

项目名称：乌涌流域排涝体系提升工程

乌涌流域排涝体系提升工程

建设方案

珠江水利委员会珠江水利科学研究院

2025 年 8 月

目 录

1 综合说明	1
1.1 序言	1
1.2 水文	2
1.3 工程地质	5
1.4 工程任务和规模	7
1.5 节水评价	7
1.6 工程布置及建筑物	8
1.7 机电及金属结构	11
1.8 施工组织设计	12
1.9 建设征地与移民安置	14
1.10 环境影响评价	15
1.11 水土保持	15
1.12 劳动安全与工业卫生	15
1.13 节能评价	16
1.14 工程管理	16
1.15 工程信息化	16
1.16 投资估算	17
1.17 经济评价	17
1.18 海绵城市建设	17
1.19 树木保护	17
1.20 社会稳定风险分析	18
1.21 结论与建议	18
2 水文	20
2.1 流域概况	20
2.2 气象	20
2.3 径流	21
2.4 暴雨	21

2.5 洪水	22
2.6 潮汐	24
2.7 遭遇分析	25
3 工程地质	26
3.1 区域地质概况	26
3.2 水文地质条件	26
3.3 工程地质	27
3.4 主要地质问题分析与评价	29
3.5 结论与建议	31
4 工程任务和规模	33
4.1 项目概况	33
4.2 项目建设必要性	34
4.3 工程目标和任务	35
4.4 设计标准	35
4.5 建设内容和规模	35
5 节水评价	37
6 工程布置及建筑物	38
6.1 设计依据	38
6.2 工程等级和标准	39
6.3 工程选址及选线	39
6.4 建筑物选型	40
6.5 工程总布置	43
6.6 河床平整	43
6.7 堤岸加固	44
6.8 水陂改造	44
6.9 新建跌水	49
6.10 三岸涌泵闸	52
6.11 主要工程量	63
7 机电及金属结构	64
7.1 水力机械	64

7.2 电气	65
7.3 金属结构	67
7.4 消防	68
8 施工组织设计	71
8.1 施工条件	71
8.2 施工导流	72
8.3 主体工程施工	73
8.4 施工交通	75
8.5 施工总布置	76
8.6 施工总进度	76
8.7 主要技术供应	77
9 建设征地与移民安置	78
9.1 设计原则及依据	78
9.2 工程占地范围	78
9.3 建设征地实物指标	78
10 环境影响评价	80
10.1 概述	80
10.2 环境现状调查与评价	80
10.3 环境影响预测评价	82
10.4 环境保护措施	85
10.5 环境管理与监测	92
10.6 环境评价结论	95
10.7 施工期环境保护投资估算	98
11 水土保持	99
11.1 概述	99
11.2 主体工程水土保持评价	99
11.3 水土流失防治责任范围及防治分区	100
11.4 水土流失影响分析与预测	100
11.5 水土流失防治标准和总体布局	101
11.6 弃渣场设计	102

11.7	表土保护与利用设计	102
11.8	水土保持工程设计	103
11.9	水土保持监测与工程管理	104
11.10	水土保持投资估算	106
12	劳动安全与工业卫生	108
12.1	危险与有害因素分析	108
12.2	劳动安全措施	111
12.3	工业卫生措施	115
12.4	安全卫生评价	117
13	节能评价	118
13.1	设计依据	118
13.2	能耗分析	119
13.3	节能措施	120
13.4	节能综合评价	122
14	工程管理	123
14.1	设计依据	123
14.2	工程管理体制	123
14.3	工程运行管理	127
14.4	工程管理范围和保护范围	128
14.5	管理设施与设备	130
15	工程信息化	131
15.1	概述	131
15.2	需求分析	132
15.3	总体设计	133
15.4	分项设计	133
15.5	信息资源共享	144
15.6	网络信息安全	145
15.7	系统集成与运行维护	149
16	投资估算	152
16.1	概述	152

16.2	工程投资、主要材料用量	153
16.3	投资估算总表	154
17	经济评价	155
17.1	概述	155
17.2	费用估算	156
17.3	效益计算	157
17.4	国民经济评价	157
17.5	敏感性分析	160
17.6	资金筹措方案	160
17.7	财务评价	160
17.8	综合评价	161
18	海绵城市建设	162
18.1	概述	162
18.2	海绵城市概念	162
18.3	海绵城市建设原则	163
18.4	海绵城市指标	163
18.5	海绵城市设计	164
19	树木保护	165
19.1	总则	165
19.2	树木资源调查	167
19.3	树木处理方案	167
19.4	结论与建议	168
20	社会稳定风险分析	169
20.1	编制依据	169
20.2	风险调查	169
20.3	风险因素分析	170
20.4	风险防范和化解措施	174
20.5	落实措施后预期风险等级	174
20.6	风险分析结论	175
21	结论与建议	177

21.1 主要研究结论	177
21.2 建议	178

1 综合说明

1.1 序言

本工程在乌涌现状工程的基础上，通过河床平整、堤岸加固、新建跌水、沿线水陂改造、新建三岸涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。

项目名称：乌涌流域排涝体系提升工程

建设单位：广州开发区财政投资建设项目管理中心

行业主管部门：广州市黄埔区水务局

建设地点：广州市黄埔区

项目位置及范围：工程位于广州市黄埔区西侧乌涌流域，工程范围主要涉及乌涌广园快速至广汕二路段和支流三岸涌。

工程地理位置图详见图 1.1-1。



图 1.1-1 工程地理位置图

建设投资：本工程总投资为 10794.73 万元，其中：建安工程费为 9100.56 万元，设备购置费 20 万元，独立费用为 973.44 万元，基本预备费为 504.7 万元；专

项目投资 196.03 万元：水土保持投资 68.14 万元，环境保护投资 46.58 万元，树木迁改工程投资 1.31 万元，外电 10kV 接入工程投资 80 万元。

资金筹措：黄埔区财政资金

建设期限：工程施工总工期拟计划 21 个月，工期计划安排如下：

(1) 工程筹建期：3 个月。

(2) 工程准备期：2 个月。

(3) 主体工程施工期：施工期计划 18 个月，涉及到河道内工程施工尽量安排在枯水期施工。

(4) 工程完建期：1 个月。

1.2 水文

1.2.1 流域概况

(1) 乌涌

乌涌集雨面积 58.65km²，黄埔内 56.74km²，高程在 7~377m 之间。以广汕公路和广园快速路为界，整个排涝片分为北、中、南三部分。全长 24.13km，河道比降 1.54‰。乌涌左支集雨面积 14.6km²，全长 8.51km，河道比降 1.70‰；乌涌右支集雨面积 28.78km²，全长 6.58km，河道比降 1.65‰。排涝片内水网密集，主要支流为小乌涌、三岸涌、下沙涌、本田厂排水渠，以及左支流左岸的青年圳和莲塘渠等 12 条河道。右支上游建有水库 2 座，其中水口水库为小（1）型水库，黄鳝田水库为小（2）型水库。乌涌河口现建有乌涌水闸，总净宽 32m，水闸分五孔。乌涌干流设有 11 座滚水堰，2 座橡胶坝，3 座气盾闸和 1 座翻斗闸。

(2) 三岸涌

三岸涌为乌涌下游的一条支流，位于乌涌下游右岸，主要作用为片区排涝。发源于黄埔区大沙街横沙村，流经黄埔区大沙街及黄埔街，于黄埔花园通过排水箱涵汇入乌涌。原河长 2.93km，闸上集雨面积 1.85km²，比降 1.61‰，上游经过旧改后，河长约为 2.10km。流域内地势平坦，现状地类主要以建成区为主，地面高程基本在 2~5m 左右，个别低洼区域地面高程在 1m 左右。三岸涌部分河段已被覆盖为暗渠，河道宽度 4~12m，其中上游河道较窄，流经横沙村、大沙村等城中村，河道宽度约 4~6m，下游河道宽度约 11m 左右，流经君和名城、黄埔司法局、黄埔花园等黄埔老城区，现已进行三面光堤岸整治，河道为矩形河槽。现状三岸涌与黄埔东

路交叉口上游建有一座气盾闸。黄埔东路下游段约 350m 为暗涵(10.60m×3.60m)。

1.2.2 气象

黄埔区属亚热带季风气候，热源丰富，无霜期长，雨量充沛。春季温暖湿润，降雨较多；夏季高温潮湿，雨期较长，雷雨、暴雨频繁；秋季凉爽，雨量明显减少；冬季严寒期短，无冰雪天气。

黄埔区地处北回归线以南，纬度较低，太阳辐射角度较大，太阳年辐射热量 106.7 千卡/cm²，年平均日照射时数 1906 小时，日照率 43%，热量资源丰富，有利于热带亚热带农林作物生长。

黄埔区具有夏长冬短，终年温暖，偶有奇寒，无霜期长，四季宜耕的特点。年平均温度为 21℃，最冷月 1 月份平均为 13.3℃，最热月 7 月份平均为 28.4℃，气温年际变化很少，气温年较差为 15.1℃，日均≥10℃的年积温 7599.3℃，持续日数 350 天，如以候均温≤10℃为冬季，大于 22℃为夏季，黄埔地区夏季长达 194 天（4 月 15 日至 10 月 25 日），小于 10℃的日数每年有 40 多天。冬季强寒潮南下会引起急剧降温，出现低温霜冻天气。小于 5℃每年有 2~8 天，极端最低温可达 0℃。典型亚热带作物要注意防寒。夏季虽然气温较高，但因地处珠江口，受海风调节，也没有酷暑。

全区年降雨量 1694mm，主要集中在 4~9 月，这 6 个月占全年降雨量的 82%。4~6 月为前汛期，主要是锋面雨；7~9 月为后汛期，主要是对流降雨和台风雨。以日雨量≥30mm 为雨季，雨季长达 200 天。降雨充沛，雨热同期，对水稻、甘蔗等喜温需水量大的作物生长十分有利。年际各季雨量是：夏雨占雨量的 45%~50%，春雨占 26%~34%，秋雨占 16%~20%，冬雨占 5%~8%。旱季 4 个月（10~1 月）。降雨量的年际变化和雨量季节分配不均匀，引起夏洪涝和春秋干旱灾害。

广州地区主要自然灾害气象：寒潮、低温和霜冻、低温阴雨、倒春寒、强对流天气、暴雨、热带气旋、高温、干旱。

1.2.3 径流

黄埔区位于珠江水系下游河网地区，潮流往复流动，境内来水量包括本地径流、客水径流。客水径流主要来自西航道、流溪河，过境水量较大。

根据《广东省暴雨参数等值线图》2003 版，广州地区年平均径流深 1000mm，年径流 Cv 值 0.28，径流年内分配不均匀，汛期 4 月~9 月约占 81%，流域内河网

受潮汐影响明显，前后航道有大量的过境水，总体可利用的水资源较丰富。

1.2.4 暴雨

黄埔区地势平坦，位于西、北江下游三角洲网河区，一日暴雨在省内属低值区。受气候的影响，暴雨有明显的前后汛期之分。每年 4~6 月为前汛期，降雨以锋面雨为主，到 6 月上旬端午节前后达到最高峰，即“龙舟水”，暴雨量级不大，但时程分配集中，年最大暴雨强度多发生在该时期。7~9 月为后汛期，热带气旋和强台风是该时期产生大暴雨的主要因素，降雨范围广，总量大，时程分配较为均匀，但短历时暴雨强度一般不高。

设计暴雨结合《广州市暴雨强度公式编制与设计暴雨雨型研究技术》成果。经计算，本区不同频率的设计暴雨值见下表。

表 1.2-1 设计暴雨成果表

时段(h)	H _T (mm)	C _v	设计点雨量 (mm)					
			p=0.5%	p=1%	p=2%	P=5%	p=10%	p=20%
1/6	23.5	0.38	57.2	52.3	47.4	40.7	35.5	30.2
1	60.0	0.40	151.9	138.5	124.9	106.5	92.1	76.9
6	98.0	0.47	330.3	255.2	226.8	188.6	159.1	128.8
24	135.0	0.45	376.2	340.0	303.3	254.0	215.8	176.3
72	178.0	0.45	496.0	448.2	399.9	334.9	284.5	232.4

1.2.5 设计洪水

片区内洪水主要由暴雨形成，以锋面雨和台风雨为主，本区洪水有明显的前后汛期之分。每年的 4 月~9 月为洪水期，每年的 6~9 月，由于受静止锋低槽和台风影响，常带来暴雨，造成洪涝灾害。夏季，流域内在较强冷空气南下影响前，多处在锋前暖区内，气温高，湿度大，热对流强盛。洪水表现为峰高量大的特点，流域内大暴雨持续时间短，一般 1d~3d，洪水过程多呈单峰或双峰型，泄洪水暴涨暴落。结合水库优化调度后，设计洪水成果详见下表。

表 1.2-2 乌涌设计洪水成果表（考虑水库调算后） 单位：m³/s

河道名称	断面位置	集雨面积	河长	坡降	频率				
		(km ²)	(km)	(‰)	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
乌涌	广汕公路	19.28	5.33	6.01	136.6	114.3	86.4	72.15	58.6
	广深高速以上	30.56	9.99	3.51	303.3	261.9	209.5	175.4	142.3

河道名称	断面位置	集雨面积	河长	坡降	频率				
		(km ²)	(km)	(‰)	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
	右支广深铁路以上	37.74	16.15	2.73	324.7	280.1	223.5	186.3	150.2
	广深以上总	54.93	16.15	2.73	435.0	376	300.7	248.85	198.8
	全流域	58.4	18.17	2.48	461.6	400	320	266.05	211.6
三岸涌	河口	1.85	1.62	1.61	35.5	32.3	26.5	21.3	16.8

1.2.6 设计潮位

本次设计潮位与《珠江河口综合治理规划（2021-2035 年）》（2023 版）和《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035 年）》（2025.4 批复）成果保持一致。黄埔（三）水文站设计潮位复核计算成果见下表。

表 1.2-3 黄埔各频率设计高潮位

站名	设计值(m, 珠基)						
	0.33%	0.50%	1%	2%	5%	10%	20%
黄埔（三）	3.32	3.22	3.05	2.88	2.65	2.46	2.26

1.2.7 遭遇分析

（1）洪潮遭遇分析

考虑到黄埔区所面临的的外江位于潮区，本次项目区洪涝计算洪潮按以下组合：

以暴雨内涝为主：各频率暴雨洪水遭遇外江 5 年一遇设计洪（潮）水位过程。

以风暴潮为主：各频率高潮位过程遭遇区域 5 年一遇暴雨洪水。

（2）干支流遭遇分析

本次考虑乌涌和三岸涌干支流同频遭遇，即三岸涌 20 年碰乌涌 20 年。

1.3 工程地质

1.3.1 地层岩性

拟建场地地层按地质成因依次分为：第四系人工填土层（Q4ml）、海陆交互相沉积层（Q4al+pl）、第四系残积层（Qel），下伏基岩为燕山期（T3ηγ）花岗岩。现将各土层由上而下进行综合描述如下：

（1）人工填土（Q4ml）

素填土<1>：褐灰色，褐黄色等，主要成份为人工堆填的粘性土、中粗砂等，局部夹少量块石，上层 0-0.30m 主为混凝土，呈松散-稍压实状态，密实程度不均匀，堆填年限大约五年以上，勘察钻孔中均揭露该层，揭露层厚 0.60~8.40m，平均值 3.10m。

(2) 第四系海陆交互层 (Q4 al+pl)

1) 淤泥质土<2-1>：深灰~灰黑色，饱和，流塑，含少量有机质，不均含有粉细砂，无摇振反应，光泽反应光滑，干强度及韧性较高，偶见腐木，具腥臭味。

2) 淤泥质中粗砂<2-2>：深灰色，灰黑色，松散~稍密，饱和，含少量淤泥质，级配较好，

3) 中粗砂<2-3>：呈褐黄色、灰白色、灰色，饱和，稍密~中密状，及配良好，由石英颗粒组成，含少量黏粒。

4) 粉质黏土<2-4>：褐黄色，褐红色，主要由粘性土组成，不均匀含少量砂粒，可~硬塑。

(3) 第四系残积层 (Qel)

第四系残积砂质黏性土<3>：褐红色，褐黄色，为花岗岩残积层，原岩结构可辨，主要成分为黏粒粉粒及砂粒组成，摇震无反应，切面稍有光泽，干强度及韧性中等，硬塑状态。

(4) 燕山期花岗岩层 (T3 η γ)

1) 全风化花岗岩<4-1>：褐黄色，岩体结构基本破坏，大部分矿物已风化成土状，岩芯呈密实砂土状或坚硬土柱状，风化不均夹有强分化碎块，遇水易软化崩解。

2) 强风化花岗岩<4-2>：褐黄色，岩体结构大部分破坏，风化裂隙很发育，岩芯呈碎块夹土状或半岩半土状，局部夹少量碎块状，遇水易软化崩解，岩块敲击易碎，完整程度为极破碎~破碎，坚硬程度为极软岩~软岩，岩石基本质量等级为 V 级。

3) 中风化花岗岩<4-3>：青灰色、褐红色，岩石组织结构部分破坏，矿物成分基本未变化，节理裂隙较发育，裂隙面具风化膜，岩芯较新鲜，主呈短柱状，少量碎块状或长柱状，锤击声哑，轻击不易碎，完整程度为较破碎~较完整，坚硬程度为较硬岩，岩石基本质量等级为 III~IV 级。

4) 微风化花岗岩<4-4>：青灰色，岩石组织结构部分破坏，矿物成分基本未变化，节理裂隙稍发育，岩芯较新鲜，呈长柱状、短柱状，岩质较硬，锤击声脆，轻

击不易碎，完整程度为较完整~完整，坚硬程度为坚硬岩，岩石基本质量等级为 I~II 级。

1.3.2 地震效应

本次钻探揭露情况，根据国家标准《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）（2024 年版）规定，场地地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s，场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震动峰值加速度值为 0.10g，设计地震分组为第二组。工程场地分布有淤泥质土、液化砂土，场地对建筑抗震属不利地段。

1.4 工程任务和规模

1.4.1 工程任务

本工程的任务为通过工程措施提升乌涌流域排涝能力。

1.4.2 设计标准

根据国家《治涝标准》（SL723-2016）的有关规定，并结合《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035 年）》等相关规划，确定乌涌干流治涝标准为 50 年一遇，三岸涌治涝标准为 20 年一遇。

1.4.3 工程规模

本工程主要工程规模如下：

- （1）乌涌干流河床平整 10.15km。
- （2）乌涌干流堤岸加固长度 1.90km。
- （3）乌涌干流水陂改造 3 座。
- （4）乌涌干流新建跌水 3 座
- （3）新建三岸涌排涝泵闸 1 座。

1.5 节水评价

根据《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618-2021），水资源利用建设类工程应做节水评价，主要内容包括现状节水水平评价及节水潜力分析，节水目标与指标，节水符合性分析，节水措施方案及节水效果评价。本次工程为防洪排涝工程，不属于水资源利用建设类工程，因此不需要做节水评价。

1.6 工程布置及建筑物

1.6.1 工程等级

本工程乌涌干流治涝标准为 50 年一遇，堤防、气盾闸等主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别为 4 级。

三岸涌工程设计单站装机流量为 $12.00\text{m}^3/\text{s}$ ，排涝流量大于 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，泵站工程主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级，临时建筑物级别为 5 级。

1.6.2 工程选址

(1) 堤岸加固工程选择原堤岸堤脚位置进行加固。

(2) 水陂改造优先选择原址改造，尽量减少对河流形态的影响，其次需要满足河道不漏底情况，适当调整水陂重建位置，最后再根据施工情况和周边管线情况，适当调整水陂位置。本次水陂改造，WC4+896 处水陂改造为原址重建；WC6+284 处水陂根据周边管线情况，适当往上游位置移；上游水陂在保证河道不漏底情况先，在 WC13+035 处新建翻板闸。

(3) 三岸涌泵闸选址在现状箱涵上游气盾闸位置。

1.6.3 建筑物选型

1.6.3.1 堤岸加固选型

WC4+900~WC6+200 段支护较高，初步选用 U 型板桩护岸和灌注桩两种型式进行比选。结合现状河道情况，灌注桩施工需要在河道内搭建施工平台，会造成河道水污染，U 型板桩护岸造价低，施工速度快，因此本次推荐选用 U 型板桩护岸。

WC8+000~WC8+600 段地质情况较好，本次结合周边已施工河段，采用 U 型板桩支护型式。

1.6.3.2 翻板闸选型

本项目将 WC4+896 和 WC6+284 处固定水陂改造成可活动的翻板闸，在上游 WC13+035 处新建翻板闸。

气盾闸可实现无动力降坝、任意高度挡水、施工难度小、工程投资较小。并且气盾闸冲沙效果较好，技术较为成熟。综合从实用性、现场施工条件、造价以及后期维护管理等，本次推荐选用气盾闸方案。

1.6.3.3 三岸涌泵闸选型

三岸涌泵闸选用液压顶升式平面钢闸门和叶轮内置式潜水贯流泵。

根据用地情况和周边环境，本次采用一体化泵闸形式。采用 2 孔闸门挂台泵型式，运行较灵活。该方案与周边道路桥梁均无冲突。

1.6.4 工程总布置

本工程通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三岸涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。

主要工程布置如下。

(1) 河床平整

根据设计河底高程，对工程范围内乌涌干流广园路至广汕二路段（桩号 WC3+400~WC13+550）10.15km 河道进行平整。

(2) 堤岸加固

对 WC4+900~WC6+200 段，河床纵坡调整较大段，采用 U 型板桩对两岸堤岸进行加固，长度 1.30km。对 WC8+000~WC8+600 段，现状存在护坡不稳、护脚冲刷情况，采用 U 型板桩对其进行加固，堤岸长度 0.60km。

(3) 水陂改造

将 WC4+896 和 WC6+284 处固定滚水堰改造成可活动的翻板闸，净宽 20m；在上游 WC13+035 处新建翻板闸，净宽 13m。

(4) 新建跌水

在桩号 WC5+170、WC5+500、WC5+850 处新建 3 座跌水，净宽 19.50m。

(5) 新建三岸涌排涝泵闸

在现状三岸涌气盾闸处新建排涝泵闸，水闸设计流量为 $26.50\text{m}^3/\text{s}$ ，泵站设计流量 $12\text{m}^3/\text{s}$ ，结合现场用地，采用泵闸结合型式。

泵站采用 4 台贯流泵，单台流量为 $3\text{m}^3/\text{s}$ ，单台水泵装机容量 160kW，总装机容量 640kW。水闸净宽 16m，分 2 孔布置，单孔净宽 8.0m，孔口尺寸为 $8.0\times 7.2\text{m}$ （宽×高），闸门尺寸为 $8.6\times 6.8\text{m}$ （宽×高），采用平面钢闸门，每扇闸门挂 2 台水泵。每扇闸门配一台双吊点液压启闭机 $2\times 400\text{KN}$ 。

1.6.5 河床平整

工程清淤范围：下游起点为广园快速以上（桩号 WC3+400），上游终至广汕

二路（桩号 WC13+550），长约 10.15km。

为确保施工过程中不破坏现有或设计堤岸及其迎水侧堤脚，设计清淤断面与堤脚之间预留 2m 的安全距离，然后再按照 1:3 的坡比进行平整。乌涌干流河床平整长度约 10.15km，平均深度为 0.40m。

1.6.6 堤岸加固

（1）WC4+900~WC6+200 段

该段采用 U 型板桩支护，桩顶高程不高于二级平台。保留上部草皮护坡，拆除下部破损的格宾石笼护脚和护垫，河床开挖至设计标高。

U 型板桩采用高度 0.6m，宽度 1.0m 桩型，间距 1.0m 咬合布置，上部设断面 1.0m×0.8m 冠梁。修复亲水步道，迎水侧设栏杆。

（2）WC8+000~WC8+600 段

该段加固方案为 U 型板桩支护。现状亲水平台以下为自然岸坡，洪水期遭遇冲刷，局部岸坡滑塌，U 型板桩采用高度 0.35m，宽度 1.0m 桩型，间距 1.0m 咬合布置。

1.6.7 水陂工程

（1）WC4+896（1#）气盾闸

气盾闸总净宽为 20m，挡水高度为 3.6m。从上游往下游分别为：抛石防冲槽段长 5m；钢筋混凝土铺盖段长 5m；闸室段长 15m，消力池段长 18m，钢筋混凝土铺盖段长 5m 和抛石防冲槽段长 5m。管理房设置在右岸乌涌水滴公园空地。

（2）WC6+284（2#）气盾闸

气盾闸总净宽为 20m，挡水高度为 1.5m。从上游往下游分别为：抛石防冲槽段长 3m；钢筋混凝土铺盖段长 5m；闸室段长 10m，消力池段长 10m，钢筋混凝土铺盖段长 5m 和抛石防冲槽段长 3m。管理房设置在右岸景观绿化带内。

（3）WC13+054（3#）气盾闸

气盾闸总净宽为 13m，挡水高度为 1.5m。从上游往下游分别为：抛石防冲槽段长 3m；钢筋混凝土铺盖段长 5m；闸室段长 10m，消力池段长 10m，钢筋混凝土铺盖段长 5m 和抛石防冲槽段长 3m。管理房设置在左岸景观绿化带内。

1.6.8 新建跌水

根据河道纵坡设计，对 WC4+900~WC6+200 段河道进行了下挖调整，WC4+900~WC6+200 设计河底高程为 3.10~6.30m，河道纵坡为 2.5%，而现在河道平均纵坡为 0.8%，为减小整治后冲刷影响，本段拟新建跌水 3 座，跌水高 0.60m。通过跌水衔接上下游河道，降低河道纵坡，保护堤岸冲刷安全。

跌水结构：跌水包括上游铺盖段、堰体+消力池段、下游防冲段。堰体和消力池做成整体，采用 C30 钢筋砼 U 型槽结构，堰体长 2.5m，堰顶宽 1m，斜坡段坡度为 1:1，后方与消力池衔接，消力池长 5.5m，深 0.5m，设置排水孔。跌水上游铺盖采用 500mm 厚素砼，长 5.00m。下游防冲段采用 500mm 厚格宾石笼护底，长 5m。跌水上下游与设计护岸顺接。

1.6.9 三岸涌泵闸工程

1.6.9.1 结构设计

采用一体化闸泵布置形式，两孔布置，单孔净宽为 8m，每扇闸门上嵌挂两台叶轮内置式潜水贯流泵，单泵流量为 $3\text{m}^3/\text{s}$ 。泵闸自内河向外河主要有进水渠段、闸室（泵房）段、出水渠等建筑物。

进水渠长度 16.70m，包括 11.70m 进口抛石护底段和 5m 进口渐变段，由 20m 渐变至 18.10m，上游与设计河道上部结构衔接，宽 20m。

闸室段长 32.00m，净宽 16.00m，采用 2 孔布置，每孔净宽 8.00m。闸室顺水流方向依次为拦污栅、一体化泵闸和事故闸门。

出水渠段长度 30.00m，为 30m 出口渐变段，由 18.10m 渐变至 10m，下游与现状水闸海漫段衔接。

1.6.9.2 地基处理

根据建筑布置型式及初步荷载分析，在便于施工前提下，结合现状河床地质情况，本工程基础处理采用水泥土搅拌桩处理。采用正方形布桩型式，桩身穿过淤泥细沙层。

1.7 机电及金属结构

1.7.1 水力机械

泵站设计流量 $12.00\text{m}^3/\text{s}$ ，设计净扬程 0.00~2.66 米。

泵站装设 2 套一体化闸泵,嵌挂 4 台 1000QGLN-125 叶轮内置式潜水贯流泵。叶轮内置式潜水贯流泵采用闸门嵌挂式安装;出水断流方式采用 DN1400mm 自控式节能型拍门断流。

1.7.2 电气

(1) 三戽涌泵闸

采用两回 10kV 线路供电。10kV 外电电源从市电网引入。10kV 电源线路长度暂定 4km 埋地电缆(ZRYJV₂₂-3×70, 8.7/15kV)考虑。在泵站设备房拟定设置一台专变为低压水泵、闸门等用电负荷供电。

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。

(2) 1#~3#气盾闸

各水闸分别由附近引入一回路 0.4kV 线路供电,每座水闸供电线路长度均暂按 400m,总配电箱设置双电源切换开关,预留移动式柴油发电机作为水闸备用电源。

根据各水闸、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。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。

1.7.3 金属结构

本工程气盾闸金属结构主要包括 3 座气盾闸,分别为 1#、2#及 3#气盾闸金属结构等。

三戽涌泵闸金属结构主要包括 2 孔一体化泵闸工作闸门、2 孔外江侧事故检修闸门、2 扇内涌侧拦污栅、相应的启闭设备及埋件等。

1.8 施工组织设计

1.8.1 建筑材料来源

工程所用的主要建筑材料如钢筋、水泥、木材、砂、块石及碎石等均在当地建材市场购买。

1.8.2 导流标准及导流方式

临时工程设计洪水重现期为 5 年，因此施工期（10 月~次年 3 月）挡水围堰的设计标准为能抵挡枯水期 5 年一遇的洪水。

本工程导流方式如下：

（1）根据设计方案，WC4+896、WC6+284 和 WC13+035 处水陂改造上下游采用土袋围堰，将上下游河道拦截施工，在挡墙外侧敷设 2 根 1.2m 混凝土管导流。

（2）WC5+170、WC5+500 和 WC5+850 处新建跌水上下游采用土袋围堰，将上下游河道拦截施工，在挡墙外侧敷设 2 根 1.2m 混凝土管导流。

（3）在三岸涌泵闸上下游采用单排钢板桩围堰进行围闭施工将上下游河道拦截施工，在挡墙外侧敷设 2 根 1.2m 混凝土管导流

1.8.3 围堰方案

施工期洪水标准频率采用枯水期 5 年一遇。

水陂和跌水施工土袋围堰高 1.80m，围堰顶高于施工期水位 0.50m，顶宽 2.0m，两侧坡比 1:1，迎水侧铺防渗土工布和袋装土。围堰使用期限为 6 个月。

三岸涌泵闸施工单排钢板桩围堰钢板桩长 12m，围堰顶高于常水位 0.50m。围堰使用期限为 12 个月。

基坑内设排水沟和集水井，由潜水泵将水抽出基坑外，确保结构在干地施工。本工程基坑初期排水设置 10 台泵，工期 30 天，总需要 300 台班。

1.8.4 基坑支护设计

乌涌气盾闸和三岸涌泵闸工程需开挖基坑，根据设计方案，基坑开挖深度 5~8m；基坑周边为建成区，开挖影响范围内存在市政道路及重要管线。《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012），基坑支护结构安全等级可划为二级，

桩号 WC4+896 气盾闸两岸采用长 15m 单排钢板桩方案，两侧采用 $\Phi 609 \times 16$ 钢管支撑，支撑水平间距 4m；桩号 WC6+284 气盾闸两岸采用长 12m 单排钢板桩支护方案；桩号 WC13+035 气盾闸两岸采用长 12m 单排钢板桩支护方案。

泵闸室段基坑深度为 7.6m，泵闸室段采用长 18m 钢板桩+2 道钢管支撑方案，两侧钢管支撑采用 $\Phi 609 \times 16$ ，支撑水平间距 4m。上下游段基坑深度为 5.0m，泵闸室段采用长 15m 钢板桩+1 道钢管支撑方案，两侧钢管支撑采用 $\Phi 609 \times 16$ ，支

撑水平间距 4m。

1.8.5 施工总布置

工程施工战线较长、施工干扰小，在进行施工总体布置时结合河道整治工程的特点、工程施工进度安排等因素，分片布置生产及生活辅助设施，以利于施工管理，节省辅助工程投资。

（1）施工工区

在工程沿线布置 3 处施工营地，每一处营地含施工生产、生活用房 2000m²，施工仓库 1000m²。

（2）砼系统

本工程混凝土主要用于泵站、水闸等，均采用商品砼供应，不再设置砼拌和系统。

（3）机械、汽车维修保养系统

本工程施工机械的维修保养由附近相关专业汽车维修厂家承担。

1.8.6 施工总进度计划

根据《水利水电工程施工组织设计规范（SL 303-2017）》要求，结合本工程施工场地、条件和特性，制定具体施工计划如下：

（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 3 个月，自 2025 年 6 月至 2025 年 8 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、临时建房和施工工厂等。工程准备期计划 2 个月，自 2025 年 9 月至 2025 年 10 月。

（3）主体工程施工期：施工期计划 18 个月，涉及到河道内工程施工尽量安排在枯水期施工，自 2025 年 11 月至 2027 年 4 月。

（4）工程完建期：自工程完工运行起至工程竣工止的日期。工程完建期计划 1 个月，安排在 2027 年 5 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 21 个月。

1.9 建设征地与移民安置

根据本设计阶段的总体布置，本工程永久征地 960m²，为城市建设用地；临时占地 2680m²，为城市绿化用地。没有房屋和附属建筑的拆除，也没有其他地面附属物。

本项目征拆工作另立项目实施，不纳入本工程投资范围。

1.10 环境影响评价

本工程对环境影响主要在施工期，在做好水土保持措施的基础上，保证施工污水处理和达标排放，加强施工过程大气和环境监测和管理，及时处理施工弃土和生活垃圾，能够极大地减少对环境的影响。工程实施后，能够保障防洪安全，具有巨大的社会效益，会进一步促进黄埔区经济社会的发展。本工程对环境的不利影响较小，且影响时间短，从环境保护角度分析，不存在影响工程开发的重大制约因素，工程建设对环境的有利影响远大于不利影响，采取合理的措施后，项目建设可行。

本工程环境保护对策措施包括：水环境保护、大气质量保护、噪声防护、人群健康保护、固体废弃物处理以及生态环境保护等，工程环境保护投资 46.58 万元。

1.11 水土保持

该工程水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地以及其他使用与管辖区域，本工程共分为 2 个防治分区，包括主体工程区、施工临时工区。本工程在选址（线）方面满足法律法规、规范标准的约束性规定，不存在水土保持制约因素。本项目主体工程设计较为科学地考虑了水土保持和生态保护的要求，为有效防治水土流失创造了条件。从水土保持方面考虑，不存在制约项目的重大影响因素，项目是可行的。

本次水土保持工程投资由工程措施、植物措施、施工临时工程、监测措施、独立费用、预备费组成，合计 68.14 万元。

1.12 劳动安全与工业卫生

本工程的选址合理，对周围建筑物的影响较小，满足安全生产要求；本工程评价中分析的问题是切合实际的，所提出的各项安全措施符合国家的有关规定、标准和规范的要求，切实执行本报告中各项安全对策措施，在运行中加强安全管理。

在进行工程设计、施工和生产运行中，要认真落实各项对策措施和建议，加强质量监督和工程管理，抓好建成后的竣工验收、试车投产和安全生产管理等环节工

作，工程投产后能满足安全生产的要求。

1.13 节能评价

通过淘汰消耗高、质量差的落后设备，推广应用节能、降耗、节水、环保的先进技术设备、产品及施工工艺，有利于资源节约和综合利用，从源头杜绝能源的浪费。

本工程通过合理的施工组织，选择合适的施工机械，提高施工工作效率来降低了损耗，达到了节能的效果。因此本工程的节能效果是良好的，节能措施及方案是可行的。

1.14 工程管理

1.14.1 建设管理方案

代建制是近年出现的一种新兴工程管理方式，其实质是建设工程的专业化管理，认真实行这一工程管理方式，对推动投资项目管理方式改革，提高投资建设项目的建设管理水平和投资效益，保证工程质量，规范建筑市场秩序，具有现实意义。

近几年，黄埔区已积累大量“代建制”建设经验，培养了大批技术成熟管理严格的代建单位，并取得了良好的效果。基于本项目规模较大，项目业主单位人手有限，建议本项目采取“代建制”的建设模式来开展本项目的建设管理工作。

1.14.2 工程运行管理

（1）服从黄埔区水务局的全局调度、统一指挥、确保工程安全稳定运行，最大限度地发挥工程完建后的经济效益。

（2）在汛期，工程应服从黄埔区三防办公室的三防调度。

1.15 工程信息化

本项目遵循智慧水利的总体框架，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求，建设具有预报、预警、预演、预案功能的黄埔区乌涌流域闸泵数字平台。

本项目将聚焦于闸泵调度控制化体系建设，包括信息化基础设施建设、构建闸泵联调模型、乌涌干流新建气盾闸与现有气盾闸联调模型，并搭建闸泵集群自动化

控制管理平台；并且拓展构建全要素数据底板、水利专业模型平台及水利知识平台，集成洪水预报模型、水质水量联合调度模型、精细化洪水淹没分析模型等功能模块，最终建成具备预报-预警-预演-预案完整功能的数字孪生流域平台，实现乌涌流域治理“四预”（预报、预警、预演、预案）全链条闭环管理。

1.16 投资估算

本工程总投资为 10794.73 万元，其中：建安工程费为 9100.56 万元，设备购置费 20 万元，独立费用为 973.44 万元，基本预备费为 504.7 万元；专项投资 196.03 万元：水土保持投资 68.14 万元，环境保护投资 46.58 万元，树木迁改工程投资 1.31 万元，外电 10kV 接入工程投资 80 万元。

1.17 经济评价

本工程的经济内部收益率为 10.17%，相应的经济净现值为 1730.96 万元，经济效益费用比为 1.17。各国民经济评价指标均大于所要求的最小值，说明本工程具有较好的经济效益，在经济上是合理可行的。

1.18 海绵城市建设

本工程的实施除了满足工程排涝功能外，也能改善流域水环境，使现状河流更加水满、水清、水活，使人们能够到水边休闲、入水嬉戏、临水而居，从而改善居民的人居环境。本工程堤顶、堤坡面具有强透水性，能够使大部分雨水渗入地下，降低地表径流的比例，减少了地面排水系统的负荷，符合海绵城市建设理念。同时，努力建设城水共生的岭南生态城市和宜居都市，实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的总体目标，在海绵系统的基础上营建具有活力的特色水景观。

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

1.19 树木保护

本项目工程占地范围内共计树木 8 株，主要位于气盾闸控制房范围内，树木无法通过调整红线范围进行避让。因此本项目涉及 8 株树木采用迁移利用方案，就近迁移至控制房附近，不涉及迁移古树名木及古树后续资源。

对于需迁移的 8 株树木，就地迁移至项目周边，树木迁移距离较短，有利于树木生长，能较好的保障树木成活率。

本工程树木保护总投资 1.31 万元。

1.20 社会稳定风险分析

项目社会稳定风险主要有：工程方案风险、工程征地风险、环境污染风险、施工安全风险。

发挥当地政府及其项目所在地相关职能部门在社会稳定风险管理联防机制的作用，通过制定管理工作计划、深入开展调查分析、加强对项目的宣传、在施工建设和运营管理各个环节，并落实风险应对措施即可有效防范或降低相关风险。对于出现突发事件，也准备了完善的应急预案，可以切实排解风险。

建议建设单位要做好各个环节风险的防范措施，并建立应急机构，与当地政府及各职能部门加强沟通，妥善处理社会矛盾，有效降低社会稳定风险。

1.21 结论与建议

1.21.1 结论

项目名称：乌涌流域排涝体系提升工程

项目建设必要性：乌涌流域排涝体系提升工程是扎实推动广州水务高质量发展，坚决贯彻总书记、党中央决策部署的有力举措，是水务高质量发展必须肩负的政治责任和历史重任。乌涌所在的区域是黄埔区科学城和老城区，是黄埔区重要的经济核心区，近年来经常遭受水浸、内涝，严重影响周边居民和交通。为减轻两岸洪涝灾害，保护开发区及人民群众生命财产安全，对乌涌流域进行排涝能力提升是十分必要和迫切的。同时，工程的建设是解决区域防洪排涝问题、确保河道行洪安全、改善水环境，提高城市品位的需要。

工程范围：位于广州市黄埔区，包括乌涌干流广园快速至广汕二路段和三岸涌。

工程设计标准：乌涌治涝标准为 50 年一遇，堤防工程级别为 2 级，主要建筑物为 2 级，次要建筑物为 3 级。三岸涌治涝标准为 20 年一遇，设泵站工程主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级，临时建筑物级别为 5 级。

工程建设内容及规模：乌涌干流河床平整 10.15km，堤岸加固 1.90km，改建气盾闸 3 座，新建跌水 3 座，新建三岸涌泵闸 1 座。

主要结论：本工程主要通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三戽涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。总体方案合理可行，建议尽快实施。

建设投资：本工程总投资为 10794.73 万元，其中：建安工程费为 9100.56 万元，设备购置费 20 万元，独立费用为 973.44 万元，基本预备费为 504.7 万元；专项投资 196.03 万元：水土保持投资 68.14 万元，环境保护投资 46.58 万元，树木迁改工程投资 1.31 万元，外电 10kV 接入工程投资 80 万元。

建设期限：工程施工总工期拟计划 21 个月，工期计划安排如下：

（1）工程筹建期：3 个月。

（2）工程准备期：2 个月。

（3）主体工程施工期：施工期计划 18 个月，涉及到河道内工程施工尽量安排在枯水期施工。

（4）工程完建期：1 个月。

1.21.2 建议

根据上述的结论，为有效地防范各种社会风险，顺利实现本项目的目标，使项目区居民都能从项目中受益，特提出如下建议：

（1）加强与当地沟通协调

应关注项目对沿线管线迁改的影响，建设单位应加强与管线权属单位的沟通协调，协商解决管线迁改问题。

（2）加强对沿线居民的宣传和引导

通过宣传工作，不仅要让沿线居民知道项目内容和有关政策，更要引导他们参与到项目中来，使他们充分认识到项目建设对当地建设的重要意义，项目建成后，有利用改善当地环境，对当地居民的生活生产有利。

（3）加强对施工单位的管理

要鼓励施工单位在同等条件下优先雇佣当地劳动力和使用当地原材料，并且在施工过程中要尽量避免施工扰民，对因施工造成的沿线居民经济损失应进行合理的恢复或补偿措施。

2 水文

2.1 流域概况

(1) 乌涌

乌涌集雨面积 58.65km^2 ，黄埔内 56.74km^2 ，高程在 7~377m 之间。以广汕公路和广园快速路为界，整个排涝片分为北、中、南三部分。全长 24.13km，河道比降 1.54‰。乌涌左支集雨面积 14.6km^2 ，全长 8.51km，河道比降 1.70‰；乌涌右支集雨面积 28.78km^2 ，全长 6.58km，河道比降 1.65‰。排涝片内水网密集，主要支流为小乌涌、三岸涌、下沙涌、本田厂排水渠，以及左支流左岸的青年圳和莲塘渠等 12 条河道。右支上游建有水库 2 座，其中水口水库为小（1）型水库，黄鳝田水库为小（2）型水库。水口水库正常蓄水位为 116.5m（广州城建，下同），相应库容 816 万 m^3 ，设计洪水位为 117.94m，相应库容 774.5 万 m^3 ，校核洪水位为 118.6m，相应库容 812.46 万 m^3 。黄鳝田水库标准为 20 年一遇，正常蓄水位为 185.26m（广州城建，下同），相应库容 12.62 万 m^3 ，设计洪水位为 186.68m，相应库容 15.46 万 m^3 ，校核洪水位为 187.1m，相应库容 16.33 万 m^3 。

(2) 三岸涌

三岸涌为乌涌下游的一条支流，位于乌涌下游右岸，主要作用为片区排涝。发源于黄埔区大沙街横沙村，流经黄埔区大沙街及黄埔街，于黄埔花园通过排水箱涵汇入乌涌。原河长 2.93km，闸上集雨面积 1.85km^2 ，比降 1.61‰，上游经过旧改后，河长约为 2.10km。流域内地势平坦，现状地类主要以建成区为主，地面高程基本在 2~5m 左右，个别低洼区域地面高程在 1m 左右。三岸涌部分河段已被覆盖为暗渠，河道宽度 4~12m，其中上游河道较窄，流经横沙村、大沙村等城中村，河道宽度约 4~6m，下游河道宽度约 11m 左右，流经君和名城、黄埔司法局、黄埔花园等黄埔老城区，现已进行三面光堤岸整治，河道为矩形河槽。

2.2 气象

(1) 日照

黄埔区地处北回归线以南，纬度较低，太阳辐射角度较大，太阳年辐射热量 106.7 千卡/ cm^2 ，年平均日照射时数 1906 小时，日照率 43%，热量资源丰富，有利于热带亚热带农林作物生长。

(2) 气温

黄埔区具有夏长冬短，终年温暖，偶有奇寒，无霜期长，四季宜耕的特点。年平均温度为 21℃，最冷月 1 月份平均为 13.3℃，最热月 7 月份平均为 28.4℃，气温年际变化很少，气温年较差为 15.1℃，日均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温 7599.3℃，持续日数 350 天，如以候均温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 为冬季，大于 22℃为夏季，黄埔地区夏季长达 194 天（4 月 15 日至 10 月 25 日），小于 10℃的日数每年有 40 多天。冬季强寒潮南下会引起急剧降温，出现低温霜冻天气。小于 5℃每年有 2~8 天，极端最低温可达 0℃。典型亚热带作物要注意防寒。夏季虽然气温较高，但因地处珠江口，受海风调节，也没有酷暑。

(3) 雨量

全区年降雨量 1694mm，主要集中在 4~9 月，这 6 个月占全年降雨量的 82%。4~6 月为前汛期，主要是锋面雨；7~9 月为后汛期，主要是对流降雨和台风雨。以日雨量 $\geq 30\text{mm}$ 为雨季，雨季长达 200 天。降雨充沛，雨热同期，对水稻、甘蔗等喜温需水量大的作物生长十分有利。年际各季雨量是：夏雨占雨量的 45%~50%，春雨占 26%~34%，秋雨占 16%~20%，冬雨占 5%~8%。旱季 4 个月（10~1 月）。降雨量的年际变化和雨量季节分配不均匀，引起夏洪涝和春秋干旱灾害。

广州地区主要自然灾害气象：寒潮、低温和霜冻、低温阴雨、倒春寒、强对流天气、暴雨、热带气旋、高温、干旱。

2.3 径流

黄埔区位于珠江水系下游河网地区，潮流往复流动，境内来水量包括本地径流、客水径流。客水径流主要来自西航道、流溪河，过境水量较大。

根据《广东省暴雨参数等值线图》2003 版，广州地区年平均径流深 1000mm，年径流 Cv 值 0.28，径流年内分配不均匀，汛期 4 月~9 月约占 81%，流域内河网受潮汐影响明显，前后航道有大量的过境水，总体可利用的水资源较丰富。

2.4 暴雨

2.4.1 暴雨特性

黄埔区地势平坦，位于西、北江下游三角洲网河区，一日暴雨在省内属低值区。受气候的影响，暴雨有明显的前后汛期之分。每年 4~6 月为前汛期，降雨以锋面

雨为主，到 6 月上旬端午节前后达到最高峰，即“龙舟水”，暴雨量级不大，但时程分配集中，年最大暴雨强度多发生在该时期。7~9 月为后汛期，热带气旋和强台风是该时期产生大暴雨的主要因素，降雨范围广，总量大，时程分配较为均匀，但短历时暴雨强度一般不高。

2.4.2 设计暴雨

本工程暴雨参数采用《广东省暴雨径流查算图表》成果及相关方法计算。设计暴雨按 2003 年广东省水文局颁布的《广东省暴雨参数等值线图》成果提供的历时为 1、6、24、72 小时的暴雨参数等值线图，查出流域几何中心的均值 H_t 和 C_v 值，按公式 $H_p = H_t \times K_{tp}$ （ K_P 值用 $C_s = 3.5C_v$ 的 PIII 型曲线）算得不同频率（ $P=2\%$ 、 5% 、 10% 、 20% ）的各历时点暴雨 H_p ，再作点面折算得出各历时设计面暴雨量 H 面。同时设计暴雨结合《广州市暴雨强度公式编制与设计暴雨雨型研究技术》成果。经计算，本区不同频率的设计暴雨值见下表。

表 2.4-1 设计暴雨成果表

时段(h)	H_T (mm)	C_v	设计点雨量 (mm)					
			p=0.5%	p=1%	p=2%	P=5%	p=10%	p=20%
1/6	23.5	0.38	57.2	52.3	47.4	40.7	35.5	30.2
1	60.0	0.40	151.9	138.5	124.9	106.5	92.1	76.9
6	98.0	0.47	330.3	255.2	226.8	188.6	159.1	128.8
24	135.0	0.45	376.2	340.0	303.3	254.0	215.8	176.3
72	178.0	0.45	496.0	448.2	399.9	334.9	284.5	232.4

2.5 洪水

2.5.1 洪水特性

来自西江、北江的洪水是影响广州市珠江等水位的主要因素。本地区内涌雨水汇流较快同时受珠江洪潮水位顶托，是内涝形成的主要原因。

片区内洪水主要由暴雨形成，以锋面雨和台风雨为主，本区洪水有明显的前后汛期之分。每年的 4 月~9 月为洪水期，每年的 6~9 月，由于受静止锋低槽和台风影响，常带来暴雨，造成洪涝灾害。夏季，流域内在较强冷空气南下影响前，多处在锋前暖区内，气温高，湿度大，热对流强盛。洪水表现为峰高量大的特点，流域内大暴雨持续时间短，一般 1d~3d，洪水过程多呈单峰或双峰型，泄洪水暴涨

暴落。

2.5.2 设计洪水

分别采用《广东省暴雨径流查算图表》中的广东省综合单位线、推理公式法两种方法计算乌涌的设计洪水，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

乌涌位于《广东省暴雨径流查算图表》分区的珠江三角洲分区中的 VII 区、珠江三角洲亚区，应采用珠江三角洲设计雨型：

点面系数 $a \sim t \sim F$ 关系图：查取“暴雨低区”；

产流参数：查取粤东沿海、珠江三角洲 VII 区；

广东省综合单位滞时 $m_1 \sim \theta$ 关系线：采用 VII 区 B 型关系线；

无因次单位线采用广东省综合单位线 III 号无因次单位线；

推理公式法汇流参数： $m \sim \theta$ 关系图查大陆平原区线。

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^3/s)；

θ —— 汇流特征参数；

F —— 集雨面积(km^2)；

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；

τ —— 汇流历时(小时)；

f —— 平均后损率 (mm/h)；

m —— 汇流参数。

表 2.5-1 乌涌设计洪水成果表

单位: m^3/s

河道名称	断面位置	集雨面积	河长	坡降	频率				
		(km^2)	(km)	(%)	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
乌涌	广汕公路	19.28	5.33	6.01	136.6	114.3	86.4	72.15	58.6
	广深高速以上	30.56	9.99	3.51	303.3	261.9	209.5	175.4	142.3
	右支广深铁路以上	37.74	16.15	2.73	324.7	280.1	223.5	186.3	150.2
	广深以上总	54.93	16.15	2.73	435.0	376	300.7	248.85	198.8
	全流域	58.4	18.17	2.48	461.6	400	320	266.05	211.6

表 2.5-2 三岸涌设计洪水成果表

单位: m^3/s

河道名称	断面位置	集雨面积	河长	坡降	频率				
		(km^2)	(km)	(%)	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
三岸涌	河口	1.85	2.10	1.61	35.5	32.3	26.5	21.3	16.8

2.5.3 施工期洪水

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)及国家《防洪标准》(GB 50201-2014)规定,乌涌工程建筑物级别为 2 级,临时建筑物级别为 4 级;三岸涌工程建筑物级别为 4 级,临时建筑物级别为 5 级。工程采用钢板桩围堰,临时工程设计洪水重现期为 5 年,因此施工期(10 月~次年 3 月)挡水围堰的设计标准为能抵挡枯水期 5 年一遇的洪水。

2.6 潮汐

2.6.1 潮汐特性

(1) 潮汐特性

乌涌出口珠江属感潮河道,汛期既受来自流溪河、北江、西江洪水的影响及东江洪水的顶托,又受来自伶仃洋的潮汐作用,洪潮混杂,水流流态复杂。

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。一个月内有朔、望(初一、十五)大潮和上、下弦(初八、二十三)小潮,约 15 天为一个周期。此外还有月周期和年周期,以及由于月球近地点和黄白交点变化所产生的 8.85 年和 18.61 年的长周期变化。

潮差的大小是反映潮汐强弱的一个重要标志,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。潮位的年内变化：根据各站实测资料分析，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。台潮遭遇分布较均匀，洪潮遭遇多发生在 5 月~8 月份，台洪潮遭遇则集中在 6 月~8 月份，纯潮分布亦较均匀。台潮（台洪潮）遭遇的水位级最高，洪潮遭遇次之，纯潮较低。

潮水涨落历时随时空而异。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。

2.6.2 设计洪（潮）水位

乌涌出口邻近的潮位站为黄埔（三）站，涌口外潮位数据可直接采用黄埔（三）站统计成果。

黄埔（三）水文站设计潮位复核计算成果见下表。

表 2.6-1 黄埔各频率设计高潮位

站名	设计值(m, 珠基)						
	0.33%	0.50%	1%	2%	5%	10%	20%
黄埔（三）	3.32	3.22	3.05	2.88	2.65	2.46	2.26

2.6.3 外江典型潮型

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。典型潮型选取原则是高潮位接近设计高潮位，且对排水偏不利，高、低潮位都高，且高潮位持续间长，潮型偏胖的潮型。因此本次 5 年一遇典型潮型采用黄埔站 1996 年 6 月 25 日潮位过程，100 年一遇典型潮型采用 2018 年 9 月 17 日“山竹”风暴潮潮位过程。各频率设计潮水直接采用典型潮水位进行缩放。

2.7 遭遇分析

（1）洪潮遭遇分析

以暴雨内涝为主：各频率暴雨洪水遭遇外江 5 年一遇设计洪（潮）水位过程。

以风暴潮为主：各频率高潮位过程遭遇区域 5 年一遇暴雨洪水。

（2）干支流遭遇分析

本次考虑乌涌和三岸涌干支流同频遭遇，即三岸涌 20 年碰乌涌 20 年。

3 工程地质

3.1 区域地质概况

勘察区位于广州市黄埔区乌涌流域，根据【广州地区 1:5 万断裂构造图】，勘察区附近发育有 F319 广三--瘦狗岭断裂带。

广三——瘦狗岭断裂带是广州地区的東西向断裂带，近東西走向的活动性断裂，西起三元里，向东经瘦狗岭、黄埔区、南岗镇、增城县至博罗县罗浮山，长达 80 多千米。从区域上看，断裂在本段隐伏于第四系土层以下，本场区附近无现今活动的迹象，广州市活断层探测项目针对瘦狗岭断裂的最新活动性进行了地震地质调查、钻孔探测与钻孔联合地质剖面对比、分析等详细调查，研究成果表明瘦狗岭断裂是一条走向近 NWW、倾向 SSW 的正断层，在晚更新世距今 25ka 以来没有活动，据断裂带内物质电子自旋共振（ESR）测年结果推断断裂在中更新世中晚期有活动。广三——瘦狗岭断裂带离拟建场地正北方向约 1.5km，为非全新活动断裂，构造处于稳定状态，对本场区影响较小。

综合评价：在本次勘探深度范围内，未揭露有断裂构造，沿线场地也未见有断裂构造形迹。断裂构造对本项目影响甚微。

3.2 水文地质条件

3.2.1 地下水

拟建场地地下水类型根据其赋存方式分为：一是上层滞水；二是砂层承压水；三是基岩裂隙水。

（1）上层滞水

上层滞水主要赋存于素填土层<1>，层状分布，连通性好，含水量丰富，主要由大气降水、工业废水、生活废水及附近河涌地表水侧向补给，通过地下径流排泄。季节性水位变化明显，常随地表水的水位变化而变化。

（2）承压水

充满于上下两个隔水层之间的含水层中的有压重力水，主要赋存于第四系冲积层中粗砂<2-3>层中，受大气降水、地表水补给，具微承压性，水位变化因气候、季节而异。

（3）基岩裂隙水

场地的岩、土性条件，素填土<1>具弱～中等透水性，其赋存的上层滞水对工程有一定影响，淤泥质土<2-1>为微透水性地层，视为相对隔水层；中粗砂<2-3>为强透水性地层，为主要地下水含水层，该层埋藏深度深，对工程影响较小。地下水涌水量大小与含水层厚度和范围的大小、以及地表水补给有关，应采取有效措施进行止水。

3.2.2 水质腐蚀性评价

综合评价为：拟建场地环境类型属Ⅱ类，拟建场地地下水水质对砼结构具微腐蚀性，在干湿交替的环境下对钢筋砼结构中的钢筋具微腐蚀性，在长期浸水的环境下对钢筋砼结构中的钢筋具微腐蚀性。

3.2.3 土质腐蚀性评价

综合评价为：拟建场地属Ⅱ类环境，拟建场地土质对砼结构具微腐蚀性，对钢筋砼结构中的钢筋具微腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性。

3.3 工程地质

3.3.1 地层岩性

拟建场地地层按地质成因依次分为：第四系人工填土层（Q4ml）、海陆交互相沉积层（Q4al+pl）、第四系残积层（Qel），下伏基岩为燕山期（T3ηγ）花岗岩。现将各土层由上而下进行综合描述如下：

（1）人工填土（Q4ml）

素填土<1>：褐灰色，褐黄色等，主要成份为人工堆填的粘性土、中粗砂等，局部夹少量块石，上层 0-0.30m 主为混凝土，呈松散-稍压实状态，密实程度不均匀，堆填年限大约五年以上，勘察钻孔中均揭露该层，揭露层厚 0.60～8.40m，平均值 3.10m。

（2）第四系海陆交互相层（Q4al+pl）

1) 淤泥质土<2-1>：深灰～灰黑色，饱和，流塑，含少量有机质，不均含有粉细砂，无摇振反应，光泽反应光滑，干强度及韧性较高，偶见腐木，具腥臭味。

2) 淤泥质中粗砂<2-2>：深灰色，灰黑色，松散～稍密，饱和，含少量淤泥质，级配较好，

3) 中粗砂<2-3>: 呈褐黄色、灰白色、灰色, 饱和, 稍密~中密状, 及配良好, 由石英颗粒组成, 含少量黏粒。

4) 粉质黏土<2-4>: 褐黄色, 褐红色, 主要由粘性土组成, 不均匀含少量砂粒, 可~硬塑。

(3) 第四系残积层 (Qel)

第四系残积砂质黏性土<3>: 褐红色, 褐黄色, 为花岗岩残积层, 原岩结构可辨, 主要成分为黏粒粉粒及砂粒组成, 摇震无反应, 切面稍有光泽, 干强度及韧性中等, 硬塑状态。

(4) 燕山期花岗岩层 (T3 n γ)

1) 全风化花岗岩<4-1>: 褐黄色, 岩体结构基本破坏, 大部分矿物已风化成土状, 岩芯呈密实砂土状或坚硬土柱状, 风化不均夹有强分化碎块, 遇水易软化崩解。

2) 强风化花岗岩<4-2>: 褐黄色, 岩体结构大部分破坏, 风化裂隙很发育, 岩芯呈碎块夹土状或半岩半土状, 局部夹少量碎块状, 遇水易软化崩解, 岩块敲击易碎, 完整程度为极破碎~破碎, 坚硬程度为极软岩~软岩, 岩石基本质量等级为 V 级。

3) 中风化花岗岩<4-3>: 青灰色、褐红色, 岩石组织结构部分破坏, 矿物成分基本未变化, 节理裂隙较发育, 裂隙面具风化膜, 岩芯较新鲜, 主呈短柱状, 少量碎块状或长柱状, 锤击声哑, 轻击不易碎, 完整程度为较破碎~较完整, 坚硬程度为较硬岩, 岩石基本质量等级为 III~IV 级。

3.3.2 地震效应

(1) 场地类别

沿线场地等效剪切波速值 V_{se} 介于 172.72m/s~293.06m/s 之间。由于钻孔深度限制, 介于参考临近项目及区域地质资料程地质资料可知, 场地覆盖层厚度约介于 20~30m, 按《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010) (2024 年版) 有关规定判定, 场地土的类型为中软土~中硬土, 建筑场地类别为 II 类; 泵房中钻孔等效剪切波速 V_{se} 158.51m/s~167.37m/s 之间, 场地覆盖层厚度约介于 20~40m, 按《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010) (2024 年版) 有关规定判定, 场地土的类型为中软土, 建筑场地类别为 II 类。

(2) 建筑抗震地段类别、设计地震加速度及特征周期

本次钻探揭露情况，根据国家标准《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）（2024 年版）规定，场地地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s，场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震动峰值加速度值为 0.10g，设计地震分组为第二组。工程场地分布有淤泥质土、液化砂土，场地对建筑抗震属不利地段。

（3）软土震陷

根据《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ 83-2011）第 6.3.4 条，设防烈度等于或大于 7 度时，对厚层软土分布区宜判别软土震陷的可能性。依据该条规定，当抗震设防烈度为 7 度时，临界等效剪切波速大于 90m/s 时，可不考虑震陷影响。根据广州地区经验及本次等效剪切波速估算值，拟建场地土层的等效剪切波速值大于 90m/s，因此设计时可不考虑软土震陷影响，但考虑其可能引起管线沉降、变形等问题。

3.4 主要地质问题分析与评价

3.4.1 场地稳定性、适宜性评价

根据区域地质资料及勘察结果，本场地地貌单元为冲积平原和侵蚀台地丘陵，地貌简单，地势平坦，本次揭露到的场地覆盖层从上而下依次为第四系素填土层、海陆交互相沉积层、粉质黏土层、残积砂质粘性土层，基岩为燕山期花岗岩层，场地钻探范围内未发现有岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、活动性断裂等不良地质作用和地质灾害，根据《1: 5 万广州断裂构造图》，广三—瘦狗岭断裂带离拟建场地正北方向约 1.5km，为非全新活动断裂，构造处于稳定状态，对本场区影响较小；未揭露古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等不利埋藏物，场地稳定性较好，适宜兴建本工程。本拟建项目场地不良地质作用主要是局部地段可能出现地面沉降以及砂土液化，在兴建工程过程中有必要对填土、软土、可液化砂土进行适当处理。

3.4.2 工程环境条件评价

工程位于广州市黄埔区乌涌流域，交通较便利，水闸、泵站基坑适合各种机械进场并进行施工作业。场地沿线现状地形均为道路，地势平坦，地形条件较简单，施工之前必须查明地下管线的位置，并做好迁移工作；此外，基础施工时须防止产生废水、废渣噪声等对周围环境造成影响，做好安全文明施工。

3.4.3 地基稳定性及均匀性评价

本项目建设场地揭露的地层包括素填土<1>；淤泥质土<2-1>，淤泥质中粗砂<2-2>，中粗砂<2-3>，粉质黏土<2-4>，砂质粘性土<3>，全风化花岗岩<4-1>、强风化花岗岩<4-2>、中风化花岗岩<4-3>、微风化花岗岩<4-4>。水闸、泵站开挖地层主要为淤泥质土层，中粗砂层，需要对其换填处理工程力学差异较大，均匀性差，场地地基为不均匀地基；工程位置主要位于填土层、粉质黏土层及砂质粘性土层，沿线岩土种类较多，地层厚度局部变化较大，工程力学差异较大，均匀性差，场地地基为不均匀地基。

3.4.4 各地层岩土性能评价

素填土<1>松散-稍压实状态，均匀性较差，多为现有市政道路路基填土，密实程度不均匀。未经处理不宜作为拟建工程基础持力层使用。

第四系海陆交互相：淤泥质土<2-1>呈流塑状态，强度低，压缩性高，属软弱地基土，未经处理不能作为基础持力层；淤泥质中粗砂<2-2>、中粗砂<2-3>稍密～中密状，压缩性中等，强度中等，本层具有一定的地基承载力；粉质黏土<2-4>，稍湿，可～硬塑，工程力学性质中等，压缩性中等，强度中等，本层具有一定的地基承载力，可作地基处理基础持力层，在基坑开挖中应做好支护工作。

砂质黏性土<3>：稍湿，硬塑。工程性质较好，压缩性中等～低，强度中等，在天然状态下承载力较高，作为开挖土体，开挖自稳性较好，可进行放坡开挖。

燕山期花岗岩：在天然状态下承载力较高，工程性能良好，自稳性较好。花岗岩各风化带均具有较高的强度及较小变形的特点，是拟建建筑物良好的深基础持力层。同时需注意全风化及强风化带具有遇水浸泡易软化甚至崩解的特点。

3.4.5 地基土的均匀性及地基稳定性评价

（1）地基土的均匀性评价

勘察场地泵房位于废墟中，自上而下发育的地层主要有素填土层、第四系海陆交互层、第四系残积层及燕山期花岗岩各风化带。其中素填土<1>系新近堆填，成分复杂，密实程度很不均匀，结构松散，场地地表均匀分布；淤泥质土<2-1>呈流塑状态，强度低，压缩性高，属软弱地基土，局部为淤泥质黏土，连续性较好，均匀性一般；淤泥质中粗砂<2-2>松散～稍密状，中粗砂<2-3>稍密～中密状，压缩

性中等，强度中等，层位相对稳定、连续；粉质粘土<2-4>可～硬塑状态，该层连续性一般；花岗岩残积砂质黏性土地层连续性一般；全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化花岗岩于场地内普遍分布，地层连续性较好；场地内微风化花岗岩岩面起伏大。场地沿线自上而下发育的地层相同，粉质黏土层砂质黏性土层连续性较好，但全、强风化花岗岩层不均匀性一般，连续性一般。

总体而言，各岩土层工程性能差异较大，地层连续性较差，勘察场地地基土属不均匀地基土。

（2）地基稳定性评价

场地水闸、泵房内发育有软弱地基土，工程性能差，地基稳定性差，当位于基坑侧壁及坑底时，易引起坑壁失稳或坑底隆起；粉质粘土多呈可～硬塑状态，有一定地基承载力，工程性能一般，地基稳定性一般，当其位于基坑侧壁时，宜采取一定的支挡措施；残积砂质粘性土地层连续性较好，地基稳定性较好；燕山期花岗岩风化带地层连续性较好，工程性能良好，地基稳定性好，

综上所述，本项目基坑工程宜采取止水及支挡措施，建构筑物不宜采用天然地基浅基础，适宜采用桩基础，对桩基础而言，地基稳定性较好。

3.5 结论与建议

3.5.1 结论

（1）本场地地貌单元为冲积平原和侵蚀台地丘陵，地势平缓，未揭露墓穴、防空洞、采空区等不利埋藏物，场地稳定性一般，在兴建工程有必要对填土、软土进行适当处理，本场地的地质构造趋于稳定，场地基本是稳定的，适宜修建本工程。

（2）沿线岩土类种类多，地层厚度局部变化较大，工程力学差异较大，均匀性差，场地地基为不均匀地基。但工程位置主要位于填土层、粉质黏土层、砂质粘性土层，次为淤泥质土层及全风化花岗岩层，填土层成分不均，密实程度不均，淤泥工程力学指标差，承载力较低，且各地层层位分布不均，故本项目建设场地地基均匀性较差，为不均匀地基。

（3）本场地环境类型为Ⅱ类，根据水质分析结果，按Ⅱ类环境评定本场地地下水水质对砼结构具微腐蚀性，在干湿交替的环境下对钢筋砼结构中的钢筋具微腐蚀性；在长期浸水的环境下对钢筋砼结构中的钢筋具微腐蚀性。

（4）本场地环境类型为Ⅱ类，根据土中易溶盐分析结果，按Ⅱ类环境评定本

场地土质对混凝土结构有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋有微腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性。对建筑材料进行有效防护，其防护应符合《工业与建筑防腐蚀设计规范》（GB/T 50046-2018）规定。

3.5.2 建议

（1）本工程明挖段支护方案：在开挖工作面受限或由于土质情况而无法放坡，在基槽深度大于 2m 小于 5m 时，建议采用拉森钢板桩加横撑支护开挖，以保证施工安全。

（2）基坑建议灌注桩+内支撑或排桩+内支撑+隔水帷幕措施，建议施工前进行补充勘察，查明完善基坑及周边地质情况。

（3）建议后期根据设计方案和场地条件进行详细勘察；同时应进行岩土层进行电阻率测试，并评价各岩土层对钢结构的腐蚀性。

（4）沿线土层厚度局部较大，地下水埋藏较浅，场区素填土层分布广，部分地段含混凝土面层或夹较多硬杂质，应注意填土层中的硬物质和地下管线对工程施工和土方开挖施工的影响。建议施工前先清除地下障碍物，以保证施工顺利进行。

4 工程任务和规模

4.1 项目概况

4.1.1 区域概况

黄埔区位于广州市东部，地处北回归线以南，北纬 23°01'57"-23°24'57"，东经 113°23'29"-113°36'2"之间。与白云、天河、海珠、增城和从化 5 个行政区交界，与东莞市和广州市番禺区隔江相望。区内交通干线密集，有东二环高速公路、广深高速公路、广惠高速公路、广河高速公路、广汕公路、广深公路、广园东路、广深沿江高速公路、广深快速路等路网体系。从区内穗港客运码头通过珠江航道到香港约 65 海里。黄埔区行政区域总面积 480.56km²，国土面积（涉及所有权）176.52km²。

黄埔区下辖 1 镇 16 街道：新龙镇、黄埔街道、红山街道、鱼珠街道、夏港街道、大沙街道、文冲街道、南岗街道、穗东街道、长洲街道、联和街道、永和街道、萝岗街道、长岭街道、云埔街道、九佛街道、龙湖街道。

4.1.2 社会经济

近几年，黄埔经济发展蹄疾步稳，综合实力跃上新台阶。地区生产总值超 3600 亿元，规模以上工业总产值超 8000 亿元，财税总收入超 130 亿元，5 项主要经济指标排名全国经开区第一，综合实力位居全国经开区第二。人均地区生产总值达到世界发达经济体水平，城乡居民人均可支配收入年均分别增长 8.2%、10.1%，高于经济增速。累计完成固定资产投资 6172 亿元、年均增长 17.3%，其中产业投资超 4600 亿元。构建“智谷氢谷药谷美谷纳米谷”五谷丰登产业发展格局，引进 GE、龙沙、正威等优质项目 700 余个，乐金 OLED、粤芯芯片、百济神州、诺诚健华等 314 个重点项目投产，获“2019 年度全球杰出投资促进机构大奖”。规模以上高技术产业产值占全市 72.6%。商品销售总额增长 1.4 倍，社会消费品零售总额增长 1.1 倍，市场主体增长 2.4 倍。区属国企资产规模翻两番。

经济总量：根据广州市地区生产总值统一核算结果，2023 年黄埔区实现地区生产总值（GDP）4315.17 亿元，同比增长 1.2%。其中，第一产业增加值 5.34 亿元，同比增长 10.1%；第二产业增加值 2325.94 亿元，同比下降 2.0%；第三产业增加值 1983.90 亿元，同比增长 5.5%；三次产业结构调整调整为 0.1 : 53.9 : 46.0，第三产

业比重比上年提高 3.8 个百分点。全年人均 GDP 为 35.75 万元，同比增长 0.2%，高出全市平均水平 19.59 万元，是全市平均水平的 2.2 倍。

财税征收：2023 年，黄埔区全年财税总收入 1194.82 亿元，连续七年达到千亿级别，同比增长 0.8%。区域全口径税收收入 951.82 亿元，同比增长 6.6%。一般公共预算收入 208.14 亿元，收入规模排名全市各区第一，同比增长 14.3%，其中，税收收入、非税收入分别占全区一般公共预算收入比重为 80.6%、19.4%。一般公共预算支出 328.38 亿元，同比下降 2.2%，其中，教育支出、卫生健康支出、社会保障和就业支出依次增长 10.9%、0.1%、8.5%。

市场主体：截至 2023 年末，黄埔区共有各类市场主体 24.65 万户，同比增长 14.2%，其中企业 18.30 万户，占全市企业总量比重 8.7%。新增企业 4.02 万户，同比增长 93.4%，占全市新增企业总量比重 10.9%，其中，新增注册资本 1000 万元以上企业 2472 户。内资企业按行业分，新增批发和零售类企业 2.33 万户，同比增长 1.2 倍；新增租赁和商务服务类企业 0.39 万户，同比增长 46.1%；新增信息传输、软件与信息技术类企业 0.22 万户，同比增长 50.8%。

固定资产投资：2023 年，黄埔区全年固定资产投资总额登上两千亿台阶，同比增长 4.1%，总量位居全市各区第一。工业投资持续发力，同比增长 1.2%，其中工业技改投资增长 32.6%。地铁 5 号线东延线、7 号线二期等项目有序推进，带动基础设施投资增长 19.8%，高出全市平均水平 7.6 个百分点。国有投资活力充足，总量占全区固定资产投资比重约四成，同比增长 39.0%。

4.2 项目建设必要性

4.2.1 建设必要性

（1）防洪排涝规划的要求

根据《黄埔防洪（潮）及内涝防治规划（2021-2035）》，拆除改造现状固定式水陂，三岸涌河口规划建排涝泵站。

（2）提升乌涌干流防洪能力，确保流域水安全

乌涌干流现状防洪仅 20 年一遇，不能满足规划 50 年标准需求。本次通过拆除改造干流滚水堰、调整河床纵坡等措施提升流域防洪能力。

（3）工程建设是提高区域排涝能力，确保区域排涝的需要

乌涌干流南临珠江，是片区重要的排涝通道。从黄埔区乌涌排涝片历史洪灾情

况分析，乌涌流域是一个洪涝灾害频发、洪涝灾害损失较为严重的地区。随着国民经济的进一步发展，社会财富的大量增加，洪灾造成的损失越来越大。

4.3 工程目标和任务

4.3.1 工程目标

按照保证安全、降低内涝风险的原则，在乌涌现状工程的基础上，通过河床平整、堤岸加固、新建、改建水陂，新建三岸涌排涝泵站等工程措施，提升乌涌流域排涝能力，从而缓解市政雨水管网因顶托引起的内涝现象，降低河道沿线城市内涝风险。

4.3.2 工程任务

本工程的任务为通过工程措施提升乌涌流域排涝能力。

4.4 设计标准

根据国家《治涝标准》（SL 723-2016）的有关规定，并结合《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035 年）》等相关规划，确定乌涌干流治涝标准为 50 年一遇，三岸涌治涝标准为 20 年一遇。

4.5 建设内容和规模

本工程的研究范围是乌涌干流、三岸涌，重点研究分析乌涌中游段（广园快速~广汕二路）。

工程通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三岸涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。

主要工程规模如下：

（1）河床平整：对乌涌干流广园路至广汕二路段（桩号 WC3+400~WC13+550）河床进行平整，长度 10.15km。

（2）堤岸加固：对 WC4+900~WC6+200 段和 WC8+000~WC8+600 段堤岸进行加固，长度 1.90km。

（3）水陂改造：将 WC4+896 和 WC6+284 处固定水陂改造成可活动的翻板闸，在上游 WC13+035 处新建翻板闸。

（4）新建跌水：在桩号 WC5+170、WC5+500、WC5+850 处新建 3 座跌水。

(5) 新建三岸涌排涝泵闸：在现状三岸涌气盾闸处新建排涝泵闸，水闸设计流量为 $26.50\text{m}^3/\text{s}$ ，泵站设计流量 $12\text{m}^3/\text{s}$ 。

5 节水评价

根据《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618-2021），水资源利用建设类工程应做节水评价，主要包括现状节水水平评价及节水潜力分析，节水目标与指标，节水符合性分析，节水措施方案及节水效果评价。本次工程为防洪排涝工程，不属于水资源利用建设类工程，因此不需要做节水评价。

6 工程布置及建筑物

6.1 设计依据

- (1) 《中华人民共和国水法》；
- (2) 《中华人民共和国防洪法》；
- (3) 《中华人民共和国水土保持法》；
- (4) 《中华人民共和国河道管理条例》；
- (5) 《防洪标准》（GB 50201-2014）；
- (6) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）；
- (7) 《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-2018）；
- (8) 《堤防工程设计规范》（GB 5028-2013）；
- (9) 《水工挡土墙设计规范》（SL 379-2007）；
- (10) 《泵站设计标准》（GB 50265-2022）；
- (11) 《水闸设计规范》（SL 265-2016）；
- (12) 《治涝标准》（SL 723-2016）；
- (13) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618-2021）；
- (14) 《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）；
- (15) 《堤防工程管理设计规范》（SL/T 171-2020）；
- (16) 《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL 328-2005）；
- (17) 《水工混凝土结构设计规范》（SL 191-2008）。
- (18) 《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）；
- (19) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- (20) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2012）；
- (21) 《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)；
- (22) 《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016)；
- (23) 《砌体结构设计规范》（GB 50003-2011）；
- (24) 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
- (25) 《锤击式预应力混凝土管桩基础技术规程》（DBJ/T 15-22-2008）；
- (26) 《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL 654-2014）；

- (27) 《公路桥涵设计通用规范》（JTGD 60-2015）；
 - (28) 《水利工程建设标准强制性条文（2020 年版）》；
 - (29) 《国家发展改革委关于印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明的通知》；
 - (30) 国家及有关部门、广东省的有关规程规范和法规；
- 其他现行的相关法律、法规、规范及技术标准等。

6.2 工程等级和标准

6.2.1 设计标准

根据国家《治涝标准》（SL723-2016）的有关规定，并结合《广州市河涌水系规划（2017-2035 年）》《广州市防洪（潮）排涝规划（2021-2035 年）》等相关规划，确定乌涌干流治涝标准为 50 年一遇，三岸涌治涝标准为 20 年一遇。

6.2.2 工程等级

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）和《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013），防洪工程中堤防永久性水工建筑物的级别应根据其保护对象的防洪标准按下表确定，穿越堤防、渠道的永久性水工建筑物的级别，不应低于相应堤防、渠道的级别。本工程乌涌干流防洪标准为 50 年一遇，堤防、气盾闸等主要建筑物级别为 2 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别为 4 级。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）和《泵站设计标准》（GB 50265-2022），泵站工程等级应根据单站装机流量或单站装机功率的大小确定。当按单站装机流量和单站装机功率分属两个不同工程等级时，应按较高确定。

本工程设计单站装机流量为 $12.00\text{m}^3/\text{s}$ ，设计单站装机功率为 640kW。排涝流量大于 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，根据下表可知，泵站工程主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级，临时建筑物级别为 5 级。

6.3 工程选址及选线

本项目根据规划和水文分析成果，确定工程建设内容包括：乌涌干流河床平整、干流堤岸加固、干流水陂改造和新建三岸涌泵闸。各工程的布置如下：

6.3.1 堤岸加固选线

本项目堤岸加固堤线布置应根据防洪规划、已建堤防情况和各堤段的城市总体规划，地形、地质条件及河流堤线变化趋势，结合现有及拟建建筑物结构型式、施工条件、以及征地拆迁、行政区划等因素，同时，统筹兼顾上下游，左右岸利益，通过经济技术比较、综合分析后确定。

本工程所属河道堤线基本稳定，所选择堤防的堤线基本沿原河道堤线，根据规划要求、设计标准和水文分析，适当拓宽主河槽。个别淤积比较严重的河段，对河道进行必要的疏浚。

其中 WC4+900~WC6+200 段，河床纵坡调整较大段，对两岸堤岸进行加固，堤岸长度 1.30km，选择原堤岸堤脚位置进行加固。WC8+000~WC8+600 段，现状存在护坡不稳、护脚冲刷严重，工程对其进行加固，堤岸长度 0.60km，选择原堤岸堤脚位置进行加固。

6.3.2 水陂选址

项目范围内共有 10 座水陂，根据水文分析和现场调查，乌涌干流范围内沿线有 10 座水陂均存在不同程度的阻水情况，经过分析，将其中 WC4+896 和 WC6+284 处固定水陂改造成可活动的翻板闸，在上游 WC13+035 处新建翻板闸。

水陂改造优先选择原址改造，尽量减少对河流形态的影响，其次需要满足河道不漏底情况，适当调整水陂重建位置，最后再根据施工情况和周边管线情况，适当调整水陂位置。

本次水陂改造，WC4+896 处水陂改造为原址重建；WC6+284 处水陂根据周边管线情况，适当往上游位置移；上游水陂在保证河道不漏底情况下，在 WC13+035 处新建翻板闸。

6.3.3 泵站选址

本项目拟在三岸涌下游新建排涝泵站。排涝泵站一般选址尽量靠近河道下游出口处。通过现场调查，三岸涌自黄埔东路至汇入乌涌段 400m 为箱涵（10.00m×3.20m），上部为建成区。

初选建泵位置为现状箱涵上游三岸涌气盾闸位置。

6.4 建筑物选型

6.4.1 堤岸加固选型

本工程堤岸加固堤段主要包括 WC4+900~WC6+200 段和 WC8+000~WC8+600 段。其中 WC4+900~WC6+200 段河床纵坡调整较大段，对两岸堤岸进行加固，WC8+000~WC8+600 段现状存在护坡不稳、护脚冲刷严重，工程对其进行加固。

由于整治工程位于城市区，两岸沿河道管线密布，不宜采用开挖+新建挡墙型式，初步选用板桩式护岸。板桩式护岸可用于地基条件较差或用地空间有限的护岸工程中，如仿木桩护岸、U 型板桩护岸、灌注桩等型式。

WC4+900~WC6+200 段护岸较高，临空高度在 4~6m，初步选用 U 型板桩护岸和灌注桩两种型式进行比选。

结合现状河道情况，U 型板桩护岸造价低，具有一定的生态性，空间层次好，且具有较强的抗冲刷能力，适用于流速较大的城镇河道。同时施工开挖范围小，占地少，工期短，本次推荐 U 型板桩方案。

6.4.2 翻板闸选型

本项目将 WC4+896 和 WC6+284 处固定水陂改造成可活动的翻板闸，在上游 WC13+035 处新建翻板闸。

根据规划设计泄洪时，翻板闸开闸后低于上游河床，故不会造成阻水，以不阻河道排涝为原则，翻板闸过流断面面积不小于现状断面过流面积，且考虑水闸上下游过水断面的衔接，充分利用河道断面河口建设范围，可为日后河道等级提升预留空间，同时翻板闸可与周边景观、环境和谐融为一体，因此。本次方案设计针对橡胶坝、气盾闸、液压翻板闸和底轴旋转钢坝闸进行比选。

气盾闸可实现无动力降坝、任意高度挡水、施工难度小、工程投资较小。并且气盾闸冲沙效果较好，技术较为成熟，乌涌干流已建 3 座气盾闸运行良好。综合从实用性、现场施工条件、造价以及后期维护管理等，本次推荐选用气盾闸方案。

（4）闸孔规模选择

根据河道地形，河床宽度，1#气盾闸（WC4+896）和 2#气盾闸（WC6+284）宽为 20m，采用 2 扇闸门布置，每扇闸门宽 10m；3#气盾闸（WC13+035）宽为 13m，采用 2 扇闸门布置，每扇闸门宽 6.5m。

6.4.3 泵闸选型

本项目拟在拟在黄埔东路上游现状三岸涌气盾闸处新建排涝泵站。

6.4.3.1 泵闸布置形式比选

泵站布置初拟 2 种闸泵布置方案：

方案 1：分体式闸泵

采用传统闸泵体分离式形式，将现状气盾闸改建为挡水闸，在左岸新建泵站。

方案 2：一体化闸泵

拆除现状气盾闸，新建一体化泵闸。

方案 1 存在的主要问题主要是用地问题，该方案需要占用市政道路的用地，施工期间以及日后运行期间对其影响较大，若采用该方案，协调难度较大，故方案 1 不可行。

方案 2 占地最小，且单泵流量较小，为 $3\text{m}^3/\text{s}$ ，布置了 4 台泵，运行较灵活。该方案与周边道路桥梁均无冲突。另外，该方案不需大范围征地。由此可见，方案 2 具备可行性。

本次推荐方案 2，采用新建一体化泵闸形式。

6.4.3.2 闸门型式比选

闸门的启闭型式推荐采用直升式，不宜采用下卧或者上卧式。初选液压顶升式平板钢闸门和卷扬直升式平板钢闸门进行比选。

卷扬直升式平面钢闸门虽然检修维护方便，但需要建设高大的排架和启闭机室，而根据《广州开发区黄埔临港经济区（南片）控制性详细规划》，三岸涌新建泵闸附近为新溪旧改范围，旧改后周边主要集中为城市居民区和商业区，对景观要求较高，该方案的景观效果较差，与周边规划定位不相符。

液压顶升式平面钢闸门总体布置紧凑，建设安装简单，管理运行方便、其兼容性较强，对景观及使用无影响，因此推荐液压顶升式平面钢闸门。

6.4.3.3 泵型比选

泵站拟选取设计净扬程在 $0.00\sim 3.00\text{m}$ 间的水泵，根据泵型选择原则、泵站的设计参数特点，结合相似泵站工程的建设经验，可选用的泵型有：轴流泵和贯流泵。

结合本项目占地紧张的实际情况，考虑施工安装简便、运行期管理简单、泵站整体布置合理性、土建结构简单等因素，结合水泵运行安全性、可靠性和水泵性能

优等特点，兼顾工程造价经济性，本阶段推荐选用潜水贯流泵型。

6.5 工程总布置

本工程通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三岸涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。

主要工程措施如下。

（1）河床平整

根据设计河底高程，对工程范围内乌涌干流广园路至广汕二路段（桩号 WC3+400~WC13+550）10.15km 河道进行平整。

（2）堤岸加固

对 WC4+900~WC6+200 段，河床纵坡调整较大段，采用 U 型板桩对两岸堤岸进行加固，长度 1.30km。对 WC8+000~WC8+600 段，现状存在护坡不稳、护脚冲刷情况，采用 U 型板桩对其进行加固，堤岸长度 0.60km。

（3）水陂改造

将 WC4+896 和 WC6+284 处固定滚水堰改造成可活动的翻板闸，净宽 20m；在上游 WC13+035 处新建翻板闸，净宽 13m。

（4）新建跌水

在桩号 WC5+170、WC5+500、WC5+850 处新建 3 座跌水，净宽 19.50m。

（5）新建三岸涌排涝泵闸

在现状三岸涌气盾闸处新建排涝泵闸，水闸设计流量为 $26.50\text{m}^3/\text{s}$ ，泵站设计流量 $12\text{m}^3/\text{s}$ ，结合现场用地，采用泵闸结合型式。

泵站采用 4 台贯流泵，单台流量为 $3\text{m}^3/\text{s}$ ，单台水泵装机容量 160kW，总装机容量 640kW。水闸净宽 16m，分 2 孔布置，单孔净宽 8.0m，孔口尺寸为 $8.0\times 7.2\text{m}$ （宽 $\times$ 高），闸门尺寸为 $8.6\times 6.8\text{m}$ （宽 $\times$ 高），采用平面钢闸门，每扇闸门挂 2 台水泵。每扇闸门配一台双吊点液压启闭机 $2\times 400\text{KN}$ 。

6.6 河床平整

6.6.1 平面布置

工程平整范围：下游起点为广园快速以上（桩号 WC3+400），上游终点至广汕二路（桩号 WC13+550），长约 10.15km。

6.6.2 断面布置

为确保施工过程中不破坏现有或设计堤岸及其迎水侧堤脚，设计河床平整断面与堤脚之间预留 2m 的安全距离，然后再按照 1:3 的坡比进行平整。乌涌干流河床平整长度约 10.15km，平均深度 0.40m。河道设计典型断面图详见下图，河床平整范围及深度，详见下表。

6.7 堤岸加固

乌涌现状两岸基本完成了堤岸建设，本次加固主要针对现有堤脚、岸坡存在问题段进行加固。根据河上、下游河宽、比降、流速、水景观及周边工程设施衔接等因素，结合现场调查、测量和地勘资料，依据因地制宜的原则，每段河道整治典型断面如下。

（1）WC4+900~WC6+200 段

此断面位于乌涌干流中下游段，该段由于下游拆除重建水陂，调整了河道纵坡，河道挖深较大。该段现状堤防迎水侧为复式结构，上部为约 3m 宽防汛道路，迎水侧为草皮护坡，中间为 2m 宽亲水平台，细部为格宾石笼护脚。

该段采用 U 型板桩护岸型式，桩顶高程不高于二级平台。保留上部草皮护坡，拆除下部破损的格宾石笼护脚和护垫，河床开挖至设计标高。

（2）WC8+000~WC8+600 段

此断面位于乌涌干流中游段。该段现状堤防为复式断面形式，迎水侧为格宾石笼护坡护脚，上部为约 2~3m 宽亲水步道，后面为通过自然放坡与现有市政道路衔接。

加固方案为 U 型板桩护岸型式。现状亲水平台以下为自然岸坡，洪水期遭遇冲刷，局部岸坡滑塌，在现状下部岸坡打一排 U 型板桩进行防护。

堤岸加固主要堤岸型式及使用范围详见下表。

表 6.7-1 河道整治堤岸型式汇总表

河道名称	桩号 (km+m)	长度 (m)	结构型式
乌涌	WC4+900~WC6+200	1300	U 型板桩护岸
	WC8+000~WC8+600	600	U 型板桩护岸
合 计		1900	

6.8 水陂改造

6.8.1 主要建筑物型式

(1) WC4+896 气盾闸

气盾闸总净宽为 20m，挡水高度为 3.6m。从上游往下游分别为：抛石防冲槽段长 5m；钢筋混凝土铺盖段长 5m；闸室段长 15m，消力池段长 18m，钢筋混凝土铺盖段长 5m 和抛石防冲槽段长 5m。

(2) WC6+284 气盾闸

气盾闸总净宽为 20m，挡水高度为 1.5m。从上游往下游分别为：抛石防冲槽段长 3m；钢筋混凝土铺盖段长 5m；闸室段长 10m，消力池段长 10m，钢筋混凝土铺盖段长 5m 和抛石防冲槽段长 3m。

(3) WC13+035 气盾闸

气盾闸总净宽为 13m，挡水高度为 1.5m。从上游往下游分别为：抛石防冲槽段长 3m；钢筋混凝土铺盖段长 5m；闸室段长 10m，消力池段长 10m，钢筋混凝土铺盖段长 5m 和抛石防冲槽段长 3m。

6.8.2 水力计算

(1) 泄流能力

因气盾闸开闸后低于上游河床，故不会造成阻水，过流断面面积与现状断面过流面积相同，水闸泄流能力满足要求。

(2) 消能防冲计算

根据极端情况下水闸可能出现的水位差：上游高运行水位，下游无水。

根据《水闸设计规范》(SL 265-2016) 规定，采用如下的计算公式进行消能防冲计算，利用牛顿迭代法，计算消力池深。

$$d = \sigma_0 \cdot h_c'' - h_s' - \Delta Z$$
$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{8 \cdot \alpha \cdot q^2}{g \cdot h_c^3}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25}$$
$$h_c^3 - T_0 \cdot h_c^2 + \frac{\alpha \cdot q^2}{2 \cdot g \cdot \phi^2} = 0$$
$$\Delta Z = \frac{\alpha \cdot q^2}{2 \cdot g \cdot \phi^2 \cdot h_s'^2} - \frac{\alpha \cdot q^2}{2 \cdot g \cdot h_c''^2}$$

式中： d ——消力池深度，m；

σ_0 ——水跃淹没系数;

h_c'' ——跃后水深, m;

h_c ——收缩水深, m;

α ——水流动能校正系数;

q ——过闸单宽流量, m^3/s ;

b_1 ——消力池首端宽度, m;

b_2 ——消力池末端宽度, m;

T_0 ——由消力池底板顶面算起的总势能, m;

ΔZ ——出池落差, m;

h_s' ——出池河床水深, m。

利用以下公式进行消力池长度计算:

$$L_{sj} = L_s + \beta \cdot L_j$$

$$L_j = 6.9 \cdot (h_c'' - h_c')$$

式中: L_{sj} ——消力池长度, m;

L_s ——消力池斜坡段水平投影长度, m;

β ——水跃长度校正系数;

L_j ——水跃长度, m。

利用以下公式进行消力池底板厚度计算:

$$\text{抗冲: } t = k_1 \cdot \sqrt{q \cdot \sqrt{\Delta H'}}$$

$$\text{抗浮: } t = k_2 \cdot \frac{U - W \pm P_m}{\gamma_b}$$

式中: t ——消力池底板起始端厚度, m;

$\Delta H'$ ——闸孔泄水时的上、下游水位差, m;

k_1 ——消力池底板计算系数, 取 0.15;

k_2 ——消力池底板安全系数, 取 1.1;

U ——作用在消力池底板底面的扬压力, kPa;

W ——作用在消力池底板顶面的水重, kPa;

P_m ——作用在消力池底板上的脉动压力, kPa;

γ_b ——消力池底板的饱和重度, kN/m³。

利用以下公式进行海漫长度计算:

当 $\sqrt{q_s \cdot \sqrt{\Delta H'}} = 1 \sim 9$, 且消能扩散良好时, 海漫长度 L_p 按下式计算:

$$L_p = K_s \sqrt{q_s \cdot \sqrt{\Delta H'}}$$

式中: L_p ——海漫长度, m;

q_s ——消力池末端单宽流量, m³/s;

K_s ——海漫长度计算系数。

利用以下公式进行海漫末端的河床冲刷深度 d_m 计算:

$$d_m = 1.1 \frac{q_m}{[v_0]} - h_m$$

式中: q_m ——海漫末端单宽流量, m³/s;

$[v_0]$ ——河床土质允许不冲流速, m/s;

h_m ——海漫末端河床水深, m。

经计算, WC4+896 处气盾闸需要消能工总长度 16.75m, 池深 1.0m, 综合考虑消力池取 18m。

6.8.3 稳定计算

新建气盾闸水闸闸室稳定和应力计算方法及公式如下所示, 水闸级别为 2 级建筑物, 计算工况及荷载组合见下表。本次计算以挡水 3.60m 的气盾闸作为计算模型。

根据《水闸设计规范》(SL 265-2016), 利用闸室基底应力、闸室抗滑稳定安全系数及抗浮稳定计算计算公式可分别计算各工况下水闸的整体稳定、抗浮稳定计算及基底应力。

$$\text{闸室基底应力公式: } P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W}$$

抗滑稳定安全公式: $K_c = \frac{f \sum G}{H}$

抗浮稳定安全公式: $K_f = \frac{\sum V}{\sum U}$

式中: $p_{\min}^{\max}$ ——闸室基底应力的最大值或最小值 (kPa);

$\sum G$ ——作用在闸室上的全部竖向荷载 (包括闸室基础底面上的扬压力在内, kN);

A ——闸室基底面的面积 (m^2);

W ——闸室基底面对于该底面垂直水流方向的形心轴的截面矩 (m^3);

K_c ——沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数;

f ——闸室基底面与地基之间的摩擦系数;

K_f ——作用在闸室上的全部水平向荷载 (kN);

$\sum V$ ——作用在闸室上的全部向下的铅直力之和 (kN);

$\sum U$ ——作用在闸室基底面上的扬压力 (kN)。

根据《水工建筑物荷载设计规范》(SL 744-2016), 垂直作用于建筑物表面上的风荷载标准值, 应按下式计算:

$$\omega_k = \beta_z \mu_z \mu_s \omega_0 = 1.0 \times 0.65 \times 1.3 \times 0.7 = 0.59 \text{ kN/m}^2$$

式中: ω_k ——风荷载标准值 (kN/m^2);

β_z —— z 高度处的风振系数, 取 1.0;

μ_z ——风压高度变化系数, 查表取 0.65;

μ_s ——风荷载体型系数, 取 1.3;

ω_0 ——基本风压 (kN/m^2), 查《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)

全国基本风压分布图, 黄埔区基本风压为 0.7 kN/m^2 。

根据地质勘察报告, 工程所在地抗震设防烈度为 7 度, 设计地震分组为第一组, 设计基本地震加速度为 $0.1g$, 需抗震计算。根据《水工建筑物抗震设计规范》(SL 203-97), 本次抗震计算采用拟静力法计算地震作用效应。水平地震惯性力代表值公式:

$$F_i = a_h \xi G_{Ei} \alpha_i / g$$

式中: F_i ——作用在质点 i 的水平向地震惯性力代表值;

a_h ——水平向设计地震加速度代表值, $0.1g$;

ξ ——地震作用的效应折减系数，除另有规定外，取 0.25；

G_{Ei} ——集中在质点 i 的重力作用标准值；

α_i ——质点 i 的动态分布系数，应按规范（SL 203-97）表 8.1.3 的规定取值；

采用拟静力法计算地震作用效应时，单位宽度面的总地震动水压力作用在水面以下 $0.54H_0$ 处，其代表值 F_0 应按下列式计算：

$$F_0 = 0.65a_h \xi \rho_w H_0^2$$

式中： ρ_w ——水体质量密度标准值；

H_0 ——水深。

由上式可得，稳定计算成果见下表。

表 6.8-1 水闸闸室稳定计算成果表

计算工况		基底应力及不均匀系数				抗滑安全系数	抗浮安全系数	允许抗滑稳定安全系数[Kc]	抗浮稳定安全系数允许值[Kf]
		$p_{\max}$ (kPa)	$p_{\min}$ (kPa)	$\bar{p}$ (kPa)	η				
基本组合	完建期	47.53	38.68	43.11	1.23	/	/	[1.20]	[1.10]
	设计挡水	39.92	23.26	31.59	1.72	7.29	2.78	[1.20]	[1.10]
特殊组合	地震期	38.72	24.46	31.59	1.58	3.70	2.78	[1.05]	[1.05]

由计算结果可以看出，在各种计算工况荷载组合下，水闸的抗滑稳定安全系数、抗浮稳定安全系数以及基底应力不均匀系数均满足规范要求。根据地勘报告，水闸基础较好，地基承载力为 100kPa，根据上述计算结果，水闸闸地基承载力满足要求，无需进行地基处理。

6.9 新建跌水

6.9.1 主要建筑物设计

根据河道纵坡设计，WC4+900~WC6+200 段河道进行了浚深 WC4+900 现状水陂拆除，改造为气盾闸，洪水期气盾闸放倒。WC4+900~WC6+200 设计河底高程为 3.10~6.30m，河道纵坡为 2.5‰，而现在河道纵坡为 0.8‰，为减小整治后冲刷影响，本段拟新建跌水 3 座，局部降低河道纵坡，保护堤岸冲刷安全。

跌水结构：跌水包括上游铺盖段，堰体+消力池段、下游防冲段。堰体和消力池做成整体，采用 C30 钢筋砼 U 型槽结构。

6.9.2 跌水稳定计算

跌水为 U 型槽整体结构，故按整体结构计算稳定及基底应力，作用在跌水上的主要荷载有：跌水自重、水重、静水压力、扬压力、侧向土压力等。

表 6.9-1 跌水稳定与应力计算荷载组合表

序号	组合型式	计算情况	自重	水重	淤积压力	静水压力	扬压力	地震作用
工况 1	基本组合	完建工况	√	—	—	—	—	—
工况 2		设计洪水	√	√	√	√	√	—
工况 3	特殊组合	地震工况	√	√	√	√	√	√

(1) 基底应力计算公式：

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M_x}{W_x} \pm \frac{\sum M_y}{W_y}$$

(2) 抗浮计算公式：

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），计算公式如下：

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

式中：Kf—抗浮稳定安全系数；

ΣV—作用在结构上全部向下的铅直力之和（kN）；

ΣU—作用在结构基地面上的扬压力（kN）。

(3) 计算结果

经计算，1#~3#跌水稳定计算成果见下表。

表 6.9-2 1#跌水稳定计算成果表

序号	组合型式	计算情况	抗浮稳定安全系数 K_f	基底应力 σ (kPa)	抗浮稳定安全系数允许值
工况 1	基本组合	完建工况	—	51.00	1.10
工况 2		设计洪水	1.974	25.80	1.10
工况 3	特殊组合	地震工况	1.974	25.80	1.05

表 6.9-3 2#跌水稳定计算成果表

序号	组合型式	计算情况	抗浮稳定安全系数 K_f	基底应力 σ (kPa)	抗浮稳定安全系数允许值
工况 1	基本组合	完建工况	—	50.13	1.10

工况 2		设计洪水	1.941	24.93	1.10
工况 3	特殊组合	地震工况	1.941	24.93	1.05

表 6.9-4 3#跌水稳定计算成果表

序号	组合型式	计算情况	抗浮稳定安全系数 K_f	基底应力 σ (kPa)	抗浮稳定安全系数允许值
工况 1	基本组合	完建工况	——	49.63	1.10
工况 2		设计洪水	1.921	24.43	1.10
工况 3	特殊组合	地震工况	1.921	24.43	1.05

从表中结果可知：1#、2#、3#跌水抗浮稳定安全系数均大于允许值，1#跌水基础为淤泥需要处理，2#、3#基础为粉质黏土和砂层，地基承载力为 190kpa、200kpa，跌水基底应力均小于地基承载力，承载力满足要求。

6.9.3 跌水消能计算

(1) 计算公式

拟采用底流消能，挖探式消力池，计算公式如下

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

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

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

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

$$L_{sj} = L_s + \beta L_j$$

$$L_j = 6.9(h_c'' - h_c)$$

式中： d —消力池深度，m；

σ_0 —水跃淹没系数；

h_c'' —跃后水深，m；

h_c —收缩水深，m；

α —水流动能校正系数；

q —过堰单宽流量，m³/s；

b_1 —消力池首端宽度，m；

b_2 —消力池末端宽度，m；

T_0 —有消力池底板顶面算起的总势能, m;

ΔZ —出池落差, m;

h_s —出池河床水深, m;

L_{sj} —消力池长度, m;

L_s —消力池斜坡段水平长度, m;

β —水跃长度校正系数;

L_j —水跃长度, m。

(2) 计算结果

经计算: 1#、2#、3#跌水均不需要修建消能工。

6.10 三岸涌泵闸

6.10.1 工程布置

本工程的选址在三岸涌现状气盾闸处, 工程选址两侧为新溪旧改地块, 南侧为黄埔东路及三岸涌下游箱涵。现状水闸处河道宽约 10m, 规划河宽 20m, 两岸河道管理范围宽约 10m。

采用一体化闸泵布置形式, 两孔布置, 单孔净宽为 8m, 每扇闸门上嵌挂两台叶轮内置式潜水贯流泵, 单泵流量为 $3\text{m}^3/\text{s}$ 。泵闸自内河向外河主要有进水渠段、闸室(泵房)段、出水渠等建筑物。

进水渠长度 16.70m, 包括 11.70m 进口抛石护底段和 5m 进口渐变段, 由 20m 渐变至 18.10m, 上游与设计河道上部结构衔接, 宽 20m。

闸室段长 32.00m, 净宽 16.00m, 采用 2 孔布置, 每孔净宽 8.00m。闸室顺水流方向依次为拦污栅、一体化泵闸和事故闸门。

出水渠段长度 30.00m, 为 30m 出口渐变段, 由 18.10m 渐变至 10m, 下游与现状水闸海漫段衔接。

水闸的设计流量为 $26.50\text{m}^3/\text{s}$, 泵站的设计排涝流量为 $12\text{m}^3/\text{s}$ 。采用一体化闸泵布置形式。布置两孔一体化闸泵, 单孔净宽为 8m, 闸门采用液压顶升式平板钢闸门, 每扇闸门上嵌挂两台叶轮内置式潜水贯流泵, 单泵流量为 $3\text{m}^3/\text{s}$ 。闸站上游侧布置 5m 长进水渠, 闸站下游侧布置 30m 长出水渠, 中间为长 32.00m 的闸室段。设备房和管理房布置在现状闸室上部靠下游侧, 总建筑面积为 205m^2 , 设有变压器

室、高压室、低压室、液压设备室、中控室、中控设备室、值班室等。

6.10.2 水闸水力计算

6.10.2.1 水闸过流能力计算

(1) 计算参数

三岸涌泵闸共 2 孔，单孔宽 $b_0=8\text{m}$ ，总净宽 $B_0=16\text{m}$ ，由于闸泵一体闸底板低于上下游河底高程，水闸过流能力计算闸底板高程取下游拦砂坎高程 0.00m 。闸门全开泄流时，水闸过流能力根据《水闸设计规范》（SL 265-2016）附录 A 闸孔总净宽计算的要求进行过流能力计算进行复核。

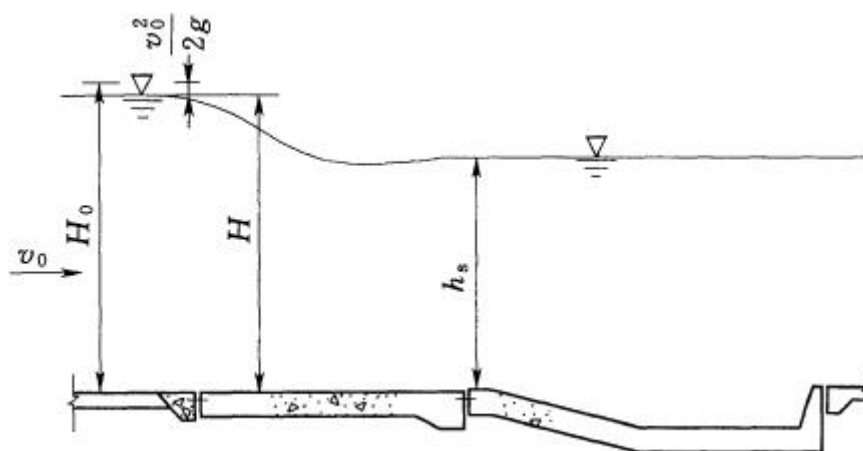


图 6.10-1 过流能力计算简图

(2) 计算工况

三岸涌泵闸设计排涝标准为 20 年一遇，设计流量为 $26.5\text{m}^3/\text{s}$ 。

当发生 20 年一遇洪水时，内涌水位 2.15m ，根据《水闸设计规范》“平原区水闸过闸水位差可采用 $0.1\sim 0.3\text{m}$ ”本次内外涌水头取 0.1m 进行计算，即内涌水位取 2.15m 、 2.05m 。

(3) 计算公式

水闸的过流能力根据以下公式计算：

(1) 对于平底闸，当为堰流时，水闸的泄流能力计算根据《水闸设计规范》（SL 265-2016）附录 A.0.1 规定的水力计算公式：

$$Q = \delta \sigma m B_0 \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

其中：

$$\delta = 2.31 \frac{h_s}{H_0} \left(1 - \frac{h_s}{H_0} \right)^{0.4}$$

式中：Q—水闸的泄流量（m³/s）；

δ—淹没系数；

ε—侧收缩系数，按水力学的弗朗西斯公式计算确定；

m—流量系数，取 0.385；

B₀—水闸过流净宽（m）；

h_s—堰顶算起的下游水深（m）；

H₀—计入行近流速水头的堰上水深（m），近似采用堰上水头 H≈H₀。

（2）对于平底闸，当堰流处于高淹没度时（h_s/H₀≥0.9），水闸的过流能力计算根据《水闸设计规范》（SL 265-2016）附录 A.0.2 规定的水力计算公式：

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

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

式中：B₀—闸孔总净宽（m）；

Q—过闸流量（m³/s）；

H₀—计入行进流速水头的堰上水深（m）；

h_s—由堰顶算起的下游水深（m）；

g—重力加速度，采用 9.81m/s²；

μ₀—淹没堰流的综合流量系数。

（4）计算结果

按照上述计算方法、设计洪水标准及边界条件，进行现状水闸过流能力复核计算。

表 6.10-1 三屏涌泵闸过流能力计算成果表

序号	符号	项目名称	单位	0.1m 水头差
1	Q	复核流量	m³/s	26.5
2	B ₀	闸孔总净宽	m	16
3	m	流量系数		0.385
4	Z1	上游水位	m	2.15
5	Z2	下游水位	m	2.05

6	σ	综合流量系数		0.969
7	N	闸孔数	孔	2
8	b_0	闸孔净宽	m	8
9	d_z	中闸墩厚度	m	2.1
10	b_b	边闸墩厚度	m	1.2
11	Q'	计算流量 $Q'=\sigma\epsilon m B_0 (2g)^{1/2} H_0^{3/2}$	m^3/s	44.50

根据表 6.7-4 计算结果可知，在 0.1m 水位差下，三戽涌泵闸过流流量大于 20 年一遇设计流量 $26.5m^3/s$ 。因此，三戽涌泵闸过流能力满足规范要求。

6.10.2.2 消能防冲计算

消能防冲复核计算简图如图 6.7-14 所示。

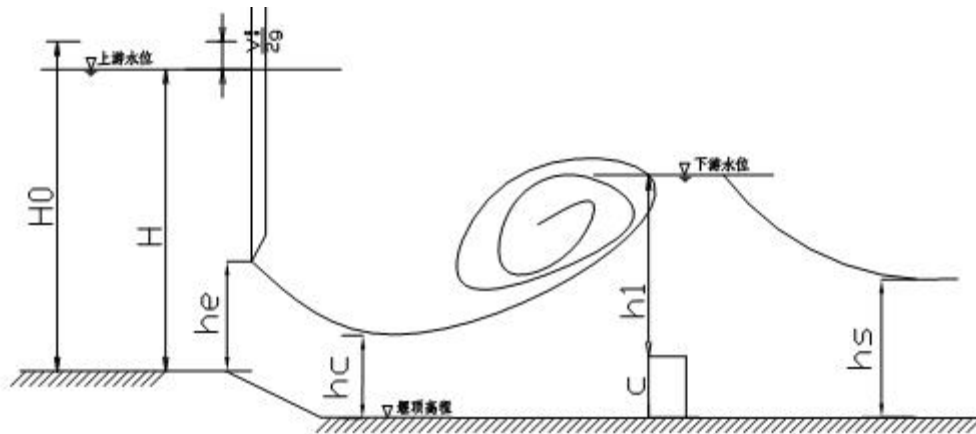


图 6.10-2 消能防冲复核计算简图

(1) 计算公式

根据消力池结构型式，分别对消力池的长度、深度进行计算。计算公式根据《水闸设计规范》（SL265-2016）及《水力计算手册》（武汉水利电力大学李炜主编，中国水利水电出版社 2006 年出版）相关章节确定。

消力池深度按下列公式计算：

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

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

$$h_c^3 - T_0 h_c^2 + \frac{aq_2}{2g\varphi^2} = 0$$

$$\Delta Z = \frac{aq^2}{2g\varphi^2 h_s'^2} - \frac{aq^2}{2gh_c'^2}$$

式中：d——消力池深度（m）；

σ_0 ——水跃淹没系数，可采用 1.05~1.10；本工程取 1.10。

h_c'' ——跃后水深（m）；

h_c ——收缩水深（m）；

α ——水流动能校正系数可采用 1.0~1.05；本工程取 1.0。

q——过闸单宽流量（m³/s）；

b_1 ——消力池首端宽度，取过流闸孔宽度（m），取 18.1m；

b_2 ——消力池末端宽度（m），本水闸取 18.1m；

T_0 ——由消力池底板顶面算起的总势能（m）；

h_s ——出池河床水深（m），取 2.55m。

消力池长度计算公式：

$$L_{sj} = L_s + \beta L_j$$
$$L_j = 6.9(h_c'' - h_c)$$

式中： L_{sj} ——消力池长度（m）；

L_s ——消力池斜坡段水平投影长度（m）；

β ——水跃长度校正系数，可采用 0.7~0.8；本工程取 0.75；

L_j ——水跃长度（m）。

（2）计算工况

本水闸为排涝水利工程，计算时按排涝进行消能防冲计算。水位为外河 2.05，内涌 2.15m。

（3）计算结果分析

根据计算，本次三庠涌泵闸下游发生淹没式水跃，不需修建消能工。下游河道渐变段采用 U 型槽，长度为 30m，满足防冲要求，综上，三庠涌泵闸消能防冲满足规范要求。

6.10.2.3 海漫长度、防冲槽计算

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）附录 B.2 计算。

①海漫长度计算公式

海漫长度由下式计算： $L_p = K_s \sqrt{q_s \sqrt{\Delta H'}}$

式中： q_s ——消力池末端单宽流量（ $m^3/s.m$ ）；

K_s ——海漫长度计算系数，砂取 12；

$\Delta H'$ ——闸孔泄水时上、下游水位差。

②计算工况及成果

水闸局部开启时，水流至海漫处已得到充分扩散，因此海漫的计算仅考虑闸门全部开启的工况。

海漫长度及防冲槽深度计算成果见表 6.7-5、表 6.7-6。

表 6.10-2 海漫长度计算成果

工况	流量(m^3/s)	消力池末端单宽流量 $q_s(m^3/s.m)$	$L_p(m)$
全开	26.5	1.46	10.73

表 6.10-3 河床冲刷深度计算成果

位置	工况	流量(m^3/s)	海漫末端单宽流量 $q_m(m^3/s.m)$	河床冲刷深度 d_m
海漫末端	全开（设计水位）	26.5	2.65	0.73

三戽涌泵闸闸室下游为 30m 长 U 型槽段，长度大于海漫长度。U 型槽后方为厚度 800mm 的块石护底，满足防冲要求。

6.10.2.4 渗流计算

（1）闸基渗流计算

1) 计算工况

本次渗流计算采用最不利工况，即内外涌水头差最大工况，内河侧水位 0.40m，外河侧设计防洪水位 2.88m。

2) 计算方法与公式

基底的渗流稳定计算采用改进阻力系数法计算，计算公式如下：

①地基有效深度：

$$\text{当 } L_0/S_0 \geq 5 \text{ 时, } T_e = 0.5L_0$$

式中： T_e ——地基的有效长度（m）；

L_0 ——地下轮廓的水平投影长度（m）；

S_0 ——地下轮廓的垂直投影长度（m）。

②进、出口段：

$$\xi_0 = 1.5 \left(\frac{S}{T} \right)^{\frac{3}{2}} + 0.441$$

式中： ξ_0 —进出口段的阻力系数；

S —齿墙的入土深度（m）；

T —地基的透水层深度（m）；

③内部垂直段：

$$\xi_y = \frac{2}{\pi} \ln \operatorname{ctg} \left[\frac{\pi}{4} \left(1 - \frac{S}{T} \right) \right]$$

式中： ξ_y —内部垂直段的阻力系数；

④水平段：

$$\xi_x = \frac{L_x - 0.7(S_1 + S_2)}{T}$$

式中： ξ_x —水平段的阻力系数；

L_x —水平段长度（m）；

S_1 、 S_2 —进出口段板桩或齿墙的入土深度（m）；

⑤各分段水头损失值：

$$h_i = \xi_i \frac{\Delta H}{\sum_{i=1}^n \xi_i}$$

式中： h_i —各分段水头损失值（m）；

ξ_i —各分段的阻力系数；

n —总分段数。

⑥进、出口段修正后的水头损失值公式：

$$h'_0 = \beta' h_0$$

$$h_0 = \sum_{i=1}^n h_i$$

$$\beta' = 1.21 - \frac{1}{\left[12 \left(\frac{T'}{T} \right)^2 + 2 \right] \left(\frac{S'}{T} + 0.059 \right)}$$

$$\Delta h = (1 - \beta') h_0$$

式中： h' —进、出口段修正后的水头损失值（m）；

h_0 —进出口段水头损失值（m）；

β' —阻力修正系数，当计算的 $\beta' \geq 1.0$ 时，采用 $\beta' = 1.0$ ；

S' —底板埋深与板桩入土深度之和（m）；

T' —板桩另一侧地基透水层深度（m）；

Δh —修正后水头损失的减小值（m）。

⑦进、出口齿墙不规则部位水头损失修正公式：

1) 当 $h_x \geq \Delta h$ 时， $h_x' = h_x + \Delta h$ ；

2) 当 $h_x < \Delta h$ ，若 $h_x + h_y \geq \Delta h$ 时， $h_x' = 2h_x$ ， $h_y' = h_y + \Delta h - h_x$ ；若 $h_x + h_y < \Delta h$ 时， $h_y' = 2h_y$ ， $h_{cd}' = h_{cd} + \Delta h - (h_x + h_y)$ 。

3) 计算参数

根据闸室结构图显示，闸室上下游为 U 型槽，与闸室有铜片止水连接，本次计算按不利条件考虑，渗流对闸室进行渗流稳定复核。闸室长度为 32m。

根据地勘显示，水闸地基基础土层为淤泥质细沙。

4) 计算结果

根据地勘成果，三戽涌泵闸闸基为淤泥质细沙。根据《水闸设计规范》（SL265-2016）“表 6.0.4”，基底水平段砂允许渗透坡降为 0.10~0.15，基底出口段中砂允许渗透坡降为 0.35~0.40。

表 6.10-4 闸基渗流稳定计算结果表

坡降 计算项目	计算工况	渗透坡降		允许渗透坡降	
		出口段	水平段	出口段	水平段
三戽涌泵闸	排涝	0.16	0.05	0.35~0.40	0.10~0.15

由计算结果可知，三戽涌泵闸基础水平段和出口段渗透坡降均满足要求。

(2) 侧向绕渗计算

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）规定，水闸闸侧的抗渗稳定计算采用直线比例法（又称渗径系数法）计算，防渗长度应满足下式要求：

$$L=C\Delta H$$

式中：

L —侧向防渗长度（m）；

ΔH —上、下游水位差（m），按排涝工况，外河取最高运行水位水位计算；

C —允许渗径系数值，有滤层填土取 $C=3\sim4$ ，本计算取 $C=4$ 。计算结果如下表所示。

表 6.10-5 闸侧渗流计算结果表

水 闸	外水位 (m)	内水位 (m)	允许渗径 系数值 C	上下游水位 差 ΔH (m)	计算基础防渗 长度 L (m)	闸侧实际防渗 长度 L' (m)	满足 情况
三戽涌 泵闸	2.88	0.40	4	2.26	9.04	32	满足

根据计算结果，三戽涌泵闸理论需要的闸侧防渗长度为 9.04m，设计水闸闸侧防渗轮廓主要由侧墙组成，总长度 32m，设计闸侧渗径大于理论需要值，侧向防渗长度满足要求。

由于泵闸室基础置于淤泥质细砂层，在泵闸室底板外侧设置一圈 $\phi 600$ ，间距 450 的高压旋喷桩截水墙，保证渗透稳定。

6.10.3 泵闸稳定计算

(1) 稳定计算工况及荷载组合

本次对闸室稳定复核将对整个闸室进行抗滑计算及抗浮计算。

根据《水闸设计规范》(SL265-2016) 第 7.2.11 条规定，计算闸室稳定和应力时的荷载组合分基本组合和特殊组合。

基本组合取完建工况、排涝工况，特殊组合取地震工况进行计算。

各工况水位组合如下：

工况 1：挡完建工况，无水。

工况 2：排涝工况外河水位为 2.66m，内河水位为 0.40m。

工况 3：挡水地震工况外江取景观水位 0.8m，内河水位取 0.8m。

计算工况及荷载组合详见表 6.7-9。

表 6.10-6 稳定计算工况及荷载组合表

项目	荷载组合	计算工况			荷载组合					
		工况	外河 水位	内河 水位	自 重	水 重	静水 压力	扬压 力	浪压 力	地震 作用
三戽涌 泵闸	基本组合	完建工况	/	/	√					
		排涝工况	2.66	0.4	√	√	√	√	√	
	特殊组合 II	地震工况	0.8	0.8	√	√	√	√	√	√

(2) 计算公式

1、闸室抗滑稳定计算

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），计算公式如下：

$$K_c = \frac{f \sum G}{\sum H}$$

式中：

K_c —沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数；

f —闸室基底面与地基之间的摩擦系数；

$\sum G$ —作用在闸室上的全部竖向荷载（kN）；

$\sum H$ —作用在闸室上的全部水平荷载（kN）。

2、闸室抗浮稳定计算

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），计算公式如下：

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

式中：

K_f —闸室抗浮稳定安全系数；

$\sum V$ —作用在闸室上全部向下的铅直力之和（kN）；

$\sum U$ —作用在闸室基地面上的扬压力（kN）。

3、闸室基底应力计算

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），计算公式如下：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W}$$

式中：

$P_{\min}^{\max}$ —闸室基底应力的最大值或最小值（KPa）；

$\sum G$ —作用在闸室上的全部竖向荷载（kN）；

$\sum M$ —作用在闸室上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面垂直水流方向的形心轴的力矩（kN•m）；

A —闸室基础底面的面积（m²）；

W —闸室基础底面对于该底面垂直水流方向的形心轴的面矩（m³）。

4、闸室地震力计算

其中地震惯性力代表值根据《水工建筑物抗震设计标准》GB 51247-2018 规定，采用进行拟静力法计算。

根据《水工建筑物抗震设计标准》GB 51247-2018 第 5.1.1 条：出渡槽外水工建筑物可只考虑水平向地震作用；第 5.2.1 条：水工建筑物抗震计算应考虑的地震作用力：建筑物自重和其上的荷重所产生的地震惯性力、地震动土压力和地震动水压力，并应考虑地震动孔隙水压力。

1) 沿建筑物高度作用于各质点的水平向地震惯性力代表值：

$$F=a_h\xi G_{Ei}a_i/g$$

式中： a_h ——与设计烈度相对应的水平向设计地震加速度代表值，取 0.1 g；

ξ ——地震作用效应折减系数，取 0.25；

G_{Ei} ——集中在质点 i 的重力作用代表值；

a_i ——质点 i 的动态分布系数；

g ——重力加速度。

2) 动水压力作用在水面以下 0.54 H_0 处，其代表值 F_0 按下式计算：

$$F_0=0.65 a_h\xi p_w H_0^2$$

式中： p_w ——水体质量密度标准质；

H_0 ——水深。

3) 作用于水闸上的地震动水压力：

$$F_3=0.65 a_h\xi p_w H_0^2$$

(2) 计算结果

闸泵室稳定复核计算成果如表 6.7-10 所示。

表 6.10-7 闸泵室稳定计算汇总表

计算工况	基底应力(kPa)			基底应力比		抗滑稳定系数	
	Pmax	Pmin	P 平均	计算值	允许值	计算值	允许值
工况一	72.701	48.531	53.566	2.112	2.5	/	1.25
工况二	53.173	38.161	48.32	2.297	2.5	6.384	1.25
工况三	53.306	24.398	38.852	2.185	3.0	6.993	1.05

由计算结果可知，各设计工况下，闸泵室的抗滑稳定安全系数均大于规范允许值，闸基基底应力最大应力、基底应力比均小于规范允许值，因此闸泵室的整体稳定和地基承载力均满足规范要求。

6.10.4 地基处理

6.10.4.1 处理方法比选

由于闸底现状为淤泥质细沙，根据地勘情况，承载力较差，工程性质较差，该层可能存在地震液化问题，不适宜直接作为基础持力层，需进行地基处理。

本工程对施工时间要求紧，允许均匀沉降，本次地基处理推荐采用水泥土搅拌桩进行基础处

6.10.4.2 地基处理设计

根据建筑布置型式及初步荷载分析，在便于施工前提下，结合现状河床地质情况，本工程基础处理采用水泥土搅拌桩处理。采用正方形布桩型式，桩身穿过淤泥细沙层。

6.11 主要工程量

本项目主要工程量汇总表详见下表。

表 6.11-1 主要工程量汇总表

序号	项目	单位	数量
1	土石方明挖	万 m ³	15.57
2	土石方填筑	万 m ³	0.68
3	混凝土	万 m ³	1.07
4	模板	万 m ²	1.03
5	钢筋	t	1094.86

7 机电及金属结构

7.1 水力机械

7.1.1 概述及设计依据

(1) 概述

本工程通过新建三庠涌泵闸，提升三庠涌区域排涝能力。

(2) 设计依据及主要技术标准

《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）；

《水利水电工程项目建议书编制规程》（SL/T 617-2021）；

《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）；

《水利水电工程机电设计技术规范》（SL 511-2011）；

《泵站拍门技术导则》（SL 656-2014）；

《一体化泵闸选用与安装》（22CS07-1）；

现行其他有关标准、规范和规程。

7.1.2 泵站基本参数

本工程排涝泵站采用闸泵结合的方式进行排涝，当外江侧水位低于内涌侧水位时，可开闸自流排水。

不同工况的水力损失暂均已 1.00m 计，校核后泵型参数详见下文。外江侧最低运行水位低于内涌最高运行水位，此时可开闸排水，最低净扬程以 0m 计。

7.1.3 水泵机组的选择

本阶段拟采用泵闸一体化方案，即两闸四泵方案。

根据常用电机功率等级，三庠涌泵站单泵配用电机功率为 160kW，泵站总装机功率为 640kW。

经计算，水泵最小淹没深度按照 2.20m。

水泵叶轮等主要过流部件均采用不锈钢，泵和电机主轴采用不锈钢。

本工程各泵站属于低扬程泵站，并且出水流道较短，泵组在各种运行工况下，水力过渡平缓，而且在出口均装设有断流设备，分析正常停机及事故停机时的压力

变化和泵组的转速变化均可满足规范和设备运行的要求。

7.1.4 泵房布置

(1) 泵站进、出水流道

泵站采用一体化泵闸型式，进出水均采用开敞式水池。

(2) 泵站布置

全贯流泵和闸门相结合，也不设地上厂房，水泵的安装检修拟采用临时汽车吊。

7.2 电气

7.2.1 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》	GB 50265-2022
《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报告编制规程》	SL/T 618-2021

7.2.2 接入电力系统方式

(1) 概况

本工程重建洪水期可放倒的气盾坝 3 座，新建三岸涌泵闸，提升三岸涌区域排涝能力。各设备的电压等级为 220/380V。

(2) 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。

(3) 供电方式

1) 三岸涌泵闸

采用两回 10kV 线路供电。10kV 外电电源从市电网引入。10kV 电源线路长度暂定 4km 埋地电缆（ZRYJV₂₂-3×70，8.7/15kV）考虑。在泵站设备房拟定设置一

台专变为低压水泵、闸门等用电负荷供电。

10kV 外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。

2) 1#~3#气盾闸

各水闸分别由附近引入一回路 0.4kV 线路供电，每座水闸供电线路长度均暂按 400m，总配电箱设置双电源切换开关，预留移动式柴油发电机作为水闸备用电源。

7.2.3 电气主接线

根据各水闸、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。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。

7.2.4 主要电气设备选择

(1) 变压器选择

表 7.2-1 变压器选型

序号	泵站名称	变压器型号
1	三岸涌泵闸	SCB14-10/0.4kV, 1000kVA, 阻抗电压 $U_k=6\%$, 接线组别为 D Yn11, 额定电压变比为 $10\pm 2\times 2.5\%/0.4kV$

(2) 低压配电装置选择

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。

(3) 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。

(4) 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。

7.2.5 通信

泵站内部可利用无线对讲机或者电话等。

7.2.6 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。

7.3 金属结构

本工程金属结构主要包括三戽涌泵闸金属结构及气盾闸金属结构等。

7.3.1 设计依据

- (1) 《水闸设计规范》（SL265-2016）
- (2) 《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019）
- (3) 《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2018）
- (4) 《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》（GB/T 14173-2008）
- (5) 《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》（SL/T 381-2021）
- (6) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）

7.3.2 三戽涌泵闸金属结构

三戽涌泵闸金属结构主要包括 2 孔一体化泵闸工作闸门、2 孔外江侧事故检修闸门、2 扇内涌侧拦污栅、相应的启闭设备及埋件等。

7.3.2.1 一体化泵闸工作闸门

本工程采用一体化泵闸，水泵安装于闸门底部，实现防洪及排涝一体化布置。本工程共 2 套一体化泵闸，相应的启闭设备及埋件等；

(1) 设计条件

闸门为露顶式工作闸门，闸孔尺寸（孔口净宽×闸门净高）为 8.0m×7.2m，门槛高程为-3.20m。闸门最不利挡水组合为内涌起调水位 0.0m 对应外江最高运行水位 2.66m，挡水水头差为 2.66m，工作闸门为动水启闭，

操作水位为内涌常水位 0.8m，双边挡水。

(2) 布置形式

采用 2 孔净宽均为 8.0m 液压顶升式平面滑块钢闸门，每扇闸门配套两台排涝水泵；布置 2 孔净宽均为 8.0m 的顶升式平面钢闸门，闸门底部均挂两台排涝水泵。水泵型号均采用 1000QGLN-125（0°）型潜水贯流泵，单泵设计流量为 3.0m³/s，

起调水位为 0.0m，最高内涌水位为 2.15m，外江最高运行水位为 2.66m。

（4）闸门

工作闸门为露顶式平面滑动钢闸门，孔口尺寸为 8.0m×7.2m，本工程共 2 扇。闸门及埋件主材均采用 Q355B 材质，水封设置于外江侧。工作闸门双吊点，采用液压启闭机启闭。闸门吊耳设于闸门顶部。闸门检修时采用临时吊装设备检修。

在水闸工作闸门上下游侧各预留一处检修门槽，用于工作门门槽埋件检修，不设永久性检修闸门。

（5）启闭机

顶升式平面钢闸门采用 2×400kN 液压启闭机操作，启闭机行程为 7m，液压缸与闸门门叶两侧的吊耳相连，分别埋设布置在左右两闸墩上。液压缸采用端部支承结构。

7.3.2.2 拦污栅

为防止较小的污物进入一体化泵闸内，影响机组效率和运行，在一体化泵闸内涌侧设置一道拦污栅，采用人工清污。拦污栅尺寸均为 8.0m×4.0m，共 2 扇。格栅栅体采用移动式，分两节，竖直式布置。采用滑块支承。格栅设计水头为 1.0m。栅条采用扁钢制作，栅条截面尺寸采用 80mm×8mm，栅条净距为 50mm；

7.3.3 气盾闸金属结构

本工程气盾闸金属结构主要包括 3 座气盾闸，分别为 1#、2#及 3#气盾闸金属结构等。

1#气盾闸金属结构主要包括 1 孔跨度为 20 米的气动盾形钢闸门，相应的埋件及气动设备等。

2#气盾闸金属结构主要包括 1 孔跨度为 20 米，高度为 1.5 米的气动盾形钢闸门，相应的埋件及气动设备等。

3#气盾闸金属结构主要包括 1 孔跨度为 13 米，高度为 1.5 米的气动盾形钢闸门，相应的埋件及气动设备等。

2#及 3#气盾闸门布置形式及运行条件基本与 1#气盾闸门一致，高度调整为 1.5 米，其余布置参数及要求参见 1#气盾闸相关内容。

7.4 消防

7.4.1 概述

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。

7.4.2 建筑物消防设计

7.4.2.1 设计依据

- 《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）
- 《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014（2018 年版））
- 《建筑钢结构防火技术规范》（GB 51249-2017）
- 《建筑内部装修设计防火规范》（GB 50222-2017）
- 《防火卷帘、防火门、防火窗施工及验收规范》（GB 50877-2014）

7.4.2.2 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。

7.4.2.3 管理房火灾危险性分类和耐火等级

表 7.4-1 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	高压启动室	丁	二
5	变压室	丁	二
6	液压设备室	丁	二
7	公共卫生间	丁	二
8	会议室	丁	二
9	中控室	丁	二
10	值班室	丁	二

7.4.2.4 防火隔断

管理房火灾危险性类别均为丁类，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。

7.4.3 机电设备消防设计

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。

8 施工组织设计

8.1 施工条件

8.1.1 自然条件

黄埔区属亚热带季风气候，热源丰富，无霜期长，雨量充沛。春季温暖湿润，降雨较多；夏季高温潮湿，雨期较长，雷雨、暴雨频繁；秋季凉爽，雨量明显减少；冬季严寒期短，无冰雪天气。

（1）日照

黄埔区地处北回归线以南，纬度较低，太阳辐射角度较大，太阳年辐射热量 106.7 千卡/cm²，年平均日照射时数 1906 小时，日照率 43%，热量资源丰富，有利于热带亚热带农林作物生长。

（2）气温

黄埔区具有夏长冬短，终年温暖，偶有奇寒，无霜期长，四季宜耕的特点。年平均温度为 21℃，最冷月 1 月份平均为 13.3℃，最热月 7 月份平均为 28.4℃，气温年际变化很少，气温年较差为 15.1℃，日均≥10℃的年积温 7599.3℃，持续日数 350 天，如以候均温≤10℃为冬季，大于 22℃为夏季，黄埔地区夏季长达 194 天（4 月 15 日至 10 月 25 日），小于 10℃的日数每年有 40 多天。冬季强寒潮南下会引起急剧降温，出现低温霜冻天气。小于 5℃每年有 2~8 天，极端最低温可达 0℃。典型亚热带作物要注意防寒。夏季虽然气温较高，但因地处珠江口，受海风调节，也没有酷暑。

（3）雨量

全区年降雨量 1694mm，主要集中在 4~9 月，这 6 个月占全年降雨量的 82%。4~6 月为前汛期，主要是锋面雨；7~9 月为后汛期，主要是对流降雨和台风雨。以日雨量≥30mm 为雨季，雨季长达 200 天。降雨充沛，雨热同期，对水稻、甘蔗等喜温需水量大的作物生长十分有利。年际各季雨量是：夏雨占雨量的 45%~50%，春雨占 26%~34%，秋雨占 16%~20%，冬雨占 5%~8%。旱季 4 个月（10~1 月）。降雨量的年际变化和雨量季节分配不均匀，引起夏洪涝和春秋干旱灾害。

广州地区主要自然灾害气象：寒潮、低温和霜冻、低温阴雨、倒春寒、强对流天气、暴雨、热带气旋、高温、干旱。

8.1.2 对外交通

工程所在地位于广州市黄埔区，施工对外交通条件良好，现有高速公路、城市道路比较完善，可直达工程区。现有交通条件满足工程施工要求。

8.1.3 建筑材料来源

工程所用的主要建筑材料如钢筋、水泥、木材、砂、块石及碎石等均在当地建材市场购买。

8.1.4 施工期水电供应

本工程施工用水、生活用水可与当地水主管部门取得联系，就近驳接市政供水管网供水。

施工用电就近与供电部门协商拉线驳接，无此条件区域则需在临时用地内自备移动式发电机自发电，架设低压线路至施工现场内各用电点及生活区各用电点。

为方便施工单位进行施工管理，及时进行施工调度，并与外部及时联系，加快施工进度。施工单位应建立内部通讯系统，并与外部通讯系统联网，保证通讯畅通。通讯系统主要采用手机等无线通讯。

8.2 施工导流

8.2.1 导流标准及导流方式

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）及国家《防洪标准》（GB 50201-2014）规定，乌涌工程建筑物级别为 2 级，临时建筑物级别为 4 级；三岸涌工程建筑物级别为 4 级，临时建筑物级别为 5 级。工程采用钢板桩围堰，临时工程设计洪水重现期为 5 年，因此施工期（10 月~次年 3 月）挡水围堰的设计标准为能抵挡枯水期 5 年一遇的洪水。

本工程导流方式如下：

（1）根据设计方案，本工程采用 2 期导流方式，采用钢板桩围堰+土袋围堰型式。

8.2.2 围堰方案

施工期洪水标准频率采用枯水期 5 年一遇。

水陂和跌水施工土袋围堰高 1.80m，围堰顶高于施工期水位 0.50m，顶宽 2.0m，

两侧坡比 1:1，迎水侧铺防渗土工布和袋装土。围堰使用期限为 6 个月。

三庠涌泵闸施工单排钢板桩围堰，钢板桩长 12m，围堰顶高于常水位 0.50m。围堰使用期限为 12 个月。

8.2.3 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，排入附近河道，确保结构在干地施工。

本工程基坑初期排水设置 10 台泵，工期 30 天，总需要 300 台班。

8.3 主体工程施工

8.3.1 土石方工程施工

（1）土方开挖

土方开挖采用挖掘机，配自卸汽车进行运输，开挖过程中应特别注意原有结构边坡的稳定性。开挖时将符合回填要求的土料运至临时堆土场，以便利用；不符合工程填筑要求的土料则运至低洼处以平整场地或外运至弃土场。开挖接近设计坡面或桥墩周边时改用人工开挖。

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

运输土方时不得干扰正常社会车辆的行驶，运输土方所用的车辆采用有盖的散装土料运输车，运输车在进入城市道路前须清洗干净，否则不得驶入城市交通道路；在运输及堆放土方的过程中，皆不得对环境造成污染。

（2）回填工程

回填料用自卸汽车运到工作面或附近，采用进占法或后退法卸料，人工辅助进行铺料，铺料厚度每层控制在 300mm 左右。填筑由最低洼部位开始，按水平分层向上铺土填筑。施工方法采用推土机平土，74kw 履带式拖拉机碾压。拖拉机无法施工的边角部位采用人工回填土，蛙式打夯机夯实，边角部位采用夯锤夯实。土料的铺料与压实工序连续进行，防止土料被晒干，影响填土质量，对表面已风干的土

层，作洒水湿润处理。

筑堤材料及填筑标准如下：

1) 砂、石料

砂料：耐风化、水稳定性好，含泥量小于 5%。

石料：新鲜花岗岩，石材表面清洁、无污垢、水锈等杂质，用于表面的石材应色泽均匀。护坡石料粒径应满足抗冲要求，填筑石料最大粒径应满足施工要求。

2) 土料

根据《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013），均质土堤宜选用黏性土，黏粒含量为 10%~35%，塑性指数为 7~20，且不得含植物根茎、砖瓦垃圾等杂质；填筑土料含水率与最优含水率的允许偏差为±3%，渗透系数不大于 $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；有机质含量按质量计不大于 2%，水溶盐含量指易溶盐和中溶盐按质量计不大于 3%；浸水与失水时体积变化小，有较好的塑性和渗透稳定性。堤后盖重宜选用砂性土。黏性土的填筑标准应按下压实度确定，2 级堤防的压实度不小于 0.93。本工程回填土料优先利用开挖土料，不足部分采用外购。

8.3.2 钢筋混凝土施工

（1）模板工程

模板须保证砼浇筑后结构的几何形状、尺寸及相互位置符合设计要求，加工和架立的模板具有足够稳定性、刚度和强度，特别是木模板表面应尽量光洁平整、接缝严密、不漏浆，以保证砼表面的光洁度。

（2）钢筋工程

钢筋原材料须按不同的等级、牌号、规格挂牌分别堆放，不得混堆。在运输、贮存过程中应注意防雨，尽量避免锈蚀和污染，露天堆放时须垫高并铺防雨材料，露天堆放钢材应尽快优先使用。

钢筋尺寸须按设计和规范要求加工，对加工好的钢筋应分类挂牌堆放，专人负责，堆放场地要整齐规范，钢筋要便于取出。

钢筋安装要严格按照要求进行，注意保护层垫块是否安装到位，钢筋绑扎是否符合要求，焊接和搭接钢筋长度是否达到规范要求等。

（3）混凝土工程

混凝土采用商品混凝土。边浇筑边振捣，直至浆液不再有显著下沉、不冒气泡，

并开始泛浆为佳。振捣间距不大于 300mm 左右，成梅花形移动。施工缝按规范执行，不得在变截面处随意留缝。以上施工工程都必须在监理单位监督下进行，并按规范要求及时取样送质检部门检测。只有在通过合格后，才能进行下道工序施工，严格控制施工质量。

8.3.3 钢板桩施工

主要用于外江围堰和基坑支护。

(1) 钢板桩施打

钢板桩施工拟采用单桩逐根打入法施打钢板桩：

① 先由测量人员定出钢板桩围护的轴线，可每隔一定距离设置导向桩，导向桩直接使用钢板桩，然后挂绳线作为导线，打桩时利用导线控制钢板桩的轴线。

② 准备桩帽及送桩：打桩机吊起钢板桩，人工扶正就位。

③ 单桩逐根连续施打，注意桩顶高程不宜相差太大。

(2) 钢板桩拔出

钢板桩使用后采用振动拔出：

① 先用打拔桩机夹住钢板桩头部振动 1min~2min，使钢板桩周围的土松动，产生“液化”，减少土对桩的摩阻力，然后慢慢的往上振拔。

② 拔桩时注意桩机的负荷情况，发现上拔困难或拔不上来时，应停止拔桩，先振动 1min~2min 后再往下锤 0.50m~1.00m 再往上振拔，如此反复可将桩拔出来。

8.4 施工交通

8.4.1 对外交通

本工程对外交通以公路为主。工程区内公路交通发达，有多条公路通到工程区域，均可通自卸汽车，包括黄埔东路、广园快速、沈海高速公路、广汕二路以及众多城市道路等。现有交通条件满足工程施工要求。

8.4.2 施工道路

施工场区河道两岸现状基本都有道路，方便施工机械车辆通行，现有施工道路满足施工要求。在局部交通不能满足的堤段，需要布置临时道路。施工临时道路总长 1000m，宽度 6m，采用泥结石路面，厚度 200mm。

8.5 施工总布置

8.5.1 施工总布置规划原则

- (1) 根据工程规模，施工条件，确定采用集中与分散相结合的布置方式；
- (2) 场地布置既要便于施工，又要不影响施工区现有设施；
- (3) 充分利用现有设施，减少临时工程规模；
- (4) 施工布置尽量少占耕地。

8.5.2 施工总布置

工程施工战线较长、施工干扰小，在进行施工总体布置时结合河道整治工程的特点、工程施工进度安排等因素，分片布置生产及生活辅助设施，以利于施工管理，节省辅助工程投资。

(1) 施工工区

在工程沿线布置 3 处施工营地，每一处营地含施工生产、生活用房 2000m²，施工仓库 1000m²。

(2) 砼系统

本工程混凝土主要用于泵站、水闸等，均采用商品砼供应，不再设置砼拌和系统。

(3) 机械、汽车维修保养系统

本工程施工机械的维修保养由附近相关专业汽车维修厂家承担。

8.6 施工总进度

8.6.1 施工总进度安排原则

- (1) 遵循基本的建设程序。
- (2) 采用国内平均先进的施工水平合理安排工期。
- (3) 人力、物资和资金等资源均衡分配。
- (4) 单项工程施工进度与施工总进度相互协调，各项目实施程序前后兼顾、衔接合理、干扰少、施工均衡。
- (5) 在保证工程施工质量、总工期的前提下，充分发挥投资效益。
- (6) 在充分考虑业主建议的同时，本着先险后夷、安全度汛、均衡生产、分

段施工的原则。

8.6.2 施工总进度计划

根据《水利水电工程施工组织设计规范（SL 303-2017）》要求，结合本工程施工作业场地、条件和特性，制定具体施工计划如下：

（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 3 个月，自 2025 年 6 月至 2025 年 8 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、临时建房和施工工厂等。工程准备期计划 2 个月，自 2025 年 9 月至 2025 年 10 月。

（3）主体工程施工期：施工期计划 18 个月，涉及到河道内工程施工尽量安排在枯水期施工，自 2025 年 11 月至 2027 年 4 月。

（4）工程完建期：自工程完工运行起至工程竣工止的日期。工程完建期计划 1 个月，安排在 2027 年 5 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 21 个月。

8.7 主要技术供应

本工程主要建筑材料统计见下表。

表 8.7-1 主要建筑材料统计表

序号	项目	单位	数量
1	水泥	万 t	0.35
2	商品砼	万 m ³	1.23
3	碎石	万 m ³	0.06
4	块石	万 m ³	0.41
5	砂	万 m ³	0.14
6	柴油	t	209.87
7	钢筋	t	1094.86

9 建设征地与移民安置

9.1 设计原则及依据

本工程建设尽量在河道管理范围内进行，在确保工程安全和正常运行的情况下，合理规划工程占地，尽量减少新增建设用地及拆迁数量。

9.2 工程占地范围

工程征占地范围包括永久性征占地和临时性征占地。

9.2.1 永久征占地

工程永久征地范围：3座气盾闸管理房，共计占地 660m^2 土地。三岸涌泵闸在现状气盾闸基础上拆除重建，占地主要为城市建设用地，共计占地 300m^2 。

本工程永久占地共计 960m^2 ，需征用。

9.2.2 临时征占地

根据施工组织设计及管道布设有关资料，确定临时征地范围。本工程施工过程中存在主体工程区、施工营造区等临时占地。

主体工程区：经统计临时占用土地 2680m^2 ，大部分在道路路肩处或城市绿地用地范围内，不存在征收处理问题。

9.3 建设征地实物指标

9.3.1 调查内容及方法

结合工程实际情况和本阶段的工作需要，本次调查为实地调查，在各有关单位的共同参与下进行，调查的指标有土地及其地上附着物。土地按《土地利用现状分类》进行调查。因工程范围较小，故调查结果基本可靠，可满足可行性研究阶段的精度要求，成果能满足投资估算的编制要求。

9.3.2 调查成果

根据本设计阶段的总体布置，本工程永久征地 960m^2 ，为城市建设用地；临时占地 2680m^2 ，为城市绿化用地。没有房屋和附属建筑的拆除，也没有其他地面附属物。

9.3.3 工程征地补偿投资估算

9.3.3.1 编制依据

该估算的编制在兼顾国家、集体、个人利益的原则下，根据粤国土资利用发[2011]21号文《广东省征地补偿保护标准》、《广东省征地补偿保护标准地区分类表》（2011）、《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL 290-2009）和《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》编制。

9.3.3.2 土地补偿标准

本项目征拆工作另立项目实施，不纳入本工程投资范围。

10 环境影响评价

10.1 概述

10.1.1 环境影响评价开展情况

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于水利工程需编制环境影响报告书类项目。据了解，目前本项目环境影响评价报告书尚未完成。本阶段环境影响评价主要是通过现场勘察、收集工程所在区域相关资料，分析工程区域生态环境现状，结合本工程特点对大气、水、声等环境要素的环境影响因子进行预测，对不利的环境影响提出相应的保护对策措施，减免或减少项目工程实施对周围环境及生态的不利影响。

10.1.2 环境评价范围

本项目造成的环境影响主要为施工期对水、大气、声环境等的影响，其中水环境影响的评价范围为本项目施工地所在的水功能区范围、水源保护区；大气环境影响的评价范围为以各施工地为中心，半径为 200m~500m 的区域，重点是项目沿线及周围居住区、行政办公区；声环境影响的评价范围为各施场地、道路边界外 200m 范围内的居住区；生态环境影响的评价范围主要为对项目沿线河道堤岸生态性及河道的水生态环境。

10.2 环境现状调查与评价

10.2.1 水环境现状

乌涌下游（黄埔老城区段）曾因支流污染、违规排放等问题水质较差，但近年通过截污和雨污分流显著减少污染物入河。2020 年后，乌涌达到“长制久清”标准，部分河段呈现“水清、岸绿、景美”特点。下游临近珠江口段仍受城郊面源污染（农业废水）、违规排放（餐饮油污）和旧城区合流制排水系统影响，导致间歇性水质波动。

10.2.2 大气环境现状

本项目施工区部分位于人口密集区域，施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的废气影响减缓措施。根据《环境空气质量标准》（GB 3095-2012），

本项目不涉及自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域，河道沿岸主要是居住区、工业区，属于二类环境空气功能区，大气环境质量执行二类标准。

10.2.3 声环境现状

本项目施工区部分位于人口密集区域，施工期间需要根据周边居民及建成区的性质采取对应的噪声影响减缓措施。本项目区沿线的开发建设现状，主要的建成区类型有居民楼、村庄、工业企业、城市主干道，根据《环境空气质量标准》（GB 3096-2008），涉及的声环境功能区类型有 2、3、4 类，项目施工期间尤其要注意对沿岸居民楼声环境的保护。

10.2.4 生态环境质量现状

10.2.4.1 陆生生态环境现状

（1）区域内植物区系特点

项目周边植物种类相对单一。项目所在区域内受到人类活动的长期干扰，造成植物种类单一，常见多为园林绿化的桑科、杜英科、芭蕉科、禾木科、竹亚科等人工栽培植物。

（2）区域植被类型多样性

项目所在地原生地带性植被为南亚热带常绿阔叶林，由于人类活动的影响，原生植被已基本不存在，多为人工绿化植被。项目占地范围内没有国家保护植物，周边植物资源主要为园林绿化植物、园地、农田、荒草地等，河流两岸边有少量的水草、芦苇等野生水生植物。

（3）区域野生动物资源现状

在长期和频繁的人类活动下，对野生动物及本栖息地干扰相对强烈，野生脊椎动物（哺乳类、鸟类、鱼类、两栖类、爬行类）的种类并不多，项目所在地对土地资源的利用已达到很高的程度，无大型的野生动物和重点保护的野生动物。

以上陆生生态环境现状表明，本工程周边属于受人类活动影响明显的城市陆生生态系统。

10.2.4.2 水生生态环境现状

本项目建设区域段河道内水生植物和鱼类偏少，浮游动物以轮虫为主，浮游植物主要为硅藻门、绿藻门、蓝藻门，底栖生物种类最多的环节动物，其次是节肢动物。

物，最少的是软体动物，鱼类主要是鲤科、胡子鲶科、慈鲷科。

河流群落结构趋于简单，结构稳定性下降，水生植物偏少主要体现在挺水植物和沉水植物方面。工程区域河流部分存在一定污染的富营养化城市河道。

10.3 环境影响预测评价

10.3.1 水环境影响预测评价

10.3.1.1 施工期环境影响预测评价

施工期项目对水环境的影响主要来源于机械冲洗废水、基坑废水及施工人员生活废水，废水如果不处理直接排放会对水体水质带来一定影响。

（1）施工机械冲洗废水对地表水体影响分析

施工机械设备冲洗废水主要污染物为 SS 和石油类。由于水体对油类的降解能力弱，容易在水体表面形成油膜，影响溶解氧进而影响水质。本工程施工中对设备冲洗废水采用油水分离和沉淀处置后回用，不直接外排，以减轻或豁免机械设备冲洗废水对河道水体环境产生的影响。

（2）基坑废水排放对地表水体影响分析

项目施工过程涉及修筑围堰，清淤作业过程中将产生基坑排水。基坑排水包括初期排水和经常性排水。基坑初期排水水质与河流水质基本相当，因此基坑初期排水未对地表水体水质产生明显影响。基坑经常性排水可收集于临时集水池中，通过定期向集水池中内投加絮凝剂、中和剂，降低 SS 浓度，使 pH 值接近 7，达到《广东省水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段一级标准后，由水泵抽出排放至施工围堰外。

（3）施工人员生活废水对地表水体的影响

施工生产人员会产生一定量的生活污水，高峰施工人数 60 人，用水定额按 100L/（人·d），排水系数按 0.8 计，则施工高峰期生活污水量 4.8m³/d。排放废水的主要污染物为 COD_{Cr} 和 BOD₅，考虑到项目大部分区域已建设截污管网，本项目施工过程中可考虑租用已建成截污管网区域作为施工营地。施工过程中无条件租用已建成截污管网区域的可采用生态移动厕所、隔油池、防护池处置可以达到《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）第二类污染物第二时段二级标准后排入附近农田沟渠，禁止直接排入水中。同时施工期要加强管理，严控施工人员生活污水

对地表水的影响。

10.3.1.2 运行期环境影响预测与评价

项目在运营期，主要对环境的影响为生活废水、生活垃圾。本项目建设完成后，采用管理人员定期定时巡逻制，所以本项目在运营期基本不产生对环境的不利影响。

10.3.2 大气环境影响分析

本项目对大气环境的影响主要是施工期扬尘和机械设备废气，运营期不存在对大气环境的影响。

项目施工期间产生的扬尘主要集中在施工土方开挖等作业产生的扬尘，扬尘产生的原因可分为风力扬尘和动力扬尘。风力扬尘主要是建筑材料、土方、施工垃圾露天堆放而产生的尘粒；而动力扬尘主要是在建材的装卸、搅拌、土方的挖掘过程中产生的现场道路扬尘，由于外力作用产生的尘粒悬浮，其中施工（如打桩、挖掘）及装卸、搅拌造成的扬尘最为严重。项目施工期通过施工场地围蔽遮盖、洒水抑尘、加强土石方堆放场管理、建立车辆出入清洗制度等措施可减少施工扬尘对周边大气环境的影响。

10.3.3 声环境影响分析

施工噪声主要是挖掘机、装载机、电焊机、电锯等施工设备产生噪声。噪声主要来源于各种施工机械设备，如使用的挖掘机、推土机、装载机、运输车辆等，大多为不连续性噪声，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013）各种施工机械设备的噪声源强见表 10.3-1。

表 10.3-1 各种施工机械设备的噪声源强 单位：dB(A)

序号	噪声源	距声源 5（m）噪声级 dB(A)	序号	噪声源	距声源 5（m）噪声级 dB(A)
1	挖掘机	82~92	6	电焊机、角磨机	90~96
2	压路机	82~88	7	泵类设施	85~90
3	铲土机	82~89	8	电锯、电刨	93~99
4	推土机	93~99	9	轮式装载车	90~95
5	打桩机	92~98	10	各种车辆	82~90

施工期各种噪声源为多点源，根据点声源噪声衰减模式，可估算其施工期离噪声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

$$L_p = L_{p0} - 20 \log(r/r_0) - \Delta L_{\text{oct}}$$

式中： L_p ——距声源 r 米处的施工噪声预测值 dB(A) ；

L_{p0} ——距声源 r 米处的参考声级 dB(A) ；

r 、 r_0 ——点距离声源(m)；

ΔL_{oct} ——各种因素引起的衰减量（包括声障、遮挡物、空气吸收、地面效应引起的衰减量）。

根据上述各种施工机械噪声值，在仅考虑距离减少的情况下，不同类型施工机械在不同距离处的噪声预测值，见下表。

表 10.3-2 各种施工机械在不同距离处的噪声预测值 单位：dB(A)

施工机械	距机械不同距离处的声压级(dB)						
	5m	10m	20m	30m	50m	100m	200m
挖掘机	90	84	78	74	70	64	58
压路机	88	82	76	72	68	62	56
铲土机	88	82	76	72	68	62	56
推土机	94	88	82	78	74	68	62
打桩机	98	92	86	82	78	72	66
电焊机、角磨机	96	90	84	80	76	70	64
泵类设施	90	84	78	74	70	64	58
电锯、电刨	99	93	87	83	79	73	67
轮式装载车	95	89	83	79	75	69	63
各种车辆	90	84	78	74	70	64	58

通过预测结果可知，在仅考虑距离衰减的情况下，项目施工期间所产生的噪声部分超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求，由于本项目周边有居住区、行政办公区，施工单位应加强对周边环境敏感点的声环境关注度，采取有效措施防止造成矛盾，造成不良社会影响，尽量将施工期声环境影响降低至可接受范围。

10.3.4 固体废物环境影响分析

项目施工期固体废物对环境的主要污染物为施工建筑垃圾、施工人员生活垃圾、危险废物（机械设备废油和含油抹布）。

（1）建筑垃圾

施工期间建筑工地会产生大量余泥、渣土、地表开挖的淤泥、施工剩余废物料，以及在运输过程中，车辆若不注意清洁运输而沿途撒落的尘土。

（2）生活垃圾

项目施工场地高峰期将有各类施工人员 60 人，工地人员生活相对简单，取

0.60kg/(人·d)的生活垃圾产生系数施工人员生活垃圾产生量约为 0.036t/d。生活垃圾则包括残剩食物、塑料、废纸、各种玻璃瓶等。

若建筑和生活垃圾随意丢弃不处置，会污染附近空气，增加蚊虫、鼠类害虫的繁殖，加大传染疾病的传播途径，影响附近人员身体健康，因此需建立垃圾管理制度，日产日清，严控对环境的污染。

10.3.5 生态环境影响与分析

项目生态环境影响主要是施工期占地，以及工程永久占地、工程施工过程中对沿岸滩地以及附近动植物的影响。

建设过程中对工程进行良好规划，施工占地建设形成的裸露土地尽快恢复植被，施工过程中注意对陆生动植物及水生动植物的保护工作。项目建设完毕，及时做好绿化工程，既可起到水土保持、防止土壤侵蚀作用，又可起到降噪和吸附尘埃的作用。

项目以防洪安全为主，在保障河道行洪安全的前提下，兼顾改善河流生态环境。项目设计秉持以下原则：

- (1) 建设高标准的防洪工程，适应现代化流域水利要求；
- (2) 保护生态，保护和恢复生物多样化，建设自然生态城市河道；
- (3) 人水和谐，人水相亲；
- (4) 满足当地生产生活要求。

项目建设均在现状河道管理范围内进行。项目建设采用生态护岸、挡墙，无不良生态环境影响。

10.3.6 人群健康影响分析

项目施工期工区人员相对集中，绝大部分属于临时性居住，生活设施的建设标准相对较低，且不完善，会增大各种疾病交叉感染的机率，从而影响施工人员和附近居民的身体健康。

10.4 环境保护措施

10.4.1 水环境污染保护措施

施工期项目对水环境的影响主要来源于机械冲洗废水、基坑废水及施工人员生活废水，废水如果不处理直接排放会对水体水质带来一定影响，因此施工期的废

水不允许直接排入附近水体。

本项目以机械施工为主，包括挖掘机、装载机、胶轮车等施工机械和运输车辆。机械冲洗废水主要污染物为 SS（最大浓度为 2000mg/L），并含有少量石油类污染物（石油类浓度 $\leq 20\text{mg/L}$ ）。按照冲洗一台车辆产生约 1m^3 废水，每次进出均需冲洗；根据项目方案，大概每日有挖掘机、装载机、胶轮车等施工机械和运输车辆共 35 台运作，每台车按每日往返 1 次，排污系数取 0.9，则施工期机械冲洗废水产生量为 $63\text{m}^3/\text{d}$ ，经施工场地的隔油沉淀处理后全部回用于车辆冲洗及道路清扫。预计采用隔油沉淀池处理后，废水 SS 的浓度降到 100mg/L 左右，石油类浓度可降至 5mg/L 。工艺流程见图 10.4-1。

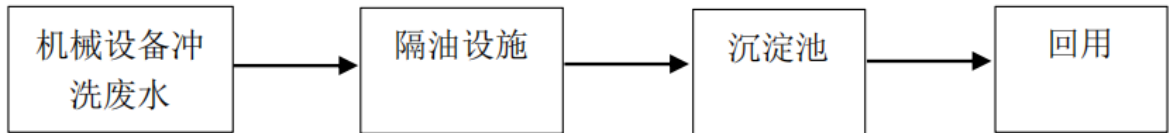


图 10.4-1 机械冲洗废水处理工艺流程图

参考《水电水利工程施工环境保护技术规程》（DL 5260-2010-T），基坑排水 SS 浓度约为 2000mg/L 。本项目基坑废水主要污染物为 SS，通过设置排（截）水沟，并与集水池相连，向集水池内投加一定量的絮凝剂沉淀然后添加中和剂进行中和处理后上清液 SS 的浓度可降到 60mg/L 左右，满足《广东省水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段二级标准后（ 60mg/L ），由水泵抽出排至围堰外地表水体。工艺流程见图 10.4-2

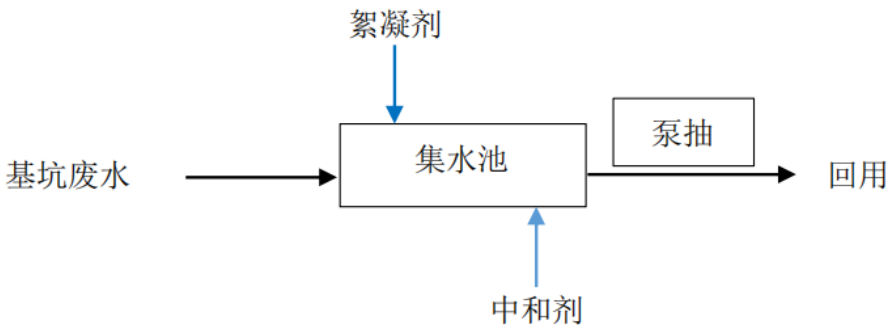


图 10.4-2 基坑废水处理工艺流程图

施工人员生活用水量按 $100\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 计，污水产生量按 80% 计。项目分区、分段施工，合计施工人数约 60 人，施工营地的生活污水产生量共 $4.8\text{m}^3/\text{d}$ 。参考同类项目类比可知生活污水的污染物产生浓度分别为：pH 值 7-8、 $\text{COD}_{\text{Cr}} 220\sim 250\text{mg/L}$ 、 $\text{BOD}_5 100\sim 120\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} 175\sim 200\text{mg/L}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N} 25\sim 30\text{mg/L}$ ，满足广东省《水污染物排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段三级标准。考虑到项目周边大部分区域已

建设截污管网，本项目施工过程中可考虑租用已建成截污管网区域作为施工营地，方便施工生活废水通过管网处理达标后排放。施工过程中无条件租用已建成截污管网区域的可采用生态移动厕所、隔油池、防护池处置可以达到《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）第二类污染物第二时段二级标准后排入附近农田沟渠，禁止直接排入水中。同时施工期要加强管理，严控施工人员生活污水对地表水的影响。

本项目建设完成后，采用管理人员定期定时巡逻制，所以本项目在运营期基本不产生对环境的不利影响。

10.4.2 大气污染保护措施

施工期大气污染物执行广东省《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）中最高允许排放浓度和无组织排放监控浓度限值标准第二时段二级标准。施工期要做好施工现场的大气污染防治工作。施工期大气污染控制主要是降低施工期粉尘散落和运输过程扬尘的措施，具体的措施有：

（1）采取洒水抑尘措施

统计资料表明，施工路段洒水，可使扬尘减少 65~70%。因此，施工过程中应配备专用洒水车对施工中的基建开挖、运输、装卸、堆放等易产生地面扬尘的场所，采用洒水措施降低影响，净化大气环境，防止扬尘污染。

上述防护工作中，夏季及大风天气是防护的重点时段。工程建设过程应增加洒水频次，配备有足够的洒水车。另外临时施工道路在修建时可加铺碎石、砂子，从根本上减少扬尘的污染。

（2）冲洗车辆以免污染附近敏感点

本工程物料运输过程沿途经过居民敏感点的运输车辆应绕行从而降低扬尘、机动车尾气对敏感点的影响；不可避免经过以上路段时应限制车速。同时为控制粉尘污染，土建阶段必须对出场的车辆进行清洗。在施工场地进出口处设置专门冲洗点，对驶离施工场区的车辆冲洗干净后方可进入道路。

（3）对机动车运输过程严加防范，以防洒漏

施工期间，必须按规定对运送弃土、拆除建筑垃圾、散装物料的车辆进行覆盖，以防物料洒落；施工场地尽量围蔽，对于存放散装物料的堆场，尽量用篷布遮盖；石灰、沙石料等的混合过程，尽量在有遮挡的地方进行；运送淤泥车辆要密封，避免大量逸散臭气；材料场和材料运输车辆行驶路线应避开大气敏感点。

在不影响使用的情况下，应尽量减少施工材料的堆存时间和堆存量，加快物料的周转速度；施工过程堆放的渣土必须有防尘措施并及时清运；竣工后要及时清理和平整场地；在易起尘路段注意限制运输车辆的车速。

（4）施工过程中配备专职管理人员着重落实施工围蔽设置、喷淋系统开启、裸露土和砂土物料覆盖、施工路面冲洗保湿、进出车辆清洗情况等扬尘防治“6个100%”措施及非道路移动机械冒黑烟防治措施。

施工期施工作业扬尘、施工机械尾气等会对周围产生一定影响，但这种影响是暂时的，随着工程完工，影响将不再存在。本工程施工期大气环境影响采用上述减缓措施，效果显著，经济合理，简单易行，故本工程采用以上施工期大气环境影响减缓措施是可行的。

10.4.3 噪声污染保护措施

通过预测结果可知，在仅考虑距离衰减的情况下，项目施工期间所产生的噪声在一定距离内部分超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求，虽然施工作业噪声不可避免，但为减缓其噪声对周围环境的影响，建议采取以下防治措施：

（1）遵守当地环保局对施工现场管理的有关规定，加强管理和调度，提高工效，应避免午间和夜间施工。

（2）选用低噪声设备，同时加强设备的维护和保养，对振动大的设备采用减振基座，尽量不采取噪声较大的钢模板作业方式。

（3）合理安排物料运输线路和时间，尽量避开村镇、集中居住区、行政办公区等敏感目标；由于施工期间交通运输对环境影响较大，应尽量减少夜间运输量，限制大型载重车的车速，进入居民区时应限速，对运输车辆定期维修、养护，减少或杜绝鸣笛。

（4）最大限度地降低人为噪音：教育、督促施工人员文明施工，减少因货物搬运、工具使用等产生的噪声。

（5）合理布局施工现场，尽量避免在敏感目标附近设置施工营地，高噪声机械应置于离敏感目标较远的位置，同时避免在同一地点安排大量动力机械设备，以避免局部多个设备的合成声级过高。

（6）建设单位应责成施工单位在施工现场张贴通告和投诉电话，建设单位在接到报案后应及时与当地环保部门取得联系，以便及时处理各种环境纠纷。

(7) 合理安排施工时间, 避免多台施工机械在距离以上敏感点近的区域同时施工; 禁止在夜间(22:00~6:00)、中午休息时间(12:00~14:00)进行施工。

根据预测结果, 本工程沿线周围敏感点较多, 多台设备同时运行时不采用任何隔声措施的情况下, 约 200m 方能满足 2 类声环境功能区标准限值。考虑项目施工设备较多, 施工单位应采取以上各种措施, 以尽量减缓项目施工对周边的影响。

施工期运输车辆、施工机械等产生的施工噪声会对周围产生一定影响, 但这种影响是暂时的, 随着工程完工, 影响将不存在。上述减缓措施, 成本低, 经济合理, 简单易行, 故本项目采用以上施工期声环境影响减缓措施是可行的。

10.4.4 固体废物污染保护措施

项目施工期间的主要固体废物污染源为施工建筑垃圾、施工人员生活垃圾、危险废物(机械设备废油和含油抹布)。为防止工程施工固废对周围环境的影响, 建设单位和施工单位应落实以下污染防治措施:

(1) 土石方和建筑垃圾加强管理和处理, 充分利用, 剩余弃土按《广州市建筑废弃物管理条例》有关规定, 进行综合利用。

(2) 加强固废回收利用, 施工建设产生的废钢筋、废铁丝、废砖块等废料经分解、剔除和粉碎后, 可以作为建筑材料加以综合利用, 对于不能再利用的建筑垃圾作为填料用于低洼区域场地平整。

(3) 施工垃圾需要清运处理的需定点收集定期清运; 车辆运输散物料和废弃物时, 需密闭、包扎、覆盖。

(4) 生活垃圾集中收集, 加强管理, 定时交由环卫部门清运;

(5) 外购土方填方需满足相关用土要求, 尤其是涉水部分, 不得选用含重金属或者受污染的土方。

(6) 机型设备废油和含油抹布

施工期产生的机械设备废油和含油抹布, 属于危险废物, 对环境危害较大, 在施工过程中需要及时收集并委托有资质单位处置, 防止其对施工地土壤、地下水的影响。

本项目施工期固废环境影响采用上述减缓措施, 成本低, 经济合理, 故采用以上施工期固废环境影响减缓措施是可行的。

10.4.5 生态保护措施

(1) 施工期陆生生态防治措施

施工期主要陆生生态影响是施工作业带、施工营地等占地造成植被破坏、产生水土流失和生态破坏。建设和施工单位应通过施工方式优化和生态保护方案优化等措施对生态环境影响起到避免、减小和补偿的作用，以达到生态环境损失最小、费用最少、生态功能最佳的效果。

对植物资源的保护措施：

1) 减缓措施：尽量减少施工临时占地面积，进而减少施工过程中对植被的破坏；尽可能使用已有道路少建或者不建施工便道。

2) 植被恢复与生境再造：对临时占地等区域采取植被恢复措施，工程完成后，首先对工程裸地进行植被恢复。施工营地及临时道路区域，在工程完工后应清除临时占地的碎石、石粉等材料，并对土层进行翻松，然后种草恢复绿色覆盖，恢复植被环境。临时弃渣堆场堆渣结束后，对场地清理、平整后，恢复植被。

3) 要有次序地分片动工，避免沿线景观凌乱，设档防板（木、铁皮等）作围挡，减少景观污染；

4) 施工过程应注意保护相邻地带的树木绿地等植被。

(2) 施工期水生生态防治措施

本项目建议采用以下措施，尽可能降低施工期对水生态环境造成的影响。对水生生态的保护措施：

1) 严格控制施工期废水的产生，严禁施工废水未经处理直接排放；动力设备底部铺设防渗帆布，避免泄漏的油类和废水进入土壤和水体。

2) 尽量避开汛期、鱼类繁殖期进行施工。

3) 涉水施工采用防污染屏，减少悬浮物对水质产生的影响。

以上采取的各项措施合理可靠，成本低见效快，本项目采取的陆域和水生生态保护措施是可行的。

10.4.6 地下水污染保护措施

根据项目施工的特点，地下水环境的措施包括：

(1) 施工机械维修点设在硬化地面或干化场，防止机械维修、清洗污水对地下水、土壤的污染。

(2) 加强施工机械的检修，严格施工管理，避免施工机械的跑、冒、漏、滴油，可有效地减少施工机械废水对环境的污染。

以上措施合理可靠，简单易行，故以上地下水污染防治措施是可行的。

10.4.7 土壤污染保护措施

防治土壤污染，必须贯彻“预防为主”的方针。而控制和消除土壤污染源，是防治污染的根本措施。控制进入土壤中的污染物的数量和速度，使其在土壤中缓慢自然降解，而不致大量积累造成土壤污染。土壤污染的综合治理措施有：

- (1) 严格控制新增土壤污染，加大污染源头治理力度，确保施工排放达标；
- (2) 确定土壤环境保护重点区域；
- (3) 强化被污染土壤的环境风险控制。

根据项目布置、施工总布置和施工特点，项目施工涉及一定的水土流失情况，针对各分区的水土流失特点，以工程措施为先导，充分发挥其速效性和控制性，同时发挥植物措施的后续性和生态效应。本工程分区水土保持措施见表 10.4-1。

表 10.4-1 水土保持措施

序号	防治分区	防治措施	
1	主体工程区 (施工作业带)	工程措施	清运表土、截排水措施、浆砌石护坡
		植物措施	草皮护坡
		临时措施	防雨布覆盖
2	施工营地区	工程措施	土地整治
		植物措施	撒播植草
		临时措施	排水措施
3	施工临时道路区	工程措施	土地整治
		植物措施	撒播植草
		临时措施	临时排水沟

本水利项目水土保持采用以上措施，技术可靠又发挥生态效应，故本工程采用上述措施作为水土流失防治措施是可行的。

10.4.8 施工期人群健康保护措施

为保障施工人员身体健康，避免或减少疾病爆发流行，施工期需采取一定的人群健康保护措施：

- (1) 建立严格的卫生防疫制度，加强宣传，注意饮食卫生，对传染病、流行病实行监控、防治，对临时生活区进行虫媒消杀等。
- (2) 搞好卫生防疫，对传染病人及时发现和治疗，防止疫情传播。

(3) 定时清理垃圾，定点堆放。

10.5 环境管理与监测

10.5.1 环境管理原则

为了保护好本项目沿线环境，确保各种不良环境影响得到有效控制和缓解，须对项目实施的全过程进行严格、科学的跟踪环境管理与监控。

(1) 管理机构

项目环境管理工作应有专门机构负责，可在项目建设单位、运行管理单位和施工单位需设环保管理专职机构，负责项目的环境管理工作。

(2) 执行单位

环境保护的具体措施必须由项目建设单位、施工单位执行、落实，各负其责。在招投标阶段，承包商在标书中应有环境保护内容，中标后合同中应有实施环保措施的条款。

建设单位、施工单位必须将环保工程的施工纳入项目的施工计划，保证其建设进度和资金落实，并将环保工程进度情况报告环境保护部门。在工程建设过程中，施工监理中要包括环境监理内容，按有关法律法规和规定的要求，做好施工期间的环境监理工作。

项目运行期，工程运行管理单位应根据环境管理计划，落实运行期的环保措施。

(3) 监督机构

黄埔区环境保护行政主管部门和水行政主管部门对工程建设和运营过程中环保、水保措施的落实情况给予具体的监督和指导。

10.5.2 施工期的环境管理

为有效地控制工程施工期间的环境污染，项目在建设施工阶段，要对施工的文明程度、环境影响减缓措施的落实情况，以及环境保护方面合同条款的执行情况进行监督检查。

(1) 建设单位在工程总体发包时要把施工期环境保护措施列入合同文本，要求施工单位严格执行，并实行奖惩制度。

(2) 施工单位应遵照工程合同的要求，按照国家和地方政府制订的各项环保、环卫法规组织施工，并按环评报告书建议的各项环境保护措施和建议，做到文明施

工、保护环境。

(3) 委托具有相应资质的监理单位设专职环境保护监理工程师，监督施工单位落实各项施工期环境保护措施。

(4) 施工单位应在各施工场地配专（兼）职环境管理人员，负责各类污染源的现场控制与管理。尤其对高噪声、高振动施工设备应严格控制其施工时间。

(5) 做好宣传工作。由于技术条件和施工环境的限制，即使采取了相应的控制措施，施工时带来的环境污染仍是避免不了的。因此要向项目附近受影响区域的居民做好宣传工作，以提高人们对不利影响的心理承受力，取得理解，克服暂时困难，以便项目顺利地完成。

在做好环境管理的同时，也要重点做好施工期间的环境监理工作，把施工期间对周围环境及居民的影响降低到最小限度。项目施工期环境保护管理、监理的主要内容见表 10.5-1。

表 10.5-1 施工期环境管理及监督主要内容

对象	防治措施	环境监理
施工扬尘	施工场地车辆出入口设置车辆冲洗及沉淀设施；	环境管理部门定期检查
	对施工场地及进出口定期洒水抑尘；	
	对回填土方进行压实处理；	
	建筑工地按有关规定进行围挡	
施工噪声	将投标方的低噪声施工设备和技术作为中标内容；	环保监理单位对夜间施工噪声进行监督检查，违反相关的环境噪声污染防治条例，应进行处罚并整改。
	施工单位开工 15 日前，携带施工资料等到当地环保部门申报《建设施工环保审批表》，经批准后方可施工；	
	禁止在 12:00-14:00、22:00-6:00 进行产生噪声污染的施工作业；	
施工废水	施工机械冲洗废水经处理后回用于施工场地，不外排	环境管理部门定期检查
	生活污水经预处理后排入市政污水管网	
	避免在雨季进行基础开挖施工。	
固体废物	建筑垃圾及弃渣及时清运，不能长期堆存，车辆用毡布遮盖，防止沿途散落，危险废物委托有资质单位及时处置，生活垃圾交由环卫部门清运处理。	环境管理部门定期检查，违反相关余泥渣土排放管理办法及环境卫生管理规定，应进行处罚。

10.5.3 环境保护措施实施保障措施

根据建设项目“三同时”制度，本项目环境保护措施的实施应纳入整个工程建设中去。为保证措施实施时的组织领导、技术、监督管理和资金保障等方面拟订了基本方案，供建设单位参考。

（1）组织领导措施

本项目的环境保护工作由建设单位统一组织领导，对防治责任范围的环境保护实行全面负责。成立专门管理机构，配备专业专职人员，并组织相应人员培训，强化环境保护意识，明确项目建设中环境保护的防治责任和义务，将环境保护与项目建设等同对待；建立健全专门的管理办法和检查制度。

（2）监督管理措施

环境保护实施监督机制是环境保护措施真正落到实处的有力保证，建设单位应委托有监测资质的监测单位按环境保护施工和监测计划，对环境保护措施的施工进度进行检查，对环境保护工程项目组织进行竣工验收。

（3）技术保证措施

安排相应环境保护专项设计工作，编制详细的施工进度和环境监测计划。建议将环境保护工作作为技术条款纳入招标文件中，明确施工单位的环境污染防治责任和义务。

（4）资金保证措施

本项目环境保护需要的资金应按照环境保护专项文件要求，实施计划逐年、逐项安排落实，保障各项环境保护措施需要的资金落实到位。

10.5.4 环境监测规划

为掌握施工时段施工区的环境质量状况及污染物排放影响情况，必须对施工过程中的各种环境保护措施的实施情况进行定期监测，监测的环境因子主要包括水、大气、噪声等。环境监测必须委托有监测资质的单位进行。

（1）地表水水质监测

监测方法：根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）、《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ 2.3-2018）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）规定的方法进行水质监测和分析。

监测点及监测断面布设：施工期生产废水、生活污水排放口、下游施工边界各设置 1 个监测断面。

水质监测项目如下：

河道水质：水温、pH、DO、COD、BOD₅、SS、NH₃-N、TN、TP、阴离子表面活性剂、挥发酚、石油类、粪大肠菌群；

生活污水：水温、pH、DO、COD、BOD5、SS、NH3-N、TN、TP、阴离子表面活性剂、挥发酚、石油类、粪大肠菌群；

生产废水：pH、SS、石油类。

监测频率：每季度监测一次，每次连续两天。

（2）环境空气

监测方法：根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ 2.2-2018）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）和《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T 194-2005）规定的方法进行监测和分析。

监测点布设：根据施工进度，各个施工工区、周边邻近敏感点各设置 1 个监测点。

监测项目：施工工区选取 TSP 为监测项目；周边邻近敏感点监测项目为：PM10、臭气浓度。TSP。

监测频率：每季度监测一次，每次连续两天。

（3）噪声监测

监测方法：根据《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ 2.4-2021）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）和《建筑施工场界噪声测量方法》（GB 12524-90）规定的方法进行声环境质量监测和分析。

监测点布设：选取施工营地边界处各设 1 个监测点；周边邻近敏感点各设置 1 个监测点

监测项目：等效连续 A 声级。

监测频率：每季度监测一次，每次连续两昼夜。

（4）人群健康监测

为了检测施工建设人员可能发生的疾病传播，在施工 3 个月后对施工人员进行流行病学的抽样检查，检疫内容为肠道传染病、呼吸道传染病及其它传染性疾病，每年按施工人员的 10%比例抽检，施工期内人群健康监测人数 15~20 人。

10.6 环境评价结论

10.6.1 水环境影响评价结论

（1）施工期水环境影响评价结论

1) 施工期对河道水文情势的影响：本工程施工工期约为 21 个月，涉水施工作

业较短，且项目主要选择在枯水期进行施工，因此施工期对于河道水文情势的影响是短暂的，随着项目建设投入运行，原河道水文情势的变化将得以恢复。

2) 施工期涉水工程对水环境的影响：涉水施工作业时产生的悬浮物在水流的作用下，粒径及密度较小的颗粒物将悬浮于水体成为污染物，会造成围堰、清淤作业点附近河道水体中 SS 浓度局部性、暂时性增高，但是作业结束后这一不利影响也将随之消失，时间和空间范围影响均是有限的。

3) 施工生活污水、施工废水环境影响结论：

项目附近大部分区域的截污管网已经敷设完成，施工过程中应尽可能利用周边截污管网已完成或有农村污水处理设施的区域作为施工营地，减少施工期生活污水的影响。施工过程中无条件租用已建成截污管网区域的可采用生态移动厕所、隔油池、防护池处置可以达到《水污染排放限值》（DB44/26-2001）第二类污染物第二时段二级标准后排入附近农田沟渠，禁止直接排入水中。同时施工期要加强管理，严控施工人员生活污水对地表水的影响。

施工过程的机械设备清洗废水经隔油、沉淀等处理后全部回用不外排；基坑废水经收集沉淀处理后，上清液排入河流，不会增加污染负荷。同时基坑排水污染物简单、污水量相对较小，且一般不会持续排放，随着围堰施工结束，基坑排水对地表水环境影响将随之而结束。

因此，施工人员产生的生活污水和施工废水不会对周围水体产生影响。

(2) 运行期水环境影响结论

项目运营为巡检制度，不产生管理人员生活污水；同时项目对地下水水位影响很小；运行期不产生污染物，不会影响地下水及地表水体水质。

综合以上分析，本工程属于防洪排涝综合整治工程，项目运行期不产生水环境污染，通过河涌清淤工程的建设，可以从源头上削减污染物的排放量，工程的建设有利于提高水体水质，改善水生生态环境质量，对周边的地表水水环境产生正面影响。

10.6.2 大气环境影响评价结论

(1) 施工期大气环境影响结论

工程建设过程中，将进行大量的土石方挖填，建筑材料运输及装卸、堆存等作业工作。该工程施工期主要环境空气污染物是 TSP，其次为动力机械排出的尾气污

染物，其中，尤以 TSP 对周围环境影响较为突出。在采取适当措施后，包括采取洒水湿法抑尘、冲洗出场车辆以免污染城区、对机动车运输过程严加防范，以防洒漏，加强施工管理，合理安排施工时间等，本项目施工期对大气环境影响较小。而且随着施工期的结束其影响也随之消失。

(2) 运行期大气环境影响结论

本项目建成后提高生态韧性，在运行期基本无空气污染，因此运行期无不利大气环境影响。

10.6.3 声环境影响预测与评价结论

项目在施工期会对周围产生一定噪声影响，根据施工期声环境影响预测评价，若不对本工程施工噪声采取一系列有效措施进行防治，则施工高噪声源排放噪声将会对施工场地周围的声环境质量产生影响。根据其它同类型项目经验表明，只要加强管理并采取一系列有效措施对本项目施工噪声进行有效防治，则本项目产生的施工噪声是可以得到有效控制的，而且不会对施工场地周边区域声环境质量产生明显不良影响。

10.6.4 固体废物环境影响评价结论

(1) 施工期

项目施工方必须严格执行《广州市建筑废弃物管理条例》，应当依法向建筑废弃物管理机构申请办理《广州市建筑废弃物处置证》。施工单位在产生建筑垃圾后，应确保其得到妥善处置，并在其运输、处置等各环节实现全程管理。

另外，外购土方填方需满足相关用土要求，尤其是涉水部分，不得选用含重金属或者受污染的土方，避免影响周边河湖水质。

施工生活垃圾集中收集，定期由环卫部门统一清运，危险废物交有资质单位处置，项目各类固废只要加强施工管理，不会对环境造成明显影响。

(2) 运行期

本项目运营为巡检制度，不产生管理人员生活垃圾；不会对周围环境造成明显影响。

10.6.5 生态环境影响结论

本项目周边未发现濒危、珍稀和其他受保护的动植物群落种类，施工期可能会

对施工工区周边的一些常见植被群落造成破坏，但施工结束后通过采取植被恢复措施可以恢复临时占地等的原有生态环境，工程施工对陆生生态环境的不利影响是短期和局部的。

项目建设后，土地利用类型发生一定的变化，一些坑塘转变为水域、水工构筑物及人工绿化带，不会对区域生态完整性构成影响，并一定程度上弥补了工程建设造成的林草植被损失。同时，在植物配置上强调生态功能更好的乔灌木复合搭配，因而对陆生植物影响较小。

项目所处区域为人类经济活动强烈区域，野生珍稀动物基本已绝迹，大型兽类活动较少，多为昆虫类、鼠类、蛇类和飞禽类等常见的小型动物，项目实施对周围动植物的生境条件影响甚微，因此对区域的动物种群结构基本无影响。

项目施工时可造成附近水体的扰动，使水中的悬浮物增加，降低了局部水体水质，必然会影响浮游生物的生长，使浮游生物数量减少，但对其种类和类型组成的影响不大，且是暂时性的，随着施工期的结束而自行消失。

本项目建成后有助于提高水体自净能力，构建良好的水廊道生态系统，使整治工程流域的水生生态系统趋向于稳定，对水生生物环境及生态环境产生有益影响。

根据同类别项目，本项目完成后，由于生态系统的恢复，减少了流域两岸的水土流失量，地表水水质得到改善，浮游动物和藻类的种类和数量将发生一定的变化，有利于此河段内鱼类的生存与繁衍，对水域生态环境的影响是正面的。

10.6.6 综合结论

本项目的建设具有显著的环保效益、社会效益。不利影响主要是施工对生态环境、水环境、大气环境、声环境、社会环境等的影响，依据本阶段的现状调查工作，采取相应环境保护措施后各种不利影响均得到预防和较大程度减缓，从环境保护角度总体认为，本项目建设不存在制约性的环境影响因素，项目建设是可行的。

10.7 施工期环境保护投资估算

依据《水利水电工程环境保护设计概（估）算编制规定》、《工程勘测设计收费标准》（计价格[2002]10号文）、《广东省水利水电建筑工程概算定额》（粤水基[2006]2号）及环境监测等相关标准计算环境保护投资。工程环境保护投资估算46.58万元。

11 水土保持

11.1 概述

本项目位于广州市黄埔区，包括乌涌干流广园快速至广汕二路段和三岸涌。

本工程主要通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三岸涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。

11.2 主体工程水土保持评价

11.2.1 制约性因素分析与评价

（1）工程选址避开泥石流易发区、崩塌滑坡危险区及易引起严重水土流失和生态恶化的地区。

（2）选线不通过国家水土保持长期观测站，不占用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。

（3）项目选线不涉及生态红线、生态脆弱区、固定半固定风沙区、国家和省级划定的水土流失重点预防保护区和重点治理成果区，最大限度的保护现有土地和植被的水土保持功能。

（4）施工道路控制在规定范围内，减小施工扰动范围，采取拦挡、排水等措施，临时道路在施工结束后进行迹地恢复。

（5）工程弃渣要考虑尽量综合利用，减少弃渣堆置；弃渣场、临时堆土场设置不涉及河道，不影响周边公共设施、工业企业和居民点等的安全，不在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域。

（6）工程施工对地表扰动、植被破坏、损坏水土保持设施等，可经采取工程措施、植物措施和临时措施防止和减缓水土流失，不存在不可恢复性的水土流失重大影响因素。

根据《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）、《广东省实施《中华人民共和国水土保持法》办法》、《生产建设项目水土保持技术标准》

（GB 50433-2018），本工程在选址（线）方面满足法律法规、规范标准的约束性规定，不存在水土保持制约因素。本项目主体工程设计较为科学地考虑了水土保持和生态保护的要求，为有效防治水土流失创造了条件。从水土保持方面考虑，不存

在制约项目的重大影响因素，项目是可行的。

11.2.2 施工组织水土保持分析与评价

(1) 土石方平衡

本工程土石方主要有：清淤、清表、土方开挖、土方填筑等。注重土方合理调配，通过土石方尽量在各分区内部调运，减少运距，避免沿路造成水土流失。工程项目所需的填筑土料，可以利用开挖土方。多余的开挖土方均运至指定规划弃土场。

(2) 施工场地、施工道路及施工时序安排

本工程施工活动严格控制在设计的施工道路、施工场地内，在施工过程中合理安排施工，减少开挖量和废弃量，防止重复开挖和弃渣多次倒运，合理安排施工进度和时序，减少施工过程中因降水等水土流失影响因素可能产生的水土流失。施工开挖、填筑、堆置等裸露面，采取临时拦挡、排水、沉沙池覆盖等措施。土石方在运输过程中采取密封措施，防治沿途散溢。施工交通充分利用现有道路，减少施工便道的修筑，从水土保持角度考虑，施工组织是基本合理的。

11.3 水土流失防治责任范围及防治分区

根据《生产建设项目水土保持技术标准》，项目水土流失防治的责任范围包括永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域。

根据项目区地理位置、工程布局 and 施工特点，以及项目区内地形、地貌等自然条件，并结合现场查勘等界定本项目水土流失防治的责任范围。水土流失防治责任范围面积约 0.51hm²。

表 11.3-1 水土流失防治责任范围统计表 (单位: hm²)

序号	项目建设区	面积	备注
1	主体工程区	0.24	
2	临时工区	0.27	施工营造区
3	合计	0.51	

11.4 水土流失影响分析与预测

水土流失预测范围应为项目水土流失防治责任范围，预测单元应为工程建设扰动地表的时段、扰动形式总体相同，且扰动强度和特点大体一致的区域。根据以上要求，结合项目区自然概况、工程布局以及施工特点，本工程水土流失预测范围为主体工程区和施工临时工区。

11.5 水土流失防治标准和总体布局

11.5.1 水土流失防治目标

根据本工程的建设特点、工程区环境现状等，明确本工程水土流失防治的基本目标为：

- (1) 项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；
- (2) 项目建设区内各项水土保持设施安全有效；
- (3) 项目建设区内水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复；
- (4) 各项水土流失防治指标达到《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）的要求。

项目区属于南方红壤区，同时位于广州市黄埔区，属于水土流失重点治理区，故本工程水土流失防治执行南方红壤区一级标准。渣土防护率和林草覆盖率可提高 1%~2%，本次取 2%；项目区所在区域以轻度侵蚀为主，土壤流失控制比按不小于 1 修正；相应的六项防治指标值详见下表。

表 11.5-1 水土流失防治指标值一览表

防治标准 分类指标	一级标准		修正		采用标准	
	施工期	设计水平年	区域修正	侵蚀强度修正	施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	—	98			—	98
土壤流失控制比	—	0.90		+0.10	—	1.0
渣土防护率 (%)	95	97	+2		95	99
表土保护率 (%)	92	92			92	92
林草植被恢复率 (%)	—	98			—	98
林草覆盖率 (%)	—	25	+2		—	27

11.5.2 水土流失防治分区

根据主体工程布局、施工工艺特点及造成水土流失的主导因子相近或相似的原则划分水土流失防治分区，本工程水土流失防治分区划分为：主体工程区和施工临时工区。

11.5.3 水土流失防治总体布局 and 措施体系

根据水土保持技术规范，水土流失防治措施总体布局应遵循“预防为主、保护

优先、全面规划、综合防治、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的方针，按照预防和治理相结合的原则，坚持局部和整体防治、单项措施与综合防治相协调、兼顾生态效益和经济效益，按水土流失分区进行措施布置。

11.6 弃渣场设计

工程项目所需的填筑土料，部分利用开挖土方。本工程不单独设置弃渣场，多余的开挖土方均运至规划弃渣场，弃渣场水土保持防治由相关部门负责，在本工程施工开挖、转运与堆存过程中注意做好水土流失防治措施。

11.7 表土保护与利用设计

（1）表土分布范围

表土剥离区域的划定首先应视工程占地的性质而定，永久占地内的表土优先剥离，临时占地范围内扰动深度小于 20cm，可不进行表土剥。结合测量资料、现场查勘以及地勘资料进行分析，主体工程已考虑清表和回覆，临时占地区域表土主要分布在主体工程区和施工临时工区等。

（2）表土剥离深度

表土剥离对拟损毁的耕地、草地等的表土剥离出来用于原地或异地土地复垦、土壤改良、植被恢复等用途。表土层有机质质量分数随厚度的增加而减少，根据土壤剖面结构和土壤熟化程度，表土剥离厚度一般为 20~80cm。对于不同水土流失类型区，南方红壤丘陵区一般为 30~50cm。本次耕地表土剥离厚度取 30cm，园地和林地表土剥离厚度取 20cm。

（3）表土需求与用量分析

剥离的表土可用于土壤改良、植被恢复等方面，占用耕地的表土一般用于土地复耕，保证耕地的占补平衡；占用林地的表土，一般可收集自用，作为后期绿化或植被恢复覆土。覆土厚度按不同地区及土地利用方向等因素确定，一般来讲，南方红壤丘陵区农地为 30~60cm，林地 ≥ 40 cm，草地 ≥ 20 cm。

（4）表土剥离与堆存

表土堆放不得影响周边公共设施、工业企业、居民点等的安全，涉及河道的，应符合治涝规划及防洪行洪规定。在保证安全和符合规定的基础上，堆土场的选址应按照就近原则，选在剥离区附近交通便利的地方。该工程根据堆土量要求就近临时设置独立表土堆放点，尽量随挖随填。施工转运过程中注意封闭保存，避免表土

撒溢。表土储存期内，雨水侵蚀和自然沉降会导致松散的表土养分流失和土壤结构变化，暴雨来临可能会引发水土流失甚至滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害，应当采取排水及苫盖等措施保护。

（5）表土利用与保护

在表土分布与可利用量分析和表土需求与用量的基础上，本方案通过分区调配，可实现表土剥离量和回覆量平衡。本方案对剥离的表土采取临时排水及苫盖等防护措施。在施工结束后，采取植被恢复和土地整治措施，尽快恢复植被。

11.8 水土保持工程设计

11.8.1 主体工程区

主体设计已考虑表土剥离、表土回覆、土地整治、生态护坡等，本次补充施工过程中的临时排水、沉沙、苫盖等措施。

在开挖基坑等建筑物两侧沿线布设临时排水沟，排水沟为梯形断面，底宽 0.3m，深 0.3m，边坡 1:0.5。在排水沟末端设置简易沉沙池。对于闸泵等建筑物施工作业面，为防止水土流失的发生，采取密目网苫盖，密目网考虑重复利用。

11.8.2 施工临时工区

主体工程设计已考虑工程占地范围内的表土剥离以及回覆，为防治水土流失，同时使土地恢复到可开发利用状态，本次需要新增施工过程中的临时排水、沉沙以及施工结束后的土地整治和植草复绿措施。

施工前沿施工布置区四周需设置排水设施，排水沟与周边水系相连，排水沟为梯形断面：底宽 0.3m，深 0.3m，边坡 1:0.5。在临时排水口末端设置沉沙池。

根据工程实际情况，施工结束后施工布置区需要土地整治；对施工临时占地采用撒播草籽防护，撒播狗牙根草籽 20.8kg（按 40kg/hm² 计）。为防止水土流失，对施工过程中的临时堆土采取临时苫盖，密目网考虑重复利用。

表 11.8-1 新增水土流失防治措施工程量汇总表

项目	措施	措施内容		单位	数量
主体工程区	临时措施	尼龙袋土挡墙		m3	1200
		排水沟、沉砂池土方	开挖	m3	393.3
			回填	m3	145.8
		砌砖		m3	121.5

项目	措施	措施内容		单位	数量
施工临时工区	植物措施	土地平整		m2	1600
		撒草籽（狗牙根）		m2	1600
	临时措施	排水沟、沉砂池土方	开挖	m3	262.2
			回填	m3	97.2
		砌砖		m3	81.0

11.8.3 水土保持实施进度安排

水土保持工程施工总进度原则上与主体工程同步进行，同时开工，同时完成。进度安排应符合下列规定：

1) 应遵循“三同时”制度，以水土保持分区措施布设、施工的季节性、施工顺序、措施保证、工程质量和施工安全，分期实施，合理安排，保证水土保持工程施工的组织性、计划性、有序性以及资金、材料和机械设备等资源的有效配置，确保工程按期完成。

2) 分期实施应与主体工程相协调、相一致，根据工程量组织劳动力，使其相互协调，避免窝工浪费。

3) 应先工程措施再植物措施，工程措施应安排在非主汛期。植物措施应以春季、秋季为主。施工建设中，应按“先拦后弃”的原则，先期安排水土保持措施的实施。结合四季自然特点和工程建设特点及水土流失类型，在适宜的季节进行相应得措施布设。

11.9 水土保持监测与工程管理

11.9.1 水土保持监测

(1) 监测时段

项目水土保持监测从施工准备期开始至设计水平年末结束。监测时段总计 24 个月。

(2) 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），结合本项目的水土流失与防治特点，本项目监测内容主要包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。水土保持监测的重点内容主要包括：项目区本底值情况、扰动土地情况、水土流失情况、水土保持措施等。

(3) 监测方法

水土保持监测采用调查、巡查监测法、地面观测法等。对扰动土地面积、土石方量、水土保持措施实施情况等以实地测量为主，并根据项目施工现场条件布设监测样区、测钎监测点等，开展水土流失量的监测。

（4）监测频次

工程开工前监测 1 次，掌握侵蚀模数背景值。

施工期：监测正在实施的水土保持措施建设情况等，每 10 天监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等每月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等每 3 个月监测记录 1 次。遇暴雨（降雨强度大于 50mm/h 或一次降雨大于 100mm）等情况应及时加测。水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

自然恢复期：施工结束初期 2 年对水土保持措施实施效果进行调查，共监测 4 次，即雨季、非雨季各监测 1 次。

（5）监测点位

监测点布设要按照代表性、方便性、少受干扰的原则，能够反映项目所在区域的水土流失特征，与项目构成和工程施工特性相适应，并且根据监测重点布设，监测点相对稳定，满足持续监测要求。河道工程区、建筑物工程区、施工布置区以及施工道路区各设置 1 个监测点，共布置 4 个监测点，监测各施工区域不同阶段的扰动土地情况、水土流失情况、水土保持措施等。

（6）监测成果

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018），监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表（册）、影像资料等。

11.9.2 水土保持管理

11.9.2.1 水土保持管理机构

建设单位组织设计、施工、监理和监测等单位成立领导小组，负责水土保持工作的组织领导。

11.9.2.2 建设期和运行期管理要求

（1）建设期

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报经水行政主管部门批准

后，由建设单位成立专职机构进行管理、负责组织实施，协调本方案与主体工程的关系，保证各项水土保持设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保[2019]160号）的要求，凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。该工程属于征占地面积在20公顷以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师。

水土保持工程的施工将实行招投标制，承担主体工程施工和水土保持工程的施工单位必须具有熟悉水土保持业务的技术人员。

从施工准备期开始，落实和开展水土保持监测工作，水土保持监测工作建设单位可自行监测或委托其他机构进行，按批复后的水土保持方案中的监测要求和有关监测技术规范编制监测实施方案并实施。

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保[2019]160号）的要求，生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展水土保持初步设计和施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。方案经水行政主管部门批复后，应将本方案制定的防治措施内容和投资纳入初步设计或施工图当中。

建设单位按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保[2017]365号文）、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保[2019]172号）的要求，自主开展水土保持设施验收工作，水土保持设施验收合格后，方可通过竣工验收和投产使用。

（2）运行期

工程运行期管理主要包括：水土保持管理机构和管理人员设置方案、运行管理的任务、运行管理设施与设备、管理费用。

项目管理单位应负责对工程范围的水土保持设施进行管护与维修。水土保持植物措施应适时抚育管理，提高成活率、保存率及植被覆盖率。幼林地应树立警示牌，防止人畜破坏，禁止铲草皮、耙枯枝落叶及其他不利于林木生长和损坏整地工程的活动。工程管理设施主要有用电电源及备用电源、生产生活供水设施等，与主体工程结合，统一考虑，能够满足水土保持工程的运行管理要求。

11.10 水土保持投资估算

主要依据《广东省水利厅关于发布我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的通知》（粤水建管[2017]37 号）编制水土保持投资概算。

本工程水土保持总投资 68.14 万元，详见表 11.10-1。

表 11.10-1 新增水土保持工程总概算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
一	第二部分 植物措施			0.36		0.36
1	一 植物措施			0.36		0.36
二	第三部分 监测措施	10.5				10.5
1	二 设备及安装	10.5				10.5
三	第四部分 施工临时工程	36.26				36.26
1	一 临时防护工程	36.26				36.26
2	其他临时工程费					
四	第五部分 独立费用				17.77	17.77
1	建设单位管理费					
2	招标业务费					
3	经济技术咨询费				10.	10.
4	工程建设监理费				0.94	0.94
5	工程造价咨询服务费				0.47	0.47
6	科研勘测设计费				6.36	6.36
I	一至五部分合计	46.76		0.36	17.77	64.89
II	基本预备费					3.24
III	价差预备费					
IV	水土保持设施补偿费					
	静态投资(I+II+IV)					68.14
	总投资(I+II+III+IV)					68.14

12 劳动安全与工业卫生

12.1 危险与有害因素分析

12.1.1 法律法规、主要技术标准和相关文件

12.1.1.1 国家法律、法规

- (1) 《中华人民共和国安全生产法》（2002 年中华人民共和国主席令第 70 号）；
- (2) 《中华人民共和国劳动法》（1994 年中华人民共和国主席令第 28 号）；
- (3) 《中华人民共和国职业病防治法》（2001 年中华人民共和国主席令第 60 号）；
- (4) 《中华人民共和国电力法》（1995 年中华人民共和国主席令第 60 号）；
- (5) 《中华人民共和国防洪法》（1997 年中华人民共和国主席令第 88 号）；
- (6) 《中华人民共和国防震减灾法》（1997 年中华人民共和国主席令第 94 号）；
- (7) 《特种设备安全监察条例》（2003 年中华人民共和国国务院令 373 号）；
- (8) 《建设工程安全生产管理条例》（2003 年中华人民共和国国务院令第 393 号）；
- (9) 《地质灾害防治条例》（2003 年中华人民共和国国务院令第 394 号）；
- (10) 《女职工劳动保护规定》1988 年中华人民共和国国务院令第 9 号）；
- (11) 《电力行业劳动环境检测监督管理规定》电综(1998)126 号；
- (12) 《电力监管条例》（国务院第 432 号令）。

12.1.1.2 国家、行业主管部门有关规定

- (1) “国家发展改革委员会、国家安全生产监督管理局关于加强建设项目安全设施‘三同时’工作的通知”（国家发展改革委员会、国家安全生产监督管理局发改投资[2003]1346 号）；
- (2) 水电规[1997]0014 号文附件“水利水电工程可行性研究报告（同等初步设计）《劳动安全与工业卫生》篇的组成和内容”；
- (3) “关于印发《水电工程验收管理暂行规定》的通知”（原国家经济贸易委员会国经贸电力[1999]72 号文）。

12.1.2 设计的任务和目的

为了贯彻“安全第一，预防为主”的方针，本工程遵照水利部、电力工业部、劳动部联合颁布的《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB 50706-2011)，并结合本工程的特点和具体情况，阐述了对工程投入生产后，在生产劳动过程中可能直接危及劳动者人身安全和身体健康的各种因素，并采取了符合规范要求和工程实际的具体防护措施。做到工程投产后，保障劳动者在劳动中的安全与健康的要求。同时，根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB 50706-2011)有关规定，在下阶段工作中对工程所需的设备和材料，做好选用工作。

12.1.3 工程设计概况

本工程通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三戽涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。

主要工程措施如下：

- (1) 乌涌干流河床平整 10.15km。
- (2) 乌涌干流堤岸加固 1.90km。
- (3) 乌涌干流改建气盾闸 3 座。
- (4) 乌涌干流新建跌水 3 座。
- (5) 新建三戽涌泵闸 1 座。

12.1.4 工程建设和运行中的不安全因素及危害程度

本工程建设和运行中可能存在有易燃、易爆、坠落、机械与车辆伤害、电磁辐射危害、粉尘、噪声、振动等危害。根据劳动安全与工业卫生预评价事故后果严重程度，将危险划分为 I、II、III、IV 四个等级，分别是安全的、临界的、危险的和灾难的。本工程等级定位如下：

(1) 本工程易燃的部位有各工区材料仓库。由于材料仓库内各种施工材料，其中的易燃物品及汽油柴油等，当气温过热或焊接电弧等明火操作不当，可能会引起燃烧；根据工程的实际情况，按照劳动安全与工业卫生预评价事故后果严重程度划分等级定位为 I 级。

(2) 坠落伤害主要发生在起重设备运行时发生的坠落伤害事故；根据工程的实际情况，按照劳动安全与工业卫生预评价事故后果严重程度划分等级定位为 I

级。

(3) 可能产生电磁辐射的场所为局部河段沿河临近当地变电站，变电站内布置有避雷器、电压互感器、出线构架等 110kV 出线设备，对地面静电感应场强。按照劳动安全与工业卫生预评价事故后果严重程度，此工作区划分等级定位为 I 级。

(4) 振动的部位主要在支护工程施工，由于支护打桩等而引起的微弱振动；根据工程的实际情况，按照劳动安全与工业卫生预评价事故后果严重程度划分等级定位为 I 级。

12.1.5 建筑物布置中的不安全因素及危害程度

主要建筑物的事故，可能会引发水灾、影响电力生产安全发电及电网安全运行，造成人员财产重大伤亡损失，甚至对国民经济社会发展带来严重后果，因此必须给以重视，根据分析，其重要危险、有害因素主要有如下几点：

(1) 不良工程地质问题，如地基不均匀沉降造成的结构破坏等；

(2) 水工建筑物结构损坏、失事等；

根据以上重要危险及有害因素，本次设计都做了相应对策。

(1) 根据地质资料，主要工程地质问题为深厚软土地区地基不均匀沉降问题，本工程已采取相应的地基处理措施。

(2) 有关建筑设施等均已采取必要的工程设计措施，包括设置必要的安全监测系统，可以防范工程损坏、影响安全的事故发生；特别是对于主体工程，只要施工质量符合设计要求，有正常良好的运行条件和维护，就可以杜绝灾害事故的发生，确保安全。

12.1.6 施工不安全因素及危害程度

水利工程施工存在很多较大的安全及卫生隐患，根据分析本工程施工主要涉及以下问题：

(1) 需跨汛期施工，其洪水季节存在洪水侵袭施工安全及卫生问题，如处理不当，将会造成人身及财产损失；

(2) 工程涉及基坑开挖，基坑存在垮塌和滑坡的风险，如处理不当，将会造成人身伤亡事件；

(3) 工程施工需要许多大型机械设施，其使用存在架设及使用期间的安全问

题，如处理不当，将会造成人身伤亡事件；

（4）工程涉及悬空大体积混凝土立模、扎筋、混凝土浇筑施工安全问题等一系列的安全卫生问题，如处理不当，将会造成人身伤亡事件。

（5）施工现场存在各种电气设备，存在防雷、防电气伤害的问题，如使用或处理不当，将会造成人员伤亡事件。

12.2 劳动安全措施

本工程的劳动安全问题主要是防机械伤害、防电气伤害、防坠落伤害、防气流伤害、防洪防淹、防雷击、防火灾防爆炸伤害等，本次设计对以上存在的安全问题均已采取了预防性措施。

12.2.1 防机械伤害

工程的防机械伤害设计，应符合现行国家标准《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》（GB / T 8196）、《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083）、《生产过程安全卫生要求总则》（GB 12801）和《起重机械安全规程第 1 部分：总则》（GB 6067.1）等的有关规定。

机械上外露的开式齿轮、联轴器、传动轴、链轮、链条、传动带、皮带轮等易伤人的活动零部件，宜装设防护罩或设置安全运行区。

轨道式机械设备应装有行车声光警示信号装置。设备最大外缘与建筑物墙柱之间经常有人通行时，净距应大于 0.8m。

12.2.2 防电气伤害

为防止运行人员操作维护中发生触电事故，保证运行人员的安全，厂区内配电装置的安全净距均按《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB 50060）、《高压配电装置设计技术规程》（SD J5）的要求设计。

（1）对于有可能触电危险的部位，为增加运行安全感，装设保护网，为提高发电机主回路母线的防护等级，采用了高压共箱式封闭母线。

（2）控制屏、保护屏的控制电源优先采用开关电源。

（3）对于误操作可能带来人身触电和伤害事故的设备，在电气回路上应设置电气联锁装置和机械联锁装置。对高压开关柜选用具有防带负荷分合隔离开关；防误分、合断路器；防带电挂地线，合接地开关；防带地线合隔离开关和断路器；防

误入带电间隔的五防功能。

(4) 本工程任何地方的照明器当安装高度低于 2.4m 时，应设防止触电的防护罩或其它措施。

12.2.3 防坠落伤害

本阶段根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》结合本工程特点，进行防机械伤害、防坠落伤害设计。

(1) 机械设备安全防护距离、防护屏和设备本体的安全对人身安全极其重要，因而，应符合《生产设备安全卫生设计总则》(GB 5083)、《机械防护安全距离》(GB 12295)、《机械设备防护罩安全要求》(GB 8196)、《防护屏安全要求》(GB 8197) 有关标准的规定。

(2) 临河部位等易发生坠落的地方，应设固定或活动式栏杆。

(3) 简易机修车间内机床的布置方式考虑不使零件或切屑物甩出伤人，机床之间以及与墙、柱之间的净距大于 0.8m，机床的朝向应有利于采光，使操作人员不受眩光的影响。

(4) 楼梯、钢梯、平台均采取防滑措施，并有防护栏杆，以防止人员滑倒摔伤。

(5) 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。

(6) 施工期高空作业时，必须按照操作规程进行操作，做好安全防护措施，以免造成安全事故。

12.2.4 深基坑施工安全措施

为了确保基坑工程的顺利进行，做到安全施工、文明施工，要求在工程施工过程中采取如下的施工安全措施：

(1) 基坑开挖应根据基坑支护结构设计和截排水要求，制定详细的施工开挖方案。

(2) 基坑周边严禁超堆荷载，基坑周边 2m 外堆载不得超过 15kPa。

(3) 基坑边界周围地面应作硬地化处理并设排水沟，应避免漏水、渗水进入坑内。

(4) 基坑开挖过程中，做好挖土机械、车辆的通道布置、挖土的顺序及周围

堆土位置安排，应采取措施防止碰撞支护结构或扰动基底原状土，损坏截水帷幕。

（5）施工中机具设备停放的位置必须平稳，大、中型施工机具距坑边距离应根据设备重量、基坑支撑情况、土质情况等，经计算确定。

（6）在挖土、支撑和拆撑过程中，由专人作检查、观测，发生异常情况时，应立即停止施工，并应立即查清原因和采取措施，方能继续挖土。

（7）基坑开挖要求分层均衡开挖，层高不宜超过 1.5m。

（8）基坑开挖至坑底标高后应及时换填并全面封闭。

12.2.5 防洪防淹

本工程的防洪设计符合国家现行标准《防洪标准》（GB 50201）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252）等的有关规定。

各种孔洞、管沟、通道、电缆廊道（沟）的出口，其位置高于防洪潮设计水位。

排水系统的出水口设置在防洪潮设计水位以上。机械排水系统的排水管道管口高程低于防洪潮设计水位时，必须在排水管道上装设逆止阀。

12.2.6 防雷击

防雷装置的接地与电气和电子系统等接地共用接地装置（网）。

接地网均利用新建建筑物基础底板钢筋网格，适当布置人工接地体。利用热镀锌扁钢将两邻的地网连成整体。

建筑物外部防雷采用在屋面安装接闪带和接闪杆混合组成的接闪器，景观桥利用路灯金属灯体作为防雷接闪器，路灯的接地装置连成一体。

12.2.7 防火灾防爆炸伤害

针对本工程的具体情况，在消防设计中严格考虑防火间距、安全疏散通道、消防设备的配置、对外通道。对消防水源、设备事故排油、排烟、消防配电以及自动报警等消防措施，积极采用先进的防火技术，做到保障安全、适用方便、技术先进、经济合理。

（1）安全措施

根据规范确定出生产场所的火灾危险性类别及建筑物耐火等级，以及设备的具体布置情况，确定出消防总体方案如下：

在电气设备周围设计布置有室外普通消火栓灭火系统。在各建筑物内及电气

设备周围配置各型灭火器及砂箱、铁锹、防毒面具等消防器材。

另外，在管理、生活区设置火灾自动报警系统。在各主要通道及路口设置火灾事故照明及疏散指示标志。所有工作场所，严禁采用明火取暖。在主变场的显眼位置设防火、防爆标识牌。各控制屏、保护屏、开产关柜均自带驱潮加热装置，在任何部位严禁任何形式的明火电炉熏烤受潮电气设备。

全部值守人员和管理人员都要接受防火设备和消防设施试用的培训，学会防火设备和消防设施的使用。

专职消防人员负责防火设备及消防设施器材的管理、使用，并实行定期检查和灭火剂的更换等工作，培训和讲解有关消防知识。

接地及防静电设计：所有电气设备均可靠地引接接地，共用一套接地装置（接地网），其接地电阻控制在不大于 $0.5\ \Omega$ 。

（2）消防措施

- 1) 建立专职消防队，配备消防器材，训练人员上岗值班。
- 2) 在消防设施和器材上设置安全标志，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，确定本流域和所属各部门、岗位的消防安全责任人。
- 5) 对职工进行消防安全培训。
- 6) 保障各个疏散通道、安全出口畅通，并设置符合国家规定的消防安全疏散标志。

（3）发生火灾爆炸后的疏散抢救工作

发生火灾后，紧急广播通知在场人员进行扑救，并通知专职消防队进入事故现场。指示在场人员按指示的方向疏散避难；通知医疗卫生人员利用急救车抢救烧伤和电击伤害人员，伤情严重者送城市医院急救。

12.2.8 安全生产教育

广泛开展安全生产的宣传教育，使现场人员真正认识到安全生产的重要性，懂得安全生产、文明生产的科学知识，牢固树立安全第一的思想。企业要建立经常性的安全和培训考核制度，具体包括如下三个方面。

- （1）新工人（包括合同工、临时工、学徒工、实习和代培人员）必须事先进

行安全教育。教育内容包括安全技术知识、设备性能、操作规程、安全制度和严禁事项，并经考试合格后，方可进入操作岗位。

(2) 电工、焊工、架工、司炉工、爆破工、机操工及起重机、打桩机和各种机动车辆司机等特殊工种工作，除进行一般安全教育外，还要经过本工程的安全技术教育，经考核合格发证后，方可获准独立操作。

(3) 采用新技术、新工艺、新设备施工和调换工作岗位时，要对操作人员进行新技术和新岗位的安全教育，未经教育不得上岗操作。

12.2.9 全生产的检查、监督

除应经常进行安全检查外，还要组织定期检查、监督。企业每季、工区每月、施工队每半月组织一次检查。检查要发动群众，要有领导干部、技术干部和工作人员参加，边检查，边整改。

每次检查要有重点、有标准，要评比记分，列入本单位考核内容。

检查以自查为主，互查为辅。以查思想、查制度、查纪律、查领导、查隐患为主要内容。要结合季节特点，开展防洪、防雷电、防坍塌、防高处坠落、防煤气中毒等“五防”检查。

要制定整改计划，定人、定措施、定经费、定完成日期。在隐患没有消除前，必须采取可靠的防护措施，如有危及人身安全的紧急险情，应立即停止作业。

12.3 工业卫生措施

本工程的工业卫生问题主要是防噪声及防振动、防尘、防污染、防腐蚀、防辐射、温度湿度控制，对存在的工业卫生问题已采取了预防性措施。

12.3.1 防噪声防振动

本工程的防噪声及防振动设计遵照《工业企业噪声控制设计规范》(GB J87)的规定，结合本工程的特点，工作场所的噪声应符合《水利水电工程劳动安全与工业卫生的设计规范》(DL 5061)表 5.1.1 所列噪声 A 声级限制值的要求。

本工程主要是施工生产管理用房和作业场所，各场所噪声限制值均按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL 5061)表 5.1 的规定要求进行设计：

(1) 生产管理楼内办公室、会议室、试验室噪声限制值为 60 (dB)。

(2) 作业场所和生产设备房间噪声限制值为 85 (dB)。

(3) 设计中选用噪声和振动水平符合国家现行有关标准的设备,必要时,应对设备提出允许的限制值,或采取相应的防护措施。

在工程设计中,对噪声传播途径上采取必要的隔声措施(如空压机、风机布置在单独的室内,中控室等主要办公室设隔声门窗等)和吸声措施(主要办公室的室内装饰采用吸声材料);对运行人员配备个体防护用品——耳塞。经采取上述综合预防措施后,可有效地控制和预防生产性噪声对运行人员健康的危害。预测生产性噪声危害为 0 级,属安全作业。

除生产性噪声外,其它的危害预防措施均与通风设计有关。在通风设计中可能对引起危害的场所(油处理室)分别设置了独立的排风系统,使有害气体直接排出。对机组大修补焊时出现的电焊烟尘问题,在设计中对安装场采用了合理布局,使烟尘得到较好的排除。地下厂房局部对温、湿度可控制在允许范围内,达到规范要求。

12.3.2 防电磁辐射

为了减少电磁辐射对运行人员的伤害,计算机监控系统显示器均采用低辐射、低能耗的显示器。

通信机房和中控室的布置位置虽远离强电磁场区,在室内采取屏蔽措施。

在接触微波辐射的工作场所,对作业人员的辐射防护要求满足《作业场所微波辐射卫生标准》的规定,选用满足防护微波辐射要求的产品。

遵守辐射防护三原则(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人剂量限制值。

12.3.3 采光与照明

本工程主要是施工生产管理用房,各种工作场所天然采光照度均满足《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL 5061)表 5.3.2 的有关规定。

生产管理用房主要采用施工临时用电和辅以人工照明相结合方式,并配有事故照明电源,两系统配有切换装置,保证照明采用的连续性,各工作场采光照度按规范设置。室内采光照度最低值计算机室 150;办公室、会议室 100;配电装置室、组合电器室 50;空压机室、风机房 25。

12.3.4 通风及温度与湿度控制

作业环境不良,会使作业人员处于身体疲劳、视线不清、注意力不集中、反应

迟钝、昏昏欲睡状态，使操作失误增多，所以也是导致事故发生的危害因素。高温环境会引起中暑，长期高温作业（数年）可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍病症。工程各类工作场所的室内空气均应控制在一定的温度和湿度。

（1）办公楼、调度室等作业场所的空气质量、湿度随大气环境变化而变化，室内温度应有空调设备调节。

（2）在夏季高温环境中作业和施工时，应采取必要的遮挡日晒和防暑降温措施。连续工作时间不宜过长，要符合有关规定，要合理安排工作时间。

（3）通风方案是：均采用自然进风（进风量 10.8 万 m^3/h ）机械排风方式，中控室设计为恒湿空气调节系统。通风空调设计中严格遵守水利水电工程《劳动安全与工业卫生设计规范》（DL 5061）中的有关条款。

12.3.5 防尘、防污、附腐蚀、防毒

（1）施工过程中产生的大量粉尘，宜采取防止尘埃扩散的措施。经常检查劳动保护用品，保证其有效性。严格管理，不允许在工作场所进食、吸烟。

（2）易发生火灾的部位应设置事故排烟设备。

（3）生产生活用房的建筑装饰材料，一定要选择符合国家有关卫生标准规定的达标产品，防止散发有毒有害物质或放射性物质，危害人体健康。

12.4 安全卫生评价

本工程的选址合理，对周围建筑物的影响较小，满足安全生产要求；本工程评价中分析的问题是切合实际的，所提出的各项安全措施符合国家的有关规定、标准和规范的要求，切实执行本报告中各项安全对策措施，在运行中加强安全管理。

在进行工程设计、施工和生产运行中，要认真落实各项对策措施和建议，加强质量监督和工程管理，抓好建成后的竣工验收、试车投产和安全生产管理等环节工作，工程投产后能满足安全生产的要求。

13 节能评价

13.1 设计依据

根据国家发改委《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 2010 年第 6 号），做好固定资产投资项目（含规划，新、改、扩建）的节能评估工作，为落实科学发展观，从源头上把住能源、资源节约关，促进经济可持续发展，对本工程进行节能评估。

节能评估是根据国家有关法律、法规、标准及规定的要求，针对工程项目的具体情况，对工程项目工艺、技术、设备、综合能耗、材料的下一级资源的综合利用情况等进行评估，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。

13.1.1 相关法律法规、规划和产业政策

- （1）《中华人民共和国节约能源法》；
- （2）《中华人民共和国可再生能源法》；
- （3）《中华人民共和国电力法》；
- （4）《中华人民共和国建筑法》；
- （5）《中华人民共和国清洁生产促进法》；
- （6）国务院关于加强节能工作的决定（国发[2006]28 号）；
- （7）国家发改委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知（发改投资[2006]2787 号）；
- （8）清洁生产审核办法（国家发改委令第 38 号）；
- （9）重点用能单位节能管理办法（原国家经贸委令第 7 号）；
- （10）节能中长期专项规划（发改环资[2004]2505 号）；
- （11）《民用建筑节能管理规定》（第 143 号令）；
- （12）国家发改委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查指南（2006）的通知（发改环资[2007]21 号）；
- （13）国务院关于发布促进产业结构调整暂行规定的通知（国发[2005]40 号）；
- （14）产业结构调整指导目录（2005 年本）（国家发改委令第 40 号）；
- （15）中国节能技术政策大纲（2006 年版）；

（16）国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术（国家发改委 2005 第 65 号）。

13.1.2 主要标准、规范、规程

- （1）《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2005）；
- （2）《水利水电工程节能设计规范》（GB/T 50649-2011）；
- （3）《建筑照明设计标准》（GB 50034-2004）；
- （4）《建筑采光设计标准》（GB/T 50033-2001）；
- （5）《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T 16-92）；
- （6）《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2006）；
- （7）《机械行业节能设计规范》（JB 14-2004）；
- （8）《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019-2003）；
- （9）《空调通风系统运行管理规范》（GB 50365-2005）；
- （10）《水电水利工程施工机械选择设计导则》（DL/T 5133-2001）；
- （11）《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）；
- （12）《绿色建筑技术导则》（建科[2005]199 号）；
- （13）《工程建设标准强制性条文（电力工程部分）》（建标[2000]241）。

13.2 能耗分析

本工程主要能耗发生在施工期，施工期主要消耗能源为用于运输建筑材料等运输工具消耗的柴油、电能消耗以及用于混凝土拌和和养护用的淡水资源。项目区能源供应状况较好，施工用电由当地供电所提供或发电机供电。施工用柴油、汽油由当地市场购买。本工程施工组织设计时首先立足于国内现有的施工技术水平，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、施工强度和难度，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，最大限度的发挥各种机械设备的功效。

13.2.1 施工期能耗分析

本工程的施工建设主要消耗的能源有电能、柴油、汽油等，施工期的主要耗能项目集中在工程量较大的板桩施工、灌注桩施工、砼浇筑工程和施工辅助企业；主

要耗能设备为运输设备、挖装设备及施工工厂的机械设备。因此在施工组织设计中节能设计的重点在于选择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。为了减少因为降雨导致的施工停工造成能耗浪费，主体工程施工期尽量安排在枯水期。

13.2.2 运行期能耗分析

本工程为堤防工程，运行期主要消耗的能源为电能，工程运行期耗能主要是绿化灌溉用水。

13.3 节能措施

工程建设中，根据各建筑设施的功能，结合工程地形、地质、施工等条件，进行技术方案论证，选择合理的布局，提高资源的利用效益。按照施工营地、建设管理营地的建筑用途和所处气候条件、区域，做好建筑、采暖、通风、空调及采光照明显系统的设计，满足建筑节能标准的要求。

本工程的设计严格贯彻节能减排方针，为了最大限度减少社会资源的消耗，从工程布置和设计方面考虑，尽量采用效率较高、能耗较少的设备。从主要建筑物结构设计方面来看，本工程主要减少高耗能的建筑材料的使用。

13.3.1 施工期节能措施

本工程的填筑土料可部分利用开挖土料，变废为宝，而减少开采及运输等高耗能成本，符合循环经济、可持续发展的理念。在满足工程安全的前提下，优化方案，尽量减少工程量，节约成本和资源。设计经过方案比较，优化结构型式，减少混凝土及模板用量。材料的选择尽量考虑就近原则，减少运输产生的能耗。

根据本工程的具体情况，将节能管理纳入工程建设的全过程，还可有效地控制施工过程中的能耗。在施工组织设计中，尽量使施工设备满负荷、高效率运转；加强水、电的管理，并进行现场定额计量。施工组织设计应充分利用装配方便、可循环利用的材料，有效减少建筑垃圾。

（1）主要施工设备选型

根据本工程特点以及施工期能耗分析，本工程主要耗能设备为开挖、运输机械，在主要设备选型方面，本工程通过以下措施达到节能降耗目标。

- 1) 合理搭配机械，提高机械利用效率，减少能耗；

2) 施工中选用效率高、能源消耗低的机械设备;

3) 加强机械设备的维护检修, 使机械设备运转良好, 提高机械设备的效率。

(2) 主要施工技术和工艺选择本工程在主体工程施工过程中, 在施工技术和工艺选择上认真贯彻节能降耗要求, 在多个方面进行研究改进, 采取对策措施达到节能降耗的目标。

1) 合理安排施工进度, 减少施工相互干扰, 达到加快施工进度, 减少能源消耗的目标;

2) 混凝土浇筑中多利用钢模板板取代传统的木模板, 提高重复利用次数。

(3) 施工辅助生产系统设计场内交通结合工程永久交通布置统筹规划, 合理布线, 减少路线长度, 缩短运输距离, 减少土石方施工对交通运输带来的干扰。采用商品混凝土取代现场混凝土拌和系统。

施工期供水系统管线布置设计尽量顺直、少转弯, 缩短各管线的长度, 减少沿程、局部水头损失, 达到减小扬程节能的目的。输水管材的选择在考虑相同经济情况下, 优先选用管内壁光滑、糙率小的管材, 可降低沿程水头损失, 减小能耗。

(4) 施工营地建筑设计

本工程施工营地建筑物主要采用活动板房, 部分结合永久管理区建筑物, 有效减少浪费和重复建设, 并在建筑物建造过程中参照工业及民用建筑规范中关于节能降耗措施的要求来对营地建筑物进行设计。例如针对工程所在地冬季温和、夏季炎热的特点, 采取浅色外观、斜坡式屋顶等方法来减少热量传入; 合理设置玻璃窗户, 有效利用自然光, 减少人工照明容量; 采用节能灯具, 人员短暂停留的场所采用自熄式的节能开关等。

(5) 施工期建设管理节能措施

工程建设管理过程中, 应按照节能、节材、节水、资源综合利用的要求, 始终贯彻节能降耗设计思想, 依照节能设计标准和规定, 把能方案、节能技术和节能措施落实到技术方案、施工管理之中。

1) 管理层应充分树立节能降耗思想, 从各部门抽调精干人员组节能工程组, 负责节能管理的建章立制, 查找节能工作的薄弱环节和漏洞, 分析经济指标存在的问题。

2) 认真测算、分解施工过程中各项经济指标, 编制完成指标定额, 做到成本指标到岗, 责任落实到人。

3) 完善工效挂钩的考核机制, 利用经济杠杆调动职工抓指标、降消耗的主动性。

4) 积极探索节能降耗新思路, 开展节能降耗试点试验研究, 依靠科技手段提高施工机械设备的节能技术含量。

13.3.2 运行期节能措施

本工程为排涝体系提升工程, 除施工期对周围环境有一定影响外, 基本上不产生任何污染排放物, 所以运行期间节能的重点放在道路照明及绿化给水。

道路照明方面: 为贯彻国家节能减排的方针, 本工程灯具选用高效节能的 LED 路灯, 灯具有数字调光功能, 以达到节能效果。根据照明等级、夜间路面实时照明水平以及不同时间段的交通流量、车速、环境亮度的变化等因素, 确定相应时段需要达到的照明水平, 通过智能控制方式, 调节路面照度或亮度。深夜时道路车流量较少, 可采用关闭不超过半数灯具的方法来降低路面照明水平, 且不应同时关闭沿道路纵向相邻的两盏灯具, 以达到节能目的。

13.4 节能综合评价

通过淘汰消耗高、质量差的落后设备, 推广应用节能、降耗、节水、环保的先进技术设备、产品及施工工艺, 有利于资源节约和综合利用, 从源头杜绝能源的浪费。

本工程通过合理的施工组织, 选择合适的施工机械, 提高施工工作效率来降低了损耗, 达到了节能的效果。因此本工程的节能效果是良好的, 节能措施及方案是可行的。

14 工程管理

14.1 设计依据

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国防洪法》以及《广东省水利工程管理条例》等有关法律、法规、方针和政策，协助水行政主管部门进行水行政执法工作。

14.2 工程管理体制

14.2.1 管理单位类别及性质

本工程建成后，黄埔区水务局设施管理所负责运行管理和调度。广州市黄埔区水务设施管理所为公益一类事业单位，是黄埔区负责水务设施管理与维护的机构，承担着保障区域水务工程设施安全运行的重要职责。

14.2.2 工程管理机构、人员编制和职责

14.2.2.1 管理机构及人员编制

工程完成后运行管理期间人员编制按科学、精简、高效的原则确定，初步采用现有编制人员进行管理，不再增设编制。水闸、泵站管理应配备水工建筑专业工程师等专业人才，实现专业技术保障力量，以保证水闸的正常运转，发挥应有效益。另外，要加强职工的业务培训、安全培训，不断提高职工综合素质，坚守工作岗位，热爱本职工作。水闸、泵站运行、检修、调试人员等新职工上岗前必须经过技术培训，并取得当地劳动部门颁发的上岗证，严禁无证上岗。

14.2.2.2 工程管理职责

根据本工程的管理特点，其主要职责为：

- (1) 负责工程的运行管理；
- (2) 负责所属的生活设施、生产用地和环境美化的管理；
- (3) 拟订工程管理制度，开展各项工程的防汛抗旱、工程安全监测等工作；
- (4) 根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国防洪法》以及《广东省水利工程管理条例》等有关法律、法规、方针

和政策，协助水行政主管部门进行水行政执法工作。

14.2.2.3 员工培训需求

工程管理要上去，必须有精干的管理人员，才能管好工程使工程充分发挥应有的效益，要安排专人负责技术业务工作，要求经过市培训班的系统培训，取得上岗证书。同时积极开展科研和技术革新活动，对这方面的突出人才进行适当的表扬和奖励，以提高管理人员的素质和积极性。

14.2.2.4 管理制度

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例》及《广东省水利工程管理条例》对工程实施管理，为提高管理水平，使管理工作有章可循，需健全岗位责任制，明确规定各类工作人员的职责，并建立以下管理规章制度：（1）计划管理制度；（2）技术管理制度；（3）设备检查管理制度；（4）防汛防守制度；（5）财务及器材管理制度；（6）安全保卫制度；（7）请示报告和工作总结制度；（8）事故处理报告制度；（9）考核、评比和奖惩制度。

14.2.3 工程建设招标投标方案

工程实行招标投标制是我国规范建筑市场的一条基本措施之一，并已立有《中华人民共和国招标投标法》。对政府和国有企事业单位投资以及政府、国有企事业单位控股投资的工程，必须实行公开招标。招投标实质上是一种市场竞争行为，通过招投标可以选择最佳投标人安全、优质、低价的完成工程项目任务。

14.2.3.1 招标依据

（1）《工程建设项目项目建议书增加招标内容和核准招标事项暂行规定》（中华人民共和国国家发展计划委员会，2001年6月18日）；

（2）《中华人民共和国招标投标法》（2000年1月1日）；

（3）《必须招标的工程项目规定》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第16号，2018年3月27日）；

（4）《中华人民共和国招标投标法实施条例》（2018年）；

（5）《房屋建筑和市政基础设施工程施工招标投标管理办法》（建设部令第89号）。

14.2.3.2 招标范围

本工程前期工作中的征地拆迁、管线迁移、控制网测量等少数工程标段，考虑到由政府专业管理部门承担部分前期工作，便于整个工程进度的顺利推进等因素，可采用指定单位议标外，其他的工程勘察、设计、施工、设备及系统安装、工程监理、设备及材料采购均按照国家招投标法公开招标。

(1) 工程合同划分工程设计、土建工程施工、设备安装、系统安装、设备采购均按照国家招投标法，采用国内公开招、投标方式，选择设计、施工、监理单位和设备的生产单位。

(2) 合同标段划分的原则

1) 前期准备工作合同标段划分的原则主要按照项目、工作阶段及控制投资的原则来划分标段。

2) 设计合同的划分原则主要按照阶段划分，为保证方案统一性，建议采用勘察设计总包模式，由设计单位制定各专业技术标准、原则的统一、协调管理，同时完成涉及到系统集成、标准统一、原则的制定工作。

3) 设计监理或施工图审查合同标段的划分原则一般根据工程规模大小按地域、工法划分和按系统来划分设计监理标段，建议本工程招标由一家设计监理或施工图审查公司完成。

4) 施工前期工作合同标段的划分原则统一委托有关专业部门负责完成。

5) 施工合同标段的划分原则：

①土建施工合同标段的划分原则主要按照单位工程来划分土建施工标段，区间还需根据采用的工法、工程量的大小进行划分。

②土建施工监理合同标段的划分原则按工法、单位工程进行划分。

③机电安装施工合同标段的划分原则按系统、单位工程进行划分。

④机电安装施工监理合同标段的划分原则按系统、单位工程进行划分。

⑤设备采购合同标段的划分原则按照类型、或单机、系统集成进行合同标段划分。具体标段划分模式需根据市场调查情况选择一种对业主有利的原则进行合同标段划分。

14.2.3.3 招标方式及招标情况

工程监理、重要设备、主要材料等不宜限定地区范围。

本工程项目的勘察设计、施工、监理以及重要设备、材料采购等各项招标活动拟采用公开招标的方式进行。

14.2.4 建设管理方案

14.2.4.1 建设模式

代建制是近年出现的一种新兴工程管理方式，其实质是建设工程的专业化管理，认真实行这一工程管理方式，对推动投资项目管理方式改革，提高投资建设项目的建设管理水平和投资效益，保证工程质量，规范建筑市场秩序，具有现实意义。

所谓“代建制”是指将项目建设人与项目使用人分离，由项目出资人委托有相应资质的工程管理公司或具备相应工程管理能力的其他企业，代理投资人对项目招投标、勘察、设计、施工、采购和监理等建设全过程进行组织管理，项目竣工后交付使用人的项目建设管理方式。

“代建制项目管理模式”中，代建方受投资方的委托，对投资方投资的工程建设项目实施全过程全方位的组织管理，工程建设明确为代建方与实施方之间的精简的两者关系，投资方、代建方和实施方之间建立起责权明确的机制。这种项目管理模式提高了管理水平、投资效益和项目的抗风险能力，同时也提高了项目的社会效益和环境效益，尤其适用于大型基础设施建设项目。

14.2.4.2 管理模式优点

（1）代建制改变了以往投资人投资、建设、监管、使用多位一体的状况，有利于各自责任的落实。即业主负责投融资及工程重大事项决策方面的工作，施工、设计、监理单位负责完成建设任务，代建单位负责建设管理工作，政府部门负责监督工作。

（2）实行代建制有利于投资人监督、管理水平的提高，使投资主管部门的工作职能发生了很大转变，让投资部门从“办事”转变为“管事”，投资人将有更多的精力来从事宏观层面的监管工作。

（3）实行代建制后，克服了建设项目非专业化管理的难题，让真正具有工程项目管理的专业化人才发挥其自身优势，有利于提高工程整体的建设管理水平，使项目最大限度地发挥投资效益。

（4）代建制使项目的投资者和工程的建设者相分离，更符合国际惯例的操作，使大型基础设施建设能逐步与全国乃至国际资本市场接轨，使工程项目对招商引

资更具有吸引力，能最大程度地利用国内、国外的资本为经济建设服务，同时能推进管理理念和水平，向国际先进的管理方式靠拢，逐步达到完善和成熟。

（5）代建制使决策权和管理权相分离，又互相制衡，增加了腐败的成本和风险，在一定程度上遏制了腐败的发生，对工程建设领域的反腐倡廉工作带来了一定的好处。

（6）实行代建制，有利于完善工程建设管理竞争机制。竞争是激发活力和创新的源泉。代建制采用多道环节的招标采购，竞争充分，无论是投标代建的单位还是投标前期咨询、施工或设备材料供应的单位，必然会尽其所能，以合理的报价提供最优的技术方案、服务和产品，这不仅有利于降低项目总成本，还能起到优化项目的作用。

（7）“代建制”在报酬设计中更加注重激励机制，同时也承担一定的建设风险。风险与报酬往往是成正比列的，这在代建制中体现得更加明显，代建制在薪酬的设计中在注重代建单位利益的同时，也相应地增加了代建单位所承担的建设风险。实行项目代建制是顺应工程建设市场经济体制改革进一步深化的要求，它更有利于发挥市场配置资源作用，解决效率低下和人、财、物资源的浪费，最大限度地优化资源配置。

14.2.4.3 管理模式选用原因

近几年，黄埔区已积累大量“代建制”建设经验，培养了大批技术成熟管理严格的代建单位，并取得了良好的效果。基于本项目规模较大，项目业主单位人手有限，建议本项目采取“代建制”的建设模式来开展本项目的建设管理工作。

14.3 工程运行管理

14.3.1 工程运行管理的要求和内容

（1）服从黄埔区水务局的全局调度、统一指挥、确保工程安全稳定运行，最大限度地发挥工程完建后的经济效益。

（2）在汛期，工程应服从黄埔区三防办公室的三防调度。

14.3.2 工程调度运用原则和调度方式

（1）管理运行原则

水利工程的管理运行，要符合安全可靠、经济合理、技术先进、管理方便的原

则，并在管理实践和试验研究的基础上，积极采用新理论、新技术。

（2）工程调度运用

汛期防洪、排涝工作由水利部门“三防”指挥部统一调度。工程建成后，要对各类人员落实岗位责任制，对工程的运行监测、检查巡视及日常养护要进行严格管理，特别是事故记录，必须详尽描述，并整理分析结果。

为了确保本工程的安全，充分发挥工程的社会效益和经济效益，根据本工程的具体情况，制定一系列管理制度，明确运行管理的目的、对象和任务。

（3）养护、维修

为保证工程各建筑物及设施的完整性和安全性，对工程的养护和维修是必要。

14.3.3 运行费用

工程项目建设完成后，由运行管理机构管养维护，运行管理费用由黄埔区财政统筹并向上申请资金。

14.4 工程管理范围和保护范围

14.4.1 管理范围和保护范围

为了保障堤防工程安全，工程保护范围从堤顶边界线以外 100m，保护范围内，不允许从事深孔爆破、地下开采或构筑物地下室深挖方工程。如有需要者，必须做出相应工程保障措施，报所在县（区）水行政主管部门批准后才能实施。保护范围内土地及其他资源产权性质不变，业主可从事正常的生产建设活动。

（1）工程建筑物、附属设施及政府批准使用的土地，以及经政府批准的土地征用线以内的土地及水面所有权属于国家，使用权属于各工程管理机构，由各工程管理机构按《水法》、《水土保持法》及其它水利政策、规范对上述范围的水事进行管理。

（2）在工程保护范围内，不征用土地、土地所有权和使用权一般维持现状不变，但严禁破坏水土保持，妨碍建筑物的正常运行，危害建筑物安全和水质污染等的一切活动。

（3）在工程管理范围和保护范围内兴建水利工程和其他设施以及取土、开荒、砍伐林木等破坏植被、地貌活动的单位和个人，须经各工程管理机构同意，并报有关政府部门批准。

14.4.2 管理任务及职能

要充分发挥本项目的综合效益，要做到建设与管理并重，针对本工程的实际情况，其管理任务主要有以下几点：

（1）完善管理设施，加强河道日常管理

在河道沿岸人流较大的地方设置警示牌、标志牌、安全栏杆等警示、安全设施，预防在河道范围内发生人身意外伤害等情况，降低河道运行的安全隐患，预防事故发生。工程竣工后，为保证堤坡安全，保持良好景观，须开展如下维护工作：

①定期检视堤坡砌块情况，视砌块破损情况及时登记、更换，若发现大面积坍塌、滑坡，应及时上报并采取补救措施。

②收拣坡面废弃物，保持堤坡整洁。防治白蚁。

③定期对植物进行修剪，视植物生长情况清除杂草、施肥及防治病虫害。

④植物死亡坡面出现较大斑块时，应及时补种。

⑤对钢闸坝的金属结构及机电部分定期检查，制定专门的维护制度，确保其运行正常。

（2）加强宣传教育，提供公众水环境保护意识

向公众大力宣传水环境污染给城市带来的危害，河道污染直接影响城市市貌，影响周边居民生活环境质量。在河道沿岸设置一定数量的警示牌、标志牌、宣传牌、展示教育区等，让公众了解城市河流水环境恶化和生态严重破坏的现状、河道治理的过程、采取的治理工艺等，以此提高公众的水环境参与意识和保护意识，借助公众的力量加强河流污染治理、生态景观治理的力度。

（3）加强河道流域内水环境功能区及重点景观水体的污染监测，实行排污许可制度，减少入河直排污染。同时，积极开发、引用新技术、新材料及新工艺等，加强污染事故的应急对策。

（4）加强环境民事责任和刑事责任

对从事环境破坏的行为而侵害他人的民事权力者，依据环境法律法规应当承担民事责任；对造成重大环境污染事故和水、环境等资源破坏的单位和个人，应依法承担相应责任。

（5）负责整个河道防洪的调度与运用。

制定专门的汛期管理方案，加强巡查、检查和排查力度。重点加强对壅水建筑

物的管理，确保行洪时能正常运行。

14.5 管理设施与设备

14.5.1 管理设施

本工程管理单位的现状管理设施已较为完善，职工宿舍楼、办公楼、生活配套设施及文体娱乐活动场所等设施现配套也较为完善，基本能满足管理要求。

14.5.2 管理设备

为方便防汛抢险及保存抢险器材，本工程按《防汛物资储备定额编制规程（SL 298-2004）》配置防汛物料、救生器材、小型抢险机具。

14.5.3 白蚁防治

白蚁防治是工程安全管理中的一项重要工作，经现场反复巡查，工程附近暂未找到白蚁外露特征和活动迹象，但河道地处低纬度区，属于亚热带季风气候区，高温、多雨、湿润、具有明显的干、湿季节，特别利于白蚁滋生繁衍，白蚁活动相当频繁。因此，白蚁的防治工作任重道远，是连续战。

本次工程中，需要继续对堤岸采取相应措施、妥善处理，彻底根治，并且还须长期开展预防工作，保证工程无白蚁。根据相关条文规定，本项目对建筑物及其周边 30m 范围内进行白蚁防治。经过计算，本次白蚁防治范围 16110m²。具体防治措施如下：

根据堤防白蚁防治内容和特点，白蚁生活习性和活动规律，结合水利工程特点，采用“杀”、“灌”、“防”三个环节，“找（引）、标、杀”，“找、标、灌”，“找、杀（防）”8 道程序的系统治理方法。

15 工程信息化

15.1 概述

15.1.1 建设目的与任务

以乌涌水陂（气盾闸）和三岸涌闸泵为主要监控与管理对象，深度融合云计算、大数据、人工智能、物联网、数字孪生等新一代信息技术，旨在实现“实时预报、及时预警、实景预演、实地预案”的目标。通过全方位的感知系统，全面提升防洪、挡潮、排涝和水质综合评估能力，支持水利工程的精准实时调度，确保水利工程的安全稳定运行。本项目将为乌涌流域提供强有力的技术支撑，推动防洪、挡潮、排涝与生态调度管理的高效实施，提升乌涌流域防洪（潮）排涝和水质改善系统的整体韧性，切实应对极端气候带来的挑战，保障城市的安全与可持续发展。

本项目将聚焦于闸泵调度控制化体系建设，包括信息化基础设施建设、构建闸泵联调模型、乌涌干流新建气盾闸与现有气盾闸联调模型，并搭建闸泵集群自动化控制管理平台；并且拓展构建全要素数据底板、水利专业模型平台及水利知识平台，集成洪水预报模型、水质水量联合调度模型、精细化洪水淹没分析模型等功能模块，最终建成具备预报-预警-预演-预案完整功能的数字孪生流域平台，实现乌涌流域治理“四预”（预报、预警、预演、预案）全链条闭环管理。

15.1.2 设计原则

根据水利部网信工作“安全、实用”总要求，按照集约化、一体化建设原则，统筹规划，稳步推进；需求导向，协同联动；安全可控，先进实用；深度融合，创新引领；建管并重，持续优化；分工负责、分块实施、分步推进本系统建设各项工作。

（1）统筹规划，稳步推进

在全面深入分析水务业务相关需求的基础上，科学确定目标任务，合理确定总体架构，结合业务发展的需求统筹安排建设任务，逐一落实，协调、稳步推进各项建设内容，实现流程优化、业务协同、智能应用。依托区水务大数据中心和增城区智慧水务调度中心，横向实现获取相关气象数据，纵向实现与省、市、区水务部门数据共享和数据调用。

（2）需求导向，协同联动

以满足实际需求，提升业务支撑能力为目的，加强统筹联动，按照事权划分原则各司其职、分工协作，高效一致推进本系统建设各项工作。

（3）安全可控，先进实用

以安全为底线、实用为前提，结合水务业务实际需求，科学合理运用新一代信息化技术，从基础设施、物联通信、数据处理、业务应用等多维度、全方位保障信息安全；建立可配置、易扩充和能迭代的系统，注重实用、好用、够用，确保系统尽快发挥效益。

（4）深度融合，创新引领

全面贯彻落实创新驱动发展战略，大力推进 IoT、AI、云计算、大数据、5G 等新技术与水务业务的深度融合，着重加强水务数据资源和业务应用整合，以科技手段实现工作效率和管理能力的提升，实现业务流程优化和管理模式创新，推动水务业务不断变革和发展。

（5）建管并重，持续优化

加强建设项目的规范化过程管理与科学评估，明确各类信息基础设施及业务应用的合理生命周期，将所建系统的运行维护管理方案及合理生命周期内所需设施设备纳入设计内容，落实运行维护经费和组织方式，强化日常管理，确保系统能持续更新迭代，保障本系统建得成、用得好、可持续、有生命力。

15.2 需求分析

（1）闸泵自动化控制：对乌涌流域闸泵站（3 座气盾闸和 1 座闸泵站）实施自动化控制系统建设

（2）视频监控：对闸泵站上下游及设备间等重点位置进行视频监控。

（3）闸坝变形监测：对闸坝进行表面变形监测。

（4）水雨情监测：在重要断面建设水位流量雨量监测站点。

（5）水质监测：在乌涌流域重要位置建设水质监测站点。

（6）系统建成后，将部署于黄埔区政务云平台。通过向黄埔区政务服务数据局申请云资源，提供项目所需的数据存储与计算能力，申请内容包括计算与存储资源、数据库与操作系统、网络服务、安全服务及设备托管服务等。

业务应用主要为乌涌流域闸泵调度控制系统，主要包括调度一张图、态势感知、

闸泵自动化控制、水质在线监测、工程安全监测、工程管理及移动端小助手、智慧调度“四预”系统、内涝监测预警系统以及水质综合评估系统于一体的乌涌流域闸泵智能业务应用。

针对软件类业务系统的信息安全，按照安全保障责任边界分工，以下将主要从云主机系统、数据安全、应用安全、接口安全等方面做好安全方案设计。

15.3 总体设计

(1) 闸泵自动化控制：对乌涌流域闸泵站（3 座气盾闸和 1 座闸泵站）实施自动化控制系统建设

(2) 视频监控：对闸泵站上下游及设备间等重点位置进行视频监控。

(3) 闸坝变形监测：对闸坝进行表面变形监测。

(4) 水雨情监测：在重要断面建设水位流量雨量监测站点。

(5) 水质监测：在乌涌流域重要位置建设水质监测站点。

(6) 系统建成后，将部署于黄埔区政务云平台。通过向黄埔区政务服务数据局申请云资源，提供项目所需的数据存储与计算能力，申请内容包括计算与存储资源、数据库与操作系统、网络服务、安全服务及设备托管服务等。

15.4 分项设计

15.4.1 信息化基础设施建设

15.4.1.1 系统组成

闸泵自动化监控系统包含远程调度指挥中心、本地监控中心和现地采集控制设备三级管理体系构成。系统数据传输遵循以下路径：现地采集控制设备将闸泵运行参数经由信号线传输至现地闸门 LCU 控制柜，继而通过光纤通信链路将监控数据上传至闸泵管理房本地监控中心；各闸泵管理房本地监控中心与远程调度指挥中心之间通过运营商专用物理链路构建局域网，实现监控数据的实时远程传输。系统具备分层级数据共享机制：所有闸泵监控数据通过互联网传输至乌涌流域及区政府，提供实时监测及历史数据查询功能（不包含闸门远程控制权限）。远程调度指挥中心设置于黄埔区水务中心，其硬件系统采用工业级标准配置，包含工控主机、显示器、以太网交换机、UPS 不间断电源系统及配套控制台、蓄电池组等基础设施；软件架构基于工控操作系统和监控组态软件，开发部署闸群智能自动化监

控系统，实现辖区内全部闸泵的集中调度与协同控制。

本地监控中心分布于各闸泵管理房，核心设备包含工控主机、显示终端及网络交换设备，运行本地化闸门监控系统，实现单闸站自动化控制功能。

现地采集控制主要设备包括闸泵 LCU 及相关配套 PLC 模块和触摸屏、水位计、闸门开度仪、精密行程开关、多功能电表、报警装置及视频监控等。闸泵自动化系统结构如图所示。

15.4.1.2 设计方案

1、现地采集控制

闸站的智能化主要在围绕闸站这一主体，在闸站楼体、闸门、内河、外河等位置安装各类智能物联网设备，主要包括：

1) 闸站楼体内：安装闸泵 LCU 屏、高清摄像枪机、高清硬盘录像机、以太网交换机；

2) 闸站楼体外及周边：闸站出入口处、可监控到闸门处安装高清摄像机；闸站楼体外可监控到内外河道处安装高清变焦球机；

3) 闸门：安装闸位计、闸门限位开关等；

4) 泵组：安装高清摄像头，接入电压表、电流表、温度监测装置等数据；

5) 内外河道周边：安装雷达水位计、高清摄像头等。

根据本工程对自动化控制系统的功能和技术要求，结合闸门监测项目多、控制可靠性要求高等特点，现地监控站采用以 PLC 系统为核心构建闸门现地监控子系统。由于闸门启闭机、闸前水位、闸后水位、闸位等信号的采集点和闸房、控制室、监控室相距较近，因此采用集中监测控制的原则。

闸门现地监控子系统设置于现地 LCU 中，采用单 PLC 系统配置，包括 CPU 模块（内嵌以太网接口）、电源模块、DI/DO 模块、AI 模块和触摸屏等设备。现地控制柜布置于现场启闭机旁，与启闭机动力和控制回路设备（包括断路器、接触器、热继电器和中间继电器等）合并。

为确保闸站现地控制的可靠性，作为 PLC 系统事故和检修情况下的应急备用，每台启闭机设置一套现地手动操作按钮（把手），以保证当 PLC 系统事故或检修退出时能够手动方便、可靠控制启闭机动作。启闭机启动设备安装在现地控制柜内，布置于现场启闭机旁。

闸站监控信息采集系统功能设计主要是指 PLC 系统功能设计。PLC 系统作为

闸站测控系统的中枢，起着承上启下的作用。PLC 系统应具有监测数据采集与处理、闸门控制、安全保护、控制切换等主要功能。其功能组成如下图所示。

（1）数据采集与处理功能

1) 闸位监测：无论闸门动作与否，安装于闸门启闭机传动装置上的闸位计都能实时检测闸门的高度值，并上传给现场直接测控级设备的测量子系统，通过分析和计算，然后存储；

2) 电流和电压监测：在启闭机供电线路里面另外还配置了电流、电压变换器，应能实时监测启闭机的电流和电压的稳定性，包括欠压和过压情况，为闸机的启闭操作提供参考数据；电流的变化量同时也反映了监测启闭机的工作状态；

3) 温湿度监测：在闸机房中装有温湿度传感器，采集温度数据，用以实时监测启闭机的工作环境状况；

4) 水位监测：在闸前后都安装有水位传感器，应能实时采集闸门闸前及闸后的水位数据，并给予相应的处理和存储；

5) 状态监测：包括闸门的上升、下降、全开、全关、启闭告警、荷重保护、限位保护和过载保护等状态。

6) 视频监控：布设于水闸启闭机室、水闸上下游、交通桥、闸孔等重点监控位置；

7) 预警广播：布设于水闸上下游，用于启闭闸门前发出预警，提醒闸前闸后相关人员远离闸门，避免出现人员安全事故。

（2）控制功能

根据各级用户发送的控制指令，实现闸门的自动启闭，并进行自动闭锁和解锁。在接受各级用户的控制指令时，如果发生控制冲突，能够判别用户权限高低，执行权限高的用户指令。

（3）安全保护功能

1) 闸门启闭告警（按实际需求配置）：在闸门启闭机启动、闸门上行和下行过程中，应能控制在闸门启闭机附近相应声光装置发出告警提示，提醒在现场的工作人员注意；

2) 限位保护：在闸门启闭机的最上面和最下面安装有限位开关，一旦启闭机构运行到这两个位置时，这两个限位开关应能立即动作，切断启闭机电源，以避免启闭机超出运行范围；

3) 过载保护：启闭机控制电路配有热过载继电器，根据不同电机功率要求其有不同的设定值，当电机发生过载或是其他故障时，此继电器要能自动切断电机的供电电源，以免烧毁电机；

4) 闸门升降保护：在闸门升降期间，后续命令不能立即中止闸门升降，需要在一定的时间延迟后，保证闸门升降操作安全的情况下，才能执行后续操作；

5) 其它保护功能（按实际需求配置）：手动方式下，只有在现地通过手动装置，才能够对闸门进行控制。自动方式下，又分为远程和现地，现地控制方式下，只能通过现地工控机或现地手动装置进行闸门控制；远程控制方式下，管控中心、现地闸站均可进行闸门控制。

（4）闸门启闭机控制电路设计

1) 主回路设计

每扇闸门启闭机的主回路相对独立，对于卷扬机通过控制两组交流接触器使启闭机电机正转或反转，实现闸门的提升或下降。电气过负荷保护由热保护继电器实现；主回路自动空气开关带分励脱扣线圈，可通过手动或自动实现故障时紧急断电。主回路电流和电压量的采集，分别通过电流变送器和电压变送器把采集到的电流和电压转换成 4~20mA 的模拟量接入 PLC 系统，实现启闭机运行时电流电压的远程监视，同时可通过触摸屏实现现地监视。主回路控制设备均安装在启闭机控制柜内。

主回路根据不同的电机类型选择最优的控制元器件，并根据电机的容量而选择相应的热保护继电器，断路器，电流电压变送器等重要设备，以达到采集电量控制电机保护电机的功能需求。安装调试过程中要做好防护措施，避免闸门上升过高或下降过低而对机械设备造成损害，运行过程中如果发现元器件不匹配，要及时采取措施，保证生产正常安全可靠。

2) 控制回路设计

控制回路运用 PLC 编程软件开发好一套控制闸门启闭机的程序，从信号采集，信号处理，再到程序运算，最后发送指令控制启闭机，每个环节都做到准确无误，快速反应。程序编写之后要过仿真模拟，才能运用到实际工作现场上，在安装调试过程中，要做好每个细节，力求不出差错。

根据启闭机的不同工况和控制要求，以 PLC 为核心构成控制回路，监测开关量输入（DI），模拟量输入（AI），经过程序运算，反馈后开关量输出（DO），

最后达到自动远程监控启闭机的功能，其相关的控制设备都布置于现场启闭机室。启闭电机控制主、控回路如下图所示。

2、本地监控中心

闸泵自动化监控系统本地监控中心设置在闸泵管理房内，主要硬件设备包括工控机、显示器、以太网交换机等；主要软件配置包括工控机系统软件、监控组态软件，以及在上述软件基础上开发的本地闸门自动化监控系统。本地监控中心主要采集本地闸泵闸前闸后水位、闸门开度、电流电压参数、实时视频、闸门运行状态，现地组态系统能 3D 效果展示闸门启闭，仿真展示设备运行状态。闸门监控系统单闸控制界面如下图所示。

3、远程调度指挥中心

闸泵自动化监控系统远程调度指挥中心设置在黄埔区水务局，主要硬件设备包括工控机、显示器、以太网交换机、UPS 电源系统以及相关操作台、电池柜等；主要软件配置包括工控机系统软件、监控组态软件，以及在上述软件基础上开发的闸群自动化监控系统。

远程调度指挥中心集中展示各个闸泵水位、闸门开度、电流电压参数、实时视频、闸门运行状态，组态系统能 3D 效果展示闸门启闭，仿真展示设备运行状态，实现闸群联合动态控制，各个闸泵根据内外江水位控制要求进行自动化启闭闸门。闸门监控系统闸群调度界面如下图所示。

15.4.1.3 闸坝变形监测

（1）监测点位设计

根据《SL 768-2018 水闸安全监测技术规范》相关要求，拟对各个水闸闸坝进行表面变形监测（GNSS）。

（2）表面变形监测系统组成

整个系统由 GNSS 主机，防雷器，供电系统等组成。实物图如下图所示。

（3）站点设计

1) 电源设计

依据项目的实际现场情况，本设计采用市电接入的供电方式。

2) 通讯方式

传输通信方式主要有单一组网方式和混合组网方式两种类型。单一通信方式的组网方案主要有有线、短波、超短波、卫星、移动通信（4G、5G）等组网方案。

混合通信方式组网方案由多种单一通信方式的不同组合，可有多种组网方案。

基于本项目建设的监测点分布特点，优先选择公共移动通信进行数据无线传输。其工作原理与传统的组网方式大体一致，每一次数据的传输都是以一条固定格式的信息来完成，发送端把数据按约定的格式要求进行编码后发出，接收端则按约定的通信协议对每一条信息解码并处理入库，同时对发送端进行数据包响应反馈。从通信发展和稳定性来看，本设计采用移动 4G 通信。

15.4.1.4 水雨情监测站

水位站点利用雷达水位计、雨量、视频进行现场数据信息实时采集，采用 4G/5G 无线移动通信网建立监测点——云平台之间的信息传输通讯网络，实现对监测区域内监测点水位等水文信息的实时监测；满足信息内容全覆盖、循环过程全贯穿、监测时间全天候的物联感知，水位站点总体结构如图所示。

水位雨量视频监测站主要由雷达水位计、雨量计、高速摄像机、数据采集仪、无线通信模块、免维护蓄电池、太阳能板、充放电控制器、太阳能板安装支架、水位计安装支架、监控立杆及户外防水机柜等设备组成；水情站点设备组成结构如图所示。

（1）电源设计

方案 1：市电供电。

方案 2：采用蓄电池组供电，太阳能电池浮充的供电方式。为了保证本系统供电的可靠性，本设计采用 12V/200AH 的免维护铅酸蓄电池作为监测站点的直流电源，监测站点采用 200W 的太阳能电池板。

（2）防雷设计

监测站安全可靠运行对预报调度决策，有着十分重要的作用。由于系统监测站大多安装在立杆上，同周围环境相比，形成十分突出的目标，导致雷击概率增多。且系统的设备大部分是微电子设备，电磁兼容能力低，抗雷电和抗电磁干扰能力弱。防雷设计需考虑直击雷的设计、雷电感应和雷电波侵入的防护、数据线路的防护以及共用接地系统。

（3）通信设计

传输通信方式主要有单一组网方式和混合组网方式两种类型。单一通信方式的组网方案主要有有线、短波、超短波、卫星、移动通信（4G、5G）等组网方案。混合通信方式组网方案由多种单一通信方式的不同组合，可有多种组网方案。

15.4.2 业务应用开发

15.4.2.1 乌涌流域闸泵调度控制系统

15.4.2.1.1 闸泵自动化控制

针对已建的水闸、泵站工程，实现在线监测及远程自动控制。自动控制模块，主要实现水闸和泵站的远程控制。包括总览界面和闸泵控制界面。

（1）控制总览

控制总览可通过一张图和列表展示全部站点位置和名称，点击对应图标，可展示站点卡片信息，通过卡片详情可进入控制界面。

（2）闸泵控制

闸泵自动控制功能包括工作状态、监测数据、操作记录、报警记录、远程控制、视频监控。远程控制默认采用定位模式，根据输入的闸门开度，进行开关闸操作，到达指定高度后自动停止。通过模式切换也可切换到手动模式，需要点击开关闸和停止按钮，手动控制闸门的启停。

闸泵安全保护功能，包括硬限位保护、上下限位值保护、时间保护、电流电压保护、故障保护功能。通过在底层控制器设置保护阈值，保障闸泵运行安全。闸泵配置视频监控的，在操作过程中，可通过实时运行监测数据和实时监控画面，及时发现运行存在问题，加强闸泵操作安全。

15.4.2.1.2 工程安全监测

（1）综合展示

1) 测点分布展现：基于定制的闸泵模型，将渗流压力水位测点、渗流量测点等大坝安全监测的测点按照实际情况，分布于闸泵模型对应位置上展示。

2) 测点数据展现：基于定制的闸泵模型，将渗流压力水位测点、渗流量测点等监测数据展示在模型对应位置上。

3) 报警信息展现：基于定制的闸泵模型，将渗流压力水位测点、渗流量测点等监测报警信息展示在模型上。

4) 闸泵剖面展现：基于定制的闸泵模型，展示闸泵的剖面、属性面板等相关信息。

（2）成果分析

1) 浸润线：提供基于闸泵渗压水位监测数值的断面浸润线展示，通过选择桩

号展示对应断面，同步显示相关的预警线 and 设计特征线，提供任意日期的图形查询、图形下载功能。

2) 过程线：绘制闸泵渗压力水位、渗流量随时间变化的过程线，由图可根据各测点测值变化，直观地了解和分析监测值的变化大小及其规律，同时叠加雨量、水位等环境量数据分析其对监测值的影响程度，监测值有无异常等，辅助判别坝体渗流、渗压变化趋势。实现渗压水位的数据接入、数据查询、图表下载等功能。

3) 平面分布图：以闸泵平面分布叠加监测站点位置和实时监测数据，通过选择监测时间整体掌握大坝安全状态。实现测值的数据接入、图形绘制、数据查询、图表下载等功能。

4) 断面分布图：根据闸泵监测断面监测到渗压数据，自动生成相应的断面分布图，默认显示当前时段的分布图，也可查看历史时间某一时间的分布图，方便监测人员进行对比分析。实现测值的数据接入、图形绘制、数据查询、图表下载等功能。

5) 相关性分析：通过计算监测数据（渗压力水位、渗流量或渗压力水位位势）与上游水位、降水量、下游水位等影响因素的相关系数，绘制渗压力水位或渗流量与库水位等相关量的相关线，确定渗压力水位或渗流量的主要影响因子及影响程度。实现测值的数据接入、图形绘制、数据查询、图表下载等功能。

（3）统计报表

1) 监测日报：可选择闸泵安全监测项目（渗流量、渗压水位），按月份统计展示当日各测站每日的平均值，以及测站在当日的最大值、最小值、变幅等特征值。同时，添加每日平均水位、每日累计雨量等环境量数据进行对比。

2) 监测月报：可选择闸泵安全监测项目（渗流量、渗压水位），按月份统计展示当月各测站每日的平均值，以及测站在当月的最大值、最小值、变幅等特征值。同时，添加每日平均水位、每日累计雨量等环境量数据进行对比。

3) 监测年报：可选择闸泵安全监测项目（渗流量、渗压水位），按年份统计展示当年各测站每日的平均值，以及测站在当年的最大值、最小值、变幅等特征值。同时，添加每日平均水位、每日累计雨量等环境量数据进行对比。

（4）安全监测

以列表方式展示闸泵等安全监测数据，支持查询、下载、导出等功能。面向所有工程安全监测的观测对象，基于前端监测测点，对各类数据采集信息，如闸泵渗

流监测、应变监测等关键设备监测进行统计分析，并提供监测资料记录等功能。在报表中选择具体日期，可以选取监测时段查看当日各时段监测数据。查看报表时，可以选择查看一个或多个测点的数据，方便监测人员进行对比分析。并对异常和告警数据进行高亮显示。

1) 数据修正

该功能实现对大坝安全自动监测站上报数据的修正，用户对监测数值进行修正后将记录修正人员、修正时间、修正值等，其他功能模块将引用最新修正的值作为分析输入数据。

2) 数据添加

该功能中实现工程安全数据的新增，对人工观测的工程安全监测数值如渗流量、渗压水位等数值进行填报，完成后将记录填报时间、填报人员、填报时间等信息。

3) 渗压水位监测

提供单个水闸、泵站多测点任意时段内的渗压监测数据统计，可查询时段、月度、年度报表，展示工程名称、测点名称（编号）、监测时间、渗压水位、降雨量等信息，并统计监测要素极值和出现时间、时间维度上的同比和环比变化量等，报表可下载导出。

(5) 视频监控

实现视频摄像头监控数据的查看和云台操作功能。

1) 实时监控

实时查看视频监控信息，采用画面图像分割技术，对每幅图像画面叠加汉字地址及年月日时分秒，画面可以任意组合、拼接、切换、平铺、层叠、放大、缩小、定格。并实现根据被摄物体的照度自动调节光圈大小，对被摄目标自动调节焦距、自动逆光补偿及自动调节对比度。并具有录像和图像抓拍等功能，每次录像都能自动形成一个文件，并标定时间，可在画面上叠加字符、显示摄像机编号、地址，并具有录像回放、定格、快速检索等功能。

2) 设备操控

前端设备的遥控功能包括镜头的变焦/聚焦、云台的旋转等。

15.4.2.1.3 工程管理

(1) 运管一张图

通过 GIS 地图展示闸泵位置及信息；在闸泵 BIM 模型的基础上，可直接展现各部位的三维状态，同时显示已建的各类监测信息，同步显示报警位置及报警信息，快速定位。实时数据展示示意图如图所示。

（2）巡检信息管理

巡检信息管理主要包括巡检任务分配、巡检任务执行情况查询、巡检记录整编统计等功能。

1) 巡检任务分配

管理平台根据巡检任务不同分为“临时巡检”“常规巡检”“专线巡检”，根据区域不同，常规巡检设定有既定路线；临时巡检和专项巡检为管理人员视情况不同选择巡检地点、巡检时间以及巡检人员。巡检任务通过系统推送给巡检人员。巡检人员巡检后在系统中提交反馈。

2) 巡检记录查询

为达到事后可追溯，巡检执行路线、巡检时长等信息存储于数据库中，供管理人员视需要查看。并可在地图中对比既定路线与实际路线，检验巡检人员执行效率。

3) 巡检数据整编统计

巡检人员现场反馈信息实时同步到数据库之中，逐条记录反馈信息；根据各类关键词及主题对巡检信息进行整编统计，统计结果以各类图表形式反馈在管理平台内。

（3）设备运维管理

1) 设备维修计划管理

设备维修计划管理主要针对巡检中发现的故障制定维修计划。首先通过对工程模型文件的检索，根据实体定义及预定义类型获得机电设备的分类清单；接着依照知识库的历史经验及规章内容（需要用户提前根据相关规定提取有关信息录入知识库管理）对各类型设备的维修计划进行初始化安排；在维修计划基础上，可针对闸泵及区域运行实际情况进行微小的修改，即可完成计划的制定。设备维修计划管理如图所示。

2) 设备现场维修管理

设备现场维修管理主要是对维修人员在机电设备维修现场产生的各类数据进行管理，包括各类设备的维修规程/电气设备维修前填写的工作票、设备维修完成后填写的维修单及设备大修完成后进行的试运行工作报告等。

（4）巡检设置管理

巡检设置管理实现巡检点管理、巡检人员管理、巡检线路管理、工程管理、用户管理等功能。巡检设置管理界面示意图如图所示。

1) 巡检人员管理，主要管理系统的组织结构、人员信息、责任范围、级别等信息，根据级别确定人员工作任务和系统中数据可查看范围；组织结构：是为整个管理系统的人员建立的管理模式，在管理工作中给人员分配职务范围、责任范围、级别权限，为整个巡检系统的任务分配、任务跟踪提供组织基础；人员添加：主要为子系统添加工作人员、管理人员等信息，并为他们分配组织部门、级别权限，为整个巡检系统的任务分配、任务跟踪提供人员基础；人员权限分配：主要是管理系统中的人员，将人员分配到指定的组织部门中，并限定组织的工作范围、再对组织中的人员职权范围进行细化、分配不同的权限。

2) 巡检线路管理，根据不同工程所要关注的重点部位设定不同的巡检路线，模块包括信息中有巡线名称、途经巡检点、巡线颜色、创建时间、状态、操作项，实现对巡检线路信息的新增、修改、删除、查询或者查看等功能。巡检线路管理的界面示意图如图所示。

3) 巡检点管理是根据不同工程所要关注的重点部位设定不同的巡检点，实现对巡检点信息的新增、修改、删除、查询或者查看等功能。

15.4.2.2 系统管理

15.4.2.2.1 系统设置

在平台运行过程中，进行运行维护管理，实现用户、角色、权限、组织等设置管理，在线用户监测，平台运行日志查看，账号密码重置等功能，保证平台的安全稳定运行。

（1）授权资源

用于授权给角色指定的菜单或者功能的权限。

（2）新增角色

新增指定的角色。

（3）分配用户

给指定的角色分配用户，一个用户可以拥有多个角色。

（4）新增菜单

可以选择某个菜单节点或者主节点新增菜单，最多支持 3 层菜单目录。

（5）分配用户

分配菜单权限给指定的用户。

（6）分配角色

分配菜单权限给指定的角色。

（7）分配页面

分配指定的功能页面作为菜单的连接，可以选择在当前页面或者新页面打开。

（8）删除菜单

删除指定的菜单以及子菜单。

15.4.2.2.2 个人中心

个人中心实现用户个人信息的维护、账号密码修改、个人信息修改、用户头像更新等功能。

（1）消息提醒

鼠标移入图标显示最近消息提醒信息，点击进入待办页面。

（2）帮助

点击可以下载水库标准化管理系统操作手册、安全生产管理系统操作手册、数字水库决策平台操作手册、水库防洪调度管理系统操作手册。

（3）用户头像

点击进入用户设置，可以修改头像等。

（4）用户信息

点击进入用户设置，可以修改密码、个人信息等。

（5）退出

点击退出系统，可以退出登录，切换用户。

15.5 信息资源共享

15.5.1 数据整合与标准化

（1）多源数据接入

整合水利专题数据（水闸、泵站、河道、水库等）、业务数据（防汛调度、用水管理）及外部数据（气象、公共视频等），建立统一资源目录，支持结构化与非

结构化数据的标准化存储。

（2）元数据管理

通过元数据体系对数据来源、格式、更新周期等进行标准化描述，支持数据分类、检索与权限控制，提升资源可追溯性。

15.5.2 共享机制与技术支持

（1）标准化接口与平台互通

提供标准服务接口，支持跨系统调用地理空间数据、水文模型服务，实现水利、环保、交通等多部门数据互通；本项目所有新建监测设备所得监测数据可以通过标准接口共享给区、市级水务信息化系统。

（2）云计算与物联网技术

依托云平台实现海量数据存储与计算，结合物联网设备（水文传感器、视频监控）实时采集水情、水质、工程运行数据，保障数据动态更新。

（3）可视化与智能分析

采用“二三维一体化”地图展示技术，结合柱状图、等值线等可视化工具，动态呈现闸泵工况状态及异常指标；通过智能算法优化闸泵调度方案，并自动触发超限预警。

15.6 网络信息安全

针对软件类业务系统的信息安全，按照以上安全保障责任边界分工，以下将主要从云主机系统、数据安全、应用安全、接口安全等方面做好安全方案设计。

15.6.1 主机计算环境安全设计

云主机系统应启用访问控制功能，依据安全策略控制用户对资源的访问权限，通过系统的技术维护措施严格限制默认账户的访问权限，对重要信息资源设置敏感标记，并依据安全策略严格控制用户对有敏感标记重要信息资源的操作。云主机安全通过系统加固、防病毒、安全补丁等措施来提供保障。

（1）主机安全策略

对于云主机可能存在的安全配置隐患，需要通过人工检查和加固的方式，对操作系统、中间件、数据库等基础软件进行安全配置检查并进行加固。

（2）主机防病毒

通过在云主机部署云主机安全服务，提供虚拟化主机安全轻代理防护能力，集成防病毒、主机防火墙、主机入侵防御（虚拟补丁）、虚拟化加固、主机加固、Webshell 检测等功能，从而实现对云主机病毒的查杀。

（3）主机入侵防护

通过在云主机部署云主机安全服务，提供虚拟化主机安全轻代理防护能力，集成防病毒、主机防火墙、主机入侵防御（虚拟补丁）、虚拟化加固、主机加固、Webshell 检测等功能，解决针对 HTTP、FTP、DNS、Mail 等服务器的各种攻击，包括缓冲区溢出、系统或服务漏洞攻击、暴力破解等。

（4）主机漏洞扫描

通过人工扫描的方式，定期对云主机进行扫描分析，及时发现问题、给出相关安全措施和建议并进行相应的修补和配置，达到防止病毒、木马攻击的目的。

（5）主机配置核查

通过人工检查的方式，核查云主机账号、口令、授权、日志、IP 通信等方面内容，与主机漏洞扫描不同的是，配置核查主要针对主机上存在的人为配置失误进行安全检查，检测配置不合规问题。

（6）主机安全加固

针对云主机漏洞，可通过对云主机进行加固，降低系统受到危害的可能性。

（7）主机安全审计

通过堡垒机记录系统管理员对主机进行运维操作的全过程，同时，运维审计系统可以对容易产生风险的操作命令（如 `remove`、`delete` 等）进行限制或警告，减小误操作的风险，降低安全事故发生的概率，并且可以满足网络安全等级保护关于安全审计的基本要求。

15.6.2 数据安全设计

按照数据的生命周期和虚拟化技术特点，构建从数据访问、数据传输、数据存储到数据销毁各环节的云端数据安全框架，保证数据的安全性。

（1）数据完整性

通过部署 Web 应用防护服务，实现网页防篡改，以确保应用数据页面的完整性；通过使用可控的校验方法确保数据的完整性；传输过程的完整性受到损坏则采取数据重传的机制；对于存储的数据则应采取多个备份的方式，防止单一数据损坏

造成的损失。

（2）数据保密性

重要数据通过加密的手段将数据存储于数据库的表中，重要文件数据则通过文件加密的方式存储，防止信息泄露。

（3）数据可用性

针对特别重要的关键业务数据，采用市电子政务云容灾备份服务，确保系统数据在本地和异地都进行备份，一旦发生灾难或重大安全事故，能够快速有效的对系统进行恢复，并保障数据的可用性。

15.6.3 应用安全功能设计

为保障系统的应用安全，不仅需要通过云平台所提供的应用层安全防护措施，应在系统开发设计过程中，完善系统自身的安全功能，提升系统自身的安全防护能力。要求软件开发商在系统开发过程中实现身份鉴别、权限控制、输入输出校验、日志记录等安全功能，确保应用系统能够更好的防范 SQL 注入、XSS、跨站请求伪造等常见应用层安全攻击。

（1）身份鉴别

对用户进行身份鉴别是保障应用系统安全的重要手段，也是防止非授权访问的一道重要防线。应用系统的身份鉴别模块在设计过程中充分考虑自身的安全需求和国家相关的合规监管要求。

（2）授权

应用系统通过开发用户授权模块防止越权访问的风险，系统权限在保证系统管理员、系统审计员、系统普通用户三权分立的基础上，还能够根据不同的用户岗位、职责授予不同的用户权限。

（3）输入输出校验

系统通过采取输入输出校验的措施尽可能降低系统存在注入类漏洞的风险。

（4）会话管理

在 web 应用里面，会话管理的安全性始终是最重要的安全问题之一，其对用户的影响极大。

（5）参数操作

针对操作参数的攻击是通过更改在客户端和 Web 应用程序之间发送的参数数

据实现，包括查询字符串、form 字段、cookie 和 HTTP 标头。主要的操作参数威胁包括：操作查询字符串、操作窗体字段、操作 cookie 和操作 HTTP 标头。

（6）异常管理

异常信息一般包含了针对开发和维护人员调试使用的系统信息，这些信息将增加攻击者发现潜在缺陷并进行攻击的机会。

（7）配置管理

应用系统配置文件的安全是保障系统安全的基础之一，本方案将采取以下措施保障系统的配置文件安全：配置文件存储安全；配置管理界面安全；特权账号管理。

（8）日志审计

对用户登录行为、业务操作以及系统运行状态进行记录与保存，以保证操作过程可追溯、可审计的一项措施。

15.6.4 应用接口 API 安全设计

在 API 设计时采取以下的安全措施：

- （1）API 鉴权
- （2）访问控制
- （3）http 安全
- （4）安全配置
- （5）权限控制
- （6）凭证安全
- （7）输入校验
- （8）输出编码或转义
- （9）数据通讯与加密
- （10）错误处理
- （11）日志审计

15.6.5 信息安全等保测评

本项目安全方案基于等保 2.0 标准，按照《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）相关要求，紧紧围绕“安全物理环境、安全通信网络、安全区域边界、安全计算环境、安全管理中心、安全管理制度、安全管理机构、

安全管理人员、安全建设管理、安全运维管理”等维度开展网络安全设计（可信根等不适用项除外）。项目实施建设完成后，将由建设单位组织有相应资质的信息安全等保测评公司对项目进行测试评定。如系统开发、部署、运维按照本方案开展和落实，保证本项目建设不存在高等级安全风险。

15.7 系统集成与运行维护

15.7.1 系统集成目标

- （1）实现不同数据源的数据实时集成，满足各功能模块使用相关数据的要求。
- （2）实现不同开发商不同功能的独立应用软件整合，达到各部分从数据贯通到系统风格都完全融合。
- （3）实现系统软硬件设施设备的整合，构建功能完善的工程信息化系统。

15.7.2 系统集成原则

（1）操作的方便性和灵活性

系统将实现在友好人机界面下的模型集成。将支持鼠标操作和键盘操作，大部分操作功能只需利用鼠标点击操作即可完成，必要的输入输出功能，用鼠标和键盘相结合的方法实现，并提供常用功能的快速反应键。同时要求系统整体结构清晰，系统界面简明直观。

（2）信息表达形象直观

信息表达的直观和形象化，向来是信息系统建设所追求的目标。系统将采用图形用户界面技术进行人机交互界面的开发。系统将采用分层、分级的蓝天水闸总体示意图作为系统的基本工作界面；采用多窗口、多页面技术，实现多种信息的复合表达；面向图形操作，即实现基于地理空间信息查询与指令操作；以图形方式表达各种数据统计情况。

（3）系统的可扩充性

在开发工具、软硬件环境选择、程序设计方法等方面，切实做到系统的可扩充性。能增加新的信息，完善、改进和增加各项操作功能。

（4）系统的高效率运行

在系统的软硬件环境选择及开发设计过程中，将选择运行及开发效率高的开发工具，采用面向对象和组件式的程序设计方法，使信息查询、检索、图形缩放、

分层显示等功能操作尽可能在接近实时的方式下完成。

（5）技术的先进性

针对系统的具体需要，选择先进而适用的软硬件技术，采用符合主流技术发展方向的技术方案，来设计和开发系统的各模块。

（6）安全性

采用授权制度控制用户权限，保证数据安全。按需求将用户分成系统管理员，业务用户，数据查询用户等。并采用密码服务防止非法用户登录。

15.7.3 系统集成任务

（1）制定各类基础数据和信息汇集平台之间实现数据贯通、共享的数据接口标准、结构；

（2）制定不同开发平台基本都可以实现的人机交互界面标准；

（3）按照已有标准或共同制定的规则编制或引用各种要素的编码；

（4）根据数据接口标准和结构制定修改升级已有系统的方案。

15.7.4 集成技术路线

SOA 面向服务的架构，是一种构造分布式系统的最先进的技术方法，它将业务功能以服务的形式提供给最终用户或其它系统使用，服务基于开放的标准，与具体实现技术无关，服务间保持松散耦合。为保持系统的灵活性和扩展性，SOA 架构的所有的服务作为插件挂接在总线上，由总线实现服务间智能化集成与管理。

针对水闸综合信息管理系统建设的需求，并考虑未来发展的要求，各部分系统集成可采用 SOA 设计思想、服务总线+组件的技术方法，基于流程驱动的总线集成模式，通过适配器组件集成技术，使得各子系统之间能够以互操作的方式交换业务信息，解决信息服务多元化，以及系统之间的信息共享、一致性问题。

在实现技术上，主要采用运用 WebService 技术、XML 数据交换技术，业务系统主要基于 B/S 模式设计开发。

15.7.5 运行维护

（1）建立项目组及人员设置

设立运行维护项目组，由经验丰富的维护工程师负责全局工作，并在每月对维护工作情况作出总结报告并提出合理化建议。

（2）设备及维护工作档案管理

在项目完成后，即对维护范围内的所有设备进行全面的设备备档工作，对信息系统设备进行全面统计，并备案存档，档案登记要求精确到每一项子设备的型号。此外，将根据维护工作要求建立设备维保档案，记录设备的巡检及维护工作记录。定期对维护工作记录进行汇总并分析出设备的老化及故障情况。

（3）人员使用培训

在维护工程师进入工作现场后，将提供按业主所需要的各种深度、广度的产品和技术知识讲座，由富有经验的维护工程师针对系统的安装、操作、软硬件配置和日常维护等需求，对不同层次相关操作人员及技术人员进行针对性的培训和辅导，帮助他们尽快熟悉系统，使其可以安全投入使用。技术培训服务划分为现场培训和专业培训两个级别，培训方式采用现场辅导式和授课式。

（4）系统巡检

制定详细的巡检计划，定时对系统进行巡检，定期巡视及养护、操作系统补丁安装、杀毒软件升级等，以作到防患于未然。

（5）现场维护记录及确认

现场维护工程师在接到相关人员的报修后，将在最短时间内到达现场，并根据现场维护工作流程对故障现象进行分析并及时处理，在维护工作完成后详细记录到场时间、故障原因、解决方法等相关维护信息，并由现场工作确认维护工作情况。以保证维护工作的及时及之后的考核及维护工作分析。

（6）信息反馈及考核

运行维护项目组每月完成一份信息系统维护工作月报表，并对相应故障作出有针对性的维护计划；同时对现场维护工作作出考核，有针对性的改进下一月度的维护工作。

16 投资估算

16.1 概述

本工程总投资为 10794.73 万元，其中：建安工程费为 9100.56 万元，设备购置费 20 万元，独立费用为 973.44 万元，基本预备费为 504.7 万元；专项投资 196.03 万元：水土保持投资 68.14 万元，环境保护投资 46.58 万元，树木迁改工程投资 1.31 万元，外电 10kV 接入工程投资 80 万元。

16.1.1 编制原则及依据

(1) 水利工程估算编制执行广东省水利厅（粤水建管[2017]37 号）发布的《广东省水利工程设计概（估）算编制规定》（以下简称《省编规》）、《广东省水利水电建筑工程概算定额》、《广东省水利水电设备安装工程概算定额》、《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》，缺项定额相关行业主管部门颁发的现行定额进行编制。

(2) 根据可研报告及图纸、《广东省水利水电工程造价管理软件(2017)》(V15.5.1)、《水利水电工程设计工程量计算规定》(SL 328-2005)等相关规定进行工程量计算。

(3) 有关费率

其他直接费、间接费、企业利润、税金，参照《省编规》规定的费率计算。

①其他直接费

其他直接费以基本直接费为计算基础：

建筑工程费率为 3.4%，设备安装工程费率为 4.1%。

②间接费：

建筑工程间接费以直接费为计算基础：

建筑工程费率：土方开挖工程 8%，石方开挖工程 11.5%，土石方填筑工程 9.5%，混凝土工程 9.5%（钢筋制安 6%），模板工程 9.5%，基础处理及锚固工程 8.5%，其他工程 10%。

③企业利润：

按直接费与间接费之和的 7%计算。

④税金：

按直接费、间接费、企业利润、主要材料价差及未计价材料费之和的 9%计算。

16.1.2 基础单价及计算依据

16.1.2.1 人工工资

本工程人工单价采用一类工资区人工预算单价，其中普工预算单价为 83 元/工日，技工预算单价为 115.9 元/工日。

16.1.2.2 材料预算价格

主要材料价格根广州市住房和城乡建设局文件公布广州市 2025 年 05 月主要建筑材料参考价格表，其他材料价格参考市场价格，次要材料价格依据《广东省水利水电工程次要材料价格信息文件（2025 年）》。其中水泥（42.5R）337.13 元/t，钢筋 3113.5 元/t，砂（中砂）198.62 元/m³，碎石 169.11 元/m³，块石 170.01 元/m³，柴油 6783.19 元/t，汽油 8158.41 元/t，C15 普通泵送商品混凝土 379.5 元/m³，C25 普通泵送商品混凝土 408 元/m³，C30 普通泵送商品混凝土 420 元/m³，600U 型板桩 400 元/m，350U 型板桩 200 元/m，拉森钢板桩 4225.18 元/t。

16.1.2.3 电、风、水单价

电 0.77 元/度，风 0.16 元/m³，水价 4.58 元/m³。

16.1.3 独立费取费依据

（1）勘测设计费按国家计委、建设部计价格[2002]10 号文发布的《工程勘察设计收费标准》进行计算。

（2）工程建设监理费按发改价格[2007]670 号《建设工程监理与相关服务收费标准》进行计算。

（3）招标业务费按国家计委计价格[2002]1980 号文的规定计算。

（4）可研报告编制费依据计价格 [1999] 1283 号文。

16.2 工程投资、主要材料用量

本工程总投资为 10794.73 万元，其中：建安工程费为 9100.56 万元，设备购置费 20 万元，独立费用为 973.44 万元，基本预备费为 504.7 万元；专项投资 196.03 万元：水土保持投资 68.14 万元，环境保护投资 46.58 万元，树木迁改工程投资 1.31 万元，外电 10kV 接入工程投资 80 万元。

本工程主要工程量：土石方明挖 15.57 万 m³，土石方填筑 0.68 万 m³，混凝土 1.07

万 m³，模板 1.03 万 m²，钢筋 1094.86t。

本工程主要材料用量：商品砼 1.23 万 m³，水泥 0.35 万 t，碎石 0.06 万 m³，块石 0.41 万 m³，砂 0.14 万 m³。

16.3 投资估算总表

工程估算总表

工程名称： 乌涌流域排涝体系提升工程

序号	项目编号	项目名称	投资/万元	备注
1		第一部分 建筑工程	6322.82	
2		第二部分 机电设备及安装工程	264.96	
3		第三部分 金属结构设备及安装工程	1231.1	
4		第四部分 施工临时工程	1301.68	
5		第五部分 独立费用	973.44	
6		一至五部分投资合计	10094.01	
7		基本预备费	504.7	
8	I	工程部分静态投资	10598.7	
9		价差预备费		
10	II	建设征地移民补偿静态投资		
11	III	水土保持工程静态投资	68.14	
12	IV	环境保护工程静态投资	46.58	
13	V	树木迁改工程投资	1.31	
14	VI	外电 10kV 接入工程投资	80.	
15	VII	静态总投资	10598.7	
16		价差预备费合计		
17		建设期融资利息		
18	VIII	总投资	10794.73	

17 经济评价

17.1 概述

17.1.1 评价方法

河道治理工程属于社会公益性质的水利建设项目，经济评价应以国民经济评价为主，财务分析为辅。由于本工程项目属于社会公益性质，工程具有较大的社会效益，但没有实际财务收入，故不进行财务评价，仅进行国民经济评价。

17.1.2 评价背景

本工程是属于排涝能力提升工程。工程按照保证安全、降低内涝风险的原则，在乌涌现状工程的基础上，新建、改建水陂，新建排涝泵站和护岸，在不加高堤防的情况下，尽可能的使河道满足 50 年一遇排涝能力，满足沿线景观水位要求，缓解市政雨水管网因顶托引起的内涝现象，从而提升乌涌流域排涝能力。

17.1.3 评价依据

根据《水利建设项目经济评价规范》（SL 72-2013），经济评价应包括国民经济评价和财务评价。由于本工程项目属于社会公益性质，工程具有较大的社会效益，但没有实际财务收入，故不进行财务评价，仅进行国民经济评价。国民经济评价主要依据为：

- （1）水利部发布的《水利建设项目经济评价规范》（SL 72-2013）；
- （2）国家发改委和建设部[2006]1325 号《关于印发建设项目经济评价方法与参数的通知》，国家发改委、建设部布《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》；
- （3）《已建防洪工程经济效益分析计算及评价规范》（SL 206）；
- （4）《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T 15774）；
- （5）国家现行的财务制度。

17.1.4 计算参数与评价方法

（1）价格水平

国民经济评价是从国家整体利益出发，采用影子价格，考察工程对国民经济的贡献，评价工程的经济合理性。由于本工程项目的费用和效益涉及的价格和参数较多，并且在

市场经济条件下，价格扭曲问题基本消除，因此采用现行的财务价格代替影子价格。

（2）社会折现率

社会折现率按《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）3.5 条规定采用 8%。

（3）计算期

参照《水利建设项目经济评价规范》（SL 72-2013）规定及当地实际，取本工程计算期为 32 年，其中建设期 21 个月（按 2 年计算），维护运行期 30 年。

（4）评价准则

本工程项目经济评价时，采用有、无项目的增量费用和增量效益进行分析。

17.2 费用估算

工程项目费用内容，包括固定资产投资、流动资金、年运行费等。

（1）固定资产投资及年度使用计划

本工程主体工程静态总投资为 10598.7 万元，对工程的投资估算进行调整。调整工程投资主要剔除属于国民经济内部转移支付的计划利润、税金、预备费等，最后算得固定资产投资为 9281.18 万元。

（2）年运行费

本工程建成后，由当地水务主管部门负责管理，不需要增加人员编制。工程自然损毁维护费用由地方财政拨款，人为损毁由当事人负责。工程年运行管理费由财政拨给解决。

工程年运行管理费主要包括工资及福利费、材料、燃料及动力费、工程维护费、管理费等其它费用，各项增量费用分析如下：

1) 工资及福利费：本次工程以片区进行管理，估计年费用 25 万元。

2) 材料和燃料动力费：主要包括工程的维护、修理所消耗的材料、油料等设备消耗的电力、燃料等，参考同类工程，按固定资产投资的 0.1% 计算，共 9.28 万元。

3) 维护费：包括工程维修养护和大修费。根据《水利工程固定资产基本折旧和大修理费率表》和经验数据，年维护费取工程增量固定资产价值的 1%，固定资产形成率取 100%，年维护费为 92.81 万元。

4) 其它费用：包括清除或减轻项目带来不利影响所需抢救措施的费用、日常行政开支、以及其它经常性支出等费用，该项费用按 1~3 项费用总和的 10% 计。其它费用为

12.71 万元。

综上，本项目正常年运行费为 149.80 万元。

(3) 流动资金

流动资金为维持正常运行所需的全部周转资金，按年运行费的 10%考虑，流动资金为 13.98 万元，在正常运行期第一年投入，最后一年回收。

17.3 效益计算

根据国家计划委员会、建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）。水利建设项目应按有、无项目对比可获得的直接效益和间接效益计算，且水利建设项目运行初期和正常运行期各年的效益，应根据项目投产计划和配套程度合理计算。本工程的效益不是直接创造财富，而是把建设本工程后减少的洪灾损失作为其主要效益（水环境的效益难以量化，暂不计列）。

本工程的兴建，最显著的效益为防洪减灾效益，包括人员伤亡损失；城乡房屋、设施和物资损坏造成的损失；交通、电力、通信中断等造成的损失；农、林、牧、副、渔等各行业减产造成的损失；防汛、抢险、救灾等费用支出。本工程应采用多年平均防洪效益计算，即综合治理后的洪灾损失与现状洪灾损失差值在本工程的分摊效益值，根据有关规定及参照类似工程项目，则本工程重建后多年平均的效益约为 1225 万元。

17.4 国民经济评价

国民经济评价指标主要有：经济内部收益率 EIRR、经济净现值 ENPV、经济效益费用比 EBCR。经济内部收益率是项目计算期内各年的净效益现值累计等于零时的折现率；经济净现值是用社会折现率，将项目计算期内各年的净效益折算到计算期初的现值之和；经济效益费用比是用社会折现率将项目计算期内效益现值与费用现值之比。

计算公式如下：

(1) 经济内部收益率（EIRR）

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

式中：EIRR——经济内部收益率；

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，基准点的序号为 0；

$(B-C)_t$ ——第 t 年的净效益，万元。

(2) 经济净现值 (ENPV)

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

式中：ENPV——经济净现值，万元；

i_s ——社会折现率， $i_s=8\%$ 。

(3) 经济效益费用比 (EBCR)

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

式中：EBCR——经济效益费用比；

B_t ——第 t 年的效益，万元；

C_t ——第 t 年的费用，万元；

其余符号同前。

国民经济评价指标计算成果见下表。

表 17.4-1 国民经济评价指标计算成果表

国民经济评价指标	计算值
经济内部收益率 EIRR (%)	10.17
经济净现值 ENPV (万元)	1730.96
经济效益费用比 EBCR	1.17

表 17.4-2 国民经济效益费用流量表

序号	年份 项目	建设期												合计
		1	2	3	4	5	~	20	21	22	~	30	31	
1	效益流量 B		930.00	957.90	986.64	1016.24	~	1583.26	1630.76	1679.68	~	2127.77	2948.08	45001.61
1.1	项目各项功能的效益		930.00	957.90	986.64	1016.24	~	1583.26	1630.76	1679.68	~	2127.77	2948.08	45001.61
1.1.1	防洪减灾效益		930.00	957.90	986.64	1016.24	~	1583.26	1630.76	1679.68	~	2127.77	2191.61	44245.14
1.2	回收固定资产余值												742.49	742.49
1.3	回收流动资金												13.98	13.98
2	费用流量	9281.18	153.78	143.99	148.31	152.76	~	238.00	245.14	252.49	~	319.85	329.45	15946.20
2.1	固定资产投资	9281.18												9281.18
2.2	流动资金		13.98											13.98
2.3	年运行费（经营成本）		139.80	143.99	148.31	152.76	~	238.00	245.14	252.49	~	319.85	329.45	6651.04
2.4	项目间接费用													
3	净效益流量 B-C	-9281.18	776.22	813.91	838.32	863.47	~	1345.26	1385.62	1427.19	~	1807.92	2618.63	29055.41
4	累计净效益流量	-9281.18	-8504.96	-7691.05	-6852.73	-5989.26	~	10552.19	11937.81	13365.00	~	26436.78	29055.41	
计算指标：经济内部收益率： 10.17% 经济效益费用比： 1.17 经济净现值（万元）： 1730.96 静态效益回收期（年）： 12.0														

17.5 敏感性分析

为了进一步研究和预测项目某些因素发生变化浮动时，对国民经济评价指标的影响，并分析影响程度，选取投资增加 10%、效益减小 10%这两种对国民经济评价指标影响较大的不利情况进行敏感性分析，见下表。

表 17.5-1 敏感性分析成果表

变化因素	评价指标		
	EIRR (%)	ENPV (万元)	EBCR
基本方案	10.17	1730.96	1.17
投资增加 10%	9.38	700.72	1.06
效益减少 10%	9.30	527.63	1.05

由上表可看出，本项目在费用和效益单项浮动 10%时，对工程经济指标影响不大，各项经济指标仍满足《规范》要求，说明项目具有一定的抗风险能力。

17.5.1 开源节流措施

通过经济分析，我们了解到该项目虽然财务压力较大，但由政府进行补助，可以很好的生存。且项目建成后经济效益显著，长期运行稳定，社会影响大，符合投资项目的要求和意图。因而从经济评价的角度予以认可。

虽然依靠财政补助项目得以生存，但我们可以从全生命周期的角度去管理和控制，提出一些建设性的意见。比如实行全过程造价管理，加强成本控制；健全建设资金管理体系；加强管理的信息化。

17.6 资金筹措方案

由于本工程属于社会公益性质的水利项目，其全部投资均为财政拨款，资金来源为地方政府投资。

17.7 财务评价

本工程为纯公益性工程单位，本项目自身的生存能力很有限，由于没有财务收入，人员经费和办公经费由财政核拨，工程维修护理费以项目定支出。总之生存能力不是问题。不管采取何种方式解决，请有关牵头部门尽快落实，保证项目的正常运营，及时发挥效益。

本项目不具备偿债能力，也无需进行偿债，因为其全部投资均为财政拨款。

本项目不具备盈利能力，维持正常运行的费用全部靠政府解决。

综上所述，本项目的生存能力、偿债能力、盈利能力都不行，单纯从财务的角度看本项目肯定不可行，但从政府投资角度分析，政府财政性资金主要用于公益性功能开发，本项目建成后，该资金发挥了巨大的防洪减灾效益，造福一方百姓，满足该资金使用要求。

17.8 综合评价

（1）国民经济评价

从表 17.4-1 可知：该工程的经济内部收益率大于社会折现率，经济净现值大于零，经济效益费用比大于 1.0，各项指标均满足规范要求，从国民经济评价的角度看，本项目在经济上是合理的。因此，该工程社会效益显著，国民经济评价合理可行，建议早日实施。

（2）生态效益分析

生态效益就是从改善人体生理健康的角度服务于人类。本工程的兴建兼顾生态流量需求，改善河流生态环境，恢复河涌的生态功能。

（3）社会效益分析

本工程实施后，具有很广泛的社会效益。社会效益是一种间接效益。工程建成后，改善河流生态环境，消除周围群众因此而造成的消极情绪，代之以积极向上、安居乐业、欣欣向荣的精神风貌，促进当地的安定团结，保障片区的经济发展，深得当地群众的拥护和支持。

18 海绵城市建设

18.1 概述

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

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

18.2 海绵城市概念

海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用。

海绵城市建设应遵循生态优先等原则，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。“保障有力、安全可靠、资源节约、环境友好、集约高效”——充分运用低碳节能市政工程新技术，统筹协调城市地下管网，结合新技术的实施性，有选择、有目的地选择低碳新技术，从而实现资源综合利用，建立起保障有力、安全可靠、资源节约、环境友好、集约高效的市政基础设施体系。

海绵城市的建设途径主要包括：一是对城市原有生态系统的保护；二是生态恢复和修复；三是低影响开发。

本次通过建设水生态基础设施与市政衔接的海绵系统，建设城水共生的岭南

生态城市和宜居都市，实现“小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解”的总体目标，同时在海绵系统的基础上营建具有活力的特色水景观，助力打造“宜业宜居智慧生活城、岭南生态水乡示范区”。

《广州市海绵城市专项规划》提出广州市开展海绵城市建设，结合广州市“山城田海”自然山水格局，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，构建低影响开发雨水系统，使 70%以上的降雨就地消纳和利用，到 2020 年，城市建成区 20%以上的面积达到目标要求；到 2030 年，城市建成区 80%以上的面积到达目标要求。

18.3 海绵城市建设原则

建设海绵城市，首先要扭转观念。传统城市建设模式，处处是硬化路面。每逢大雨，主要依靠管渠、泵站等“灰色”设施来排水，以“快速排除”和“末端集中”控制为主要规划设计理念，往往造成逢雨必涝，旱涝急转。根据《海绵城市建设技术指南》，城市建设将强调优先利用植草沟、雨水花园、下沉式绿地等“绿色”措施来组织排水，以“慢排缓释”和“源头分散”控制为主要规划设计理念。

海绵城市建设应遵循生态优先等原则，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。在海绵城市建设过程中，应统筹自然降水、地表水和地下水的系统性，协调给水、排水等水循环利用各环节，并考虑其复杂性和长期性。

18.4 海绵城市指标

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（2016-2030）》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。

表 18.4-1 海绵城市管控指标表

序号	指标名称	目标值	备注
1	年径流总量控制率	≥73%	
2	排水体制	分流制	
3	乌涌防洪标准	50 年一遇	
4	三岸涌防洪标准	20 年一遇	
5	内涝防治标准	100 年一遇 24 小时暴雨不成灾	
6	年径流污染削减率	≥50%	

18.5 海绵城市设计

本工程为排涝体系提升工程，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防洪排涝措施，已满足防洪排涝的指标要求，主要针对年径流总量控制率进行设计，并结合海绵理念，设置绿地和综合铺装，减小综合径流系数。

本项目海绵城市建设范围主要为堤顶道路、亲水平台以及管理房周边。区域内回填土坡面铺种草皮增加下渗，堤顶路和亲水平台采用透水铺装，增加渗、滞措施。

本项目工程后综合径流系数小于工程前。由于工程沿线建有调蓄湖，有效调蓄容积远大于所需调蓄容积，年径流总量控制率满足要求。

19 树木保护

19.1 总则

19.1.1 编制背景

为深入贯彻习近平生态文明思想，全面落实《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发[2021]19号），践行绿水青山就是金山银山的理念，让历史文化保护融入城市建设，把树木作为城市有生命的基础设施保护好、传承好，切实做好城市绿化和生态环境保护工作，根据《广州市绿化条例》《广州市控制详细规划》《控制性详细规划文评与历史文化保护专章的编制指导性意见（试行）》《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）》的通知》（穗林业园林规字[2022]1号）及相关法律法规和文件的要求，编制树木保护专章，为建设绿美广东提供生态保障。

19.1.2 保护与移植利用原则

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。

19.1.3 编制依据

19.1.3.1 法律法规

- （1）《城市绿化条例》（2017年修订）；
- （2）《城市古树名木保护管理办法》（2000年实施）；
- （3）《广东省城市绿化条例》（2014年修正）；
- （4）《广州市绿化条例》（2022年修正）。

19.1.3.2 指导性文件

- （1）《住房城乡建设部关于促进城市园林绿化事业健康发展的指导意见》（建城〔2012〕166号）；
- （2）《全国绿化委员会关于进一步加强古树名木保护管理的意见》（全绿字〔2016〕1号）；
- （3）《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19号）；
- （4）《住房和城乡建设部关于在实施城市更新行动中防止大拆大建问题的通

知》（建科〔2021〕63号）；

（5）《广东省人民政府办公厅关于科学绿化的实施意见》（粤府办〔2021〕48号）；

（6）《广州市关于科学绿化的实施意见》（穗办〔2021〕11号）；

（7）《广州市关于在城市更新行动中防止大拆大建问题的实施意见（试行）》（穗办〔2021〕12号）；

（8）《广州市城市树木保护管理规定（试行）》（穗林业园林规字〔2022〕1号）；

（9）《广州市林业和园林局关于印发广州市城市树木保护专章编制指引的通知》（穗林业园林通〔2022〕176号）；

（10）《广州市园林绿化工程项目全过程监督管理指引》（第一版）。

19.1.3.3 标准规范

（1）《园林绿化工程施工及验收规范》（CJJ 82-2012）；

（2）《园林绿化养护标准》（CJJ/T 287-2018）；

（3）《城市古树名木养护和复壮工程技术规范》（GB/T 51168-2016）；

（4）《园林绿化工程项目规范》（GB 55014-2021）；

（5）《古树名木复壮技术规程》（LY/T 2494-2015）；

（6）《古树名木鉴定规范》（LY/T 2737-2016）；

（7）《古树名木普查技术规范》（LY/T 2738-2016）；

（8）《古树名木管护技术规程》（LY/T 3073-2018）；

（9）《古树名木生长与环境监测技术规程》（LY/T 2970-2018）；

（10）《园林植物保护技术规范》（DB44/T 968-2011）；

（11）《园林绿地养护管理技术规范》（DB4401/T 6-2018）；

（12）《园林树木安全性评价技术规范》（DB4401/T 17-2019）；

（13）《古树名木保护技术规范》（DB4401/T 52-2020）；

（14）《古树名木健康巡查技术规范》（DB4401/T 126-2021）；

（15）《广州市树木修剪技术指引（试行）》（2021.9）；

（16）《广州市城市道路绿化改造行道树处理技术指引》（2020.3）；

（17）《广州市行道树技术工作手册（修编）》（2020.9）。

19.1.3.4 植物名录

- (1) 《中国主要栽培珍贵树种参考名录》（2017 年版）；
- (2) 《国家重点保护野生植物名录》（2021 年）。

19.2 树木资源调查

19.2.1 调查内容与方法

19.2.1.1 调查范围

项目的树木调查范围为乌涌流域排涝体系提升工程的红线范围的建设用地区域。

19.2.1.2 调查对象

调查对象包括项目调查范围内的现有绿地、连片成林、古树名木、古树后续资源、大树及其他树木资源。

19.2.2 工程范围资源状况分析

通过调查工程占地范围内涉及树木共 8 株，包括芒果树 5 株、杂树 3 株，均为胸径 16cm~51cm，无古树名木和古树后续资源。

19.3 树木处理方案

本项目工程占地范围内共计树木 8 株，主要位于气盾闸控制房范围内，树木无法通过调整红线范围进行避让。因此本项目树木采用迁移利用方案，迁移利用树木 8 株，不涉及迁移古树名木及古树后续资源。

19.3.1 迁移必要性分析

项目红线范围内树木无法通过调整线路范围进行避让，因此为保证树木的保护及活化利用，对该 8 株树木，采取迁移的方式对其进行保护。

19.3.2 迁移事项要求

19.3.2.1 迁移原则

尽可能就地、就近迁移及一次迁移利用，迁移过程应依法依规申报、控制施工质量、科学规范管理。对拟迁移树木实行清单管理，做好建档、管养等工作，确保较高迁移成活率和利用率。

19.3.2.2 迁入地情况

对于需迁移的 8 株树木，就地迁移至项目周边，树木迁移距离较短，有利于树木生长，能较好的保障树木成活率。

19.4 结论与建议

19.4.1 结论

本项目工程占地范围内共计树木 8 株，主要位于气盾闸控制房 8 范围内，树木无法通过调整红线范围进行避让。因此本项目树木采用迁移利用方案，迁移利用树木 8 株，不涉及迁移古树名木及古树后续资源。

对于需迁移的 8 株树木，就地迁移至项目周边，树木迁移距离较短，有利于树木生长，能较好的保障树木成活率。

19.4.2 建议

（1）根据国家、省、市树木保护要求，科学实施树木保护工作。施工过程中应及时在树干周围采取保护措施，进行围蔽措施，避免施工污染与机械损伤，对原址保护树木做好全过程的保护及养护措施；

（2）迁移树木应严格按照经审批的施工计划或者迁移技术方案实施；

（3）迁移树木施工时，施工单位应当在现场显著位置设立告示牌进行公示。告示牌应包含修剪、迁移树木的原因、施工地点、施工单位、负责人、联系电话、批准文号、批准单位、施工内容、投诉电话等信息。公示期从施工开工之日起至完工之日止。

20 社会稳定风险分析

20.1 编制依据

- (1) 《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令[2007]第 69 号）；
- (2) 《国务院关于全面加强应急管理工作的意见》（国发[2006]24 号）；
- (3) 《关于深入推进社会矛盾化解、社会管理创新、公正廉洁执法的意见》的通知（中发办[2009]46 号）；
- (4) 《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 号）；
- (5) 《国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投资[2013]428 号）；
- (6) 《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）；
- (7) 《广东省水利厅重大事项社会稳定风险评估办法》（粤水办综合[2011]22 号）；
- (8) 《广东省发展改革委重大项目社会稳定风险评估暂行办法》（粤发改重点[2012]1095 号）；
- (9) 《广东省突发事件应对条例》（广东省第十一届人民代表大会常务委员会公告 39 号）。

20.2 风险调查

20.2.1 调查范围

风险调查的范围：凡项目涉及的利益相关者切身利益，容易引发社会稳定风险的因素，都纳入本项目社会稳定风险调查范围。调查对象主要包括：

- (1) 项目环境影响范围内的群众和承包者；
- (2) 项目周边敏感目标，包括居民点、军事设施、旅游景点等；
- (3) 周边镇村等各级政府及其有关部门；
- (4) 项目所在地的大众媒体以及网络论坛；
- (5) 项目所在地随机人群。

20.2.2 调查内容

项目在设计过程中，进入项目区及周边地区，实地考察项目生态环境状况、人文社会状况及经济社会发展状况。职能部门直接参与，提出了一些相关的项目建设的合法性、合理性问题，对项目是否了解，对本项目建设的态度、项目施工期和运行期对当地居民生活的影响及是否影响个人利益做出一些意见。

20.2.3 调查方式与方法

本项目社会稳定风险调查采用的方式和方法主要有：

（1）公告公示。一是在政府网站上公开征询社会公众意见和诉求；二是在项目选址所在地张贴公告征求当地民众的意见和诉求。

（2）通过现场勘察、与建设单位接触、沟通、初步了解项目建设背景、周边情况和具体建设内容。

（3）查阅项目的各项审批手续，核实项目的可行性、审核建设程序的合法性和合规性。

（4）采用观察法、访谈法、问卷调查法等进行社会环境调查，鉴别利益相关者，分析利益相关者诉求。

（5）与政府相关职能部门座谈讨论，了解职能部门对项目的意见。

（6）采用网上调查舆情、分析了解媒体对项目建设实施的舆论导向及同类项目风险情况。

20.3 风险因素分析

20.3.1 风险识别

围绕本项目的建设和运营期间是否可能使群众的合法权益遭到侵害方面，从本项目的建设和运营两个阶段可能对外产生的负面影响方面，项目与当地经济社会的相互适应性等方面进行了全面的风险调查。对拟建项目在建设期和运营期可能诱发的社会矛盾和社会稳定风险的因素事件进行识别，对影响拟建项目总体目标顺利实现的各种社会稳定风险因素进行识别。

采取编制对照表法，对本工程各类风险因素初步列举识别，详见下表。

表 20.3-1 风险因素对照表

序号	风险类型和风险因素	参考评价指标	是否是本项目特征风险因素	备注
1	政策规划和审批程序			
1.1	立项审批程序	项目立项审批程序合理完善	否	
1.2	产业政策、发展规划	项目建设内容符合黄埔区经济社会发展规划	否	
2	技术经济			
2.1	工程方案	工程方案对项目可能产生的社会稳定风险因素,如施工对生态的破坏对交通的影响、施工及运行的质量安全问题等进行了详尽的分析,并提出防范和化解风险的有效措施	是	施工期
2.2	拖欠工人工资	建设单位建设资金到位,没有发生类似事件	否	
2.3	资金筹措和保障	建设单位对于项目建设资金的保障	否	
3	生态环境影响			
3.1	水环境影响	工程施工期产生施工废水和生活废水	是	施工期
3.2	固体废弃物的影响	工程施工期存在建筑垃圾的排放	是	施工期
3.3	施工噪声影响	工程施工期施工带来噪声影响	是	施工期
4	项目管理			
4.1	项目“五制”建设	项目建设在政府部门监督下,严格法人责任制、资本金制、招投标制建设监理制和合同管理制,确保项目工程建设各方面的风险降到最低	否	
4.2	项目单位“六制管理”	项目建设在政府部门监督下,严格法人责任制、资本金制、招投标制建设监理制、合同管理制和工程验收制,确保项目工程建设各方面的风险降到最低	否	
4.3	施工方案	对项目施工区附近的村庄及其居民生活有部分干扰	否	
4.4	文明施工和质量管理	项目制定了详细的施工管理措施和严格的施工管理制度,优化施工方案,合理安排施工时间。确保施工质量	否	
4.5	风险管理体系	项目单位和有关部门充分沟通,有完善的风险管理机制和风险应急预案	否	
5	社会经济影响			
5.1	公用设施配套及生活成本的影响	项目建设完善了项目所在地公告设施的配套,方便了当地村民的生活减轻了当地村民的生产生活成本	否	
5.2	对周边交通的影响	项目施工时需要修筑临时道路,可和当地道路建设相适应,并可以改善项目区交通状况	否	
6	安全卫生			

序号	风险类型和风险因素	参考评价指标	是否是本项目特征风险因素	备注
6.1	施工安全	本工程施工过程中主要可能出现的安全事故有运输吊装作业和用电作业；运行中不可避免的存在易燃、易爆、坠落、机械与车辆伤害、腐蚀及污染、粉尘、噪声、震动的生产场所	是	施工期
6.2	电气伤害	项目施工期的用电设备均由专业人员操作，安全措施到位，发生触电伤亡事故较少	否	施工期

20.3.2 风险分析

由于拟建项目建设具有充分的合法性和合理性，项目在当地实施完全可行和可控，按照下表找出项目风险因素。通过对每个风险因素的风险程度进行分析、预测和估计，层层剖析引发风险的直接和间接原因，预测和估计可能引发的风险事件，风险引发风险事件的可能性；估计发生的概率，分析影响后果，判断风险程度，详见下表。

表 20.3-2 风险因素及其风险程度表

序号	风险类型	发生阶段	风险因素	风险概率 P	影响程度 Q	风险程度 R
1	工程风险	决策准备	立项审批程序	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
2	工程风险	决策准备	产业政策、发展规划	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
3	工程风险	实施	工程方案	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
4	工程风险	实施	资金筹措和保障	0.1/低	0.2/较小	0.02/微小<0.05
5	工程风险	实施	拖欠农民工工资	0.1/低	0.3/较小	0.03/微小<0.05
6	工程风险	实施和运行	水质、大气、噪声、固弃物的影响	0.2/较低	0.3/较小	0.06/微小<0.2
7	工程风险	实施	项目“五制”建设	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
8	工程风险	实施	项目单位“六制管理”	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
9	工程风险	实施	文明施工和质量管理	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
10	工程风险	实施和运行	风险管理体系	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
11	项目与社会互试性风险	实施和运行	文化、生活、习俗	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05

序号	风险类型	发生阶段	风险因素	风险概率 P	影响程度 Q	风险程度 R
12	项目与社会互试性风险	实施和运行	就业、群众收入的影响	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
13	项目与社会互试性风险	实施和运行	公用设施配套及生活成本的影响	0.1/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
14	项目与社会互试性风险	实施和运行	对周边交通的影响	0.2/低	0.1/较小	0.01/微小<0.05
15	工程风险	实施和运行	安全卫生	0.2/低	0.1/较小	0.02/微小<0.05
16	工程风险	实施	施工安全	0.2/低	0.3/较小	0.06/较小<0.2
17	工程风险	实施和运行	电气伤害	0.2/低	0.2/较小	0.04/微小<0.05

风险估计的方法是采用风险指数计算的风险综合评价方法，把上表所列的风险因素及其风险程度通过定量计算，得出本项目的综合风险指数，详见下表。

表 20.3-3 风险指数计算表

序号	风险因素	权 重	风险程度					风险指数T
	W	1	微小	较小	中等	较大	重大	
			0.05	0.2	0.4	0.6	1	
1	立项审批程序	0.05	√					0.0025
2	产业政策、发展规划	0.05	√					0.0015
3	规划选址	0.05		√				0.01
4	征地拆迁	0.1		√				0.02
5	青苗补偿	0.1		√				0.02
6	工程方案	0.05		√				0.01
7	资金筹措和保障	0.05	√					0.0025
8	拖欠农民工工资	0.05	√					0.0025
9	环境污染影响	0.24			√			0.096
11	项目“五制”建设	0.01	√					0.0005
12	项目单位“六制管理”	0.01	√					0.0005
13	文明施工和质量管理	0.02	√					0.001
14	风险管理体系	0.02	√					0.001
15	文化、生活、习俗	0.01	√					0.0005
16	就业、群众收入的影响	0.02	√					0.001
17	公用设施配套及生活成本的影响	0.02	√					0.001
18	对周边交通的影响	0.02	√					0.001
19	安全卫生	0.03	√					0.0015
20	施工安全	0.05		√				0.01
21	电气伤害	0.05	√					0.0025
总计		1						0.186

通过定量计算在采取措施前,项目综合风险指数为 0.186,属于低风险(<0.36)。

综上所述,本工程符合国家关于水利发展建设目标的政策;项目法人主体资格合法;项目建设内容、报批程序合理、合法,前期工作充分完善。项目的建设引发中大群体性事件的可能性不大,但不排除会发生个体矛盾冲突。按照风险等级划分标准,本项目的风险等级为低风险。

20.4 风险防范和化解措施

(1) 工程方案是本项目的主要风险之一,工程的防洪安全性、景观的合理性舒适性等工程方案是引起社会稳定性的主要因素,建设单位和设计单位应优化建设方案,做好工程技术经济方案比较,制定可靠地技术措施和管理措施等防范措施,参建各单位尤其是建设单位要有针对性的突发事件应急预案,处理好与当地政府、村委会及村民的关系,减少社会稳定风险。

(2) 本项目环境影响包括工程施工期和项目运行期。工程施工期对环境的影响主要包括:植被、噪声、扬尘、废污水排放、固体废物等。项目运行期对环境的影响主要包括:生态环境、噪声、生活污水和垃圾等。建设单位应在工程施工期和运行期考虑设计采取水环境保护、声环境保护、空气环境保护、固体废弃物影响对策、工区卫生管理等保护措施。

(3) 本项目在建设期已充分考虑征地、青赔带来的隐性风险,因为赔偿的标准与村民达成一致,需要做大量的工作,力争在合理的范围内进行赔偿。一旦工作不细致,就可能导致诱发群众与政府之间的社会矛盾,进一步演变成群体事件。建设单位要有如何化解突发事件的应急预案,处理好与当地政府、村委会及村民的关系,化解风险。

(4) 本项目在施工期间,施工面坡度较大、施工设备重,施工期的安全一旦放松就可能导致人员和财产的伤害和损失。建设单位制定的防范措施,不但要确保施工人员和设备的安全,还有确保当地群众生命与财产的安全。一旦发生意外要有相应的化解措施,减少社会稳定风险。

20.5 落实措施后预期风险等级

对建设单位针对本项目采取的社会稳定风险防范、化解措施适合本工程的实施及新兴县的实际情况,按国家有关标准和规范操作,可减轻风险因素对项目建设的影响、化解由此造成的社会矛盾,建设单位的领导要高度重视,工作人员在日常

工作和生活方面积极与当地政府、村民保持良好的沟通，可以收到化解矛盾较好的效果。

项目建设要按照制定的防范保护措施，具体落实在实际工作中，综合风险等级就会更低。预期判断，在各项风险防范、化解措施能够及时全面，宣传工作细致深入到位，没有外部因素介入条件下，该项目风险等级为低风险。

20.6 风险分析结论

20.6.1 拟建项目主要的风险因素

项目社会稳定风险主要有：工程方案风险、工程征地风险、环境污染风险、施工安全风险。

20.6.2 主要的风险防范、化解措施

（1）工程方案是本项目的主要风险之一，工程的防洪安全性、景观的合理性舒适性等工程方案是引起社会稳定性的主要因素，建设单位和设计单位应优化建设方案，做好工程技术经济方案比较，制定可靠地技术措施和管理措施等防范措施，参建各单位尤其是建设单位要有针对性的突发事件应急预案，处理好与当地政府、村委会及村民的关系，减少社会稳定风险。

（2）针对施工期和运行期环境的风险，采用：①将废水沉淀池处理后，生活污水经化粪池等处理后，达标排放；②对噪声源控制原则上夜间禁止施工，合理安排施工时间来避免高噪声施工设备对周围环境造成影响，避免对周边居民生活造成干扰；③建筑垃圾、固体废弃物及时运往制定的消纳场所处理；生活垃圾设置临时垃圾收集及时运至垃圾填埋场处理，消除固体废弃物对环境的影响。

（3）针对征地的风险，应充分考虑征地、青赔带来的风险，本项目没有永久征地，若施工时有临时征地，应在征地之前做好宣传、公示工作，并与村民进行充分的沟通，达成征地意愿，征地时进行公开、公正、透明的公告，赔偿的标准与村民达成一致，若有异议，应进一步沟通，力争在合理的范围内进行赔偿，不能损害村民利益，一旦工作不细致，就可能导致诱发群众与政府之间的社会矛盾，进一步演变成群体事件。建设单位要有如何化解突发事件的应急预案，处理好与当地政府、村委会及村民的关系，化解风险。

（4）针对施工期安全的风险，除了要求各种施工设备、设施、临建等安全运

行必须具备技术标准及安全防护装置，各项施工生产计划必须由安全技术措施和施工人员实施，必须遵守安全操作技术规程和技术技能的行为规范。除按国家有关标准执行外，还应采取必要的劳动安全卫生对策措施。

20.6.3 落实风险防范、化解措施的有关建议

发挥当地政府及其项目所在地相关职能部门在社会稳定风险管理联防机制的作用，通过制定管理工作计划、深入开展调查分析、加强对项目的宣传、在施工建设和运营管理各个环节，并落实风险应对措施即可有效防范或降低相关风险。及时出现突发事件，也准备了完善的应急预案，可以切实排解风险。

建议建设单位要做好各个环节风险防范措施，并建立应急机构，与当地政府及各个职能部门加强沟通，妥善处理社会矛盾，有效降低社会稳定风险。

21 结论与建议

21.1 主要研究结论

项目名称：乌涌流域排涝体系提升工程

项目建设必要性：乌涌流域排涝体系提升工程是扎实推动广州水务高质量发展，坚决贯彻总书记、党中央决策部署的有力举措，是水务高质量发展必须肩负的政治责任和历史重任。乌涌所在的区域是黄埔区科学城和老城区，是黄埔区重要的经济核心区，近年来经常遭受水浸、内涝，严重影响周边居民和交通。为减轻两岸洪涝灾害，保护开发区及人民群众生命财产安全，对乌涌流域进行排涝能力提升是十分必要和迫切的。同时，工程的建设是解决区域防洪排涝问题、确保河道行洪安全、改善水环境，提高城市品位的需要。

工程范围：位于广州市黄埔区，包括乌涌干流广园快速至广汕二路段和三岸涌。

工程设计标准：乌涌治涝标准为 50 年一遇，堤防工程级别为 2 级，主要建筑物为 2 级，次要建筑物为 3 级。三岸涌治涝标准为 20 年一遇，设泵站工程主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级，临时建筑物级别为 5 级。

工程建设内容及规模：乌涌干流河床平整 10.15km，堤岸加固 1.90km，改建气盾闸 3 座，新建跌水 3 座，新建三岸涌泵闸 1 座。

主要结论：本工程主要通过河床平整、堤岸加固、沿线水陂改造、新建跌水、新建三岸涌排涝泵闸等措施，提升乌涌流域排涝能力。总体方案合理可行，建议尽快实施。

建设投资：本工程总投资为 10794.73 万元，其中：建安工程费为 9100.56 万元，设备购置费 20 万元，独立费用为 973.44 万元，基本预备费为 504.7 万元；专项投资 196.03 万元：水土保持投资 68.14 万元，环境保护投资 46.58 万元，树木迁改工程投资 1.31 万元，外电 10kV 接入工程投资 80 万元。

建设期限：工程施工总工期拟计划 21 个月，工期计划安排如下：

(1) 工程筹建期：3 个月。

(2) 工程准备期：2 个月。

(3) 主体工程施工期：施工期计划 18 个月，涉及到河道内工程施工尽量安排在枯水期施工。

(4) 工程完建期：1 个月。

21.2 建议

根据上述的结论，为有效地防范各种社会风险，顺利实现本项目的目标，使项目区居民都能从项目中受益，特提出如下建议：

(1) 加强与当地沟通协调

应关注项目对沿线管线迁改的影响，建设单位应加强与管线权属单位的沟通协调，协商解决管线迁改问题。

(2) 加强对沿线居民的宣传和引导

通过宣传工作，不仅要让沿线居民知道项目内容和有关政策，更要引导他们参与到项目中来，使他们充分认识到项目建设对当地建设的重要意义，项目建成后，有利用改善当地环境，对当地居民的生活生产有利。

(3) 加强对施工单位的管理

要鼓励施工单位在同等条件下优先雇佣当地劳动力和使用当地原材料，并且在施工过程中要尽量避免施工扰民，对因施工造成的沿线居民经济损失应进行合理的恢复或补偿措施。