虾庙水闸至凤池水闸段）堤岸达标加固工程初步设计报告》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2022.07）的成果，工程邻近后航道的浮标厂站和中大站，浮标厂站年最高潮位平均2.12m。

2018年9月16日山竹台风期间，中大站、浮标厂站均出现历史最高潮水位，分别为3.28m、2.86m。

#### 4.2.2.11.3 洪潮水位

##### （1）洪潮遭遇分析

根据《广州市防洪防涝系统建设标准指引》（2014年），广州市内河水系排涝与外江洪（潮）水位遭遇关系一般可按以下方式计算：

- 1) 以内涝为主，按内河设计、校核标准下的暴雨洪水遭遇外江5年一遇设计洪（潮）水位。
- 2) 以外江洪（潮）为主，按外江设计、校核标准下的洪（潮）水位过程遭遇内河5年一遇暴雨洪水。

本工程结合已有水文分析结论及相关规划结论，泵站排涝流量计算中，采用内涌50年一遇设计洪水过程遭遇外江5年一遇设计洪（潮）水位过程线，按峰峰遭遇的不利工况进行计算。

##### （2）设计洪（潮）水位

##### 1) 《西、北江下游及其三角洲网河河道设计洪潮水面线》(试用)成果

根据广东省水利厅2002年8月颁布的《西、北江下游及其三角洲网河河道设计洪潮水面线》(试用)，龙溪泵站涌口各频率设计洪（潮）水位见下表。

**表 4-2 本工程断面 2002 年设计洪（潮）水位成果表**

断面	各频率设计洪（潮）水位			
	p=0.5%	p=1%	p=10%	p=20%
龙溪泵站	3.07	2.99	2.64	2.49
沙尾泵站	3.03	2.94	2.55	2.37
浮标厂	2.76	2.70	2.36	2.22

##### 2) 《珠江河口综合治理规划修编-主要测站设计潮位复核报告》（2020年）

21 世纪以来，珠江流域洪潮水位多次突破实测历史最高值。《珠江河口综合治理规划修编-主要测站设计潮位复核报告》（以下简称《潮位复核报告》，中水珠江规划勘测设计有限公司编制），广州市中心区域的中大站、黄埔站近 30 年突破 6 次，大盛站、浮标厂站和大石站突破 5 次。《潮位复核报告》对珠三角 41 个潮位站的年最高洪潮水位变化趋势进行分析，水文序列延续至 2018 年，根据统计计算成果，修订老鸦岗（二）、广州浮标厂（二）和黄埔（三）等 24 个潮位站点的设计洪(潮)位。

距离本次工程较近的潮位站有浮标厂站，2020 年的《潮位复核报告》中的浮标厂站设计洪（潮）水位见下表。

**表 4-3 浮标厂站设计洪（潮）水位成果表（2020 年）**

成果名称	河道名称	断面名称	各级频率设计水位（m）			
			0.50%	1%	10%	20%
《潮位复核报告》（2020 年）	后航道	浮标厂站	3.06	2.94	2.47	2.31

### 3) 工程采用设计洪（潮）水位成果

2020 年的《潮位复核报告》复核的潮位站点设计水位比《西、北江下游及其三角洲网河河道设计洪潮水面线》(试用)相应断面设计潮位成果高。浮标厂站 200 年一遇设计洪（潮）水位 2020 年的设计洪（潮）水位比 2002 年的成果高 0.30m；100 年一遇设计洪（潮）水位 2020 年的设计洪（潮）水位比 2002 年的成果高 0.24m；10 年一遇设计洪（潮）水位 2020 年的设计洪（潮）水位比 2002 年的成果高 0.11m；5 年一遇设计洪（潮）水位 2020 年的设计洪（潮）水位比 2002 年的成果高 0.09m。

为工程安全起见，本工程设计洪（潮）水位以浮标厂站为参考点，将 2020 年与 2002 年的浮标厂的各项频率设计洪（潮）水位的差值加入“本工程断面 2002 年设计洪（潮）水位成果”中。即龙溪泵站出口 200 年一遇设计洪(潮)水位为  $3.07+0.3m=3.37m$ ，100 年一遇设计洪（潮）水位为  $2.99+0.24=3.23m$ 。因此，本工程采用设计洪（潮）水位成果见下表。

**表 4-4 本工程采用的设计洪（潮）水位成果表**

断面	各频率设计洪（潮）水位			
	p=0.5%	p=1%	p=10%	p=20%
龙溪泵站	3.37	3.23	2.75	2.58
沙尾泵站	3.33	3.18	2.66	2.46
浮标厂	3.06	2.94	2.47	2.31

本次采用的设计洪（潮）水位成果与《海龙围(虾庙水闸至凤池水闸段)堤岸达标

加固工程初步设计报告(报批稿)》(广东省水利电力勘测设计研究院有限公司)(2022年07月)对应断面设计洪(潮)水位成果一致。

### (3) 典型潮型

对排水不利的潮型是高、低潮位都高,且高潮位持续时间长的潮型。设计潮型是水利工程排水能力计算的重要依据,关系到工程的规模,应选用对排水不利的潮型。

受珠江广州水道的影响,潮型特性较相似,而且站点邻近内河涌规模较小,决定河涌排涝最高水位的主要因素往往是单个

高高潮的峰值及持续顶托时间,随着高高潮退潮内河涌水位也将随之降低。因此主要通过控制单个高高潮的要素指标来选配典型潮型,控制要素指标为:高高潮位约等于5年一遇设计潮位(或多年平均高高潮)。

对比分析广州地区近几年发生的暴雨与潮位的关系,其中2008年6月17至19日发生的暴雨遭遇外江高(洪)潮水位的情况,最接近设计暴雨遭遇外江5年一遇潮位组合情况。因此将2008年6月18日发生的潮位过程作为本工程的典型潮型。

取2008年6月18日的潮水位作为设计典型潮位,典型潮位过程见下图。

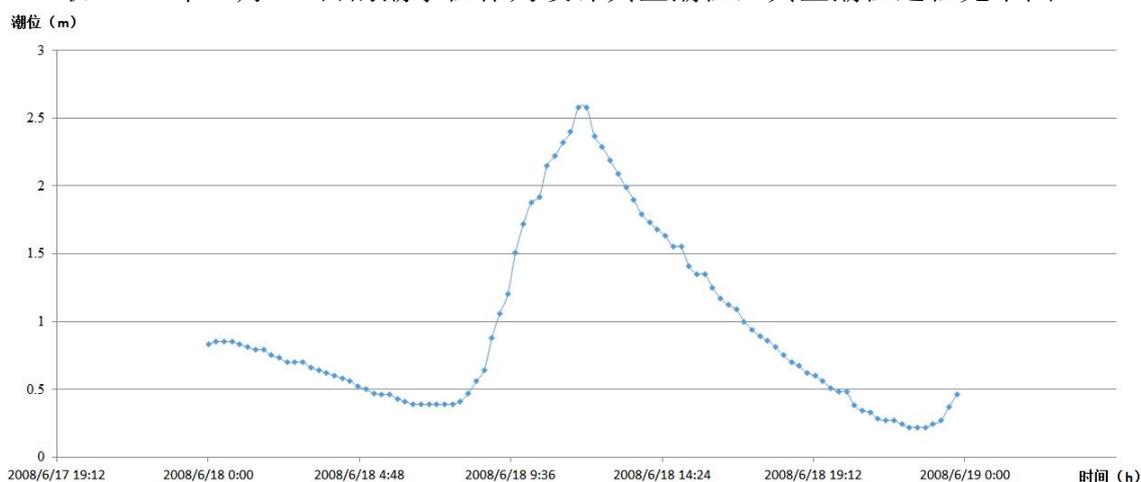


图 4-2 设计典型洪潮水位过程线

## 4.2.3 工程地质

### 4.2.3.1 勘察概况

#### 4.2.3.1.1 工程概况

本次工程位于荔湾区海龙围。海龙围四面环水,外围水系有四条,北面为广佛河、东向为花地河、南部为平洲水道、西侧为佛山水道。目前大沙河河口设龙溪水闸泵站,

为大沙河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。

海龙围属珠江三角洲冲积平原区，四周环水，地势平坦低洼，高程在 0.9~4.5m 之间（珠基高程，下同）之间，现状泵站设计流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ，排涝能力不足，内涝会对市民的出行安全造成危险，影响附近居民的生活质量。

近 20 年，珠江各口门潮位呈明显上升趋势，历史风暴潮造成了海龙围片区较大面积水淹。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。

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，需扩建荔湾区龙溪泵站。



图 4-3 工程区地理位置图

本项目的主要建设任务是在大沙河涌口处重建排涝泵站，设计流量  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ 。建设目标为增强河道排涝能力，降低内河涌水位，改善区域排水条件，实现流域水安全提升，保障流域范围排水低点排涝安全。

#### 4.2.3.1.2 勘察工作概况

2007年我公司对《荔湾区大沙河（龙溪段）综合整治工程》进行初步设计阶段地质勘察工作。

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

（1）基本查明泵站地质结构，特殊土层、粗粒土层及腐殖土层等的分布、厚度及其性状。

（2）基本查明基岩浅埋或出露基岩的地层岩性，易风化、易软化、中等~强透水岩层的分布，岩层接触面的起伏变化情况等。

（3）基本查明泵站相对隔水层和透水层的埋深、厚度、特性及与江河的水力联系，基本查明环境水的水位及其对混凝土的腐蚀性。

（4）基本提供泵站各土（岩）层的物理力学参数。

（5）基本对泵站的渗漏、渗透稳定、抗滑稳定、饱和砂土振动液化、沉降变形等问题进行评价，并对堤线进行分段工程地质评价，提出处理措施及建议。

拟建泵站位于大沙河北段入佛山水道涌口。本次勘察主要执行的规程、规范和技术标准如下：

- ①《工程勘察通用规范》（GB 55017-2021）；
- ②《水闸与泵站工程地质勘察规范》（SL704-2015）；
- ③《堤防工程地质勘察规范》（SL188-2005）；
- ④《中小型水利水电工程地质勘察规范》（SL55-2005）；
- ⑤《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）；
- ⑥《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）；
- ⑦《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016版）；
- ⑧《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；

⑨《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ 83-2011）。

#### 4.2.3.1.3 勘察方法和手段

(1) 钻孔位置采用全站仪按照孔位坐标测放，孔口高程按 1:500 地形图高程控制点采用水准仪引测，并对钻孔位周边范围进行定点物探，本工程坐标、高程系统分别为广州坐标系统及珠基高程系统。

(2) 野外勘察工作，采用工程地质测绘、钻探取芯、标准贯入试验、地下水位测量等方法。钻探施工采用回转和冲击钻进相结合，并以泥浆护壁的施工工艺，钻进口径 127mm~91mm，全孔取芯，并对岩芯拍摄彩照；钻孔竣工验收后，采用 32.5 级以上水泥配制砂浆封孔。

(3) 室内试验工作：土样进行常规试验，水样进行水质腐蚀性分析试验。

(4) 室内资料整理工作：汇集野外地质测绘资料，钻探原始记录、标准贯入试验资料，钻孔测量资料，室内土样、水质分析等资料，根据地质图及相应说明书等文献，综合进行检查整理，分析统计后编制工程地质勘察报告。

#### 4.2.3.2 区域地质概况

##### 4.2.3.2.1 地形地貌

本区域属珠江三角洲冲积平原地貌单元，地形以平原为主，地势起伏甚小，仅在工程区东北部零星有基岩出露，风化强烈。平原地区河网发育，河道众多，属珠江水系。区内道路四通八达，交通便利，河涌沿线主要为学校、商业或民用房屋建筑，未发现滑坡、地陷、崩塌等不良物理地质现象。

泵站位于中南部的低丘和台地区，上游为低丘和台地，下游地势逐渐变缓。

##### 4.2.3.2.2 地层岩性

根据 1:5 万区域地质图（图 3-2），区内发育岩土层主要有白垩系上统大塍山组上段（ $K_2d^2$ ），下第三系始新统埤心组下段（ $E_2b^1$ ），第四系灯笼沙组海相冲积层（ $Q_4^{3mc}$ ）。现按地层时代由老至新简述如下：

(1) 白垩系上统大塍山组上段（ $K_2d^2$ ）：岩性以暗紫红色泥岩、粉砂岩、泥灰岩、灰岩为主，夹含砾砂岩、砂岩及石膏团块，总厚度大于 334.9m，零星出露于该区域西北部。

(2) 下第三系始新统埤心组下段（ $E_2b^1$ ）：岩性为灰黑，浅灰色泥岩、泥灰岩

等，夹石膏层和页岩，厚度 115.7~317.6m，具水平层理和微波状层理，零星出露于该区域西北部。

(3) 第四系灯笼沙组海相冲积层 ( $Q_4^{3mc}$ )：分布广泛，厚度 2.0~8.0m，上部为灰黄色、花斑色黏土、亚黏土，深灰色淤泥、粉砂质淤泥；下部为淤泥、淤泥质砂、砂、砾。砂、砂砾层多分布河道两侧。

#### 4.2.3.2.3 地质构造与地震

##### (1) 地质构造

本区位于华南褶皱系之粤中拗陷（三级构造单元）的中部，最主要的地质构造为东西向广三断层及北东向广从断层。

1) 广三断层：产状 EW/S  $\angle$  50~80°，长约 24km，覆盖于第四系之下，为正断层，破碎带宽 3.0m，裂隙发育，可见断层角砾岩和断层泥，角砾呈棱角状。

2) 广从断层：产状 N20°E/NW  $\angle$  40~70°，覆盖于第四系之下，为正断层，可见宽约 4.0m 的构造角砾岩，成份复杂，具搓碎、磨圆现象，被断层泥、铁质、钙质充填。

上述断层距离工程区大于 10km，近期未见有活动记载，对工程区影响较小。另外根据现场地质测绘及钻探揭露，工程区未见明显的地质构造。

##### (2) 地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.10g，地震反应谱特征周期为 0.35s，相应地震基本烈度为 VII 度。根据工程区所在的地质图说明书，历史上区域内曾发生 4.75~5 级地震 3 次，3~4.5 级地震多次，但无明显破坏性地震记录，工程区无大的活动性断裂通过。本区域构造稳定性相对较好，场地类别为 II 类。

#### 4.2.3.2.4 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。

工程区地下水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀；地表水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀。

#### 4.2.3.3 工程区工程地质条件及评价

##### 4.2.3.3.1 工程区工程地质条件

据钻孔揭露，工程区地层主要有第四系人工填土层（ $Q^s$ ）及第四系灯笼沙组海相冲积层（ $Q_4^{3mc}$ ），基岩为白垩系上统大塋山组上段（ $K_2d^2$ ）。现由上往下分述如下：

##### （1）第四系人工填土层（ $Q^s$ ）

①杂填土：杂色，松散，主要由黏性土、砂、碎石块、砖块及混凝土块堆填而成，硬杂质含量大于 25%。由于该层局部含有硬杂质，未取试样，类比同类工程统计数据，主要物理力学指标建议值如下：承载力特征值建议取  $f_{ak} = 80 \text{ kPa}$ ，渗透系数  $k=6.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 。

##### （2）第四系灯笼沙组海相冲积层（ $Q_4^{3mc}$ ）

②-1 淤泥：灰褐色、灰黑色，流塑，含有机质，具异臭味，局部含砂较多。层厚 2.5m。共做标准贯入试验 1 次，试验范围值  $N = 1$  击。压缩系数  $1.186 \text{ MPa}^{-1}$ ，属高压缩性土。根据本层岩土层物理力学特征，再结合地区经验，建议本层采用的承载力特征值为 60kPa。

②-2 细砂：黄褐色，饱和，松散~稍密，主要矿物成分为石英。层厚 5.7m。共做标准贯入试验 2 次，平均击数  $\bar{N} = 10$  击。建议内摩擦角  $25.0^\circ$ ，根据本层岩土层物理力学特征，再结合地区经验，建议本层采用的承载力特征值为 100kPa。

②-3 淤泥：灰黑色，流塑，含有机质，具异臭味，局部含砂较多。层厚 0.6m。压缩系数  $0.922 \text{ MPa}^{-1}$ ，属高压缩性土。根据本层岩土层物理力学特征，再结合地区经验，建议本层采用的承载力特征值为 60kPa。

（3）下伏基岩为白垩系上统大塋山组上段（ $K_2d^2$ ）。根据风化程度分为强风化带（IV）和弱风化带（III）：

泥岩强风化带（IV）：浅褐色、棕褐色，风化强烈，岩芯呈半岩半土状， $RQD=0$ 。根据本层岩土层物理力学特征，再结合地区经验，建议本层采用的承载力特征值为

400kPa。

泥岩弱风化带(III)：浅棕褐色、浅褐色，层状结构，岩芯呈长柱状，岩质类型为极软岩，RQD=80%。根据本层岩土层物理力学特征，再结合地区经验，建议本层采用的承载力特征值为1000kPa。

#### 4.2.3.3.2 工程区工程地质评价

##### (1) 渗透变形及稳定问题

土体在渗透作用下，当渗透比降超过土的允许比降时，土体的组成和结构将发生变形和破坏，即渗透变形或渗透破坏。工程区分布有细砂②-2层，厚度大，揭露层厚4.5m，渗透系数 $7.4 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ ，渗透性等级为中等透水，工程区存在渗透变形及渗透稳定问题，建议设计部门进行渗透稳定性分析。

##### (2) 沉降变形问题

工程区分布有淤泥②-1层及②-3层，压缩系数 $0.922 \text{ MPa}^{-1} \sim 1.186 \text{ MPa}^{-1}$ ，属高压缩性土。该软土层呈流塑状，含水量大，承载力低，会产生不同程度的地基沉陷，而引起建筑物开裂、堤岸坍塌等工程地质问题。建议设计部门做好相关沉降验算，施工方在施工过程中严格控制荷载加重速率。

##### (3) 抗滑稳定问题

工程区分布有淤泥②-1层及②-3层，由于该软土层强度低，含水量大，虽然目前堤防基本处于稳定状态，但当堤顶有大面积堆载或载重车辆通行时，由于荷载增长过快，堤基土体易产生滑动变形，导致土体剪切破坏，或将堤基软土层侧向挤出，或产生深层滑动整体失稳，从而导致河堤及建筑物的滑移失稳。建议设计部门对堤段做好抗滑稳定分析，并在选择典型断面时兼顾考虑沉降变问题。

##### (4) 抗震稳定问题

工程区50年超越概率10%的地震动峰值加速度为0.10g，相应地震基本烈度为VII度。堤基15m深度范围内存在细砂②-2层，拟建场地可能存在砂(粉)土液化问题，下阶段根据现场原位测试数据进一步判别。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016版)，拟建场地土的类型为软弱土，场地类别为II类，场地属于对建筑抗震不利地段。根据《软土地区岩土工程勘察规程》(JGJ 83-2011)并结合该地区同类工程剪切波速测试结果，拟建场地等效剪切波速大于90m/s，因此不存在软土震陷问题。

#### (5) 岩土工程性质评价

①杂填土：该层广泛分布，厚度不均，结构松散，密实度较差，夹带大量碎石块及碎砖块，渗透性等级为中等透水，不适宜直接作为基础持力层；

②-1 淤泥：该层广泛分布，厚度不均，物理力学性质较差，呈流塑状态，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，直接危及建筑物的安全，需进行基础处理；

②-2 细砂：该层部分分布，饱和，松散~稍密，不宜直接作为基础持力层，应考虑该层的防渗和防震问题。

②-3 淤泥：该层物理力学性质较差，呈流塑状态，不宜直接作为基础持力层；

泥岩强风化带（IV）及泥岩弱风化带（III）：广泛分布，物理力学性质较好，为较好的基础持力层。

#### 4.2.3.4 结论及建议

(1) 工程区属珠江三角洲冲积平原地貌单元。工程区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.10g，地震反应谱特征周期为 0.35s，相应地震基本烈度为 VII 度。

(2) 工程区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。工程区地下水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀；地表水对混凝土无腐蚀，对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀，对钢结构具弱腐蚀。

(3) 工程区分布有细砂②-2 层，渗透性等级为中等透水，工程区存在渗透变形及渗透稳定问题，建议设计部门进行渗透稳定性分析。

(4) 工程区分布有淤泥②-1 层及②-3 层，该软土层呈流塑状，含水量大，承载力低，工程区存在沉降变形问题及抗滑稳定问题，建议设计部门做好沉降验算及抗滑稳定分析。

(5) 拟建场地内存在地下管线，设计施工过程中注意加以保护。设计时应充分考虑地下管线管道和拟建工程的相互影响，保证已有管线及施工安全。施工前应联系相关单位，确保管线的安全；

(6) 建议下阶段根据规范要求进行地质勘察工作，进一步查明工程区的工程地质条件及主要工程地质问题。

#### 4.2.4 公用工程条件

工程所在地位于荔湾区,工程区域交通网络发达,现状闸站两岸均有大沙河碧道,河道左岸为大沙河碧道,宽为13m,其中道路宽6m;河道右岸为绿地,宽为15m,右岸侧可连接工业区市政道路,左岸侧无市政道路连通,仅有碧道连通。现状泵站管理房以接入自来水、电等条件,且已制定了消防制度,配备了灭火器等消防设施、消防制度。通讯可采用员工移动电话解决。

#### 4.2.5 施工条件

##### 4.2.5.1 交通条件

###### (1) 对外交通运输概况

龙溪泵站现状左右岸堤顶路宽约4m与现状水闸宽1m交通桥相通,形成两岸互通并与周边连通,右岸4m宽堤顶路可作为临时道路使用。水系纵横交错,外江为佛山水道,水陆运交通发达。

###### (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+航运结合的方式。

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。或者通过船只运至工程施工点。

###### (3) 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,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。临时道路路面采用200mm厚C35砼路面,200厚碎石垫层,宽度6m。新建临时道路兼做对外交通道路,两侧布置围蔽。

##### 4.2.5.2 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。

#### **4.2.5.3 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。

### **4.3 要素保障分析**

#### **4.3.1 土地要素保障**

扩建龙溪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。经核实，本工程永久用地均位于已征收的大沙河河涌规划管理范围内，地势平坦。

#### **4.3.2 资源环境要素保障**

方案范围内不涉及饮用水源保护区、生态保护红线、严重超载河道区、超载管控区，但位于大气污染物增量严控区。

#### **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，通过改变大沙河排水流向，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。

##### **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的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。

运输车辆加蓬盖，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，进一步提升荔湾区海龙围的防洪（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：在省管河道佛山水道支流大沙河北出口处扩建排涝泵站及相应附属建筑，本次扩建排涝泵站包括泵站部分和泵站出口事故水闸部分。扩建排涝泵站设计流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，保留现状泵站（流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ），总排涝流量  $19\text{m}^3/\text{s}$ 。工程需对现状设备房进行扩建，同时对现状水闸进行达标加高。

扩建泵站排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，水闸及堤岸防洪标准为 200 年一遇洪（潮）。扩建泵站工程等别为 III 等，泵站规模为中型泵站。

##### 5.1.1.2 设计标准

按照标准及规划，海龙围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，统筹考虑荔湾区海龙围人口规模及《“1+4”广佛高质量发展融合试验区建设总体规划》《海龙围广佛高质量发展科创区建设总体方案》《海龙围科创区开发建设三年行动方案（2022~2024 年）》《荔湾区海龙街龙溪村旧村改造片区策划方案》等对海龙围“广佛之心，湾区极点”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，确定本次龙溪泵站升级改造设计排涝标准为 50 年一遇 24 小时暴雨不成灾。

##### 5.1.1.3 泵站特征水位

根据《泵站设计标准》（GB50265-2022），确定龙溪泵站各特征水位见下表。

###### （1）进水池水位

起排水位：大沙河河底高程约  $-1.4\sim-2.0\text{m}$ 。现状泵站约  $0\text{m}$  以上泵站运行，低于  $0\text{m}$  则停泵。本次工程为保证河道的基本生态需水下，结合现状周边泵站的调度运行，确定起排水位为  $0.0\text{m}$ 。

设计水位：应取由涝区设计排涝水位推算到站前的水位，是泵站排涝时经常出现的水位，本工程根据周边地面高程，高程在 0.5~5.2m，考虑比降，设计水位取 0.5m。

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。龙溪泵站两岸堤防高程约 1.8m。因此，按适当高于治涝标准的内涝水位原则，拟定最高水位为 1.2m。

最高运行水位：应取按排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位。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 0.8m。因此，拟定龙溪泵站的最高运行水位为 0.80m。

最低运行水位：取按降低地下水埋深或调蓄区允许最低运行水位的要求推算到站前的水位。外江多年平均低潮位为-0.58m，闸前河底高程约为-2.0m。大沙河两岸主要雨水管的管底标高-1.55~1.11m，平均值为-0.29m；管顶标高-0.42~1.61m，平均值为 0.52m。建议本次新建泵站最低运行水位取-0.5m，可使得降雨前期更多两岸雨水管能自由出流，增大雨水管过流能力，减轻排水压力，同时可预腾空涌容约 7 万 m<sup>3</sup>。日常可降低涌口水位，增强河涌水动力，促进水循环，改善水环境。

## (2) 出水池

防洪（潮）水位：外江堤防规划防洪（潮）标准为 200 年一遇，200 年一遇设计洪（潮）水位为 3.37m。

最高运行水位：泵站出水池最高运行水位取用外江 100 年一遇洪潮水位 3.23m。

设计水位：泵站出水池设计水位取用泵站出口即广佛水道龙溪泵站泵站处 5 年一遇洪潮水位 2.58m。

最低运行水位：应取承泄区历年排涝期最低水位的平均值或最低潮水位的平均值。当外江水位低于 0.0m 时，可以开闸自排，故最低运行水位取 0.0m。

**表 5-1 龙溪泵站特征水位表**

项目	单位	参数	备注	
设计流量	m <sup>3</sup> /s	19	内涌 50 年一遇	
内涌	起排水位	m	0	实际操作的起排水位
	设计运行水位	m	0.50	规范取由调蓄区设计低水位或内排站出水池设计水位推算到站前的水位。本次采用泵站正常运行进水池经常维持的水位
	最高水位	m	1.20	适当高于治涝标准的内涝水位

项目		单位	参数	备注
	最高运行水位	m	0.80	排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位
	最低运行水位	m	-0.50	规范取调蓄区允许最低水位的要求推算至站前的水位，参考河底高程拟定
外江	防洪水位	m	3.37	200年一遇设计洪水位
	最高运行水位	m	3.23	100年一遇设计洪水位
	设计运行水位	m	2.58	外江5年一遇潮位
	最低运行水位	m	0	

#### 5.1.1.4 调度运行规则

日常无降雨工况下，可通过水闸调度，控制内涌水位在 0.0~0.4m，维持一定的生态用水需要。

当预报有小雨、中雨、大雨级别降雨发生时，则优先启用现状泵站。降雨前，河涌水位预腾空至-0.5m，空库以待降雨到来。降雨时，河涌水位不超过 0.0m，则不开启泵站；河涌水位超过 0.0m，且闸内水位低于外江水位，则优先启用现状泵站，维持河涌水位不超过 0.5m；若河涌水位超过 0.5m，且河涌水位持续上涨，现状泵站已满负荷运行，则启用本次新建泵站进行排涝，控制站前水位不超过 0.8m。

当预报有暴雨级别及以上降雨发生时，则优先启用本次新建泵站。降雨前，河涌水位预腾空至-0.5m。大暴雨发生时，当内涌水位低于外江水位，则开启新建泵站，维持河涌水位在-0.5~0.0m 之间；当大暴雨持续，河涌水位持续上涨超过 0.0m，新建泵站已满负荷运行时，则逐级开启现状泵站，控制站前水位超过 0.8m。

海龙围为河网区，闸泵站数量多，需要进行闸泵群联合调度，才能发挥出最优的排涝效果。

降雨时，若外江处于退潮中，且外江水位低于内涌水位时，可开闸自排。

#### 5.1.1.5 水闸过流能力分析

大沙河片区有龙溪水闸（闸孔总净宽 5m）、沙尾水闸（闸孔总净宽 6m）、凤池水闸（闸孔总净宽 3m）、竹脚水闸（闸孔总净宽 5m）。

水闸过流能力计算式采用《水闸设计规范》SL265-2016 中的附录 A 公式：

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

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

式中：

$B_0$ —闸孔总净宽（m）；

$Q$ —过闸流量（ $m^3/s$ ）；

$H_0$ —计入行进流速的堰上水深（m）；

$g$ —重力加速度，可采用  $9.81$ （ $m/s^2$ ）；

$h_s$ —由堰顶算起的下游水深（m）；

$\mu_0$ —淹没堰流的综合流量系数。

龙溪水闸现状闸孔总净宽约 5.0m，闸底板高程为-1.6m，当闸上水位为 1.0m，闸下水位为 0.8m 时，水闸过流能力为  $25.58m^3/s$ 。

沙尾水闸现状闸宽 6m，底板高程为-2.00m，当闸上水位为 0.8m，闸下水位为 0.7m 时，水闸过流能力为  $27.3m^3/s$ 。

凤池水闸现状闸宽 3m，底板高程为-1.5m，当闸上水位为 0.8m，闸下水位为 0.7m 时，水闸过流能力为  $13.1m^3/s$ 。

竹脚水闸现状闸宽 5m，底板高程为-1.5m，当闸上水位为 0.8m，闸下水位为 0.7m 时，水闸过流能力为  $22.3m^3/s$ 。

大沙河从龙溪到沙尾河道宽度基本在 20~30m 范围，没有局部大幅缩窄段，河涌两侧排水顺畅，大沙河两岸汇水范围较为均匀分布，大沙河洪水从龙溪水闸、沙尾水闸排出。四处水闸均能满足过流。

## 5.2 工程方案

### 5.2.1 工程布置及建筑物

#### 5.2.1.1 设计依据

##### （一）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) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T618-2021）；
- 2) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- 3) 《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）；
- 4) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；

- 5) 《水闸设计规范》（SL265-2016）
- 6) 《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；
- 7) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- 8) 《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；
- 9) 《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）；
- 10) 《水工建筑物荷载标准》（GB/T 51394-2020）；
- 11) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）；
- 12) 《水工挡土墙设计规范》（SL 379-2007）；
- 13) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- 14) 《水工建筑物地基处理设计规范》（SL/T 792-2020）；
- 15) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）；
- 16) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）；
- 17) 《中华人民共和国水法》；
- 18) 《中华人民共和国城市规划法》；
- 19) 《中华人民共和国河道管理条例》；

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）《广州市内涝治理系统化实施方案（2021—2025年）》；
- （2）《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035年）（征求意见稿）》；
- （3）《广州市河涌水系规划》（2017-2035年）；
- （4）《荔湾区海绵城市专项规划》（2019-2030年）。

## （三）周边工程

- 1) 海龙围（虾庙水闸至凤池水闸段）堤岸达标加固工程初步设计（2022年）；
- 2) 龙溪水闸泵站安全鉴定（2022年）（同步鉴定中）；
- 3) 现状龙溪泵站设计资料。

### 5.2.1.2 工程等级和标准

#### 5.2.1.2.1 工程等级和洪水标准

本工程龙溪排涝泵流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，根据《泵站设计标准》（GB50265-2022），

本工程泵站工程等别为Ⅲ等，泵站规模为中型。根据《防洪标准》（GB 50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），龙溪泵站位于大沙河北端出口，临佛山水道，直接挡外江洪（潮）水位，保护内涌的安全。外江海龙围堤防防洪标准为200年一遇。堤防级别为1级，根据《堤防工程设计规范》规定，“堤防工程上的闸、涵、泵站等建筑物及其它构筑物的设计防洪标准，不应低于堤防工程的防洪标准，并应留有适当的安全裕度”，泵站工程建筑物级别提高为1级。

故本次泵站工程等别为Ⅲ等，泵站规模为中型泵站，工程建筑物级别为1级，次要水工建筑物为3级，临时水工建筑物4级。本工程泵站位于海龙围堤防上，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）第5.1.4条，本工程洪水标准不低于堤防，即为200年一遇洪（潮）标准。

《广州市防洪（潮）排涝规划（2021~2035年）》（已通过专家评审），规划防洪（潮）标准为200年一遇、规划排涝标准为20~50年一遇24小时暴雨不成灾。

根据产业发展规划，本工程位于海龙围科创区范围，产业发展定位为国家中心城市和粤港澳大湾区广佛极点核心区科创示范区。本次工程所在流域的龙溪片区将规划建设“龙溪·智汇新城”，打造为粤港澳大湾区创新总部基地、广佛融合发展产城示范标杆、海龙高质量发展生态数字科技城，海龙围内有龙溪地铁站、菊树地铁站等重要设施。因此，排涝标准取上限，按50年一遇24小时暴雨不成灾。

#### 5.2.1.2.2 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。

#### 5.2.1.2.3 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，本工程等别为Ⅲ等，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 50 年。

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

#### 5.2.1.2.4 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 节确定各主要建筑物的抗滑稳定安全系数、抗倾覆稳定安全系数的允许值见下表。

表 5-2 抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合		泵站/水闸级别				
		1	2	3	4	
荷载组合	基本组合	<b>1.35</b>	1.3	1.25	1.2	
	特殊组合	I	<b>1.20</b>	1.15	1.1	1.05
		II	<b>1.10</b>	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

各种荷载组合情况下，泵室、挡土墙地基最大平均基底应力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的 1.2 倍，底板基底应力最大值与最小值之比允许值见下表。

表 5-3 基底应力最大值与最小值之比的允许值

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

##### （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 5-4 泵房挡水部位顶部安全加高下限值 (m)**

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

注：1、安全加高系指波浪、壅浪计算顶高程以上距离泵房挡水部位顶部的高度；2、设计运用情况系指泵站在设计运行水位或设计洪水位时运用的情况，校核运用情况系指泵站在最高运行水位或校核洪水位时运用的情况。

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

**表 5-5 水闸安全加高下限值 (m)**

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

### 5.2.1.3 工程安全监测

#### 5.2.1.3.1 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，渗流主要监测闸底板扬压力分布以及水闸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。

#### 5.2.1.3.2 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。

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。

#### 5.2.1.3.3 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。

#### 5.2.1.3.4 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。

#### 5.2.1.4 建筑设计

##### 5.2.1.4.1 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) 《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)(2018 版);
- 5) 有关国家规范及相关法律、法规。

##### 5.2.1.4.2 建筑设计概况

因避让水域范围线、总规禁建区和复建道路，因而将管理房放置新建泵站挡墙上方。建筑设计为现代的建筑风格，两层建筑物，建筑高度不超过 10m，外墙采用框架结构，建筑形式素雅简洁，采用木格栅、玻璃幕墙的立面形式。主要布置房间为高低压室、液压设备室、开关房以及值班室等。

##### 5.2.1.4.3 景观设计概况

根据金属结构、电气专业对现状泵站电房的复核结果，现有龙溪闸站电房面积不能满足设备容量要求，需新增液压设备室，满足闸门的开启调度需求。新增设备房布置在现有设备房西南侧，矩形布置，长 5.7 米，宽 5.48 米，总面积 31.2 m<sup>2</sup>；原闸站电房布局不变，仅对电气设备进行改造升级。各功能用房具体建筑面积见下表（详见建筑设计图纸）。

**表 5-6 龙溪泵站升级改造工程设备功能用房建筑面积表**

类 别	房间名称	房间数量 (间)	面 积 (m <sup>2</sup> )
设备用房	液压设备室	1	31.2
合 计			31.2

##### 5.2.1.5 施工组织设计

#### 5.2.1.5.1 施工条件

##### (一) 工程概况

本次工程位于荔湾区海龙围。海龙围四面环水，外围水系有四条，北面为广佛河、东向为花地河、南部为平洲水道、西侧为佛山水道。海龙围内部有大大小小河涌约 31 条，部分河道未整治或部分被覆盖，河涌断面较小。海龙围内现有水闸 14 座，现有排涝泵站 16 座。建设主要内容为在现状闸站附近扩建泵站 1 座。

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。

##### (二) 施工场地条件

工程区位于荔湾区，属珠江三角洲冲积平原地貌单元。区内河网密集，河涌宽约 20~30m，地势较为平坦，地面标高为-2.45~3.53m。

区域内为三角洲冲积平原地貌，未发现泥石流、大中型滑坡和崩塌等不良地质现象。工程区位于珠江边，存在深厚的软土层，软土层为本区的主要不良地质现象。

##### (三) 水文及气象

###### (1) 气温和湿度

本区域年平均气温为 21.8℃，7 月份平均气温平均为 28.4℃，1 月份平均气温平均为 13.3℃，年平均相对湿度 79%。

###### (2) 日照

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，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，其中 10 月份晴天最多。

###### (3) 风向、风速

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，多年平均风速 1.9~2m/s。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。

###### (4) 降水

根据资料统计，广州市多年平均降水量为 1675.5mm，实测最大 24 小时降水量为 212.5mm（2006 年）。

###### (5) 蒸发

年之中 7~9 月蒸发量最大。月蒸发量最大 7 月份，为 143mm；最小为 2 月份，为 63mm。月最大蒸发量为 283mm，出现在 1966 年 9 月。

#### (6) 暴雨

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。

#### (7) 施工期洪水

通过计算，本工程段施工期洪水主要来源于外江佛山水道，计算洪水流量为下表所示，10 年一遇施工期设计洪水为 9m<sup>3</sup>/s。

#### (8) 潮汐

本工程设计洪潮水位采用广东省水利厅 2002 年 6 月《西、北江下游及三角洲网河河道设计洪潮水面线》的成果。经复核，龙溪泵站外江 10 年一遇潮位为 2.75m。

#### 5.2.1.5.2 对外交通及运输条件

龙溪泵站位于龙溪大道北侧，现状左右岸堤顶路宽约为 7m 与现状水闸交通桥相通，形成两岸互通并与周边连通。该区域为平原河网区，地势平坦，水系纵横交错，外江为珠江后航道，水陆运交通发达。外江交通图如下图所示：



图 5-1 施工对外交通图

#### 5.2.1.5.3 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。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。

施工用电应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，也可自备采用发电机组以保障施工用电。

#### 5.2.1.5.4 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。

#### 5.2.1.5.5 施工期通航及其他要求

施工期暂无通航需求。

施工期暂无供水功能需求。

#### 5.2.1.5.6 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。

#### 5.2.1.6 施工导截流

##### 5.2.1.6.1 导流标准及导流方式

根据施工组织设计，本工程拟在枯水期施工。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），本次拟建泵站为3级建筑物，其临时性建筑物级别为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。10年一遇施工期设计洪水为 $9\text{m}^3/\text{s}$ 。

本工程主体结构基坑采用灌注桩结合高压旋喷桩的全围封型式，对基坑进行支护、止水，主体结构施工时采用纵向围堰，并利用现状龙溪水闸进行导流。

##### 5.2.1.6.2 施工度汛

本工程枯水期完成泵室结构水下结构和安装工程，拟计划在一个枯水期完成，汛期来临之前，拆除围堰，利用现状水闸度汛。

##### 5.2.1.6.3 围堰方案

本次工程共设置两道围堰，内涌侧围堰位于泵站上游（大沙河）侧，采用双排钢板桩围堰型式。考虑堰顶超高，围堰顶高程为 $1.00\text{m}+0.50\text{m}=1.50\text{m}$ ，现状闸底板高程为 $-1.60\text{m}$ ，围堰高 $3.10\text{m}$ 。

外江围堰位于泵站下游（佛山水道）侧，采用双排钢板桩围堰型式。根据珠堤有关部门要求，参考《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014），临时围堰防洪标准不低于200年一遇潮水位，并且不得降低现状堤防的防洪功能，外江200年一遇潮水位为 $3.37\text{m}$ ，现状堤顶高程 $4.40\text{m}$ ，故外江围堰顶高程取 $3.37\text{m}$ ，现状闸底板高程为 $-1.60\text{m}$ ，围堰高 $4.97\text{m}$ 。

##### 5.2.1.6.4 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。

### 5.2.1.7 施工交通及施工总布置

#### 5.2.1.7.1 对外交通运输

##### (1) 对外交通运输概况

龙溪泵站现状左右岸堤顶路宽约 4m 与现状水闸宽 1m 交通桥相通，形成两岸互通并与周边连通，右岸 4m 宽堤顶路可作为临时道路使用。水系纵横交错，外江为佛山水道，水陆运交通发达。

##### (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+航运结合的方式。

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。或者通过船只运至工程施工点。

#### 5.2.1.7.2 场内交通运输

场内交通是施工各工区、堆渣场、各生产区、各生活区之间的交通联系，本工程场内用地狭窄，施工期间能保留两侧的堤顶路。根据实际情况，临时道路可用现状堤顶路，保证对外和对内的交通，及衔接两岸的交通。临时道路路面采用 200mm 厚 C35 砼路面，200 厚碎石垫层，宽度 6m。新建临时道路兼做对外交通道路，两侧布置围蔽。

#### 5.2.1.7.3 机械修配及风、水、电系统

##### 1) 机械修配规划

工程区位于荔湾区，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，设 1 处空压站，配备空压机。布置在闸的右岸。

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。

#### 5.2.1.7.4 施工总体布置

通过现场考察和综合分析，针对生产、生活临时措施需要，采用集中布置原则进行施工。布置以减少占地为目的，紧凑布置临时施工设施，尽量将生活区和生产区区分开来。临时施工占地考虑仓库、办公、生活、生产临时施工用房及材料堆放场、施工机械停放场等，可集中布置在闸站旁空地。不设专门的机械修配厂及汽车修理厂，上述设备的维修养护可以在附近的修理加工厂进行。

为了减少临时生活区的干扰，营造出相对安静的生活环境，计划将生产和生活区分开布置，根据施工总进度安排、施工期高峰人数 30 人，全部设在生活区建筑面积按高峰人数 30 人计算：生活区建筑面积 1000m<sup>2</sup>。因施工区内，用地范围有限，施工仓库尽量就近布置在施工用地范围内，生活及办公用房可租用在附近村落。

#### 5.2.1.7.5 安全防护、安全文明施工

根据《水利水电工程施工安全管理导则》（SL721-2015），结合广州市创建国家卫生城市的要求，整治好外部形象，强化内部管理，减少施工污染，在安全生产方面坚持把安全放在第一位，做到文明施工。根据广州市水务局文件穗水建设[2012]8 号转发市人民政府令第 62 号《广州市建设工程现场文明施工管理规定的通知》及《广州市建设工程文明施工标准》所列建设工程文明施工标准和要求，建设工程文明施工应实现施工封闭化、围栏标准化、现场硬地化、厨房厕所卫生化、宿舍和办公室规范化。

施工围蔽按照广州市水务局文件穗水建设[2014]95 号《广州市水务局关于印发进一步提升水务工程施工围蔽水平工作方案的通知》执行。根据文件要求，本工程列入工程安全防护、文明施工措施费。并根据粤水建管〔2018〕58 号《广东省水利厅关于做好水利工程施工扬尘污染防治工作有关事项的通知》，除了增列施工扬尘污染防治措施费用外，城市区域内应设置硬质、连续封闭围挡费用，城市周边根据环境情况设置围挡费用。根据《广州市建设工程绿色施工围蔽指导图集（V2.0 版）》围蔽采用装配式 H 型钢结构围蔽 A2，两侧均考虑布置，总长度为 360m。

### 5.2.1.8 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 2 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 15 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 18 个月。

## 5.3 设备方案

### 5.3.1 水力机械

#### 5.3.1.1 概述及设计依据

龙溪泵站原设计排涝流量为  $4.50\text{m}^3/\text{s}$ ，安装两台立式轴流泵，水泵型号为 900ZLB-125，单机功率为 130kW。根据《荔湾区龙溪水闸泵站 安全评价报告》龙溪泵站机电设备的安全类别评定为二类。依据《泵站安全鉴定规程》（SL 316-2015），对于二类设备，经维护养护即可保证安全运行。因此，本工程不对原水泵机组设备进行改造。

依据最新的规划确定的工程规模数据，原龙溪泵站装机容量不满足现状排涝需求。本工程拟对龙溪泵站进行升级改造，根据规划调蓄计算结果，龙溪泵站排涝流量需扩建至  $19\text{m}^3/\text{s}$ 。本次扩建排涝泵站设计流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，保留现状泵站（流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ）。本工程水力机械设计所依据的文件和主要技术标准：

《广州市河涌水系规划（2017-2035）》

《广州市内涝治理系统化实施方案（2021—2025 年）》

《泵站设计标准》（GB 50265-2022）

《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618-2021）

《泵站安全鉴定规程》（SL 316-2015）

《泵站技术管理规程》（GB/T 30948-2021）

### 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 5-7 扩建龙溪泵站基本水力参数表

特征水位	内涌侧水位	外江侧水位
设计水位(m)	0.50	2.58
最低运行水位(m)	-0.50	0
最高运行水位(m)	1.00	3.37
防洪水位(m)	-	3.37
扩建流量(m <sup>3</sup> /s)	14.50	

龙溪泵站采用泵站、水闸结合方式进行排涝，当外江侧水位低于内涌水位时，可采用开闸排水的方式进行排涝。

根据上述参数，结合泵站选型及泵站初步布置进行水力计算，初步计算泵站扬程如下表所示。

表 5-8 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)	1.10
设计净扬程(m)	2.08
设计总扬程(m)	3.18
最高净扬程(m)	3.87
最高总扬程(m)	4.97

外江侧最低运行水位低于内涌最高运行水位，最低净扬程应为 0。

### 5.3.1.3 水泵机组的选择

#### 1. 泵型选择原则

(1) 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、最低扬程工况下能够安全稳定运行，配套电机功率满足最高扬程工况下运行，泵型水力特性优、效率高、高效范围宽、抗汽蚀能力强；

(2) 管理、运行费用小，便于安装、维修，维护、管理简单方便，操作环境好；

(3) 合理泵站规模；

(4) 根据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；

(5) 泵站布置尽量简洁合理；

(6) 控制土建开挖深度，合理确定水泵安装高程，努力降低建站工程土建投资、设备投资。

## 2. 泵型选择

根据泵站上述设计参数大流量、低扬程的特点和类似泵站工程的建设经验，泵型应选用轴流泵和贯流泵。

贯流泵一般用于具有合适的地形条件和大流量的泵站，而且该类泵型泵站的机组进出水流道长，占地面积较大，安装位置很低，水工结构复杂，安装检修相对不易；龙溪泵站为建在河涌口的河涌排涝工程，附近用地紧张，从地形条件、用地条件和流量条件考虑，扩建龙溪泵站不宜采用贯流泵。

常见的轴流泵有立式轴流泵和潜水轴流泵。原龙溪泵站采用泵型为立式轴流泵，该泵型需要地面泵房，泵站扩建若继续沿用该泵型，需对原有地面泵房进行改造，占地和投资相对较大。近年来，潜水轴流泵由于具有可靠性高、安装方便、土建费用较省、对环境景观影响较小的优点，被新建的泵站广泛采用。

综合考虑工程占地有限制、施工安装管理简便、泵站整体布置合理性、设备可靠性高、泵站结构简单、投资少等因素，本泵站推荐采用潜水轴流泵。

## 3. 机组台数和型号选择

龙溪泵站为排涝泵站，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。

泵站在同等流量情况下，台数少，机电设备少，厂房面积小，泵站土地资源和机电设备投资都会减少。

从运行角度看，水泵台数少，单机容量大，泵站效率高，所需运行管理人员较少，维护费用较低。

从泵站的运行调节方面看，水泵台数越多，越能适应不同排量的需要，即使个别机组发生故障，对泵站整体影响较小。

根据泵站流量和现有潜水轴流泵制造情况，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和调蓄计算结果，选择两台水泵机组和三台水泵机组两个装机方案进行经济技术综合比较。两种不同装机方案经济技术综合比较情况如下表所示。

**表 5-9 扩建龙溪泵站泵型台数方案比选**

参数	方案一	方案二
型号	1600ZQ-125	1400ZQ-125
台数	2	3
叶片安装角度 (°)	-1	-2
最优工况扬程 (m)	3.50	3.20
最优工况流量 (m³/s)	7.40	5.00
效率 (%)	84.0	83.5
叶轮直径 (mm)	1540	1200
转速(r/min)	295	370
单泵配用电动机功率 (kW)	450	280
总装机容量 (kW)	900	840
机组布置大小 (长×宽, m³)	10.2×8	14.2×6
进水池底板标高 (m)	-5.20	-4.10
机组设备相对差值 (万元)	-20	0
土建投资相对差值 (万元)	+200	0
总投资相对差值 (万元)	+180	0
方案特点	投资大、安装检修不便，水工结构复杂	投资小、安装检修方便

根据《泵站技术管理规程》(GB/T 30948-2021)，潜水轴流泵水泵口径 $\geq 1600\text{mm}$ 属于大型水泵机组。对于大型潜水轴流泵水泵进出水流道有着更高的设计要求，尤其是进水流道，常见的进水流道有肘形，钟形和簸箕形。大型潜水轴流泵的进水流道水工结构复杂，安装方式一般采用混凝土井筒安装，施工难度大，机组设备安装检修困难。1400mm口径潜水轴流泵属于中型水泵机组，进水流道可采用开敞式进水池，平直管式出水流道，安装方式可采用井筒悬吊式安装。1400mm口径的潜水轴流泵水工结构相对简单，方便施工，安装检修简便。综上，方案二总投资更小，水工结构相对简单，安装检修也更方便。因此，本阶段装机方案拟选用方案二。

扩建龙溪泵站采用三台潜水轴流泵，原龙溪泵站两台立式轴流泵继续运行，扩建后泵站总装机功率为1100kW，装机参数如下。

表 5-10 龙溪泵站装机参数

泵站设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	19	
型号	900ZLB-125	1400ZQ-125
台数	2	3
叶片安装角度 (°)	-2	-2
叶轮直径 (mm)	850	1200
转速(r/min)	495	370
单泵配用电动机功率 (kW)	130	280
总装机容量 (kW)	1100	

#### 4.水泵型号校核

重新计算水力损失、扬程校核后，泵型特性如下表所示。

表 5-11 扩建龙溪泵站泵型特性表

扩建排涝流量	14.5m <sup>3</sup> /s	
水泵型号	1400ZQ-125	
台数	3	
叶片安装角度 (°)	-2	
转速 (r/min)	370	
单泵配套功率(kW)	280	
叶轮直径 (mm)	1200	
设计工况	水力损失(m)	1.07
	净扬程(m)	2.08
	总扬程(m)	3.15
	流量(m <sup>3</sup> /s)	5.05
	效率(%)	83.5
最高扬程工况	水力损失(m)	0.81
	净扬程(m)	3.87
	总扬程(m)	4.68
	流量(m <sup>3</sup> /s)	4.40
	效率(%)	82.5

最高扬程工况下功率校核：

单泵轴功率  $N_{\text{泵}} = QHg / \eta = 4.40 \times 4.68 \times 9.81 \div 0.825 = 244.9$  (kW)

单泵需配用电动机功率  $N_{\text{机}} = N_{\text{泵}} \times K_{\text{安}} = 244.9 \times 1.10 = 269.3$  (kW)，其中  $K_{\text{安}} = 1.10$ 。

根据常用电机功率等级，1400ZQ-125 型水泵配用电机功率为 280kW，龙溪泵站总装机功率（含原龙溪泵站）为 1100kW。

### 5.电机参数

1400ZQ-125 配用电机额定功率为 280kW，电机型号暂定 YQGN990-16-280。电机采用立式潜水电机，绝缘等级 F 级，防护等级为 IP68，温升按 B 级考核。

#### 5.3.1.4 泵房布置

##### 1.泵组的安装方式

根据潜水轴流泵的口径和配套功率分等指标，1400ZQ-125 泵型属于中型水泵。该泵型常见的安装方式有弯管悬吊式安装、井筒悬吊式安装和混凝土预制井筒式安装。井筒悬吊式安装泵组结构简单，安装检修方便，因此本工程推荐采用。

##### 2.进、出水流道的确定

根据 1400ZQ-125 潜水轴流泵的特点，泵站推荐采用开敞式进水流道，进水池采用半圆形边壁。综合考虑进水流速、水流流态和机组布置等，机组进水流道宽度为 4.20m。

本工程泵站推荐采用平直管式出水流道，该型式流道虽存在水力损失较大问题，但相比其他流道施工困难、投资大的缺点，平直管式出水流道具有施工方便，投资小的优点。因排涝泵站年运行时间短故而水力损失较大的问题在本站并不突出。1400ZQ-125 泵型断流方式推荐采用 DN1600mm 侧翻双开节能型拍门断流。拍门临近墙体处装设通气管连接管道，平衡流道内外压力，可以有效减小拍门撞击力。

##### 3.泵组布置

泵站内涌进水侧最低运行水位为-0.50m，1400ZQ-125 泵型进水喇叭口淹没深度要求 2.30m，考虑该泵型喇叭口悬空高 1.30m，进水流道底高程确定为-4.10m。水泵喇叭口安装高程为-2.80m。为便于机组的检修和运行维护管理，根据 1400ZQ-125 水泵结构尺寸取井筒自身安装高程（地脚螺栓安装层）为 0.03m。

泵站水泵布置采用一列式并排布置 3 台水泵，采用地下湿室泵房，主泵房无地上部分。

泵站所在位置地形要求对外通向马路，根据泵站站址地形情况、防洪要求和对外交通的要求，泵站泵房顶部地面高程定为 4.40m。

1400ZQ-125 泵型进水流道净宽为 4.20m，泵房总长度为 14.20m（不含边墩）。

### 5.3.1.5 辅助设备

泵站泵组最重件不超过 15t。为了便于安装起吊检修水泵设备，在泵房水泵顶部设置安装检修孔，根据机组结构尺寸安装检修孔口尺寸为 4.20m×3.20m，安装检修孔设置盖板。泵房无地面建筑物结构，不单独设专门的起重设备，当水泵机组安装或检修需要起吊时，拟采用临时汽吊。检修排水设备使用率不高，本工程选用两台套潜水排污泵作为移动式检修排水泵，型号为 150WQ160-15-11，置于管理房备用。

为满足水泵的安全运行和日常零星维修需要，小型检修工具设置适用千斤顶、手拉葫芦、台钳、小五金工具及仪表仪器、适用卷尺等一套，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。泵站管理房内设备、泵组可拆卸设备可以通过上述设备进行拆卸、检查、小型检修。

水力测量采用常规方法和计算机监控测量相结合的办法进行，外江水位和进水池水位采用水尺常规方法直观测量和水位传感器（含数显表、远传）测量。

## 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）；
- 《泵站设计标准》（GBT 50265-2010）；
- 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）；
- 《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）；
- 《民用建筑电气设计标准》（GB 51348-2019）；
- 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）；
- 《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》（CJJ 120-2018）；
- 《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

#### a) 概况

本工程为龙溪泵站扩建工程，新建三台排涝水泵，装机容量 840kW，对现状供

电系统进行改造，主要用电负荷见下表：

表 5-12 主要用电负荷统计

序号	负荷设备名称	设备安装容量 (kW)		备注
		运行设备	备用设备	
原有设备				
1	现状排涝泵电机	130×2		同时运行
2	清污机	16.5		10kV
3	厂房吊车		6.5	
4	检修电源		10	
5	UPS 电源	8		
6	防洪自排闸	11		
7	照明	20		
新增设备				
1	排涝泵电机	280×3		同时运行
2	清污机	16.5		
3	泵站事故闸	11×3		
	0.4kV 计算负荷合计	1141		

各设备的电压等级为 220/380V。

#### b) 用电负荷等级

本工程具有防洪、排涝功能，中断供电将造成较大影响，因此供电负荷等级按二级负荷考虑，其他供电负荷等级按三级负荷考虑。

#### c) 供电方式

现状电源系统：采用单回路 10kV 电源供电，经变压器（容量为 400kVA）变压为 0.4kV 电压，为现状设备供电。

改造方案：本次泵站扩容采用 2 回 10kV 电源供电，利用原有一路 10kV 接入点，新增一路 10kV 供电接入点。由于现状供电系统容量无法满足泵站扩容需求，拆除原有供电系统设备，在泵站设备房拟定设置一台专变 1600kVA（10/0.4kV）为新增用电负荷和原有用电负荷供电。

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，建议业主单位尽早向当地供电部门申报用电，落实外电引入方案。

### 5.3.2.3 电气主接线

根据泵站运行方式，10kV 及 0.4kV 侧母线均采用单母线接线方式。10kV 主供回路与备供回路之间的断路器设置电气联锁，自动投切。泵站供电采用高压计量。专变低压侧设置集中无功补偿装置，补偿后功率因数达 0.9 以上。

### 5.3.2.4 主要电气设备选择与布置

主要电气设备根据技术先进、功能合理、经济适用、运行维护方便和安全可靠的原则进行选择。为保证所选的电气设备运行安全、可靠，根据《导体和电器选择设计技术规定》（DL/T5222-2005）规定：除按正常工作状况下所在回路的最高工作电压和最大工作电流来进行选择外，还按最大运行方式下最不利的短路情况，对电气设备动稳定和热稳定进行校验，以保证电气设备在短路情况下，不致受到破坏，并能安全切断电流，避免短路故障事态的扩大。

#### （1）10kV 电气设备选择

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），为取得合理的经济效益，配合 10kV 断路器的开断电流和配电设备的动热稳定电流，10kV 配电网的短路电流按 20kA 考虑。本工程高压开关柜采用 KYN 型铠装移开式交流金属封闭开关柜。操作电源选用 220V 直流电源，配置一套 20 安时的专用直流屏。配置真空断路器，开断电流 25kA。

#### （2）变压器选择

包括泵站的主变压器和站用电变压器：

站用电变压器主要为低压水泵、防洪闸门启闭机、泵站事故闸启闭机、全站照明、通风及监控等用电设备供电；

根据用电负荷初步统计计算，主变压器拟选用 SCB13-10/0.4kV 系列干式节能变压器，变压器额定容量为 1600kVA，阻抗电压  $U_k=6\%$ ，接线组别为 D Yn11，额定电压变比为  $10\pm 2\times 2.5\%/0.4kV$ 。

#### （3）低压配电装置选择

0.4kV 系统按变压器高压侧短路容量按无穷大考虑，按主变压器容量为 1600kVA，短路阻抗  $U_k=6\%$  计算，主变压器低压侧短路电流为 39.591kA；按此条件选择校验 0.4kV 电气设备。

0.4kV 低压站用配电装置选用低压抽屉分隔式开关柜（GCK），柜中配置空气断路器和塑壳断路器，短路分断能力要求不小于 50kA。

#### （4）电力电缆选择

电力电缆均采用 YJV 系列铜芯电缆。高低压成套配电装置母线均采用铜母排。

在配电房设置电缆沟，使高压开关柜、变压器及低压配电柜相连。泵站根据具体情况采用电缆桥架、穿管、直埋等不同电缆敷设方式。

#### （5）其它电气设备选择

10kV 进线、10kV 出线避雷器选用 HY5WZ 系列全密封无间隙氧化锌避雷器。

#### b) 设备布置

本工程利用现状配电房，内设高压室、变压器室、低压室、中控室、中控设备室等。高低压开关柜、变压器布置在相应的功能间内；水泵控制柜、清污机控制柜、LCU 屏、UPS 电源屏、网络及监控屏设置在中控设备室；监控台及大屏幕监控显示器布置在管理房中控设备室。

低压水泵机组起动均采用软起动方式，使机组起动电流  $I_{st} \leq 4I_r$ ，减小电机起动时大电流对变压器母线电压的冲击。每台水泵机组配置一套水泵起动控制柜，柜内布置软启动器、接触器、断路器（电动机型）、温测数显表、机组现地控制单元及通信接口等。

### 5.3.2.5 防雷接地及安全系统

现状设备房已按第三类防雷建筑物设计，采用 TN-S 系统。接地电阻设计要求值不大于  $1\Omega$ ，满足现有规范要求，本次不对现状防雷接地系统进行改造。

新增等电位联接端子箱（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。

### 5.3.2.6 监控（视）、观测及保护

自动控制系统由计算机监控系统、图像监视系统和水雨情信息采集系统三部分组成。

#### 1、计算机监控系统

为了提高运行管理水平，本工程设计计算机自动监控系统，本泵站计算机监控系统参考“无人值班，少人值守”的标准进行设计。利用自动化、通信、计算机网络和图

像传输技术，进行本泵站的自动监视和现场控制，实现工程管理的科学化、现代化，提高工程的安全性、可靠性。

泵站计算机监控系统的技术指标应满足《泵站计算机监控与信息系统技术导则》SL583-2012、《水利水电工程机电设计技术规范》SL511-2011 以及《水力发电厂计算机监控系统设计规定》（DL/T5065-2009）的规定。

泵站计算机监控系统受上级部门调度控制，提供本工程的泵闸运行状况、工程维护与维修管理及管理相关的各种属性数据和基本资料。在泵站中控室内设置通讯接口，与上级部门通讯线路部分不在本工程范围内；监控对象的主要为水泵—电动机组、10kV、0.4kV 配电设备、公用设备等，即 3 套水泵机组及其相应的辅助设备以及全站公用设备的监视、控制和保护。

计算机监控系统包括以下几个方面内容：

#### （1）机组控制系统

设置上位机及机组现地 LCU，机组通过现地 LCU 对泵组进行自动控制，当机组出现事故或故障时，能通过机组 LCU 或监控系统上位机进行监视、控制，并根据事故性质采取相应措施。

#### （2）全站公用设备控制

全站公用设备可由公用 LCU 进行监控并实现自动控制。

计算机监控系统采用分层分布式的开放型结构，监控系统分两层，即集中监控层和现地监控层，采用 100Mbps 以太网通信，网络通信采用 TCP/IP 协议。并配置 GPS 卫星定时自动校对装置，校对泵站计算机监控系统的内部时钟。水泵机组的启动、停机，变配电站内开关的操作，均可在控制室的控制台监控主机上发出操控命令，全站公共和辅助设备均能自动和手动操作。

集中监控层位于泵房中控室（控制台），采用 100Mbps 快速以太网技术，网络通信采用 TCP/IP 网络协议，组成开放的计算机网络系统。设置二台计算机作为操作员工作站，采用双机热备用工作方式。除完成泵站主要设备监视、控制和调节功能外，还负责整个系统的数据处理、记录、报警、打印报表等功能。主要设备包括 2 台主机/操作员站，1 台数据库服务器，1 台以太网交换机，1 台网络激光打印机，1 台 70 寸液晶大屏幕电视机和 1 套语音报警系统。

集中监控层主要有以下功能：

- 1) 数据采集和处理；
- 2) 运行监视；
- 3) 实时控制；
- 4) 事故处理和控制在；
- 5) 人机联系；
- 6) 报警；
- 7) 记录；
- 8) 打印；
- 9) 屏幕显示；
- 10) 统计和报表；
- 11) 用户访问和操作显示功能；
- 12) 通信功能；
- 13) 系统诊断功能；
- 14) 软件开发功能。

现地层主要有以下功能：

- 1) 数据采集及处理；
- 2) 控制功能；
- 3) 控制权限切换；
- 4) 事件顺序记录；
- 5) 报警信号；
- 6) 通信功能；
- 7) 系统诊断功能。

现地监控层包括机组 LCU 控制屏，公用 LCU 控制屏。LCU 控制屏以 PLC 为核心控制，配置以太网口，向上提供上层监控接口，向下以 MODBUS 现场总线形式与微机保护装置、水泵电动机保护装置及其它智能设备通讯。

## 2、图像监视系统

为了实时动态监视现场运行情况及管理区安防需要，配置一套图像监视系统。在

管理区及堤路、水闸上下游、水泵及上下游、高（低）压配电室、变压器室、控制设备室、中控室等位置设置监视点，在控制室设置综合监控一体化平台。

图像监视系统主要有以下功能：

- (1) 图像自动切换和自动扫描；
- (2) 图像手动切换；
- (3) 摄像机控制；
- (4) 多画面分割；
- (5) 图像存储和回放；
- (6) 多级口令设置及操作设置；
- (7) 设备自身维护和检测；
- (9) 图像网络传输功能；
- (9) 硬盘录像功能；
- (10) WEB 浏览/控制功能；
- (11) 布防功能；
- (12) 在线帮助；
- (13) 历史资料查询；
- (14) 系统可分区控制。

### 3、水雨情信息采集

拟建议一套水雨情信息采集系统，采集泵站上、下游的水位信息和站址处的降雨量信息；水位、降雨量数据采用超短波无线（或 4G）通讯方式上传至中控室及上级管理部门。中控室对水位数据进行处理、保存、形成历史数据库；设一台水雨情监测主机，采用 GSM 或 4G 通讯方式接受监测点的水位、降雨量等数据进行显示、存储、统计分析。水雨情自动测报系统主要设备见下表。

**表 5-13 水雨情自动测报系统主要设备表**

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	工作站		台	1	

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
2	水位遥测箱	太阳能供电装置, 24V 30W, 40Ah; 水位遥测终端 (YDH-1 型); 无线通讯模块 箱体及安装附件	台	2	
3	自动水位计	分辨率:0.1mm; 编码方式: 格雷码	套	2	
4	翻斗式雨量计	分辨率:1.0mm, 分辨力: 1mm; 雨强范围: 0.01~4mm/min	套	1	
5	系统软件	Windows 10	套	1	
6	水文遥测系统接收处理软件		套	1	

#### 4、机泵健康监测系统:

考虑新增泵站功能重要及方便日后运行管理和维护等因素,本工程为加强对机泵关键设备的运行状况监测,掌握设备运行状态变化趋势,及时有效地进行预防性维护,此次为泵组等关键设备提供一套机泵设备运行状况监测系统。通过建立机泵等关键设备的在线健康状况监测与分析评价系统,实时监控设备振动、温度等参量状态,及时准确地通过报警,防止机泵设备等关键设备事故的发生,同时采用先进的多信息融合技术,最大程度的评估机泵等关键设备运行状态、延长设备预警时间,从而实现预知维修,并通过智能诊断,精确诊断故障源,实现精密维修,缩短维修用时,为检测维修合理化提供及时准确的数据基础,从而有效的保证设备长期稳定运行。降低备品备件费用,提质增效。

本系统通过实时监测机组振动动态参量,运用智能报警和预警技术,强化设备状态综合评价和故障诊断技术,助于掌握设备的运行状态,当状态变化时,及时辅助判断产生故障的原因和部位,防止恶性事故的发生,为设备维修决策提供科学依据。

#### 5.3.2.7 继电保护及二次回路

(1) 计算机监控系统、视频监控系统、机组 LCU、公用 LCU 和集中监控层设备采用集中供电,在中控室配置一套 UPS 电源装置,选用在线式 UPS 电源装置,容量为 10kVA,备用时间为 1 小时。

(2) 全站电量测量二次额定电压采用 100V,额定电流采用 5A,在高低压进线柜均装设多功能数显表,其它回路和动力配电箱装设数显表。

(3) 为保证电气设备安全运行、提高泵站自动化水平,泵站 10kV 进线、主变

及站用变出线均配置微机综合保护测控装置，测控装置对应设备安装在配电房内。

(4) 10kV 进线、主变及站用变出线分别设置以下保护：

1) 10kV 进线

√带时限电流速断保护；

√过电流保护；

√低电压保护；

√单相接地保护；

2) 主变及站用变

√电流速断保护；

√过电流保护；

√过负荷保护；

√单相接地保护；

√超温保护。

#### 5.3.2.8 通信

泵站内部可利用无线对讲机或者电话等。

#### 5.3.2.9 节能设计

(1) 本工程照明设计采用节能设计标准，采用高效光源。

(2) 采用节能变压器等节能高效电气设备。

(3) 采用节能控制，对潜水泵等主要设备根据需要采用节能控制。

### 5.3.3 金属结构

本工程金属结构包括泵站出水口事故防洪闸、泵站进水口拦污栅、相应的埋件及其启闭设备等。

#### 5.3.3.1 泵站出水口事故防洪闸门

##### 5.3.3.1.1 设计方案

推荐方案：泵站出水口事故防洪闸总共设三孔，孔口尺寸均为 3.6m×4.1m，闸门均为平面钢闸门。采用液压顶升式平面钢闸门。

比较方案一：设 3 孔工作闸门，净宽 3.6m，设 3 扇露顶式平面钢闸门，由固定

式卷扬启闭机操作。

比较方案二：设3孔工作闸门，净宽3.6m，设3扇液压平推下卧式钢闸门。由液压启闭机操作。

### 5.3.3.1.2 水闸布置与结构设计

#### 1、推荐方案

此方案是设3孔工作闸门，净宽3.6m，设两扇平板顶升式钢闸门，孔口尺寸为3.6×4.1m(孔口净宽×闸门净高)。闸门采用露顶式平面滑动钢闸门。吊点位置设于闸门两侧。闸门采用双主梁结构形式，闸门主材为Q355B水封设置于上游侧，采用双向封水。

在工作闸门门槽外上游处设置检修门槽，用于工作门门槽埋件检修，不设置检修闸门。

#### 2) 启闭设备

顶升式平面钢闸门采用2×125kN液压启闭机操作，闸门启闭机行程为4.1m，液压缸与闸门门叶两侧的吊耳相连，分别布置在左右两闸墩上。液压缸采用中部铰支承结构。启闭运行时设有同步控制系统，以保证闸门的同步运行。液压泵站和现地电控设备布置在岸边的机房内，液压管路通过油管沟与各个油缸相连，液压泵站配置两套油泵电动机组，互为备用。三孔闸门共用一套液压泵站，共一套液压泵站。

#### 3) 维护措施

闸门采用封闭漆防腐。

##### A、防腐采用以下体系：

底漆：环氧磷酸锌防锈底漆

面漆：丙烯酸聚氨酯面漆

其中底漆一道，面漆两道。

B、铰轴、紧固件全部采用不锈钢材料，免除金属结构件防腐涂层易损部位的维修问题；

C、支铰轴承采用耐磨损自润滑材料，无需加油润滑；

D、埋件外露部分钢板均选用不锈钢或不锈钢复合钢板。

#### 2、比较方案一

### 1) 结构设计

此方案是设 3 孔工作闸门，净宽 3.6m，设两扇平板提升式钢闸门，孔口尺寸为 3.6×4.1m(孔口净宽×闸门净高)。闸门采用露顶式平面滑动钢闸门。闸门采用双主梁结构形式，闸门主材为 Q355B 水封设置于上游侧，采用双向封水。

在工作闸门门槽外上游处设置检修门槽，用于工作门门槽埋件检修，不设置检修闸门。

### 2) 启闭设备

提升式平面钢闸门采用 2×125kN 卷扬启闭机操作，闸门启闭机行程为 4.1m，卷扬机通过钢丝绳与闸门吊点相连，采用现地及远程控制启闭机，采用双吊点形式。卷扬机制动器需配备有液控应急操作器，应急操作器安装于卷扬机减速器输入轴端，配备有动力单元。

### 3) 维护措施

闸门采用封闭漆防腐。

#### A、防腐采用以下体系：

底漆：环氧磷酸锌防锈底漆

面漆：丙烯酸聚氨酯面漆

其中底漆一道，面漆两道。

B、铰轴、紧固件全部采用不锈钢材料，免除金属结构件防腐涂层易损部位的维修问题；

C、支铰轴承采用耐磨损自润滑材料，无需加油润滑；

D、埋件外露部分钢板均选用不锈钢或不锈钢复合钢板。

## 3、比较方案二

### 1) 结构设计

方案为设 3 孔工作闸门，孔口净宽为 3.6m，设置 2 扇液压平推下卧式钢闸门，孔口尺寸为 3.6m×4.1m(孔口净宽×闸门净高)。闸门采用下卧式平面钢闸门。闸门采用双主梁结构形式，轴承选用自润滑关节轴承。闸门主材为不锈钢材质，水封设置于上游侧，采用单向封水。

闭门时，液压启闭机油缸通过推动滑道上的支撑架将闸门顶起至闭门位置，由自

动锁锁定支撑架保持闸门闭门状态，油杆退回至油缸内。启门时，液压油杆伸出将滑块顶出锁定位置，锁定块自动开锁，油杆顶住支撑架再缓慢回缩致全关位置。

## 2) 启闭设备

液压平推下卧式钢闸门采用  $2 \times 125\text{kN}$  液压启闭机操作，启闭机最大行程  $3.7\text{m}$ 。启闭机安装于闸门下游侧底板内，启闭机安装槽顶部采用钢板及橡胶片密封，液压启闭机的工作行程为  $3.55\text{m}$ 。采用内置磁致式位移传感器检测行程，闸门启闭运行时设有同步控制系统。液压泵站和现地电控设备布置在岸侧设备房内。液压泵站配置两套油泵电动机组，互为备用。液压启闭机需配备应急操作器，一台液压泵站配备一套应急操作器及相应的动力单元。

## 3) 维护措施

闸门采用封闭漆防腐。

### A、防腐采用以下体系：

底漆：环氧磷酸锌防锈底漆

面漆：丙烯酸聚氨酯面漆

其中底漆一道，面漆两道。

B、铰轴、紧固件全部采用不锈钢材料，免除金属结构件防腐涂层易损部位的维修问题；

C、支铰轴承采用耐磨损自润滑材料，无需加油润滑；

D、埋件外露部分钢板均选用不锈钢或不锈钢复合钢板。

## 4、方案特性对比表

三种方案的相关参数特性表如下表所示。所比选闸型根据工程特点要充分考虑景观效果并要同时满足档水及泄洪的要求。

表 5-14 方案相关特性对比表

项目	顶升式平面滑动钢闸门 (推荐方案)	提升式平面滑动钢闸门 (比较方案一)	液压平推下卧式钢闸门 (比较方案二)
孔口性质	露顶	露顶	露顶
孔口数量	3	3	3
单孔净宽 (m)	3.6	3.6	3.6
布置形式	液压顶升式	卷扬提升式	液压平推下卧式
优势	1.闸门关闭时基本无外露设备；	1.设备造价低； 2.闸室较短，闸门结构简	1.可形成瀑布景观，景观效果好；

项目	顶升式平面滑动钢闸门 (推荐方案)	提升式平面滑动钢闸门 (比较方案一)	液压平推下卧式钢闸门 (比较方案二)
	2. 闸室较短，闸门结构简单； 3. 运行稳定，便于实现远程及现地控制。	单；	2. 单孔布置，无中部支墩。
劣势	1. 启闭机行程较长； 2. 设备造价高。	1. 需要建启闭机楼； 2. 整体不美观，造价偏高；	1. 水下构件多，容易淤积；增加检修维护难度及强度； 2. 检修维护成本过高，整体造价高；

综合考虑景观效果，从实用性及经济性上考虑，推荐采用液压顶升式平面钢闸门方案。

### 5.3.4 采暖通风与空气调节

#### 5.3.4.1 概述

龙溪泵站升级改造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

龙溪泵站升级改造工程位于广州市海珠区。各配电房通风采用自然进风与机械排风相结合的通风方式，在高压开关房、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

龙溪泵站升级改造工程位于广州市荔湾区，荔湾区年平均气温为 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汇总见下表。

**表 5-15 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

工程消防范围为水闸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 5-16 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	火灾危险等级	耐火级别
1	公共开关房	丁	二
2	高压室	丁	二
3	高压无功补偿室	丁	二
4	水泵启动室	丁	二
5	变压器室	丁	二

6	低压室	丁	二
7	中控室(含控制设备室)	丁	二
8	液压设备时	丁	二
9	值班室	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 m<sup>2</sup>，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

主要消防设备工程量见表。

表 5-17 主要消防设备工程量清单

序号	名称	型号规格	单位	数量	备注
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，本项目占地范围见下图：



图 5-2 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，本工程用地范围 3.16 亩，其中现状水域占地 0.12 亩，前期已征用地 2.29 亩，临时用地 503m<sup>2</sup>（0.75 亩）。实物指标调查成果如下表。

**表 5-18 工程用地涉及实物指标统计表**

项目名称	单位	数量
临时占地	平方米	503

### 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》（1999 年）；
- (10) 《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》（2019 年 8 月 26 日第三次修订）；
- (11) 《广东省水利工程管理条例》（2000 年）；
- (12) 《广东省林地保护管理条例》（2020 年 9 月 29 日第四次修订）。
- (13) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（国务院令第 679 号）
- (14) 《水利水电工程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

参考《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）临时征地标准为18元/平方米/月，临时用地时长暂按10个月。

##### (2) 青苗补偿

根据《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），综合确定本工程青苗补偿标准为：每亩1.5万元计算。

##### (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占地等补偿费用之和的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《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（2017）作为计算依据。

### （5）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），项目建设方案阶段基本预备费取以上各类费用总和的 16% 计列。

### （6）总估算

本工程征地拆迁总估算为 14.21 万元，计算见下表。

表 5-19 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	土地综合补偿费					9.05	
1	临时占地补偿费	503	m <sup>2</sup>	18	18 元/m <sup>2</sup> /月	9.05	暂按租 10 个月计列
二	青苗补偿费					1.13	
1	临时占地	0.75	亩	1.5	万元/亩	1.13	
三	专业设施迁改费					1.02	暂按征地费用的 10% 计列
四	直接费					11.20	第一~三项之和
五	其他费用					1.04	
1	前期工作费					0.17	按第四项的 1.5% 计列
2	综合勘测设计费					0.32	按第一~二项之和的 3%+第三项的 1% 计列
3	实施管理费					0.56	地方政府按第四项的 4%，建设单位按第四项的 1% 计列
六	预备费					1.96	按第四项、第五项之和的 16% 计列
七	合计					14.21	第四~六项之和

## 5.5 数字化方案

### 5.5.1 概述

#### 5.5.1.1 工程信息化现状

本工程无旧有信息化系统集成工作。

#### 5.5.1.2 建设目标、原则及依据

##### 5.5.1.2.1 信息化建设目标

（1）应以水情、防洪涝安全、综合利用等方面的信息监测、采集、处理、传输、控制为首要目标。

(2) 应在全面考虑水文气象和工程运行工况等基本信息的基础上,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。

#### 5.5.1.2.2 信息化建设原则

本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。

#### 5.5.1.2.3 信息化建设依据

《电子信息系统机房设计规范》,GB50174-2008;  
《水资源监控管理系统建设技术导则》,SL/Z349-2015;  
《水利水电工程水文自动测报系统设计规范》,SL566-2012;  
《全国水利信息化规划(金水工程)》(水规计(2003)456号文);  
《水利部信息化建设与管理办法》(水信息[2016]196号);  
《信息安全技术 信息系统安全管理要求》,GB/T-20269;  
《广东省水利信息化“十百千万”工程实施纲要》,广东省水利厅,2011年;  
《国家水利数据中心建设指导意见》,水利部信息中心,2009年;  
《省(自治区、直辖市)水资源管理系统建设基本技术要求》,水利部信息中心,2009年;  
《关于加快全市电子政务建设的通知》(穗府办[2010]49号);  
《广州市信息化促进条例》广州市委市政府;  
《关于加快“信息广州”建设的意见》(穗字[2009]5号),广州市委市政府。  
《广州市信息化发展第十三个五年发展规划(2016-2020年)》,广州市委市政府。

## 5.5.2 需求分析

### 5.5.2.1 系统设计需求

本项目属于新建类，信息化核心的业务需求是满足管理人员对于泵站情况的实时监控及日常调度，因此信息化系统在建设时需要充分考虑行政管理和技术管理相结合的要求。本信息系统的建设需求有以下几个方面：

(1) 要满足新系统中生产调度和行政管理的音视频、数据、图片等信息传输的要求，建立一套技术先进、功能完善、安全可靠的通信网络系统。

(2) 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数据和功能。

(3) 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。

(4) 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。

### 5.5.2.2 约束性要求

本项目信息化建设在技术方面没有相关约束性要求。在政策方面，根据国家水利信息化规划及广东省水利信息化要求纲要，有以下的约束性要求：

(1) 必须坚持开放性和标准化，实现数据资源的共享，要按照国家标准结合省市地标设计数据采集和存储方案，并预留对外的数据接口。

(2) 必须将系统安全放在首位，系统要遵循国家制定的安全策略、安全法规、安全标准。

## 5.5.3 总体设计

### 5.5.3.1 总体架构

本工程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、水雨情自动测报、视频监控模块及工程安全实时监测，采用计算机网络和数据处理与分析技术，具有数据采集，数据输出、数据报表、网络传输、程序接口等功能，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的实时信号采集、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。

### 5.5.3.2 系统分层说明

本项目信息化系统总体分为四层，层次由低到高呈树形结构，基本流程流向为底层系统向高层系统提供数据或功能服务，在最高的用户界面和集成层则保持与下面各分项子系统的交互及服务请求路径。整个信息系统各层次的建设必须符合相应标准与规范要求，并建立可靠的信息安全保障体系。由低层到高层，信息化系统各层次基本功能为：

#### (1) 信息采集及预处理层

信息采集和预处理层主要实现对水文、视频、工程安全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，包括水文监控、视频监控、工程安全监控、自动控制等，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。

### 5.5.4 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。

## 5.5.5 网络信息安全

### 5.5.5.1 网络安全需求

根据《中华人民共和国网络安全法》和《关键信息基础设施安全保护条例》，在我国境内建设、运营、维护、使用的网络和关键信息基础设施必须符合相应的网络安全要求和标准。水利工程的信息化建立的网络设施和产生的各类数据，一旦遭到破坏、丧失功能或者数据泄露将对国计民生、公共利益产生危害和影响，因此在本工程的信息化建设过程中应把网络和系统安全放在十分重要的地位。具体范围包括以下几方面：

- (1) 物理设施安全，包括灾害预防、等电位系统、消防系统等。
- (2) 数据安全，包括数据访问控制、数据存储安全与冗余、数据通信安全等。
- (3) 系统安全，包括风险评估、安全策略、安全机制、安全级别、病毒防护、补丁管理等等，定期检查和评估可能的安全隐患、缺陷和威胁。

### 5.5.5.2 网络安全防护方案

- (1) 针对物理安全，基础设施要严格按照国家相关标准进行建设。
- (2) 对于网络连接和传输的安全性，采取多种技术从内部和外部同时控制用户

对网络资源的访问。可以用身份认验证等技术有效地控制内部用户的行为，同时也利用防火墙控制外部人员对网络的访问；网络系统还应具备高度的数据安全性和保密性，能够防止非法侵入和信息泄漏。

(3) 对数据的完整性、可靠性、可用性和保密性等要素进行评估，制定数据管理和数据恢复策略，保证数据的安全；制定数据存储、数据冗余策略，评估数据存储的安全性，保证数据存储的完整性、可靠性；制定数据存储事件处理预案。

(4) 按照国家安全等级保护制度，信息化系统至少应符合 2 级等保要求；在信息系统及服务组件的开发过程中，要结合应用安全防护技术，对系统的安全威胁、脆弱性、漏洞进行评估。

## 5.5.6 系统集成与运行维护

### 5.5.6.1 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。

### 5.5.6.2 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

本项目包括公共污水管网完善工程和污水提升泵站建设工程，均无固定的产出，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，由广州市荔湾区水务局作为主管部门，荔湾区水务设施建设中心负责项目建设管理。

### 5.6.3 工程管理体制

龙溪闸站的管理单位为广州市荔湾区水务设施管理中心，主管单位是广州市荔湾区农业农村和水务局。广州市荔湾区水务设施管理中心下设综合部、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。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。

## 5.6.5 工程安全管理

本工程为扩建工程，现有龙溪水闸泵站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：

(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 工程管理范围和保护范围

### 5.6.7.1 管理范围

泵站工程的管理范围是管理单位直接管理和使用的范围，应包括：

(1) 工程各组成部分（包括上下游翼墙、进出水池、泵室段和两岸连接建筑物）的覆盖范围；

(2) 为保证工程安全、加固维修、美化环境等需要，在水闸工程建筑物覆盖范围以外划出的一定范围；

(3)管理和运行所必须的其他设施占地。包括管理单位的生产、生活区，多种经营生产区以及职工文化、福利设施等建设占地。

龙溪泵站位于大沙河出口处，堤防上的泵站，管理范围应结合堤防统筹考虑，本工程位于大沙河原征地红线管理范围内，结合工程实际情况，确定泵站管理范围为左右岸与大沙河堤防管理范围一致、上下游为泵站泵室外扩 50m，同时设置界桩。

#### 5.6.7.2 保护范围

保护范围是为了保护工程的安全，在工程管理范围以外划定一定的范围，在此范围禁止挖洞、打井、爆破等一切危害工程安全的活动，结合本工程具体情况，对管理范围线再外延 50m 做为保护范围。

#### 5.6.8 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。

### 5.6.9 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。投标基本情况表如下。

### 5.6.10 劳动安全与工业卫生

#### 5.6.10.1 设计依据

##### 5.6.10.1.1 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。

##### 5.6.10.1.2 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）

### 5.6.10.2 危险与有害因素分析

#### 5.6.10.2.1 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 5-20 有害作业的生产部位及危害程度表**

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。

#### 5.6.10.2.2 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。

### 5.6.10.3 劳动安全措施

#### 5.6.10.3.1 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。

#### 5.6.10.3.2 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。

#### 5.6.10.3.3 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  $1\Omega$  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。

#### 5.6.10.3.4 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。

#### 5.6.10.3.5 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。

#### 5.6.10.4 工业卫生措施

##### 5.6.10.4.1 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。

#### 5.6.10.4.2 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。

#### 5.6.10.4.3 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。

#### 5.6.10.4.4 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。

#### 5.6.10.4.5 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。

### 5.6.10.5 安全卫生设施

#### 5.6.10.5.1 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。

#### 5.6.10.5.2 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）。

#### 5.6.10.6 安全卫生评价

本工程枢纽主要建筑物有：泵房、出水检修井、出水涵闸等。除对技术经济进行全面比较外，还考虑了各建筑之间的防火间距、消防通道和消防水源，满足各建筑物之间的采光、通风要求，保证泵站满足安全和卫生的要求。

泵房主体及附属建筑物之间的距离符合《水利工程设计防火规范》（的要求；泵房上下游翼墙顶及陡坎外边缘设有栏杆及警告标志、外江堤围设置防撞栏杆，在高压电处设置防护围栏及警告标志，泵房管理区设有围墙，满足安全设计的要求。

在建筑物周围、道路两侧，以及在工作人员经常活动和休息场所，种植花草、树木，并根据地形、地貌进行空间与环境绿化设计，改善工作环境条件，保留和利用规划范围内的已有树木和绿地，使之成为有机整体和空间层次协调、丰富的群体。

工程总体布置全面考虑了自然条件、社会环境、安全卫生设施、交通道路、环境绿化等因素，统一计划，合理安排，创造一个安全、卫生的生产环境。

本工程的主要劳动安全问题是防火、防淹、防电气伤害和机械事故。在本工程设计中，遵循“安全第一、预防为主”的方针和“三同时”的规定。通过劳动安全与工业卫生设计，为工作人员创造一个安全、卫生、舒适的工作环境和生活空间，对改善工作环境，提高工作效率，都有着极其重要和积极的作用和意义。经过对本工程中存在的劳动安全与工业卫生影响因素进行分析，并在工程设计中采取相应的防范措施，对及早消除安全隐患，减少职业危害，减少事故的发生起到积极有效的作用。

## 5.7 水土保持方案

### 5.7.1 概述

#### 5.7.1.1 项目概述

项目所在地为广州市荔湾区，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，由于项目位于荔湾区，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。

#### 5.7.1.2 编制依据

##### 5.7.1.2.1 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）。

##### 5.7.1.2.2 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）。

#### 5.7.1.3 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荔湾区，结合《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）和《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（2015年10月13日），项目区不属于国家级及广东省水土流失重点预防区、重点治理区。

(2) 是否处于水土流失严重、生态脆弱的地区

《水土保持法》第十八条规定：“水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。”

本项目区土壤侵蚀以水力侵蚀为主，侵蚀强度为微度。该区域降水量多，植被覆盖率高，生态系统抵御干扰的能力较强，恢复能力较强。在此基础上主体工程选址是可行的。

(3) 是否避开了河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433—2018）第三章 3.2.1 规定：“主体选址（线）应避让下列区域：2 河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。”

根据现场调查及资料收集过程中掌握的实际情况，项目为泵站工程，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，还能够对黄埔涌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。

#### 5.7.1.4 水土保持工程设计

##### 5.7.1.4.1 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  $0.14\text{hm}^2$ ，共需草籽量为  $11.2\text{kg}$ 。

##### 5.7.1.4.2 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  $2\text{m}$ ，上底  $0.8\text{m}$ ，高  $2\text{m}$ 。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  $360\text{m}$ ，草包袋土填筑（拆除） $1008\text{m}^3$ 。

(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<sup>2</sup>。

### (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 0.9m×0.3m×0.3m（上口宽×底宽×深）的土质梯形沟，单位工程量为开挖土方 0.18m<sup>3</sup>/m；沉沙池的尺寸为 2.0m×2.0m×1.0m（长×宽×深），边坡 1: 0.5，单位工程土方开挖 2.7m<sup>3</sup>/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<sup>3</sup>，配套沉沙池 3 个。

## 5.7.1.5 水土保持监测与管理设计

### 5.7.1.5.1 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。

### 5.7.1.5.2 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。

### 5.7.1.5.3 水土保持措施落实

为了全面落实水土保持措施，确保水保措施按计划实施，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。

#### 5.7.1.6 水土保持投资概算

本项目水土保持工程估算总投资 16.4 万元。

## 5.8 海绵城市建设方案

### 5.8.1 工程概述

2012 年 4 月，在《2012 低碳城市与区域发展科技论坛》中，“海绵城市”概念首次提出；2013 年 12 月 12 日，习近平总书记在《中央城镇化工作会议》的讲话中强调：“提升城市排水系统时要优先考虑把有限的雨水留下来，优先考虑更多利用自然力量排水，建设自然存积、自然渗透、自然净化的海绵城市”。《海绵城市建设技术指南--低影响开发雨水系统构建（试行）》对“海绵城市”的概念给出了明确的定义，即城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用，提升城市生态系统功能和减少城市洪涝灾害的发生。

2017 年 2 月，广州市住房和城乡建设委员会关于印发《广州市海绵城市规划建设管理暂行办法》(穗建规〔2017〕6 号)的通知，提出广州市开展海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，构建低影响开发雨水系统。本章主要依据《广州市海绵城市规划建设管理暂行办法》要求，增加编写海绵城市专篇。

### 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。

## 5.9 树木保护方案

### 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。

(1) 落实“保护优先”的原则，最大限度地减少对绿地的占用和树木的迁移、砍伐。

(2) 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的避让和保护。

(3) 项目全过程树木保护措施,包括施工前、施工中和施工后的保护及养护措施。

(4) 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，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

《城市古树名木保护管理办法》(2000年)

《城市绿化条例》(2017年修订)

《广东省城市绿化条例》(2014年修正)

《广州市绿化条例》(2022年修正)

##### 5.9.3.1.1 指导性文件

《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)

《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)

《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》(国办发〔2021〕19号)

《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)

《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)《广州市关于科学绿化的实施意见》(穗办〔2021〕11号)

《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)

《广州市城市树木保护管理规定(试行)》(穗林业园林规字〔2022〕176号)

##### 5.9.3.1.2 技术标准和规范

《绿化工程施工及验收规范》(CJJ 82-2012)

《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》(GB/T 31755-2015)

《园林绿化工程项目规范》(GB 55014-2021)

《古树名木鉴定规范》(LY/T2737-2016)

《园林绿地养护管理技术规范》(B4401/T 6-2018)

《园林树木安全性评价技术规范》(DB4401/T 17-2019)

《古树名木保护技术规范》 (DB4401/T 52-2020 )

《古树名木健康巡查技术规范》 (DB4401/T 126-2021 )

《广州市树木修剪技术指引 (试行) 》 (2021.9)

《广州市城市道路绿化改造树木处理技术指引》 (2020.3)

### 5.9.3.2 植物名录

《中国主要栽培珍贵树种参考名录》 (2017 年版)

《国家重点保护野生植物名录》 (2021 年)

### 5.9.3.3 部分条文

根据广州市林业和园林局关于印发《广州市城市树木保护管理规定(试行)》通知：申请树木迁移审批属于下列情形的，绿化行政主管部门应当组织专家对其必要性和可行性进行论证，并征求公众意见：

(一)涉及古树后续资源的；

(二)涉及大树十株以上的；

(三)涉及城市道路、公园绿地及其他绿地树木五十株以上的；

(四)涉及历史名园、特色风貌林荫路、历史文化街区、历史文化名镇、名村、传统村落、历史风貌区、重要滨水景观风貌区和参照历史名园管理的公园树木的。

第十八条 本规定所称大树是指胸径二十厘米以上的乔木。

古树是指树龄在一百年以上的树木。

名木是指珍贵稀有、具有历史价值和纪念意义及重要科研价值的树木。

古树后续资源是指树龄在八十年以上不足一百年的树木以及胸径八十厘米以上的树木。

## 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

本龙溪泵站建设项目红线范围内及可能受到施工影响的现有绿地和现状城市树木。

#### 5.9.4.1.2 调查内容

- (1) 现有绿地
- (2) 连片成林
- (3) 古树名木
- (4) 古树后续资源
- (5) 大树
- (6) 其他树木

#### 5.9.4.1.3 调查方法

测量树高：用激光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树高，精确至米。

测量冠幅：用皮尺对树木东西、南北两个方向冠幅进行测量，精确至米。

测量胸径：用胸径尺于树干 1.3m 处测量胸径值或用皮尺在树干 1.3m 处测量胸围值(分枝点低于 1.3m 的树木，在靠近分支点处测量)；树木分枝点较低则在接近地面处(地面以上 20cm)测量地围值，用胸围值或地围值除以 $\pi(3.14)$ 得到树木胸围径值或地径值，精确至 cm。

坐标位置：使用 RTK 定位仪记录胸径 $\geq 20$  cm 树木的经纬度信息，精确至小数点后 6 位。

生长势分析：根据树木长势情况，判断树木长势属于正常株、衰弱株、濒危株、死亡株。

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等，分为三级：“良好”、“一般”、“较差”。

拍摄照片：拍摄目标树木全景、立地环境、树体问题等照片。

### 5.9.4.2 资源状况分析

#### 5.9.4.2.1 总体概况

经调研摸查，项目范围内无古树名木、古树后续资源，红线范围内有 6 株大树（胸径 $\geq 20$ cm）、1 株其他树木（胸径 $< 20$ cm），无胸径超过 80cm 的大树。

#### 5.9.4.2.2 现有绿地

项目范围内的树木分布河堤两岸，项目永久红线 1520 m<sup>2</sup>，临时工程范围 920 m<sup>2</sup>，红线内绿地面积约 240 m<sup>2</sup>。绿地现状为堤岸绿地，堤岸种植树木品种有 3 科，5 个品种，胸径 19.1~59.2cm，调研红线范围内无胸径大于 80cm 的大树。

#### 5.9.4.2.3 连片成林

经调研测量，项目红线范围内无连片成林。

#### 5.9.4.2.4 古树名木

经调研测量，项目红线范围内无古树名木。

#### 5.9.4.2.5 古树后续资源

经调研测量，项目红线范围内无古树后续资源。

### 5.9.4.3 项目范围内树木迁移投资

本工程迁移树木 7 株，迁移及养护措施费为 29645 元，详见估算表。

表 5-1 树木迁移投资表

序号	措施费	数量	单价(元)	费用(元)	备注
1	移植树木	7	3500	24500	
①	措施费小计			24500	
②	其他费			2450	①×10%
③	预备费			2696	(①+②)×10%
合计		7		29645	(①+②+③)

### 5.9.5 树木保护主管部门意见

经发函征求区树木保护主管部门荔湾区住房和城乡建设和园林局意见，该部门对本建设方案无意见。反馈表如下图：

### 5.9.6 结论与建议

根据设计依据与现场摸排情况，按照《广州市城市树木保护管理规定（试行）》（2022）文件要求，针对本工程树木保护结论如下：

（1）本工程范围内无古树名木及古树后续资源，需处理大树不超过 10 株。按文件，不在“绿化行政主管部门应当组织专家对其必要性和可行性进行论证，并征求公众意见”之列。树木品种构树、对叶榕、鸡蛋花、细叶榕、芒果为普通景观园林树种，不在《中国主要栽培珍贵树种参考名录》、《国家重点保护野生植物名录》内，无特别的保护需求。

(2) 本项目中 6 株大树（胸径 $\geq 20\text{cm}$ ）及 1 株其他树木拟回迁利用在河道左岸绿地。具体选址可在下一阶段确定选址位置，迁移树木须报广州市相关行政部门申请行政许可证后实施，依法依规申报、控制施工质量、科学规范管理。

## **5.10 文物保护方案**

经发函征求区文物保护主管部门荔湾区文化广电旅游体育局意见，龙溪泵站升级改造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，无不同意见。反馈表如下图。

## 6 项目运行模式

### 6.1 项目运行模式

#### 6.1.1 运营模式

本次新建配套公共管网工程位于广州市荔湾区，项目建成后管理单位与现状泵站管理单位保持一致，均为荔湾区河涌管理中心。项目建设必须严格按照国家相关管理程序规定，参建各方各司其职，确保工程质量合格并按期完工投入使用，移交给运营单位。

#### 6.1.2 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司等上级部门的方针、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。

## 6.2 运营组织方案

### 6.2.1 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。

广州市荔湾区水务设施管理中心下设综合部、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，主要运营管理单位荔湾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。

### 6.2.2 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。

### 6.2.3 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。

## 6.3 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有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。

## 6.4 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。

## 7 项目投融资及财务方案

### 7.1 投资估算

#### 7.1.1 编制依据及说明

##### 7.1.1.1 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）。

##### 7.1.1.2 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。

##### 7.1.1.3 价格水平

本工程编制价格水平年为2023年，主材价格按《广州市建设工程造价管理站关于发布2023年4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【2023】48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）。

##### 7.1.1.4 施工用电、风、水价格

电：按0.77元/kWh计。

风：按0.16元/m<sup>3</sup>计。

水：按4.58元/m<sup>3</sup>计。

### 7.1.1.5 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%。

#### 7.1.1.6 取费文件

(1) 根据广东省水利厅 2017 年 7 月粤水建管【2017】37 号文《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》、粤水建设函【2023】348 号《广东省水利厅关于调整水利工程计价依据安全生产措施费计算标准的通知》及粤水建管函【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》，安全生产措施费按工程一至四部分建安工作量（不包括安全生产措施费、其他施工临时工程）之和的 3.0% 计算；其他临时工程按工程一至四部分建安工作量（不包括其他施工临时工程）的 1.65% 计算。工程质量检测费按工程一至四部分建安工作量的 0.6% 计算；工程保险费按工程一至四部分建安工作量的 0.45% 计算。预备费按照第一至五部分投资之和的 10% 计算。

(2) 根据《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），本工程不考虑“价差预备费”。

(3) 建设管理费、经济技术咨询费、工程造价咨询服务费、工程科学研究试验费、工程质量检测费、工程保险费按《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。

(4) 招标业务费根据《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）计算。

(5) 工程建设监理费根据《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）计算。

(6) 工程设计费参照《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。

(7) 可研编制费、项建编制费参照《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）计算。

#### 7.1.2 投资主要指标

本项目总投资 3995.06 万元。其中工程部分静态投资 3870.03 万元；建设征地移民补偿静态投资 14.21 万元；水土保持工程静态投资 16.40 万元；环境保护工程静态投资 20.00 万元；电力专项工程静态投资 74.42 万元。

工程部分静态投资 3870.03 万元。其中建筑工程 1500.73 万元；机电设备及安装工程 745.05 万元；金属结构设备及安装工程 188.35 万元；施工临时工程 541.9 万元；独立费用 542.18 万元；基本预备费 351.82 万元。

### 7.1.2.1 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），本工程水闸部分建安费投资为 386.59 万元，水闸估算控制指标为 88~130 万元/每米净宽，水闸总净宽为 5m，折合 77.32 万元/每米净宽；泵站部分建安费总投资为 2589.43 万元，泵站工程估算控制指标为 2.4~2.9 万元/KW，泵站装机容量  $280 \times 3 = 840\text{KW}$ ，折合 3.08 万元/KW。

表 7-3 主要经济指标表

项目	建安费(万元)	本工程规模	指标	指标
泵站部分	2589.43	840kW	2.4~2.9 万元/kW	3.08 万元/kW
水闸部分	386.59	总净宽 5m	88~130 万元/每米净宽	77.32 万元/每米净宽

### 7.1.2.2 同类项目工程费用对比

龙溪泵站升级改造工程主要分为两部分内容建设，一是水闸防洪部分内容，二是泵站排涝部分内容，针对上述两部分内容，本次工程按照工程建设规模及对应经济指标进行对比，具体对比情况如下。

表 7-4 同类项目工程费用对比表（泵站部分）

龙溪泵站升级改造工程				鹤洞水闸泵站工程			
建设内容	规模(KW)	工程建安费(万元)	经济指标(万元/KW)	建设内容	规模(KW)	工程建安费(万元)	经济指标(万元/KW)
扩建 14.5m <sup>3</sup> /s 泵站	800KW	2589.43	3.08	新建 15m <sup>3</sup> /s 泵站	790KW	2250.85	2.85

表 7-5 同类项目工程费用对比表（水闸部分）

龙溪泵站升级改造工程				鹤洞水闸泵站工程			
建设内容	规模(m)	工程建安费(万元)	经济指标(万元/m)	建设内容	规模(m)	工程建安费(万元)	经济指标(万元/m)
扩建总净宽 10.8m 防洪闸	5m	386.59	77.32	新建总净宽 8m 防洪闸	8m	1176.90	147.11

根据上述本工程的泵站部分及水闸部分内容,对比已开展的同类型项目经济指标对比情况,经济指标较为合理。

### **7.1.2.3 分年度投资**

**7.1.2.4 本项目总投资估算 3995.06 万元,建设期 3 年。**

土石方明挖 4220 m<sup>3</sup>; 土石方填筑 6456m<sup>3</sup>; 混凝土 2765m<sup>3</sup>。

### **7.1.2.5 主要材料用量**

技工 24578 工日; 普工 11581 工日; 水泥 1099 t; 钢筋 545 t; 商品砼 3671m<sup>3</sup>; 块石 952 m<sup>3</sup>; 碎石 856 m<sup>3</sup>; 电 430921kw·h; 柴油 62t; 汽油 5t。

## **7.2 财务评价**

本工程属于社会公益性水利建设项目,项目本身没有盈利能力,无直接财务收益,故本次不做财务评价。

## **7.3 项目盈利分析**

本项目为公共属性基础设施类,属于政府直接投资的非经营性项目,运营期无营业收入,收入为政府补贴。

## **7.4 融资方案**

本工程为纯公益性基础设施项目,不具备资产盘活条件。

## **7.5 债务清偿能力分析**

本工程不采取债务融资。

## **7.6 财务可持续性分析**

本工程为政府财政出资,资金能保证工程建设期间的正常运营。

## 8 项目影响效果分析

### 8.1 经济影响分析

#### 8.1.1 概述

##### 8.1.1.1 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 2022 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 154.36 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%	3995.06	69.91	1.5%-2%
2	管理费	1.0%	3995.06	39.95	1.0%
3	抽水电费	0.77	50	38.50	年抽水水量
4	固定资产保险费	0.15%	3995.06	5.99	0.05%-0.25%
年运行费			154.36		

###### （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”，折旧年限综合取 50 年。折旧费采用历年平均折旧法，经计算本工程年均折旧 79.90 万元。

### （3）总成本费用

$$\text{总成本费用}=\text{年运行费用}+\text{折旧费}=234.26 \text{（万元）}$$

### 8.1.2.3 流动资金

流动资金按年运行费的 10%考虑，为 15.44 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。

#### （3）参数选取

1) 经济计算期：根据《水利建设项目经济评价规范》规定：“水利建设项目的计算期包括建设期、运行初期和正常运行期，正常运行期可根据项目的具体情况为 30~50 年”。本工程采用正常运行期 30 年，建设期 18 个月计算。

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

固定资产总投资应剔除属于国民经济内部转移支付的计划利润、三税税金和设备

储备贷款利息等，本工程影子投资采用工程静态总投资费用的 93% 进行计算，得本工程影子投资为 3715.41 万元。

### 8.1.3.3 工程效益计算

通过升级改造，可取得直接和间接的经济效益，其中主要为治涝减灾效益。

通过升级改造泵站，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 522.00 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)

$$\sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + EIRR)^{-t} = 0 \quad (17-1)$$

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)

$$ENPV = \sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t} \quad (17-2)$$

式中： $i_s$ ——社会折现率

(3) 经济效益费用比 ( $R_{BC}$ )

$$R_{BC} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + i_s)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + i_s)^{-t}} \quad (17-3)$$

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	10.00	646.41	1.13
二	固定资产投资变化			
1	增加 10%	8.41	141.49	1.03
2	减少 10%	11.84	1151.33	1.25
三	效益变化			
1	增加 10%	11.66	1215.97	1.24

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 10.01%，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 646.41 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

根据《广州市人民政府办公厅关于印发广州市城市建设维护工作市区分工调整方案的通知》（穗府办函[2020] 19 号）要求，项目建设资金水闸部分由市财政出资，泵站部分由广州市、荔湾区财政资金 1: 1 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。

现状龙溪水闸右岸由堤岸向外依次为绿地、大沙二街、龙溪小学，其中龙溪小学围墙距现状堤岸约为 15m~25m。泵站出口右岸连接段采用灌注桩结合锚索的挡墙型式，灌注桩堤岸距龙溪小学围墙最近距离为 15m，经基坑支护计算，该处灌注桩桩顶位移为 12.53mm，桩顶位移较小，满足一级基坑安全要求。且灌注桩施工工艺采用旋挖，减小震动及噪音对龙溪小学影响。项目前期征求龙溪小学同意，本次工程实施对龙溪小学无影响。

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。建议由荔湾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 BOD<sub>5</sub>、N、P、油、SS 等，施工期高峰人数 100 人，每天产生约 6.4m<sup>3</sup>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，处理后回用对水环境影响较小。

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、SO<sub>2</sub>、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 and 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荔湾区垃圾处理厂。

#### **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、超载管控区。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。

## 8.4 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等进行评估，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。

#### 8.4.2.1.1 相关法律法规、规划和产业政策

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》（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)

#### 8.4.2.1.2 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，砼、砂石料均为外购，现场仅需设置钢筋加工厂、模板堆放场，简易机械车辆维修保养站、施工仓库等，工程布置简单。

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

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 1.0L/（m<sup>2</sup>.d）取值计算。本工程绿化面积约 500m<sup>2</sup>,故平均每日需用水量

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

根据《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2008）中的有关规定，中水折标准煤系数取值  $p_i=0.0857\text{kgce/t}$ ，故平均每日需中水能耗：

$$E=0.5 \times 0.0857=0.043\text{kgce}$$

按照绿化一年养护期来计算，养护期内一年综合耗能

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

### 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，其工程选址选线、建筑物选型、工程总体布置及施工组织设计方案比选考虑节能措施。

本工程在工程选址、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，针对扩建龙溪泵站建造、运行、拆除各个阶段碳排放量。

### **8.5.1 碳排放控制方案**

#### **8.5.1.1 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。

#### **8.5.1.2 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

荔湾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	

风险类别/主要风险源	合法性	合理性	可行性	可控性
交通出行		1	0	
工程方案		0	1	
建设条件			1	
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,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）土地房屋征拆迁补偿风险防范

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，随时通报施工进展，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門报告事故情况，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。

。

## 10 研究结论及建议

### 10.1 结论

#### (1) 工程必要性：

海龙围现状地势低洼，高程为0.9~4.5m，内河涌受外江洪（潮）水位顶托无法自排，现状强排能力无法满足规划的内涝防治要求。因此，为使区域达到50年一遇的内涝防治标准，规划提出对海龙围的多座泵站进行升级改造。荔湾区龙溪泵站升级改造即是规划措施中的一项。因此，荔湾区龙溪泵站升级改造工程是必要的。

#### (2) 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。

#### (3) 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的建设条件；通过本工程泵站扩建，能将泵站排涝标准从20年一遇提高到50年一遇；待工程扩建泵站后，能有效降低大沙河汛期水位，提高应对极端天气能力，能满足远期规划排涝需求。

通过龙溪泵站、沙尾泵站、菊树泵站及赤岗泵站扩建，并通过海龙围管网改造、河涌整治，将海龙围片区排涝能力提高至50年一遇，为海龙围发展建设提供基础安全保障，助力广佛高质量发展融合试验区建设。

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。

#### (4) 运营有效性：

现状龙溪泵站项目运营模式为自主运营管理，龙溪泵站的管理单位为广州市荔湾区水务设施管理中心，主管单位是广州市荔湾区农业农村和水务局。泵站建成后由原单位一并管养运营，不另设新管理单位，广州市荔湾区水务设施管理中心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。

(5) 财务合理性：

龙溪泵站外江为佛山水道，属于省管河道。根据《广州市人民政府办公厅关于印发广州市城市建设维护工作市区分工调整方案的通知》（穗府办函[2020]19号）要求，项目建设资金水闸部分由市财政出资，泵站部分由市、区按 5:5 比例出资。龙溪泵站工程总投资 3995.06 万元，其中泵站投资 3476.08 万，水闸投资 518.98 万。工程投资按照水闸部分由市财政出资，泵站部分由市、区按 5:5 比例出资，市出资共 2257.02 万元，区出资共 1738.04 万元。

设施的运行维护由市财政出资；日常养护费用由区按照移交设施量出资。

(6) 影响可持续性：

本工程实施后，通过泵站建设，将片区排涝能力从现状 20 年一遇提高到 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。

(7) 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。

(8) 工程范围

项目服务区域主要为海龙围大沙河流域范围，包括中南街道、海龙街道等片区。

(9) 工程方案

在省管河道佛山水道支流大沙河北出口处扩建排涝泵站及相应附属建筑，本次扩建排涝泵站设计流量为  $14.5\text{m}^3/\text{s}$ ，保留现状泵站（流量为  $4.5\text{m}^3/\text{s}$ ），总排涝流量  $19\text{m}^3/\text{s}$ 。扩建排涝泵站包括泵站部分和泵站出口事故水闸部分。其中泵站选用 3 台 1400ZQ-125 潜水轴流泵，扩建泵站总装机为 840kw，事故水闸选用 3 扇  $3.6\text{m}\times 4.1\text{m}$  液压顶升式平面钢闸门。工程需对现状设备房进行扩建，同时对对现状水闸进行达标加高。泵站排涝标准为 50 年一遇 24 小时不成灾，水闸及堤岸防洪标准为 200 年一遇洪（潮）标准。泵站工程等别为 III 等，泵站规模为中型泵站，工程建筑物级别为 1 级，次要水工建筑物为 3 级，临时水工建筑物 4 级。

## （10）投资估算

本工程估算总金额为 3995.06 万元，其中：

第一部分：建筑安装工程费用为 2976.03 万元；

第二部分：工程建设其他费用为 667.21 万元；

预备费（基本预备费）：351.82 万元。

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、根据荔湾区龙溪泵站计算分析成果，建议大沙河流域沿岸规划地面高程规划在 1.00m 以上，竖向抬高有利于提高区域洪涝安全。

2、建立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扩容、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、海龙围泵站水闸较多，为提高水利设施联合调度水平，保障海龙围水安全，建议海龙围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、本工程涉及房屋拆迁，需征求街道办意见并及早启动拆迁工作。

8、本工程扩建需要市水务局审批，需征求市水务局相关部门意见。