

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）

可行性研究报告

（送审稿）

编制单位：水利部珠江水利委员会珠江水利综合技术中心

编制时间：二〇二五年五月



汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力
提升项目工程（一期）项目可行性研究报告编审人员

核 定：董良山

审 查：陈 翔

校 核：曾雄智

项目负责人：刘郴玲、陈联鑫

技术负责人：廖芳珍

水文专业负责人：梁 行、高 媛

规划专业负责人：余 超、胡 昊

水工专业负责人：刘郴玲、陈联鑫、王东海、代长贤

施工专业负责人：罗志安

金结、电气、水机专业负责人：窦维娥、练熠懿、欧 远

估算专业负责人：游婵林

编 写：余 超、胡 昊、陈 枫、金修鹏、刘郴玲、

陈联鑫、代长贤、甘春金、孙 昊、王娟丽、

黄少依、刘庆品、张文骞、闫苏杰、牟 舵、

秦泽宁、窦维娥、练熠懿、欧 远、游婵林

工程咨询单位甲级资信证书

单位名称：水利部珠江水利委员会珠江水利综合技术中心
住所：广东省广州市长寿路80号
统一社会信用代码：121000007385991606
技术负责人：林木隆
资信类别：专业资信
业务：水利水电、电力、通信、广电、信息化
证书编号：232024011036
有效期：2024年07月01日至2027年06月30日



证书查询

发证单位：中国工程咨询协会

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝 能力提升项目工程（一期）可行性研究报告

总 目 录

- 1 综合说明
- 2 水文
- 3 工程地质
- 4 工程任务和规模
- 5 工程布置及建筑物
- 6 机电及金属结构
- 7 施工组织设计
- 8 建设征地与移民安置
- 9 环境影响评价
- 10 水土保持
- 11 劳动安全与工业卫生
- 12 节能评价
- 13 工程管理
- 14 工程信息化
- 15 海绵城市建设
- 16 投资估算
- 17 经济评价
- 18 社会稳定风险分析
- 19 结论与建议

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程
(一期) 可行性研究报告

1 综合说明

目录

1 综合说明	1-1
1.1 绪言	1-1
1.1.1 项目区概况	1-1
1.1.2 社会经济	1-2
1.1.3 河流水系	1-3
1.1.4 项目背景	1-4
1.1.5 项目前期工作情况	1-4
1.2 水文	1-5
1.2.1 流域概况	1-5
1.2.2 水文基本资料	1-5
1.2.3 径流	1-6
1.2.4 榕江洪水	1-7
1.2.5 工程区设计洪（涝）水	1-8
1.2.6 施工洪水	1-11
1.2.7 潮位	1-12
1.3 工程地质	1-13
1.3.1 区域地震动参数	1-14
1.3.2 场地工程地质条件	1-14
1.3.3 主要工程地质问题	1-16
1.3.4 工程地质条件	1-17
1.3.5 天然建筑材料	1-17
1.4 工程任务和规模	1-17
1.4.1 工程建设的必要性和任务	1-17
1.4.2 治涝范围及标准	1-22
1.4.3 工程规模	1-25
1.5 工程布置及建筑物	1-28
1.5.1 工程等级及洪水标准	1-28
1.5.2 水闸闸址比选	1-29
1.5.3 建筑物选型	1-29

1.5.4 工程总体布置	1-30
1.5.5 主要建筑物	1-31
1.5.6 地基处理	1-31
1.6 机电及金属结构	1-32
1.6.1 电气	1-32
1.6.2 金属结构	1-32
1.6.3 采暖通风与空气调节	1-33
1.6.4 消防设计	1-33
1.7 施工组织设计	1-33
1.7.1 施工条件	1-33
1.7.2 导流标准及方式	1-34
1.7.3 主体施工方法	1-36
1.7.4 施工总布置	1-38
1.7.5 施工总进度	1-39
1.8 建设征地与移民安置	1-39
1.9 环境影响评价	1-40
1.9.1 环境符合性分析	1-40
1.9.2 环境保护标准	1-40
1.9.3 环境保护目标	1-40
1.9.4 环境保护投资	1-41
1.10 水土保持	1-41
1.10.1 水土流失防治标准和目标	1-41
1.10.2 水土流失量计算	1-42
1.10.3 水土保持措施投资	1-42
1.11 劳动安全与工业卫生	1-42
1.12 节能评价	1-42
1.13 工程管理	1-43
1.14 工程信息化	1-43
1.15 海绵城市建设	1-44
1.16 投资估算	1-45

1.16.1 编制原则和依据	1-45
1.16.2 主要投资指标	1-45
1.17 经济评价	1-45
1.18 社会稳定风险分析	1-46
1.19 结论与建议	1-46
1.20 附件	1-49

1 综合说明

1.1 绪言

1.1.1 项目区概况

潮阳区位于广东省东部沿海，北至东北襟榕江与揭阳市、揭东区、汕头市区相望，东连汕头市濠江区、东南濒临南海，南隔练江与潮南区对接，西邻普宁市。地理坐标北纬 23°19′~23°33′，东经 116°17′~116°43′。国土面积 667km²，外海岸线长 26.3km，海域面积 4000 多平方海里。从潮阳区行政区划上看，潮阳区辖 4 个街道（文光、城南、棉北、金浦）、9 个镇（海门、河溪、和平、西胪、关埠、金灶、谷饶、贵屿、铜孟）。其中，棉北、河溪、西胪、关埠、金灶属于榕江片区；文光、城南、金浦、海门、和平、谷饶、贵屿、铜孟属于练江片区。

本项目为汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程一期，建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸，共 3 宗水闸。项目建设范围金灶镇、西胪镇、河溪镇，项目位置示意图见图 1.1-1。项目保护区涉及潮阳区金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇 4 个镇区，保护区面积 140.62km²，保护人口 38.41 万人，保护农田 12.64 万亩。



图 1.1-1 项目位置示意图

1.1.2 社会经济

潮阳区作为汕头市西翼次中心城市，根据《汕头市潮阳区城乡总体规划（2017—2035年）》等相关规划成果，河溪镇为潮阳区政治、文化、服务中心，为潮阳城镇发展区。关埠镇、金灶镇和西胪镇为榕江南岸生态发展区，拟依托产业优势和资源禀赋发展特色小镇，打造城乡统筹示范区。金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇区域规划打造榕江城镇发展带，建设高度开放的区域交流门户。同时，榕江片区4个镇区（河溪镇、西胪镇、关埠镇、金灶镇）也是《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》重点规划乡村振兴治理区。

2023年，潮阳区地区生产总值为555.70亿元，同比增长4.2%。其中，第一产业增加值36.26亿元，增长2.3%；第二产业增加值310.10亿元，增长3.9%；第三产业增加值为209.34亿元，增长4.8%。

河溪镇水产养殖业是经济支柱，主要水产品有中华绒毛蟹（大闸蟹）、膏蟹、对虾、甲鱼、鳗鲡、鲈鱼、鲶鱼等。乡镇企业有金刚石、建材、造纸、毛织、服装等厂，拥有建筑施工队600多支。河溪水库及发电站建于境内。根据《潮阳区统计年鉴-2023》中统计数据，河溪镇农业总产值4.71亿元，工业总产值1.14亿元。

西胪镇优先发展农业，全力提升农业发展水平，壮大农村集体经济。2023年新增绿色食品认证产品3个，省级水产健康养殖和生态养殖示范区1家，全年实现地区生产总值21.51亿元，同比增长4.2%；完成农林牧渔业总产值9.66亿元，同比增长2.4%；完成固定资产投资11.52亿元，同比增长31.52%；完成重点产业项目投资总额7.99亿元，同比增长3.19%。

金灶镇经济发展良好，农产品及加工发展迅速，是汕头市潮阳区特色农业重点生产镇之一，是粤东地区橄榄、梅、香蕉、柿、油甘等特色水果的主要产地和重要集散地。主要粮食作物有水稻、薯类等；主要经济作物有甘蔗、食用菌、潮汕蕉柑、乌梅、三棱橄榄、乌榄、玻璃油甘、元宵柿、马蹄等。根据《潮阳区统计年鉴-2023》中统计数据，金灶镇农业总产值13.51亿元，工业总产值5.06亿元。

关埠镇耕地面积1940公顷，山地720公顷，是广东省水稻高产镇，汕头市“三高”农业科技示范镇，还有大豆、花生、甘蔗、蔬菜等。水果以柑、香蕉、荔枝、龙眼为大宗；关埠镇有五金、塑料、电子、食品、服装、建材等行业。抽纱是关埠的传统手工艺。建筑业也是关埠传统优势产业，素有“建筑之乡”的美称。根据《潮阳区统计年鉴-2023》中统计数据，关埠镇农业总产值7.22亿元，工业总产值2.36亿元。

1.1.3 河流水系

潮阳区有练江水系、榕江水系以及独流入海的大湖坑小河。榕江流域位于广东省东南部。榕江是独流出海的水系，发源于陆河县凤凰山南麓，东北与韩江分水，东南面临南海，南面与练江分水，西南与螺河相邻，西北倚莲花山脉与五华县毗邻。流域集水面积 4408km²，范围包括揭西、揭东、揭阳市区和普宁、潮阳、潮州、陆丰、丰顺的一部分，而以揭西、揭东、揭阳市区为本流域的中心腹地。流域面积中，山区占 47.8%，丘陵占 16.2%，平原占 36.0%。

榕江干流南河自凤凰山南麓，经普宁市西部边境插花地后，进入陆河县境内，抵石塔村汇合凤凰山西麓支流后向东北行，至石礫下流入揭西县境内后，先后汇入上砂水、横江水、龙潭水、石肚水和五经富水，随后流入揭东县境内，在神港处汇入来自普宁的洪阳河，流向渐折向东南，在炮台双溪咀与北河汇合，而后在揭阳港内的牛田洋注入南海。榕江片区境流入榕江下游及牛田洋的主要支流从西北至东南共有 7 条，包含仙桥河、潮水溪、南烽排洪坑、礫吼坑排洪溪、西胪港、河溪水、华阳港。

大塭水闸位于潮水溪，西胪港中闸位于西胪港，河溪排洪闸位于河溪水。本项目三座水闸所在河流水系详见图 1.1-2。



1.1.4 项目背景

党的十九大提出实施乡村振兴战略，党的二十大提出全面推进乡村振兴，农村水利与乡村振兴密切相关，是振兴乡村的基础要素，实现“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求，离不开水利的支撑和保障。为补齐农村水利基础设施短板，全面提升农村防汛排涝能力，根据省委、省政府《关于推进乡村振兴战略的实施意见》和《广东省乡村振兴战略规划》，结合潮阳区农村水利工作实际，经潮阳区人民政府同意，潮阳区水务局印发实施《潮阳区农村水利治理规划（2018—2027年）》，提出到2027年，治理现代化水平显著提升，农村水利防灾减灾救灾能力全面达标，农村水利治理体系和治理能力实现根本改变。榕江片区，金关围、棉北海堤防护区均属潮感区，洪涝灾害频繁，历史上是洪潮泛滥之地，受制于历史发展因素，水利基础设施欠账较多，防洪（潮）工程体系尚存在涵闸破损、涵闸功能发挥不足，缺乏强排设施，片区防洪排涝体系不完善等问题。2008年大塭水闸经安全鉴定为四类闸，2021年河溪排洪闸、西胪港中闸经安全鉴定为四类闸，须拆除重建。

2024年3月6日，广东省人民政府办公厅印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026年）》（粤办函〔2024〕34号），《实施方案》中明确2024年~2026年广东省江海堤防达标加固、大中型病险水闸除险加固的治理目标、建设任务、实施安排和保障措施。本项目3宗中型水闸（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）列入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026年）》，计划2026年实施拆除重建。《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022—2035年）》中也提出要拆除重建本项目涉及三座水闸。

项目建设符合相关规划要求，是促进经济发展和助力乡村振兴需要，是四类闸拆除重建和完善区域防洪排涝体系的重要举措，是助力潮阳区水利高质量发展的重要措施，也是保障人民群众生命财产安全和经济社会发展稳定大局的迫切需要。

1.1.5 项目前期工作情况

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程计划分三期实施，第一期实施已纳入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026年）》中且防洪排涝影响较大的3宗中型水闸（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）。第二期实施纳入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026年）》中西胪港大闸、三十一斗闸、华阳港闸剩余3宗中型水闸。第三期实

施其他工程及配套设施。本项目为一期工程。本次 3 宗水闸项建投资及可研阶段投资分别为 22800 万元和 15325.35 万元，由于受占地等客观因素影响，本阶段工程建设内容较上阶段有所减少，因此可研阶段投资较项建阶段相差较多。

表 1.1-1 一期工程项建阶段及可研阶段投资对比表

序号	所在镇街	水闸名称	类型	工程等别	建设性质	投资金额（万元）
						可研阶段
1	金灶镇	大塭水闸	水闸	中型	重建	6981.28
2	西胪镇	西胪港中闸	水闸	中型	重建	2234.16
3	河溪镇	河溪排洪闸	水闸	中型	重建	4259.4
4	征地、环保、水土保持和信息化等					1577.51
总投资						15325.35

1.2 水文

1.2.1 流域概况

榕江流域位于广东省东南部。榕江是独流出海的水系，发源于陆河县凤凰山南麓，东北与韩江分水，东南面临南海，南面与练江分水，西南与螺河相邻，西北倚莲花山脉与五华县毗邻。流域集水面积 4408km²，范围包括揭西、揭东、揭阳市区和普宁、潮阳、潮州、陆丰、丰顺的一部分，而以揭西、揭东、揭阳市区为本流域的中心腹地。流域面积中，山区占 47.8%，丘陵占 16.2%，平原占 36.0%。

榕江干流南河自凤凰山南麓，经普宁市西部边境插花地后，进入陆河县境内，抵石塔村汇合凤凰山西麓支流后向东北行，至石礮下流入揭西县境内后，先后汇入上砂水、横江水、龙潭水、石肚水和五经富水，随后流入揭东县境内，在神港处汇入来自普宁的洪阳河，流向渐折向东南，在炮台双溪咀与北河汇合，而后在揭阳港内的牛田洋注入南海。榕江片区境流入榕江下游及牛田洋的主要支流从西北至东南共有 7 条，包含仙桥河、潮水溪、南烽排洪坑、礮吼坑排洪溪、西胪港、河溪水、华阳港。

1.2.2 水文基本资料

榕江主要干支流上设有富口、河婆、东桥园、赤坎等 4 个水文站，揭阳南、揭阳北 2 个水位站。其中富口、河婆、东桥园水文站，揭阳南水文站位于榕江南河，赤坎水文站，揭阳北水文站位于榕江北河，下游入海口处有国家基本潮位站妈屿站。各站

基本情况见表 1.2-1

表 1.2-1 榕江南、北河水文站、水位站、潮位站基本情况表

河名	站名	测站性质	集水面积 (km ²)	资料年限
榕江南河	富口	水文	355	1958.06~至今
	河婆	水文	689	水位: 1954.06~至今
				流量: 1972~1979
	东桥园	水文	2016	1951.04~至今
榕江北河	揭阳南	水位		1975~1980
	揭阳北	水位		1975~1991
	赤坎	水文	732	1967.06~至今
沿海	妈屿	潮位		1954.01~至今

本工程区上游南河主要控制站为东桥园站，北河主要控制站为赤坎站，工程下游出海口采用妈屿潮位数据。

1.2.3 径流

榕江流域上主要的控制站为榕江南河上的东桥园站、榕江北河的赤坎站，其中东桥园站集雨面积 2016km²，赤坎站集雨面积 641km²（因上游有新西河水库，其集雨面积为 91km²，赤坎站计算面积按 732km²）。榕江南、北河各河段径流计算分别以东桥园站、赤坎站设计基本站，因此径流分析主要分析东桥园站、赤坎站径流系列。

本次收集有东桥园站 1954—2021 年 68 年实测流量资料，赤坎站具有 1967 年 8 月~2021 年实测流量资料，为保持一致性和完整性，本次榕江流域采用 1968—2021 年资料，计算时段为日。本次设计水文系列长度采用至 2021 年，其中 2021 年水文年 2022 年 1-3 月数据偏安全考虑采用历史最枯年 2021 年 1-3 月的实测值（2022 年 3 月 24 日流域已入汛）。

对东桥园和赤坎水文站 1968—2021 年（水文年）的多年平均径流量进行频率曲线分析计算，适线成果见表 1.2-2。

表 1.2-2 东桥园、赤坎站多年平均径流量频率成果表

站名	集雨面积 (km ²)	Q(m ³ /s)	Cv	Cs/Cv	Qp(m ³ /s)					
					P=5%	P=10%	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
东桥园	2016	85.2	0.30	2	131	119	83	67	55	48
赤坎	641	25.0	0.25	2	36	33	24	21	17	16

本次工程所在区域主要为榕江堤防金关围片区、棉北海堤片区，本工程多年平均

径流深 $h=800\text{mm}$ ， $C_v=0.35$ ，选用 $C_s=2C_v$ ；金关围片区总面积 95.7km^2 ，多年平均年径流总量为 7656 万 m^3 ，相应多年平均流量 $Q=2.43\text{m}^3/\text{s}$ ；棉北海堤片区总面积 162.69km^2 ，多年平均径流量为 13015 万 m^3 ，相应多年平均流量 $4.13\text{m}^3/\text{s}$ 。

1.2.4 榕江洪水

本次榕江干流设计洪水采用《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022—2035 年）》中洪水计算成果，榕江流域总面积 4408km^2 ，其中南河集雨面积 2644km^2 ，北河集雨面积 1629km^2 ，榕江干流河长 175km ，平均坡降为 0.493‰ ，本次洪水计算范围为榕江河口牛田洋段以上各控制断面设计洪水。《专项规划》中将东桥园站、赤坎站 1960—2021 年实测洪水资料进行排频计算，得到东桥园站、赤坎站设计洪水成果后，采用面积指数搬家法，计算榕江各控制断面设计洪水，东桥园站、赤坎站设计洪水成果见表 1.2-3、榕江各控制断面设计洪水成果见表 1.2-4。

表 1.2-3 东桥园站、赤坎站各频率设计洪水成果

测站坝址名	$Q_m (\text{m}^3/\text{s})$	C_v	C_s/C_v	各级频率设计值 (m^3/s)						
				1%	2%	3.33%	5%	10%	20%	50%
东桥园站	1760	0.66	3.5	5800	5000	4330	3880	2050	2300	1450
赤坎站	785	0.8	3.5	3270	2740	2400	2050	1540	1070	546

表 1.2-4 榕江各控制断面设计洪水成果表

控制断面	断面号	集水面积 (km ²)	不同频率下的设计洪峰流量 (m ³ /s)						
			1%	2%	3.33%	5%	10%	20%	50%
牛田洋	-20-200	3875	8580	7400	6410	5740	4510	3400	2150
北河汇入处上 (双溪咀)	2+830	2358	6370	5490	4760	4260	3350	2530	1590
梅云神港	28+000	2306	6290	5420	4690	4210	3310	2490	1570
三洲拦河闸上	39+540	2120	5980	5150	4460	4000	3140	2370	1490

1.2.5 工程区设计洪（涝）水

1.2.5.1 排涝片区

本次潮阳区榕江片区乡村示范带水利防汛排涝提升工程主要涉及排涝片区为棉北海堤排涝片。

棉北排涝片位于榕江下游右岸，北部、东部临榕江，南部、西部依小北山系，总集水面积 162.69km²。涝片跨关埠镇、西胪镇、河溪镇，地势西高东低。片区水系内纵横交错，勾连复杂，棉北海堤片排水（涝）分为 6 个排水（涝）片区，分别为片区 1～片区 6。

1.2.5.1 设计洪（涝）水

本次新建、重建工程所在片区主要涉及榕江片区金关围南片区、棉北海堤片区 3、片区 5。工程所在河道主要有潮水溪、西胪港、河溪水等。本次计算根据各河流具体情况分别采用广东省综合单位线法、推理公式法等进行计算

1) 水文特征参数

本次工程所在排涝片、排涝分区、水文地理特征参数见表 1.2-5。

表 1.2-5 本次工程涉及排涝片区及地理特征参数表

工程名称	排涝片	排涝	集雨	河长	比降	备注
		分区	面积 (km ²)	(km)		
大塭水闸工程	金关围	南片区	58.56	15.02	0.0041	
西胪港中闸	棉北海堤	片区 3	25.59	11.59	0.0002	
河溪排洪闸	棉北海堤	片区 5	45.7	12.9	0.007	河溪水库坝址
	棉北海堤	片区 5	5.24	1.65	0.0001	水库坝址~河溪排洪闸

2) 设计暴雨成果

根据各河流集雨面积中心点位置，在《广东省暴雨参数等值线图》（2003 年）查算设计暴雨特征参数，各河流暴雨特征参数见表 1.2-6。

表 1.2-6 本次工程涉及排涝片区及暴雨参数表

排涝片区	所在河道	时段	1h	6h	24h	72h
金关围南片区	潮水溪	暴雨平均值 Ht/mm	52	98	150	220
		变差系数 Cv	0.4	0.48	0.49	0.5
棉北海堤片区 3	西胪港	暴雨平均值 Ht/mm	53	105	160	230
		变差系数 Cv	0.4	0.5	0.5	0.5
棉北海堤片区 5	河溪水汛期（4~6 月）	暴雨平均值 Ht/mm	43	94	141	187
		变差系数 Cv	0.4	0.5	0.5	0.5
	河溪水汛期（7~8 月）	暴雨平均值 Ht/mm	40	86	130	173
		变差系数 Cv	0.4	0.5	0.5	0.5
	河溪水汛期（9 月）	暴雨平均值 Ht/mm	22	48	71	95
		变差系数 Cv	0.4	0.5	0.5	0.5
	河溪水汛期（10 月）	暴雨平均值 Ht/mm	10	22	33	44

3）设计洪（涝）水计算

根据以上地理参数、暴雨参数等，采用《广东省暴雨径流查算图表使用手册》（1991 年）中综合单位线和推理公式法进行计算。

（1）大塭水闸工程

大塭水闸工程所在片区为榕江堤防金关围南片区，所在河道为潮水溪，南片区设计涝水成果见表 1.2-7。

表 1.2-7 金关围南片区设计洪（涝）水计算成果

计算方法		频率				
		P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
综合单位线法	Q(m ³ /s)	727	641	526	439	350
	W ₂₄ (万 m ³)	1813	1555	1213	969	727
	W ₇₂ (万 m ³)	2454	2101	1622	1289	960
推理公式法	Q(m ³ /s)	720	620	489	391	293
	W ₂₄ (万 m ³)	1785	1526	1180	952	731
	W ₇₂ (万 m ³)	2475	2119	1634	1294	966
洪峰差值		0.96%	3.30%	7.20%	11.02%	16.19%

（2）西胪港中闸

西胪港中闸工程所在片区为棉北海堤片区 3，所在河道为西胪港，片区 3 设计涝水成果见表 1.2-8。

表 1.2-8 西胪港中闸设计洪（涝）水计算成果

计算方法		频率				
		P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
综合单位线法 (采用)	Q(m ³ /s)	229.95	199.99	160.23	130.61	100.76
	W ₂₄ (万 m ³)	870.84	746.79	583.03	464.15	349.53
	W ₇₂ (万 m ³)	870.84	987.93	766.81	604.99	453.91
推理公式法	Q(m ³ /s)	234.53	197.16	149.15	114.76	81.50
	W ₂₄ (万 m ³)	853.47	730.46	578.97	464.15	345.79
	W ₇₂ (万 m ³)	1159.22	730.46	769.69	604.99	454.68
洪峰差值		-1.99%	1.42%	6.92%	12.14%	19.11%

(3) 河溪排洪闸

河溪排洪闸所在片区为棉北海堤片区 5，所在河道为河溪水，河溪水上游已建有河溪水库，河溪水库是一座以灌溉、供水为主，结合防洪发电的综合利用中型水库工程。

根据《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022—2035 年）》，河溪水库下游河道能过 5 年一遇天然洪水，受河溪水库调节后，下游河道能防御 10 年一遇洪水。水闸工程最大设计排涝流量的计算，需对闸址处的 5 年一遇天然设计洪水和区间 10 年一遇涝水与水库上游 10 年一遇洪水经水库调蓄后的洪峰流量叠加后的设计洪水进行对比，保证经水库调蓄后的设计洪水满足不超过 5 年一遇天然设计洪水。河溪水设计涝水成果见表 1.2-9～表 1.2-11。

表 1.2-9 河溪水设计洪（涝）水计算成果（m³/s）

断面	频率	4~6 月	7~8 月	9 月	10 月
河溪水库坝址 (天然)	0.1%	805	739	388	165
	2%	502	460	240	102
	3.33%	449	412	215	91
	10%	358.48	328.2	171.9	76.56
	20%	286.02	262.51	111.42	60.42
河溪水库坝址~河 溪排洪闸	10%	58.43	53.65	28.35	12.75
	20%	47.16	43.25	22.65	10.13
河溪水库坝址~河 溪三十一斗闸	10%	71.23	65.3	34.14	15.27
	20%	56.3	51.53	26.62	11.83

表 1.2-10 河溪水库调洪成果表

工况一（4~6 月）					
频率	起调水位（m）	入库洪峰（m ³ /s）	下泄流量（m ³ /s）	最高水位（m）	对应库容（万 m ³ ）
0.1%	29.77	1046.02	752.05	34.29	1747.91
2%	29.77	655.32	454.77	32.27	1530.07
3.33%	29.77	587.09	403.85	31.88	1490.37
10%	29.77	358.48	247	30.57	1359.85
工况二（7~8 月）					
频率	起调水位（m）	入库洪峰（m ³ /s）	下泄流量（m ³ /s）	最高水位（m）	对应库容（万 m ³ ）
0.1%	30.77	739.68	532.34	32.84	1589.56
2%	30.77	460.12	351.94	31.47	1449.06
3.33%	30.77	412.13	330.22	31.29	1430.89
10%	30.77	328.2	263	31.09	1410.6

经水库调节后河溪排洪闸闸址处的 10 年一遇设计洪水 316.65m³/s，河溪三十一斗闸闸址处的 10 年一遇设计洪水 328.3m³/s，比两闸址处 5 年一遇天然设计洪水略大。但河道过流能力满足经调蓄后 10 年一遇设计洪水。对比表如下：

表 1.2-11 设计洪水对比表

单位：m³/s

水闸名称	5 年一遇天然设计洪水	经调蓄后 10 年一遇设计洪水（采用）
河溪排洪闸	305.76	316.65

1.2.6 施工洪水

1.2.6.1 榕江设计洪水

根据施工专业要求，本次分析计算枯水期 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月的施工洪水。根据东桥园站、赤坎站 1960 年—2014 年枯水期不同时段最大流量系列进行频率分析计算，频率曲线采用 P—Ⅲ线型，按经验适线法分别确定东桥园站、赤坎站枯水期设计洪水成果。

主要控制断面施工洪水根据水文参证站分期设计洪水采用面积比指数法推求，面积比指数借用年洪水分析值 0.6，成果见表 1.2-12。

表 1.2-12 榕江施工期 10 年一遇、50 年一遇洪水成果表

断面位置		揭汕交界处	南河双溪咀	南河梅云神港	北河双溪咀
集水面积 (km ²)		4408/3875	2644/2356	2439/2306	1629/1497
Q _{10%} (m ³ /s)	11 月~翌年 4 月	1569	1164	1150	768
	10 月~翌年 3 月	1628	1208	1190	830
Q _{2%} (m ³ /s)	11 月~翌年 4 月	2782	2064	2038	1306
	10 月~翌年 3 月	4351	3228	3187	1782

1.2.6.2 工程区施工洪水

根据各片区参数及枯水期暴雨参数，采用广东省综合单位线法，计算得各片区 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月共两个分期的施工洪水，如表 1.2-13 所示：

表 1.2-13 工程区域枯水期分期洪水设计成果表

区域位置	名称		集雨面积 (km ²)	综合单位线 (m ³ /s)	
				11 月~4 月	10 月~3 月
				P=10%	P=10%
金关围	南片区		58.56	245.27	184.58
棉北海堤	片区 3		28.11	68.2	50.69
棉北海堤	片区 5	河溪水库坝址	45.7	199.08	163.84
		坝址~河溪排洪闸	5.24	34.97	27.31

1.2.7 潮位

1.2.7.1 潮汐特性

榕江出海口的潮汐属于不规则半日潮，日潮不等现象显著，潮位在一天内两次高潮和两次低潮均不相等，月内有朔、望大潮和上弦、下弦小潮，平均周期约十五天，在一年中，一般夏潮高于冬潮，最高、最低潮位分别出现在秋分和春分前后，且潮差最大，夏至、冬至潮差最小。

1.2.7.2 设计潮位

广东省水利厅已以粤水电总字〔1995〕5 号文颁布了《广东省最高潮位频率计算成果》，颁布成果中妈屿站系列年限为 1954 年—1992 年，共 39 年。《广东省揭阳市榕江大围达标加固工程可行性研究报告》将妈屿站系列延长至 2003 年，复核后设

计成果与省水利厅颁布成果相差不大，仍采用原颁布成果。

本次将系列延长至 2018 年，对妈屿站设计潮位进行复核。本次复核成果略大于省水利厅颁布成果，但未出现频率跳级现象，且 1992 年以后年最高潮位均未超过原系列最高潮位，故妈屿站设计潮位可仍采用水利厅颁布成果，见表 1.2-14。

表 1.2-14 妈屿潮位站设计潮位成果表

均值（85 高程，m）	Cv	Cs/Cv	各级频率（%） 设计潮位						备注
			0.5	1	2	5	10	20	
2.04	0.37	8	4.42	3.98	3.55	3.00	2.61	2.25	本次复核
2.04	0.35	8	4.24	3.85	3.45	2.95	2.59	2.25	省水利厅（采用）
			0.18	0.13	0.10	0.05	0.02	0	差值

本次选取妈屿站 1972 年 7 月 29 日潮位过程作为外江典型潮位过程，通过控制最低潮位不变，将本次榕江片区防汛排涝能力提升工程涉及到的排涝闸闸外最高潮位，放大至 5 年一遇年最高设计潮位，潮位过程按比例放大，得到对应各水闸排涝的典型外江潮位过程。取最不利的内洪外潮峰峰相碰情况进行排涝调算时选用最不利的内洪外潮峰峰遭遇的情况。

1.2.7.3 施工潮位

根据施工要求，分析妈屿站 11 月～翌年 4 月和 10 月～翌年 3 月两个分期的设计潮位。施工期潮位根据妈屿潮位站 1954 年～2018 年各分期最高潮位系列进行分析，对各分期最高潮位系列进行经验频率计算，频率曲线采用 P—III 线型，统计参数先用矩法初估，最后按经验适线法确定。妈屿站施工设计潮位成果见表 1.2-15。

表 1.2-15 妈屿潮位站施工期设计潮位成果表 高程：85 高程

分期	均值 (m)	Cv	Cs/Cv	各级频率（%） 潮位（m）			
				2	5	10	20
11 月～翌年 4 月	1.75	0.12	6.0	2.04	1.97	1.91	1.84
10 月～翌年 3 月	1.86	0.15	6.0	2.28	2.17	2.09	1.99

1.2.7.4 雨、洪、潮遭遇分析

本项目位于榕江片区金关围及棉北海堤，本次工程区域段外江以潮水为主，下游水位由潮水位控制，本次遭遇分析以雨潮遭遇为主，雨潮遭遇结论是，取较为不利的遭遇情况，即当涝区发生 10 年一遇涝水时，外江潮位过程取 5 年一遇。

1.3 工程地质

1.3.1 区域地震动参数

根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])，工程区位于设计分组第二组，金灶镇、西胪镇基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为Ⅶ度，河溪镇基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为Ⅷ度。根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》(NB/T 35098-2017)，工程区区域构造稳定较差。区内未发现晚更新以来的断层或晚更新世以来的阶地、夷平面发生错位的现象。根据《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])，建筑场地为Ⅲ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，宜按抗震设防烈度Ⅷ度采取抗震构造措施。因此三宗水闸均应按Ⅷ度设防。

1.3.2 场地工程地质条件

工程区主要被第四系填土层和第四系覆盖层覆盖。根据本阶段钻探揭露，河道沿线岩土可分 5 大层，自上而下依次为：①人工填土(Q_4^s)、②第四系河流冲积层(Q_4^{al})、③第四系海陆交互相冲积层(Q_4^{mc})、④第四系全新统海陆交互相冲积层(Q_4^{mc})、⑤第四系更新统海陆交互相冲积层(Q_3^{mc})、⑥第四系更新统残坡积层(Q_3^{cdl})，地基岩土层各层特性如下：

①人工填土(Q_4^s)：主要为灰褐色、黄褐色、灰白色，略经碾压，呈松散～稍密状，局部含填石、填砂，是现有堤防地基的主要组成成分。据调查，堤防历史上发生过几次开挖、回填事件，回填土较杂，回填时代不一，成分不一。渗透性一般中等偏弱，局部透水性能强，该层连续分布在堤防沿线。

②第四系河流冲积层(Q_4^{al})：主要包括淤泥、淤泥质粉质粘土、粉质粘土、泥质中粗砂。

②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土：深灰色，含贝壳及有机质，根据土层状态分为淤泥及淤泥质粉质粘土。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露。

淤泥：深灰色，流～软塑状，饱和，主要成分为粉粘粒，局部夹少量砂粒，含贝壳及有机质，手摸具滑腻感，略具腥臭味。该层主要分布在河床。属弱～微透水性。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好，局部相变为淤泥。属弱～微透水性。

②-2 粉质粘土：青灰色、黄褐色，软～可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面略粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

②-3 含泥中粗砂：灰褐色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。属中等～强透水性。

③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）：主要包括粉质粘土、淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、含泥中粗砂、砂质粉质粘土、含有机质粘土、含砾中粗砂。

③-1 粉质粘土：黄褐色、红褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，局部夹砂粒，切面略粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-2 淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土：深灰色，含有机质，根据土层状态分为淤泥质粉质粘土及含有机质粉质粘土。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好。属弱～微透水性。

含有机质粉质粘土：深灰色，可塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-3 含泥中粗砂：灰褐色、深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。属中等～强透水性。

③-4 砂质粉质粘土：青灰色、灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-5 含有机质粘土：深灰色、灰黑色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，含有机质，切面略粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-6 含砾中粗砂：深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，其间含较多砾砂及少量砾石。属中等～强透水性。

④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）：主要包括花斑粘土、粘土、砂质粉质粘土、粉质粘土。

④-1 花斑粘土：花斑色，可～硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

④-2 粘土、砂质粉质粘土：灰褐色、黄褐色，可～硬塑状，稍湿，根据土层含砂状态分为粘土及砂质粉质粘土。

砂质粉质粘土：灰褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

粘土：灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，主要由粘性土组成，切面较光滑，粘性一般。属弱～微透水性。

④-3 粉质粘土：红褐色间灰白色，可～硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

④-4 含泥中粗砂：灰褐色、黄褐色，中密，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。属中等～强透水性。

⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ）：主要由粉质粘土组成。黄褐色，可～硬塑状，稍湿。主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

⑥风化基岩层：主要为燕山晚期第二次侵入（ γy^2 ）黑云母花岗岩及燕山晚期第三次侵入（ γy^3 ）花岗岩，本次勘察主要揭露全风化状，少量揭露弱风化状。全风化岩心主要呈砂土状、土柱状，风化程度剧烈，原岩结构已基本破坏，但结构可辨，遇水易软化崩解。弱风化岩心主要呈柱状，风化程度较弱，锤击声哑。属弱～微透水性。

1.3.3 主要工程地质问题

根据勘察资料分析，工程区主要存在软土引起的沉降变形、抗滑稳定、渗漏及渗透变形、岸坡抗冲刷稳定问题、砂土地震液化问题及软土震陷等问题。

（1）软土沉降变形问题

目前工程区现有堤基经运行多年，堤基下的软土得到了排水固结，强度在逐渐增高，水闸基本上处于稳定状态，没有明显的变形破坏。当其进行重建开挖扰动或其上有其附加荷载时，将会产生进一步的沉降变形，建议进行相应的处理。

（2）抗滑稳定问题

水闸坐落河段岸坡大部分为天然土质岸坡，基本无防护状态，或一侧建有堤防，另一侧无防护。目前处于基本稳定状态，未发现明显的变形迹象，但由于水闸连接河流河势变化较大，水流复杂，汛期水位暴涨暴落，水流速度较快，外坡直接临水，水下岸坡大多由软土或粘性土组成，在水流对岸坡冲刷、浪蚀作用下，可能于坡脚处形成冲刷坑，产生临空面，而导致岸坡的侧滑破坏，从而进一步产生对水闸相邻堤防的破坏。建议做好抗滑稳定措施，并做好监测工作。

（3）渗漏及渗透稳定问题

本项目渗漏与渗透稳定问题不突出，发生流土、管涌等渗透变形的可能性较小，因此基本上不存在渗漏和渗透稳定问题。

（4）抗冲刷问题评价

工程区岸坡出露地层及其基础地层基本为①人工填土层、②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂，其抗冲刷性能一般～差，且岸坡大部分无滩地缓冲地带，受水流冲刷后易发生塌岸，建议进行相应的抗冲刷处理。基坑开挖时建议做好边坡防护和护坡措施，建议按各岩（土）边坡开挖建议值和允许抗冲刷流速建议值进行施工，迎水面采用混凝土护坡或其他护坡措施。

（5）砂土液化问题

工程区的砂性土基本为不液化，与所收集到的水闸安全鉴定资料相对比，与计算结果基本一致。

（6）软土震陷问题

大塍水闸、西胥港中闸、河溪排洪闸存在软土震陷问题。根据《软土地区岩土工程勘察规范(JGJ83-2011)》，按照设防烈度 8 度估算的地震震陷值为 150 mm。

1.3.4 工程地质条件

闸址区均位于一级阶地区，地形较为平坦、开阔。根据区域地质资料及钻孔资料显示，闸址区内无区域性大断裂通过，勘察过程中亦未发现断层、构造破带、塌陷、溶洞等影响场地稳定性的地质构造及不良地质体，揭露地层基本稳定，适宜修建拟建建筑物。

1.3.5 天然建筑材料

因块石、碎石所需用量不大，故建议外购；工程区周边为砂料禁采区，原产地距工程较远，且砂料用量不大，故建议从镇区储料堆直接外购。

1.4 工程任务和规模

1.4.1 工程建设的必要性和任务

1.4.1.1 项目建设的必要性

（1）工程建设是贯彻落实中央和省有关文件精神的要求

党的十九大提出实施乡村振兴战略，党的二十大提出全面推进乡村振兴，坚持农业农村优先发展，巩固拓展脱贫攻坚成果，加快建设农业强国，扎实推动乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴，全方位夯实粮食安全根基，牢牢守住十八亿亩耕地红线，确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中。这是以习近平总书记为核心的党中央对“三

农”工作作出的重大决策部署，是全面建设社会主义现代化国家的重大历史任务，是新时代“三农”工作总抓手。农村水利与乡村振兴密切相关，是振兴乡村的基础要素，实现“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求，离不开水利的支撑和保障。

2013年8~9月，受强台风“尤特”、“天兔”和“8.16”强降雨袭击，榕江流域发生异常严重的洪涝灾害，给当地人民群众的生活和生产造成了严重的影响，社会经济出现重大损失。省委、省政府对此高度重视，决定将榕江流域综合整治列为省重点项目进行综合整治。

本次潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程（一期）作为榕江堤防、棉北海堤防洪排涝工程体系的重要组成部分，工程建成后，通过重建、维修加固水闸等工程措施，与榕江堤防、棉北海堤原有防洪体系相融合，通过本次工程措施、二三期建设及规划措施，使堤防段完建闭合，形成完整的防洪（潮）工程体系。且本次重建水闸工程均位于榕江及其下游地区，符合榕江下游涝区利用潮涨潮落特性，在低潮时自流排水、辅以电排站解决的排涝工程布局，并通过工程措施使榕江堤防金关围南片区、棉北海堤排涝片达到10年一遇一天排干的排涝标准，使片区内满足排涝需求，届时，将保障了现状地势低洼的的防洪排涝安全，推动潮阳榕江片区乡村振兴示范带高速发展，使该区域打造成为潮阳融入粤港澳大湾区和特色社会主义先行示范区建设的门户枢纽。

工程的实施是贯彻落实中央和省有关文件精神，也是榕江流域防洪排涝工程总体布局的重要组成部分，本工程的建设是十分必要的。

（2）工程建设是消除排涝隐患，提升防汛排涝能力、保障区域安全，促进经济发展和助力乡村振兴的需要

潮阳区现状存在水利工程防洪减灾体系薄弱、灌排设施老化失修等诸多不平衡不协调的问题。其中作为潮阳区防洪体系的重要组成部分的潮阳榕江片区防洪体系的建设虽已基本建成，但榕江及其支流特别是二、三级支流防洪（潮）工程普遍基础差，防灾减灾标准低，水工建筑物老化破损严重，整体抗灾能力不强。榕江片多数农村地区的防洪减灾起步晚、标准低，欠帐多。部分河流上的水闸、排灌泵站工程建设年代较久，由于维修资金不足、机电设备老化损毁，支流堤防未经达标加固等工程设施存在不同程度的安全隐患，形成“短板效应”，成为了制约潮阳区榕江片全面推进乡村振兴战略的重要因素。

为补齐农村水利基础设施短板，全面提升农村防汛排涝能力，根据省委、省政府《关于推进乡村振兴战略的实施意见》和《广东省乡村振兴战略规划》，结合潮阳区农村水利工作实际，经潮阳区人民政府同意，潮阳区水务局印发实施《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》。规划按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴总要求，提出2018-2027年潮阳区农村水利工作的治理原则、目标、任务、措施等内容，明确乡村振兴水利支撑和保障的方向与路径，系统解决农村水利问题，建设符合“一核一带一区”特色的美丽乡村，全面做好潮阳区农村水利工作，为实现乡村振兴提供水利保障。根据《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》规划目标。到2027年，治理现代化水平显著提升，农村水利防灾减灾救灾能力全面达标，全部行政村建成生态宜居美丽乡村，农村水利节水管理制度化、工程管理物业化、建设管理规范化的“六化”管理格局基本形成，农村水利治理体系和治理能力实现根本改变。

为达成《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》规划目标，亟需开展潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目，提升榕江片区防汛排涝能力，工程对榕江片区防洪排涝、改善生态环境、保障区域供水能力、提升灌溉效率、推动城市改造、促进经济发展和助力乡村振兴具有重大意义。

（3）项目建设符合潮阳地区水利高质量发展要求

“十四五”规划纲要明确指出“我国已转向高质量发展阶段”，水利作为现代化基础设施体系的重要组成部分，应率先实现高质量发展，更高标准、更高水平、更可持续、更加安全地服务经济社会发展。这既是深入贯彻落实习近平总书记“十六字”治水思路，更是为全面建设社会主义现代化国家提供有力的水安全保障。水利高质量发展以共享为根本目的，在发展中解决人民群众最关心最直接最现实的涉水问题，增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程的实施，可以有效提升潮阳地区水旱灾害防御能力，从而有效的促进潮阳区水利高质量发展。

（4）项目建设可促进潮阳区水利现代化水平，迈入第一梯队

聚力实施“851”水利高质量发展蓝图，加强推进防洪能力提升工程，加快生态海堤建设，开展大中型病险水闸除险加固。潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程的实施将有力的成为建设蓝图中实施八大工程、建设五张网的枢纽，助力汕头潮阳区迈入广东省水利现代化水平第一梯队。

(5) 项目建设是广东省堤防达标加固三年攻坚行动的组成部分

2008 年大塭水闸经安全鉴定为四类闸，2021 年河溪排洪闸、西胪港中闸经安全鉴定为四类闸，西胪港中闸、河溪排洪闸的诸多运行指标已无法达到现行设计标准，工程存在严重的安全问题，但一直未有合适的契机进行重建，2023 年广东省委、省政府紧紧围绕保障经济社会高质量发展的目标，加快完善“上蓄、中防、下泄”的防洪工程体系。目前，全省已建成 1-5 级江海堤防 17625 公里，大中型水闸 728 座，在抵御洪（潮）涝灾害中发挥了重要作用。但全省仍有不达标江海堤防 5210 公里，大中型病险水闸 222 座，在遭遇洪水和台风暴潮时，存在较大的安全隐患，是我省防洪体系的明显短板。2024 年 3 月 6 日，广东省人民政府办公厅印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》（粤办函〔2024〕34 号），《实施方案》中明确 2024 年~2026 年广东省江海堤防达标加固、大中型病险水闸除险加固的治理目标、建设任务、实施安排和保障措施。本项目 3 宗中型水闸（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）已列入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》，计划 2026 年实施拆除重建。汕头市潮阳区在安全鉴定的基础上，各方为加快大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸重建的各项前期工作，推进项目开工建设。

综上所述，工程建设是贯彻落实中央和省有关文件精神的要求；是提升潮阳区榕江片整体排涝能力，消除排涝隐患、保障区域安全的重要举措；是改善区域生态环境、增强流域经济发展水平的需要；项目建设符合潮阳地区水利高质量发展的要求。项目建设将有力的促进潮阳区的水利现代化水平，迈入第一梯队，为潮阳区加快发展榕江片区乡村振兴示范带，产业升级转型示范区等做出重要贡献，助力乡村振兴，产业振兴，因此本工程的建设是十分必要的。

1.4.1.2 项目建设的主要任务和内容

根据已批复的《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2020~2035）》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2024.02），规划重建大塭水闸、新建大塭泵站，泵站设计流量为 $48\text{m}^3/\text{s}$ 。本次根据实地调查、现状水闸运行情况等，发现现阶段大塭泵站建设迫切性不强，同时《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026）》中未考虑大塭泵站建设内容，故本次暂不考虑新建泵站建设内容。另为了响应《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2020~2035）》中建设内容，为金关围后期经济发展、

防洪排涝需求提高等因素考虑，在潮水溪下游左岸开阔处，预留泵站建设场地，后期根据实际需求进行建设。

1) 大塭水闸

(1) 工程任务

大塭水闸工程的主要任务为：排涝、挡潮。其保护对象为潮阳区金灶镇、关埠镇，防护区常住人口 13.85 万人，保护农田面积为 5.32 万亩。

①排涝

大塭水闸工程属榕江堤防片金关围中排涝工程，与堤围中浮头湾、尖头担水闸共同承担金关围南片区 58.56km^2 的排涝任务，保障片区内村庄，农田不受涝水侵害。

②挡潮

大塭水闸工程属榕江堤防片金关围堤防的穿堤涵闸，属金关围防洪（潮）体系的重要组成部分，与金关围堤防工程共同担负片区内的挡潮任务，捍卫潮阳区金灶镇的大部分区域，同时有效截断榕江潮水倒灌，保障片区内生产、生活不受影响。

(2) 建设内容

大塭水闸工程主要建设内容包括重建水闸 1 座。

排涝水闸：设计排涝标准为 10 年一遇（ $P=10\%$ ），设计过闸流量 $279.74\text{m}^3/\text{s}$ ，水闸总净宽 24m，共设 3 孔，单孔净宽 8m；

2) 西胪港中闸

1) 工程任务

西胪港中闸属棉北海堤片区水闸工程，其主要工程任务为排涝、御咸蓄淡，通航。西胪港中闸保护对象为潮阳区西胪镇、关埠镇，防护区常住人口 11.43 万人，保护农田面积 5.30 万亩。

2) 建设内容

西胪港中闸工程主要建设内容包括重建水闸 1 座，设计排涝标准为 10 年一遇（ $P=10\%$ ），设计过闸流量 $142.34\text{m}^3/\text{s}$ ，水闸总净宽 20m，共设 3 孔，单孔宽度为 $8\text{m}+6\text{m}+6\text{m}$ 。

3) 河溪排洪闸

(1) 工程任务

河溪排洪闸属棉北海堤片水闸工程，为河溪水进入榕江的一座节制闸，主要工程任务为排洪、御咸蓄淡，保护对象为潮阳区河溪镇，河溪排洪闸与下游三十一斗闸构

成片区内防洪（潮）排洪（涝）体系，防护区常住人口 12 万人，保护农田面积 1.5 万亩。

（2）建设内容

河溪排洪闸工程主要建设内容包括重建水闸 1 座，设计排涝流量 $311.08\text{m}^3/\text{s}$ ，水闸总净宽 40m，共设 5 孔，单孔净宽为 8m。

1.4.2 治涝范围及标准

1.4.2.1 治涝范围

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程治涝范围主要包含潮阳区金关围排涝片、棉北海堤排涝片部分区域。主要涉及行政区范围包含潮阳区金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇。

1）榕江堤防金关围排涝片南片区

大塭水闸工程位于榕江堤防金关围排涝片南片区，榕江堤防片区主要分为三片，潮水溪以南为南部山区片，潮水溪以北分为北西平原片与北东平原片。南片区位于榕江下游右岸，西至仙桥河与揭阳市相望，南依小北山，北部紧邻金关围北部片区、东部为榕江，集水面积 58.56km^2 ，片区包含金灶镇、关埠镇的部分区域，地势南高北低。

金关围南片区洪（涝）水，主要经潮水溪由大塭水闸、浮头湾水闸和尖头担水闸 3 个水闸排水，大塭水闸工程治涝范围及工程位置详见图 1.4-1。



图 1.4-1 大埭水闸治涝范围及工程位置示意图

2) 棉北海堤排涝片

棉北排涝片位于榕江下游右岸，北部、东部临榕江，南部、西部依小北山系，总集水面积 162.69km²。涝片跨关埠镇、西胪镇、河溪镇，地势西高东低，农用地地面高程基本上在 0.84m~1.54m，村庄、道路等建成物地面高程约为 1.74m~3.14m。根据水系及地形情况，将棉北排涝可分为 6 个排涝片区。

本次潮阳区榕江片区乡村示范带水利防汛排涝提升工程涉及棉北海堤排涝片中片区 3、片区 5，其中西胪港中闸位于排涝河道西胪港下游段，隶属片区 3；河溪排洪闸位于排涝河道河溪水下游，隶属于片区 5。棉北海堤排涝片排涝分区范围及各工程位置详见图 1.4-2。



图 1.4-2 棉北海堤工程治涝范围及工程位置示意图

3) 本次工程对应排涝分区表

本次潮阳区榕江片区乡村示范带水利防汛排涝提升工程涉及水闸对应分区具体见表 1.4-1。

表 1.4-1 本次工程水闸排涝分区面积表

水闸	片区名称	分区	排涝面积 (km ²)
大塭水闸	榕江堤防金关围	南片	58.56
西胪港中闸	棉北海堤	片区 3	25.59
河溪排洪闸		片区 5	50.94

1.4.2.2 设计标准

1) 排涝标准

根据《治涝标准》(SL273-2016)、按照排涝片内人口、耕地、经济等指标, 本次建设工程所在排涝片属于榕江片棉北海堤排涝片, 保护对象均为乡镇, 同时参照《汕头市防洪(潮)排涝规划(2020~2035)年》中规划成果, 棉北海堤排涝片规划治涝标准重现期为 10 年一遇, 故本工程排涝标准采用 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

2) 挡潮标准

根据《防洪标准》(GB50201-2014),按照各保护区内人口、耕地、经济等指标统筹协调局部与整体、上下游、左右岸、干支流的关系,本次建设工程所在流域属榕江下游,属赶潮区,榕江片防潮体系以榕江两岸堤防为主,本次建设工程属棉北海堤防洪(潮)工程体系中的重要组成部分,根据《汕头市防洪(潮)排涝规划(2020~2035)年》中规划成果,棉北海堤堤围规划防洪(潮)标准为 50 年一遇,故本次工程挡潮标准采用 50 年一遇。

1.4.3 工程规模

大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸解决金关围、棉北海堤排涝片排涝问题。治涝标准采用排涝标准采用 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干,挡潮标准采用 50 年一遇设计潮位,确定设计排涝、特征水位。

1.4.3.1 大塭水闸

考虑到榕江堤防金关围内的排涝、防潮和灌溉问题。当外江水位高于围内水位,关闸挡潮;当外江水位回落,低于围内水位时,立刻开闸抢排。

1) 水闸流量

大塭水闸为重建水闸,闸址位于潮阳区金灶镇大塭头潮水溪河口处,设计过闸流量按照榕江堤防南片区遭遇 10 年一遇洪涝水,大塭水闸、尖头担水闸、浮头湾水闸联合调蓄计算确定,按大塭水闸调蓄计算中最大下泄流量考虑,因此大塭水闸设计过闸流量为 $279.74\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 闸孔总净宽

根据计算,本次大塭水闸闸孔净宽度为 24m,单孔净宽 8m,共设 3 孔;水闸闸底高程与潮水溪出口规划河底高程一致,闸底板高程拟定为-2.5m。

3) 特征水位

(1) 正常蓄水位

大塭水闸自 1961 年建成至今,已运行 60 余年,其正常蓄水位控制在 1.54m,从 1961 年至今运行情况看,该水位比较符合榕江下游的实际情况,即可较好地满足潮水溪上游两岸及支流两岸灌溉用水需要,故根据潮水溪下游两岸田面高程和原设计灌溉水位,本次大塭水闸工程正常蓄水位取值为 1.54m。

(2) 闸上设计水位

本次闸上设计水位取榕江堤防金关围南片区 10 年一遇排涝标准下涝区最高水位 2.0m。

（3）闸下设计水位

综合考虑，本水闸排水落差取 0.2m，即闸下设计水位取 1.80m。

（4）防洪（潮）水位

水闸防洪（潮）标准取与榕江堤防防洪标准一致，即 50 年一遇。大塭水闸河口处的 50 年一遇洪水位 4.01m。

本次大塭水闸工程，闸上水位由水闸控制，根据调蓄计算确定设计洪水标准对应的闸上水位。大塭水闸特性表见表 1.4-2。

表 1.4-2 大塭水闸工程特性表

项目		单位	内容	备注
设计标准				
设计闸孔尺寸		m	24	单孔 8m*3 孔
工程规模			中型	
工程级别			2 级	
设计排涝标准			10 年一遇	
设计挡洪(潮)标准			50 年一遇	P=2%
设计过闸流量		m ³ /s	279.74	
排涝水位				
10 年一遇	闸上水位	m	2.0	
	闸下水位	m	1.80	
正常蓄水位		m	1.54	
防洪（潮）水位		m	4.01	(P=2%)

1.4.3.2 西胪港中闸

西胪港中闸位于汕头市潮阳区西胪镇西胪港下游处，是潮阳棉北海堤内的排涝工程，现属于西胪镇管辖，是一座以排涝、御咸蓄淡为主要工程任务，兼顾通航的中型水闸工程。

1）水闸设计过闸流量

西胪港中闸排涝功能主要为当闸下水位低于内河水位时自流排水，中闸为重建水闸，闸址位于潮阳区西胪镇西胪港下游段，设计过闸流量按照棉北海堤排涝片区 3 遭遇 10 年一遇洪涝水时，水闸调蓄计算确定，本次按西胪港中闸调蓄计算中最大下泄流量设计，因此西胪港中闸设计过闸流量为 142.34m³/s。

2) 特征水位

(1) 正常蓄水位

西胪港中闸自建成至今，已运行多年，仅在 2003 年重建启闭机室部分，其正常蓄水位控制在 1.34m，从多年运行情况看，该水位比较符合榕江下游的实际情况，即可较好地满足西胪港闸址以上围内鱼塘养殖用水及两岸灌溉用水需要，根据西胪港下游两岸田面高程和原设计鱼塘养殖及灌溉水位，并结合工程下游西胪港大闸调度运行规则，本次西胪港中闸工程正常蓄水位取值为 1.34m。

(2) 闸上设计水位

本次闸上设计水位取棉北海堤排排涝片（片区 3）10 年一遇排涝标准下涝区最高水位 2.36m。

(3) 闸下设计水位

根据《水利工程水利计算规范》（SL104-2015），本水闸排水落差取 0.15m，即闸下设计水位取 2.21m。

西胪港中闸工程特性表见表 1.4-3。

表 1.4-3 西胪港中闸工程特性表

项目		单位	内容	备注
设计标准				
设计闸孔尺寸		m	20	闸孔 6m+8m+6m
工程规模			中型	
工程级别			2 级	
设计排涝标准			10 年一遇	
设计过闸流量		m ³ /s	142.34	
排涝水位				
10 年一遇	闸上水位	m	2.36	
	闸下水位	m	2.21	
正常蓄水位		m	1.34	

1.4.3.3 河溪排洪闸

河溪排洪闸位于汕头市潮阳区的河溪水中游，距离棉北海堤 2.4km，现属于河溪镇管辖，河溪排洪闸是 1 座以排河溪水库洪水、调节潮水溪，御咸蓄淡为主要工程任务的中型水闸工程。

1) 水闸流量

河溪排洪闸排主要功能是平时保证潮水溪供水，汛期保障河溪水库下泄洪水能够

顺利排出，因此本次按河溪排洪闸调蓄计算中最大下泄流量设计，因此河溪排洪闸设计过闸流量为 311.08m³/s。

2) 特征水位

(1) 正常蓄水位

河溪排洪闸自建成至今，已运行多年，其正常蓄水位控制在 1.34m，从多年运行情况看，该水位比较符合榕江下游的实际情况，即可较好地满足闸址上游两岸及支流两岸灌溉用水需要，根据下游两岸田面高程和原设计灌溉水位，并结合工程下游三十一斗闸调度运行规则，本次河溪排洪闸工程正常蓄水位取值为 1.34m。

(2) 闸上设计水位

本次闸上设计水位取棉北海堤排排涝片（片区 3）10 年一遇排涝标准下涝区最高水位 3.47m。

(3) 闸下设计水位

根据《水利工程水利计算规范》（SL104-2015），本水闸排水落差取 0.24m，即闸下设计水位取 3.23m。

河溪排洪闸工程特性表见表 1.4-4。

表 1.4-4 河溪排洪闸工程特性表

项目		单位	内容
设计闸孔尺寸		m	40
工程规模			中型
工程级别			3 级
设计排洪（涝）标准			10 年一遇
设计过闸流量		m ³ /s	311.08
10 年一遇	闸上水位	m	3.47
	闸下水位	m	3.23
正常蓄水位		m	1.34

1.5 工程布置及建筑物

1.5.1 工程等级及洪水标准

本工程涉及重建水闸共 3 座，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《水闸设计规范》（SL265-2016）的相关规定，结合工程保护面积、防护区人口、保护农田面积等指标，由于三个水闸的保护对象为潮阳区棉北海堤片区，棉北海堤防护区常住人口 37.93 万人，保护农田面积 7.7 万亩，治涝面积 18.95 万亩，

综合确定本次大塭水闸西胪港大闸、三十一斗闸、华阳港闸工程等别均为Ⅲ等，工程规模为中型；。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），穿越堤防的永久性水工建筑物级别不应低于相应堤防的级别，本项目大塭水闸为金关围堤防（堤防级别2级）的穿堤建筑物，因此大塭水闸主要建筑物级别不低于2级。根据各建筑物型式及规模、效益指标，确定建筑物级别及防洪（潮）标准如下表。

表 1.5-1 工程规模、洪（潮）水标准及建筑物级别

水闸名称	工程规模	排涝流量 m ³ /s	引水流量 m ³ /s	装机规模 MW	设计 排涝标准	设计挡潮 标准	主要建筑 物级别	次要建筑 物级别
大塭水闸	中型	279.74	/	/	10	50年一遇	2	4
西胪港中闸	中型	142.34	/	/	10	/	4	4
河溪排洪闸	中型	311.08	/	/	10	/	4	5

1.5.2 水闸闸址比选

（1）大塭水闸选址选线

根据水闸的功能、特点和运用要求，综合考虑地形地质、交通、防洪（潮）排涝、征地、运行管理等方面因素，经综合比较选定。考虑到原址方案征拆难度相对较小，运行管理方便，投资较省等优点，本阶段推荐原址重建。

（2）西胪港中闸选址

经综合比较地形、地质、工程布置、管理、占地及投资等因素，上闸线（原址重建）方案在工程布置上与现状道路、老堤防的衔接更为平顺，占地、总投资较少，故本次工程西胪港中闸重建，推荐上闸线（原址重建）方案。

（3）河溪排洪闸选址

经方案比较，下闸址利用原址重建，工程布置紧凑，施工条件好，工程占地较少，工程总投资最少，故本阶段推荐选用原址重建方案，工程主要包括上游连接段、闸室段及下游连接段等。

1.5.3 建筑物选型

（1）水闸堰型选择

按水闸结构型式，可分为开敞式、胸墙式和涵管式等基本型式；按堰流特性，可分为宽顶堰和实用堰等。两者可组成多种闸型。本工程水闸主要功能是排涝、挡潮等，

河道水量大，为了在洪水期有较大的泄流能力，推荐采用开敞式平底宽顶堰。

（2）闸门型式比选

水闸工作闸门结构主要根据其受力条件、控制运用要求、制作、运输、安装、维修条件等以及闸室结构进行选定。一般采用平板门和弧形门，二者都能灵活方便地控制流量和水位，均能满足本工程运用要求。为减小工程量，方便运行管理，本阶段确定平板门布置方案，闸门启闭设备采用运行方便、投资节省的卷扬启闭机。

（3）闸室结构选择

为减小混凝土温度变化产生的地基约束力，以及地基不均匀沉降对闸室的影响，总宽 35m 以下水闸（大塭水闸、西胪港中闸）采取整体式，总宽 35m 以上水闸（河溪排洪闸）采用闸墩中间分缝的型式。

（4）消能防冲型式选择

本工程水头低，泄洪流量大，中小流量情况下，下游水深较浅，河床为粘土或淤泥，岸坡为土质岸坡，需要人工防护，采用底流消能抗冲能力较强，可以减少水流冲刷，且流态稳定、消能效果较好、对地质条件和尾水水位变化适应性较强等，能够适应高、中、低不同水头。本工程为低水头工程，因此选用底流消能方式较合适。

1.5.4 工程总体布置

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）主要为金灶镇、西胪镇、河溪镇三镇水闸重建及修缮，拟重建水闸共 3 座。

重建大塭水闸位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，闸址位于潮水溪与榕江河交汇处。大塭水闸主要功能为排涝、蓄水、挡潮等，水闸排涝流量 $279.74\text{m}^3/\text{s}$ ；水闸挡潮标准 50 年一遇，历史最高潮位校核。水闸布置于原大塭水闸原闸线处；水闸布置于河道中央，采用开敞式宽顶堰闸型，水闸总净宽 24m，共 3 孔，单孔净宽 8m；大塭水闸从上游至下游分别布置有：上游防冲槽、上游铺盖、闸室段、消力池及下游海漫。新建管理房位于闸室左岸的平台处，管理房地坪高程 3.0m，为两层框架结构，建筑总面积 200 m^2 。

重建西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部，主要功能为排涝、蓄淡御咸、通航等，水闸排涝流量 $142.34\text{m}^3/\text{s}$ 。重建西胪港中闸共 3 孔，孔宽 6m+8m+6m，泄流总净宽 120m，闸底板顺水流方向长 14.4m。闸顶上游设置交通桥宽 5.0m，下游设置检修廊桥宽 1.5m。闸室下游布置 C35 钢筋砼消力池，池底高程 -2.0m，池深 1.0m，

总长度 15.8m，消力池底板厚 0.6m。消力池后布置海漫段总长 29.6m，顶高程为-1.0m。水闸工作闸门采用平板钢闸门，启闭机平台高程为 12.40m，固定卷扬机启闭；在工作门槽上下游各侧设一道检修门槽，均采用移动式电动葫芦启闭。新建管理房位于闸室右岸的平台处，管理房地坪高程 4.0m，为两层框架结构，建筑总面积 200 m²。水闸建设范围内为保障防洪要求，需加高两岸道路，配套建设两岸水泥道路路长 348m。

重建河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部，水闸共 5 孔，单孔宽 8m，闸室总宽度 49.6m(用于泄洪总净宽 40m)；水闸闸底板高程-0.5m、闸顶高程 4.57m，闸室内设工作闸门和检修闸门；闸上交通桥位于启闭机室下游，桥面总宽 6.04m(双向车道)；水闸闸室长 15.0m，上游设防冲槽(长 5m、深 2.0m)、上游铺盖(长 15m)；下游设消力池(长 10m、深 0.5m)、金属网箱沉排海漫段(长 20m)和防冲槽(长 6.9m、深 2m)。新建管理房位于闸室右岸的平台处，管理房地坪高程 4.57m，为两层框架结构，建筑总面积 200 m²。水闸左右岸上游连接段、消力池两侧翼墙均采用悬臂式挡墙，海漫段和下游防冲槽段才有重力式挡墙，挡墙顶部高程为 1.5m~4.57m。基础采用直径 0.6m，外侧两排为密排，间距为 0.4m，其余桩间距 0.8m 的水泥搅拌桩。

1.5.5 主要建筑物

大塍水闸从上游至下游分别布置有：上游防冲槽、上游铺盖、闸室段、消力池及下游海漫。上下游翼墙和护岸采用墙式或坡式组合而成。

西胪港中闸和河溪排洪闸主要由上游防冲槽、上游铺盖、水闸闸室、下游消力池、海漫及防冲槽等部分组成。

1.5.6 地基处理

本工程考虑投资及场地条件，对于厚度不大的软土层（2m 以内），采用投资省的垫层法（即换填法）进行基础处理；对于厚度较大且在搅拌桩可处理范围内的软土层（3-15m），采用投资省的搅拌桩复合地基处理；对于场地受限的局部位置，采用场地要求低的旋喷桩复合地基处理；对于采用搅拌桩处理仍达不到承载力或沉降控制要求的软土层，采用管桩与搅拌桩结合的地基处理方式。

大塍水闸基础采用多桩型复合地基，其中 \varnothing 0.6m 水泥搅拌桩@0.45m，间排距 2.25m 格构式布置，桩底高程-15.00m，平均桩长 11m；搅拌桩格构室中间设 PHC500（125）-B 管桩@2.25m×2.25m 矩形布置，桩底高程-25.00m，平均桩长 20m，桩顶设 30cm 厚的砂砾石褥垫层。其余构筑物基础采用水泥搅拌桩复合地基。

西胪港中闸闸室基础采用水泥搅拌桩处理，桩径 0.6m、桩间距 1m、桩长 15m 正方形布置；闸底板外围布置桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 15m 的密排搅拌桩。铺盖及消力池段基础采用水泥搅拌桩处理，桩径 0.6m、桩间距 1.2m、桩长 15m 正方形布置。海漫基础均采用换填砂砾石处理。上下游翼墙基础均采用采用水泥搅拌桩处理，外围布置桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 15m 的密排搅拌桩，内部搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 1.2m、桩长 15m 正方形布置。

河溪排洪闸闸室基础处理采用水泥搅拌桩，搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 0.8m、桩长 10m 正方形布置，闸底板外圈布置桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 10m 双排密排搅拌桩，以防止底板接触冲刷；铺盖前端设置桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 13m 双排密排搅拌桩防渗墙，延长渗径，增强水闸的稳定性；铺盖段基础处理采用水泥搅拌桩，搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 1.2m、桩长 5m 正方形布置；消力池基础处理采用水泥搅拌桩，以防在动水压力作用下与闸底板形成较大沉降差，搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 1.2m、桩长 5m 正方形布置。翼墙基础处理采用水泥搅拌桩，基础最外侧搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 10m，基础内层搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 0.8m、桩长 10m 正方形布置；海漫段基础采用 1m 厚的抛石挤淤，两侧挡墙基础采用水泥搅拌桩，基础最外侧搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 10m。

1.6 机电及金属结构

1.6.1 电气

此次工程主要用电负荷集中在大温水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸，初步确定本工程用电负荷属二级负荷。

大温水闸采用 1 回 10kV 进线，设置一座户外式台架变降压至 0.4kV 作为主电源，另配一台 0.4kV，80kW 柴油发电机组作为备用电源。

河溪排洪闸及西胪港中闸均采用 1 回 0.4kV 线路，并采用柴油发电机组作为备用电源。

为保证水闸安全可靠、经济运行，提高运行管理的自动化水平，本工程采用开放式、分层分布式的全计算机监控系统，监控系统的设计按“无人值班”（少人值守）、“分散控制、集中管理”的原则设计。

1.6.2 金属结构

本工程金属结构设备含大温水闸、西胪港大闸、河溪排洪闸 3 座水闸，包括工作

闸门、检修闸门及其埋件和启闭设备。

大温水闸共 3 孔，设 3 扇 8×7m 工作闸门、1 扇上游侧 8×4.4 检修闸门、1 扇下游侧 8×4.9 检修闸门。

西胪港中闸共 3 孔，闸孔尺寸为 6+8+6（共 3 孔，），设 1 扇 8×3.9m 及 2 扇 6×3.9m 工作闸门，上游侧设 1 扇 8×2.7m 及 1 扇 6×2.7m 检修闸门，下游侧设 1 扇 8×2.7m 及 1 扇 6×2.7m 检修闸门。共 7 扇闸门。

河溪排洪闸共 5 孔，设 5 扇 8×4.3m 工作闸门，1 扇上游侧 8×2.2 检修闸门。

1.6.3 采暖通风与空气调节

水闸闸室拟采用自然通风。

1.6.4 消防设计

本工程消防设计是以“预防为主，防消结合”和确保重点、兼顾一般、便于管理、经济实用为原则。消防设施的配置主要以自救为。

本工程的消防系统由水工建筑物消防和机电设备消防构成，消防主要采用移动式化学灭火器的方式。

1.7 施工组织设计

1.7.1 施工条件

潮阳区位于广东省东南部，东连濠江区，东南濒临南海，南隔练江与潮南区相接，西邻普宁市，北至东北隔榕江与揭阳市、揭东区相望。大温水闸工程区位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，为榕江下游右岸堤防金关围的穿堤水闸，闸址位于潮水溪与榕江河交汇处，距潮阳城区约 35km，揭阳市区约 15km；西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部，距离潮阳城区约 20km；河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部，距离潮阳城区平均约 12km。各水闸左右岸有现状水泥村道，村道与附近的省道 S234 连通，工程区附近有 S85 潮汕环线高速穿过，基本满足工程对外交通要求。

工程施工期间购置的建筑材料、机电设备、金属结构及施工机械均由上述公路运抵工地。

大温水闸所需钢筋、水泥和木材、商品砼自揭阳市建材市场购买；西胪港中闸及河溪排洪闸所需钢筋、水泥和木材、商品砼自潮阳区建材市场购买。

大塭水闸砂石土料可选用工程区旁的储料堆作为外购点,距离大塭水闸仅 100m。西胪港中闸及河溪排洪闸所需土料及砂料拟从湖东村沙场采购,石料拟从新寨仔石料场或郭坚林石料场采购。同时湖东村沙场作为备用石料购买来源,外购砂石土料储量及质量均能够满足本工程的需要。

工程施工用水主要为建筑物混凝土养护用水、石方开挖等,而本工程临海,因此生产生活用水均接驳现有附近村庄居民的生活用水。本工程各水闸均设有输电线路及变压器,容量可满足施工期用电需求,可考虑共用。

主要工程量:土石方开挖 4.23 万 m^3 ,土石方填筑 2.91 万 m^3 ,砼 1.81 万 m^3 ,模板 1.74 万 m^2 ,钢筋 1508t。

主要材料量:水泥 2.49 万 t,商品砼 2.23 万 m^3 ,块石 2.20 万 m^3 ,砂 1.06 万 m^3 ,碎石 1.10 万 m^3 ,电 196.97 万 $\text{kw}\cdot\text{h}$,柴油 291.02t,汽油 11.97t。

人工: 9.05 万工日。

1.7.2 导流标准及方式

(1) 导流标准

1) 大塭水闸

大塭水闸规模为中型,主要建筑物为 2 级,次要建筑物为 4 级。根据《水利水电工程施工导流设计规范》(SL623-2013)规定,其相应导流建筑物为 4 级,相应的导流标准采用施工期 10~20 年一遇洪水。考虑内河围堰由于围堰使用时段短、挡水高度低,因此导流标准取下限为 10 年一遇洪水。

闸址处河道上游来水枯水期和汛期洪水流量差异较大,其中枯水期设计流量 $Q_{10\% (11\text{月}\sim 4\text{月})}=203.84\text{m}^3/\text{s}$,而全年 $Q_{10\% (\text{全年})}=439\text{m}^3/\text{s}$ 。全年施工对应设计洪水流量大,导流工程投资较枯水期施工显著增加,且围堰挡水后会造成上游部分居民房及农田临时淹没,因此导流时段拟安排在枯水期进行。导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月,相应设计导流标准洪峰流量为 $Q_{10\% (11\text{月}\sim 4\text{月})}=203.84\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据《河道管理范围内建设项目技术规程》(DB44/T1661-2015)第 8.4.2 条“破堤施工宜选择在枯水期进行,且应在围堰工程完工并经验收合格后方可破堤施工。施工期修筑围堰工程的防洪标准不得低于现有堤防防洪标准”,本项目外江围堰导流标准应与现有堤防一致。现有堤防防洪标准为 50 年一遇,故外江围堰采用施工期 50 年一遇洪水,导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月,相应洪水标准下设计水位为

2.50m。

2) 西胪港中闸

西胪港中闸规模为中型，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。根据《水利水电工程施工导流设计规范》（SL623-2013）规定，其相应导流建筑物为 5 级，相应的围堰及导流标准采用施工期 5~10 年一遇洪水。考虑上下游围堰使用时段短、挡水高度低，因此西胪港中闸围堰及导流标准取下限为 5 年一遇洪水。

闸址处河道上游来水全年与枯期洪水流量差异较大，其中全年 $Q_{20\%（全年）}=100.76\text{m}^3/\text{s}$ ，而枯水期设计流量 $Q_{20\%（11\text{月}\sim 4\text{月}）}=47.75\text{m}^3/\text{s}$ 。全年施工对应设计洪水流量大，导流工程投资较枯水期施工显著增加，而水闸主体工程施工可在一个枯水期内完成，因此导流时段拟安排在枯水期进行。导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月，相应设计导流标准洪峰流量为 $Q_{20\%（11\text{月}\sim 4\text{月}）}=47.75\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 河溪排洪闸

河溪排洪闸规模为中型，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。根据《水利水电工程施工导流设计规范》（SL623-2013）规定，其相应导流建筑物为 5 级，相应的围堰及导流标准采用施工期 5~10 年一遇洪水。考虑上下游围堰使用时段短、挡水高度低，因此河溪排洪闸围堰及导流标准取下限为 5 年一遇洪水。

闸址处河道上游来水全年与枯期洪水流量差异较大，其中全年 $Q_{20\%（全年）}=305.76\text{m}^3/\text{s}$ ，而枯水期设计流量 $Q_{20\%（11\text{月}\sim 4\text{月}）}=34.97\text{m}^3/\text{s}$ 。全年施工对应设计洪水流量大，导流工程投资较枯水期施工显著增加，而水闸主体工程施工可在一个枯水期内完成，因此导流时段拟安排在枯水期进行。导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月，相应设计导流标准洪峰流量为 $Q_{20\%（11\text{月}\sim 4\text{月}）}=34.97\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 导流方式

1) 大塭水闸

根据已批复的《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022~2035 年）》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2024 年 2 月），榕江堤防片区（又称金关围片）主要排涝河沟为潮水溪及潮水溪以北平原河网，榕江堤防片区主要分为三片，潮水溪以南为南部山区片，潮水溪以北分为北西平原片与北东平原片。

金关围南片区洪（涝）水主要经潮水溪由大塭水闸、桥头水闸、浮头湾水闸、尖头担水闸 4 个水闸排水。其中桥头水闸位于大塭水闸工程上游约 1km，共 1 孔，总净宽 5m；浮头湾水闸、尖头担水闸位于大塭水闸下游约 8km 左右，其中浮头湾水闸共

2 孔，单孔净宽 7.5m，总净宽 15m；尖头担水闸共 1 孔，单孔净宽 6m。3 座水闸均具备一定的过流能力，可考虑利用其导流。

在遭遇枯水期设计导流标准流量 $203.84\text{m}^3/\text{s}$ 时，若考虑大塭水闸不过水，利用桥头水闸、浮头湾水闸、尖头担水闸过流，根据实测地形，考虑河道容积调蓄，封闭大塭水闸，采用其他 3 座水闸调蓄，内河最高水位为 1.87m，未形成临时淹没，该方案可行。

因此拟定的大塭水闸施工导流方案为：一次围堰拦断，利用水系内其他水闸过流。

2) 西胪港中闸

根据已批复的《汕头市潮阳区棉北海堤除险加固工程可行性研究报告》（广东宣源工程设计咨询有限公司，2022.04），将棉北海堤片排水（涝）分为 6 个排水（涝）片区，分别为片区 1~片区 6。西胪港属片区 3，主要通过西二闸、西胪港大闸、二十斗闸（西一闸）3 个水闸进行排水。其中，根据现场查勘，西胪港大闸以及西二闸具有一定的过流能力。

考虑在施工西胪港中闸时，遭遇枯水期设计导流标准流量较小，利用西胪港大闸及西二闸能满足过流，故拟定的西胪港中闸施工导流方案为：一次围堰拦断，利用水系内其他水闸过流。

3) 河溪排洪闸

根据已批复的《汕头市潮阳区棉北海堤除险加固工程可行性研究报告》（广东宣源工程设计咨询有限公司，2022.04），河溪排洪闸属棉北海堤片排水（涝）片区 5，片区 5 主要通过二十二斗闸、桑田港闸、六十一斗闸、河溪三十一斗闸、部队闸 5 个水闸进行排水。考虑河溪排洪闸工程规模小，遭遇枯水期设计导流标准流量较小，利用二十二斗闸、桑田港闸、六十一斗闸、河溪三十一斗闸、部队闸 5 个水闸可满足过流，故导流方案采用一次围堰拦断，利用水系内其他水闸过流。

1.7.3 主体施工方法

本工程主要施工项目有：土方开挖、混凝土拆除、土方填筑、砼浇筑、板桩、水泥搅拌桩、灌注桩等。

(1) 土方开挖

土方开挖采用 1m^3 反铲挖掘机挖装，8t 自卸汽车运输。部分结构尺寸较小部位，采用人工开挖，胶轮车运输集中堆放，装载机运输。其中部分开挖土方就近堆放，用

于后期土方回填，其余土方运输至弃渣场堆放。

（2）浆砌石及砼拆除

水闸施工前，对原有旧水闸进行拆除。拆除施工采用 1m³ 挖机改装的液压破碎锤对混凝土、浆砌石结构击打破碎。拆除料采用 1 m³挖掘机挖装 8t 自卸汽车运输至规划弃渣场。

（3）土方填筑

一般土方填筑在工作面较为宽阔部位，采用自卸汽车运料，后退法卸料，74kW 推土机平料，铺料厚度 200~400mm，16t 振动碾压实，机械辅以人工修整边坡；工作面狭窄部位自卸汽车集中卸料，1m³反铲铺料、平料，采用分层薄层填筑的方法，层厚 200mm，2.8kW 蛙式打夯机夯实。土方在回填压实过程中，严格控制土料粒径、含水量和铺土厚度，对于超径土块应人工粉碎，含水量达不到设计要求的土料应采取晾晒或洒水的措施，以保证回填土的质量。

（4）混凝土浇筑

水闸工程基础处理完成后进行混凝土浇筑施工，混凝土浇筑采用商品混凝土 6m³ 砼罐车运输，溜槽入仓，人工平仓，2.2kW 振捣棒振实。

混凝土浇筑按水平分段分层，均匀连续浇筑；混凝土振动时间应根据骨料的粒径大小及分布钢筋稠密程度而不同，一般为 8~15s，间距为不大于 1.5 倍的作用半径，要避免漏振、欠振、超振，严禁使用振捣器来推动或者分布混凝土，以免产生离析或局部形成浆潭。

加强混凝土养护，防止混凝土出现裂缝，应根据现场气温条件及时覆盖和洒水养护，洒水养护时间 2~3 周。

（5）板桩及管桩

液压振动锤打桩机沉桩，施工前先进行清表清障，然后进行施工测量放样，将打桩机运输至施工面就位，预制桩采用平板拖车运输至工作面，机械手起吊，液压震动锤沉桩，沉桩过程中不断测量并调整桩位，直至桩身施打至设计高程。

（6）水泥搅拌桩

本工程的闸基为软弱淤泥，含水量高，孔隙比大，压缩性高，承载力低，闸基处理采用水泥搅拌桩方式。

施工机械采用 6 台 SJB-2 型深层水泥搅拌机，配 Y112M-6 型灰浆搅拌机和 UB-3 泵浆机各 6 台。在测量定位之后，使用 10t 吊车起吊深层水泥搅拌机沿导向架搅拌切

土下沉，钻头下沉至设计深度位置时，停止钻进。使用灰浆搅拌机按照设计配合比制备浆液，通过泵浆机在深层水泥搅拌机提升钻头的过程中喷浆。喷浆过程中，不断搅拌水泥浆，防止其离析。至全部浆液达到设计浓度，并搅拌均匀后，完成单桩施工。

为保证搅拌桩施工质量，须采取以下措施：（1）在水泥搅拌桩施工前，应先进行现场成桩试验，对试桩的质量进行检验，以确定施工水泥浆配比、泵送时间、搅拌机提升速度和复搅深度等各项参数和施工工艺；（2）水泥土搅拌桩施工现场施工前应予以平整，清除地上和地下的障碍物；（3）施工中，应保持搅拌桩机底盘的水平 and 导向架的竖直，搅拌桩的垂直度允许偏差为 $\pm 1\%$ ，沿轴线方向桩位允许偏差为桩径的 $\pm 1/4$ ，垂直轴线方向桩位允许偏差为桩径的 $\pm 1/6$ ，成桩直径和桩长不得小于设计值；（4）施工过程中，如因故停浆，应将搅拌头下沉至停浆点以下 0.5m 处，待回复供浆时，再喷浆提升；若停机冲过 3h，应先拆卸输浆管路，并妥加清洗；（5）施工过程中应随时检查施工记录和计量记录；（6）成桩 3d 内，采用轻型动力触探（N10）检查上部桩身的均匀性，检验数量不小于施工总桩数的 1%，且不少于 3 根；成桩 7d 后，采用浅部开挖桩头进行检查，开挖深度应超过停浆面下 0.5m，检查搅拌的均匀性，量测成桩直径，检查数量不少于总桩数的 5%；成桩 28d 后进行静载荷试验。

（7）灌注桩

本工程钻孔灌注桩穿透淤泥层，为防止淤泥层桩孔发生塌孔及位移，钻孔机械采用 MT120 型全套管钻机，在淤泥层采用套管护壁，在粉质粘土、淤泥质粘土及粘土层采用泥浆护壁。

钻孔灌注桩施工工艺流程：施工准备→桩位测量→埋设套管→钻机就位→下沉套管并钻进取样→成孔验收→清孔→安装钢筋笼→下导管→灌注水下混凝土并提升套管→成桩检测。

在钻进过程中经常注意土层变化，每进尺 2m 或者土层发生变化时应捞取浆样，判断土层。钻进过程中若发现泥浆有损耗、漏失应及时补充。

灌注水下混凝土采用导管法。灌注时应紧凑、连续的进行，严禁中途停工。灌注过程中，应注意观察管内混凝土下降和孔内水位升降情况。导管提升时，应保持轴线竖直和位置居中，逐步提升。

1.7.4 施工总布置

（1）大塭水闸

大塭水闸左右岸均具备良好的交通运输条件，考虑施工场地及临时用地需要，结合附近场地条件，大塭水闸施工营地拟分两岸布置，在左右岸各布置一个施工营地，营地内设综合加工场、综合仓库及机械停放场、砂石料堆放场等，施工所需供风、供水设施就近布置于施工区附近。由于附近施工用地受限，为减少占地，拟生活办公区在闸址村庄租用民房。大塭水闸临建设施建筑面积共 1200m²，占地面积共 1550m²。

（2）西胪港中闸、河溪排洪闸

西胪港中闸及河溪排洪闸左右岸均有现状道路通过，结合水闸附近场地条件，拟各水闸布置一个施工营地。西胪港中闸施工营地拟布置于水闸下游右岸 200m 处，现状为草坪；河溪排洪闸施工营地拟布置于水闸上游左岸 40m 处，现状为草坪和鱼塘，营地内均设综合加工场、综合仓库及机械停放场、砂石料堆放场等临时设施，生活办公区拟在闸址附近村庄租用民房。单个施工营地临建设施建筑面积共 850m²，占地面积共 1200m²。

1.7.5 施工总进度

根据总体工期的要求及施工进度安排原则，结合工程布置、建筑物工程量，初拟总工期 12 个月，第一年 8 月初施工准备，第二年 7 月底完工验收。

依据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017），本工程建设期拟分为四个阶段：工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期。

各阶段控制性进度如下：

工程筹建期：从第一年 6 月初至当年 7 月底完成，工期 2 个月；

工程准备期：从当年 8 月初至 10 月底完成，工期 3 个月；

主体工程施工期：从当年 11 月初至第二年 5 月底完成，施工工期 7 月；

工程完建期：从第二年 6 初月至 7 月底完成，工期 2 个月。

1.8 建设征地与移民安置

工程用地范围由用地范围图确定，分为工程永久征收和临时征用范围。工程永久征收主要是水闸主体工程等用地，临时征用包括施工生产生活区、施工道路、弃渣场用地等。

根据工程占（用）地范围，我中心会同业主及当地相关人员进行了现场调查，土地面积经现场核实地类后。工程占地设计成果包括：工程总用地面积 70.24 亩，其中

永久征收土地共 38.48 亩，包括其他土地 2.38 亩，水域及水利设施用地 36.10 亩；工程临时用地共 31.76 亩，包括其他土地 13.05 亩，水域及水利设施 18.71 亩。

工程建设涉及房屋面积 462m²，10kV 输电线路 240m。经与潮阳区自然资源部门对接，本工程新建建设用地不涉及基本农田、用海、不涉及生态保护红线等区域。

本工程征地总投资为 148.29 万元，其中有关税费 23.09 万元。

1.9 环境影响评价

1.9.1 环境符合性分析

本项目的建设可以消除潮阳区病险水闸工程隐患，确保工程安全，也可防洪减灾，保障围内工农业生产的稳定发展和人民的生命财产安全。

本项目水闸的重建工程均布置在现状排涝沟内，新增占地不涉及基本农田和生态红线，不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区；也不涉及生态保护红线管控范围，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等。环境符合性基本满足要求。

1.9.2 环境保护标准

本项目采用的标准等级见表 1.9-1。

本项目采用的标准等级要素	分区	质量标准	排放标准
地表水		(GB3838-2002) III类	一级排放标准
空气	汕头市潮阳区	(GB3095-1996) 二级	(DB44/27-2001) 二级标准
噪声	汕头市潮阳区	(GB3096-93) 2 类	施工期 (GB12523-90)、运行期 《工业企业厂界噪声标准》 (GB12348-90)

1.9.3 环境保护目标

(1) 工程段上、下游的水质不受工程施工的明显影响，本工程施工期生产废水和生活污水应采取措施处理后达标排放到指定地点，并不得排入水源保护区范围内。

(2) 工程沿线空气和噪声敏感点的环境质量不会受到施工作业的影响，不致出现严重扰民问题。施工扬尘等污染物排放应符合广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 的要求，施工区的总体环境空气质量控制在《环境空气质量标准》(GB3095-1996) 二级标准，环境噪声控制在《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90) 相应标准，工区附近的环境噪声敏感点控制在《城市区域环境噪声标准》(GB3096-93)

2 类标准。

(3) 本工程沿线的生态环境保护目标为工程沿线的生态环境质量不因本工程的实施而受到显著影响，重要的生态敏感点得到有效保护，对环境生态影响得到全面的恢复。

(4) 采取有效措施处理施工期固体废弃物和生活垃圾，避免对水环境和土壤环境造成污染。

(5) 采取施工期人群健康保护措施，防止传染性疾病流行。

1.9.4 环境保护投资

本工程环境保护工程总投资为 147.25 万元（不含水土保持投资），其中，环境保护措施投资 86.15 万元，环境监测措施投资 11.48 万元，环境保护独立费用 36.23 万元，基本预备费 13.39 万元。

1.10 水土保持

1.10.1 水土流失防治标准和目标

(1) 土石方平衡

本工程土石方开挖共计 7.38 万 m³（其中永久工程 4.75 万 m³，临时工程 2.64 万 m³），土石方填筑 6.48 万 m³（实方，其中永久工程 2.91 万 m³，临时工程 3.58 万 m³），共利用开挖料 0.61 万 m³，外购土石料 6.18 万 m³，外购砂料 0.50 万 m³；产生弃渣 9.0 万 m³（松方）。弃方均运至潮阳区政府指定的汕头市鹏和建筑材料有限公司废土收纳场回填。设计考虑充分利用开挖的土石方用于回填，减少弃渣，合理调配了工程的土石方，避免单独设置取土场，符合水土保持要求。此外，施工过程中将原地占地类型中植被区域的表土进行剥离后堆存于临时堆土区，用于后期的绿化覆土，符合水土保持要求。

总体分析，本项目土石方在开挖与回填过程中注重施工区域与施工时序的衔接，挖、填土方施工时序合理，从而减少水土流失量和降低对周边环境的不良影响，从水土保持角度来看，主体工程土石方平衡方法合理。

(2) 弃渣场选址合理性分析与评价

本工程弃土主要为清淤土方、开挖土方量及内外围堰拆除后土方，所有弃土将运至潮阳区政府指定的专业弃渣场，弃渣场已获得潮阳区水务局的水行政许可（潮阳水审〔2024〕18 号），符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关规定。

综上所述，本项目弃渣场设置较为合理，无限制性因素，符合水土保持要求。在弃土回填过程中，应做好弃渣场周边的排水措施和拦挡措施，并定期清理沉沙池，避免造成水土流失，对周边生态环境产生不利影响。

1.10.2 水土流失量计算

本工程预测水土流失总量为 500.57t，新增水土流失总量为 468.17t，新增水土流失量占水土流失总量的 93.53%。

1.10.3 水土保持措施投资

水土保持补偿费按 79.53 万元。

1.11 劳动安全与工业卫生

本工程的劳动安全与工业卫生的设计通过对本工程的工作环境，从劳动安全与工业卫生的角度全面、细致的进行分析，找出发生火灾、爆炸、机械伤害、电气伤害、淹溺、噪声和振动危害、温湿危害等危害的主要因素，并指出其危害的后果。在设计过程中严格执行《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）的规定，采取预防措施，消除隐患，防止危害事故的发生，确保人员身体和国家财产的安全。

本工程的劳动安全与工业卫生的设计，对贯彻执行国家“安全第一，预防为主”的方针，确保安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用有着重要的意义，对事故防患于未然，从而使本工程在建造完毕投入运行后，能给管理工作人员塑造一个安全、卫生作业环境。

1.12 节能评价

本工程运行期的能耗种类主要是启闭机室用电负荷、输变电设备的损耗等，考虑启闭机功率普遍较小且启闭机室分布广，启闭机开启时间少，能源消耗少，因此本工程的建设不会对当地的能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

本工程共包括 3 座闸，闸门全年启闭次数以 18 次计。根据类似工程经验，闸门启闭年耗电 0.075 万 kW·h。

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，在工程布置方案设计阶段就考虑将新建建筑物布置尽可能布置紧凑，从而减少占地，并且在施工时合理利用枯期时段使其减少施工围堰的布设，减少资源的消耗。

本工程大部分水闸为就近低压线路取电，启闭机功率小分布广，避免增设变压器造成浪费。

本工程施工营造区布置于本工程水闸管理范围以内，减少施工临时占地；施工期通过科学安排施工工期和施工程序，选择合适的施工机械，提高施工工作效率，减少电能的消耗，既可控制施工成本，又可节能。

本工程总布置和主要建筑物设计方面采取了适当的工程措施有效地控制了能源消耗；在工程布置及建筑物结构上采用节能；通过合理的施工组织设计减少了临时占地和节约了能源。通过以上措施，可以达到充分节能的效果，因此，本工程从节能上分析是合理可行的。

1.13 工程管理

本工程地处潮阳榕江片区，大塭水闸由潮阳区河溪水系工程管理处管理，河溪排洪闸由河溪镇水利所管理，西胪港中闸由西胪镇水利所管理，工程的总体规模及布置与现状差别不大，根据统筹兼顾原则本次设计拟维持现有管理所人员配置，不再增加管理人员。

根据《水闸技术管理规范》（SL75-201）和《泵站技术管理规程》（SL255-2000），本工程保护范围按现状划界方案确定，在该范围内不得从事危及水利工程安全及污染水质的爆破、打井、采石、取土、陡坡开荒、伐木、开矿、堆放或排放污染物等活动。

1.14 工程信息化

主要包括监测感知体系建设、通讯网络建设、数字孪生平台建设、业务应用系统开发、运行环境及安全体系建设等 5 部分。其中，监测感知体系、通讯网络建设范围为大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共 3 宗水闸。数字孪生平台和业务应用系统开发是针对汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目的整体性工作。

1.监测感知体系建设

运用先进的数据采集、传输和处理手段，实现汕头市潮阳区榕江片区降雨监测、水位监测、视频监控、闸门开度监测、闸门位移监测、闸门渗流监测等监测感知数据的自动采集和传输，为防汛排涝项目提供监测数据支撑。

2.通讯网络建设

实现前端视频监控、闸位计、水位计、雨量计、闸门安全等数据上传到政务云，并接入气象、水文等已有监测数据，实现与政务云业务系统的数据共享及交换，最终通过专线网络提供给各级水利部门。

3.数字孪生平台建设

搭建具有榕江片区水利工程及影响区域特点的数据底板、模型库、知识库等。数据方面，在共享水利部、珠江委、广东省水利行政部门、“数字政府”粤政图数据底板基础上，以三维模型+GIS+IoT 技术为支撑，构建榕江片区水闸及工程影响区域的 L2 级和 L3 级数据底板。模型方面，围绕工程防洪、灌溉等综合效益发挥，建设模型库，将数据底板作为模型输出开展分析计算、同步仿真。知识方面，在共享的基础上，构建防洪调度规则库、历史案例库、操作规程库、工程安全库等，不断积累更新。

4.业务应用系统开发

聚焦潮阳区榕江片防汛排涝能力提升，围绕日常运行管理、工程项目建设管理以及防洪潮及排涝管理等需求，主要建设工程建设项目管理系统、防洪潮及排涝“四预”系统以及水闸运行管理系统等 3 个系统，提高榕江片区水闸工程信息资源数字化、电子化的程度，为榕江片区提高防汛排涝能力提供信息化支撑。

5.运行环境及安全体系建设

租用政务云计算、存储及网络资源，用于前端监测感知数据的接收、存储、处理、分析及应用，并利用政务云成熟的网络安全体系，保障项目数据的安全性和稳定性。

1.15 海绵城市建设

本项目在潮阳榕江片区一期涉及 3 宗水闸，针对现状水闸存在的相关问题，在建设过程中结合考虑海绵城市建设的原则：尊重水系的自然属性；坚持全面规划、统筹兼顾；坚持以人为本、人水和谐，充分发挥水利公共服务的要求；坚持水利建设与经济社会发展相协调；坚持因地制宜、突出重点；要资源配置最优化等，构建相关海绵城市措施，是保障潮阳人民生命财产安全的重要举措，项目风险水平较低，经济及技术上可行，建议本次项目尽快实施。

根据汕头市住房和城乡建设局印发的《关于印发<汕头市海绵城市建设豁免清单（试行）的通知>》（汕住建通[2024]15 号），本项目属于“河口涵洞、水闸新建或改建、加固工程”，在该文件海绵城市建设豁免清单内，因此本项目不需进行海绵城市建设。

1.16 投资估算

1.16.1 编制原则和依据

1) 广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文发布的《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(以下简称《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》及《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》,缺项部分参考其他定额;

2) 广东省水利厅关于调整《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》增值税销项税税率的通知(粤水建设[2019]9 号);

3) 广东省水利水电工程造价定额站《关于我省水利水电工程设计概(估)算编制规定与系列定额的勘误及补充说明》(粤水造价函[2018]3 号);

4) 广东省水利厅文件《广东省水利厅关于做好水利工程施工扬尘污染防治工作有关事项的通知》(粤水建管[2018]58 号);

5) 广东省水利厅文件《广东省水利厅关于调整水利工程计价依据安全生产措施费计算标准的通知》粤水建设函〔2023〕348 号;

6) 国家计委关于加强对基本建设大中型项目估算中“价差预备费”管理有关问题的通知(计投资[1999]1340 号);

7) 水利水电工程设计工程量计算规定(SL328-2005);

8) 广东省水利厅文件《广东省水利厅关于公布广东省地方水利水电工程定额次要材料预算价格(2024 年)的通知》;

9) 《汕头市潮阳区 2025 年第一季度材料综合价格表》;

10) 可行性研究报告及图纸;

1.16.2 主要投资指标

本工程总投资为 15325.35 万元,其中工程部分投资为 13474.84 万元(大塭水闸投资 6981.28 万元,西胪港中闸投资 2234.16 万元,河溪排洪闸投资 4259.40 万元),临时征地补偿工程投资为 148.29 万元,环境保护工程投资为 147.25 万元,水土保持工程投资为 79.53 万元,信息化工程投资为 1475.44 万元。

1.17 经济评价

本项目经济内部收益率为 10.58%,大于社会折现率 8%;经济净现值为 3712.97

万元，效益费用比 $1.22 > 1$ ，表明项目建设经济指标优越。从敏感度分析表明，投资增加 10% 内部回收率 $EIRR=9.49\% > 8\%$ ，效益减少 10% 内部回收率 $EIRR=9.17\% > 8\%$ ，经济效益费用比 $EBCR$ 均大于 1.0，说明本项目仍具有较强的抗风险能力，工程投资可行，宜及早开工建设。

1.18 社会稳定风险分析

本次 3 座水闸重建符合《汕头市潮阳区农村水利治理规划（2018-2027）》规划要求。通过重建排涝闸等工程措施提高潮阳榕江片区的防洪能力，解决防护区内防洪、排涝问题，保障人民群众生命财产安全和经济社会可持续发展。

本项目在建设征地实物调查、征地补偿、群众支持、生态环境和施工可能引发的不确定性风险等主要风险因素，但总体上看，这些风险影响程度不大，通过相应的风险防范和化解措施能够降低社会稳定风险，因此本项目在落实风险防范和化解措施后，风险等级为低风险。

建议在工程建设过程中，要严格执行本次风险分析提出的风险防范措施，各级部门要严格履行各自的责任与义务，按照工程建设的有关法律法规，前期工作还有待完善的地方进行查漏补缺。同时，要做好相关监督管理工作，对风险防范措施的可行性、有效性等进行评估，并根据实际情况进行适当调整。项目建设单位、地方政府及其他有关单位做好资金配套工作，保障风险防范措施的有效运行。

因此，本工程水闸拆除重建工程的建设可行。

1.19 结论与建议

（1）榕江片区中金关围、棉北海堤防护区均属潮感区，洪涝灾害频繁，历史上是洪潮泛滥之地，受制于历史发展因素，水利基础设施欠账较多，防洪（潮）工程体系尚存在涵闸破损、涵闸功能发挥不足，灌溉、通航等功能受损，片区防洪排涝体系不完善等问题。2008 年度大塭水闸安全鉴定为四类闸，2021 年度河溪排洪闸、西庐港中闸安全鉴定为四类闸，须拆除重建。实施本项目是四类闸重建和完善区域防洪排涝体系的重要举措，是保障人民群众生命财产安全和经济社会发展稳定大局的迫切需要。

（2）潮阳区作为汕头市西翼次中心城市，根据《汕头市潮阳区城乡总体规划（2017~2035 年）》等相关规划成果，河溪镇为潮阳区政治、文化、服务中心，为潮

阳城镇发展区。关埠镇、金灶镇和西胪镇为榕江南岸生态发展区，拟依托产业优势和资源禀赋发展特色小镇，打造城乡统筹示范区。金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇区域规划打造榕江城镇发展带，建设高水平开放的区域交流门户。同时，榕江片区也是《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》重点规划乡村振兴治理区。实施本项目是助力乡村振兴需要，是促进经济发展和潮阳区水利高质量发展的重要措施。

（3）2024年3月6日，广东省人民政府办公厅印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026年）》（粤办函〔2024〕34号），《实施方案》中明确2024年~2026年广东省江海堤防达标加固、大中型病险水闸除险加固的治理目标、建设任务、实施安排和保障措施。本项目有3宗中型水闸（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）列入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026年）》，计划2026年实施拆除重建。《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022-2035年）》中提出拆除重建大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸。《汕头市水利改革发展“十四五”规划》提出拆除重建大塭等4座水闸，潮阳区棉北海堤除险加固工程提出重建水闸4宗，加固水闸1宗。《汕头市水网建设规划（2017~2030）》规划棉北海堤达到50年一遇防洪（潮）标准。《汕头市潮阳区水利改革发展“十四五”规划》规划明确按50年一遇防洪（潮）标准加固棉北海堤。本项目建设符合相关规划要求。

（4）本项目为汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程中（一期）工程，拟实施已纳入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026年）》中且重点制约片区防洪排涝的3宗已安全鉴定为四类闸的中型工程（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）。第二期实施纳入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026年）》中西胪港大闸、三十一斗闸、华阳港闸剩余3宗中型水闸。第三期实施其他工程及配套设施。本次3宗水闸项建投资及可研阶段投资分别为22800万元和15325.35万元，由于受占地等客观因素影响，本阶段工程建设内容较项建阶段有变化，因此可研阶段投资较项建阶段减少较多。

（5）本项目主要建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸，共计3宗水闸。

（6）本项目3宗中型水闸主要任务分别有排涝、挡潮、御咸蓄淡，兼顾航运（大塭水闸具有排涝挡潮功能，河溪排洪闸、西胪港中闸有具有排涝、御咸蓄淡功能，西胪港中闸还具有通航功能）。大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸3宗工程规模为中型。

(7) 本项目治涝范围主要包含潮阳区金关围排涝片、棉北海堤排涝片部分区域，涉及保护面积 140.62km²，保护对象为乡镇，保护人口 38.41 万余人，保护农田 12.64 万亩。本工程排涝标准采用 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。大塭水闸位于金关围，西胪港中闸、河溪排洪闸位于棉北海堤，挡潮标准采用 50 年一遇。西胪水航道（西胪港中闸）为Ⅷ级航道，通航船舶为 30t 级，航道通航水深 0.7m。

(8) 本次工程的选址充分考虑了地形地质条件、水闸过流条件、工程布置、施工布置及施工条件、工程占地、对周边环境的影响以及投资等要求，经综合比选 3 宗拆除重建的水闸，3 宗水闸均采用原址重建方案。

(9) 本工程实施后，大塭水闸工程、西胪港中闸、河溪排洪闸连同金关围与棉北海堤堤防、堤围内现有防洪排涝工程，结合本次项目二期工程（三十一斗闸、西胪港大闸、华阳港闸）及榕江片区远期规划建设完成后，共同承担榕江堤防下游金关围、棉北海堤段的防洪排涝重任、组成完整的防洪排涝工程体系。在外江水位低时自排，在榕江水位高涨顶托时则关闸挡水，形成外挡内排的防洪排涝工程布局。

(10) 工程将在施工期间及施工结束后一段时间内对施工区生态环境造成一定影响。但工程修建后，将彻底消除水闸安全隐患，为潮阳区今后的工农业发展起到良好保障作用。本工程不利影响只是暂时的，采取一定措施后大部分不利影响将得到缓解，生态环境得到恢复、改善，从环境角度来看，没有制约本工程建设的因素。

(11) 本项目是以保障治理区域的防洪（潮）排涝安全为主要任务的社会公益型工程。工程完成后，将提高项目区防洪能力，保障区域内人民群众生命财产安全，可在一定程度上减免洪涝灾害带来的经济损失，并提升水景观，经济效益较为显著。经敏感性分析，本项目经济指标较优，具有一定的经济抗风险能力。

(12) 本项目在建设征地实物调查、征地补偿、群众支持、生态环境和施工过程中可能引发不确定性的风险，但总体上看，这些风险影响程度不大，通过相应的风险防范和化解措施能够降低社会稳定风险，因此本项目在落实风险防范和化解措施后，风险等级为低风险。

本项目建设符合相关规划要求，是促进经济发展和助力乡村振兴需要，是四类闸重建和完善区域防洪排涝体系的重要举措，是助力潮阳区水利高质量发展的重要措施，也是保障人民群众生命财产安全和经济社会发展稳定大局的迫切需要，建议尽快开展工程建设，尽早发挥工程效益。同时建议尽快开展相关专题工作，以免影响项目进度。

1.20 附件

附表 1 工程特性表

附表 2 投资估算汇总表

附件 1 广东省人民政府办公厅关于印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》的通知

附图 2 工程地理位置示意图

附图 3 流域水系图

附图 4 工程排涝分区示意图

附表 1 工程特性表

序号	名 称	单 位	数 量	备 注
一	水文			
1	流域面积			
(1)	榕江流域	km ²	4408	
(2)	大塭水闸	km ²	58.56	
(2)	西胪港中闸	km ²	25.59	
(3)	河溪排洪闸	km ²	50.94	
2	利用的水文系列年限/年			
(1)	东桥园水文站	/	1951.04~至今	
(2)	赤坎水文站	/	1967.06~至今	
(3)	妈屿潮位站	/	1954.01~至今	
二	工程规模			
1	大塭水闸			
(1)	工程规模		中型	
(2)	治涝面积	km ²	58.56	
(3)	设计排涝标准		10 年一遇 24 小时暴雨一天排干	
(4)	内河侧特征水位			
1)	设计排涝水位 (P=10%)	m	2.0	
2)	正常蓄水位	m	1.54	
(5)	外江侧特征水位			
1)	设计排涝水位对应 水位 (P=10%)	m	1.80	
2)	设计防洪 (潮) 水 位 (P=2%)	m	4.01	
2	西胪港中闸			
(1)	工程规模		中型	
(2)	治涝面积	km ²	25.59	
(3)	设计排涝标准		10 年一遇 24 小时暴雨一天排干	
(4)	内河侧特征水位			
1)	设计排涝水位 (P=10%)	m	2.36	
2)	正常蓄水位	m	1.34	
(5)	外江侧特征水位			
1)	设计排涝水位对应 水位 (P=10%)	m	2.21	
3	河溪排洪闸			
(1)	工程规模		中型	
(2)	治涝面积	km ²	68.97	

序号	名 称	单 位	数 量	备 注
(3)	设计排涝标准		10 年一遇 24 小时暴雨一天排干	
(4)	内河侧特征水位			
1)	设计排涝水位 (P=10%)	m	3.47	
2)	正常蓄水位	m	1.34	
(5)	外江侧特征水位			
1)	设计排涝水位对应 水位 (P=10%)	m	3.23	
三	工程占地			
1	永久占地	亩	38.48	
2	临时占地	亩	31.76	
四	主要建筑物及设备			
1	大塭水闸			
(1)	地震设计烈度	度	VIII	
(2)	设计过闸流量	m ³ /s	279.74	
(3)	水闸结构型式	/	开敞式宽顶堰	
(4)	闸孔数量	孔	3	
(5)	单孔净宽	m	8	
(6)	水闸过水总净宽	m	24	
(7)	闸底槛高程	m	-2.50	
(8)	闸顶高程	m	6.00	
(9)	交通桥面高程	m	4.50	
(10)	消能方式	/	底流消能	
(11)	闸门型式	/	露顶式平面滑动钢闸门	
2	西胪港中闸			
(1)	地震设计烈度	度	VIII	
(2)	水闸结构型式	/	开敞式宽顶堰	
(3)	设计过闸流量	m ³ /s	142.34	
(4)	闸孔数量	孔	3.00	
(5)	总净宽	m	20.00	
(6)	水闸孔口净宽	m	6.0+8.0+6.0	
(7)	闸室顺水流方向长	m	14.40	
(8)	闸底槛高程	m	-1.00	
(9)	闸顶高程	m	5.40	
(10)	消能方式	/	底流消能	
(11)	闸门型式	/	露顶式平面滑动钢闸门	
3	河溪排洪闸			
(1)	地震设计烈度	度	VIII	
(2)	水闸结构型式	/	开敞式宽顶堰	
(3)	设计过闸流量	m ³ /s	311.08	

序号	名 称	单 位	数 量	备 注
(4)	闸孔数量	孔	5.00	
(5)	总净宽	m	40.00	
(6)	单孔净宽	m	8	
(7)	闸底槛高程	m	-0.50	
(8)	闸顶高程	m	4.57	
(9)	消能方式	/	底流消能	
(10)	闸门型式	/	露顶式平面滑动钢闸门	
五	施工			
1	主体工程量			
(1)	土石方开挖	万 m ³	4.23	
(2)	土石方填筑	万 m ³	2.91	
(3)	混凝土	万 m ³	1.81	
(4)	模板制安	万 m ²	1.74	
2	主要建筑材料			
(1)	水泥	万 t	2.49	
(2)	钢筋	t	1775	
(3)	石料	万 m ³	3.29	
(4)	砂	万 m ³	1.06	
3	施工导流方式	m ²	一次围堰拦断，利用水系内其他水闸过流	
4	施工总工期	年	1	
六	经济指标			
1	总投资	万元	15325.35	静态总投资
(1)	其中：建筑安装工程	万元	7902.69	
(2)	机电设备及安装	万元	397.91	
(3)	金属设备及安装工程	万元	565.87	
(4)	临时工程	万元	1289.79	
(5)	独立费用	万元	2093.60	
(6)	预备费	万元	1224.98	
(7)	征地拆迁补偿	万元	148.29	
(8)	水土保持工程	万元	79.53	
(9)	环境保护工程	万元	147.25	
2	经济内部收益率 EIRR	%	10.58	

附表 2 投资估算汇总表

单位：万元

序号	工程或费用名称	大塭水闸 (万元)	西胪港中闸 (万元)	河溪排洪 闸 (万元)	合计 (万元)
一	第一部分 建筑工程	4067.97	1210.05	2624.67	7902.69
二	第二部分 机电设备及安装工程	193.86	95.14	108.91	397.91
三	第三部分 金属结构设备及安装工程	241.93	136.22	187.72	565.87
四	第四部分 施工临时工程	761.92	229.9	297.97	1289.79
五	第五部分 独立费用	1080.94	359.75	652.91	2093.60
	一至五部分投资合计	115.55	41.44	75.36	232.35
	基本预备费	29.12	13.39	20.53	63.04
I	工程部分静态总投资	215.46	76.16	138.69	430.31
II	临时征地补偿工程静态投资				148.29
III	环境保护工程静态投资				147.25
IV	水土保持工程静态投资				79.53
V	信息化工程静态投资				1475.44
	静态总投资 (I+II+III+IV+V 合计)	6981.28	2234.16	4259.40	15325.35

附表 3

项建阶段项目一期中型水闸建设内容及投资

序号	项目名称	现状						项建阶段设计方案						建设性质	投资金额（万元）
		工程规模	防洪（潮）/排涝设计标准（年）	防洪（潮）校核/排涝标准（年）	闸孔数量（孔）	闸孔总净宽（m）/装机功率（KW）	过闸流量（m³/s）/装机流量（m³/s）	工程规模	防洪（潮）/排涝设计标准（年）	防洪（潮）校核/排涝标准（年）	闸孔数量（孔）	闸孔总净宽（m）/装机功率（KW）	过闸流量（m³/s）/装机流量（m³/s）		
1	大塍水闸	中型	50	/	4	14.65	159.49	中型	50	/	3	24	159.49	重建	12000
2	西胪港中闸	中型	10	20	5	18.4	162.42	中型	10	20	4	20	162.42	重建	6000
3	河溪排洪闸	中型	10	20	6	21.6	223.34	中型	50	/	3	24	223.34	重建	4800
合计															22800

附件 1 广东省人民政府办公厅关于印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》的通知

广东省人民政府办公厅

粤办函〔2024〕34 号

广东省人民政府办公厅关于印发《广东省 堤防达标加固三年攻坚行动实施方案 （2024—2026 年）》的通知

各地级以上市人民政府：

《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》已经省人民政府同意，现印发给你们，请认真组织实施。实施过程中遇到的问题，请径向省水利厅反映。



表 3-3 汕头市大中型水闸除险加固项目表

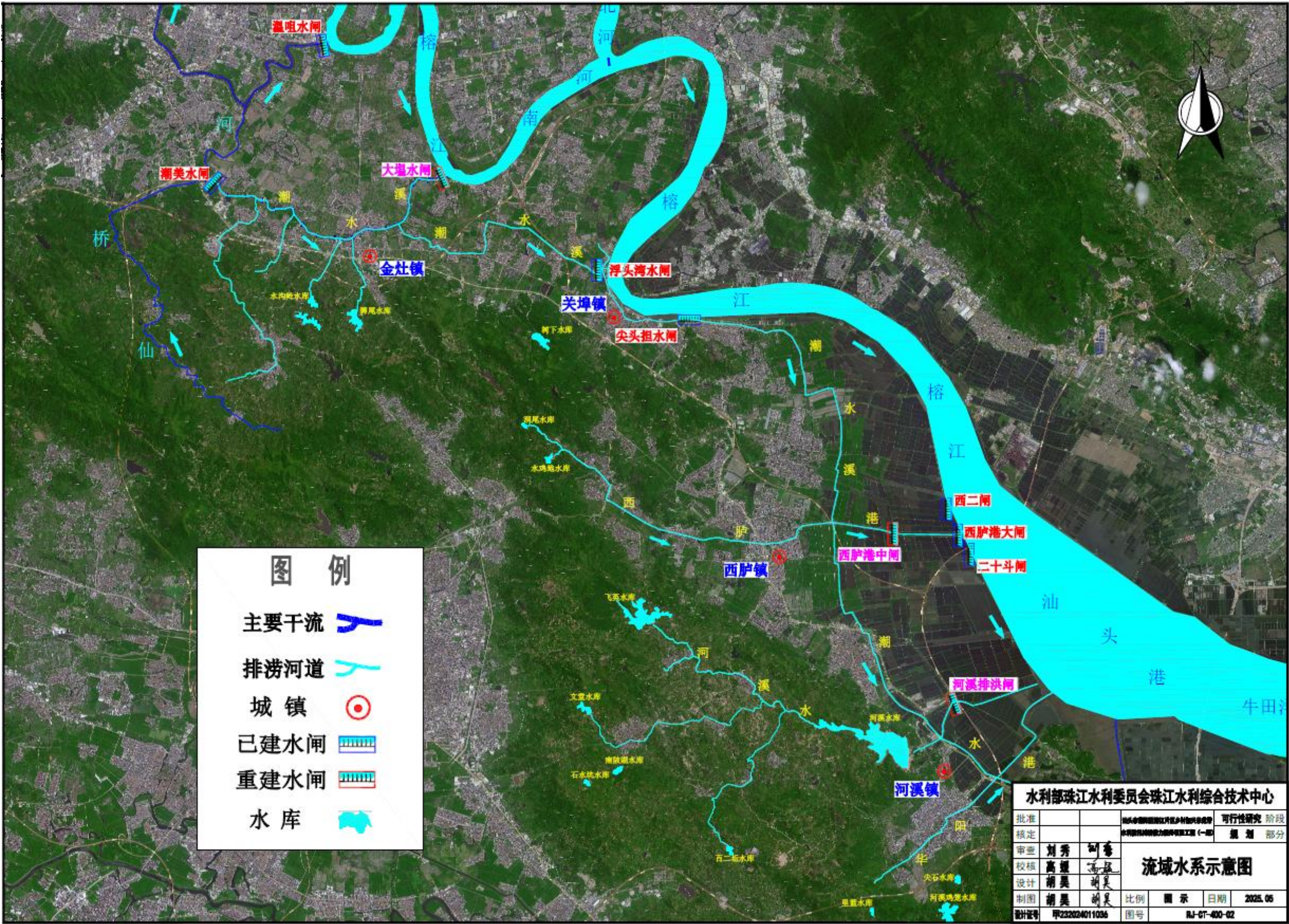
序号	水闸名称	所在县 (市、区)	建成年份 (年)	工程规模	水闸类型	安全鉴定 类别	治理措施	投资匡算 (万元)	实施年限
1	河溪三十一斗闸	潮阳区	1965	中型	穿堤	四类闸	拆除重建	11000	2026
2	华阳港闸	潮阳区	1960	中型	穿堤	四类闸	拆除重建	6400	2026
3	河溪排洪闸	潮阳区	1956	中型	穿堤	四类闸	拆除重建	4800	2026
4	西胪港中闸	潮阳区		中型	穿堤	四类闸	拆除重建	6000	2026
5	西胪港大闸	潮阳区		中型	穿堤	四类闸	拆除重建	11000	2026
6	大塭水闸	潮阳区	1961	中型	穿堤	四类闸	拆除重建	12000	2026
汕头市合计								51200	

注：本投资匡算不作为下一步项目审批投资的依据。

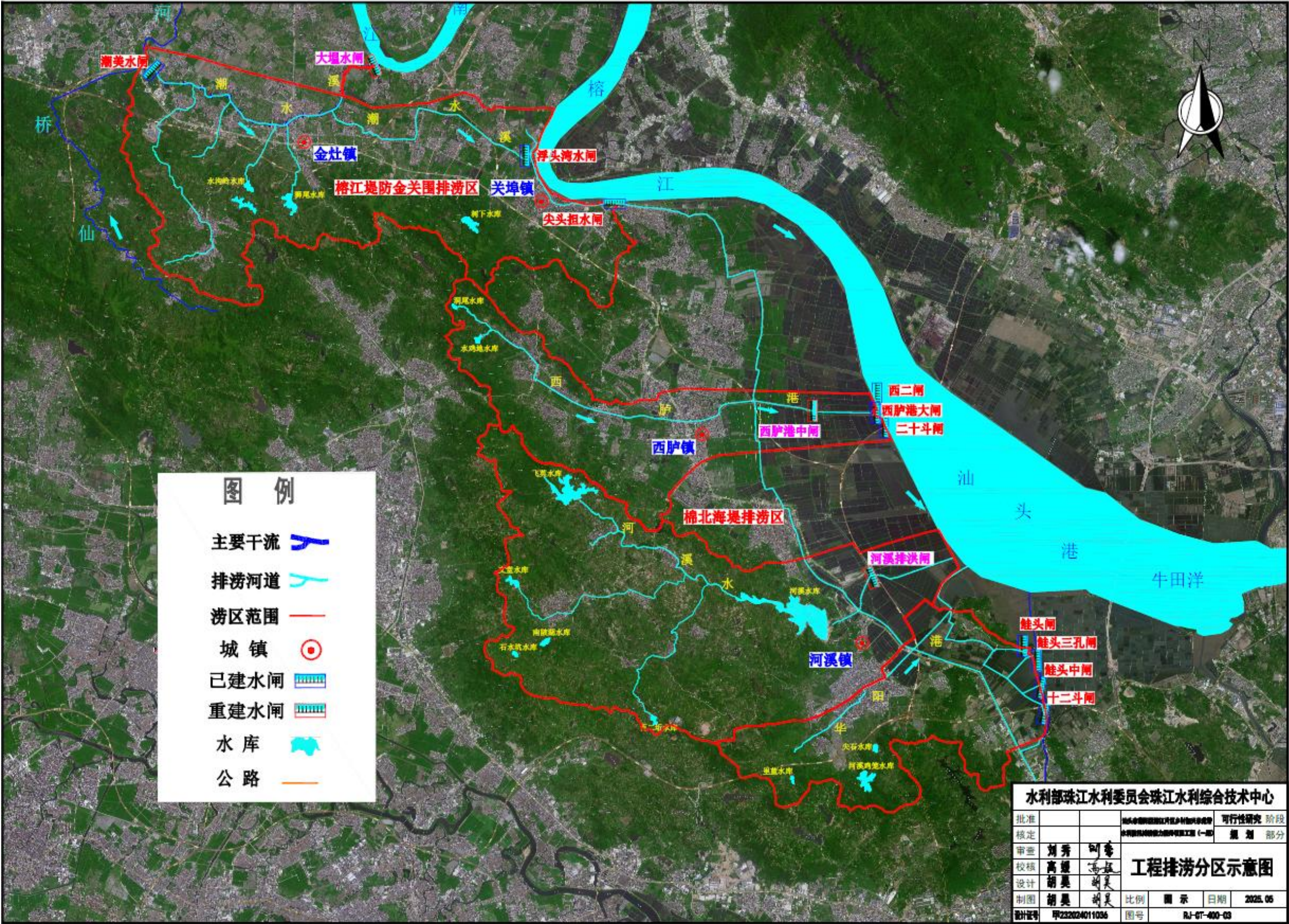
附图 1 工程地理位置示意图



附图 2 流域水系图



附图 3 工程排涝分区示意图



汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

2 水文

目录

2 水文.....	2-1
2.1 流域概况.....	2-1
2.1.1 自然地理概况.....	2-1
2.1.2 河流特征.....	2-1
2.1.3 水利工程现状.....	2-5
2.2 气象特征.....	2-6
2.3 水文基本资料.....	2-7
2.3.1 水文测站.....	2-7
2.3.2 资料复核.....	2-8
2.4 径流.....	2-9
2.5 榕江洪水.....	2-10
2.5.1 暴雨洪水特性.....	2-10
2.5.2 历史洪水.....	2-11
2.5.3 榕江设计洪水.....	2-11
2.6 工程区设计洪（涝）水.....	2-12
2.6.1 排涝片区.....	2-12
2.6.2 设计洪（涝）水.....	2-15
2.7 施工洪水.....	2-25
2.7.1 榕江施工洪水.....	2-25
2.7.2 工程区施工洪水.....	2-27
2.8 潮位.....	2-29
2.8.1 潮汐特性.....	2-29
2.8.2 设计潮位.....	2-29
2.8.3 典型潮位过程线.....	2-30
2.8.4 施工期潮位.....	2-31
2.9 雨、洪、潮遭遇分析.....	2-33
2.9.1 洪潮遭遇分析.....	2-33

2.9.2	雨洪遭遇分析	2-34
2.9.3	雨潮遭遇分析	2-35
2.10	泥沙	2-36
2.11	水文自动测报系统	2-36
2.11.1	建设水文自动测报系统的必要性	2-36
2.11.2	水文自动测报系统初步规划	2-37

2 水文

2.1 流域概况

2.1.1 自然地理概况

潮阳区，中国千年古县，广东省汕头市辖区。潮阳于东晋隆安元年（公元 397 年）置县，古代历代隶属潮州府。潮阳区位于广东省东南部，濒临南海，因地处海之北而称潮阳。地理坐标北纬 23°19'~23°33'，东经 116°17'~116°43'之间。东连濠江区，东南濒临南海，南隔练江与潮南区相接，西邻普宁市，北至东北隔榕江与揭阳市、揭东区相望。辖区总面积 665.74km²。

榕江流域位于广东省东南部。榕江是独流出海的水系，发源于陆河县凤凰山南麓，东北与韩江分水，东南面临南海，南面与练江分水，西南与螺河相邻，西北倚莲花山脉与五华县毗邻。流域集水面积 4408km²，范围包括揭西、揭东、揭阳市区和普宁、潮阳、潮州、陆丰、丰顺的一部分，而以揭西、揭东、揭阳市区为本流域的中心腹地。流域面积中，山区占 47.8%，丘陵占 16.2%，平原占 36.0%。

榕江流域地势西北高、东南低，从西北向东南倾斜，西北山地岭峻峰陡，层峦叠嶂；中部为丘陵、岗地；东南榕江中下游为广阔冲积平原和滨海沉积平原。流域周界分水岭以西北部莲花山脉一带为高峰，海拔 1000m 以上的山峰有七座，其中以李望嶂为最高峰，海拔 1222m，是横江水的发源地，次为三县崇，海拔 1155m，石磬彭，海拔 1016m，二峰与五华、丰顺县交界，是与韩江水系的分水岭。

2.1.2 河流特征

榕江干流南河自凤凰山南麓，经普宁市西部边境插花地后，进入陆河县境内，抵石塔村汇合凤凰山西麓支流后向东北行，至石礮下流入揭西县境内后，先后汇入上砂水、横江水、龙潭水、石肚水和五经富水，随后流入揭东县境内，在神港处汇入来自普宁的洪阳河，流向渐折向东南，在炮台双溪咀与北河汇合，而后在揭阳港

内的牛田洋注入南海，榕江集雨面积 4408km²，河流长度 175km，平均坡降为 0.493‰。三洲拦河闸以下属潮感区，坡降平缓。

榕江以南河为主流，上游地势陡峭，洪水汇流快，降雨强度大，是粤东沿海莲花山暴雨高区，高基坪、贵人村一带更是广东著名的暴雨高值中心。流域在揭西县河婆镇以下河谷逐渐开阔，开始有堤防出现；中游自揭西钱坑镇以下，地势平坦，两岸堤围相接；到揭阳市三洲拦河闸以下进入感潮区，集水面积大于 100km² 的河流有横江水、五经富水、北河等 13 条。榕江北河是最大的支流，位于榕江中游的左岸，发源于梅州市丰顺县桐子洋，主流长 92km，集水面积 1629km²，平均坡降 1.14‰，自西北向东南经丰顺的汤坑、汤南及揭东的玉湖、新亨、锡场，榕城区的榕城、渔湖等十一个镇，至炮台双溪咀汇入榕江。

榕江片区境流入榕江下游及牛田洋的主要支流从西北至东南共有 7 条：

仙桥河为榕江右岸一级支流，发源于金灶镇徐厝寮村东南侧大寨顶，向西北方向流经徐厝寮村、官坑村、上路头村，后折向东北向。仙桥河在下游分为两汉，一支沿东北向在新寮村经塭咀水闸流入榕江南河，另一支分叉流向西北经涂溪水闸汇入榕江南河，根据现场调查，仙桥河洪水主要经塭咀水闸入榕江南河。仙桥河集水面积 75km²，河长 20.5km，河道平均坡降 3.4‰。

潮水溪于明朝弘治二年（1489 年）起建，依靠榕江涨潮顶托的无坝引水渠，渠道进水口位于揭阳市南门渡附近的涂溪咀，距潮美水闸 10.7km。潮水溪河段从潮美水闸开始，流经金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇，最终流入棉城运河，全长约 39.7km；棉城运河分别通过后溪闸和前溪闸连接牛田洋和练江，全长约 7.7km；龟头山至棉城运河汇入口，全长约 5.4km。总计约 59.5km。全河段建有大中型水闸多宗及多座反虹涵。

南烽排洪坑：发源于潮普交界的小北山大尖山西北麓，向北流经徐厝寮、官母坑、下寮至九斗北面入揭阳市境。在区境内上游段流程 6.09km，流域面积 25.0km²。

礲吼坑排洪溪：发源于小北山北麓石梨山，向北流经芦塘、溪头、侯神寮、径头经深坑汇入潮水溪，流程 3.18km。

西胪港：发源于小北山赤杜岭乌寮坑，向东南流经青山、店后、陂头、波美、西胪，东流出西胪大关水闸汇入牛田洋，流程 10.05 km，流域面积 53.4km²。

河溪水：自河溪水库入库，向东南流经库区至河溪镇区，出新塍折东注入牛田洋，流程 1.4km，流域面积 91.7km²。

华阳港：发源于小北山鸡笼山，流经华阳汇牛埔、新乡、旧铺等支流，至华阳桥下石堤注入牛田洋，流程 6.4km，流域面积 23.0km²。

榕江流域水系示意图 2.1-1，潮阳区水系图见 2.1-2。



图 2.1-1 榕江流域水系示意图

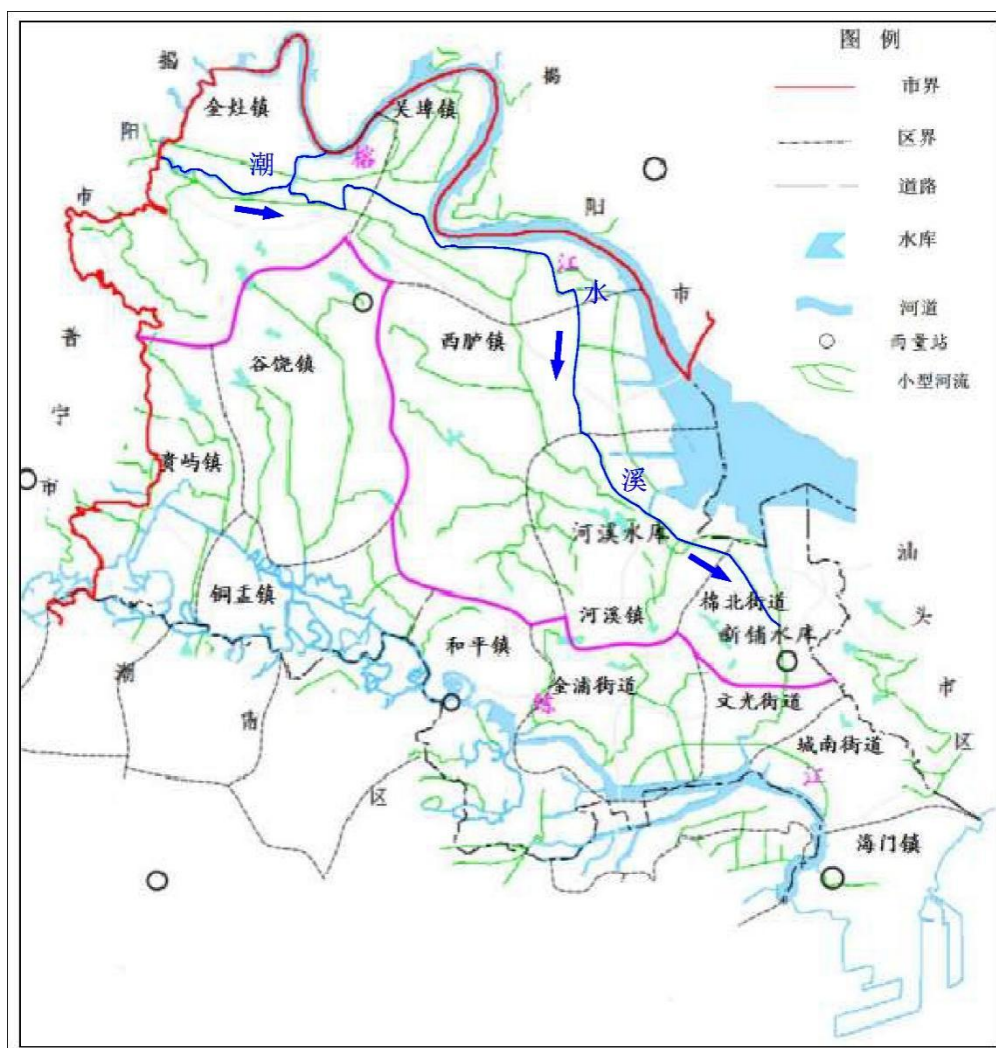


图 2.1-2 潮阳区水系示意图

2.1.3 水利工程现状

新中国成立以来，榕江流域进行了多次的河流规划和大规模的水利建设，已初步形成了防洪（潮）、排涝、灌溉、发电、水保、供水、航运等水利工程体系。榕江南河上已建成大溪、瓠杓岭、乌石、三洲等拦河水闸，灌溉兼顾发电、供水。北河及其他支流也已建成了众多水利工程，主要的如北河的北河桥闸、横江水的横江水库、河輦水库，五经富水的龙颈水库、灰寨水的北山水库、新西河的新西河水库、车田水的翁内水库等。全流域已建大、中、小水库近 200 宗，控制流域面积 856.42km²，总库容 5.69 亿 m³。水利工程位置见图 2.1-1。

榕江南、北河经多年来的河道整治，堤防建设已初具规模，对榕江的防洪、排涝起了很大作用，揭阳市榕江大围已按 50 年一遇标准全面达标加固。

榕江堤防集水面积 95.7km²，其中平原区 66.03km²，丘陵区面积 29.67km²。围内地势南高北低，潮水溪以北地势平坦。榕江堤防现有堤长约 33km，起防洪挡潮作用。有穿堤涵闸 24 座，潮水溪自榕城南门外向围内引水，是南部排水和围内引水灌溉的主要通道。

潮阳区榕江流域有河溪水库中型水库 1 座，集水面积为 40.85km²，兴利库容为 1385 万 m³；小型水库有 38 宗，集水面积为 32.15km²，总库容 2275.7 万 m³；塘坝有 47 宗，集水面积为 4.01km²，总库容 155.45 万 m³；潮阳区榕江流域合计蓄水工程为 86 宗，集水面积为 77.01km²，总库容 4224.15 万 m³。水闸共计 69 宗，其中中型水闸 7 宗，小（1）型 48 宗，小（2）型 14 宗。泵站共计 32 宗，其中排涝泵站 2 宗，供水泵站 30 宗。榕江主要涉及两段堤防分别是榕江堤防长度为 33.25km、棉北海堤 22.91km。灌溉渠道 2 条，分别是南干渠、北干渠。

2.2 气象特征

本工程附近有潮阳、汕头和揭阳气象站。其中距离工程位置较近的为潮阳站。各站测验项目的精度基本上按照国家有关技术规范的要求进行施测、整编、校核和审查，资料质量基本可靠，且各站一般有 30 年以上的资料，系列较长，质量可靠。

1) 气温

潮阳区属南亚热带季风气候带，海洋性气候明显，冬无严寒，光照充足，雨量充沛，四季常青。历年平均气温 22.0℃。历年极端最高气温 38.7℃，出现于 2008 年 7 月 27 日；历年极端最低气温 1.6℃，出现于 1991 年 12 月 29 日。历年平均日照时数 2137.3 小时，年日照百分率 50%左右。历年≥0℃平均积温 8028.4℃，≥10℃平均积温 7971.9℃。常年除小北山极部有 5~10 天霜日外，其余地区基本无霜，这种优越的热量条件对农业生产十分有利，全区绝大部分地区四季宜耕，一年多熟。

2) 降水

历年平均降水量 1588.5mm，最多为 2006 年 2713.5mm，最少为 1989 年 946.5mm，相差达 1767.0mm。一年中，雨季和旱季明显。历年 10 月至次年 3 月为旱季，降水量占全年 17%；4~9 月为雨季，降水量占全年 83%。

3) 风向、风速

风向随季节变化明显。冬半年多东北风，夏半年多偏南风。历年平均风速 2.8m/s。历年最大风速（2 分钟平均）为 25m/s，出现于 1979 年 8 月 2 日；瞬间极大风速 40m/s 以上，出现于 1969 年 7 月 28 日。主要灾害天气有低温霜冻、低温阴雨、台风暴雨等。低温霜冻小北山高丘地区平均每 10 年一遇。3 月出现的低温阴雨，俗称“倒春寒”，对早稻播种育秧危害较大，全区大约每 10 年一遇。台风暴雨是潮阳区主要灾害性天气，7~9 月为台风盛期。从福州至海口登陆的台风，对潮阳都有影响，平均每年 5 次。

2.3 水文基本资料

2.3.1 水文测站

榕江主要干支流上设有富口、河婆、东桥园、赤坎等 4 个水文站，揭阳南、揭阳北 2 个水位站。其中富口、河婆、东桥园水文站，揭阳南水文站位于榕江南河，赤坎水文站，揭阳北水文站位于榕江北河，下游入海口处有国家基本潮位站妈屿站，各站基本情况见表 2.3-1。

表 2.3-1 榕江南、北河水文站、水位站、潮位站基本情况表

河名	站名	测站性质	集水面积 (km ²)	资料年限
榕江南河	富口	水文	355	1958.06~至今
	河婆	水文	689	水位:1954.06~至今
				流量:1972~1979
	东桥园	水文	2016	1951.04~至今
榕江北河	揭阳南	水位		1975 ~ 1980
	揭阳北	水位		1975 ~ 1991
	赤坎	水文	732	1967.06~至今
沿海	妈屿	潮位		1954.01~至今

榕江南河东桥园水文站设立于 1951 年 4 月，位于南河中下游的三洲拦河闸上游约 10km 处，集水面积 2016km²，占南河总集水面积 2644km² 的 76.2%。

榕江北河赤坎水文站设立于 1967 年 6 月，位于北河中游的北河桥闸上游约 5.5km 处，集水面积 641km²，占北河总集水面积 1629km² 的 39.3%。赤坎站上游约 5km 处接纳新西河水库溢洪道来水，新西河水库竣工于 1958 年 1 月，集水面积 91km²，总库容 0.49 亿 m³。故用赤坎站洪水推算河段流量时，赤坎站集水面积采用 732km²。

河婆站仅 1972 年~1979 年有流量实测资料，其余年份仅观测水位。

揭阳南站和揭阳北站，分别位于揭阳老城区的吊桥咀下游 600m、500m 的南、北河上，两站均设立于 1975 年，揭阳南站观测至 1980 年停测，揭阳北站观测至 1991 年停测。

妈屿潮位站设立于 1954 年 1 月，位于榕江出海口的妈屿岛上，地理位置为东经 116°44'43.9"，北纬 23°20'13.4"。测站具有 1954 年 01 月至今的潮位数据，妈屿潮位站采用冻结基面，与珠江基面换算关系为：珠江基面表示高程=冻结基面表示高程-1.870（2005 年前）；珠江基面表示高程=冻结基面表示高程-1.947（2005 年~至今）。

1991 年省水电厅颁发了“广东省水文图集及广东省暴雨径流查算图表使用手册”，2003 年省水利厅颁布了修编的《广东省暴雨参数等值线图》，亦可供工程使用。

2.3.2 资料复核

东桥园、赤坎、富口、河婆水文站是国家基本站点，所有资料均经测站整编、水文分局汇编录入省水文总站数据库，经过本站及上、下游测站和临近测站的面上合理性检查，并对较大水年的资料进行再次复核，没有发现不合理现象，认为测站水文资料可靠，整编刊印资料精度符合要求，可供设计使用。

揭阳南、北水位站资料系列较短，经与出海口妈屿潮位站潮位相对应分析，资料合理可用。富口、河婆站位于南河的上游区，东桥园、赤坎两站则均位于工程临近区域。本工程区上游南河主要控制站为东桥园站，北河主要控制站为赤坎站，工程下游出海口采用妈屿潮位数据。

2.4 径流

降雨量是榕江流域地表径流的唯一来源，属雨水补给型，地表径流的变化与降雨量基本一致。因此，河川径流的变化与降水存在明显的对应关系。也可以说，降水的时空分布决定了径流在年内、年际及时段上的分配特征。榕江上游为径流高值区，多年平均径流深超过 1600mm。

榕江流域径流全由降水产生，径流的年内分配基本上与降水的年内分配一致。按照不同自然地理条件，选取东桥园、富口、赤坎站进行径流年内分配分析，并统计了汛期径流站全年径流的比例，汛期径流占全年径流的 70%~80%。榕江流域连续最大四个月径流量占全年径流量的 55%~70%，榕江流域出现月份 6~9 月。

榕江流域上主要的控制站为榕江南河上的东桥园站、榕江北河的赤坎站，其中东桥园站集雨面积 2016km²，赤坎站集雨面积 641km²（因上游有新西河水库，其集雨面积为 91km²，赤坎站计算面积按 732km²）。榕江南、北河各河段径流计算分别以东桥园站、赤坎站设计基本站，因此径流分析主要分析东桥园站、赤坎站径流系列。

本次收集有东桥园站 1954~2021 年 68 年实测流量资料，赤坎站具有 1967 年 8 月~2021 年实测流量资料，为保持一致性和完整性，本次榕江流域采用 1968~2021 年资料，计算时段为日。本次设计水文系列长度采用至 2021 年，其中 2021 年水文年 2022 年 1-3 月数据偏安全考虑采用历史最枯年 2021 年 1-3 月的实测值（2022 年 3 月 24 日流域已入汛）。

对东桥园和赤坎水文站 1968~2021 年（水文年）的多年平均径流量进行频率曲线分析计算，适线成果见表 2.4-1。

表 2.4-1 东桥园、赤坎站多年平均径流量频率成果表

站名	集雨面积(km ²)	Q(m ³ /s)	Cv	Cs/Cv	Qp(m ³ /s)					
					P=5%	P=10%	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
东桥园	2016	85.2	0.30	2	131	119	83	67	55	48
赤坎	641	25.0	0.25	2	36	33	24	21	17	16

本次工程所在区域主要为榕江堤防金关围片区、棉北海堤片区，根据《广东省水文图集》“广东省 1956~1979 年平均年径流深等值线图”，本工程多年平均径流深 $h=800\text{mm}$ ；查“图二十、广东省 1956~1979 年年径流变差系数 C_v 等值线图”， $C_v=0.35$ ；根据《广东省水资源》“附表 8、广东省选用测站天然年径流特征值统计表（日历年）”，选用 $C_s=2C_v$ ；金关围片区总面积 95.7km^2 ，多年平均年径流总量为 7656 万 m^3 ，相应多年平均流量 $Q=2.43\text{m}^3/\text{s}$ ；棉北海堤片区总面积 162.69km^2 ，多年平均径流量为 13015 万 m^3 ，相应多年平均流量 $4.13\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.5 榕江洪水

2.5.1 暴雨洪水特性

榕江流域暴雨主要发生在 4 月~9 月，其中前汛期 4 月~6 月主要是锋面、低槽雨，后汛期 7 月~9 月则主要是台风雨。

榕江上游是暴雨高值区，多年平均最大 24h 暴雨量达 $160\text{mm}\sim 240\text{mm}$ ，暴雨量级和频次都较高，24h 雨量超过 600mm 的特大暴雨时有发生，上游丰顺县五经富水的高基坪、贵人村一带是广东著名的暴雨高值中心，最大 24h 暴雨可达 700mm 以上，最大 3d 暴雨量可超过 1100mm 。

榕江流域洪水由暴雨形成，洪水发生时间与暴雨相一致，但大洪水基本上都发生在 6 月~9 月，多为台风雨造成，年最大洪水发生在这几个月的机率占 81.8%。东桥园站 1953 年~2018 年 66 年最大流量出现月份统计表见表 2.5-1。

表 2.5-1 榕江东桥园站历年最大流量出现时间统计表

月份	3	4	5	6	7	8	9	10	年
年数	1	4	4	12	13	14	15	3	66
占年(%)	1.5	6.1	6.1	18.2	19.7	21.2	22.7	4.5	100

2.5.2 历史洪水

榕江的历史洪水 1958 年 10 月由广东省水电设计院进行过调查，省水利厅对成果组织了汇总，“全国雨洪办”于 1980 年 11 月对汇总成果进行了审定，广东省水利厅于 1991 年 10 月刊印出版了《中华人民共和国广东省洪水调查资料第一册 ——韩江及粤东沿海诸小河、东江》。该成果中刊登了东桥园河段、富口河段的历史洪水调查成果，其中东桥园站查测到历史上最大的一场洪水是 1937 年 10 月洪水，推算得洪峰流量为 $2550\text{m}^3/\text{s}$ ，远小于 1970 年实测最大洪峰流量 $4830\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.5.3 榕江设计洪水

根据已批复的《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022~2035年）》(以下简称《专项规划》，本次榕江干流设计洪水采用《专项规划》中榕江河口牛田洋段以上至三洲拦河坝之间各控制断面洪水计算成果，榕江流域总面积 4408km^2 ，其中南河集雨面积 2644km^2 ，北河集雨面积 1629km^2 ，榕江干流河长 175km ，平均坡降为 0.493% 。《专项规划》中将东桥园站、赤坎站1960~2021年实测洪水资料进行排频计算，得到东桥园站、赤坎站设计洪水成果后，采用面积指数搬家法，计算榕江各控制断面设计洪水，东桥园站、赤坎站设计洪水成果见表2.5-2、榕江各控制断面设计洪水成果见表2.5-3。

表 2.5-2 东桥园站、赤坎站各频率设计洪水成果

测站坝址名	Q_m (m^3/s)	C_v	C_s/C_v	各级频率设计值(m^3/s)						
				1%	2%	3.33%	5%	10%	20%	50%
东桥园站	1760	0.66	3.5	5800	5000	4330	3880	2050	2300	1450
赤坎站	785	0.8	3.5	3270	2740	2400	2050	1540	1070	546

表 2.5-3 榕江各控制断面设计洪水成果表

控制断面	断面号	集水 面积 (km ²)	不同频率下的设计洪峰流量(m ³ /s)						
			1%	2%	3.33%	5%	10%	20%	50%
牛田洋	-20-200	3875	8580	7400	6410	5740	4510	3400	2150
北河汇入处上 (双溪咀)	2+830	2358	6370	5490	4760	4260	3350	2530	1590
梅云神港	28+000	2306	6290	5420	4690	4210	3310	2490	1570
三洲拦河闸上	39+540	2120	5980	5150	4460	4000	3140	2370	1490

2.6 工程区设计洪（涝）水

2.6.1 排涝片区

本次潮阳区榕江片区乡村示范带水利防汛排涝提升工程主要涉及排涝片区为榕江金关围排涝片、棉北海堤排涝片。

2.6.1.1 榕江堤防片区

根据已批复的《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022~2035 年）》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2024 年 2 月），榕江堤防片区，又称金关围片，主要排涝河沟为潮水溪及潮水溪以北平原河网，榕江堤防片区主要分为三片，南部山区片、北西平原片与北东平原片。

潮水溪以南为南部山区片，集雨面积 58.56km²，金关围南片区洪（涝）水，主要经潮水溪由大塭水闸（闸孔净宽 14.65m）、浮头湾水闸（闸孔净宽 15.0m）和尖头担水闸（闸孔净宽 6m）3 个水闸排入榕江，现状浮头湾水闸、尖头担水闸已完成重建。

金关围北部平原区以潮水溪为界分为两个小片区，大塭水闸以西为北西片，通过柳岗水闸、阳美水闸、何厝水闸、新庙水闸、新寮水闸、旗头水闸、港内水闸、三巷水闸、玉路水闸排水；大塭水闸以东为北东片区，通过灶市水闸、新荣水闸、下底水闸、西坪水闸、巷口水闸、巷内水闸、上仓水闸、路外水闸和陆内水闸排水。根据对现状水闸排水情况和 1:10000 地形图量算，榕江堤防防护区各片区特征参数见

表 2.6-1，排水分区示意图 2.6-1，其中本次工程涉及区域主要为榕江堤防防护区南片排水分区。

表 2.6-1 榕江堤防防护区（金关围）内排水分区特征参数表

分区	面积（km ² ）	河长（km）	比降
北西片	17.5	4.85	0.00021
北东片	20.1	5.18	0.00015
南片（本次设计）	58.56	15.02	0.0041

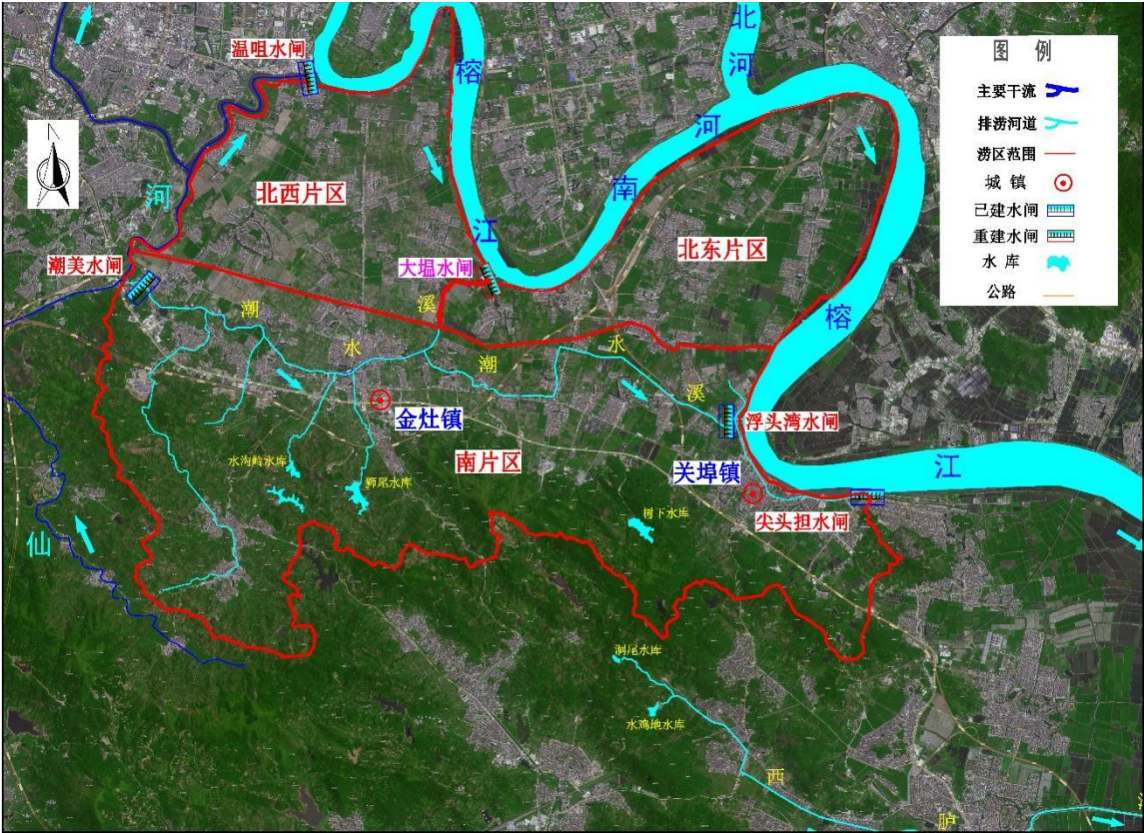


图 2.6-1 榕江堤防防护区（金关围）内排涝分区示意图

2.6.1.2 棉北海堤片区

棉北海堤片内主要排洪（涝）沟为西胪港、桑田港、河溪港、华阳港、潮水溪，西胪港、桑田港、河溪港、华阳港自西向东或自西南向东北排入榕江，排水口分别建有西胪港外闸、桑田港外闸、三十一斗闸、华阳港闸。

潮水溪自北向南分别与石井支涌、西凤港、凤山港、西胪港、桑田港、河溪港、华阳港等连通，交叉处设分流闸控制，在与集水面积较大的西胪港、河溪港、华阳

港交叉处则建反虹涵上、下闸控制。潮水溪主要承接潮水溪以西部分涝水，涝水通过玉山闸、东风闸、南凤闸、西胪上闸、西胪下闸、桑田闸、河溪上闸、河溪下闸、华阳下闸就近分流排入石井支涌、西凤港、凤山港、西胪港、桑田港、河溪港、华阳港等排涝河道。

棉北海堤片区水系纵横交错，勾连复杂，根据已批复的《汕头市潮阳区棉北海堤除险加固工程可行性研究报告》（广东宣源工程设计咨询有限公司，2022.04）设计成果，依据集水面积的不同、主要排水出口不同，将棉北海堤片排水（涝）分为6个排水（涝）片区，分别为片区1~片区6。棉北海堤防护区内地理主要特征参数如下：

①片区1集雨面积14.40km²，主河长6.783km，主要通过渡口闸、大割闸、新三斗闸、老三斗闸、西凤港闸5个水闸进行排水。

②片区2集雨面积24.67km²，主河长12.27km，主要通过西凤闸、东风水闸、凤山港外闸、南凤闸4个水闸进行排水。

③片区3集雨面积28.11km²，主河长12.28km，主要通过西二闸、西胪港外闸、二十斗闸（西一闸）3个水闸进行排水。

④片区4集雨面积12.83km²，主河长5.26km，主要通过四乡二十斗闸、中塍港下闸2个水闸进行排水。

⑤片区5集雨面积68.97km²，本片区内河溪水库集雨面积45.7km²，上游飞英水库集雨面积5.0km²，飞英水库坝址到河溪水库区间集雨面积40.7km²，区间河长9.2km；该片区主要通过二十二斗闸、桑田港闸、六十一斗闸、三十一斗闸、部队闸5个水闸进行排水。

⑥片区6集雨面积25.590km²，主河长11.984km，主要通过华阳港闸、鲑头闸、鲑头三孔闸、鲑头中闸、十二斗闸5个水闸进行排水。

本次工程主要涉及棉北海堤排涝片中片区3、片区5，棉北海堤片区排涝分区划分见图2.6-2。



图 2.6-2 棉北海堤排涝分区示意图

2.6.2 设计洪（涝）水

2.6.2.1 大塭水闸

1) 水文特征参数

根据 2.6.2.1 章节中，榕江堤防片排水分区划分成果，大塭水闸属金关围南片区排涝片区，集雨面积 58.56km^2 ，南片区内洪涝水主要经潮水溪由大塭水闸、浮头湾水闸、尖头担水闸 3 个中型水闸排入榕江。

本次复核榕江堤防金关围南片区排涝面积，计算本次工程设计洪（涝）水，南片区集雨面积由 1:10000 地形图多次量测取平均值；河流长度量取本支流各计算断面至分水岭最长距离河长，河流比降采用 2024 年 5 月最新测量的河道断面，采用加权平均法计算。本次复核榕江堤防防护区南片区地理参数见表 2.6-2。

表 2.6-2 本次复核榕江堤防防护区南片区地理参数

项目区域	集雨面积 (km ²)	河长 (km)	比降	备注
南片区	58.1	14	0.0045	原设计
	58.1	14	0.0045	堤岸报告
	58.56	15.02	0.0041	本次复核 (采用)

同时将本次复核成果同《汕头市潮阳区榕江堤防护岸工程可行性研究报告》中成果对比分析,由表 2.6-2 可知,本次复核成果与已批复成果较为接近,因本次采用最新测量成果,故南片区地理参数选用本次复核成果。

2) 洪 (涝) 水计算

由于本流域没有实测流量资料,因此本次计算采用等值线图推求洪水计算。设计洪 (涝) 水采用广东省综合单位线法和推理公式法两种方法进行计算。

本次工程位于榕江右岸,大部分为冲积平原,根据《广东省暴雨径流查算图表使用手册》(1991 年)分区为粤东沿海分区,根据分区对应,暴雨、产流、汇流分区如下:

粤东沿海的设计雨型;暴雨高区的设计暴雨定点定面关系;粤东沿海、珠江三角洲的产流参数;

广东省综合单位线滞时 $m1 \sim \theta$ 关系图中的大陆高区 (A 线);广东省综合单位线 II 号无因次单位线 $U_i \sim X_i$;推理公式法 $m1 \sim \theta$ 关系图中的大陆。

暴雨参数根据潮水河流域中心所在位置,查《广东省暴雨参数等值线图》(2003 年),查得各种历时暴雨量均值 H_t 和点雨量系数 C_v ,采用 $CS=3.5C_v$,推求各种历时不同频率的设计暴雨,设计暴雨成果见表 2.6-3:

表 2.6-3 榕江堤防防护区设计暴雨成果表

时段 (h)	均值 (mm)	C_v	C_s/C_v	设计点暴雨			
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
1	52	0.4	3.5	108.28	51.04	49.96	49.92
6	98	0.48	3.5	230.08	97.15	95.98	95.96
24	150	0.49	3.5	357.26	149.16	147.99	147.97
72	220	0.5	3.5	531.49	219.17	217.99	217.98

3) 洪 (涝) 水计算成果

根据以上地理参数、暴雨参数等，采用《广东省暴雨径流查算图表使用手册》（1991 年）中综合单位线和推理公式法进行计算，并通过调整参数，使 2 种计算方法的计算成果相差在 20%以内，榕江堤防防护区南片区设计洪水成果见表 2.6-4，图 2.6-3。

表 2.6-4 榕江堤防防护区（金关围）南片区设计洪（涝）计算成果

计算方法		频率				
		P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
综合单位线法	Q(m³/s)	727	641	526	439	350
	W ₂₄ (万 m³)	1813	1555	1213	969	727
	W ₇₂ (万 m³)	2454	2101	1622	1289	960
推理公式法	Q(m³/s)	720	620	489	391	293
	W ₂₄ (万 m³)	1785	1526	1180	952	731
	W ₇₂ (万 m³)	2475	2119	1634	1294	966
洪峰差值		0.96%	3.30%	7.20%	11.02%	16.19%

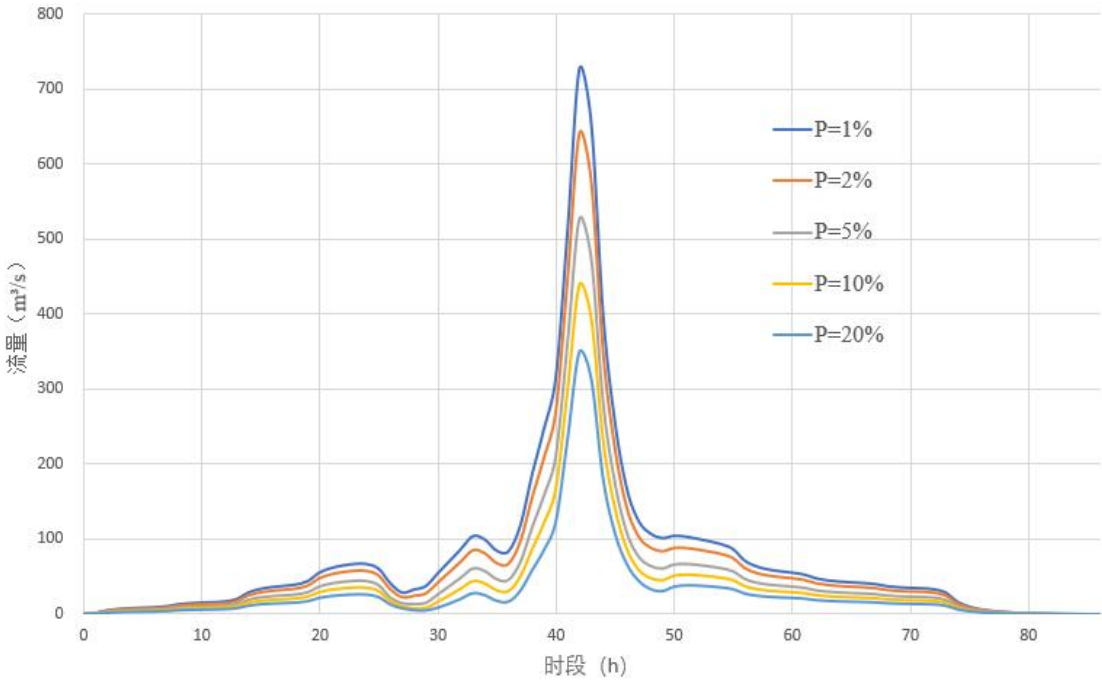


图 2.6-3 榕江堤防防护区（金关围）南片区洪水过程线

4) 设计洪（涝）水合理性分析

本次计算成果与工程流域内已批复的工程相对比，均十分接近。本次榕江堤防护区南片区设计洪（涝）水成果，与《汕头市潮阳区榕江堤防护岸工程可行性研究报告》（中水珠江规划勘测设计有限公司，2020 年）计算成果，误差在 0.91%，根据计算成果对比分析后，本次计算的洪峰流量模数已批复工程的洪峰流量模数基本一致。

故认为本次设计洪（涝）成果符合当地的实际情况，并与已通过审批的周边水利工程的设计洪水成果相协调，故本次计算成果是合理可信的。

表 2.6-5 榕江堤防护区南片区设计洪水成果对比分析表

洪水频率	本次计算（采用）	堤岸工程	误差
	(m³/s)	(m³/s)	%
10%	439	435	0.91%

2.6.2.2 西胪港中闸

1) 水文特征参数

根据 2.6.2.2 章节中，棉北海堤片排水分区划分成果，西胪港中闸属棉北海堤片排水分区中片区 3 的排涝工程；本次工程复核棉北海堤片排水分区片区 3 中西胪港中闸排涝面积，计算本次工程设计涝水，西胪港中闸集雨面积由 1：10000 地形图多次量测取平均值；河流长度量取本支流各计算断面至分水岭最长距离河长，河流比降采用2024 年5 月最新测量的河道断面，采用加权平均法计算。本次复核棉北海堤片西胪港中闸地理参数见表 2.6-6。

表 2.6-6 本次复核棉北海堤片西胪港中闸地理参数

项目区域	集雨面积 (km²)	河长 (km)	比降	备注
西胪港中闸	21.13	11.00	0.0004	安全评价报告
	25.59	11.59	0.0002	本次复核（采用）

将本次西胪港中闸复核成果同《汕头市潮阳区西胪镇西胪港中闸安全评价》中成果对比分析，由表 2.6-7 可知，本次复核成果中集雨面积、河长与安全评价成果相比稍大，因本次采用最新测量成果复核，为工程安全考虑，本次西胪港中闸地理参数选用本次复核成果。

2) 洪（涝）水计算

由于本流域没有实测流量资料，因此本次计算采用等值线图推求洪水计算。设计洪（涝）水采用广东省综合单位线法和推理公式法两种方法进行计算。

暴雨参数根据西胪港流域中心所在位置，推求各种历时不同频率的设计暴雨，设计暴雨成果见表 2.6-7：

表 2.6-7 棉北海堤西胪港流域设计暴雨成果表

时段(h)	均值 (mm)	Cv	Cs/Cv	设计点暴雨（mm）			
				P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
1	53	0.4	3.5	110.36	94.09	81.34	67.95
6	105	0.5	3.5	253.67	208.79	174.34	139.21
24	160	0.5	3.5	386.54	318.15	265.66	212.12
72	230	0.5	3.5	555.65	457.34	381.89	304.93

3) 洪（涝）水计算成果

根据以上地理参数、暴雨参数等，采用《广东省暴雨径流查算图表使用手册》（1991 年）中综合单位线和推理公式法进行计算，并通过调整参数，使 2 种计算方法的计算成果相差在 20%以内；西胪港中闸设计洪水成果见表 2.6-8，设计洪水过程线见图 2.6-4。

表 2.6-8 棉北海堤片西胪港中闸设计洪（涝）计算成果

计算方法		频率				
		P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=20%
综合单位线法 (采用)	Q(m³/s)	229.95	199.99	160.23	130.61	100.76
	W ₂₄ (万 m³)	870.84	746.79	583.03	464.15	349.53
	W ₇₂ (万 m³)	870.84	987.93	766.81	604.99	453.91
推理公式法	Q(m³/s)	234.53	197.16	149.15	114.76	81.50
	W ₂₄ (万 m³)	853.47	730.46	578.97	464.15	345.79
	W ₇₂ (万 m³)	1159.22	730.46	769.69	604.99	454.68
洪峰差值		-1.99%	1.42%	6.92%	12.14%	19.11%

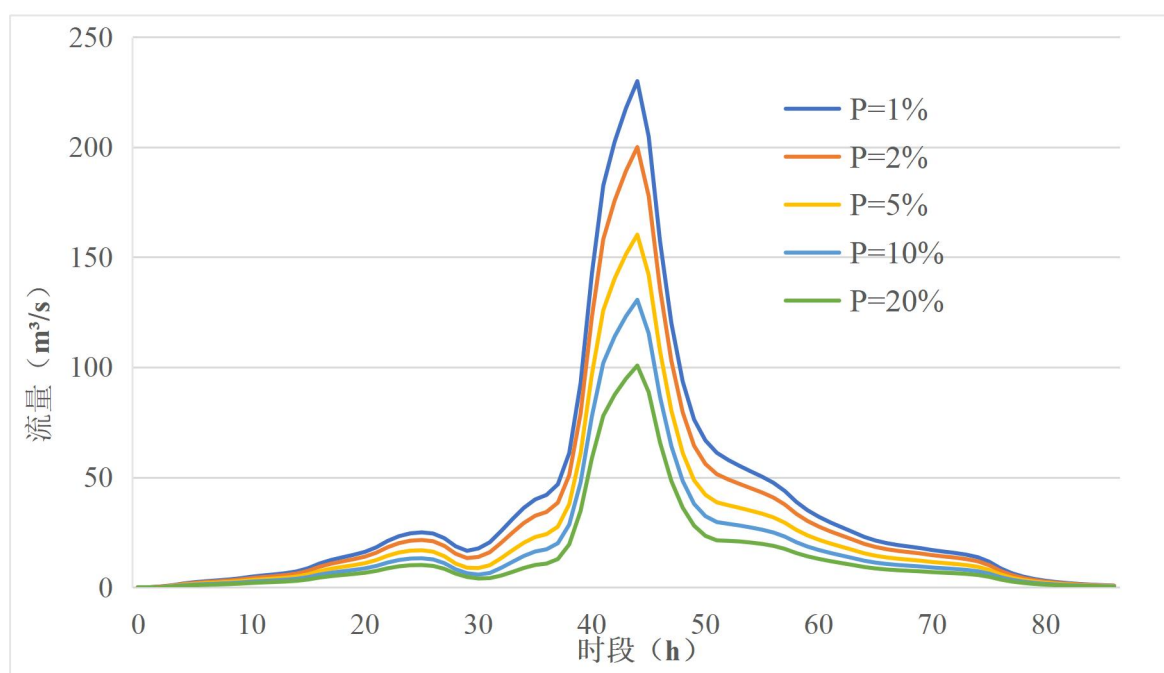


图 2.6-4 棉北海堤片西胪港中闸设计洪（涝）水过程线

4）设计洪（涝）水合理性分析

本次计算成果与工程流域内已批复的工程相对比，均较为接近。本次棉北海堤西胪港中闸 10 年一遇设计洪（涝）水成果，与《汕头市潮阳区西胪镇西胪港中闸安全评价》中计算成果，误差为 2.3%，考虑到本次地理参数复核采用最新测量成果，更符合项目区域实际情况，故西胪港中闸设计洪（涝）水成果采用本次复核计算成果。

根据计算成果对比分析后，本次计算的洪峰流量模数已批复工程的洪峰流量模数基本一致。故认为本次设计洪（涝）成果符合当地的实际情况，并与已通过审批的周边水利工程的设计洪水成果相协调，故本次计算成果是合理可信的。

表 2.6-9 棉北海堤片西胪港中闸设计洪水成果对比分析表

洪水频率	本次计算（采用）	安全评价报告	误差
	(m³/s)	(m³/s)	%
5%	160.23	170.28	5.90%
10%	130.61	133.69	2.30%
20%	100.76	119.86	15.94%

2.6.2.3 河溪排洪闸

1) 水文特征参数

根据 2.6.2.2 章节中，棉北海堤片排水分区划分成果，河溪排洪闸属棉北海堤片排水分区中片区 5 中排涝工程，片区 5 集雨面积 68.969km²，本片区内河溪水库为中型水库，集雨面积 45.7km²；片区内主要排涝通道为河溪水，该片区涝水主要通过河溪排洪闸、二十二斗闸、桑田港闸、六十一斗闸、三十一斗闸、部队闸 5 个水闸排入汕头港。

本工程复核棉北海堤片排水分区中片区5地理参数，计算本次工程设计涝水，片区5集雨面积由1：10000地形图多次量测取平均值；河流长度量取本支流各计算断面至分水岭最长距离河长，河流比降采用2024年5月最新测量的河道断面，采用加权平均法计算。本次复棉北海堤片排水分区中河溪水地理参数见表2.6-10。

表 2.6-10 本次复核河溪水地理参数

区间名称		集雨面积	河长	河流比降
片区 5	河溪水库坝址	45.7	12.9	0.007
	河溪水库坝址~河溪排洪闸	5.24	1.649	0.0001

同时将本次复核成果同《汕头市潮阳区河溪水库除险加固工程初步设计报告》、《汕头市潮阳区棉北海堤除险加固可行性研究报告》中成果对比分析，由表 2.6-10 可知，本次复核成果与已批复成果基本一致，因本次采用最新测量成果复核，故本次棉北海堤片片区 5 地理参数选用本次复核成果。

2) 洪（涝）水计算

本次工程流域内无实测流量资料，故本次洪（涝）水计算采用等值线图法推求洪水计算，设计洪（涝）水采用广东省综合单位线法和推理公式发两种方案进行计算，河溪水汛期各分期设计暴雨成果采用已批复《汕头市潮阳区河溪水库除险加固工程初步设计报告》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2022.11）中成果，详见表 2.6-11：

表 2.6-11 河溪水汛期各分期设计 A 暴雨参数成果表

汛期(4~6 月)设计暴雨参数	时段(h)	均值(mm)	Cv	Cs/Cv
	1	42.93	0.4	3.5
	6	93.67	0.5	3.5
	24	140.5	0.5	3.5
	72	187.33	0.5	3.5
汛期(7~8 月)设计暴雨参数	时段(h)	均值(mm)	Cv	Cs/Cv
	1	39.63	0.4	3.5
	6	86.47	0.5	3.5
	24	129.7	0.5	3.5
	72	172.93	0.5	3.5
汛期(9 月)设计暴雨参数	时段(h)	均值(mm)	Cv	Cs/Cv
	1	21.76	0.4	3.5
	6	47.48	0.5	3.5
	24	71.22	0.5	3.5
	72	94.96	0.5	3.5
汛期(10 月)设计暴雨参数	时段(h)	均值(mm)	Cv	Cs/Cv
	1	9.98	0.4	3.5
	6	21.77	0.5	3.5
	24	32.65	0.5	3.5
	72	43.53	0.5	3.5

3) 洪（涝）水计算成果

河溪水库下游河道能过 5 年一遇天然洪水，受河溪水库调节后，下游河道能防御十年一遇洪水。因此各水闸的最大设计排涝流量的计算，需对闸址处的 5 年一遇天然设计洪水和区间 10 年一遇涝水与水库上游 10 年一遇洪水经水库调蓄后的洪峰流量叠加后的设计洪水进行对比，保证经水库调蓄后的设计洪水满足不超过 5 年一遇天然设计洪水。

河溪水库 4~6 月汛限水位为 29.77m，7~8 月汛限水位为 30.77m，9 月汛限水位为 31.77m，10 月及其余月份汛限水位均为正常蓄水位 32.77m。河溪水库调洪原则为：当入库流量小于起调水位对应的溢洪道闸门全开泄流量时，控制溢洪道闸门开

度，来多少泄多少，使水库水位维持在起调水位不变；当入库流量大于闸门全开对应的溢洪道泄量时，全开闸门自由泄洪，直至水位回落至起调水位。

河溪水库汛期各分期设计洪水成果见表 2.6-12，枯水期洪水成果见表 2.6-13，河溪水库库容曲线见表 2.6-14，溢洪道泄流曲线见表 2.6-15，河溪水库调洪成果见表 2.6-16。

表 2.6-12 河溪水库汛期各分期设计洪水成果表 单位：m³/s

断面	频率 P	4~6 月	7~8 月	9 月	10 月
河溪水库坝址	0.1%	805	739	388	165
	2%	502	460	240	102
	3.33%	449	412	215	91
	10%	358.48	328.2	171.9	76.56
	20%	286.02	262.51	111.42	60.42
河溪水库坝址~河溪排洪闸	10%	58.43	53.65	28.35	12.75
	20%	47.16	43.25	22.65	10.13

表 2.6-13 枯水期洪水成果 单位：m³/s

名称	10~3 月(P=10%)	11~4 月(P=10%)
河溪水库坝址	163.84	199.08
河溪水库坝址~河溪排洪闸	27.31	34.97

表 2.6-14 河溪水库库容曲线 (1985 国家高程基准)

水位(m)	库容(万 m ³)	水位(m)	库容(万 m ³)	水位(m)	库容(万 m ³)
2.77	0.00	14.17	247.35	24.17	808.00
3.17	0.76	14.57	262.31	24.57	838.32
3.37	1.27	14.77	269.97	24.77	853.74
3.57	1.86	15.17	285.77	25.17	885.00
3.77	2.54	15.57	302.82	25.57	916.79
4.17	4.55	15.77	310.86	25.77	932.88
4.57	7.71	16.17	328.41	26.17	965.47
4.77	9.71	16.57	346.51	26.37	981.96
5.17	14.29	16.77	355.75	26.57	998.59
5.57	19.43	17.17	374.69	26.77	1015.35
5.77	22.21	17.57	394.24	27.17	1049.25
6.17	28.30	17.77	404.25	27.37	1066.38
6.57	35.17	18.17	424.68	27.57	1083.64

水位(m)	库容(万 m ³)	水位(m)	库容(万 m ³)	水位(m)	库容(万 m ³)
6.77	38.91	18.57	445.65	27.77	1101.02
7.17	46.68	18.77	456.33	28.17	1136.19
7.57	54.67	19.17	478.28	28.37	1153.99
7.77	58.76	19.57	501.10	28.57	1171.94
8.17	67.28	19.77	512.83	28.77	1190.03
8.57	76.42	20.37	548.02	28.97	1208.00
8.77	81.21	20.77	573.85	29.37	1245.00
9.17	91.09	20.97	586.48	29.77	1282.78
9.57	101.24	21.17	599.27	30.17	1320.95
9.77	106.42	21.37	612.22	30.57	1359.70
10.17	117.06	21.57	625.34	30.77	1379.29
10.57	128.12	21.77	638.61	31.17	1418.89
10.77	133.81	21.97	652.02	31.57	1459.05
11.17	145.62	22.17	665.56	31.77	1479.34
11.57	158.10	22.37	679.21	32.17	1520.36
11.77	164.58	22.57	692.99	32.77	1583.06
12.17	177.82	22.77	706.89	33.17	1625.65
12.57	191.24	22.97	720.92	33.57	1668.78
12.77	198.03	23.17	735.03	33.77	1690.59
13.17	211.79	23.37	749.34	34.17	1734.63
13.57	225.78	23.57	763.78	34.57	1779.26
13.77	232.87	23.77	778.36	34.77	1801.79

表 2.6-15 溢洪道泄流曲线

水位(m)	流量(m ³ /s)	水位(m)	流量(m ³ /s)
27.5	6.5	31.5	355
28.0	28	32.0	419
28.5	59	32.5	486
29.0	96	33.0	556
29.5	139	33.5	631
30.0	186	34.0	706
30.5	239	34.5	785
31.0	295	35.0	867

表 2.6-16 河溪水库调洪成果表

工况一(4~6 月)					
频率	起调水位(m)	入库洪峰(m ³ /s)	下泄流量(m ³ /s)	最高水位(m)	对应库容(万 m ³)
0.1%	29.77	1046.02	752.05	34.29	1747.91
2%	29.77	655.32	454.77	32.27	1530.07
3.33%	29.77	587.09	403.85	31.88	1490.37
10%	29.77	358.48	247	30.57	1359.85
工况二(7~8 月)					
频率	起调水位	入库 Q _{max}	下泄 Q _{max}	最高水位	对应库容
0.1%	30.77	739.68	532.34	32.84	1589.56
2%	30.77	460.12	351.94	31.47	1449.06
3.33%	30.77	412.13	330.22	31.29	1430.89
10%	30.77	328.2	263	31.09	1410.6

经水库调节后河溪排洪闸闸址处的 10 年一遇设计洪水 316.65m³/s，比闸址处 5 年一遇天然设计洪水略大。但河道过流能力满足经调蓄后 10 年一遇设计洪水。成果见表 2.6-20。

表 2.6-17 设计洪水对比表 单位：m³/s

水闸名称	5 年一遇天然设计洪水	经调蓄后 10 年一遇天然设计洪水
河溪排洪闸	305.76	316.65

2.7 施工洪水

2.7.1 榕江施工洪水

根据施工专业要求，本次分析计算枯水期 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月的施工洪水。

2.7.1.1 东桥园站

根据东桥园站 1960 年~2014 年枯水期不同时段最大流量系列进行频率分析计算，频率曲线采用 P—Ⅲ线型，按经验适线法确定。将本次计算分期洪水成果与《榕江大围达标加固工程可行性研究报告》成果比较，见表 2.7-1，两者差别小于 10%，本次东桥园站施工洪水仍采用《榕江大围达标加固工程可行性研究报告》成果。

表 2.7-1 东桥园站施工洪水成果表

分期	各级频率(%) 设计洪峰流量(m ³ /s)				备注
	2	5	10	20	
11月~翌年4月	1880	1420	1060	720	榕江大围(采用)
	1830	1340	986	657	本次复核
	-2.66	-5.63	-6.98	-8.75	差别(%)
10月~翌年3月	2940	1880	1100	500	榕江大围(采用)
	2910	1730	1010	504	本次复核
	-1.02	-7.98	-8.18	0.80	差别(%)

2.7.1.2 赤坎站

根据赤坎站 1967 年~2014 年枯水期不同时段最大流量系列进行频率分析计算,频率曲线采用 P—III 线型, 按经验适线法确定。将本次计算分期洪水成果与《榕江大围达标加固工程可行性研究报告》成果比较, 见表 2.7-2, 两者差别小于 10%, 本次赤坎站施工洪水仍采用《榕江大围达标加固工程可行性研究报告》成果。

表 2.7-2 赤坎站枯水期设计水成果表

分期	各级频率(%) 设计洪峰流量(m ³ /s)				备注
	2	5	10	20	
11月~翌年4月	850	650	500	350	榕江大围可研,采用
	777	601	470	342	本次复核
	-8.58	-7.54	-6.00	-2.29	差别(%)
10月~翌年3月	1160	790	540	330	榕江大围可研,采用
	1120	772	527	313	本次复核
	-3.45	-2.32	-2.35	-5.03	差别(%)

2.7.1.3 主要控制断面施工洪水

主要控制断面施工洪水根据水文参证站分期设计洪水采用面积比指数法推求,面积比指数借用年洪水分析值 0.6, 成果见表 2.7-3。

表 2.7-3 控制断面施工期 10 年一遇、50 年一遇洪水成果表

断面位置	揭汕交界处	南河双溪咀	南河梅云神港	北河双溪咀
集水面积(km ²)	4408/3875	2644/2356	2439/2306	1629/1497

断面位置		揭汕交 界处	南河双 溪咀	南河梅云 神港	北河双溪咀
集水面积(km ²)		4408/3875	2644/2356	2439/2306	1629/1497
Q _{10%} (m ³ /s)	11 月~翌年 4 月	1569	1164	1150	768
	10 月~翌年 3 月	1628	1208	1190	830
Q _{2%} (m ³ /s)	11 月~翌年 4 月	2782	2064	2038	1306
	10 月~翌年 3 月	4351	3228	3187	1782

2.7.2 工程区施工洪水

2.7.2.1 暴雨参数

工程区施工洪水根据汕头站施工期设计暴雨推求，根据施工要求，分析榕江堤防片区、棉北海堤片区 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月共两个分期的施工洪水。施工期设计暴雨根据汕头站 1951 年~2016 年施工期最大日降雨系列，24h 降雨与日降雨采用 1.10 的折算系数，计算各片区枯水期最大 24h 设计暴雨成果，各时段设计暴雨根据全年各频率各时段设计雨量与最大 24h 雨量的比例关系缩放，成果见表 2.7-4、2.7-5。施工期设计暴雨洪水采用单位线法计算。

表 2.7-4 榕江堤防片区枯水期暴雨参数

项目	11 月~4 月				10 月~3 月			
时段	1h	6h	24h	72h	1h	6h	24h	72h
H _{1~72}	26.08	48.91	74.9	109.84	21.12	39.66	60.69	89.01
Cv	0.56	0.67	0.68	0.69	0.49	0.59	0.6	0.61

表 2.7-5 棉北海堤片区枯水期暴雨参数

项目	11 月~4 月				10 月~3 月			
时段	1h	6h	24h	72h	1h	6h	24h	72h
H _{1~72}	24.81	49.15	74.9	107.67	20.11	39.83	60.7	87.26
Cv	0.54	0.68	0.68	0.68	0.48	0.60	0.60	0.60

2.7.2.2 金关围片大塭水闸

大塭水闸属榕江堤防片区南片排水分区中排涝工程，根据 2.6.3.1 章节中复核采用的南片排水分区的地理特征参数及枯水期暴雨参数，采用广东省综合单位线方法，

计算得南片排水分区中 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月共两个分期的施工洪水，如表 2.7-6 所示。

表 2.7-6 榕江堤防片南片区排水分区枯水期设计洪水成果

区域位置	集雨面积 (km ²)	综合单位线 (m ³ /s)			
		11 月~4 月		10 月~3 月	
		P=20%	P=10%	P=20%	P=10%
南片区	58.56	163.52	203.84	141.38	184.58

2.7.2.3 棉北海堤片水闸

1) 西胪港中闸

西胪港中闸属棉北海堤排水分区中片区 3 中排涝工程，根据 2.6.3.2 章节中复核采用的地理特征参数及枯水期暴雨参数，采用广东省综合单位线方法，计算得西胪港中闸所在片区 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月共两个分期的施工洪水，如表 2.7-7 所示。

表 2.7-7 西胪港中闸排水分区枯水期设计洪水成果

断面位置	集雨面积 (km ²)	综合单位线 (m ³ /s)			
		11 月~4 月		10 月~3 月	
		P=20%	P=10%	P=20%	P=10%
片区 3	25.59	47.75	68.20	37.61	50.69

2) 河溪排洪闸

河溪排洪闸属棉北海堤排水分区中片区 5 中排涝工程，根据 2.6.2.5 章节中复核采用的地理特征参数及枯水期暴雨参数，采用广东省综合单位线方法，计算得河溪排洪闸所在片区 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月共两个分期的施工洪水，如表 2.7-8 所示。

表 2.7-8 河溪排洪闸排水分区枯水期设计洪水成果

名称	10~3 月(P=10%)	11~4 月(P=10%)
河溪水库坝址	163.84	199.08
河溪水库坝址~河溪排洪闸	27.31	34.97

2.8 潮位

2.8.1 潮汐特性

榕江出海口的潮汐属于不规则半日潮，日潮不等现象显著，潮位在一天内两次高潮和两次低潮均不相等，月内有朔、望大潮和上弦、下弦小潮，平均周期约十五天，在一年中，一般夏潮高于冬潮，最高、最低潮位分别出现在秋分和春分前后，且潮差最大，夏至、冬至潮差最小。妈屿站潮汐特性见表 2.8-1。

表 2.8-1 妈屿站潮汐特征值统计表 (85 高程)

高潮位 (m)	多年平均	1.09	低潮位 (m, 85 高程)	多年平均	0.08
	历年最高	3.84		历年最低	-1.11
	出现日期	1969.7.28		出现日期	1970.7.19
涨潮差 (m)	多年平均	1.02	落潮差	多年平均	1.02
	历年最大	2.69	(m)	历年最大	3.99
	出现日期	2013.9.22		出现日期	1969.7.28
涨潮历时 (hh:mm)	多年平均	6:59	落潮历时	多年平均	5:26
	历年最长	13:20	(hh:mm)	历年最长	16:25
	出现日期	1990.1.1		出现日期	2008.12.31
多年平均高高潮位 (m)			2.04		
多年平均低低潮位 (m)			-0.89		
多年平均汛期高高潮位 (m)			1.00		
多年平均汛期高高潮位 (m)			1.59		
多年平均潮位 (m)			0.92		

2.8.2 设计潮位

广东省水利厅已以粤水电总字[1995]5 号文颁布了《广东省最高潮位频率计算成果》，颁布成果中妈屿站系列年限为 1954 年~1992 年，共 39 年。《广东省揭阳市榕江大围达标加固工程可行性研究报告》将妈屿站系列延长至 2003 年，复核后设计成果与省水利厅颁布成果相差不大，仍采用原颁布成果。

本次将系列延长至 2018 年，对妈屿站设计潮位进行复核。统计参数先用矩法初估，频率曲线采用 P—III 线型，最后按经验适线法确定。本次系列延长后，因 2013 年出现全系列排位第二的潮位，适当调大 Cv 值，成果见表 3.6-2 和图 3.6-1。根据表

3.6-2 设计潮位成果比较，本次复核成果略大于省水利厅颁布成果，但未出现频率跳级现象，且 1992 年以后年最高潮位均未超过原系列最高潮位，故妈屿站设计潮位可仍采用水利厅颁布成果，见表 2.8-2。

表 2.8-2 妈屿潮位站设计潮位成果表 （85 高程）

均值(m)	Cv	Cs/Cv	各级频率(%) 设计潮位						备注
			0.5	1	2	5	10	20	
2.04	0.37	8	4.42	3.98	3.55	3.00	2.61	2.25	本次复核
2.04	0.35	8	4.24	3.85	3.45	2.95	2.59	2.25	省水利厅(采用)
			0.18	0.13	0.10	0.05	0.02	0	差值

2.8.3 典型潮位过程线

本次选取妈屿站 1972 年 7 月 29 日潮位过程作为外江典型潮位过程，通过控制最低潮位不变，将本次榕江片区防汛排涝能力提升工程涉及到的排涝闸闸外最高潮位，放大至 5 年一遇年最高设计潮位，潮位过程按比例放大，得到对应各水闸排涝的典型外江潮位过程。取最不利的内洪外潮峰峰相碰情况进行排涝调算时选用最不利的内洪外潮峰峰遭遇的情况。妈屿站 5 年一遇高高潮位过程线见表 2.8-3，图 2.8-2。

表 2.8-3 外江设计潮位过程线 高程：85 高程

历时	1972 年 7 月典型潮位（m）	5 年一遇潮位过程(m)	历时	1972 年 7 月典型潮位（m）	5 年一遇潮位过程(m)
1	-0.18	-0.18	13	0.46	0.76
2	-0.11	-0.08	14	0.47	0.78
3	0.08	0.2	15	0.55	0.9
4	0.37	0.63	16	0.69	1.1
5	0.71	1.13	17	0.86	1.35
6	1.03	1.6	18	1.03	1.6
7	1.29	1.99	19	1.19	1.84
8	1.45	2.22	20	1.29	1.99
9	1.47	2.25	21	1.34	2.06
10	1.28	1.97	22	1.24	1.91
11	0.95	1.48	23	0.90	1.41
12	0.63	1.01	24	0.47	0.78

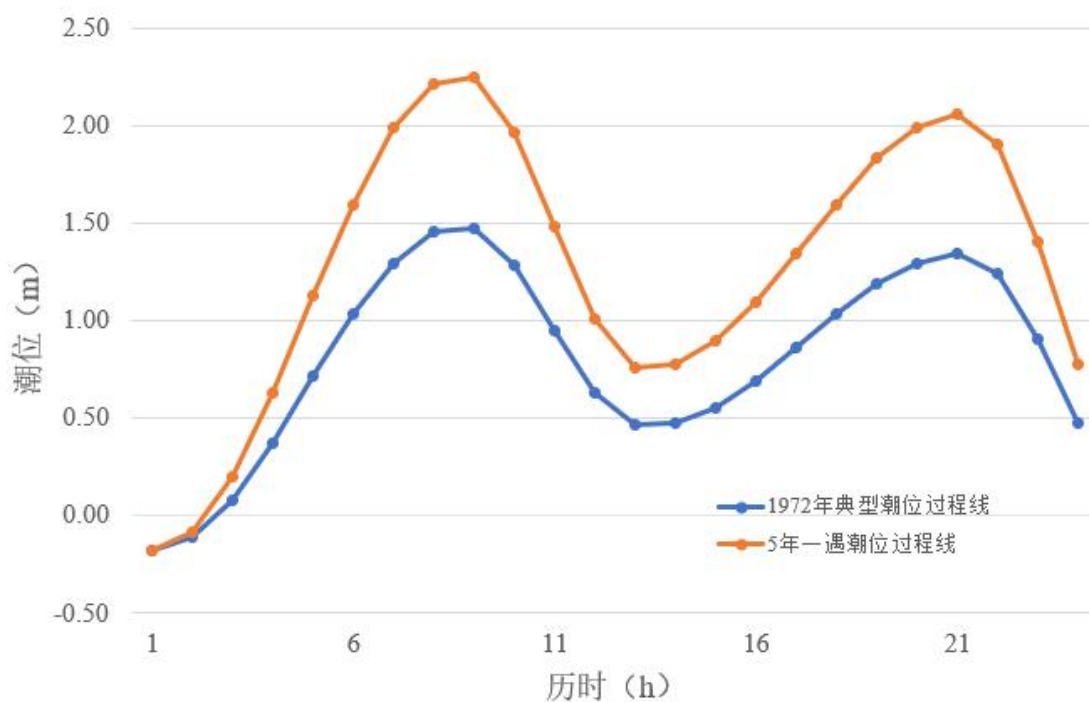


图 2.8-1 外江设计潮位过程线

2.8.4 施工期潮位

根据施工要求，分析妈屿站 11 月~翌年 4 月和 10 月~翌年 3 月两个分期的设计潮位。施工期潮位根据妈屿潮位站 1954 年~2018 年各分期最高潮位系列进行分析，对各分期最高潮位系列进行经验频率计算，频率曲线采用 P—III 线型，统计参数先用矩法初估，最后按经验适线法确定。妈屿站施工设计潮位成果见表 2.8-4，频率曲线见图 2.8-2 和图 2.8-3。

表 2.8-4 妈屿潮位站施工期设计潮位成果表

高程：85 高程

分期	均值 (m)	Cv	Cs/Cv	各级频率(%) 潮位(m)			
				2	5	10	20
11 月~翌年 4 月	1.75	0.12	6.0	2.04	1.97	1.91	1.84
10 月~翌年 3 月	1.86	0.15	6.0	2.28	2.17	2.09	1.99

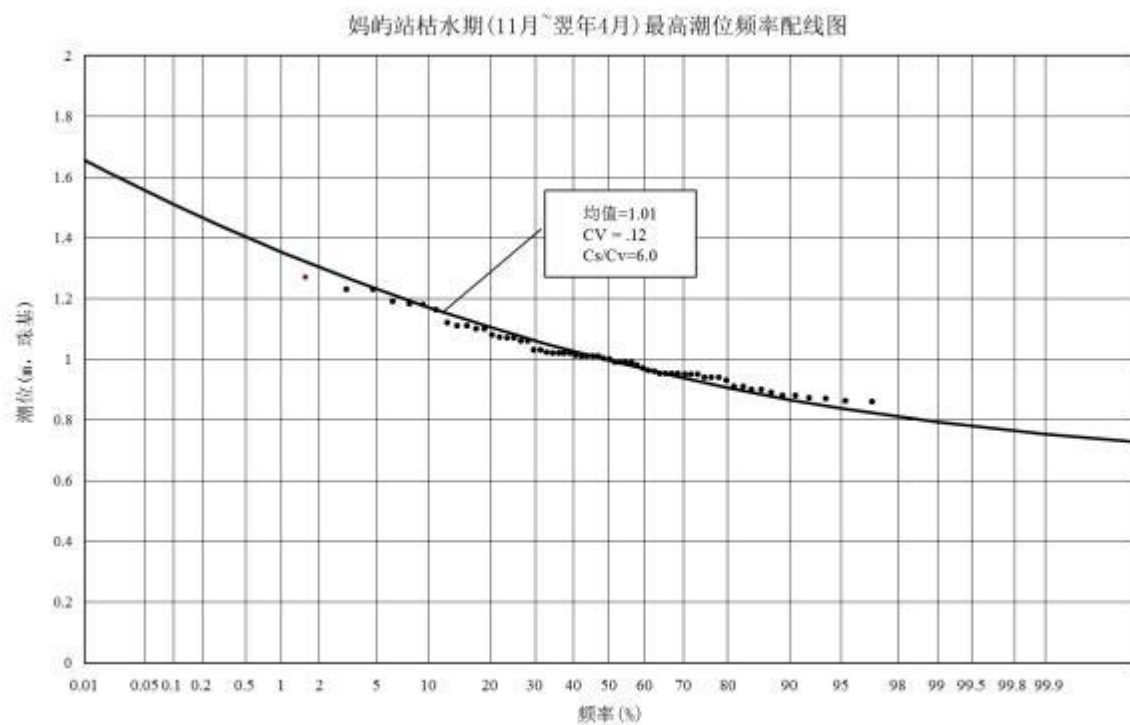


图 2.8-2 妈屿站施工期(11 月~翌年 4 月)最高潮位频率配线图

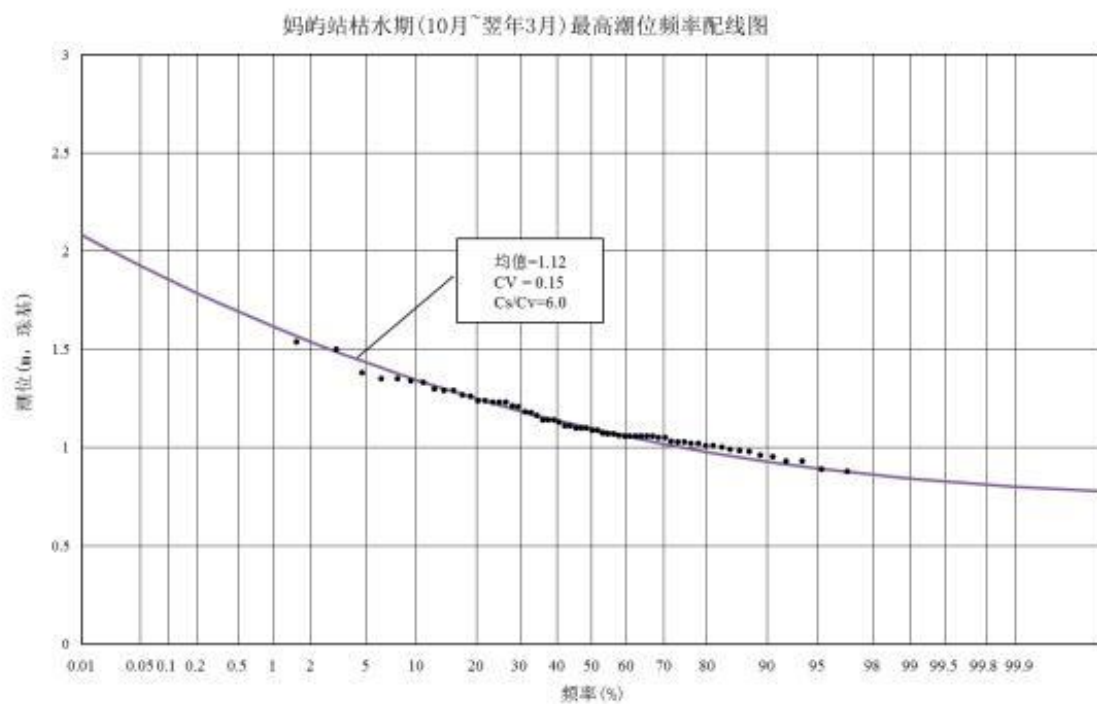


图 2.8-3 妈屿站施工期 (10 月~翌年 3 月) 最高潮位频率配线图

2.9 雨、洪、潮遭遇分析

2.9.1 洪潮遭遇分析

榕江南北河汇合口双溪咀以下洪水主要以南河为主，工程区洪潮遭遇根据南河东桥园站实测洪峰流量和出海口妈屿潮位站实测潮位资料分析。东桥园站至妈屿站距离约 63.29km，考虑洪水传播时间，当东桥园站出现年最大洪峰的当日或次日，妈屿站出现年最高潮位视为洪潮遭遇。

根据 1954 年~2018 年实测资料分析，东桥园站年最大洪峰未曾与妈屿站年最高潮位遭遇，**洪潮基本不遭遇**。当东桥园站出现年最大洪峰遭遇妈屿站最高潮位为 1.18m（珠基）(1974 年，东桥园洪峰流量 1990m³/s)，低于妈屿站历年最高潮位均值 1.30m（珠基）。以潮为主时，当妈屿站发生年最高潮位时，相应东桥园站洪峰流量均小于东桥园站历年最大洪峰流量均值。

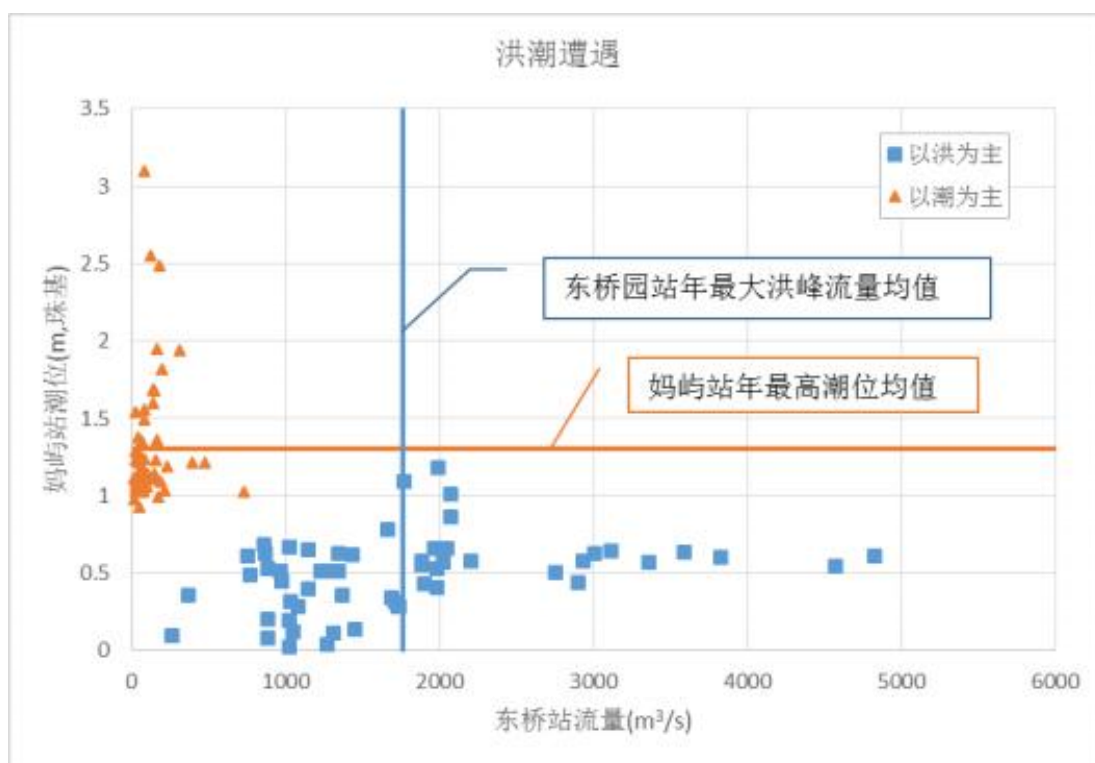


图 2.9-1 榕江流域洪潮遭遇图

2.9.2 雨洪遭遇分析

根据 1954 年~2003 年揭阳站和 2004~2015 年汕头站实测降雨资料分析，当揭阳站(或汕头站)发生年最大 1d 暴雨时，相应东桥园水文站发生年最大洪水的年份有 28 年，遭遇几率为 43%。东桥园站较大洪水遭遇当年最大降雨的概率较大，其中较为恶劣的遭遇包括 1970 年、1986 年、2000 年和 2013 年：1970 年 9 月东桥园站实测最大流量 $4830\text{m}^3/\text{s}$ (接近 50 年一遇) 遭遇当年最大 1d 降雨 247mm (接近 10 年一遇)；1986 年 7 月 12 日东桥园站实测最大流量 $830\text{m}^3/\text{s}$ (接近 20 年一遇)，7 月 11 日出现当年最大 1d 降雨 255mm (略大于 10 年一遇)；2000 年 9 月东桥园站实测最大流量 $2930\text{m}^3/\text{s}$ (略小于 10 年一遇) 遭遇当年最大 1d 降雨 254.2mm (略大于 10 年一遇)；2013 年 8 月东桥园站实测最大流量 $3360\text{m}^3/\text{s}$ (超 10 年一遇) 遇汕头站最大 1d 降雨 156.7mm (介于均值~5 年一遇之间)

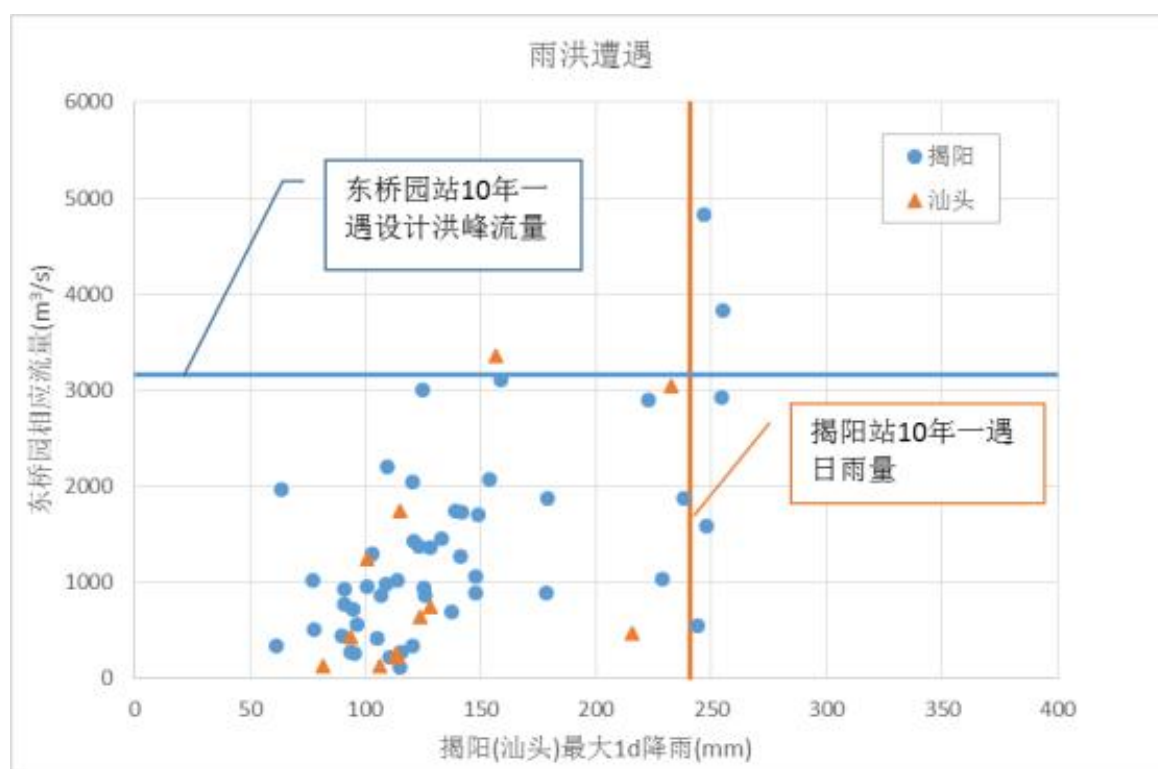


图 2.9-2 工程区雨洪遭遇图

2.9.3 雨潮遭遇分析

根据 1954 年~2003 年揭阳站和 2004~2015 年汕头站实测降雨资料与妈屿站潮位资料的遭遇分析工程区雨潮遭遇。当揭阳站（汕头站）发生年最大 1d 降雨量时，仅有 4 年遭遇妈屿站年最高潮位，遭遇机率仅为 6.5%。揭阳站最大 1d 降雨遭遇到妈屿最高潮位为 2.49m（珠基）（2001 年，介于 20 年~50 年一遇），揭阳站当日降雨 153.9mm（介于均值~5 年一遇之间）。揭阳（汕头）站最大 1d 降雨量接近 10 年一遇（241mm）的 10 年中，妈屿站相应潮位有 9 年均低于年最高潮位均值 1.30m（珠基），仅在 1986 年 7 月，揭阳站最大 1d 降雨量 255mm 遭遇妈屿站当年最高潮位 1.68m（珠基）（介于 5 年一遇至 10 年一遇之间），为雨潮遭遇的最不利组合。

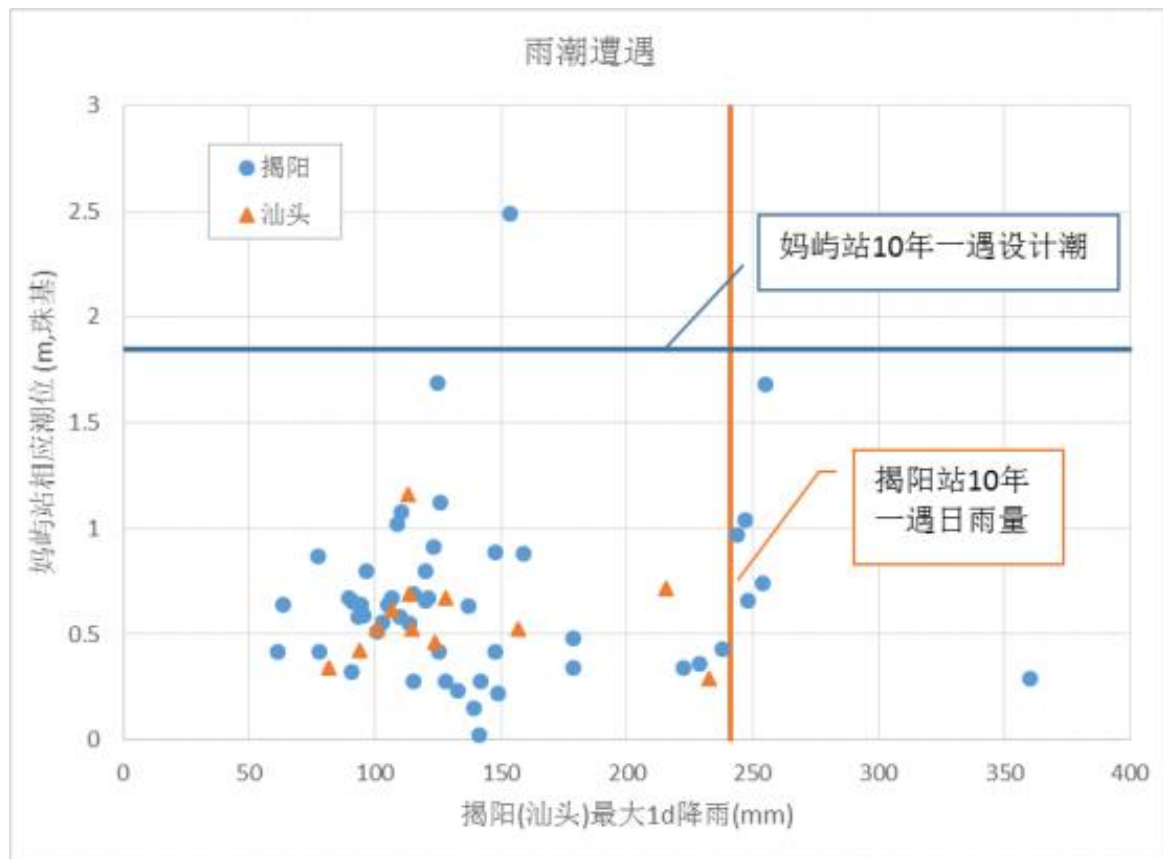


图 2.9-3 工程区雨潮遭遇图

2.9.4 遭遇分析结论

本项目位于榕江片区金关围及棉北海堤，本次工程区域段外江以潮水为主，下游水位由潮水位控制，本次遭遇分析以雨潮遭遇为主，雨潮遭遇结论是，取较为不利的遭遇情况，即当涝区发生 10 年一遇涝水时，外江潮位过程取 5 年一遇。

2.10 泥沙

榕江流域泥沙主要来自上游的水土流失，山石蚀化。据东桥园站（集水面积 2016km²）实测资料统计，多年平均含沙量为 0.17kg/m³，多年平均年输沙量 49 万 t。按面积比换算到整条南河（南河面积为 2644km²），则多年平均年输沙量为 64.2 万 t，输沙模数为 243t/km²。

由于大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸所在片区内缺乏泥沙观测资料，本次参照榕江流域东桥园水文站实测泥沙观测资料统计成果，按面积换算得榕江堤防片金关围与棉北海堤片多年平均输沙量。根据片区实际面积计算可得，榕江堤防片金关围多年平均输沙量为 2.33 万 t、棉北海堤片多年平均输沙量为 3.95 万 t。

2.11 水文自动测报系统

2.11.1 建设水文自动测报系统的必要性

水文自动测报系统是水利枢纽工程的重要组成部分，它应用通信、遥测和计算机等先进技术，准确、及时地收集处理各类水文信息，实时预报，可为工程调度运用提供科学依据。

本工程主要目标为提升榕江堤防片与棉北海堤片区的防汛排涝能力，同时承担榕江堤防片与棉北海堤片区的防洪（潮）、排涝、灌溉等任务。工程运行时需要实时掌握上游水情、雨情，用水文预报的相关方法，获得预见期洪峰流量、洪水历时，通过合理调度，使洪水危害程度降至最低；枯水期、枯水年、特殊枯水年，需要掌握上下游水情、雨情，及时掌握旱情信息，做好应急调度，确保供水安全。

工程所在流域属于榕江流域，洪水多由暴雨形成，大洪水与大暴雨同频率。受上游坡陡流急的地形影响，洪水来势凶猛，而中、下游河床平缓，加之地势较低，堤围不高，洪水易漫出堤顶，极易造成洪水泛滥，流域地形变化大，暴雨空间分布不均匀，暴雨历时短，强度大，洪水陡涨陡落。目前流域内还缺少必要的水文雨量观测站点，为准确掌握流域内雨情，建立水文自动测报系统是十分必要的。

2.11.2 水文自动测报系统初步规划

(1) 建设目标

系统建设采用水利部制定的统一技术标准和规范，服从全省水利信息化总体规划，避免重复建设。系统建设的主要目标是基本实现工程水利信息实时、准确地收集和监控，对其发展趋势做出预测、预报，为工程调度提供科学决策依据。

(2) 站点布设

为满足水情预报的需要，应按照布设的基本原则，在流域内布设一定数量的水文、流量站点。目前拟建工程实施处上下游均未设有自记水位站，不满足水情测报站网布设要求。因此工程建设，需一并建设 3 座水闸处，上下游自计水位站共计 6 套，主要观测项目为水位及流量。工程投资见表 2.11-1。

(3) 通信方式

目前水文自动测报系统的通信方式主要有电话、超短波、微波、移动通信和卫星等。工程区域地势复杂，许多测站处于移动电话公网的“盲区”，选择移动通信不可靠；卫星通信具有覆盖面大、通信质量高、可进行超远距离传输等优点，但建设成本较高，运行使用费高，一般卫星通信用于数据超远距离传输或边远山区关键站；微波通信带宽大，可靠性高，但微波站建设成本高，且通信站间必须通视，运行维护复杂，故微波通信一般仅用于大型站以满足大量数据的传输；超短波通信具有建设成本低、可无人值守、功耗低、运行维护简单等优点。经比较，在本系统中通信方式选用超短波通信，电话通信作为应急备用通信方式。

(4) 施工期测报方案

本次工程拟安排在枯水期完成，监测设施配套工程安排予施工后期安装，故施工前期无水文自动测报系统。存施工前期未有水情自动测报系统期间，主要依据气象部门及三防指挥部门预报，实行人工报讯，明确责任人，利用现有的人员和固定电话与当地三防部门保持联系，如工作人员有手机，也可利用其手机与三防部门保持联系；当施工后期水情自动测报系统建成后，则主要采用固定电话和水情自动测报系统与上级三防部门保持联系。

表 2.11-1 工程水文自动测报系统投资估算表

工程名称	位置	设备	数量	单价	设备费	安装费	总价
			(台)	(元)	(元)	(元)	(元)
大塍水闸	闸上、闸下	自记水位站	2	13085	26171	11776.95	90289.95
西胪港中闸	闸上、闸下	自记水位站	2	13085	26171		
河溪排洪闸	闸上、闸下	自记水位站	2	13085	26171		
合计			6		78513		

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水
利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

3 工程地质

目录

3.1 勘察工作概况	3-1
3.2 区域地质构造稳定性及地震动参数	3-1
3.2.1 地形地貌	3-3
3.2.2 地层岩性	3-4
3.2.3 地质构造与地震	3-5
3.2.4 水文地质条件	3-6
3.2.5 物理地质现象及特殊岩土	3-7
3.3 场地工程地质条件	3-8
3.3.1 地形地貌	3-8
3.3.2 地层岩性	3-8
3.3.3 地质构造与地震	3-10
3.3.4 土物理力学性质	3-10
3.3.5 水文地质条件和腐蚀性评价	3-12
3.4 主要工程地质问题	3-14
3.4.1 软土沉降变形问题	3-14
3.4.2 抗滑稳定问题	3-15
3.4.3 渗漏及渗透稳定问题	3-15
3.4.4 抗冲刷问题评价	3-16
3.4.5 砂土液化问题	3-16
3.4.6 软土震陷问题	3-17
3.4.7 基坑施工可能造成的工程风险问题	3-18
3.5 重建水闸工程地质条件	3-18
3.5.1 大塍水闸	3-18
3.5.2 西胪港中闸	3-25
3.5.3 河溪排洪闸	3-30
3.6 重建水闸工程地质评价	3-35
3.6.1 大塍水闸	3-36
3.6.2 西胪港中闸	3-37
3.6.3 河溪排洪闸	3-38

3.7 堤防段工程地质条件及评价 3-39

 3.7.1 堤身状况 3-39

 3.7.2 堤防段工程地质条件 3-39

 3.7.3 堤基地质结构 3-40

 3.7.4 工程地质评价 3-40

3.8 天然建筑材料 3-40

 3.8.1 土料 3-41

 3.8.2 石料 3-41

 3.8.3 砂料 3-41

3.9 结论与建议 3-42

 3.9.1 结论 3-42

 3.9.2 建议 3-43

3 工程地质

3.1 勘察工作概况

汕头位于东经 116°14'至 117°19'，北纬 23°02'至 23°38'之间，韩江三角洲南端，东北接潮州饶平，北邻潮州潮安，西邻揭阳、普宁，西南接揭阳惠来，东南濒临南海。汕头处于“大珠三角”和“泛珠三角”经济圈的重要节点，是厦漳泉三角区、珠三角和海峡西岸经济带的重要连接点，拥有亚太地缘门户的独特区位优势。市区距香港 187 海里，距台湾高雄 180 海里。汕头港临近西太平洋国际黄金航道，距香港、台湾高雄均不足 200 海里。

潮阳区位于广东省东南部，濒临南海，因地处海北而称潮阳。地域范围东经 116°17'~116°43'，北纬 23°19'~23°33'，是北回归线进入欧亚大陆的第一站。西接普宁市，南邻潮南区，北以榕江与揭阳市榕城区分界，距离台湾恒春港 201 海里，距香港 161 海里，距厦门港 150 海里。地处榕江下游三角洲，平原面积占大部分，余为丘陵山地。全区陆域总面积 666.63km²，外海岸线长 26.3km，海域面积 4000 多平方海里。

从潮阳区行政区划上看，潮阳区辖 4 个街道（文光、城南、棉北、金浦）、9 个镇（海门、河溪、和平、西胪、关埠、金灶、谷饶、贵屿、铜孟）。其中，棉北、河溪、西胪、关埠、金灶属于榕江片区；文光、城南、金浦、海门、和平、谷饶、贵屿、铜孟属于练江片区。

为补齐农村水利基础设施短板，全面提升农村防汛排涝能力，根据省委、省政府《关于推进乡村振兴战略的实施意见》和《广东省乡村振兴战略规划》，结合潮阳区农村水利工作实际，经潮阳区人民政府同意，潮阳区水务局印发实施《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027 年）》。规划按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴总要求，提出 2018-2027 年潮阳区农村水利工作的治理原则、目标、任务、措施等内容，明确乡村振兴水利支撑和保障的方向与路径，系统解决农村水利问题，建设符合“一核一带一区”特色的美丽乡村，全面做好潮阳区农村水利工作，为实现乡村振兴提供水利保障。根据《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027 年）》规划目标，到 2020 年，乡村振兴战略水利保障工作取得重大进展。农村水利防灾减灾救灾能力取得重大突破，加快病险水库、水闸除险加固和海堤达标加固建设。到 2027 年，治理现代化水平显著提升，农村水利防灾减灾救灾能力全面达标，全部

行政村建成生态宜居美丽乡村，农村水利节水管理制度化、工程管理专业化、建设管理规范、河湖管理标准化、机构管理专业化、技术管理智能化的“六化”管理格局基本形成，农村水利治理体系和治理能力实现根本改变。为达成《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》规划目标，亟需开展潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目，提升榕江片区防汛排涝能力。工程对榕江片区防洪排涝、改善生态环境、保障区域供水能力、提升灌溉效率、推动城市改造、促进经济发展和助力乡村振兴具有重大意义。

本次（一期）工程主要为榕江水利防汛排涝能力提升项目，拟重建水闸3座。2021年12月由广州市建邦地质勘察技术有限公司编制完成了《潮阳区河溪镇河溪排洪闸（河溪闸）安全鉴定工程地质勘察报告》《汕头市潮阳区西胪港中闸安全鉴定工程地质勘察报告》，将西胪港中闸、河溪排洪闸评定为四类闸。前期已对部分拟重建水闸进行了一定程度的地质勘察工作，主要的勘察方法为地质测绘、钻探、原位测试和室内试验等，具有一定的参考价值，且距今年限较短，其相应成果和试验资料可作为本次可研阶段参考使用，故钻孔资料和试验成果等以本次勘察成果为主，结合收集资料为辅，提出相应成果。

通过潮阳区堤防工程服务中心招标，我中心承担本工程可行性研究阶段工程地质勘察工作，现依据有关文件和相关水利水电工程地质勘察规范编制本工程地质报告。

本阶段地质勘察工作的主要任务为：

- a) 评价工程区的区域构造稳定性，并提供地震动参数。
- b) 查明闸址区地形地貌单元，微地貌类型、特征及分界线。
- c) 查明闸址区土层的分布规律、成因、物质组成、厚度，注意特殊土层、粗粒土层等的分布情况及其性状。
- d) 查明闸址区土岩接触面的埋藏及起伏情况，基岩的岩性、产状，风化、卸荷和溶蚀特征，断裂、裂隙及其他缓倾的软弱结构面、软弱夹层的发育情况，特别是易风化、易软化、中等～强渗透性岩层的分布范围及其性状。
- e) 选定各土（岩）层与主要软弱结构面、软弱夹层的物理力学性质参数。
- f) 查明对涵闸有影响的滑坡体等物理地质现象的分布、规模、成因。
- g) 查明闸址区透水层、相对隔水层的分布和渗透特性，地下水类型、补排条件、水位及其变化规律，地下水与地表水的物理性质、化学成分及其对混凝土的腐蚀性。
- h) 对主要工程地质问题进行分析，对各闸址区工程地质条件进行评价和比较。

i) 勘察天然建筑材料。

本次勘察除搜集和分析、利用已有地勘资料外,进行了野外地质测绘、地质勘探、现场原位试验、室内岩土测试、内业资料分析整理等工作。勘察外业时间主要集中在2024年4-5月。

本工程采用85高程、国家2000坐标系。

本次勘察主要执行的规程规范有:

- a) 《堤防工程地质勘察规程》(SL188-2005);
- b) 《水闸与泵站工程地质勘察规范》(SL704-2015);
- c) 《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487-2008[2023年局部修订]);
- d) 《土工试验方法标准》(GB/T 50123-2019);
- e) 《岩土工程勘察安全标准》(GB/T 50585-2019);
- f) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SL/T 618-2021)
- g) 《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55-2005)
- h) 《岩土工程勘察安全标准》(GB/T 50585-2019);
- i) 其他相关规程规范。

3.2 区域地质构造稳定性及地震动参数

3.2.1 地形地貌

潮阳区境属沿海丘陵、平原地区,地形特征为“两山两江两平原”,即东北面以榕江为界,隔江与揭阳市、揭东县、汕头金平区相望,南面基本以练江为界,隔江与潮南区相邻,中部为小北山,属丘陵地貌,峰峦绵延起伏,沟谷发育,山脊走向为西北—东南向,与榕江、练江流向一致。最高峰大尖山海拔447m,其余一般50m~350m,多为高丘陵与坡地,形成丘陵半丘陵地带。榕江、练江均自西北向东南流经全境,蜿蜒曲折,形成练江平原、榕江平原,出海口分别在牛田洋、海门。

金灶镇南面为小北山,北临榕江,位于东亚新华夏系构造带第二复式隆起带的东南侧与南岭东西向复杂构造带南部东段的交接带。地貌可以划分为以侵蚀为主的山地上升构造单元和以堆积为主的平原下降构造单元两大地貌分区,分区界线明显受北向西地质构造控制。平原区域属第四系的榕江三角洲平原区,地势平坦开阔,河沟纵横,海拔一般小于5m,沿山部分农田属沙质土,其余表层土质多为砂壤土至亚粘土。南部山地为剥蚀低山丘陵,广泛分布燕山期至喜山期的以花岗岩为主的岩浆岩,海拔为

350m 以下，属低丘陵地貌。

西庐镇位于榕江下游平原南岸，潮阳区西北部，西南面环山，东临榕江，位于东亚新华夏系构造带第二复式隆起带的东南侧与南岭东西向复杂构造带南部东段的交接带。地貌可以划分为以侵蚀为主的山地上升构造单元和以堆积为主的平原下降构造单元两大地貌分区，分区界线明显受北向西地质构造控制。平原区域属第四系的榕江三角洲平原区，地势平坦开阔，河沟纵横，海拔一般小于 5m，沿山部分农田属沙质土，其余表层土质多为砂壤土至亚粘土。西南部山地为剥蚀低山丘陵，广泛分布燕山期至喜山期的以花岗岩为主的岩浆岩，海拔为 250m 下，属低丘陵地貌。

河溪镇位于榕江下游平原南岸，潮阳区西北部，西侧为山地，中间为平原，东侧为榕江，地势自西向东倾斜，位于东亚新华夏系构造带第二复式隆起带的东南侧与南岭东西向复杂构造带南部东段的交接带。地貌可以划分为以侵蚀为主的山地上升构造单元和以堆积为主的平原下降构造单元两大地貌分区，分区界线明显受北向西地质构造控制。平原区域属第四系的榕江三角洲平原区，地势平坦开阔，河沟纵横，城区海拔一般在 1.6m 至 10.7m 之间，周围山体海拔在 10.7m 至 125m 之间。

工程区内主要为海相及海陆交互相沉积形成的冲积平原地貌，地形平坦、开阔，地势呈西北略高东南略低。低山丘陵主要分布于区内榕江南北两侧及出海口南侧，岩性主要为燕山期侵入花岗岩及零星分布的喜山期侵入岩，山体多呈浑圆状，坡度较为平缓，山脊走向为北西～南东向。

3.2.2 地层岩性

根据区域地质资料、现场调查以及钻探成果资料，地层发育极不齐全，除零星出露的早侏罗纪地层及广泛发育的第四纪地层外，其他时代地层均缺失。区内出露的主要地层为第四系港湾式三角洲沉积层（ Q^{mal} ），基岩为侏罗系下统金鸡群（ J_{1jn} ），侵入岩以燕山期花岗岩为主，现分述如下：

（1）第四系（Q）

第四系河流冲积层（ Q^{al} ）：主要由粘性土、淤泥质土及砂性土等组成。

第四系海陆交互相沉积层（ Q^{mc} ）：主要由粘性土、淤泥质土、砂性土等组成。

第四系坡残积层（ Q^{edl} ）：主要由黄褐色、红褐色花岗岩风化残积坡积而成，为砂质粘性土。

（2）侏罗系下统金鸡群（ J_{1jn} ）

灰黑色、浅灰色厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩，夹灰黑色厚层状中～细粒长石石英砂岩及粉砂质页岩。

（3）喜山期花岗岩（ v ）

区内南部少量出露喜山期侵入岩（ v_6 ），为辉长岩、辉绿岩。

（4）燕山期花岗岩（ γ ）

区内出露的侵入岩以燕山三期（ γ_y^3 ）为主，为中、粗粒花岗岩、二长花岗岩，局部黑云母花岗岩，分布竹竿山以北榕江两岸和揭阳石船水库、南陇水库附近；此外，区内还分布有燕山一期（ $\eta\gamma_y^1$ ）花岗闪长岩与二长花岗岩、燕山二期（ γ_y^2 ）黑云母花岗岩、燕山三期（ γ_y^3 ）花岗岩、燕山四期（ $\delta\gamma_y^4$ ）石英闪长岩与石英二长岩、闪长岩和燕山五期（ γ_y^5 ）花岗斑岩、细粒花岗岩等。

3.2.3 地质构造与地震

根据五十万分之一广东省构造体系图显示，测区所属新华夏系构造第二复式隆起带的东南侧与南岭东西向复杂构造带南部东段之交接地段，以北西向构造为主，主要为韩江～榕江北西向构造带，主要展布在测区沿海韩江、榕江、练江、隆江流域；构造形迹遍及全区，由北西向褶皱、不同等级的断裂、岩浆岩体、各类岩脉组成；北西向断裂与新华夏系北西向横张断裂，重叠复合、叠次出现，控制了晚期岩体及岩脉的分布。区内较大的河流部分山脊线皆呈北西方向延伸，明显地受北西向构造线控制。从总体上看，它斜切东西向构造，横切新华夏系北东向构造，是区内形成最晚的构造带。

根据区域地质资料可知，区域和近场范围内断裂构造较发育，对本场区影响较大的断裂主要有：饶平～惠来断裂（F6）、榕江断裂（F13）、练江断裂（F14）等3个断裂，现分述如下：

a) 饶平～惠来断裂（F6）：该断裂从福建云霄附近延入饶平、水吼一带经澄海、汕头至惠来，从陆丰甲子港潜入南海，总体走向 $NE30^\circ\sim50^\circ$ ，倾向 SE，倾角 $65^\circ\sim70^\circ$ ，断裂长度超过 100km。地貌上断裂西北侧为大北山山地和一系列残丘呈 NE 向排成直线状，而断裂东南侧为开阔的平原，沿山地和残丘出露的燕山期花岗岩普遍见硅化、压碎、糜棱岩化等现象。

b) 榕江断裂（F13）：该断裂自丰顺北斗山往南东方向经揭东新亨、揭阳榕城，再沿榕江、濠江潜入南海。总体走向 $NW310^\circ\sim320^\circ$ ，倾向 SE 或 NE，倾角 $70^\circ\sim80^\circ$ ，

断裂长度超过 100km，宽度约 200m。沿山地和残丘出露的燕山期花岗岩普遍见硅质构造岩、糜棱岩化等现象。

c) 练江断裂 (F14)：该断裂北起普宁石头圩附近，往南东方向沿大南山东侧至田心入海。总体走向 NW300°~330°，倾向 NE，倾角 65°~75°，断裂长度约 70km。地貌上断裂西南侧为海拔 300m~600m 的山地，岩石挤压破碎，形成硅化碎裂岩或断层角砾岩；北东侧为练江平原。

区内范围属于我国东南沿海地震带的中段。东南沿海地震带北起浙江南部，经福建、广东沿海，延至海南和广西南部，形成一条大体上与海岸线平行的狭长地震活动带。据史载，场址 150km 范围内曾发生 2 次 7 级以上地震，8 次 6.0~6.9 级地震，10 次 5.0~5.9 级地震，7 次 4.7~4.9 级地震。也就是说周边区域发生≥4.5 级破坏性地震共 27 次，是广东省内地震活动最频繁最强烈的地震区。其中历史上对本工程区有较大影响的几次强震分别为：

- (1) 1508 年揭阳西北 5 级地震。
- (2) 1519 年潮阳东北海中 5 级地震。
- (3) 1641 年揭阳东 5.75 级地震。
- (4) 1886 年汕头 4.75 级地震。
- (5) 1895 年揭阳 6 级地震。

根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 及《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])，工程区位于设计分组第二组，金灶镇、西胪镇基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为 VII 度，河溪镇基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为 VIII 度。根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》(NB/T 35098-2017)，工程区区域构造稳定较差。区内未发现晚更新以来的断层或晚更新世以来的阶地、夷平面发生错位的现象。设计应根据地震动参数及工程的重要性进行抗震设防。

3.2.4 水文地质条件

工程区气候属亚热带季风气候带，海洋性气候明显，夏无酷暑，冬无严寒，夏长冬短，无霜期长，日照充足，雨量充沛，四季常青。年平均气温 21.6℃，平均气温年际差异小。历年最冷月在 1 至 2 月，平均气温 13.8℃，历年最热月在 7 至 8

月，平均气温 28.2℃。年平均降水量 1700 毫米左右，雨季多集中在 4 至 9 月。区内地下水类型主要为基岩裂隙水及第四系松散岩土层孔隙水。

1) 松散岩土层孔隙水主要赋存于第四系覆盖层中。场区覆盖层分布广、厚度大，含水量丰富，地下水主要接受大气降水的渗入补给或外围含水层的侧向补给，孔隙性潜水地下水位随季节而变化。其中冲积及海陆交互相沉积层粘性土为弱~微透水性，冲积及海陆交互相沉积层砂层为中等~强透水性，残坡积层为弱透水性，全风化及弱风化花岗岩为弱透水性。

2) 基岩裂隙水主要赋存于燕山侵入岩（ γ ）的全风化及弱风化花岗岩层中，基岩的透水性及风化程度密切相关；基岩裂隙水主要赋存于基岩裂隙中。由于受构造影响，枢纽区构造发育，岩体完整性差，风化深，透水性差异性大。全风化带以弱透水性为主，局部呈现为中等透水性。

此次勘察水闸周边岩土层主要由第四系河流冲积层及第四系海陆交互相沉积层构成，地下水多为孔隙潜水，仅在下覆基岩风化层中含有基岩裂隙水。据勘察期间观测，本区地表水和地下水受大气降水影响严重，雨天水位高涨，晴天水位较低；其次受潮汐影响，涨潮时地表水水位上涨，发生倒流，地下水位上升，退潮时地表水水位下落，地下水位亦下降。

3.2.5 物理地质现象及特殊岩土

根据现场地质测绘及钻孔揭露情况，工程区堤防存在局部堤岸挡墙因地基沉降而上下、前后错位、产生贯穿性裂缝等，但尚未发现影响较大危害堤防的大型滑坡、崩塌、危岩等，工程区未发现红土、湿陷性土、膨胀土等特殊岩土，水闸附近未发现古河道、古冲沟等不良地质作用及环境岩土工程问题。工程区堤内侧鱼塘众多，低洼地或低沟分布广，地层分布大量软土，堤外河流的凹岸段冲刷较为严重，且存在塌岸现象。

水闸现状基本稳定，未见明显不良地质现象，但闸址区内较大范围存在厚度较大的软土层，软土层均具触变、流变、高压缩性、高灵敏度等特征，工程特性差，土层结构易受破坏，抗剪强度和承载力随之大幅下降，容易产生软土震陷现象，设计及施工时应加强软土地基处理。

部分水闸距居民区较近，施工时注意维护坡脚和建筑物稳定，控制适当的安全距离，并进行稳定计算。

3.3 场地工程地质条件

3.3.1 地形地貌

工程区地处三角洲沉积平原地貌，地形平坦、开阔，植被发育，多为杂草、树木，水闸基本位于已建堤防附近，大部分地段均有道路直通河道，可直接通往外界，交通条件较为便利。

3.3.2 地层岩性

工程区主要被第四系填土层和第四系覆盖层覆盖。根据本阶段钻探揭露，河道沿线岩土可分 5 大类，自上而下依次为：①人工填土（ Q_4^s ）、②第四系河流冲积层（ Q_4^{al} ）、③第四系海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、④第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、⑤第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）、⑥第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ），地基岩土层各层特性如下：

①人工填土（ Q_4^s ）：主要为灰褐色、黄褐色、灰白色，略经碾压，呈松散～稍密状，局部含填石、填砂，是现有堤防地基的主要组成成分。据调查，堤防历史上发生过几次开挖、回填事件，回填土较杂，回填时代不一，成分不一。渗透性一般中等偏弱，局部透水性能强，该层连续分布在堤防沿线。

②第四系河流冲积层（ Q_4^{al} ）：主要包括淤泥、淤泥质粉质粘土、粉质粘土、泥质中粗砂。

②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土：深灰色，含贝壳及有机质，根据土层状态分为淤泥及淤泥质粉质粘土。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露。

淤泥：深灰色，流～软塑状，饱和，主要成分为粉粘粒，局部夹少量砂粒，含贝壳及有机质，手摸具滑腻感，略具腥臭味。该层主要分布在河床。属弱～微透水性。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好，局部相变为淤泥。属弱～微透水性。

②-2 粉质粘土：青灰色、黄褐色，软～可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面略粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

②-3 含泥中粗砂：灰褐色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。属中等～强透水性。

③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）：主要包括粉质粘土、淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、含泥中粗砂、砂质粉质粘土、含有机质粘土、含砾中粗砂。

③-1 粉质粘土：黄褐色、红褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，局部夹砂粒，切面略粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-2 淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土：深灰色，含有机质，根据土层状态分为淤泥质粉质粘土及含有机质粉质粘土。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好。属弱～微透水性。

含有机质粉质粘土：深灰色，可塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-3 含泥中粗砂：灰褐色、深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。属中等～强透水性。

③-4 砂质粉质粘土：青灰色、灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-5 含有机质粘土：深灰色、灰黑色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，含有机质，切面略粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

③-6 含砾中粗砂：深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，其间含较多砾砂及少量砾石。属中等～强透水性。

④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）：主要包括花斑粘土、粘土、砂质粉质粘土、粉质粘土。

④-1 花斑粘土：花斑色，可～硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

④-2 粘土、砂质粉质粘土：灰褐色、黄褐色，可～硬塑状，稍湿，根据土层含砂状态分为粘土及砂质粉质粘土。

砂质粉质粘土：灰褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

粘土：灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，主要由粘性土组成，切面较光滑，粘性一般。属弱～微透水性。

④-3 粉质粘土：红褐色间灰白色，可～硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

④-4 含泥中粗砂：灰褐色、黄褐色，中密，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。属中等～强透水性。

⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ）：主要由粉质粘土组成。黄褐色，可～硬塑状，稍湿。主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。属弱～微透水性。

⑥风化基岩层：主要为燕山晚期第二次侵入（ γy^2 ）黑云母花岗岩及燕山晚期第三次侵入（ γy^3 ）花岗岩，本次勘察主要揭露全风化状，少量揭露弱风化状。全风化岩心主要呈砂土状、土柱状，风化程度剧烈，原岩结构已基本破坏，但结构可辨，遇水易软化崩解。弱风化岩心主要呈柱状，风化程度较弱，锤击声哑。属弱～微透水性。

3.3.3 地质构造与地震

根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010[2024 年版]），工程区位于设计分组第二组，金灶镇、西胪镇基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为 VII 度；河溪镇基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，抗震设防烈度为 VIII 度。工程区内为深厚的第四系松散土层，地质构造被深厚第四系冲积层或风化土层所覆盖，地表未见出露。

3.3.4 土物理力学性质

为了查明地基土的物理力学性质，本阶段共取原状土样 99 组，主要针对冲积层及海陆交互相沉积层进行了室内物理力学性质试验。淤泥等软土主要进行了有固结剪切、有机质和无侧限抗压试验等。依据上述试验成果，结合本地区相关工程经验，提出土的物理力学指标建议值、边坡开挖建议值及桩基参数建议值见表 3.3-1、表 3.3-2、表 3.3-3。

表 3.3-1 岩（土）物理力学指标建议值

土层 编号	岩（土）层 名称	天然状态土的 物理力学指标				渗透 系数	压缩 系数	压缩 模量	天然 快剪		固结 快剪		慢剪												
		含 水 量	密 度		孔 隙 比				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角											
			湿	干																					
			w	ρ _w											ρ _d	e ₀	k	a _{v100-200}	E _{s100-200}	c _q	φ _q	c _{cq}	φ _{cq}	c _s	φ _s
			%	g/cm ³												cm/s	MPa ⁻¹	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	°	
①	人工填土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
②-1	淤泥	74.7	1.52	0.88	2.049	5.31E-08	3.526	1.18	6.0	2.3	9.3	7.8	13.6	12.2											
	淤泥质粉质粘土	62.5	1.61	1.01	1.720	4.34E-06	3.044	1.53	9.3	4.2	10.2	6.2	16.3	15.1											
②-2	粉质粘土	36.4	1.82	1.34	1.005	4.11E-07	0.668	3.68	17.7	6.9	23.2	7.9													
②-3	含泥中粗砂	αc=42°； αm=36°				1.60E-03			1	29															
③-1	粉质粘土	32.8	1.86	1.41	0.917	3.65E-07	0.512	4.16	18.8	9.1															

③-2	淤泥质粉质粘土	52.6	1.66	1.10	1.426	3.97E-08	0.935	2.76	9.1	5.3			16.7	12.4
	含有机质粉质粘土	51.3	1.68	1.12	1.416	4.11E-05	1.362	2.66	12.1	4.7	16.2	12.2	20.6	16.1
③-3	含泥中粗砂	$\alpha c=41^\circ$; $\alpha m=35^\circ$				1.60E-03			1	28				
③-4	砂质粉质粘土	29.4	1.90	1.47	0.825	2.03E-06	0.418	4.51	20.1	10.3	25.3	14.8	30.4	18.2
③-5	含有机质粘土	37.4	1.82	1.33	1.020	4.05E-07	0.383	5.70	12.7	8.1	32.9	11.5		
③-6	含砾中粗砂	$\alpha c=42^\circ$; $\alpha m=36^\circ$				1.60E-03			1	29				
④-1	花斑粘土	30.0	1.90	1.46	0.842	1.48E-06	0.383	5.27	22.4	8.2	27.3	15.0		
④-2	砂质粉质粘土	23.0	1.98	1.61	0.667	6.86E-06	0.287	6.62	31.4	17.9				
	粘土	30.2	1.88	1.45	0.855	1.23E-06	0.375	5.01	29.5	9.7				
④-3	粉质粘土	45.5	1.74	1.20	1.249	5.20E-05	0.356	6.32	19.1	14.4				
④-4	含泥中粗砂	$\alpha c=42^\circ$; $\alpha m=37^\circ$				1.60E-03			1	30				
⑤	(残坡积)粉质粘土	24.2	1.95	1.57	0.713	3.44E-05	0.400	4.63	25.5	17.2				
⑥-1	(全风化)花岗岩	23.7	1.94	1.57	0.718	2.60E-05	0.281	6.26	24.7	18.3				
⑥-3	(弱风化)花岗岩	Fak=4000kPa							(结构面)					

表 3.3-2 岩（土）体的开挖坡比、承载力级混凝土与岩土摩擦系数建议值

土层 编号	岩（土）层 名称	坡高小于 10m				天然 地基 承载力 特征值	混凝土/ 岩土摩擦 系数	允许水力 比降（J 允）
		永久性		临时性				
		水上	水下	水上	水下			
①	人工填土	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	80	0.15	0.39
②-1	淤泥	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	/	/	0.27
	淤泥质粉质粘土	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	40	0.10	0.32
②-2	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.42
②-3	泥质中粗砂	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	150	0.45	0.15
③-1	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.44
③-2	淤泥质粉质粘土	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	40	0.10	0.30
	含有机质粉质粘土	1:8.00	1:10.00	1:5.00	1:7.00	60	0.15	0.34
③-3	含泥中粗砂	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	150	0.45	0.15
③-4	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.46
③-5	含有机质粘土	1:2.50	1:2.75	1:2.25	1:2.50	80	0.15	0.42
③-6	含砾中粗砂	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	150	0.45	0.15
④-1	花斑粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.46
④-2	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.50
	粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.45
④-3	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.38
④-4	含泥中粗砂	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	150	0.45	0.15
⑤	（残坡积）粉质粘土	1:1.50	1:1.75	1:1.25	1:1.50	180	0.30	0.49
⑥-1	（全风化）花岗岩	1:1.25	1:1.50	1:1.00	1:1.25	250	0.35	0.49

备注：淤泥质粉质粘土层桩的负摩阻力为 0.2。

表 3.3-3 工程区桩基参数建议值表

地层 编号	地层名称	预制桩					水泥搅拌桩 桩周侧阻力
		桩极限侧 阻力标准 值	桩极限端阻力标准值				桩长20m内
			L≤9m	9m < L≤16m	16m < L≤30m	L > 30m	
			qsik (kPa)	qpk (kPa)			
①	人工填土	20	—	—	—	—	—
②-1	淤泥、 淤泥质粉质粘土	15	—	—	—	—	5-7
②-2	粉质粘土	55	850	1400	1900	2300	10
②-3	含泥中粗砂	54	4000	5000	6000	7000	—
③-1	粉质粘土	55	850	1400	1900	2300	10
③-2	淤泥质粉质粘土、含 有机质粉质粘土	15	—	—	—	—	5-7
③-3	含泥中粗砂	74	4000	5000	6000	7000	—
③-4	砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
③-5	含有机质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
③-6	含砾中粗砂	74	5000	7000	8000	9000	—
④-1	花斑粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-2	粘土、 砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-3	粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-4	含泥中粗砂	74	5000	7000	8000	9000	—
⑤	(残坡积) 粉质粘土	100	1500	2300	2700	3600	—
⑥-1	(全风化) 花岗岩	150	5000				—
⑥-3	(弱风化) 花岗岩	fr=60MPa					—

注： 1.应注意②-1、③-2 层中软土对桩的负摩阻效应。

2.建议值参考建筑桩基技术规范 (JGJ94-2008)。

3.3.5 水文地质条件和腐蚀性评价

3.3.5.1 渗透性

根据本次勘察期间取原状样室内渗透试验和现场钻孔注水试验判别：

表 3.3-4 地基土渗透性等级表

地层编号	地层名称	渗透性等级
①	人工填土	中等～强透水
②-1	淤泥、淤泥质粉质粘土	微～弱透水
②-2	粉质粘土	微～弱等透水

②-3	含泥中粗砂	中等～强等透水
③-1	粉质粘土	微～弱等透水
③-2	淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土	微～弱等透水
③-3	含泥中粗砂	中等～强透水
③-4	砂质粉质粘土	微～弱透水
③-5	含有机质粘土	微～弱透水
③-6	含砾中粗砂	中等～强透水
④-1	花斑粘土	微～弱透水
④-2	粘土、砂质粉质粘土	微～弱透水
④-3	粉质粘土	微～弱透水
④-4	含泥中粗砂	中等～强透水
⑤	(残坡积)粉质粘土	微～弱透水
⑥	风化基岩	微～弱透水

①人工填土、②-3 含泥中粗砂、③-3 含泥中粗砂、③-6 含砾中粗砂、④-4 含泥中粗砂层为工程区主要透水层，广泛分布，且连续，厚度大，含水量较丰富，且与河水保持较好水系联系，涨潮时河水位上涨，发生倒流，地下水位上升，退潮时河水位下落，地下水位亦下降。

3.3.5.2 腐蚀性

为了基本查明地下水和地表水对混凝土、钢筋混凝土结构中的钢筋以及钢结构的腐蚀性，本阶段分别取工程区钻孔地下水样、水闸附近地表水样各 3 组进行水质简分析，共取 4 组，分析结果如下：

(1) 大塍水闸工程区内地表水对混凝土结构表现为重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性；地下水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性。

(2) 西胥港中闸工程区内地表水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性；地下水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为弱腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性。

(3) 河溪排洪闸工程区内地表水对混凝土结构表现为碳酸型弱腐蚀性、硫酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为中等腐蚀性，对钢结构表现为中等腐蚀性；地下水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为中等腐蚀性，对钢结构表现为中等腐蚀性。

综上所述，工程区地表水对混凝土表现为无～弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢

筋表现为无～中等腐蚀性，对钢结构表现为弱～中等腐蚀性；地下水对混凝土表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无～中等腐蚀性，对钢结构表现为无～中等腐蚀性。

3.4 主要工程地质问题

根据勘察资料分析，工程区主要存在软土引起的沉降变形、抗滑稳定、渗漏及渗透变形、岸坡抗冲刷稳定问题和砂土地震液化等问题。

3.4.1 软土沉降变形问题

工程区内闸基及堤基由②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂、③-1粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、③-3含泥中粗砂、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、③-6含砾中粗砂、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土、④-4含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土等组成。

②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土：连续分布，揭露层厚最小为2.70m，最大可达20.5m，该层工程性状较差，灵敏度高，压缩性高，存在沉陷变形问题和不均沉降变形问题，建议进行相应考虑。

②-2粉质粘土、③-1粉质粘土、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土：压缩性中等，顶板高程起伏较大，对闸基沉降变形有一定的影响。

②-3含泥中粗砂、③-3含泥中粗砂、③-6含砾中粗砂、④-4含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土：压缩性中等～低，且层厚较小或埋深较大，对闸基沉降变形影响小。

目前工程区现有堤基经运行多年，堤基下的软土得到了排水固结，强度在逐渐增高，水闸基本上处于稳定状态，没有明显的变形破坏。当其进行重建开挖扰动或其上有其附加荷载时，将会产生进一步的沉降变形，建议进行相应的处理。

从闸基沉陷变形角度分析：闸基下伏软土层②-1、③-2层含水量大、压缩性高、承载力低，为高压缩性土，局部为中等压缩性土。建议设计专业做相关沉降验算，并按工程经验预留沉降超高，以及施工中严格控制荷载加重速率，应采用分期堆载。考虑到软土层固结速率较慢，沉降变形问题突出，可在一定宽度内进行地基加固处理，如采用插板或打砂桩真空预压、分期堆载预压、复合地基（搅拌桩）、抛石挤淤等方式进行。处理后经检验合格的地基作为堤基持力层。

3.4.2 抗滑稳定问题

工程区内闸基及堤基由②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂、③-1粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、③-3含泥中粗砂、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、③-6含砾中粗砂、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土、④-4含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土等组成。

水闸基础上部普遍存在②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土层，其呈流塑～软塑状，抗剪强度低，埋深浅，厚度大，是闸基的主要土层。且水闸多跨河而建，局部水下地形较陡，在一定外部条件下可能会产生抗滑稳定问题。

②-2粉质粘土、③-1粉质粘土分布不连续，为软～可塑状，局部硬塑状，抗剪强度一般，工程地质性状稍差，作为新建闸基时可能对闸基稳定存在一定的影响。

②-3含泥中粗砂、③-3含泥中粗砂、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、③-6含砾中粗砂、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土层、④-4含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土工程地质特性一般～好，地层埋深较深，承载力可以满足水闸要求，对土堤抗滑稳定影响小。

水闸坐落河段岸坡大部分为天然土质岸坡，基本无防护状态，或一侧建有堤防，另一侧无防护。目前处于基本稳定状态，未发现明显的变形迹象，但由于水闸连接河流河势变化较大，水流复杂，汛期水位暴涨暴落，水流速度较快，外坡直接临水，水下岸坡大多由软土或粘性土组成，在水流对岸坡冲刷、浪蚀作用下，可能于坡脚处形成冲刷坑，产生临空面，而导致岸坡的侧滑破坏，从而进一步产生对水闸相邻堤防的破坏。建议做好抗滑稳定措施，并做好监测工作。

3.4.3 渗漏及渗透稳定问题

工程区内闸基及堤基由②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂、③-1粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、③-3含泥中粗砂、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、③-6含砾中粗砂、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土、④-4含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土等组成。

②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、③-1粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土、⑤（残坡积）粉质粘土为弱～微透水性，系

相对隔水层，对地基渗漏无影响。

②-3含泥中粗砂、③-3含泥中粗砂、③-6含砾中粗砂、④-4含泥中粗砂为强透土层，但②-3含泥中粗砂层厚较小，③-3含泥中粗砂、③-6含砾中粗砂、④-4含泥中粗砂埋藏较深，且上覆相对隔水层较厚，根据收集资料，榕江50年最高洪水位为3.5m，堤内最低水位0.8m时内外水头差 $\Delta H=2.7\text{m}$ ，上部相对隔水层厚度较大，故渗漏与渗透稳定问题不突出，发生流土、管涌等渗透变形的可能性较小，因此基本上不存在渗漏和渗透稳定问题。

3.4.4 抗冲刷问题评价

工程区内闸基及堤基由②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂、③-1粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、③-3含泥中粗砂、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、③-6含砾中粗砂、④-1花斑粘土、④-2粘土、砂质粉质粘土、④-3粉质粘土、④-4含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土等组成。

①人工填土层主要为粘性土、填砂及填石堆填而成，分布于水闸表面及水闸两岸地表，其抗冲刷能力较差~一般；②-1淤泥、淤泥质粉质粘土层主要分布于河床表层及①人工填土层之下，其抗冲刷能力差；②-2粉质粘土层主要分布于②-1淤泥层之下，其抗冲刷能力一般；②-3含泥中粗砂层主要分布于②-1淤泥、淤泥质粉质粘土层或②-2粉质粘土层之下，其抗冲能力一般~较差；③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）及⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ）埋深较大，一般位于冲刷线以下，对工程抗冲刷问题基本无甚影响。仅在华阳港闸浅层揭露④-1花斑粘土层及⑤（残坡积）粉质粘土层，其抗冲刷能力一般~较好。

综上所述，工程区岸坡出露地层及其基础地层基本为①人工填土层、②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂，其抗冲刷性能一般~差，且岸坡大部分无滩地缓冲地带，受水流冲刷后易发生塌岸，建议进行相应的抗冲刷处理。基坑开挖时建议做好边坡防护和护坡措施，建议按各岩（土）边坡开挖建议值和允许抗冲刷流速建议值进行施工，迎水面采用混凝土护坡或其他护坡措施。

3.4.5 砂土液化问题

工程区内闸基及堤基由②-1淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2粉质粘土、②-3含泥中粗砂、③-1粉质粘土、③-2淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、③-3含泥中粗砂、③-4砂质粉质粘土、③-5含有机质粘土、③-6含砾中粗砂、④-1花斑粘土、④

-2 粘土、砂质粉质粘土、④-3 粉质粘土、④-4 含泥中粗砂、⑤（残坡积）粉质粘土等组成。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）划分，工程区位于设计分组第二组，金灶镇、西胪镇基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为Ⅶ度。根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018），大塭水闸、西胪港中闸属软弱场地，场地类别为Ⅲ类，场区地震动峰值加速度为 0.15g，特征周期值 T_g 为 0.55s。工程区范围内大面积分布流塑～软塑状的软土及松散状的人工填筑土层，属于软弱土，饱和状的中粗砂层为可液化土层，且部分水闸处于Ⅷ度区，场地属于抗震不利地段。

根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）附录 P 的规定：“第四纪晚更新世 Q3 或以前的土，一般可判为不液化”，工程区存在②-3、③-3、③-6 全新世（Q4）含泥中粗砂层，初判有液化的可能性，采用标贯判别法做进一步的判定，对该砂层进行液化判别。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008[2023 年局部修订]）附录 P 的规定，对饱和砂土进行砂土液化判别。其中粒径小于 0.005m 的颗粒含量质量百分率（ p_c ）相应于地震动峰值加速度为 0.15g，不小于 17%时，可判为不液化；其中粒径小于 0.005m 的颗粒含量质量百分率（ p_c ）相应于地震动峰值加速度为 0.20g，不小于 18%时，可判为不液化；根据规范，初判工程区饱和砂土为可能液化土层：复判：采用标准贯入法对砂层液化进行复判。

经复判，工程区的砂性土基本为不液化，仅大塭水闸的砂性土可能产生轻微液化，与所收集到的水闸安全鉴定资料相对比，与计算结果基本一致。建议设计对大塭水闸液化砂土层进行相应处理。

3.4.6 软土震陷问题

按《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ83-2011）6.3.4，作为软土震陷判别标准，当场地在抗震设防烈度为 7 度，等效剪切波速 $V_{sc} > 90\text{m/s}$ 时，可不考虑震陷的影响；当场地在抗震设防烈度为 8 度，等效剪切波速 $V_{sc} > 140\text{m/s}$ 时，可不考虑震陷的影响。

工程区内大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸抗震设防烈度均为 8 度。根据收集周边工程地质资料可知，工程区内软土等效剪切波速均在 90m/s～140m/s 之间，因此大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸存在软土震陷问题。根据《软土地区岩土工程勘察规范

(JGJ83-2011)》，按照设防烈度 8 度估算的地震震陷值为 150 mm。

3.4.7 基坑施工可能造成的工程风险问题

对于局部地质条件较差，需要对场地进行开挖形成基坑来进行基础施工的水闸（或管理房），建议采用放坡明挖方法进行开挖，鉴于工程区内地下水位较高，注意采用抽水泵进行抽排，必要时，可以采用井点法降低地下水位。施工时应注意以下问题：

（1）基坑失稳的风险

基坑开挖范围内土层（①人工填土、②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土、③-2 淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土）工程力学性能较差，且场区地下水水位相对较高，基坑施工时，应加强支护措施及降（排）水措施。本基坑工程的整体施工工程均应在严格的监理之下进行，以确保基坑工程质量。基坑工程实施必须委托有相应资质等级的单位进行设计、施工、监测，并应严格遵循广东省地方标准《建筑基坑工程技术规程》（DBJ/T15-20-2016）的有关规定。

（2）基坑突涌风险

本工程地下室开挖深度较大，而地下水水位埋深较浅。地基处理及基坑开挖时除对坑底与坑壁在采取有效的补强及支护外，均应严格进行止水和降（排）水工作，基坑开挖时止水与支挡措施共同考虑，以保证施工安全顺利进行。施工前按照不同的水文地质与工程地质条件，采用井点或管井降水方式抽排地下水以降低地下水水位并在坑底设置水窝进行集水明排；或采用水泥土搅拌桩形成全封闭止水帷幕进行止水及支挡，基坑排（降）水可在基坑内设置明沟、集水井，通过水泵向基坑外排水。

3.5 重建水闸工程地质条件

本次工程拟重建水闸 3 座，即大塭水闸、西胪港中闸以及河溪排洪闸。

3.5.1 大塭水闸

3.5.1.1 地形地貌

现有大塭水闸位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，为榕江下游右岸堤防金关围的穿堤涵闸，闸址位于潮水溪与榕江河交汇处，场地属于榕江下游出海口三角洲沉积平原区，场地地形平坦。闸址处两岸地面高程为 0.8m~1.70m，堤顶高程为 2.80m。榕江河由北西流向南东，榕江河河底高程为-1.0m~-13.0m，潮水溪由南西向北东汇入榕江

河中，潮水溪河宽约 30.0m~70.0m，河床高程为-0.2m~-4.3m。有道路直通水闸，交通条件较为便利。拟拆除现有水闸重建大塍水闸。

3.5.1.2 地层岩性

大塍水闸主要被第四系填土层和第四系覆盖层覆盖。根据本阶段钻探揭露，大塍水闸附近岩土可分 5 大层，自上而下依次为：①人工填土（ Q_4^s ）、②第四系全新统河流冲积层（ Q_4^{al} ）、③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）、⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ），地基岩土层各层特性如下：

①人工填土（ Q_4^s ）：主要为灰褐色、黄褐色，略经碾压，呈松散~稍密状，主要成分为粉粘粒，局部含填石，是现有河岸、堤路的主要组成成分，揭露层厚为 1.00m~1.80m。渗透性一般中等偏弱，局部透水性能强，该层连续分布在堤路沿线。

②第四系全新统河流冲积层（ Q_4^{al} ）：主要包括淤泥、淤泥质粉质粘土、粉质粘土、含泥中粗砂。

②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土：深灰色，含贝壳及有机质，根据土层状态分为淤泥及淤泥质粉质粘土。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露。揭露层厚为 12.00m~20.50m，相应顶板高程为-2.03m~0.75m。

淤泥：深灰色，流~软塑状，饱和，主要成分为粉粘粒，局部夹少量砂粒，含贝壳及有机质，手摸具滑腻感，略具腥臭味。该层主要分布在河床。根据室内试验，属弱~微透水性。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好，局部相变为淤泥。现场标贯试验击数为 1 击~2 击，平均击数 1.2 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

②-2 粉质粘土：青灰色、黄褐色，软~可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面略粗糙，粘性一般。该层主要分布在②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土以下，揭露层厚为 5.70m~11.00m，相应顶板高程为-14.73m~-11.25m。现场标贯试验击数为 2 击~6 击，平均击数 3.8 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

②-3 含泥中粗砂：灰褐色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 0.7m~3.5m，相应顶板高程为-22.25m~-20.24m。现场标贯试验击数为 20 击~21 击，平均击数 20.5 击，

根据现场注水试验及室内试验，属中等～强透水性。

③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）：主要包括淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土、含泥中粗砂、砂质粉质粘土、含有机质粘土、含砾中粗砂。

③-2 淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土：深灰色，含有机质，根据土层状态分为淤泥质粉质粘土及含有机质粉质粘土。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露。揭露层厚为 6.30m～7.40m，相应顶板高程为-27.61m～-20.94m。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好。现场标贯试验击数为 2 击～4 击，平均击数 3.3 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

含有机质粉质粘土：深灰色，可塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。现场标贯试验击数为 8 击～11 击，平均击数 10.5 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

③-3 含泥中粗砂：灰褐色、深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。该揭露层厚为 2.20m～7.10m，相应顶板高程为-31.33m～-27.24m。现场标贯试验击数为 16 击～25 击，平均击数 21.3 击，根据现场注水试验及室内试验，属中等～强透水性。

③-4 砂质粉质粘土：青灰色、灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 0.60m～10.20m，相应顶板高程为-38.43m～-29.44m，部分钻孔未揭穿。现场标贯试验击数为 6 击～16 击，平均击数 8.4 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

③-5 含有机质粘土：深灰色、灰黑色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，含有机质，切面略粗糙，粘性一般。揭露层厚为 1.85m，相应顶板高程为-37.45m。现场标贯试验击数为 11 击。根据现场注水试验，属弱～微透水性。

③-6 含砾中粗砂：深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，其间含较多砾砂及少量砾石。揭露层厚为 3.10m，相应顶板高程为-39.64m。现场标贯试验击数为 22 击。根据现场注水试验及室内试验，属中等～强透水性。

④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）：主要包括花斑粘土、粘土、砂质粉质粘土、粉质粘土。

④-1 花斑粘土：黄褐色间灰白色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，

粘性一般。揭露层厚为 1.10m，相应顶板高程为-42.74m。根据现场注水试验，属弱～微透水性。

④-2 粘土、砂质粉质粘土：灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，根据土层含砂状态分为粘土及砂质粉质粘土。揭露层厚为 12.60m，相应顶板高程为-43.84m。

砂质粉质粘土：灰褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。现场标贯试验击数为 13 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

粘土：灰褐色、黄褐色，可塑状，稍湿，主要由粘性土组成，切面较光滑，粘性一般。现场标贯试验击数为 8 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

④-3 粉质粘土：红褐色间灰白色，可～硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。揭露层厚为 3.70m，相应顶板高程为-56.44m。根据现场注水试验，属弱～微透水性。

⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cd} ）：主要由粉质粘土组成。黄褐色，可～硬塑状，稍湿。主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。揭露层厚为 5.80m，相应顶板高程为-60.14m。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

⑥风化基岩层：主要为燕山晚期第二次侵入（ γy^2 ）黑云母花岗岩，本次勘察揭露全风化状，岩心呈砂土状、土柱状，风化程度剧烈，原岩结构已基本破坏，但结构可辨，遇水易软化崩解。揭露全风化层层厚 2.80m，相应顶板高程为-65.94m。根据现场注水试验，属弱～微透水性。

上述各岩土层空间分布、揭露地层厚度详见钻孔柱状图及剖面图。

3.5.1.3 地质构造与地震

工程区位于冲积和海陆交互相沉积形成的三角洲平原地貌，地貌单一，地势平坦、开阔；区内为深厚的第四系松散土层，地质构造被深厚第四系冲积层或风化土层所覆盖，地表未见出露。本区根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本场区地震动峰值加速度为 0.15g，场地类别为Ⅲ类，对应地震动反应谱特征周期为 0.55s，地震基本烈度为Ⅶ度区。根据《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010[2024 年版]），建筑场地为Ⅲ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，宜按抗震设防烈度Ⅷ度采取抗震构造措施。

3.5.1.4 土的物理力学性质

为了查明地基土的物理力学性质，本阶段共取岩土样及砂土样共 43 组，主要针对冲积层及海陆交互相沉积层进行了室内物理力学性质试验。淤泥等软土主要进行了三轴剪、有机质和慢剪等。通过试验可知工程区内②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土有机质含量约 27.4g/kg；③-2 淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土有机质含量约 39.5g/kg~51.2g/kg。根据土工试验成果及收集资料，并根据工程经验适当加以修正，提出大塭水闸岩（土）物理力学指标建议值，附三轴压缩试验统计表，并提出边坡开挖建议值、允许冲刷流速及允许水力比降，见表 3.5-1、表 3.5-2、表 3.5-3，桩基参数建议值见表 3.5-4。

表 3.5-1 大塭水闸岩（土）物理力学指标建议值表

土层 编号	岩（土）层 名称	天然状态土的 物理力学指标				渗透 系数	压缩 系数	压缩 模量	天然 快剪		固结 快剪		慢剪												
		含 水 量	密 度		孔 隙 比				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角											
			湿	干																					
			w	ρ _w											ρ _d	e ₀	k	a _{v100-200}	E _{s100-200}	c _q	φ _q	c _{cq}	φ _{cq}	c _s	φ _s
			%	g/cm ³											cm/s	MPa ⁻¹	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	°		
①	人工填土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
②-1	淤泥	96.6	1.43	0.73	2.635	7.44E-08	4.205	0.88	8.2	2.9	7.9	5.3	11.7	12.4											
	淤泥质粉质粘土	90.0	1.46	0.79	2.464	7.44E-08	4.128	0.96	8.1	3.6	8.9	7.1	16.0	14.6											
②-2	粉质粘土	32.5	1.87	1.42	0.890	3.20E-07	0.479	4.01	24.3	9.0															
②-3	含泥中粗砂	αc=42°； αm=36°				1.60E-03			1	28															
③-2	淤泥质粉质粘土	50.1	1.69	1.13	1.346	3.16E-08	0.793	2.99	9.9	5.7			16.7	12.4											
	含有机质粉质粘土	31.7	1.81	1.38	0.935	2.96E-07	0.643	5.18	22.2	8.1			31.0	21.8											
③-3	含泥中粗砂	αc=40°； αm=34°				1.60E-03			1	28															
③-4	砂质粉质粘土	29.1	1.91	1.49	0.804	6.86E-07	0.375	4.90	23.5	10.4	25.3	14.8	30.4	18.2											
③-5	含有机质粘土	37.4	1.82	1.33	1.020	4.05E-07	0.383	5.70	12.7	8.1	32.9	11.5													
③-6	含砾中粗砂	αc=41°； αm=35°				1.60E-03			1	28															
④-1	花斑粘土	30.0	1.90	1.46	0.842	1.48E-06	0.383	5.27	22.4	8.2	27.3	15.0													
④-2	砂质粉质粘土	23.7	1.97	1.59	0.683	5.95E-07	0.392	4.29	40.9	13.2															
	粘土	23.6	1.93	1.56	0.716	3.58E-06	0.373	4.71	40.6	13.8															
④-3	粉质粘土	45.5	1.74	1.20	1.249	5.20E-05	0.356	6.32	19.1	14.4															
⑤	（残坡积）粉质粘土	24.2	1.95	1.57	0.713	3.44E-05	0.400	4.63	25.5	17.2															
⑥-1	（全风化）花岗岩	23.7	1.94	1.57	0.718	2.60E-05	0.281	6.26	24.7	18.3															

表 3.5-2 大塹水闸岩（土）三轴压缩试验统计表

土层 编号	岩（土）层 名称	取样编号	取样深度	三轴压缩试验指标					
				不固结不排水（UU）		固结不排水（CU）			
				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	有 效 粘 聚 力	有 效 摩 擦 角
			m	cq	φq	ccq	φcq	cs	φs
				kPa	°	kPa	°	kPa	°
②-1	淤泥质粉质粘土	大塹水闸 ZK1-4	7.8-8.0	13.2	4.2				
	淤泥质粉质粘土	大塹水闸 ZK1-5	17.2-17.4			21.0	13.6	22.2	22.1
	淤泥	大塹水闸 ZK3-3	7.3-7.5	8.5	5.9				
	淤泥	大塹水闸 ZK3-4	7.5-7.7			13.0	12.9	14.4	20.1

表 3.5-3 大塹水闸岩（土）体的开挖坡比、承载力及混凝土与岩土摩擦系数建议值

土层 编号	岩（土）层 名称	坡高小于 10m				天然 地基 承载力 特征值	混凝土/ 岩土摩擦 系数	允许水力 比降（J 允）
		永久性		临时性				
		水上	水下	水上	水下			
①	人工填土	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	80	0.25	0.41
②-1	淤泥	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	/	/	0.29
	淤泥质粉质粘土	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	40	0.10	0.36
②-2	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.39
②-3	含泥中粗砂	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	150	0.45	0.20
③-2	淤泥质粉质粘土	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	40	0.10	0.30
	含有机质粉质粘土	1:8.00	1:10.00	1:5.00	1:7.00	60	0.10	0.35
③-3	含泥中粗砂	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	150	0.45	0.20
③-4	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.40
③-5	含有机质粘土	1:2.50	1:2.75	1:2.25	1:2.50	80	0.15	0.40
③-6	含砾中粗砂	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	150	0.45	0.20
④-1	花斑粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.40
④-2	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.51
	粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.47
④-3	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.40
⑤	（残坡积）粉质粘土	1:1.50	1:1.75	1:1.25	1:1.50	180	0.35	0.50
⑥-1	（全风化）花岗岩	1:1.25	1:1.50	1:1.00	1:1.25	250	0.35	0.51

备注：淤泥质粉质粘土层桩的负摩阻力为 0.2。

表 3.5-4 大塍水闸桩基参数建议值表

地层 编号	地层名称	预制桩					水泥搅拌桩 桩周侧阻力
		桩极限侧 阻力标准 值	桩极限端阻力标准值				桩长20m内
			L≤9m	9m < L≤16m	16m < L≤30m	L > 30m	
		qsik (kPa)	qpk (kPa)				kPa
①	人工填土	20	—	—	—	—	—
②-1	淤泥、 淤泥质粉质粘土	15	—	—	—	—	5-7
②-2	粉质粘土	55	850	1400	1900	2300	10
②-3	含泥中粗砂	54	4000	5000	6000	7000	—
③-2	淤泥质粉质粘土、含 有机质粉质粘土	15	—	—	—	—	5-7
③-3	含泥中粗砂	74	4000	5000	6000	7000	—
③-4	砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
③-5	含有机质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
③-6	含砾中粗砂	74	5000	7000	8000	9000	—
④-1	花斑粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-2	粘土、 砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-3	粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
⑤	(残坡积) 粉质粘土	100	1500	2300	2700	3600	—
⑥-1	(全风化) 花岗岩	150	5000				—
⑥-3	(弱风化) 花岗岩		fr=60MPa				—

注： 1.应注意②-1、③-2 层中软土对桩的负摩阻效应。

2.建议值参考建筑桩基技术规范 (JGJ94-2008)。

3.5.1.5 水文地质条件和腐蚀性评价

(1) 渗透性

根据本次勘察期间取原状样室内渗透试验和现场钻孔注水试验判别：

①人工填土、②-3 含泥中粗砂、③-3 含泥中粗砂、③-6 含砾中粗砂为工程区主要透水层，含水量较丰富，且与河水保持较好水系联系，涨潮时河水位上涨，发生倒流，地下水位上升，退潮时河水位下落，地下水位亦下降。

(2) 腐蚀性

为了基本查明地下水和地表水对混凝土、钢筋混凝土结构中的钢筋以及钢结构的腐蚀性，本阶段分别取大塍水闸钻孔地下水样、水闸附近地表水样各 1 组进行水质简分析，共取 2 组水样。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008[2023 年局部修订]）的评判标准，大塭水闸工程区内地表水对混凝土结构表现为重碳酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性；地下水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性。

3.5.2 西胪港中闸

3.5.2.1 地形地貌

西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部，场地属于榕江下游三角洲沉积平原区，场地地形平坦，现状地面高程一般 0.51m~4.35m，水闸附近河底最深部可达-2.45m，一般河床与河岸相对高差 3.5m 左右。水闸所在西胪港河道宽度一般 40m~80m。有道路直通水闸，交通条件较为便利。

3.5.2.2 地层岩性

西胪港中闸主要被第四系填土层和第四系覆盖层覆盖。根据本阶段钻探揭露，西胪港中闸附近岩土可分 5 大层，自上而下依次为：①人工填土（ Q_4^s ）、②第四系全新统河流冲积层（ Q_4^{al} ）、③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）、⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{edl} ），地基岩土层各层特性如下：

①人工填土（ Q_4^s ）：主要为灰褐色，略经碾压，呈松散~稍密状，主要成分为粉粘粒，局部含填石、填砂，是现有河岸、堤路的主要组成成分，揭露层厚为 2.90m~4.70m。现场标贯试验击数为 6 击~11 击，平均击数 8.5 击。渗透性一般中等偏弱，局部透水性能强，该层连续分布在堤路沿线。

②第四系全新统河流冲积层（ Q_4^{al} ）：主要包括淤泥、淤泥质粉质粘土、粉质粘土。

②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土：深灰色，含贝壳及有机质，根据土层状态分为淤泥及淤泥质粉质粘土。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 10.50m~13.10m，相应顶板高程为-2.03m~0.19m。

淤泥：深灰色，流~软塑状，饱和，主要成分为粉粘粒，局部夹少量砂粒，含贝壳及有机质，手摸具滑腻感，略具腥臭味。现场标贯试验击数为 1 击~2 击，平均击数 1.7 击。该层主要分布在河床。根据室内试验，属弱~微透水性。

淤泥质粉质粘土：深灰色，软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好，局部相变为淤泥。现场标贯试验击数为 2 击~3 击，平均击数 2.5 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

②-2 粉质粘土：青灰色、黄褐色、红褐色，可~硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面略粗糙，粘性一般。该层主要分布在②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土以下，分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 2.00m~5.30m，相应顶板高程为-12.53m~-11.43m。现场标贯试验击数为 13 击~27 击，平均击数 18 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）：主要包括粉质粘土、含泥中粗砂、砂质粉质粘土、含砾中粗砂。

③-1 粉质粘土：灰白色间黄褐色，可~硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面略粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 3.10m~4.80m，相应顶板高程为-17.11m~-14.43m。现场标贯试验击数为 21 击~28 击，平均击数 25.3 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

③-3 含泥中粗砂：灰白色、黄褐色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 1.00m~4.00m，部分钻孔未揭穿，相应顶板高程为-21.51m~-18.22m。现场标贯试验击数为 25 击~36 击，平均击数 30.5 击，根据现场注水试验及室内试验，属中等~强透水性。

③-4 砂质粉质粘土：灰褐色、黄褐色，可~硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，切面粗糙，粘性一般。揭露层厚为 1.20m~6.90m，相应顶板高程为-24.81m~-20.33m。现场标贯试验击数为 17 击~30 击，平均击数 23.5 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

③-6 含砾中粗砂：黄褐色、深灰色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，其间含较多砾砂及少量砾石。揭露层厚为 1.00m~3.90m，部分钻孔未揭穿，相应顶板高程为-27.23m~-26.01m。现场标贯试验击数为 34 击~43 击，平均击数 38.5 击，根据现场注水试验及室内试验，属中等~强透水性。

④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）：主要包括花斑粘土、粘土、砂质粉质粘土。

④-1 花斑粘土：黄褐色间灰白色、深灰色，可~硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。揭露层厚为 0.50m~2.40m，相应顶板高程为-29.91m~-27.72m。

根据现场注水试验，属弱～微透水性。

④-2 粘土、砂质粉质粘土：灰白色、灰褐色，可～硬塑状，稍湿，根据土层含砂状态分为粘土及砂质粉质粘土。揭露层厚为 4.50m～8.20m，相应顶板高程为-32.31m～-28.22m。

砂质粉质粘土：灰白色，可～硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。现场标贯试验击数为 17 击～28 击，平均击数 22.5 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

粘土：灰褐色、灰白色，可～硬塑状，稍湿，主要由粘性土组成，切面较光滑，粘性一般。现场标贯试验击数为 19 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ）：主要由粉质粘土组成。灰褐色、黄褐色，可～硬塑状，稍湿。主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。揭露层厚为 3.30m～3.80m，相应顶板高程为-36.81m～-36.42m。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

⑥风化基岩层：主要为燕山晚期第三次侵入（ γy^3 ）花岗岩，本次勘察揭露全风化状，灰褐色、黄褐色，岩心呈砂土状、土柱状，风化程度剧烈，原岩结构已基本破坏，但结构可辨，遇水易软化崩解。揭露全风化层层厚 4.30m～26.70m，相应顶板高程为-40.22m～-40.11mm。根据现场注水试验及室内实验，属弱～微透水性。

上述各岩土层空间分布、揭露地层厚度详见钻孔柱状图及剖面图。

3.5.2.3 地质构造与地震

工程区位于冲积和海陆交互相沉积形成的三角洲平原地貌，地貌单一，地势平坦、开阔；区内为深厚的第四系松散土层，地质构造被深厚第四系冲积层或风化土层所覆盖，地表未见出露。本区根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本场区地震动峰值加速度为 0.15g，场地类别为Ⅲ类，对应地震动反应谱特征周期为 0.55s，地震基本烈度为Ⅶ度区。根据《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010[2024 年版]），建筑场地为Ⅲ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，宜按抗震设防烈度Ⅷ度采取抗震构造措施。

3.5.2.4 土的物理力学性质

为了查明地基土的物理力学性质，本阶段共取岩土样及砂土样共 45 组，主要针对冲积层及海陆交互相沉积层进行了室内物理力学性质试验。淤泥等软土主要进行了

有三轴剪、有机质和慢剪等。通过试验可知工程区内②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土有机质含量约 12.0 g/kg~27.2g/kg。根据土工试验成果及收集资料《汕头市潮阳区西胪港中闸安全鉴定工程地质勘察报告》，并根据工程经验适当加以修正，提出西胪港中闸岩（土）物理力学指标建议值，附三轴压缩试验统计表，并提出边坡开挖建议值、允许冲刷流速及允许水力比降，见表 3.5-5、表 3.5-6、表 3.5-7，桩基参数建议值见表 3.5-8。

表 3.5-5 西胪港中闸岩（土）物理力学指标建议值表

土层 编号	岩（土）层 名称	天然状态土的 物理力学指标				渗透 系数	压缩 系数	压缩 模量	天然 快剪		固结 快剪		慢剪	
		含 水 量	密 度		孔 隙 比				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角
			湿	干										
		w	ρ _w	ρ _d	e ₀			k	a _{v100-200}	E _{s100-200}	c _q	φ _q	c _{cq}	φ _{cq}
		%	g/cm ³			cm/s	MPa ⁻¹	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	°
①	人工填土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
②-1	淤泥	65.8	1.57	0.95	1.806	6.94E-08	2.225	1.39	7.9	3.3	11.2	10.3	17.7	13.5
	淤泥质粉质粘土	46.7	1.71	1.17	1.285	7.03E-07	1.056	2.42	11.9	4.8			19.0	14.6
②-2	粉质粘土	40.5	1.77	1.26	1.132	4.65E-07	0.434	7.26	28.2	8.5				
③-1	粉质粘土	26.6	1.94	1.54	0.755	4.60E-07	0.356	5.19	25.7	12.3				
③-3	含泥中粗砂	αc=41°； αm=35°				2.24E-02			1	28				
③-4	砂质粉质粘土	29.4	1.90	1.47	0.825	2.03E-06	0.418	4.51	20.1	10.3	25.3	14.8	30.4	18.2
③-6	含砾中粗砂	αc=43°； αm=37°							1	28				
④-1	花斑粘土	30.0	1.90	1.46	0.842	1.48E-06	0.383	5.27	22.4	8.2	27.3	15.0		
④-2	砂质粉质粘土	22.1	2.01	1.64	0.628	9.99E-06	0.272	7.04	30.8	19.1				
	粘土	29.0	1.92	1.49	0.794	4.66E-07	0.324	5.54	31.6	7.6				
⑤	（残坡积）粉质粘土	22.5	1.95	1.59	0.685	3.41E-05	0.445	3.89	29.7	25.2				
⑥-1	（全风化）花岗岩	21.6	1.96	1.61	0.676	3.51E-05	0.266	6.42	24.1	26.0				

表 3.5-6 西胪港中闸岩（土）三轴压缩试验统计表

土层 编号	岩（土）层 名称	取样编号	取样深度	三轴压缩试验指标					
				不固结不排水（UU）		固结不排水（CU）			
				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	有 效 粘 聚 力	有 效 摩 擦 角
				cq	φ_q	ccq	φ_{cq}	cs	φ_s
			m	kPa	°	kPa	°	kPa	°
②-1	淤泥	西胪港中闸 ZK4-2	3.7-3.9	8.4	3.4				

	淤泥	西胪港中闸 ZK4-3	8.5-8.7			16.7	11.7	19.4	14.1
	淤泥质粉质粘土	西胪港中闸 ZK1-5	12.5-12.7	18.4	2.4				
	淤泥质粉质粘土	西胪港中闸 ZK1-6	12.7-12.9			14.8	13.3	15.1	20.5
	淤泥质粉质粘土	西胪港中闸 ZK2-4	12.7-12.9	15.2	2.7				
	淤泥质粉质粘土	西胪港中闸 ZK2-5	12.9-13.1			19.2	16.6	20.6	21.6

表 3.5-7 西胪港中闸岩（土）体的开挖坡比、承载力及混凝土与岩土摩擦系数建议值

土层 编号	岩（土）层 名称	坡高小于 10m				天然 地基 承载力 特征值	混凝土/ 岩土摩擦 系数	允许水力 比降（J 允）
		永久性		临时性				
		水上	水下	水上	水下			
①	人工填土	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	80	0.25	0.41
②-1	淤泥	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	/	/	0.29
	淤泥质粉质粘土	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	40	0.10	0.36
②-2	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.39
③-1	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.48
③-3	含泥中粗砂	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	150	0.45	0.20
③-4	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.40
③-6	含砾中粗砂	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	150	0.45	0.20
④-1	花斑粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.40
④-2	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.51
	粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.47
⑤	（残坡积）粉质粘土	1:1.50	1:1.75	1:1.25	1:1.50	180	0.35	0.50
⑥-1	（全风化）花岗岩	1:1.25	1:1.50	1:1.00	1:1.25	250	0.35	0.51

备注：淤泥质粉质粘土层桩的负摩阻力为 0.2。

表 3.5-8 西胪港中闸桩基参数建议值表

地层 编号	地层名称	预制桩					水泥搅拌桩 桩周侧阻力
		桩极限侧 阻力标准 值	桩极限端阻力标准值				桩长20m内
			L≤9m	9m < L≤16m	16m < L≤30m	L > 30m	
①	人工填土	20	—	—	—	—	—
②-1	淤泥、 淤泥质粉质粘土	15	—	—	—	—	5-7
②-2	粉质粘土	55	850	1400	1900	2300	10
③-1	粉质粘土	55	850	1400	1900	2300	10
③-3	含泥中粗砂	74	4000	5000	6000	7000	—
③-4	砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—

③-6	含砾中粗砂	74	5000	7000	8000	9000	—
④-1	花斑粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-2	粘土、 砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
⑤	(残坡积) 粉质粘土	100	1500	2300	2700	3600	—
⑥-1	(全风化) 花岗岩	150	5000				—

注： 1.应注意②-1、③-2 层中软土对桩的负摩阻效应。

2.建议值参考建筑桩基技术规范 (JGJ94-2008)。

3.5.2.5 水文地质条件和腐蚀性评价

(1) 渗透性

根据本次勘察期间取原状样室内渗透试验和现场钻孔注水试验判别：

①人工填土、③-3 含泥中粗砂、③-6 含砾中粗砂为工程区主要透水层，含水量较丰富，且与河水保持较好水系联系，涨潮时河水位上涨，发生倒流，地下水位上升，退潮时河水位下落，地下水位亦下降。

(2) 腐蚀性

为了基本查明地下水和地表水对混凝土、钢筋混凝土结构中的钢筋以及钢结构的腐蚀性，本阶段分别取西胪港中闸钻孔地下水样、水闸附近地表水样各 1 组进行水质简分析，共取 2 组水样。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008[2023 年局部修订]）的评判标准，西胪岗中闸工程区内地表水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性；地下水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为弱腐蚀性，对钢结构表现为弱腐蚀性。

3.5.3 河溪排洪闸

3.5.3.1 地形地貌

河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部，场地属于榕江下游出海口三角洲沉积平原区，场地地形平坦，现状地面高程一般 1.00m~4.86m，水闸附近河底最深部约-0.56m，一般河床与河岸相对高差 1.8m 左右。水闸所在河溪港河道宽度一般 40m~100m。有道路直通水闸，交通条件较为便利。

3.5.3.2 地层岩性

河溪排洪闸主要被第四系填土层和第四系覆盖层覆盖。根据本阶段钻探揭露，河

溪排洪闸附近岩土可分 5 大类，自上而下依次为：①人工填土（ Q_4^s ）、②第四系全新统河流冲积层（ Q_4^{al} ）、③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）、⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ），地基岩土层各层特性如下：

①人工填土（ Q_4^s ）：黄褐色、灰褐色，略经碾压，呈松散～稍密状，主要成分为粉粘粒，局部含填石、填砂，是现有河岸的主要组成成分，揭露层厚为 4.40m～6.80m。现场标贯试验击数为 16 击。渗透性一般中等偏弱，局部透水性能强，该层连续分布在河岸沿线。

②第四系全新统河流冲积层（ Q_4^{al} ）：主要包括淤泥、淤泥质粉质粘土。

②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土：深灰色，含贝壳及有机质，根据土层状态分为淤泥及淤泥质粉质粘土。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露。揭露层厚为 4.30m～7.80m，相应顶板高程为-3.58m～-0.43m。

淤泥：深灰色，流塑状，饱和，主要成分为粉粘粒，局部夹少量砂粒，含贝壳及有机质，手摸具滑腻感，略具腥臭味。现场标贯试验击数为 1 击。该层主要分布在河床。根据室内试验，属弱～微透水性。

淤泥质粉质粘土：深灰色，流～软塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面较光滑，粘性较好，局部相变为淤泥。现场标贯试验击数为 1 击～2 击，平均击数 1.5 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

③第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）：主要包括粉质粘土、含有机质粉质粘土、含泥中粗砂、砂质粉质粘土。

③-1 粉质粘土：黄褐色、红褐色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，局部夹砂粒，切面略粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区所有钻孔均有揭露，揭露层厚为 3.50m～5.50m，相应顶板高程为-8.23m～-6.90m。现场标贯试验击数为 6 击～8 击，平均击数 7 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

③-2 含有机质粉质粘土：深灰色，软～可塑状，饱水，主要成分为粉粘粒，切面略粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 3.10m～4.20m，相应顶板高程大部分为-12.93m～-11.38m。现场标贯试验击数为 2 击～10 击，平均击数 6 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱～微透水性。

③-3 含泥中粗砂：灰白色、灰褐色，中密状，饱水，主要由中粗砂组成，次为粉粘粒，含较多泥质。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 3.10m～4.20m，

相应顶板高程为-30.58m~-28.83m。现场标贯试验击数为 21 击~25 击，平均击数 22.8 击，根据现场注水试验及室内试验，属中等~强透水性。

③-4 砂质粉质粘土：黄褐色、灰白色，可塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，切面粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 1.50m~5.70m，相应顶板高程为-34.78m~-32.72m。现场标贯试验击数为 5 击~14 击，平均击数 9 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

④第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）：主要包括花斑粘土、砂质粉质粘土、含泥中粗砂。

④-1 花斑粘土：红褐色间黄褐色，可~硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 2.10m~7.90m，相应顶板高程为-38.70m~-34.52m。现场标贯试验击数为 7 击~21 击，平均击数 13.3 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

④-2 砂质粉质粘土：黄褐色，可~硬塑状，稍湿，主要成分为粉粘粒，次为砂粒，砂粒粒径分布不均匀，切面粗糙，粘性一般。该层分布相对连续，闸址区钻孔均有揭露，揭露层厚为 0.90m~4.90m，大部分钻孔未揭穿。相应顶板高程为-44.18m~-38.82m。现场标贯试验击数为 8 击~24 击，平均击数 16.7 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

⑤第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ）：主要由粉质粘土组成。黄褐色、红褐色，可~硬塑状，稍湿。主要成分为粉粘粒，切面粗糙，粘性一般。揭露层厚为 13.70m，相应顶板高程为-49.08m。现场标贯试验击数为 11 击。根据现场注水试验及室内试验，属弱~微透水性。

⑥风化基岩层：主要为燕山晚期第三次侵入（ γ^3 ）花岗岩，本次勘察揭露全风化状，黄褐色、灰白色，岩心呈砂土状、土柱状，风化程度剧烈，原岩结构已基本破坏，但结构可辨，遇水易软化崩解。揭露全风化层层厚 5.1m，相应顶板高程为-62.78m。根据现场注水试验及室内实验，属弱~微透水性。

上述各岩土层空间分布、揭露地层厚度详见钻孔柱状图及剖面图。

3.5.3.3 地质构造与地震

工程区位于冲积和海陆交互相沉积形成的三角洲平原地貌，地貌单一，地势平坦、开阔；区内为深厚的第四系松散土层，地质构造被深厚第四系冲积层或风化土层所覆

盖，地表未见出露。本区根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本场区地震动峰值加速度为 0.20g，场地类别为Ⅲ类，地震动反应谱特征周期为 0.55s，对应地震基本烈度为Ⅷ度区。

3.5.3.4 土的物理力学性质

为了查明地基土的物理力学性质，本阶段共取岩土样及砂土样共 53 组，主要针对冲积层及海陆交互相沉积层进行了室内物理力学性质试验。淤泥等软土主要进行了三轴剪、有机质和固结快剪、慢剪等。通过试验可知工程区内②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土有机质含量约 15.6 g/kg~>17.2 g/kg，③-2 含有机质粉质粘土有机质含量约 14.9 g/kg~16.5 g/kg，③-4 砂质粉质粘土有机质含量约 7.0g/kg，④-1 花斑粘土有机质含量约 6.7g/kg。根据土工试验成果及收集资料《潮阳区河溪镇河溪港排洪闸（河溪闸）安全鉴定工程地质勘察报告》，并根据工程经验适当加以修正，提出河溪排洪闸岩（土）物理力学指标建议值，附三轴压缩试验统计表，并提出边坡开挖建议值、允许冲刷流速及允许水力比降，见表 3.5-9、表 3.5-10、表 3.5-11，桩基参数建议值见表 3.5-12。

表 3.5-9 河溪排洪闸岩（土）物理力学指标建议值表

土层 编号	岩（土）层 名称	天然状态土的 物理力学指标				渗透 系数	压缩 系数	压缩 模量	天然 快剪		固结 快剪		慢剪				
		含 水 量	密 度		孔 隙 比				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角			
			湿	干													
		w	ρ_w	ρ_d	e0				k	$a_{v100-200}$	$E_{s100-200}$	c_q	φ_q	c_{cq}	φ_{cq}	c_s	φ_s
		%	g/cm ³						cm/s	MPa ⁻¹	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	°
①	人工填土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
②-1	淤泥、 淤泥质粉质粘土	60.7	1.59	0.99	1.672	6.51E-08	1.820	1.52	6.8	1.6	11.5	5.3	12.9	14.6			
③-1	粉质粘土	35.1	1.85	1.37	0.965	2.70E-07	0.464	4.41	23.5	10.1							
③-2	含有机质粉质粘土	56.7	1.64	1.06	1.551	8.54E-08	1.587	1.96	10.2	4.0	13.3	11.0	14.3	13.7			
③-3	含泥中粗砂	$\alpha c=41^\circ$ ； $\alpha m=35^\circ$				3.46E-02			1	28							
③-4	粉质粘土	30.8	1.85	1.42	0.896	4.78E-06	0.315	6.02	22.2	15.9							
④-1	花斑粘土	28.2	1.92	1.50	0.794	1.95E-06	0.323	5.53	26.8	13.2	27.3	15.0					
④-2	砂质粉质粘土	24.0	1.93	1.56	0.728	8.20E-05	0.213	8.11	23.2	20.0							
⑤	（残坡积）粉质粘土	19.2	1.99	1.67	0.605	6.00E-07	0.217	7.40	42.0	19.9							
⑥-1	（全风化）花岗岩	21.2	1.99	1.64	0.628	6.16E-07	0.218	7.47	49.5	15.4							

表 3.5-10 河溪排洪闸岩（土）三轴压缩试验统计表

土层	岩（土）层	取样编号	取样深度	三轴压缩试验指标
----	-------	------	------	----------

编号	名称			不固结不排水（UU）		固结不排水（CU）			
				粘聚力	摩擦角	粘聚力	摩擦角	有效粘聚力	有效摩擦角
				cq	φq	ccq	φcq	cs	φs
			m	kPa	°	kPa	°	kPa	°
②-1	淤泥	河溪港 ZK4-1	1.8-2.0	9.4	3.1				
	淤泥	河溪港 ZK4-2	2.0-2.2			9.1	13.7	8.4	22.0
	淤泥质粉质粘土	河溪港 ZK1-2	7.5-7.7	17.3	3.8				
	淤泥质粉质粘土	河溪港 ZK1-3	7.7-7.9			22.3	11.6	23.1	16.9
③-2	含有机质粉质粘土	河溪港 ZK1-8	26.7-26.9	18.3	4.2				
	含有机质粉质粘土	河溪港 ZK1-9	32.6-32.8			81.8	18.0	75.1	20.0
	含有机质粉质粘土	河溪港 ZK2-8	22.1-22.3	19.3	8.0				
	含有机质粉质粘土	河溪港 ZK2-9	28.5-28.7			39.2	8.5	40.8	9.4
④-1	含有机质粘土	河溪港 ZK2-12	39.7-39.9	58.7	7.8				

表 3.5-11 河溪排洪闸岩（土）体的开挖坡比、承载力及混凝土与岩土摩擦系数建议值

土层 编号	岩（土）层 名称	坡高小于 10m				天然 地基 承载力 特征值	混凝土/ 岩土摩擦 系数	允许水力 比降（J 允）
		永久性		临时性				
		水上	水下	水上	水下			
①	人工填土	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	80	0.25	0.45
②-1	淤泥	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	/	/	0.31
	淤泥质粉质粘土	1:10.00	1:12.00	1:7.00	1:9.00	40	0.10	0.31
③-1	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	100	0.30	0.43
③-2	含有机质粉质粘土	1:8.00	1:10.00	1:5.00	1:7.00	60	0.10	0.33
③-3	含泥中粗砂	1:3.00	1:3.50	1:2.50	1:3.00	150	0.45	0.20
③-4	粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.44
④-1	花斑粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.30	0.47
④-2	砂质粉质粘土	1:2.00	1:2.50	1:1.50	1:2.00	120	0.25	0.49
⑤	（残坡积）粉质粘土	1:1.50	1:1.75	1:1.25	1:1.50	180	0.35	0.52
⑥-1	（全风化）花岗岩	1:1.25	1:1.50	1:1.00	1:1.25	250	0.35	0.52

备注：淤泥质粉质粘土层桩的负摩阻力为 0.2。

表 3.5-12 河溪排洪闸桩基参数建议值表

地层 编号	地层名称	预制桩				水泥搅拌桩 桩周侧阻力
		桩极限侧 阻力标准 值	桩极限端阻力标准值			桩长20m内
			L≤9m	9m < L≤16m	16m < L≤30m	

		qsik (kPa)	qpk (kPa)				kPa
①	人工填土	20	—	—	—	—	—
②-1	淤泥、 淤泥质粉质粘土	15	—	—	—	—	5-7
③-1	粉质粘土	55	850	1400	1900	2300	10
③-2	含有机质粉质粘土	20	—	—	—	—	5-7
③-3	含泥中粗砂	74	4000	5000	6000	7000	—
③-4	粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-1	花斑粘土	50	850	1400	1900	2300	—
④-2	粘土、 砂质粉质粘土	50	850	1400	1900	2300	—
⑤	(残坡积) 粉质粘土	100	1500	2300	2700	3600	—
⑥-1	(全风化) 花岗岩	150	5000				—

注： 1.应注意②-1、③-2 层中软土对桩的负摩阻效应。

2.建议值参考建筑桩基技术规范 (JGJ94-2008)。

3.5.3.5 水文地质条件和腐蚀性评价

(1) 渗透性

根据本次勘察期间取原状样室内渗透试验和现场钻孔注水试验判别：

①人工填土、③-3 含泥中粗砂为工程区主要透水层，含水量较丰富，且与河水保持较好水系联系，涨潮时河水位上涨，发生倒流，地下水位上升，退潮时河水位下落，地下水位亦下降。

(2) 腐蚀性

为了基本查明地下水和地表水对混凝土、钢筋混凝土结构中的钢筋以及钢结构的腐蚀性，本阶段分别取河溪排洪闸钻孔地下水样、水闸附近地表水样各 1 组进行水质简分析，共取 2 组水样。

根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008[2023 年局部修订]）的评判标准，河溪排洪闸工程区内地表水对混凝土结构表现为碳酸型弱腐蚀性、硫酸型弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为中等腐蚀性，对钢结构表现为中等腐蚀性；地下水对混凝土结构表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为中等腐蚀性，对钢结构表现为中等腐蚀性。

3.6 重建水闸工程地质评价

本次工程拟重建水闸 3 座，分别为：大塍水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸，并重建其管理房。

3.6.1 大塥水闸

大塥水闸工程建成于 1961 年，由闸室、上游铺盖、下游护坦、翼墙等组成。闸墩上游侧设有交通桥，下游侧布置闸门、启闭机工作台，管理房设于水闸右侧并与启闭机工作台相连。受当时技术设备、建筑材料、资金等建设条件限制，设计标准和施工质量都难以满足现有规范要求。大塥水闸相关工程地质条件见 3.5.1，本次工程拟重建水闸。

闸址区位于一级阶地区，地形较为平坦、开阔。根据区域地质资料及钻孔资料显示，闸址区内无区域性大断裂通过，勘察过程中亦未发现断层、构造破碎带、塌陷、溶洞等影响场地稳定性的地质构造及不良地质体，揭露地层基本稳定，适宜修建拟建建筑物。

①人工填土与周围堤基土层性状不均一，在水闸重建时不宜作为建筑物的天然地基，建议清除；②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土、③-2 淤泥质粉质粘土、含有机质粉质粘土属高压缩土，局部呈中等压缩性，强度较低，不宜作建筑物天然地基，必须经过地基处理方能满足刚性建筑物的基础要求；②-2 粉质粘土、③-1 粉质粘土、③-4 砂质粉质粘土、③-5 含有机质粘土、④-1 花斑粘土、④-2 粘土、砂质粉质粘土、④-3 粉质粘土呈可～硬塑状，中等压缩性，抗剪强度变化较大，饱和时抗剪强度低，干燥时抗剪强度高，工程性质不稳定，不宜直接作为地基基础持力层；②-3 含泥中粗砂、③-3 含泥中粗砂、③-6 含砾中粗砂呈中密状，埋深约 20m 以上，压缩性低，承载力较高，可作为天然地基持力层，但埋深较大，若采用天然地基，基坑开挖工程大，不建议作为天然地基。⑤（残坡积）粉质粘土、⑥-1 全风化基岩层承载力强度较高，且分布较为连续，但埋深超过 60m，不建议作为天然地基。建议闸基础采用桩基础，以③-4 砂质粉质粘土层以下地层作为桩端持力层，也可考虑采用搅拌桩，但存在沉降变形问题，应予以注意，对于含碎石填土层，应考虑搅拌施工的可实施性。由于闸基和其两侧土堤（坝）地基结构及上部荷载大小差异，刚性建筑物与土堤（坝）基础将会产生较大的差异性沉降。可能产生不均匀沉降问题，建议设置搅拌桩过渡段，并进行沉降稳定验算。如果采用刚性桩基础，闸基础底板的沉降与闸基底部的软土沉降存在差异，导致底部脱落。可能存在的闸底渗漏问题应该予以注意。另外，工程区组成堤岸土体抗冲刷能力一般～较差，建议对现有岸坡进行处理。

对于围堰工程，其持力层为②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土，其属于高压缩性土，强度低，厚度大，建议设计专业做相关沉降及稳定性验算，以及施工中严格控制荷载加

重速率，可在一定宽度内进行地基加固处理，如采用插板或打砂桩真空预压、分期堆载预压、复合地基（搅拌桩）、抛石挤淤等方式进行。处理后经检验合格的地基作为堤基持力层。

土层物理力学参数建议值及边坡开挖建议值见表 3.5-1、表 3.5-2、表 3.5-3，桩基参数建议值见表 3.5-4。

3.6.2 西胪港中闸

西胪港中闸建设年代较久，始建年代不详，工程规模为中型，于 2003 年加固，主要为拆除重建启闭机室、船闸启闭机室。西胪港中闸主要用途为排洪，是一座集排涝、运输功能的节制闸。该闸共设有 5 个闸孔，左右两边的 2 个闸孔为预制混凝土板闸门，中间闸孔设有上下两扇钢闸门（船闸）。受当时技术设备、建筑材料、资金等建设条件限制，设计标准和施工质量都难以满足现有规范要求。2021 年由珠江水利委员会珠江水利科学研究院进行了西胪港中闸的安全鉴定工作，将西胪港中闸评定为“四类闸”。西胪港中闸相关工程地质条件见 3.5.2，本次工程拟重建水闸。

闸址区位于一级阶地区，地形较为平坦、开阔。根据区域地质资料及钻孔资料显示，闸址区内无区域性大断裂通过，勘察过程中亦未发现断层、构造破碎带、塌陷、溶洞等影响场地稳定性的地质构造及不良地质体，揭露地层基本稳定，适宜修建拟建建筑物。

①人工填土与周围堤基土层性状不均一，在水闸重建时不宜作为建筑物的天然地基，建议清除； ②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土属高压缩土，局部呈中等压缩性，强度较低，不宜作为建筑物天然地基，必须经过地基处理方能满足刚性建筑物的基础要求；②-2 粉质粘土、③-1 粉质粘土、③-4 砂质粉质粘土、④-1 花斑粘土、④-2 粘土、砂质粉质粘土呈可～硬塑状，中等压缩性，抗剪强度变化较大，饱和时抗剪强度低，干燥时抗剪强度高，工程性质不稳定，不宜直接作为地基基础持力层； ②-3 含泥中粗砂、③-3 含泥中粗砂、③-6 含砾中粗砂呈中密状，埋深约 20m 以上，压缩性低，承载力较高，可作为天然地基持力层，但埋深较大，若采用天然地基，基坑开挖工程大，不建议作为天然地基。⑤（残坡积）粉质粘土、⑥-1 全风化基岩层承载力强度较高，且分布较为连续，但埋深超过 40m，不建议作为天然地基。建议闸基础采用桩基础，以③-1 粉质粘土层以下地层作为桩端持力层，也可考虑采用搅拌桩，但存在沉降变形问题，应予注意，对于含碎石填土层，应考虑搅拌施工的可实施性。由于闸基

和其两侧土堤（坝）地基结构及上部荷载大小差异，刚性建筑物与土堤（坝）基础将会产生较大的差异性沉降。可能产生不均匀沉降问题，建议设置搅拌桩过渡段，并进行沉降稳定验算。如果采用刚性桩基础，闸基础底板的沉降与闸基底部的软土沉降存在差异，导致底部脱落。可能存在的闸底渗漏问题应该予以注意。另外，工程区组成堤岸土体抗冲刷能力一般～较差，建议对现有岸坡进行处理。

对于围堰工程，其持力层为②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土，其属于高压缩性土，强度低，厚度大，建议设计专业做相关沉降及稳定性验算，以及施工中严格控制荷载加重速率，可在一定宽度内进行地基加固处理，如采用插板或打砂桩真空预压、分期堆载预压、复合地基（搅拌桩）、抛石挤淤等方式进行。处理后经检验合格的地基作为堤基持力层。

土层物理力学参数建议值及边坡开挖建议值见表 3.5-5、表 3.5-6、表 3.5-7，桩基参数建议值见表 3.5-8。

3.6.3 河溪排洪闸

河溪排洪闸工程建成于 1956 年，为河溪水进入榕江的一座节制闸。水闸主要用途为排洪，共设有 6 个闸孔，设有 6 扇挡水闸门。2005 年上部启闭机室加固重建，重建后启闭机室长 27m，宽 4.6m。受建成时技术设备、建筑材料、资金等建设条件限制，设计标准和施工质量都难以满足现有规范要求。2021 年由珠江水利委员会珠江水利科学研究院进行了河溪排洪闸的安全鉴定工作，将河溪排洪闸评定为“四类闸”。河溪排洪闸相关工程地质条件见 3.5.5，本次工程拟重建水闸。

闸址区位于一级阶地区，地形较为平坦、开阔。根据区域地质资料及钻孔资料显示，闸址区内无区域性大断裂通过，勘察过程中亦未发现断层、构造破碎带、塌陷、溶洞等影响场地稳定性的地质构造及不良地质体，揭露地层基本稳定，适宜修建拟建建筑物。

①人工填土与周围堤基土层性状不均一，在水闸重建时不宜作为建筑物的天然地基，建议清除；②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土、③-2 含有机质粉质粘土属高压缩土，局部呈中等压缩性，强度较低，不宜作建筑物天然地基，必须经过地基处理方能满足刚性建筑物的基础要求；③-1 粉质粘土、③-4 砂质粉质粘土、④-1 花斑粘土、④-2 砂质粉质粘土呈可～硬塑状，中等压缩性，抗剪强度变化较大，饱和时抗剪强度低，干燥时抗剪强度高，工程性质不稳定，不宜直接作为地基基础持力层；③-3 含泥中粗

砂呈中密状，埋深约 30m 以上，压缩性低，承载力较高，可作为天然地基持力层，但埋深较大，若采用天然地基，基坑开挖工程大，不建议作为天然地基。⑤（残坡积）粉质粘土、⑥-1 全风化基岩层承载力强度较高，且分布较为连续，但埋深超过 50m，不建议作为天然地基。建议闸基础采用桩基础，以③-4 砂质粉质粘土层以下地层作为桩端持力层，也可考虑采用搅拌桩，但存在沉降变形问题，应予以注意，对于含碎石填土层，应考虑搅拌施工的可实施性。由于闸基和其两侧土堤（坝）地基结构及上部荷载大小差异，刚性建筑物与土堤（坝）基础将会产生较大的差异性沉降。可能产生不均匀沉降问题，建议设置搅拌桩过渡段，并进行沉降稳定验算。如果采用刚性桩基础，闸基础底板的沉降与闸基底部的软土沉降存在差异，导致底部脱落。可能存在的闸底渗漏问题应该予以注意。另外，工程区组成堤岸土体抗冲刷能力一般～较差，建议对现有岸坡进行处理。

对于围堰工程，其持力层为②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土，其属于高压缩性土，强度低，厚度大，建议设计专业做相关沉降及稳定性验算，以及施工中严格控制荷载加重速率，可在一定宽度内进行地基加固处理，如采用插板或打砂桩真空预压、分期堆载预压、复合地基（搅拌桩）、抛石挤淤等方式进行。处理后经检验合格的地基作为堤基持力层。

土层物理力学参数建议值及边坡开挖建议值见表 3.5-9、表 3.5-10、表 3.5-11，桩基参数建议值见表 3.5-12。

3.7 堤防段工程地质条件及评价

3.7.1 堤身状况

建筑物堤岸大部分为土质，堤面由于长期雨水冲刷及机动汽车破坏造成堤岸面坑坑洼洼，局部形成小坑较大，但机动运输可直达工程区，交通较为便利。堤身由粉质粘土、碎石以及中粗砂填筑而成，一般呈松散～稍密状，填筑压实稍好，边坡内外侧较缓，边坡内外侧均设有草皮护坡，坡面杂草丛生，部分水闸外侧设有混凝土挡墙。目前经地质测绘成果来看，整个防护堤保护较完整，未发现被水冲塌、崩塌现象，堤身亦无鼠窝及人类活动破坏的现象，整个堤岸处于基本稳定状态。主要问题为本次重建建筑物需开挖堤防，开挖施工后应及时恢复。

3.7.2 堤防段工程地质条件

各水闸附近堤防段工程地质条件与相应水闸工程地质条件基本相同，可参考使用，

各岩土层空间分布、揭露地层厚度详见钻孔柱状图及剖面图。

3.7.3 堤基地质结构

根据堤身和堤基工程地质条件，以及各岩土层分布与组合关系，地基土按 2 倍堤高进行计算，将堤基地质结构划分为单层结构（I）与双层结构（II）。各个水闸相连堤基地质结构如下：

（1）大塍水闸

大塍水闸相连堤高约 3m，按堤基一定深度内（一般为 2 倍堤高）的土、岩分布与组合关系对堤基进行地质结构分类，划分为淤泥质土结构（I₁）。

（2）西胪港中闸

西胪港中闸相连堤高 3.00m~4.70m，按堤基一定深度内（一般为 2 倍堤高）的土、岩分布与组合关系对堤基进行地质结构分类，划分为淤泥质土结构（I₁）。

（3）河溪排洪闸

河溪排洪闸相连堤高约 4.40m~6.80m，按堤基一定深度内（一般为 2 倍堤高）的土、岩分布与组合关系对堤基进行地质结构分类，划分为淤泥质土结构（I₁）及淤-粘双层结构（II₁）。

3.7.4 工程地质评价

堤防主要由粘性土及淤泥质土填筑而成，局部填筑中粗砂及填石，承载力较低，压缩性较高，存在软土沉降及抗滑稳定问题，堤基工程地质条件较差，属 D 类；堤岸存在松散砂层及软土层，抗冲刷能力差~较差，存在抗滑稳定性问题，且堤后存在村庄、养殖田等，具严重危害性，属稳定性差岸坡。

堤基工程地质条件较差，存在软弱土，当其进行重建开挖扰动或其上有其附加荷载时，可能产生进一步的沉降变形；建议对堤基软土层进行处理，对堤防进行防渗、抗冲刷处理，并对天然岸坡进行加固处理。

3.8 天然建筑材料

本阶段对天然建筑材料进行了可研阶段的详查工作，采用的主要手段包括收集相关工程的资料，走访调查、野外地质测绘、野外调查等，并取样进行了室内试验。因块石、碎石所需用量不大，故建议外购；工程区周边为砂料禁采区，原产地距工程较远，且砂料用量不大，故建议从镇区储料堆直接外购。

3.8.1 土料

经调查, 选用湖东村沙场作为土料外购点, 其位置位于潮阳区湖东村委会北侧 230 米, 对外销售土料岩性主要为花岗岩风化土, 其供应量及质量可满足要求。有公路通行, 交通便利, 运距约 3km~5km。

根据调查, 外购点所供应土料塑性指数平均值为 11.4, 粘粒含量平均值为 25.6%, 天然含水率平均值 19.5%, 最优含水率 19.9%, 控制干密度 1.52g/cm^3 , 渗透系数平均值 $3.08 \times 10^{-6}\text{cm/s}$, 压缩系数 0.331MPa^{-1} , 粘聚力为 14kpa, 内摩擦角 22° , 各项指标均满足防渗料要求。

3.8.2 石料

1) SL1 新寨仔石料场

位置位于谷饶镇西美村以北新寨仔村旁有新寨仔石料场, 石料岩性主要为花岗岩, 其质量指标见表 8.1-1, 料场开采面积广(图), 其储量及质量可满足要求。运距约 32km~35km。

2) SL2 郭坚林石料场

位置位于谷饶镇浮山村以北郭坚林石料场, 石料岩性主要为花岗岩, 其质量指标见表 8.1-2, 料场开采面积广(图), 其储量及质量可满足要求。运距约 29km~35km。

3) 湖东村沙场(备用)

且受相关政策限制, 可能面临施工期间石料开采困难, 石料匮乏的问题。选用湖东村沙场作为备用石料购买来源, 其位置位于潮阳区湖东村委会北侧 230 米, 对外销售石料岩性主要为花岗岩, 其供应量及质量可满足要求。有公路通行, 交通便利, 运距约 3km~5km。

4) 储料堆(备用)

且受相关政策限制, 可能面临施工期间石料开采困难, 石料匮乏的问题。经过调查可使用大塭水闸附近的储料堆作为备用石料购买来源, 其位置紧挨潮阳区金灶镇玉路村大塭公路边 101 号, 对外销售石料岩性主要为花岗岩, 其供应量及质量可满足要求。有公路通行, 交通便利, 距离工程区约 23km~28km。

3.8.3 砂料

本次砂料可考虑外购, 经过调查, 可选用湖东村沙场供砂, 交通便利, 运距 3km~5km, 距离河溪镇几座水闸较近, 为附近周边建设工程砂料采购点, 质量满足要求, 有

公路通行，交通便利，可用作本工程中作为混凝土细骨料用料。

3.9 结论与建议

3.9.1 结论

a) 根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 及《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])，工程区位于设计分组第二组，金灶镇、西胪镇基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为VII度，河溪镇基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为VIII度。根据《水电工程区域构造稳定性勘察规程》(NB/T 35098-2017)，工程区区域构造稳定较差。区内未发现晚更新以来的断层或晚更新世以来的阶地、夷平面发生错位的现象。根据《建筑抗震设计标准》(GB/T 50011-2010[2024 年版])，建筑场地为III类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，宜按抗震设防烈度VIII度采取抗震构造措施。因此三宗水闸均应按VIII度设防。

b) 工程区地表水对混凝土表现为无~弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无~中等腐蚀性，对钢结构表现为弱~中等腐蚀性；地下水对混凝土表现为无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋表现为无~中等腐蚀性，对钢结构表现为无~中等腐蚀性。

c) 目前工程区现有堤基经运行多年，堤基下的软土得到了排水固结，强度在逐渐增高，水闸基本上处于稳定状态，没有明显的变形破坏。当其进行重建开挖扰动或其上有其附加荷载时，将会产生进一步的沉降变形，建议进行相应的处理。建议设计专业做相关沉降验算，并按工程经验预留沉降超高，以及施工中严格控制荷载加重速率，应采用分期堆载。

d) 水闸坐落河段岸坡大部分为天然土质岸坡，基本无防护状态，或一侧建有堤防，另一侧无防护。目前处于基本稳定状态，未发现明显的变形迹象，但由于水闸连接河流河势变化较大，水流复杂，汛期水位暴涨暴落，水流速度较快，外坡直接临水，水下岸坡大多由软土或粘性土组成，在水流对岸坡冲刷、浪蚀作用下，可能于坡脚处形成冲刷坑，产生临空面，而导致岸坡的侧滑破坏，从而进一步产生对水闸相邻堤防的破坏。建议做好抗滑稳定措施，并做好监测工作。

e) 堤基渗漏与渗透稳定问题不突出，发生流土、管涌等渗透变形的可能性较小；经复判，工程区的砂性土不存在液化问题。根据《软土地区岩土工程勘察规范(JGJ83-2011)》，

按照设防烈度 8 度估算的地震震陷值为 150 mm。

f) 工程区岸坡出露地层及其基础地层基本为①人工填土层、②-1 淤泥、淤泥质粉质粘土、②-2 粉质粘土、②-3 含泥中粗砂，其抗冲刷性能一般~差，且岸坡大部分无滩地缓冲地带，受水流冲刷后易发生塌岸，建议进行相应的抗冲刷处理。

g) 由于场地软土层厚度较大，建议闸基础采用桩基础，选用软弱土层以下地层作为基础持力层。

h) 水闸连接段堤基工程地质条件较差，存在软弱土及渗透性能中等的砂层分布，加之本工程堤防整治程度较高，建议对堤防进行防渗、抗冲刷处理，并对岸坡进行加固处理。

i) 天然建筑材料缺乏，建议外购解决，湖东村沙场运距 3km~5km，其供应土料、砂料质量储量均满足要求，可考虑在该处外购；可考虑在新寨仔石料场或郭坚林石料场采购石料，石料岩性主要为花岗岩，其质量及储量满足要求，受相关政策限制，可能面临施工期间石料开采困难，石料匮乏的问题，若无法供应石料，可将湖东村沙场作为石料备用外购点；可选用湖东村沙场供砂，交通便利，运距 3km~5km，为附近周边建设工程砂料采购点，质量满足要求，有公路通行，交通便利。

3.9.2 建议

a) 尽快开展下一阶段的勘察工作。

b) 进一步查明闸址区的工程地质条件。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）

可行性研究报告

4 工程任务和规模

目录

4 工程任务和规模.....	4-1
4.1 工程建设的依据.....	4-1
4.1.1 地区基本概况.....	4-1
4.1.2 地区经济社会发展概况.....	4-3
4.1.3 相关规划要求.....	4-4
4.1.4 前期工作内容.....	4-15
4.2 工程建设的必要性和任务.....	4-17
4.2.1 区域洪涝灾害.....	4-17
4.2.2 工程现状及存在问题.....	4-19
4.2.3 工程建设的必要性.....	4-25
4.2.4 工程任务和建设内容.....	4-28
4.3 治涝范围及标准.....	4-32
4.3.1 治涝范围.....	4-32
4.3.2 工程等别及设计标准.....	4-36
4.4 工程总体布局.....	4-37
4.4.1 已有规划布局.....	4-37
4.4.2 工程防洪排涝总体布局.....	4-38
4.5 工程规模.....	4-42
4.5.1 大塍水闸.....	4-42
4.5.2 西庐港中闸.....	4-52
4.5.3 河溪排洪闸.....	4-60
4.5.4 水闸规模汇总.....	4-66
4.6 工程调度运行方式.....	4-67
4.6.1 大塍水闸.....	4-67
4.6.2 西庐港中闸.....	4-68
4.6.3 河溪排洪闸.....	4-68

4 工程任务和规模

4.1 工程建设的依据

4.1.1 地区基本概况

潮阳区位于广东省东部沿海，北至东北襟榕江与揭阳市、汕头市相望，东连汕头市濠江区，东南濒临南海，南隔练江与潮南区对接，西邻普宁市。地理坐标北纬 $23^{\circ}19' \sim 23^{\circ}33'$ ，东经 $116^{\circ}17' \sim 116^{\circ}43'$ 。地域面积 666.63Km^2 ，外海岸线长 26.3km ，海域面积 4000 多平方海里。截止 2024 年，潮阳区辖文光、城南、棉北、金浦 4 个街道，海门、和平、贵屿、铜孟、谷饶、河溪、西胪、关埠、金灶 9 个镇，共 13 个乡镇级；下设 179 个村民委员会，共辖 4 个街道， 9 个镇，区政府驻地位于文光街道中华路 136 号。潮阳区地理位置见图 $4.1-1$ 、行政区划见图 $4.1-2$ 。

潮阳区地貌的基本特征是自南向北呈平原—山地—平原。练江中下游三角洲平原，地势平坦开阔，由陆向海，范围包括贵屿、铜孟、和平、金浦、城南等镇（街道）沿江地区。潮阳榕江片区位于汕头市潮阳区境内，东经 $116.58^{\circ} \sim 116.30^{\circ}$ ，北纬 $23.51^{\circ} \sim 23.29^{\circ}$ ，榕江片区位于小北山东北侧。北部山区较低，在海拔 200 米以下，属中丘地带。东部沿海为北山余脉，多岗地、台地，属低丘地带。潮阳区土层主要属华夏系和东西构造运动所形成。成土母岩主要为花岗岩、砂页岩、石 A 英砂岩。土壤因受地形影响，垂直分布有一定的规律性，山地为红壤，山脚为谷底冲积土，平原为河流或海湾冲积土，冰海为盐土或沙土，各大类型的土壤间也有过渡型的土壤呈地带性分布。全区森林覆盖率为 30.2% 。

本次工程汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程（一期）主要区域位于潮阳榕江片区，工程建设主要涉及乡镇包括金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇，排涝片区主要涉及榕江片区金关围及棉北海堤排涝片。



图 4.1-1 潮阳区地理位置示意图



图 4.1-2 潮阳区行政区划示意图

4.1.2 地区经济社会发展概况

根据汕头市潮阳区统计局统计数据及汕头市地区生产总值统一核算结果，2023年，潮阳区地区生产总值为555.70亿元，同比增长4.2%。其中，第一产业增加值36.26亿元，增长2.3%；第二产业增加值310.10亿元，增长3.9%；第三产业增加值为209.34亿元，增长4.8%。

2023年，潮阳区农林牧渔业总产值63.89亿元，同比增长2.6%。其中农业产值34.87亿元，增长2.6%；牧业产值4.17亿元，增长5.9%；渔业产值22.08亿元，增长1.7%；农林牧渔专业及辅助性活动产值2.64亿元，增长4.8%。

2023年，潮阳区规模以上工业总产值798.53亿元，同比增长1.9%，规模以上工业增加值185.77亿元，同比增长4.8%。支柱产业中，纺织服装产值366.29亿元，下降6.9%；音像制品6.82亿元，下降28.2%；塑料制品128.69亿元，增长12.5%；废旧拆解37.94亿元，增长6.2%。

2023年，潮阳区固定资产投资同比增长2.0%。其中第一产业投资增长102.1%，第二产业投资下降10.7%，第三产业投资增长13.3%；基础设施投资增长13.7%。商品房销售额40.85亿元，下降0.6%；商品房销售面积58.40万平方米，增长0.7%；商品房施工面积506万平方米，下降2.8%；建筑业总产值107.04亿元，增长8.05%。

金灶镇经济发展良好，农产品及加工发展迅速，是汕头市潮阳区特色农业重点生产镇之一，是粤东地区橄榄、梅、香蕉、柿、油甘等特色水果的主要生产地和重要集散地。主要粮食作物有水稻、薯类等；主要经济作物有甘蔗、食用菌、潮汕蕉柑、乌梅、三棱橄榄、乌榄、玻璃油甘、元宵柿、马蹄等。根据《潮阳区统计年鉴-2023》中统计数据，金灶镇农业总产值13.51亿元，工业总产值5.06亿元。

关埠镇耕地面积1940公顷，山地720公顷，是广东省水稻高产镇，汕头市“三高”农业科技示范镇，还有大豆、花生、甘蔗、蔬菜等。水果以柑、香蕉、荔枝、龙眼为大宗；关埠镇有五金、塑料、电子、食品、服装、建材等行业。抽纱是关埠的传统手工艺。建筑业也是关埠传统优势产业，素有“建筑之乡”的美称。根据《潮阳区统计年鉴-2023》中统计数据，关埠镇农业总产值7.22亿元，工业总产值2.36亿元。

西胪镇优先发展农业，全力提升农业发展水平，壮大农村集体经济。2023 年新增绿色食品认证产品 3 个，省级水产健康养殖和生态养殖示范区 1 家，全年实现地区生产总值 21.51 亿元，同比增长 4.2%；完成农林牧渔业总产值 9.66 亿元，同比增长 2.4%；完成固定资产投资 11.52 亿元，同比增长 31.52%；完成重点产业项目投资总额 7.99 亿元，同比增长 3.19%

河溪镇水产养殖业是经济支柱，主要水产品有中华绒毛蟹（大闸蟹）、膏蟹、对虾、甲鱼、鳗鲡、鲈鱼、鳊鱼等。乡镇企业有金刚石、建材、造纸、毛织、服装等厂，拥有建筑施工队 600 多支。河溪水库及发电站建于境内。根据《潮阳区统计年鉴-2023》中统计数据，河溪镇农业总产值 4.71 亿元，工业总产值 1.14 亿元。

4.1.3 相关规划要求

4.1.3.1 城市发展相关规划

1)《汕头市潮阳区城乡总体规划(2017~2035 年)》(汕头市城市规划设计研究院, 2018.07)

潮阳区形成“一主一副、三区多核，轴线整合、内优外联”的网络状城镇空间结构。

(1)“一主”：指潮阳中心城区，由棉北、文光、城南、金浦四个街道和海门镇、和平镇、河溪镇华阳片区构成，是潮阳区的政治、文化、服务中心。

(2)“一副”：打造谷饶镇为潮阳副中心城区，建设潮阳练江北岸工业发展带的生产服务中心，是潮阳区的经济中心。依托高铁潮阳站，重点发展轻工商贸、服务及商贸物流等第三产业，打造高铁客货物流商贸中心，女性内衣产业基地。

(3)“三区”：指潮阳城镇综合发展区、榕江南岸生态发展区、练江北岸工业发展区。其中，潮阳城镇发展区由棉北、文光、城南、金浦四个街道和海门镇、和平镇、河溪镇华阳片区构成；榕江南岸生态发展区由关埠镇、金灶镇和西胪镇三个沿榕江分布的城镇以及周边山体构成；练江北岸工业发展区由谷饶镇、铜孟镇和贵屿镇三个沿练江分布的城镇构成。

(4)“多核”：指潮阳外围城镇组团多个服务中心，依托关埠镇、金灶镇、西胪镇、贵屿镇、铜孟镇等外围城镇的产业优势和资源禀赋发展特色小镇，打造城乡统筹示范区。

(5)“轴线整合、内优外联”：通过榕江和练江两条水系轴线的生态环境改善以及国道 324、省道 234、省道 237 和省道 337 等区域性交通轴线的等级提升，统筹练江、榕江流域带型空间的发展，通过实现交通引导城镇转型，推动新型城镇化和产业转型升级，强化潮阳都市组团和潮南都市组团的跨区域功能空间联动。

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程项目区域主要位于潮阳区“一主一副、三区多核，轴线整合、内优外联”的网络状城镇空间结构中的“三区”的潮阳城镇综合发展区、榕江南岸生态发展区。潮阳区全区土地利用规划见图 4.1-3、潮阳区总体空间结构见图 4.1-4。

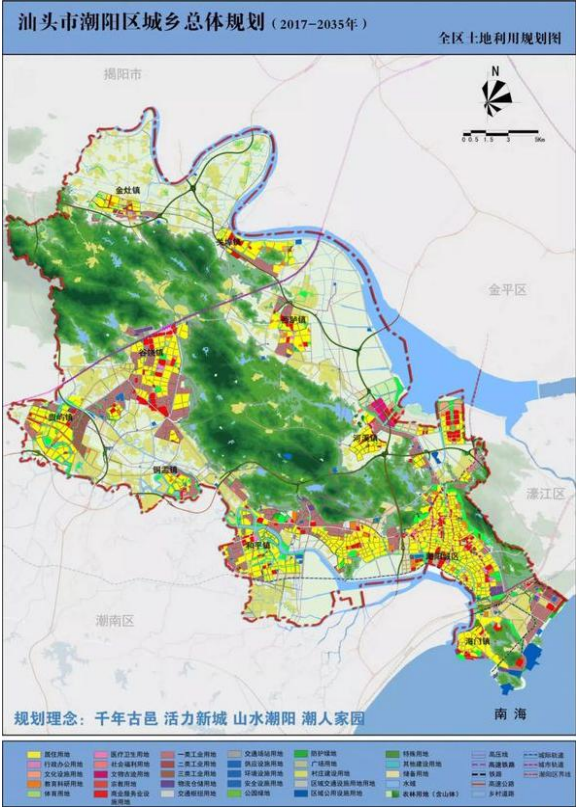


图 4.1-3 潮阳区全区土地利用规划图

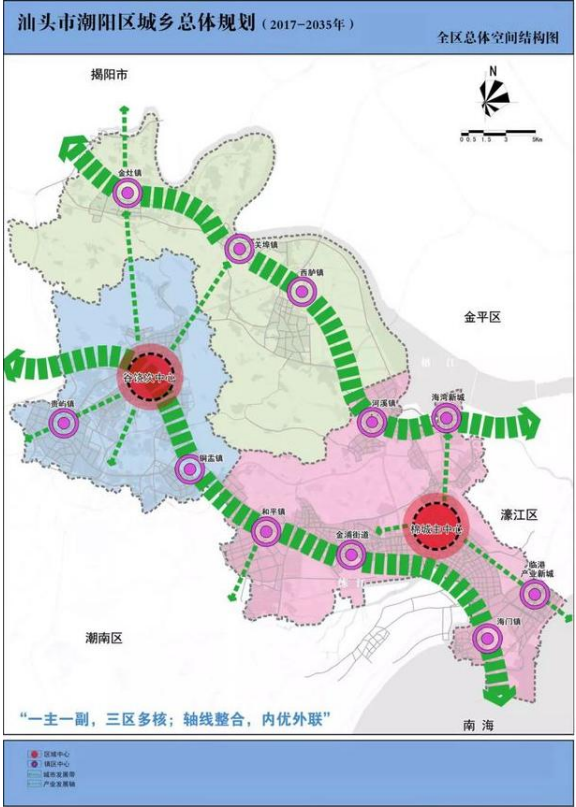


图 4.1-4 潮阳区全区总体空间结构图

2)《汕头市潮阳区国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》

《十四五规划》中明确指出，主要通过加强城乡水利保障体系建设、提高城乡水利防灾减灾能力，构建水资源安全保障体系。通过工程措施，完善农村水利防洪排涝减灾体系，推进区域内重点易涝区整治，抓好防汛抗旱水利提升工程建设。

3)《汕头市潮阳区国土空间总体规划(2020~2035年)》(汕头市自然资源局潮阳分局, 2022.05)

(1) 城镇空间与产业空间格局

落实汕头市国土空间总体规划“一轴两带两走廊，一心五组团”的空间格局，推动潮阳区国土空间开发进一步“向海”、“连城”发展。潮阳区城镇空间发展规划见图 4.1-5。

以“显特色，强强项，补短板”为产业发展思路，构建“都市型现代农业传统优势产业先进制造业现代服务业”的富有活力的现代产业体系。潮阳区产业空间格局发展规划见图 4.1-6。

本次工程主要涉及区域为汕头市潮阳区金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇，根据《汕头市潮阳区国土空间总体规划(2020~2035年)》，该区域规划打造榕江城镇发展带，建设高水开放的区域交流门户；通过潮汕环线延长线的建设，打造内联外通的综合交通枢纽；以“显特色、强强项、补短板”为产业思路，通过金灶特色农业示范区、关埠农产品物流园等项目建设，打造区域生态农业中心，构建榕江南岸生态产业走廊；以榕江为依托，整合区内各类风貌资源价值，塑造榕江景观轴，打造东部乡村生态风貌区。



图 4.1-5 潮阳区城镇空间发展规划图



图 4.1-6 潮阳区产业空间格局发展规划图

（2）构筑安全保障的基础支撑体系

①完善综合防灾体系

提高练江、榕江及其干支流的防洪排涝能力，加快堤围泵站建设。抗震标准按基本烈度Ⅶ度和Ⅷ度设防，利用城市干道形成主要救灾通道。

②完善市政基础设施

构建区域统筹的供水设施，建设海绵城市，提升排水系统效能和污水处理规模，提高雨水资源和再生水利用，缓解旱季缺水困扰，改善城市内涝现象。

4.1.3.2 涉水工程相关规划

1)《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026）》

（1）治理标准

按照《珠江流域综合规划（2012-2030年）》、《广东省流域综合规划（2013-2030年）》、《粤港澳大湾区水安全保障规划》的要求，广州、深圳城市中心区防洪标准达到200年一遇，其他地级市城市中心区防洪标准达到100年一遇，县级城市防洪标准达到50年一遇，中心镇达到20年一遇，其他乡镇、农田保护区达到10~20年一遇。

（2）建设任务

根据实施方案中《汕头市堤防达标加固项目表》，潮阳区榕江堤防护岸工程，规划防洪（潮）标准为50年一遇，规划地方等级为2级，本次治理长度为30.2km，实施年限为2025年，投资91037万元。

根据《汕头市大中型水闸除险加固项目表》，汕头市合计拆除重建大中型水闸6座，分别为河溪三十一斗闸、华阳港闸、河溪排洪闸、西胪港中闸、西胪港大闸、大塭水闸，本项目（一期）工程涉及的3宗水闸信息统计，详见表4.1-1。

表 4.1-1 汕头市大中型水闸除险加固项目统计

序号	水闸名称	所在区域	工程规模	安全鉴定类别	治理措施	投资匡算	实施年限
						(万元)	
1	大塭水闸	潮阳区	中型	四类闸	拆除重建	12000	2026
2	西胪港中闸	潮阳区	中型	四类闸	拆除重建	6000	2026
3	河溪排洪闸	潮阳区	中型	四类闸	拆除重建	4800	2026
	合计					22800	

2)《汕头市防洪(潮)排涝专项规划(2022-2035年)》(广东省水利电力勘测设计研究院有限公司,2024.02)

(1) 防洪标准

汕头市是国家经济特区、省域副中心城市、海上丝绸之路重要门户、全国主要港口城市,根据《规划》,本次工程主要涉及范围为榕江下游防洪(潮)保护区中的大塭片区金关围及棉北海堤,保护区防洪(潮)标准见表 4.1-2。汕头市防洪(潮)区划示意图见图 4.1-10。

表 4.1-2 汕头市榕江下游防洪(潮)保护区规划防洪(潮)标准

防洪(潮)保护区	堤围保护区	涉及区县	现状防洪(潮)标准(年)	规划防洪(潮)标准(年)	
				保护区规划防洪(潮)标准	堤防规划防洪(潮)标准
榕江下游防洪(潮)保护区	濠江东岸	濠江	50	100	100
	濠江西岸	濠江	50	100	100
	三屿围+棉花海堤	濠江、潮阳	20-50	100	100
	磊口海堤	濠江	20	100	100
	棉北海堤+金关围	潮阳	50	50	50

(2) 排涝标准

根据《治涝标准》(SL273-2016)、《城市防洪工程设计规范》(GB/T50805-2012),确定汕头市治涝标准为:中心城区治涝标准为 30 年一遇最大 24 小时暴雨 24 小时内最高内涝水位控制在设计水位以下;外围城区、重要产业园(基地)及重要乡镇治涝标准为 20 年一遇最大 24 小时暴雨 24 小时内最高内涝水位控制在设计水位以下;其他乡镇、乡村、农田治涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨 24 小时不成灾。汕头市排涝

区划示意图见图 4.1-7。根据《规划》划分定位，本次工程涉及区域主要为排涝规划标准划分中其他乡镇，排涝治涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨 24 小时不成灾。

表 4.1-3 汕头市排涝规划标准

等级	名称	规划治涝标准重现期(年)
中心城区	金平区、龙湖区、濠江区	30
外围城区	澄海城区、潮阳城区 (含海门镇、和平镇)、潮南城区	20
重要产业园(基地)、重要乡镇		20
南澳县、其他乡镇、村庄、农田区		10

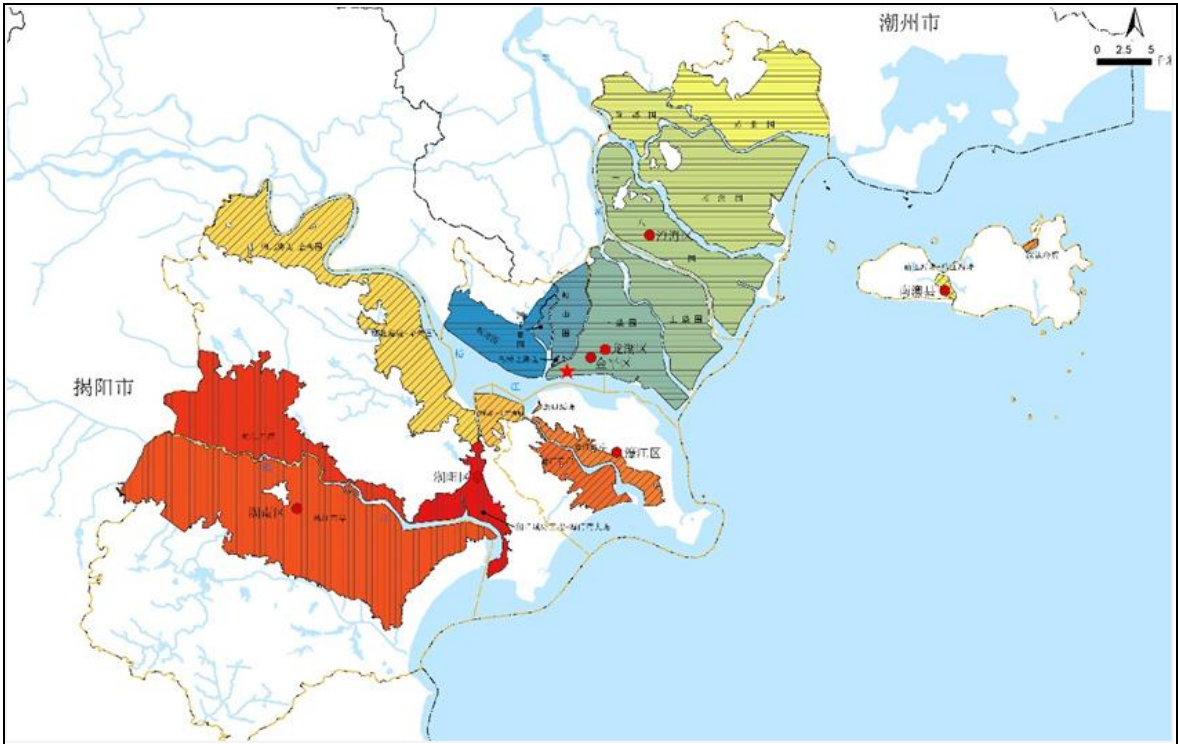


图 4.1-7 汕头市防洪（潮）区划示意图

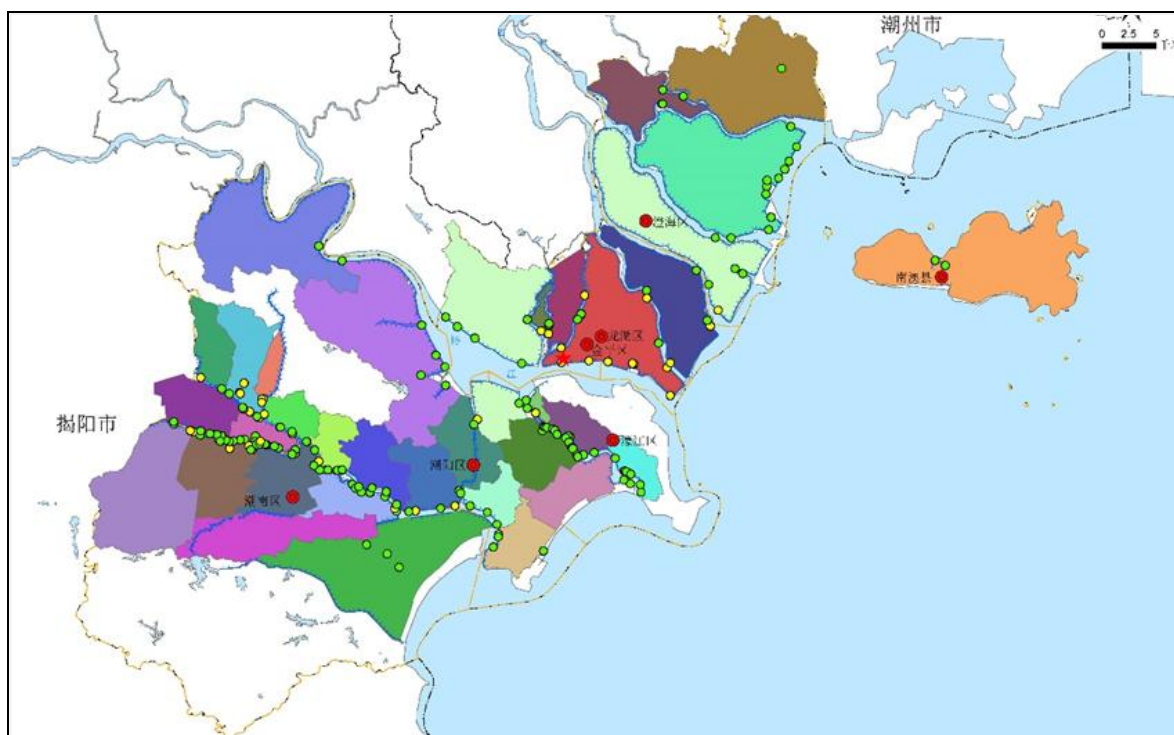


图 4.1-8 汕头市排涝分区示意图

(4) 规划措施

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程涉及区域主要为潮阳榕江片区中金关围及棉北海堤片，根据《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022-2035 年）》附表 1：近期（2022~2025 年）规划建设项目表。

本次工程范围内近期（2022~2025 年）有规划工程如下：

①江海防洪（潮）工程

金关围：达标加固堤防 23.5km，并对 17.316km 岸线实施护岸防护措施，拆除重建旗头、港内、路内、大坛水闸，共计 4 座水闸，建设塭嘴交通旱闸，投资 89593 万元。

棉北海堤：加高加固堤防，重建水闸 4 宗，加固水闸 1 宗，投资 64855 万元。

②排涝工程

潮阳区榕江片病险水闸加固：重建西胪港大闸、西胪港中闸、河溪三十一斗闸、华阳港闸共 4 座中型水闸，规划总净宽分别为 20m、20m、25m、20m；重建灰关闸、沙塭闸、桑田港内闸、三十四斗进水闸、六十一斗进水闸、四乡廿一斗闸、中塭港上闸、中塭港中闸、凤山港内闸共 9 座小型水闸，投资 27200 万元。

本次工程规划范围内远期（2025~3035 年）规划工程措施如表 4.1-4、表 4.1-5 所示：

表 4.1-4 潮阳榕江片区金关围远期工程规划措施

排涝片名称	项目	内容	计划完成时间
金关围	河沟整治	对竹桥港至大塭水闸排沟进行整治，整治长度 2.5km	2035
	排涝泵闸	重建大塭水闸，闸孔总净宽 24m；新建大塭泵站、尖头担泵站，泵站设计流量为 48m ³ /s、40m ³ /s	2035

表 4.1-5 潮阳榕江片区棉北海堤片远期工程规划措施

排涝片名称	项目	内容	计划完成时间
棉北海堤	水库挖潜	结合除险加固，优化河溪水库防洪调度方式，通过降低汛限水位或预排降低水位的方式，挖潜水库的调蓄能力	2030
	河沟整治	对西胪港、华阳港潮水溪以西河段进行扩宽，扩宽长度分别为 2.92km、2.85km。	2030
	排涝泵站	在西胪港、华阳港出口新建排涝泵站，泵站流量分别为 38m ³ /s，29m ³ /s。	2030

3) 《汕头市水利改革发展“十四五”规划》

(1) 规划措施

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程涉及区域主要为潮阳榕江片区中金关围及棉北海堤片，根据《汕头市水利改革发展“十四五”规划项目表》，本次工程范围内有规划工程如下：

①潮阳区榕江护岸工程

拟新建达标堤防 20.045km，并对 17.316km 岸线实施护岸防护措施，同时拆除重建旗头、港内、路内、大塭 4 座水闸，完成建设塭嘴交通旱闸，投资 89593 万元。

②潮阳区棉北海堤除险加固工程

除险加固堤围长度 22.912km（包括 0.3 公里穿堤涵闸），其中重建堤防长度 11.66 公里，加固堤防长度 10.952 公里，重建水闸 4 宗，加固水闸 1 宗，投资 20524 万元。

4) 《汕头市水网建设规划（2017~2030）》（中水珠江规划勘测设计有限公司，2018.09）

(1) 规划架构

根据《汕头市水网建设规划（2017~2030）》中规划成果，确定汕头市防洪排涝网的骨干架构为“两区、多点”，其中：“两区”指汕头市韩江下游三角洲防洪（潮）保护区、榕江下游及练江下游防洪（潮）保护区，针对两大防洪（潮）保护区，重点开展江河治理、海堤达标建设涝区治理等工程；“多点”主要指防洪减灾网涉及的防洪排涝工程点，包括堤防加固工程点、中小河流治理工程、重点涝区治理点等。

本次工程即位于“两区之一，榕江下游及练江下游防洪（潮）保护区”范围内。汕头市防洪排涝骨干架构示意图 4.1-9。



图 4.1-9 汕头市防洪排涝骨干架构示意图

（2）防洪（潮）标准

练江、榕江等堤围和棉北海堤、牛田洋海堤、濠江海堤以及南澳前江、后江海堤达到 50 年一遇防洪（潮）标准。

（3）工程措施

根据《汕头市水网建设规划（2017~2030）》设计成果，规划水网重点工程中防洪减灾网工程：潮阳区榕江河道整治护岸工程。

规划按 50 年一遇标准对榕江金关围堤防全线 33.61km 进行整治护岸，对冲刷较严重约 15.81km 堤防进行抛石护岸，堤防设计等别为 2 级，保护人口 27 万人。工程估算总投资 60000 万元。汕头市防洪减灾现状及规划重点工程见图 4.1-10。

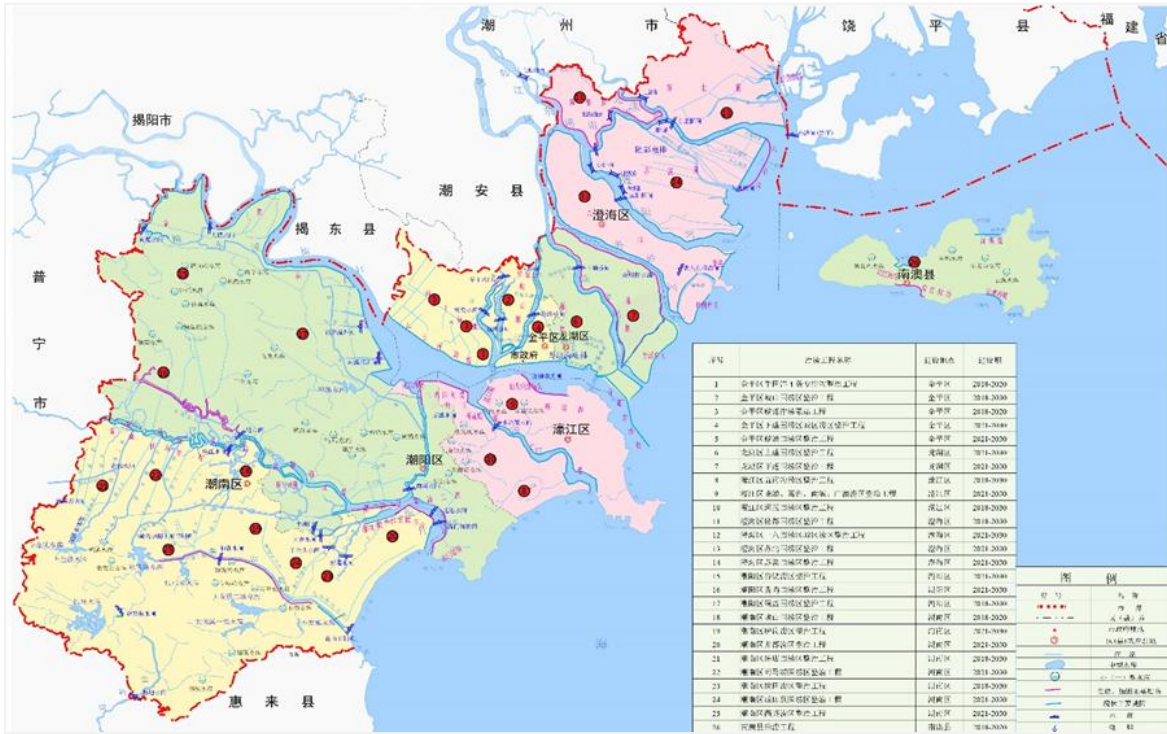


图 4.1-10 汕头市防洪减灾重点工程布局图

5) 《汕头市潮阳区水利改革发展“十四五”规划》

(1) 规划目标

到 2025 年,建成与汕头市潮阳区社会主义现代化进程相适应的水安全保障体系,防洪(潮)和供水安全基本满足经济社会发展需求,水生态环境质量得到有效改善,河湖生态健康绿色生态水网基本建成、水旱灾害防御体系科学构建,“互联网+现代水利”建设快速推进,水利行业管理能力稳步提高,治水管水软实力明显增强,防范、应对、化解水资源风险能力显著提升。

(2) 规划措施

规划明确重大项目六大类共 31 个建设项目,第一类即为防洪提升工程共 16 项,建设榕江堤防加固工程、棉北海堤加固工程均列入 16 个项目。规划按 50 年一遇防洪(潮)标准加固堤防。

4.1.4 前期工作内容

1)《汕头市潮阳区大塭水闸安全评价报告》

(1) 工程现状

大塭水闸位于汕头市潮阳区金灶镇，地处榕江南河右岸，是潮阳区金关围主要排洪水闸，工程担负潮阳区以潮水溪为界和小北山以北组成南区的排涝任务。

大塭水闸竣工于 1961 年，是 1 座排水结合潮水溪进水的中型水闸，主要功能为排涝、防洪、防潮、灌溉等，主要用于排除南区集水区域的涝水，防止榕江高水位时外江水位倒灌，同时可以调节围内水位，满足农田灌溉等功能。

(2) 存在主要问题

- ①原工程标准低，防洪能力和排水能力均不能满足要求。
- ②闸室结构不能满足抗震规范要求。
- ③闸空净宽设置偏小。
- ④闸室结构强度不能满足使用要求
- ⑤启闭机工作台的混凝土排架严重老化破损，带病运行。
- ⑥启闭设备超限运行，部分老件破损。

(3) 安全评价结论

大塭水闸诸多运行指标已无法达到现行设计标准，工程存在严重的安全问题，大塭水闸评定为四类闸。

2)《汕头市潮阳区西胪镇西胪港中闸安全评价报告》

(1) 工程现状

西胪港中闸位于汕头市潮阳区的西胪港中部上，据棉北大堤 1.6km，属于西胪镇管辖。西胪港中闸由水闸及船闸室组成，是一座集排涝、运输功能的节制闸。西胪港中闸始建于 1976 年，2003 年重建上部启闭机室部分。

(2) 存在主要问题

①闸室主体工程：从现场检查和水下测量探测，浆砌石结构基本完整，但砂浆老化严重，局部浆砂浆填充不饱满，存在脱落现象。

②上部结构（启闭机室）：现场检查发现启闭机室框架梁有两处裂缝，裂缝长度 1.1~1.4m，启闭机室板多处混凝土保护层爆裂，钢筋外露、锈蚀。

③金属结构：左右两侧的预制混凝土板闸门启闭方式为手电两用的螺杆式启闭

机，中间闸孔的下闸门为卷扬式启闭机，上闸门是手动葫芦起吊。混凝土闸门多处爆裂、露筋，损坏较为严重，状况很差；钢闸门可自由提升，闸门主梁、边梁面板和次梁等多处锈蚀，涂层脱落，建议除锈后进行防腐处理。各启闭机均能正常启动，启闭机型号不详，螺杆式启闭机的启闭杆露空部分、卷扬式启闭机转动轴、启闭机架和电机外壳均存在不同程度的锈蚀，卷筒上钢丝绳润滑黄油粘稠，沾满灰尘，钢丝绳存在断丝现象；启闭机无限位装置，仅在螺杆上绑绳子标记。

④机电设备：现场检查发现在启闭机旁安装有电机，可正常运行，但老化锈蚀，运行管理不规范；启闭机室部分控制电闸无防护罩、输电线路未埋地、未配置电柜，存在安全隐患。

⑤西胪港中闸无安全监测设施，不满足规范要求。

3) 安全评价结论

西胪港中闸的诸多运行指标已无法达到现行设计标准，工程存在严重的安全问题，西胪港中闸评定为四类闸。

3) 《潮阳区河溪镇河溪港排洪闸（河溪港闸）安全评价报告》

(1) 工程现状

河溪港闸位于河溪水出口上游 2.5km，兴建于 1956 年，为河溪水进入榕江的一座节制闸，水闸规模为中型（原设计）。水闸主要用途为排洪，共设有 6 个闸孔，设有 6 扇挡水闸门，闸门结构为钢闸门和预制混凝土组合闸门，闸门宽 3.6m，高 4.3m，其中，上部 1.3m 为钢结构，下部 3.0m 为预制混凝土结构。闸孔数量为 6 孔，总净宽 21.6m。

(2) 存在主要问题

①设计标准低已不满足现行规范要求；

②闸室主体结构：水下为浆砌石结构，强度标准较低；闸墩为浆砌石，上部 0.7m 为砼结构。2005 年启闭机室加固重建，采用钢筋砼结构，现状结构较为完整。

③金属结构：现状为手电两用启闭机，可正常启闭，但没有限位装置；水闸的闸门上部 1.3m 为钢结构闸门，下部为混凝土闸门，闸门整体情况较好，涂有防腐涂料，局部破损。

④电气设备：本工程接入市电，每台启闭机旁边均安装 1 个手动电闸开关，电闸无防护罩，存在安全隐患。部分电线搭接随意，没有埋地，不符合规范要求。启

闭机室配有 2 台柴油发电机，但发电机安装使用不符合规范要求。

⑤观测设施配套不完善。

（3）安全评价结论

水闸安全评定为四类闸。现状河溪港闸已运行多年，根据安全评价结论，已不能满足现行标准的要求，与近期规划要求存在较大的差距，且结构已出现不安全迹象，存在严重的安全隐患，局部加固和改扩建已无法满足安全运行要求，建议将河溪港闸拆除重建，保证水闸正常防洪排涝。

4.2 工程建设的必要性和任务

4.2.1 区域洪涝灾害

榕江堤防金关围防护区地处汕头市潮阳区北部榕江下游右岸，金关围防护区下接棉北海堤防护区，形成一个完整的闭合防洪（潮）工程体系，金关围、棉北海堤防护区均属潮感区，洪涝灾害频繁，历史上是洪潮泛滥之地。从明代开始便有筑堤防洪的史籍记载。据不完全统计，明代至民国（公元 1492~1948）年共计 456 年间发生 135 次水灾。其中，由锋面雨引起的 43 次，占总数 31.8%；由台风雨造成的 38 次，占 28.1%；由风暴潮或风浪造成的 34 次，占 25.2%。历代水灾中特大灾害共 16 次。

建国后大小水灾均有记录。水灾集中于每年汛期（4~9 月），主要由暴雨洪水和风暴潮或风浪造成。据统计，1950 年~2005 年间共发生较大洪潮灾害 20 次，风暴潮灾害 9 次，其中严重影响的洪潮灾害 14 次。1970 年 9 月 14 日，受浸面积 6.0 万亩，损失粮食 2000 万斤。1986 年 7 月 11 日的 7 号台风，日雨量 263mm，榕江堤防被冲垮，受浸围面积 6.2 万亩，损失稻谷 2250 万斤及其他作物和生产、生活设施，当地当年损失惨重，国民经济损失 1700 万元。2001 年 7 月 5 日“尤特”台风，灶浦、金玉、关埠三镇经济损失统计 6707 万元；同年 9 月 20 日百合台风，三镇损失统计 5151.3 万元。2003 年 9 月 20 日“杜鹃”台风，三镇经济损失 2533 万元。

2001 年第 4 号台风“尤特”于 7 月 6 日 7 时 50 分在海丰至惠东交界处登陆，由于台风风力强，范围广，破坏性大，汕头市处于台风半径范围内，大风持续时间长，

又适逢天文高潮，风助水涨，受到较严重的影。全市陆地普遍出现 8-10 级、阵风 12 级以上大风，瞬间最大阵风达 53m 每秒（有 4 个自动站录到最大风力 16 级），并伴有暴雨到大暴雨的降水过程（汕头市区降雨量 114mm、澄海 88mm、南澳 97mm、潮阳 84mm）；汕头妈屿站出现最高暴潮水位 2.61m（50 年一遇为 2.71m），澄海东溪口站 2.67m（20 年一遇为 2.56m），潮阳海门站出现 2.56m（潮位超 50 年一遇水位 0.19m，比 1969 年“728 台风”水位高 0.39m），受台风影响，棉北海堤西胪段二十斗围、十六斗围防浪墙损毁，海水漫堤而入，对堤顶土料冲毁剥离，河溪三十一斗闸两旁石篱崩裂，棉北鲑头闸一扇闸门被水压裂。

2006 年 7 月和 2008 年 7 月相继发生了较大洪水，其中 2006 年洪水在实测洪水系列中位列第二，造成了严重灾害。

2013 年，汕头市遭受第 11 号强台风“尤特”和第十二号台风“潭美”双重影响，造成“8.17”特大洪涝灾害，共造成 135.42 万人受灾，死亡 12 人，失踪 2 人，直接经济损失达 37.51 亿元。

2013 年第 19 号超强台风“天兔”于 9 月 22 日 19 时 40 分登陆汕尾附近沿海，登陆时中心附近最大风力有 14 级(45m/秒)。受“天兔”与天文大潮叠加影响，汕头市多处出现海水倒灌。棉北海堤河溪段六十一斗闸和三十一斗闸之间有超过 100m 的海堤出现损毁，防浪墙崩塌，海水漫顶而过，堤面填料剥蚀严重，台风退去时，现状堤面已与堤脚挡墙齐高，堤防高度被海潮削去一半有余。

2018 年 8 月 30 日起，汕头市各区遭受连续 24 小时暴雨到大暴雨的袭击，多地街道积水成河，最高积水临近屋顶。其中潮阳、潮南受灾人数达 80 余万人，是本次受灾最严重的地区。截止 31 日下午 4 时，潮阳区 13 个镇（街道）受灾村（社区）10229 个，受灾人口累计 36.47 万人，倒塌房屋 34 间，农作物受灾面积累计 10.12 万亩，直接经济损失 37720.35 万元（其中水利设施直接经济损失 3332.2 万元）涝区历年受灾情况详见表 4.2-1 “金关围片区、棉北海堤片区历年受灾情况统计表”。



图 4.2-1 潮阳区“8.30”洪涝灾害情况

表 4.2-1 金关围片区、棉北海堤片区历年受灾情况统计表

时间	受灾人口	农作物受浸	损失粮食	倒塌房屋	当年总损失值	备注
(年、月、日)	(万人)	(万亩)	(万斤)	(间)	(万元)	
1970 年 9 月 14 日		6	2000			
1986 年 7 月 1 日		6.2	2250		1700	榕江堤防被冲垮
2001 年 7 月 5 日					6707	“尤特”台风
2001 年 9 月 20 日					5151.3	“百合”台风
2003 年 9 月 20 日					2533	“杜鹃”台风
2006 年 7 月						在实测洪水系列中位列第二，造成了严重灾害
2013 年	135.42 人受灾，死亡 12 人，失踪 2 人			34	375064	“尤特”台风和“潭美”台风
2018 年 8 月 30 日		10.12			37720.35	

4.2.2 工程现状及存在问题

4.2.2.1 水利工程现状

1) 榕江堤防金关围片区

(1) 堤防

汕头市潮阳区金关围堤防起于金灶镇潮水溪潮尾水闸，沿仙桥河、榕江南岸建设，止于关埠镇尖头担水闸，全长 33.48km，保护潮阳区金灶、关埠镇，面积 95.7km²。榕江堤防始建于明代，有自关桥至京北的埕堤（即尖头担以东 0.5km 至现港内）；

清代增建下底闸及附近堤段；民国时期延至灶浦荪兰渡，以上都是断断续续 的土埝。五十年代筑灶市堤段，1960 年增筑大塭闸至港内一带堤段，防洪（潮）标准较低。1987 年广东省人大把榕江整治列入议案，要求十年内治好。至 1989 年底，已整治形成金玉潮尾闸至灶浦后林新堤 12km。

2003 年潮阳区人民政府提出对榕江堤段进行综合整治，2007 年 11 月 15 日开工建设，2013 年底停止建设。现状已达标堤防长度为 9.98km，未达标堤防长度 23.5km。

（2）水闸

榕江堤防金关围沿线现状有穿堤水工建筑物 24 座，其中交通闸 1 座，中型水闸 2 座(潮尾水闸、大塭水闸)，其余为 21 座小型水闸，具体见表 4.2-2。

表 4.2-2 榕江堤防金关围水闸情况统计表

序号	闸名	闸孔数	总净宽(m)	底高程(m)	目前情况
1	潮尾水闸	3	16.5	-2.4	正在重建
2	北干渠水闸	2	6	- 1.2	正在建设
3	柳岗水闸	3	12.6	- 1.35	已重建
4	阳美水闸	2	6	- 1.2	已重建
5	何厝水闸	1	3	- 1.2	已重建
6	新庙水闸	2	6	- 1.56	已重建
7	新寮水闸	2	8	-2	已重建
8	旗头水闸	1	3.2	-2.41	需改建或重建
9	港内水闸	1	4.2	-2.27	需改建或重建
10	三港水闸	4	16	- 1.93	已重建
11	玉路水闸	1	6	-2.45	已重建
12	大塭水闸	4	14.7	-2.5	需报废重建
13	灶市水闸	2	6	-0.83	已重建
14	新荣水闸	2	6	- 1.72	已重建
15	下底水闸	1	4	-3.2	已重建
16	西坪水闸	1	4	-2.3	已重建
17	巷口水闸	1	4	- 1.8	已重建
18	巷内水闸	1	4	- 1.9	已重建
19	上仓水闸	1	4	- 1.46	已建
20	路外水闸	1	4	- 1.26	已重建
21	路内水闸	1	2.5	-1.5	需改建或重建
22	浮头湾水闸	4	16	-2.4	已重建
23	尖头担水闸	1	6.4	-2.3	已重建
24	京北渡口交通闸	1			已建

（3）水库工程

潮阳区榕江流域合计蓄水工程为 86 宗，集水面积为 77.01km²，总库容 4224.15 万 m³，榕江堤防金关围内均为小型水库，主要有水沟岭水库、狮尾水库、树下水库等。

2) 棉北海堤片区

（1）堤防

棉北海堤位于广东省汕头市潮阳区北部榕江下游的右岸，主要保护关埠、西胪、河溪三镇和棉北街道。区内地势平坦，地面高程在 1.94~2.54m 左右。棉北海堤从上游关埠镇的尖头担水闸起至凉港河后溪水闸出海口左岸，全长 24.18km。

棉北海堤始建于上世纪六十年代末，1999 年，广东省计划委员会以粤计农〔1999〕658 号文，对潮阳市棉北海堤加固工程可行性研究报告进行了批复，同意按原堤线进行达标加固的方案。加固项目包括：①对棉北海堤全线按设计标准进行加固；②对沿堤 8 座涵闸进行相应的加固处理，工程总投资按 7000 万元控制。

西胪段海堤长约 8.0km，工程于 2003 年 1 月开工，2003 年 10 月 18 日完工。河溪段海堤长约 5.7km，工程于 2003 年 8 月 10 日开工，2007 年 12 月 6 日完工。棉北街道段于 2006 年加固建设完成。

现状棉北海堤虽然按 50 年一遇标准进行达标加固，但运行多年因地基沉降，部分相邻堤段间出现错动，部分堤段堤顶高程不能满足要求，存在严重的安全隐患。

（2）水库工程

棉北海堤范围内已建的水库主要有河溪水库（中型）、集水面积为 40.85km²，兴利库容为 1385 万 m³；小型水库主要有飞英水库、鸡笼水库、里蓝水库、石水坑水库、南陂湖水库、文堂水库、水鸡地水库、西胪坑底水库等。

河溪水库位于汕头市潮阳区河溪镇河溪水中游的鹅槽峡谷处，于 1957 年动工，1958 年 5 月竣工，1966 年 11 月按中型水库扩建，1973 年建成，是一宗以供水、灌溉为主，结合防洪、发电综合利用的中型水利工程。水库集雨面积 45.7km²（其中飞英水库集雨面积为 5.0km²），正常蓄水位 32.50m，相应正常库容 1583 万 m³，总库容 1804 万 m³。

（3）水闸工程

棉北排涝片现状主要水闸有：渡口闸、大割闸、新三斗闸、老三斗闸、西凤港闸、西凤闸、东凤水闸、凤山港外闸、南凤闸、西二闸、西胪港外闸、二十斗闸（西一闸）、四乡二十斗闸、中塍港下闸、二十二斗闸、桑田港闸、六十一斗闸、三十一斗闸、部队闸、华阳港闸等，其中，中型水闸 5 个，小（1）及小（2）型水闸 20 个。详见表 4.2-3。

表 4.2-3 棉北海堤排涝片水闸情况统计表

序号	泵闸名称	位置	主要功能	泵闸类型	工程等别	防洪（潮）/排涝设计标准（年）	防洪（潮）校核/排涝标准（年）
1	河溪三十一斗闸	堤上	防洪、排涝	水闸	中型	10	20
2	华阳港闸	堤上	防洪、排涝	水闸	中型	10	20
3	河溪排洪闸	堤内	防洪、排涝	水闸	中型	10	20
4	西胪港中闸	堤内	防洪、排涝	水闸	中型	10	20
5	西胪港大闸	堤上	防洪、排涝	水闸	中型	10	20
6	桑田港外闸（五目闸）	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
7	中塍外闸（四目闸）	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
8	三十四斗排水闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
9	沙塍闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
10	桑田港内闸（二目闸）	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
11	三十四斗进水闸	堤内	灌溉	水闸	小（2）型	10	20
12	六十一斗进水闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（2）型	10	20
13	鼓美闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	50	50
14	灶内闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	50	50
15	深坑排洪	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
16	波头排洪闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
17	下底闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
18	南凤闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
19	西一闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
20	凤山港内闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
21	中塍港中闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
22	凤山港外闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20

序号	泵闸名称	位置	主要功能	泵闸类型	工程等别	防洪（潮）/排涝设计标准（年）	防洪（潮）校核/排涝标准（年）
23	东风闸	堤上	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
24	四乡廿斗闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20
25	中塍港上闸	堤内	防洪、排涝	水闸	小（1）型	10	20

（4）泵站工程

棉北海堤排涝片内，现有排涝泵站 2 宗，均位于棉北海堤堤内，其中三十四斗排水泵站，现设 2 台机组，装机功率 110kw，设计排涝流量 2m³/s；白坪排洪泵站，现设 1 台机组，装机功率 55kw，设计排涝流量 1.1m³/s，详见表 4.2-4。

表 4.2-4 棉北海堤排涝片现有泵站情况统计表

序号	泵闸名称	主要功能	泵闸类型	工程等别	现状		
					水泵数量（台）	装机功率（KW）	装机流量（m ³ /s）
1	白坪排洪泵站	排涝	泵站	小（2）型	1	55	1.1
2	三十四斗排水泵站	排涝	泵站	小（1）型	2	110	2

4.2.2.2 存在问题

潮阳区榕江堤防金关围、棉北海堤段台风、风暴潮灾害频发，降水量年内年际分配不均，内河洪涝水来水量大、流速急、水位变幅大，从而引起排水河道不畅，受制于历史发展因素，水利基础设施欠账较多，防洪（潮）工程体系尚存在短板；城乡排涝标准仍有待提升，随着社会经济的快速增长，以及潮阳区城乡一体化，对防范水灾害的要求越来越高，现有部分治涝工程年久失修老化、工程隐患多、效益衰减；潮阳区地处榕江中下游，部分地势低洼，局部易涝点排涝问题仍未彻底解决。水闸泵站工程安全监管、视频监控等覆盖范围信息化管理水平低下，预警预报系统不够完善，防洪抗旱指挥决策系统还未建成，镇村级管理薄弱特别是专业机电人员严重缺乏等，远远不能适应经济发展和现有规程规范对治涝工程提出的新要求。特别是 2018 年“8.30 洪水”再次暴露了潮阳区防洪排涝仍然存在重大短板问题。

1）穿堤涵闸破损，年久失修，功能丧失，不满足设计要求

（1）金关围堤段

金关围沿线现有穿堤水工建筑物 24 座，中型水闸 2 座，分别为潮尾水闸、大塭水闸。其中潮尾水闸已开始重建，大塭水闸作为防洪和排涝为一体的中型水闸，存在设计标准低，设备和构建带病运行、老化破损，闸室分缝脱开等问题，已于 2008 年被安全鉴定专家鉴定为四类险闸，需报废重建。

围内大部分小型水闸已于本世纪初期由政府组织重建并投入使用，另有 3 座小型水闸仍待改建或重建，旗头水闸和港内水闸防洪高程不满足设计高程，路内水闸结构严重老化、设备不能使用，需重建。这些待重建穿堤建筑物降低了堤防整体防洪(潮)能力的发挥，一旦出事，将对围内的社会经济造成巨大损失。

(2) 棉北海堤段

现状棉北海堤沿线有穿堤涵闸 26 座，4 座为中型水闸，包含西胪港大闸、桑田港闸、三十一斗闸、华阳港闸为中型水闸，除一座部队闸隶属部队管辖外，其余 25 座由地方各属乡镇管辖。

由于大部分小型水闸建设年代久远，普遍存在主体结构老化、开裂、基础底板漏水等险情。水闸存在的问题降低了堤防整体防洪(潮)能力的发挥，一旦出事将对围内的社会经济造成巨大损失。

2) 堤围内部水闸受损，排涝、灌溉、通航等功能受损

榕江支流上水闸工程，经历年来洪水的冲刷，挡墙、导墙、闸墩不同程度出现裂缝崩塌或老化等，闸室启闭设备陈旧老化，年久失修，部分水闸的设备已完全不能运行，设备陈旧老化，且缺乏养护，部分机组已无法运行，排涝、灌溉、通航功能丧失，造成围内受淹，且管理分散，机构不统一，现有管理手段落后，工程运行费用不足，无法满足水利工程现代化管理运行的要求。

现状西胪港中闸已运行多年，已不能满足现行标准的要求，与近期规划要求存在较大的差距，且结构已出现不安全迹象，存在严重的安全隐患，局部加固和改扩建已无法满足安全运行要求。

根据现场检查和水下测量探测，西胪港中闸闸室主体工程浆砌石结构基本完整，但砂浆老化严重，局部浆砂浆填充不饱满，存在脱落现象；上部结构（启闭机室）：现场检查发现启闭机室框架梁有两处裂缝，裂缝长度 1.1~1.4m，启闭机室板多处混

凝土保护层爆裂，钢筋外露、锈蚀；混凝土闸门多处爆裂、露筋，损坏较为严重，状况较差；启闭机老化锈蚀，运行管理不规范；启闭机室部分控制电闸无防护罩、输电线路未埋地、未配置电柜，存在安全隐患；西胥港中闸无安全监测设施，不满足规范要求。

根据现场调查，河溪排洪闸存在设计标准较低、闸室主体结构强度标准较低，闸门局部破损，河溪排洪闸安全鉴定结论均为四类闸。

3) 应急防汛建设滞后，不适应现代化管理的要求

防汛、管理设施及装备不完善，另外应急救援队伍建设、防汛责任制落实、监测预警、度汛方案、应急预案和抢险物料准备等均需要进一步加强。

要加强应急度汛管理，编制榕江堤防应急度汛预案，落实沿线的镇、村加强日常巡查值守，及时上报情况，在险工险段布置视频监控点，市、区实现信息共享。

4.2.3 工程建设的必要性

(1) 工程建设是贯彻落实中央和省有关文件精神的要求

党的十九大提出实施乡村振兴战略，党的二十大提出全面推进乡村振兴，坚持农业农村优先发展，巩固拓展脱贫攻坚成果，加快建设农业强国，扎实推动乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴，全方位夯实粮食安全根基，牢牢守住十八亿亩耕地红线，确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中。这是以习近平总书记为核心的党中央对“三农”工作作出的重大决策部署，是全面建设社会主义现代化国家的重大历史任务，是新时代“三农”工作总抓手。农村水利与乡村振兴密切相关，是振兴乡村的基础要素，实现“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的总要求，离不开水利的支撑和保障。

2013年8~9月，受强台风“尤特”、“天兔”和“8.16”强降雨袭击，榕江流域发生异常严重的洪涝灾害，给当地人民群众的生活和生产造成了严重的影响，社会经济出现重大损失。省委、省政府对此高度重视，决定将榕江流域综合整治列为省重点项目进行综合整治。

本次潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程（一期）作为榕江堤防、棉北海堤防洪排涝工程体系的重要组成部分，工程建成后，通过重建、维

修加固水闸等工程措施，与榕江堤防、棉北海堤原有防洪体系相融合，通过本次工程措施及规划措施，使堤防段完建闭合，形成完整的防洪（潮）工程体系。且本次重建水闸工程均位于榕江及其下游地区，符合榕江下游涝区利用潮涨潮落特性，在低潮时自流排水、辅以电排站解决的排涝工程布局，并通过工程措施使榕江堤防金关围南片区、棉北海堤排涝片达到 10 年一遇一天排干的排涝标准，使片区内满足排涝需求，届时，将保障了现状地势低洼的的防洪排涝安全，推动潮阳榕江片区乡村振兴示范带高速发展，使该区域打造成为潮阳融入粤港澳大湾区和特色社会主义先行示范区建设的门户枢纽。

工程的实施是贯彻落实中央和省有关文件精神，也是榕江流域防洪排涝工程总体布局的重要组成部分，本工程的建设是十分必要的。

（2）工程建设是消除排涝隐患，提升防汛排涝能力、保障区域安全，促进经济发展和助力乡村振兴的需要

潮阳区现状存在水利工程防洪减灾体系薄弱、灌排设施老化失修等诸多不平衡不协调的问题。其中作为潮阳区防洪体系的重要组成部分的潮阳榕江片区防洪体系的建设虽已基本建成，但榕江及其支流特别是二、三级支流防洪（潮）工程普遍基础差，防灾减灾标准低，水工建筑物老化破损严重，整体抗灾能力不强。榕江片多数农村地区的防洪减灾起步晚、标准低，欠帐多。部分河流上的水闸、排灌泵站工程建设年代较久，由于维修资金不足、机电设备老化损毁，支流堤防未经达标加固等工程设施存在不同程度的安全隐患，形成“短板效应”，成为了制约潮阳区榕江片全面推进乡村振兴战略的重要因素。

为补齐农村水利基础设施短板，全面提升农村防汛排涝能力，根据省委、省政府《关于推进乡村振兴战略的实施意见》和《广东省乡村振兴战略规划》，结合潮阳区农村水利工作实际，经潮阳区人民政府同意，潮阳区水务局印发实施《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027 年）》。规划按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴总要求，提出 2018-2027 年潮阳区农村水利工作的治理原则、目标、任务、措施等内容，明确乡村振兴水利支撑和保障的方向与路径，系统解决农村水利问题，建设符合“一核一带一区”特色的美丽乡村，全面做好潮

阳区农村水利工作，为实现乡村振兴提供水利保障。根据《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》规划目标。到2027年，治理现代化水平显著提升，农村水利防灾减灾救灾能力全面达标，全部行政村建成生态宜居美丽乡村，农村水利节水管理制度化、工程管理物业化、建设管理规范化的“六化”管理格局基本形成，农村水利治理体系和治理能力实现根本改变。

为达成《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027年）》规划目标，亟需开展潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目，提升榕江片区防汛排涝能力，工程对榕江片区防洪排涝、改善生态环境、保障区域供水能力、提升灌溉效率、推动城市改造、促进经济发展和助力乡村振兴具有重大意义。

（3）项目建设符合潮阳地区水利高质量发展要求

“十四五”规划纲要明确指出“我国已转向高质量发展阶段”，水利作为现代化基础设施体系的重要组成部分，应率先实现高质量发展，更高标准、更高水平、更可持续、更加安全地服务经济社会发展。这既是深入贯彻落实习近平总书记“十六字”治水思路，更是为全面建设社会主义现代化国家提供有力的水安全保障。水利高质量发展以共享为根本目的，在发展中解决人民群众最关心最直接最现实的涉水问题，增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程的实施，可以有效提升潮阳地区水旱灾害防御能力，从而有效的促进潮阳区水利高质量发展。

（4）项目建设可促进潮阳区水利现代化水平，迈入第一梯队

聚力实施“851”水利高质量发展蓝图，加强推进防洪能力提升工程，加快生态海堤建设，开展大中型病险水闸除险加固。潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程的实施将有力的成为建设蓝图中实施八大工程、建设五张网的枢纽，助力汕头潮阳区迈入广东省水利现代化水平第一梯队。

（5）项目建设是广东省堤防达标加固三年攻坚行动的组成部分

2008年大塭水闸经安全鉴定为四类闸，2021年河溪排洪闸、西胪港中闸经安全鉴定为四类闸，西胪港中闸、河溪排洪闸的诸多运行指标已无法达到现行设计标准，

工程存在严重的安全问题，但一直未有合适的契机进行重建，2023 年广东省委、省政府紧紧围绕保障经济社会高质量发展的目标，加快完善“上蓄、中防、下泄”的防洪工程体系。目前，全省已建成 1-5 级江海堤防 17625 公里，大中型水闸 728 座，在抵御洪（潮）涝灾害中发挥了重要作用。但全省仍有不达标江海堤防 5210 公里，大中型病险水闸 222 座，在遭遇洪水和台风风暴潮时，存在较大的安全隐患，是我省防洪体系的明显短板。2024 年 3 月 6 日，广东省人民政府办公厅印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》（粤办函〔2024〕34 号），《实施方案》中明确 2024 年～2026 年广东省江海堤防达标加固、大中型病险水闸除险加固的治理目标、建设任务、实施安排和保障措施。本项目 3 宗中型水闸（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）已列入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024—2026 年）》，计划 2026 年实施拆除重建及维修加固。汕头市潮阳区在安全鉴定的基础上，各方为加快大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸重建的各项前期工作，推进项目开工建设。

综上所述，工程建设是贯彻落实中央和省有关文件精神的要求；是提升潮阳区榕江片整体排涝能力，消除排涝隐患、保障区域安全的重要举措；是改善区域生态环境、增强流域经济发展水平的需要；项目建设符合潮阳地区水利高质量发展的要求。项目建设将有力的促进潮阳区的水利现代化水平，迈入第一梯队，为潮阳区加快发展榕江片区乡村振兴示范带，产业升级转型示范区等做出重要贡献，助力乡村振兴，产业振兴，因此本工程的建设是十分必要的。

4.2.4 工程任务和建设内容

4.2.4.1 大塭水闸

1) 工程原设计功能

大塭水闸工程竣工于 1961 年，是一座排涝、挡潮为主要功能的中型水闸，2008 年 1 月经《汕头市潮阳区大塭水闸安全鉴定报告》（汕头市水利水电勘测设计院，2008.01）鉴定，水闸安全类别评定为 4 类闸。

根据原大塭水闸设计资料，大塭水闸功能为排涝、挡潮、灌溉，航运，本次可研设计阶段，通过实地调查及现场走访、同时结合《广东省内河等外级航道技术等级方案》，明确大塭现状无通航功能，故本次可研论证大塭水闸主要功能为排涝、挡潮，大塭水闸原设计功能有所改变，原设计方案与本次可研基本情况对比见表 4.2-1。

表 4.2-1 大塭水闸基本参数对比表

类型	原设计方案	本次可研
原闸孔尺寸（m） （孔数*闸宽）（总净宽）	1×4+3×3.5（14.5）	3×8(24)
主要功能	排涝、挡潮、灌溉、航运	排涝、挡潮
工程规模	中型	中型
工程等别	III等	III等
主要建筑物级别	2	2
设计排涝标准	10 年一遇	10 年一遇
设计挡潮标准	50 年一遇	50 年一遇
设计过闸流量(m³/s)	238	279.74

2) 工程任务

大塭水闸工程的主要任务为：排涝、挡潮。其保护对象为潮阳区金灶镇、关埠镇，防护区常住人口 13.85 万人，保护农田面积为 5.32 万亩。

（1）排涝

大塭水闸工程属榕江堤防片金关围中排涝工程，与堤围中浮头湾、尖头担水闸共同承担金关围南片区 58.56km² 的排涝任务，保障片区内村庄，农田不受涝水侵害。

（2）挡潮

大塭水闸工程属榕江堤防片金关围堤防的穿堤涵闸，属金关围防洪（潮）体系的重要组成部分，与金关围堤防工程共同担负片区内的挡潮任务，捍卫潮阳区金灶镇的大部分区域，同时有效截断榕江潮水倒灌，保障片区内生产、生活不受影响。

3) 建设内容

大塭水闸工程主要建设内容包括重建水闸 1 座。

排涝水闸：设计排涝标准为 10 年一遇（P=10%），设计过闸流量 279.74m³/s，水闸总净宽 24m，共设 3 孔，单孔净宽 8m。

4.2.4.2 西胪港中闸

1) 工程原设计功能

根据原西胪港中闸设计资料，西胪港中闸功能为排涝、航运，西胪港中闸所在航道为西胪水，根据《广东省内河等外级航道技术等级方案》，西胪水航道现状技术、规划技术等级均为Ⅷ级。本次可研设计阶段，通过实地调查结合《韩江-榕江-练江水系连通潮水溪疏浚工程》，因西胪水属Ⅷ级航道，西胪水河口处西胪港大闸需经常开启，当西胪港大闸开启时，会引起下游咸潮上溯，影响潮水溪整个灌片农业上产，影响重大，此时需关闭西胪港中闸御咸蓄淡，以保障片区内农田灌溉任务，保证围内生产不受影响，形成完整外挡内排、灌溉与御咸蓄淡的并重的工程体系。

故本次可研论证西胪港中闸主要功能为排涝、御咸蓄淡、通航，西胪港中闸原设计功能有所改变，西胪港中闸重建后，闸孔布置方案为8m+6m+6m，且水闸的建设并未改变河流走势，通航水深等因素，闸宽布置满足通航Ⅷ标准要求。原设计方案与本次可研基本情况对比见表4.2-2。

表 4.2-2 西胪港中闸基本参数对比表

类型	原设计方案	本次可研
原闸孔尺寸（m） （孔数*闸宽）（总净宽）	1×5+4×3.1（17.4）	6+8+6(20)
主要功能	排涝、航运	排涝、御咸蓄淡、通航
工程规模	中型	中型
工程等别	Ⅲ等	Ⅲ等
主要建筑物级别	3	3
设计排涝标准	10年一遇	10年一遇
设计挡潮标准	/	/
设计过闸流量(m³/s)	162.52	142.34

2) 工程任务

西胪港中闸属棉北海堤片区水闸工程，其主要工程任务为排涝、御咸蓄淡，通航。西胪港中闸保护对象为潮阳区西胪镇、关埠镇，防护区常住人口 11.43 万人，保护农田面积 5.30 万亩。

3) 建设内容

西胪港中闸工程主要建设内容包括重建水闸 1 座，设计排涝标准为 10 年一遇 (P=10%)，设计过闸流量 142.34m³/s，水闸总净宽 20m，共设 3 孔，单孔宽度为 8m+6m+6m。

4.2.4.3 河溪排洪闸

1) 水闸原设计功能

根据原河溪排洪闸设计资料，水闸主要功能为排涝，本次可研设计阶段，通过实地调查结合《韩江-榕江-练江水系连通潮水溪疏浚工程》，河溪排洪闸下游口处河溪三十一斗闸开启时，会引起下游咸潮上溯，影响潮水溪整个灌片农业上产，影响重大，此时需关闭河溪排洪闸御咸蓄淡，以保障片区内农田灌溉任务，保证围内生产不受影响，形成完整外挡内排、灌溉与御咸蓄淡的并重的工程体系。

故本次可研论证河溪排洪闸主要功能为排涝、御咸蓄淡、河溪排洪闸原设计功能有所改变，原设计方案与本次可研基本情况对比见表 4.2-3。

表 4.2-3 河溪排洪闸基本参数对比表

类型	原设计方案	本次可研
原闸孔尺寸 (m) (孔数*闸宽) (总净宽)	6×3.6(21.6)	5×8(40)
主要功能	排洪	排涝、御咸蓄淡
工程规模	中型	中型
工程等别	III	III
主要建筑物级别	3	3
设计排涝标准	10 年一遇	10 年一遇
设计挡潮标准	/	/
设计过闸流量(m ³ /s)	223.34	311.08

2) 工程任务

河溪排洪闸属棉北海堤片水闸工程，为河溪水进入榕江的一座节制闸，主要工程任务为排洪、御咸蓄淡，保护对象为潮阳区河溪镇，河溪排洪闸与下游三十一斗闸构成片区内防洪（潮）排洪（涝）体系，防护区常住人口 12 万人，保护农田面积 1.5 万亩。

3) 建设内容

河溪排洪闸工程主要建设内容包括重建水闸 1 座，设计排涝流量 $311.08\text{m}^3/\text{s}$ ，水闸总净宽 40m，共设 5 孔，单孔净宽为 8m。

4.3 治涝范围及标准

4.3.1 治涝范围

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程治涝范围主要包含潮阳区金关围排涝片、棉北海堤排涝片部分区域。主要涉及行政区范围包含潮阳区金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇、棉北街道。金关围排涝片、棉北海堤排涝片涝区范围及本次工程布置详见图 4.3-1。



图 4.3-1 工程所在排涝分区及拟建工程位置分布图

4.3.1.1 榕江堤防金关围排涝片南片区

大塭水闸工程位于榕江堤防金关围排涝片南片区，榕江堤防片区主要分为三片，潮水溪以南为南部山区片，潮水溪以北分为北西平原片与北东平原片。南片区位于榕江下游右岸，西至仙桥河与揭阳市相望，南依小北山，北部紧邻金关围北部片区、东部为榕江，集水面积 58.56km²，片区包含金灶镇、关埠镇的部分区域，地势南高北低。

金关围南片区洪（涝）水，主要经潮水溪由大塭水闸、浮头湾水闸和尖头担水闸 3 个水闸排水，大塭水闸工程治涝范围及工程位置详见图 4.3-2。

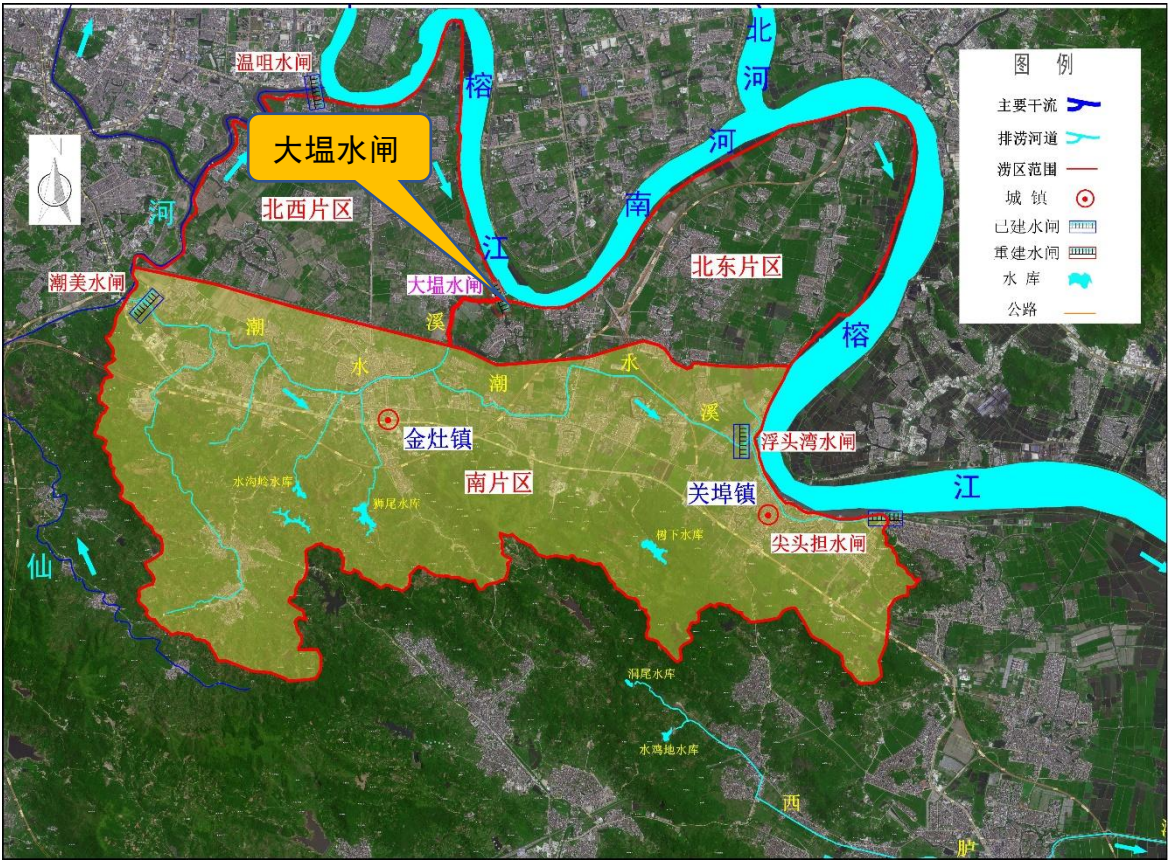


图 4.3-2 大塭水闸治涝范围及工程位置示意图

4.3.1.2 棉北海堤排涝片

棉北排涝片位于榕江下游右岸，北部、东部临榕江，南部、西部依小北山系，总集水面积 162.69km²。涝片跨关埠镇、西胪镇、河溪镇，地势西高东低，农用地地面高程基本上在 0.84m~1.54m，村庄、道路等建成物地面高程约为 1.74m~3.14m。根据水系及地形情况，将棉北排涝可分为 6 个排涝片区。

本次潮阳区榕江片区乡村示范带水利防汛排涝提升工程涉及棉北海堤排涝片中片区 3、片区 5，其中西胪港中闸位于排涝河道西胪港下游段，隶属片区 3；河溪排洪闸位于排涝河道河溪水下游，隶属于片区 5。棉北海堤排涝片排涝分区范围及各工程位置详见图 4.3-3。



图 4.3-3 棉北海堤工程治涝范围及工程位置示意图

4.3.1.3 工程对应排涝分区

本次潮阳区榕江片区乡村示范带水利防汛排涝提升工程涉及水闸对应排涝分区具体见表 4.3-1。

表 4.3-1 本次工程涉及水闸工程分区

水闸	片区名称	分区	排涝面积 (km ²)
大塍水闸	榕江堤防金关围	南片	58.56
西胪港中闸	棉北海堤	片区 3	25.59
河溪排洪闸		片区 5	50.94

4.3.2 工程等别及设计标准

4.3.2.1 工程等别

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程共重建、维修加固水闸 3 座。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《水闸设计规范》（SL265-2016）的相关规定，结合工程保护面积、防护区人口、保护农田面积等指标，综合确定本次大塍水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸等别均为Ⅲ等，工程规模为中型；详见表 4.3-2。

表 4.3-2 本次工程涉及水闸基本情况表

序号	所属乡镇	项目名称	性质	所在河流	设计过 闸流量 (m³/s)	工程等 别	规模
1	金灶镇	大塍水闸工程	重建	潮水溪	279.74	Ⅲ等	中型
2	西胪镇	西胪港中闸	重建	西胪港	142.34	Ⅲ等	中型
3	河溪镇	河溪排洪闸	重建	河溪水	311.08	Ⅲ等	中型

4.3.2.2 排涝标准

根据《治涝标准》(SL273-2016)、按照排涝片内人口、耕地、经济等指标，本次建设工程所在排涝片属于榕江片金关围排涝片、棉北海堤排涝片，保护对象均为乡镇，同时参照《汕头市防洪（潮）排涝规划（2020~2035）年》中规划成果，金关围排涝片、棉北海堤排涝片规划治涝标准重现期为 10 年一遇，故本工程排涝标准采用 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

4.3.2.3 挡潮标准

根据《防洪标准》(GB50201-2014)，按照各保护区内人口、耕地、经济等指标统筹协调局部与整体、上下游、左右岸、干支流的关系，本次建设工程所在流域属榕江下游，属赶潮区，榕江片防潮体系以榕江两岸堤防为主，本次建设工程属金关围、棉北海堤防洪（潮）工程体系中的重要组成部分，根据《汕头市防洪（潮）排

涝规划（2020~2035）年》中规划成果，金关围、棉北海堤堤围规划防洪（潮）标准为 50 年一遇，故本次工程挡潮标准采用 50 年一遇。

4.4 工程总体布局

4.4.1 已有规划布局

汕头市防洪体系以联围为单元，防洪工程由堤防及防洪（潮）水闸组成。排涝体系以排涝片为单元，排涝工程主要包含排涝河渠、截洪沟、排涝涵闸、排涝泵站等。根据《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022~2025）》，规划沿韩江、榕江、练江加固江堤 207.54km，其中达标加固 67.71km，主要位于榕江、练江；提标加固 139.83km，主要位于韩江；加固或重建防洪（潮）水闸 57 座。近、中期以问题为导向，以堤防、水闸达标加固为重点，构建洪潮封闭圈；远期以目标为导向，在继续完善防洪工程体系的基础上适度提标，为汕头发展织密织牢江河安澜的防洪网。

4.4.1.1 榕江堤防金关围

1) 防洪规划布局

金关围位于榕江下游右岸，上游沿榕江支流仙桥河右岸至潮尾水闸闭合，下游至关埠镇尖头担水闸连棉北海堤，堤防总长 33.48km，与棉北海堤联合保护潮阳城区及河溪、西胪、金灶、关埠 4 镇，现状防洪（潮）为 50 年一遇。目前，金关围已达标堤段长 9.98km，尚有 23.5km 堤段因堤顶欠高尚未达标，堤顶欠高 3.9m~0.9m（含防浪墙高度）。

近期规划重点为推进潮阳区金关围达标加固工程、全面补齐榕江片防洪（潮）体系短板，形成完整闭合的防洪（潮）网，使榕江片金关围整体防好好洪（潮）能力达到 50 年一遇。

2) 排涝规划布局

金关围排涝片位于榕江下游右岸，西至仙桥河与揭阳市相望，南依小北山，北部、东部为榕江片区内主要排涝河沟为潮水溪及潮水溪以北平原河网。目前，金关围排涝片排涝方式主要为自排，主要问题是暴雨期间仅可利用外江潮汐降落开闸抢排，缺乏强排设施。

针对金关围现状问题，规划疏通排涝通道：对竹桥港至大塭水闸排沟进行整治，整治长度 2.5km；补齐闸泵短板：重建大塭水闸，闸孔总净宽 24m；分别在大塭水闸旁、尖头担水闸旁新建大塭泵站、尖头担泵站，泵站设计流量为 $48\text{m}^3/\text{s}$ 、 $40\text{m}^3/\text{s}$ 。

4.4.1.2 棉北海堤片

1) 防洪规划

棉北海堤片位于广东省汕头市潮阳区北部榕江下游的右岸，与上游榕江堤防连接，形成一个完整的闭合防洪（潮）工程体系。棉北海堤与金关围共同筑成榕江右岸防洪（潮）体系，保护范围为潮阳城区及河溪、西胪、金灶、关埠 4 镇。棉北海堤现状防潮标准为 50 年一遇，未达标，主要是因为地基沉降，部分相邻堤段间出现错动，部分堤段堤顶高程也不能满足要求。

近期规划重点为推进潮阳区棉北海堤除险加固工程、全面补齐榕江片防洪（潮）体系短板，形成完整闭合的防洪（潮）网，使榕江片金关围整体防好洪（潮）能力达到 50 年一遇。

2) 排涝规划

棉北海堤排涝片位于榕江下游右岸，北部、东部临榕江，南部、西部依小北山系，总集水面积 162.69km^2 。涝片跨关埠镇、西胪镇、河溪镇，片区内洪涝水主要排洪(涝)沟为西胪港、桑田港、河溪港、华阳港、潮水溪，西胪港、桑田港、河溪港、华阳港自西向东或自西南向东北排入榕江。现状棉北海堤排涝片主要存在问题有部分河段断面较窄，河道过流能力不足；现状西胪港中闸、河溪三十一斗闸、华阳港闸属四类闸，存在严重的安全隐患；片区内西胪港中闸等 8 宗排水闸结构老化破损；片区内缺乏强排设施，不满足排涝标准要求。

规划措施包括水库水库挖潜、河沟整治、重建排涝水水闸、新建排涝泵站等。

4.4.2 工程防洪排涝总体布局

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程（一期）总体布局，为在充分分析现状堤围及排涝片区内现有防洪（潮）及排涝设施以及现有规划建设防洪治涝工程的基础上，针对现状堤围及涝区存在的短板问题，根据全

面规划、统筹兼顾、综合治理、因地制宜、科学治理等原则，采取针对性措施进行整治，确保全面解决内涝问题。

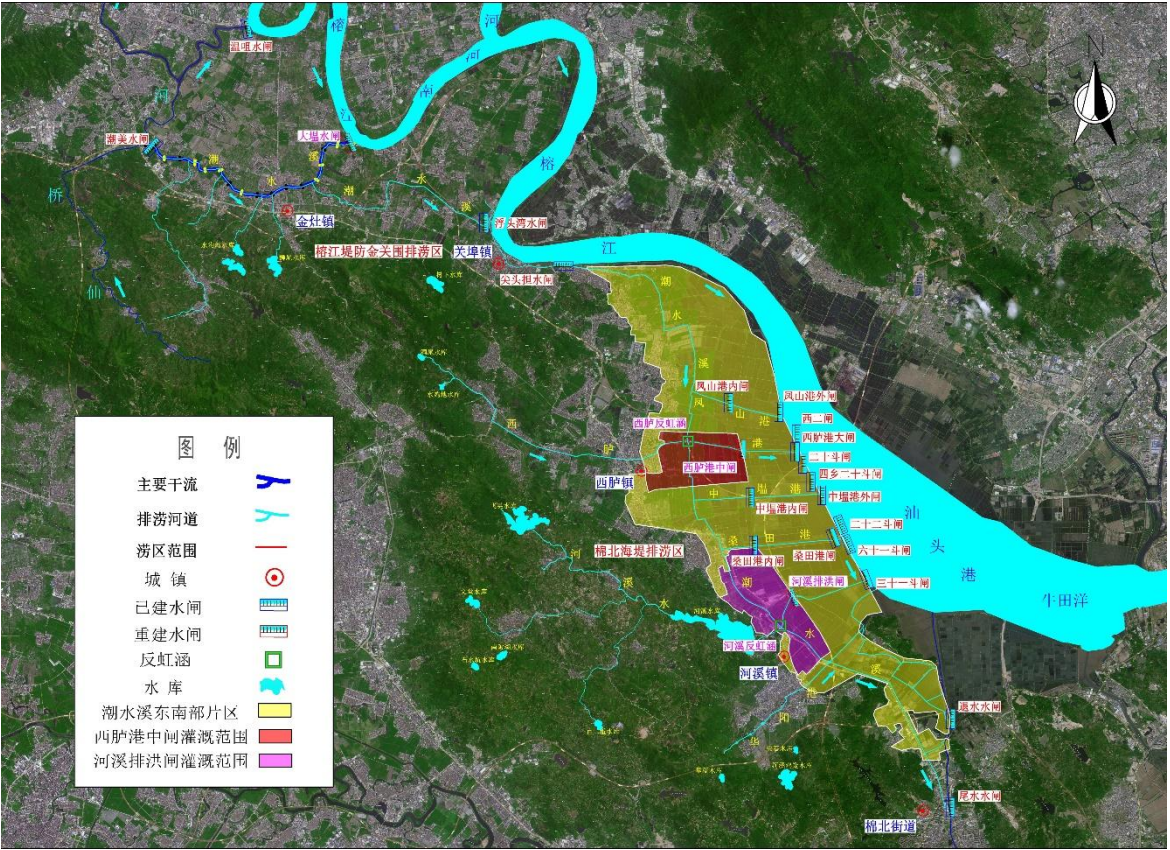


图 4.4-1 工程防洪排涝及灌溉范围示意图

（1）完善防洪布局体系建设

通过“上蓄、中截、下疏，沿江筑堤”的综合措施，在流域内已经初步构建了水库、河渠、低洼地带调蓄洪水，河道岸线整治，开挖卡口，畅泄洪水，建设堤防拦截洪水，扩宽河渠分泄洪水等多位一体的洪水控制体系。本次项目针对潮阳区榕江片区局部未达到防洪标准的、年久失修的涵闸进行闭合建设，防止洪水倒灌进入金关围、棉北海堤片区内。

（2）完善金关围排涝总体布局建设

以高水高排、低水低排为原则，充分利用现有截洪渠、山地河流，把山地洪水拦截进入支流内，分清主客水，减轻涝区排水压力。同时根据片区特点及地形特征考虑工程措施。本次项目针对潮阳区榕江片区局部涝区排涝设施受损，内河易涝成灾的问题，通过拆除重建排涝水闸等工程措施，保障围内生活、生产不受涝水侵害。

根据已批复的《汕头市潮阳区榕江堤防护岸工程可行性研究报告》以及实际地形情况分析，榕江堤防金关围片区内，区内洪(涝)水主要经潮水溪由大塭水闸、浮头湾水闸、尖头担水闸 3 个中型闸排入榕江；浮头湾水闸、尖头担水闸现状已完成拆除重建工作，重建水闸净宽分别为 15m 以及 6m，重建后加上现状大塭水闸，可排除涝区内 5 年一遇涝水；根据已批复的《汕头市防洪(潮)排涝专项规划(2020~2035)》成果，金关围规划排涝标准提高为 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干，因浮头湾水闸及尖头担水闸近期才重建完成，为使金关围片区内达到规划排涝标准，故需要扩大大塭水闸工程规模，加大闸宽，提高过闸流量，才能满足金关围内 10 年一遇排涝标准，规划考虑大塭水闸总净宽由现状 14.5m 扩至 24m。同时为响应《汕头市防洪(潮)排涝专项规划(2020~2035)》中建设内容，为金关围后期经济发展、防洪排涝需求提高等因素考虑，在潮水溪下游左岸开阔处，大塭泵站后期根据实际需求进行建设。

(3) 补充完善潮水溪灌溉体系，保障片区内灌溉用水

根据《韩江-榕江-练江水系连通潮水溪疏浚工程》，现状潮水溪疏浚工程的已投入运行，根据工程任务，潮水溪引水利用潮势顶托淡水倒灌，自榕江塭咀水闸取水，设计引水流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，后经棉城运河和龟海干渠后流入练江干流。本次工程涉及大塭水闸位于潮水溪段，西胪港中闸、河溪排洪闸所在西胪水、河溪水均位于潮水溪棉北海堤段下游，且与潮水溪连通，三座水闸皆为潮水溪的沿线支涌水闸。

因西胪水属Ⅷ级航道，西胪水河口处西胪港大闸需经常开启，当西胪港大闸开启时，潮水溪易通过西胪水流入榕江，无法保持其正常蓄水位，影响其灌溉供水功能；同理，当河溪水下游河口处三十一斗闸开启时，存在同样问题。

潮水溪进水口位于揭阳市南门渡附近的涂溪咀，由塭嘴水闸引水 10 个流量，解决练江流域下游水资源贫乏问题，保障沿岸 100 多万人生产生活用水，保护河道生态，潮水溪揭阳段从塭嘴水闸开始至潮尾水闸，长约 10km；从潮尾水闸开始，流经潮阳金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇，至棉城流入护城河，全长约 41.4km。潮水沿线众多支流与榕江相连接，为保障潮水溪供水，不受咸潮影响，需与沿线支流水闸共同组成潮水溪的御咸供水体系，满足两岸农业灌溉、生产生活、生态用水。根据图 4.4-1 可知，潮水溪现状已初步形成灌溉体系，潮水溪沿线人口较为密集，农田、鱼塘等农业需水量大，其中三洲榕南灌渠流经潮水溪北部、西北部片区，基本保障

金灶镇、关埠镇农业用水；东南部片区，即图 4.4-1 中黄色区域，主要涉及西胪镇，河溪镇，沿线均为农田、鱼塘，且没有主要引水来源，《韩江-榕江-练江水系连通潮水溪疏浚工程》利用榕江水位高时，自上游塭咀水闸取水，通过潮水溪河道，灌溉沿线西胪镇、河溪镇两岸农田等，潮水溪东南片区总面积 54.83km²，其中农田面积 21.36km²，鱼塘面积 33.47km²。当潮水溪东南片区引水灌溉时，自塭咀水闸取水后，同时关闭东南片区各河道二级水闸，如凤山港水闸、西胪港中闸、中塭港内闸、桑田港内闸、河溪排洪闸等，保障各片区内灌溉水位，形成约 3.2 万亩的淡水灌溉面积。其中本次工程涉及西胪港中闸灌溉面积 0.6 万亩，河溪排洪闸灌溉面积 0.8 万亩。

如潮水溪东南区片区内不设西胪港中闸、河溪排洪闸等二级水闸，当河口处水闸打开时，会引起下游咸潮上溯，影响潮水溪整个灌片农业上产，影响重大，故目前潮水溪东南部片区内，沿线河河道如凤山港、西胪港、中塭港、桑田港、河溪水河道中下游段均建设有内闸，当各河口处水闸打开后，关闭内闸以保障片区内农田灌溉任务，以保障围内生产不受影响，形成完整外挡内排、灌溉与御咸蓄淡的并重的工程体系。

西胪港中闸，可在西胪水下游河口处西胪港大闸开启时，关闸蓄水，保持西胪水西胪港中闸以上水位不低于 1.34m，保障围内生态环境补水，沿线灌溉、工业等生产用水；河溪排洪闸，可在河溪水下游河口处三十一斗闸开启时，关闸蓄水，保持河溪水河溪排洪闸以上水位不低于 1.34m，保障围内生态环境补水，沿线灌溉、工业等生产用水；确保潮水溪沿线片区内的淡水灌溉及其他各项功能，同时抵挡下游咸潮上溯，因此，西胪港中闸、河溪排洪闸等河口以上二级水闸建设是不可或缺且十分必要的。

在上述排涝总体布局前提下，本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程以系统全局治理为总领，局部排涝设施拆除重建为推进手段，解决涝区排涝不畅、咸潮上溯、保障淡水灌溉等问题，最终实现潮阳榕江片区防汛排涝总体布局建设任务。

本工程实施后，大塭水闸工程、西胪港中闸、河溪排洪闸连同金关围与棉北海堤堤防、堤围内现有防洪排涝工程，结合本次项目二期工程、三期工程及榕江片区远期规划建设完成后，共同承担榕江堤防下游金关围、棉北海堤段的防洪排涝重任、

组成完整的防洪排涝工程体系。在外江水位低时自排，在榕江水位高涨顶托时则利用河口处水闸，关闸挡水，同时关闭河口以上二级水闸，保持围内正常蓄水位，保障片区内灌溉用水，形成外挡内排、灌溉与御咸蓄淡的并重的工程体系。

4.5 工程规模

大塭水闸工程着重解决榕江堤防金关围排涝片南片区现状问题，西胪港中闸、河溪排洪闸解决棉北海堤排涝片现状问题。具有防洪（潮）排涝功能水闸的计算以治涝标准采用排涝标准采用 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干，挡潮标准采用采用 50 年一遇设计潮位，确定设计排涝、特征水位。

4.5.1 大塭水闸

4.5.1.1 排涝分区

1) 排涝分区现状

大塭水闸工程排涝分区为榕江堤防金关围排涝片南片区，金关围排涝片南片区面积 58.56km²，现状南片区洪（涝）水主要经潮水溪由大塭水闸（现状净宽 14.5m）、浮头湾水闸（净宽 15m）和尖头担水闸（净宽 6m）3 个水闸排水。其中浮头湾水闸、尖头担水闸已完成重建，排涝分区示意详见图 4.5-1。

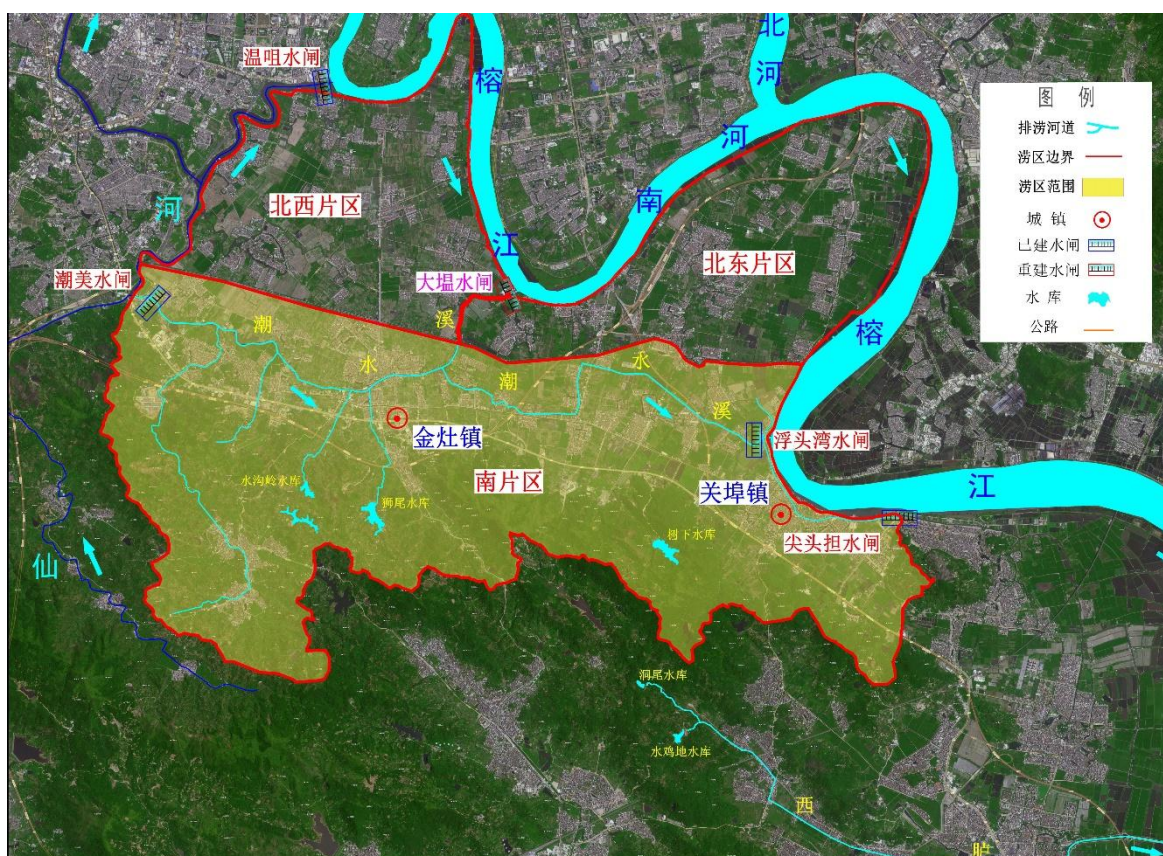


图 4.5-1 大塽水闸工程排涝分区范围示意图

目前，金关围排涝片南片区排涝方式主要为自排，暴雨期间利用外江潮汐降落开闸抢排，汛期潮水溪部分堤岸出现漫顶，在外江水位高涨时，片区内易受涝成灾。由于现状大塽水闸存在老化破损严重、现状闸宽较小导致过流能力不足等问题，本次工程拟拆除重建大塽水闸，补齐片区内现有水利工程短板，保护片区内生活、生产安全不受洪（涝水）侵害。

2) 涝区容积曲线

根据河道测量资料及地形图量测计算出金关围南片区水位~容积关系，南片区河槽的调蓄容积为河道 0.74m~2.0m 间的涌容，合计 237.32 万 m^3 。潮水溪两岸除了城镇区域外，其它区域有大量的农田及鱼塘，具有一定的调蓄能力，据地形图量后计算得出 0.74m 以上农田鱼塘蓄涝量为 657.7 万 m^3 ，因此大塽水闸工程流域内的调蓄容积为 895.02 万 m^3 ，潮水溪河道（不含农田、鱼塘调蓄）水位~容积统计成果见表 4.5-1:

表 4.5-1 金关围南片区（不含农田水面）水位~容积曲线成果表

水位 (m)	库容 (万 m ³)	水位 (m)	库容 (万 m ³)
0.74	0	1.64	146.14
0.84	14.72	1.74	165.75
0.94	29.62	1.84	185.53
1.04	44.68	1.94	218.88
1.14	59.91	2.04	239.32
1.24	75.31	2.14	255.93
1.34	92.56	2.24	274.71
1.44	109.97	2.34	293.66
1.54	127.55	2.44	312.78

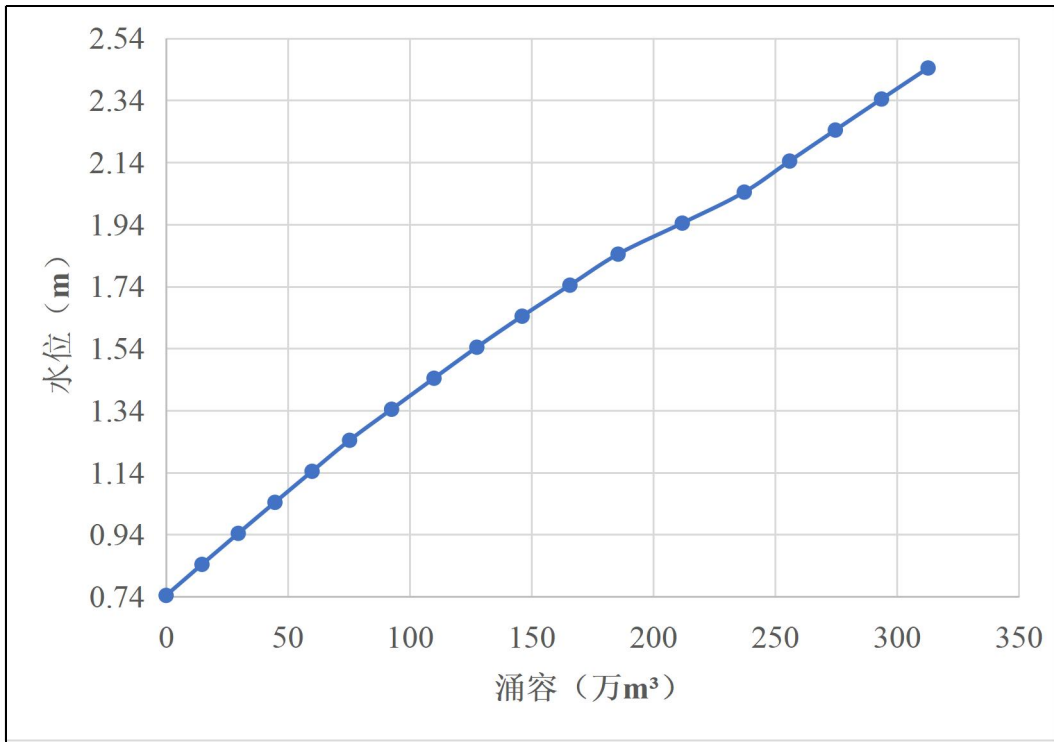


图 4.5-2 金关围南片区水位~容积曲线

3) 涝区特征水位

金关围南片区内主要排水渠道为潮水溪及其支流，地势南高北低，潮水溪以北地势平坦，潮水溪以南属山区片，地面高程普遍较高。

南片区易涝区范围主要为潮水溪两岸，易涝区面积为 30.4km²，易涝区内 1.5m 以下面积占地 6.09%、易涝区内 2m 以下面积占地 30.16%，农用地田面高程基本上在 0.7m~1.95m，村庄、道路等建成物地面高程约为 2.0m~4.0m。

金关围南片区地面高程情况见下表 4.5-2。

表 4.5-2 榕江堤防金关围南片区地面高程情况表

高程 1.5m 以下		高程 1.5~2.0 米		高程 2.0 ~2.5 米		高程 2.5 ~4 米	
控制 面积	所占 比例	控制 面积	所占 比例	控制 面积	所占 比例	控制 面积	所占 比例
(km ²)	%	km ²	(%)	(km ²)	(%)	km ²	(%)
1.85	6.09	7.32	24.08	8.35	27.47	12.88	42.37

(1) 涝区预排水位

根据地面高程情况，为保证排涝区内 90%鱼塘、农田不受淹，推算至闸前，本次设计预排水位取 0.74m。

(2) 涝区控制水位

综合考虑涝区内地形及设施情况，结合排涝区现状已建工程情况及现有规划，拟定本涝控制水位高程为 2.0m。

4.5.1.2 闸孔总净宽

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)，挡潮闸的闸孔总净宽应按最不利洪潮组合及潮型，并考虑上游河道调蓄能力、潮沙河口回淤对挡潮闸泄流的影响等因素，经调节计算确定。

水闸调洪计算公式如下：

$$V_2 = V_1 + \frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t - \frac{1}{2}(q_1 + q_2)\Delta t$$

式中：

- V₁、V₂——t 时段初、末的蓄水量，m³；
- Q₁、Q₂——t 时段初、末的入库流量，m³/s；
- q₁、q₂——t 时段初、末的出库流量，m³/s；
- Δt——计算时段长，s。

1) 闸孔总净宽比选方案

本次根据 4.5.1.1 章节，金关围南片区上述涝区涌容、特征水位、工程区布置及工程选址等情况，比选大塭水闸重建工程建设规模，依据大塭水闸已有前期工程规划，结合《汕头市潮阳区榕江堤防护岸工程可行性研究报告》、《汕头市防洪（潮）

排涝专项规划（2020~2035 年）》及本项目已有规划成果，本次选定 14.5m（1 孔 4m+3 孔 3.5m）、18m（3 孔 6m）、20m（1 孔 8m+2 孔 6m）、24m（3 孔 8m）、28m（1 孔 10m+3 孔 6m），共计 5 个闸孔总净宽方案，进行比选。大塍水闸不同闸宽方案比选见表 4.5-3：

表 4.5-3 大塭水闸不同闸宽方案比选表

排涝工程	方案	闸孔总净宽	备注
		(m)	
大塭水闸	方案 1	14.5	现状大塭水闸尺寸
	方案 2	20	方案比选
	方案 3	24	汕头市防洪（潮）排涝专项规划、 本工程项建阶段推荐
	方案 4	28	方案比选

2) 方案比选

(1) 调节计算成果

本次方案采用围内 10 年一遇设计洪水遭遇闸外榕江 5 年一遇最高潮位潮型情况下，水闸调蓄计算见表 4.5-6，根据水闸调节计算，，控制围内水位情况如表 4.5-4 所示：

表 4.5-4 闸宽方案调节计算成果表（P=10%）

参数	单位	水闸闸宽方案			
		14.5	20	24	28
最大下泄流量	m³/s	168.33	232.73	279.74	326.8
调蓄最高水位	m	2.08	2.03	2	1.99

(2) 闸宽与河宽比值

根据实地勘测结果，大塭水闸闸上河段上口宽度在 32.2m~40.5m 之间，根据计规范》（SL265-2016）章节 4.2.8 中表 1“水闸闸室总宽度与河道宽度的比值”要求（本次参照河道宽度 50~100m 的比值范围，取 0.6~0.75）。

本次不同设计闸宽方案与河宽比值成果见表 4.5-5 所示：

表 4.5-5 不同设计闸宽方案与河道宽度对比成果表

参数	水闸闸宽（m）			
	14.5	20	24	28
闸室总宽度与河道宽度比值	0.36~0.45	0.50~0.625	0.6~0.75	0.7~0.875
《水闸设计规范》要求	0.6~0.75			

根据表 4.5-5 所示，14.5m、20m、28m，3 种闸宽设计方案水闸闸室总宽度与河道宽度的比值，均不符合《水闸设计规范》（SL265-2016）中取值范围，不满足规范要求；

24m（3孔8m）：水闸闸室总宽度与河道宽度的比值为0.6~0.75，满足《水闸设计规范》（SL265-2016）中比值范围，满足规范要求。

（3）成果分析

根据《广东省列入全国专项规划内大中型病险水闸除险加固工程设计指导意见》的精神，重建后挡潮闸规模不应小于原规模。

根据表4.5-4中计算成果可知，当南片区遭遇10年一遇设计涝水时，随着大塭水闸设计闸宽自14.5m~28m变化时，金关围南片区内最高水位随之下降，水位变化范围为2.08m~1.99m。闸宽14.5m、20m设计方案，受限于过流能力，控制围内最高水位超过2m，均不满足排涝区水位要求。

由于水闸排涝同时受外江潮位过程、涌内蓄涝涌容、水闸过流能力等诸多因素影响，当大塭水闸设计闸宽采用24m时，已可满足围内最高水位不超过2m，满足需求，当设计闸宽从24m，增加至28m时，涝区水闸仍保持1.99m，不再下降，由此可知，水闸设计闸宽为24m时，最为合适，再增大设计规模，已毫无意义。

综上，根据调蓄计算成果、闸宽与河宽比值等参数，并考虑上游水位对沿河影响、占地及工程投资等因素，本次推荐闸孔总净宽24m（3孔8m）方案，以保证汛期片区内正常生活、生产。

表 4.5-6 金关围南片区调蓄排涝过程计算表（预排水位 0.74m、闸宽 24m）

时间	来水 流量	平均 来水量	时段 洪量	大塭 水闸	浮头湾 水闸	尖头担 水闸	闸排 洪量	河涌容积 变化	时段初 涌容容积	时段末 涌容容积	涌内 水位	典型潮位 过程
(h)	(m³/s)	(m³/s)	(万 m³)	(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)	(万 m³)	(万 m³)	(万 m³)	(万 m³)	(m)	(m)
0	40.96	0.00	0.00	20.00	12.50	5.00	0	0.00	387.85	387.85	0.74	-0.18
1	31.85	36.41	13.11	20.00	12.50	5.00	13.50	-0.39	387.85	387.45	0.74	-0.07
2	30.97	31.41	11.31	12.00	7.50	3.00	10.80	0.51	387.45	387.96	0.74	0.24
3	50.12	40.55	14.60	5.00	3.13	1.25	5.74	8.86	387.96	396.82	0.79	0.71
4	86.90	68.51	24.66	0.00	0.00	0.00	1.69	22.98	396.82	419.79	0.92	1.26
5	121.70	104.30	37.55	0.00	0.00	0.00	0	37.55	419.79	457.34	1.12	1.77
6	166.69	144.20	51.91	0.00	0.00	0.00	0	51.91	457.34	509.25	1.32	2.19
7	299.06	232.88	83.84	0.00	0.00	0.00	0	83.84	509.25	593.09	1.55	2.45
8	439.28	369.17	132.90	0.00	0.00	0.00	0	132.90	593.09	725.99	1.85	2.48
9	394.74	417.01	150.12	0.00	0.00	0.00	0	150.12	725.99	876.11	1.93	2.17
10	232.26	313.50	112.86	243.17	151.98	55.63	81.14	31.72	876.11	907.83	2.00	1.64
11	141.79	187.03	67.33	279.74	163.47	55.63	170.93	-103.60	907.83	804.23	1.89	1.13
12	87.59	114.69	41.29	250.72	156.70	55.63	173.14	-131.85	804.23	672.38	1.75	0.85
13	59.50	73.55	26.48	200.04	125.03	50.01	150.86	-124.39	672.38	547.99	1.43	0.87
14	48.20	53.85	19.39	55.00	34.38	13.75	86.08	-66.69	547.99	481.30	1.25	1.00
15	45.25	46.73	16.82	0.00	0.00	0.00	18.56	-1.74	481.30	479.56	1.24	1.22
16	51.22	48.24	17.36	0.00	0.00	0.00	0	17.36	479.56	496.92	1.29	1.50
17	52.63	51.93	18.69	0.00	0.00	0.00	0	18.69	496.92	515.62	1.34	1.77
18	51.98	52.31	18.83	0.00	0.00	0.00	0	18.83	515.62	534.45	1.39	2.03
19	50.47	51.23	18.44	0.00	0.00	0.00	0	18.44	534.45	552.89	1.44	2.19

时间	来水 流量	平均 来水量	时段 洪量	大塭 水闸	浮头湾 水闸	尖头担 水闸	闸排 洪量	河涌容积 变化	时段初 涌容容积	时段末 涌容容积	涌内 水位	典型潮位 过程
(h)	(m³/s)	(m³/s)	(万 m³)	(m³/s)	(m³/s)	(m³/s)	(万 m³)	(万 m³)	(万 m³)	(万 m³)	(m)	(m)
20	48.54	49.51	17.82	0.00	0.00	0.00	0	17.82	552.89	570.71	1.49	2.27
21	45.27	46.91	16.89	0.00	0.00	0.00	0	16.89	570.71	587.60	1.53	2.11
22	37.24	41.26	14.85	0.00	0.00	0.00	0	14.85	587.60	602.45	1.57	1.56
23	33.38	35.31	12.71	0.00	0.00	0.00	0	12.71	602.45	615.16	1.60	1.19
24	31.38	32.38	11.66	0.00	0.00	0.00	0	11.66	615.16	626.82	1.63	0.87

4.5.1.3 水闸规模

考虑到榕江堤防金关围内的排涝、防潮和灌溉问题。当外江水位高于围内水位，关闸挡潮；当外江水位回落，低于围内水位时，立刻开闸抢排。因此，对于重建水闸的规模、闸孔净宽和闸底高程主要根据其排涝标准来确定，闸顶高程主要由防潮标准来确定。

1) 水闸流量

大塭水闸主要功能是当外江水位低于内河水位时自流排水，大塭水闸为重建水闸，闸址位于潮阳区金灶镇大塭头潮水溪河口处，设计过闸流量按照榕江堤防南片区遭遇 10 年一遇洪涝水，大塭水闸、尖头担水闸、浮头湾水闸联合调蓄计算确定，按大塭水闸调蓄计算中最大下泄流量考虑，根据表 4.5-7 中成果，因此大塭水闸设计过闸流量为 $279.74\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 闸孔总净宽

根据 4.5.1.2 章节中计算结果，本次大塭水闸闸孔净宽度为 24m，单孔净宽 8m，共设 3 孔，其中 3 孔均可作为通航孔使用；水闸闸底高程与潮水溪出口规划河底高程一致，闸底板高程拟定为 -2.5m。

3) 特征水位

(1) 正常蓄水位

大塭水闸自 1961 年建成至今，已运行 60 余年，其正常蓄水位控制在 1.54m，从 1961 年至今运行情况看，该水位比较符合榕江下游的实际情况，即可较好地满足潮水溪上游两岸及支流两岸灌溉用水需要，故根据潮水溪下游两岸田面高程和原设计灌溉水位，本次大塭水闸工程正常蓄水位取值为 1.54m。

(2) 闸上设计水位

根据《水利工程水利计算规范》(SL104-2015)，排水闸的闸上（闸内）设计水位，可采用闸前排水河道或引河的设计水位，本次闸上设计水位取榕江堤防金关围南片区 10 年一遇排涝标准下涝区最高水位 2.0m。

(3) 闸下设计水位

根据《水利工程水利计算规范》（SL104-2015），为了最大限度地抢排涝水，总是在承泄区水位退落到略低于闸上水位时开闸，以抓住承泄区水位短暂回落的有利时机排水，一般以 0.1m~0.2m 的排水落差计算抢排流量。综合考虑，本水闸排水落差取 0.2m，即闸下设计水位取 1.80m。

（4）防洪（潮）水位

根据《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），水闸防洪（潮）标准取与榕江堤防防洪标准一致，即 50 年一遇。大塭水闸河口处的 50 年一遇洪水位 4.01m。

本次大塭水闸工程，闸上水位由水闸控制，根据调蓄计算确定设计洪水标准对应的闸上水位。大塭水闸特性表见表 4.5-7。

表 4.5-7 大塭水闸工程特性表

项目		单位	内容	备注
设计标准				
设计闸孔尺寸		m	24	单孔 8m*3 孔
工程规模			中型	
工程级别			2 级	
设计排涝标准			10 年一遇	
设计挡洪(潮)标准			50 年一遇	P=2%
设计过闸流量		m³/s	279.74	
排涝水位				
10 年一遇	闸上水位	m	2.0	
	闸下水位	m	1.80	
正常蓄水位		m	1.54	
防洪（潮）水位		m	4.01	（P=2%）

4.5.2 西胪港中闸

4.5.2.1 排涝分区

1) 排涝分区现状

西胪港中闸现状排涝分区为棉内海堤排涝片片区 3 的部分区域，排涝范围西至潮阳区谷饶镇，南临河溪镇，东部至西胪港中闸闸址处，北部至棉北海堤排涝片片区 2，包含潮阳区西胪镇及关埠镇局部区域。

根据棉北海堤排涝片区 3 周边地形地貌情况，结合潮阳区建设和规划，对本次排涝片区进行复核，经量算西胪港中闸闸址以上排水面积 25.59km²，现状排涝片区 3 洪（涝）水主要经西胪港由西胪港中闸（现状闸宽 17.4m），排涝分区示意详见图 4.5-3。

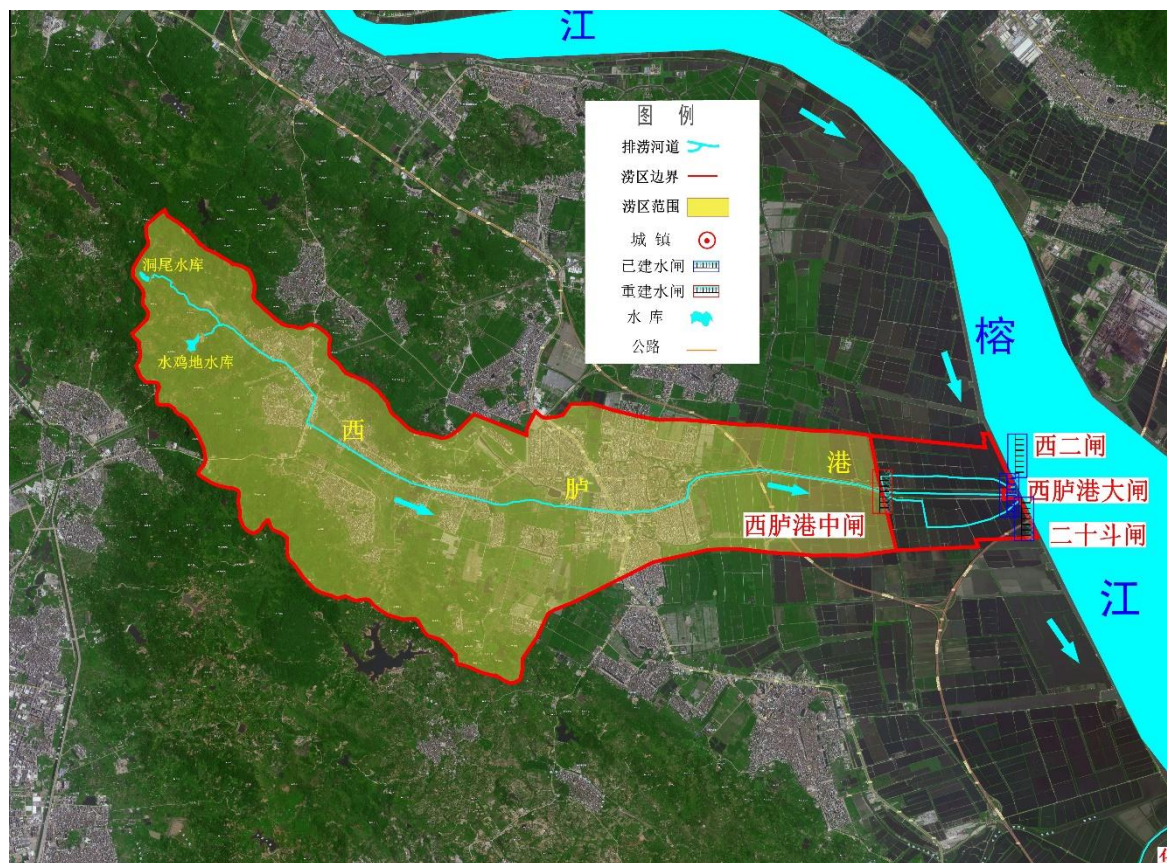


图 4.5-3 西胪港中闸工程排涝分区范围示意图

目前，棉北海堤排涝片片区 3 内排涝方式主要为自排，暴雨期间利用外江潮汐降落开闸抢排，根据现场调查，涝区现状西胪港中闸闸室主体工程砂浆老化严重，局部浆砂浆填充不饱满，存在脱落现象。启闭机室框架梁有两处裂缝，裂缝长度 1.1~1.4m，启闭机室板多处混凝土保护层爆裂，钢筋外露、锈蚀。本次对西胪港中闸进行拆除重建，以达到补齐片区内现有水利工程短板的目的，保护片区内生活、生产安全不受洪（涝水）侵害。

2) 调蓄容积曲线

根据河道测量资料及地形图量测计算棉北海堤排涝片片区 3 西胪港中闸闸址以上水位~容积关系，西胪港中闸闸址以上（不含农田、鱼塘调蓄）水位~容积统计成果见表 4.5-8:

表 4.5-8 西胪港中闸闸址以上（不含农田水面）水位~容积曲线成果表

高程 (m)	涌容 (万 m ³)	高程 (m)	涌容 (万 m ³)
-1	0.00	1.5	35.56
-0.5	3.44	2	44.66
0	9.17	2.5	53.77
0.5	17.36	3	62.87
1	26.46	3.5	71.69

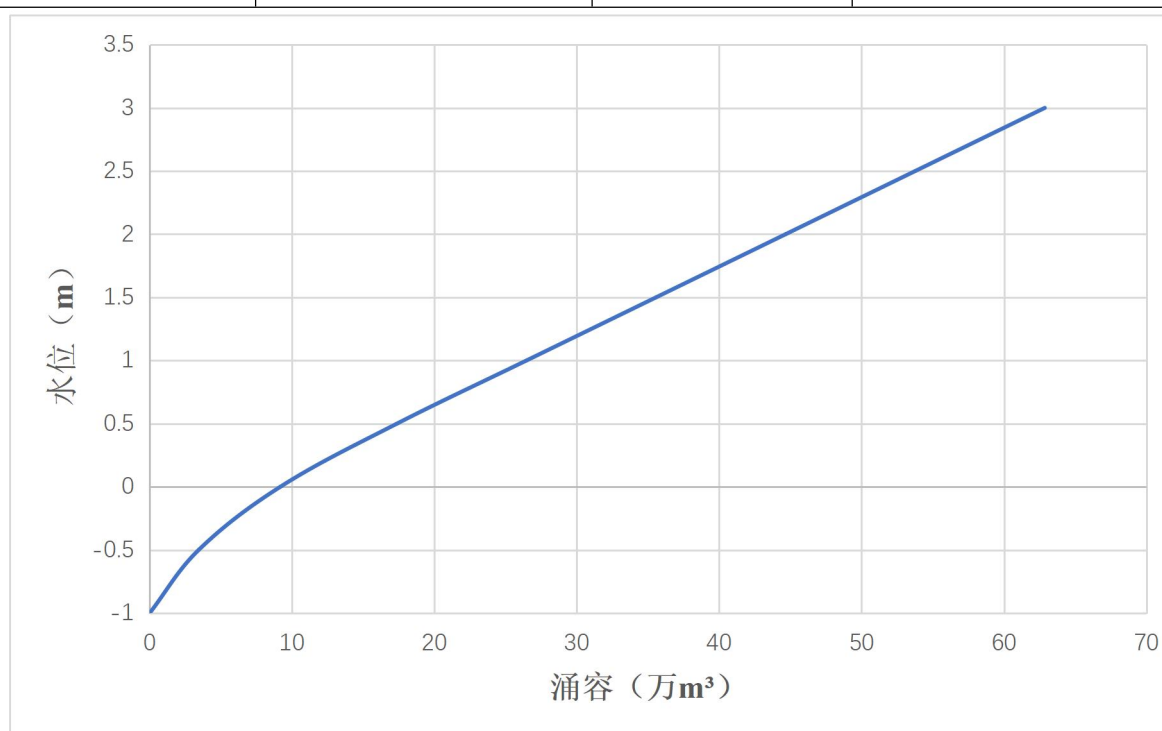


图 4.5-4 西胪港中闸闸址以上水位~容积曲线

3) 涝区特征水位

西胪港中闸所在排涝片内主要排水渠道为西胪港，片区内地势西高东低，围内大部分区域位养殖鱼塘。片区内易涝区范围主要为西胪港下游两岸，农用地田面高程基本上在 0.84m~1.6m，村庄、道路等建成物地面高程约为 1.74m~3.14m。

(1) 涝区正常蓄水位

西胪港中闸所在排涝片围内大部分区域为养殖鱼塘，为满足鱼塘养殖条件，必

须保证围内正常蓄水位 1.34m，同时结合片区地形条件，本次涝区常水位取值为 1.34m。

(2) 起调水位

根据地面高程情况，为保证排涝区内 90%鱼塘、农田不受淹，推算至闸前，本次设计起调水位取 1.34m。

(3) 涝区控制水位

综合考虑涝区内地形及设施情况，结合西胪港中闸所在排涝区现状已建工程情况及现有规划，拟定本涝控制水位高程为 2.44m。

4.5.2.2 水闸规模

西胪港中闸位于汕头市潮阳区的西胪港下游，距离棉北海堤 1.6km，现属于西胪镇管辖，西胪港中闸是 1 座以排涝、御咸蓄淡、通航为主要工程任务的中型水闸工程。本次根据西胪港中闸排涝片区内地形地貌及地理特征，综合分析确定西胪港中闸重建后规模，根据涝区内控制水位高程，通过不同规模水闸调蓄计算所得涝区水位高程控制情况，合理选定水闸规模，计算方法同 4.5.1.2 章节。

1) 闸孔总净宽

(1) 设计闸宽方案比选

本次根据西胪港中闸所在涝区涌容、特征水位、工程区布置及工程选址等情况，比选西胪港中闸建设规模，依据已有前期工程规划，结合已批复《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2020~2035 年）》及本项目规划成果，本次选定 3 个闸宽方案，为方案 1、方案 2、方案 3，设计闸宽分别为 17.4m、20m、22m。

表 4.5-9 西胪港中闸闸孔总净宽方案比选

排涝工程	方案	闸孔总净宽	备注
		(m)	
西胪港中闸	方案 1	17.4	现状西胪港中闸尺寸
	方案 2	20	汕头市防洪（潮）排涝专项规划、推荐
	方案 3	22	方案比选

经调蓄计算后，水闸最大下泄流量及调蓄区最高水位见表 4.5-10：

表 4.5-10 西胪港中闸工程规模方案比选方案计算成果

参数	单位	水闸闸宽方案		
		17.4m	20m	22m
最大下泄流量	m ³ /s	138.96	142.34	149.19
调蓄最高水位	m	2.45	2.36	2.36

（2）成果分析

根据表 4.5-10 中计算成果可知，当片区 3 遭遇 10 年一遇设计涝水时，随着西胪港中闸设计闸宽的增加，围内最高水位随之下降，水位变化在 2.36m~2.45m。由于水闸排涝同时受外江潮位过程、涌内蓄涝涌容、水闸过流能力等诸多因素影响，当西胪港中闸仍保持现状设计闸宽 17.4m 时，围内最高控制水位为 2.45m，已超过所在排涝片区内排涝控制水位，不符合片区内规划。

当西胪港中闸设计闸宽为 20m 时，围内最高水位可以控制在 2.36m，满足涝区控制水位要求，西胪港中闸设计闸宽增加至 22m 时，涝区水位仍保持 2.36m，涝区内最高水位未下降，由此可知，水闸设计闸宽为 20m 时，最为合适，再增大设计规模，造成工程投资增加，且实际意义不大，结合前期工程规划，考虑工程经济性，本次拟定西胪港中闸设计净宽为 20m，采用 3 孔，按照 8m+6m+6m 布置，3 孔中中侧闸孔（8m）作为通航孔使用。

2）水闸设计过闸流量

西胪港中闸排涝功能主要为当闸下水位低于内河水位时自流排水，中闸为重建水闸，闸址位于潮阳区西胪镇西胪港下游段，设计过闸流量按照棉北海堤排涝片区 3 遭遇 10 年一遇洪涝水时，水闸调蓄计算确定，见表 4.5-12，本次按西胪港中闸调蓄计算中最大下泄流量设计，因此西胪港中闸设计过闸流量为 142.34m³/s。

3）特征水位

（1）正常蓄水位

西胪港中闸自建成至今，已运行多年，仅在 2003 年重建启闭机室部分，其正常蓄水位控制在 1.34m，从多年运行情况看，该水位比较符合榕江下游的实际情况，即可较好地满足西胪港闸址以上围内鱼塘养殖用水及两岸灌溉用水需要，根据西胪港下游两岸田面高程和原设计鱼塘养殖及灌溉水位，并结合工程下游西胪港大闸调度运行规则，本次西胪港中闸工程正常蓄水位取值为 1.34m。

（2）闸上设计水位

本次闸上设计水位取棉北海堤排排涝片（片区3）10年一遇排涝标准下涝区最高水位 2.36m。

（3）闸下设计水位

根据《水利工程水利计算规范》（SL104-2015），本水闸排水落差取 0.15m，即闸下设计水位取 2.21m。

（4）校核水位

由于西胪港两岸较低，发生超十年一遇洪水时已超堤防设计标准，因此西胪港中闸校核水位采用两岸堤顶高程 2.60m。

（5）通航水位

①闸下设计通航特征水位

西胪港中闸位于西胪港河道下游，距离西胪港大闸约 1.6km。工程任务以排涝、御咸蓄淡为主，工程下游段有已建西胪港大闸，围内不受榕江潮汐影响。本次西胪港中闸闸下设计最高通航水位采用西胪港大闸闸上设计最高通航水位，闸下设计最低通航水位采用西胪港大闸闸上设计最低通航水位。

②闸上设计通航特征水位

西胪港中闸所在航道为西胪水，根据《广东省内河等外级航道技术等级方案》，西胪水航道现状技术、规划技术等级均为Ⅷ级，本次洪水重现期选择 2 年一遇。

综合考虑西胪港中闸正常蓄水位、排涝区现状及西胪港大闸工程运行规则，同时满足灌溉及景观需求，现状西胪水Ⅷ级航道，通航水深为 0.7m，结合现状西胪港中闸闸前河底高程，故本次综合考虑后闸上设计最低通航水位定为 0.1m

西胪港中闸工程特性表见表 4.5-11。

表 4.5-11 西胪港中闸工程特性表

项目	单位	内容	备注
设计标准			
设计闸孔尺寸	m	20	闸孔 6m+8m+6m
工程规模		小（1）型	
工程级别		4 级	
设计排涝标准		10 年一遇	

项目		单位	内容	备注
设计过闸流量		m³/s	142.34	
排涝水位				
10 年一遇	闸上水位	m	2.36	
	闸下水位	m	2.21	
校核水位		m	2.60	
正常蓄水位		m	1.34	
通航水位				
上游最高通航水位		m	2.21	2 年一遇涝区最高水位
上游最低通航水位		m	0.1	现状河底高程+通航水深
下游最高通航水位		m	2.18	西庐港大坝上游最高通航水位
下游最低通航水位		m	0.1	西庐港大坝上游最低通航水位

表 4.5-12 西胥港中闸闸宽 20m 水闸调蓄过程计算表

时间	闸下水位 (m)	闸上水位 (m)	水闸排出流量	水闸平均排出	水闸总排出水	洪水入流量	平均来水量	蓄涝容积蓄水
0	-0.18	1.34	0.00	0.00	0.00	17.29	0.00	32.73
1	-0.08	1.30	42.00	7.56	7.56	20.05	6.72	31.89
2	0.20	0.95	42.00	15.12	15.12	28.50	8.74	25.51
3	0.63	0.87	42.00	15.12	15.12	47.64	13.71	24.09
4	1.13	1.28	42.00	15.12	15.12	77.79	22.58	31.55
5	1.60	1.68	96.79	24.98	24.98	101.96	32.36	38.92
6	1.99	2.03	84.63	32.66	32.66	113.94	38.86	45.13
7	2.22	2.31	123.39	37.44	37.44	123.17	42.68	50.36
8	2.27	2.36	125.30	44.76	44.76	130.61	45.68	51.28
9	1.97	2.15	142.34	48.18	48.18	115.39	44.28	47.38
10	1.48	1.63	111.94	45.77	45.77	86.56	36.35	37.96
11	1.01	1.15	87.38	35.88	35.88	64.16	27.13	29.22
12	0.76	0.87	53.45	25.35	25.35	48.32	20.25	24.11
13	0.78	0.88	31.78	15.34	15.34	37.92	15.52	24.30
14	0.90	0.99	27.37	10.65	10.65	32.35	12.65	26.30
15	1.10	1.16	17.46	8.07	8.07	29.67	11.16	29.39
16	1.35	1.41	15.80	5.99	5.99	28.87	10.54	33.94
17	1.60	1.66	15.90	5.71	5.71	28.11	10.26	38.49
18	1.84	1.90	15.14	5.59	5.59	27.20	9.96	42.86
19	1.99	2.05	23.08	6.88	6.88	26.19	9.61	45.59
20	2.06	2.10	23.08	8.31	8.31	24.91	9.20	46.48
21	1.91	1.98	37.00	10.81	10.81	23.04	8.63	44.30
22	1.41	1.68	37.00	13.32	13.32	20.52	7.84	38.82
23	0.78	1.34	36.00	13.14	13.14	18.52	7.03	32.70

4.5.3 河溪排洪闸

4.5.3.1 排涝分区

1) 排涝分区现状

根据 2.6.2.2 章节中，棉北海堤片排水分区划分成果，河溪排洪闸属棉北海堤片排水分区中片区 5 中排涝工程，片区 5 集雨面积 68.97km^2 ，本片区内河溪水库(中型水库)集雨面积 45.7km^2 ；该片区主要通过河溪排洪闸、二十二斗闸、桑田港闸、六十一斗闸、三十一斗闸、部队闸 5 个水闸进行排水。河溪排排洪闸工程位置、片区内排涝工程分布及排涝范围见图 4.5-5。

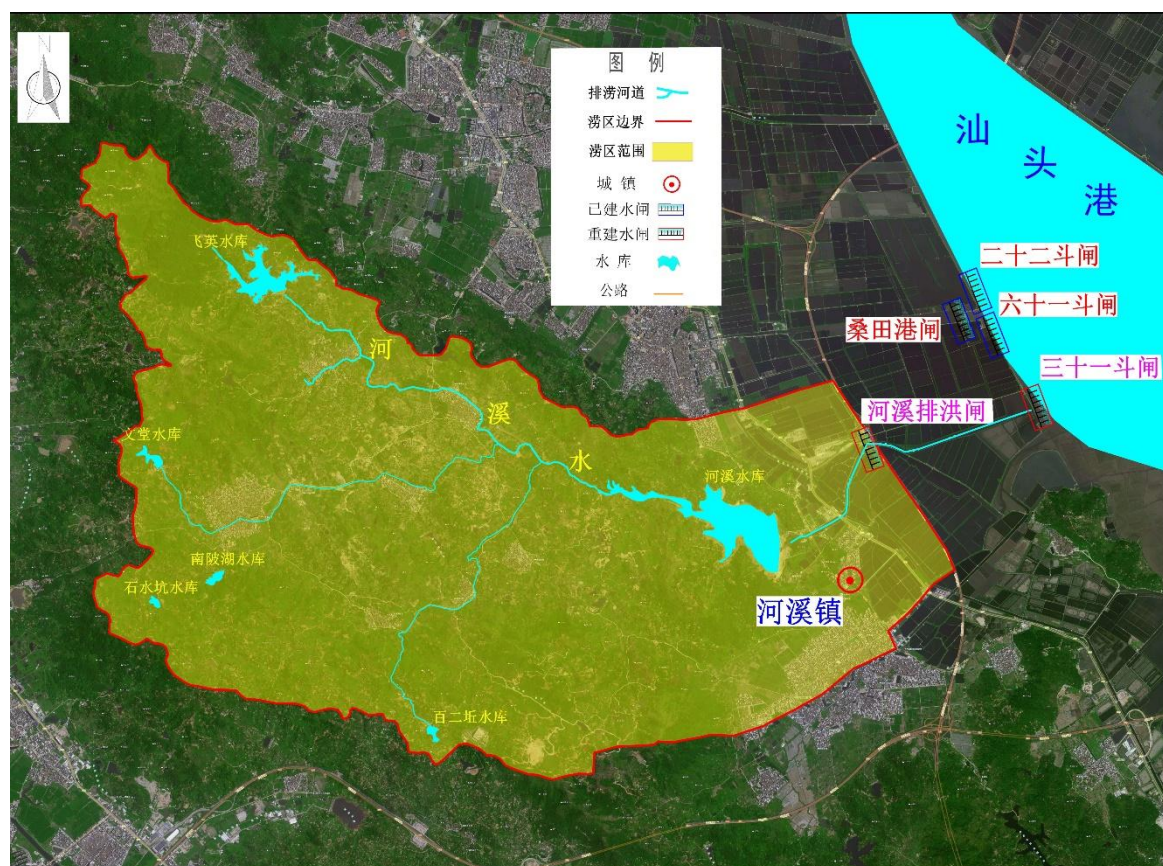


图 4.5-5 棉北海堤片河溪水排涝范围示意图

2) 调蓄容积曲线

片区 5 集雨面积 68.97km^2 ，本片区内河溪水库集雨面积 45.7km^2 ；河溪排洪闸与河溪水库区间的集雨面积为 5.24km^2 ，遭遇 10 年一遇设计暴雨时，通过河溪水库的调节作用加之河溪排洪闸与河溪水库区间地表径流向片区河道汇集，河道水位随

着降雨时间逐渐升高，形成河溪排洪闸控制片区的蓄涝容积，蓄涝容积见表 4.5-13，图 4.5-6。

表 4.5-13 河溪排洪闸（不包含鱼塘水田）蓄涝容积曲线

高程（m）	涌容（万 m ³ ）	高程（m）	涌容（万 m ³ ）
-0.5	0.12	2.5	27.73
0	3.14	3	33.38
0.5	7.40	3.5	39.20
1	12.08	4	45.18
1.5	17.08	4.5	51.50
2	22.27	5	58.04

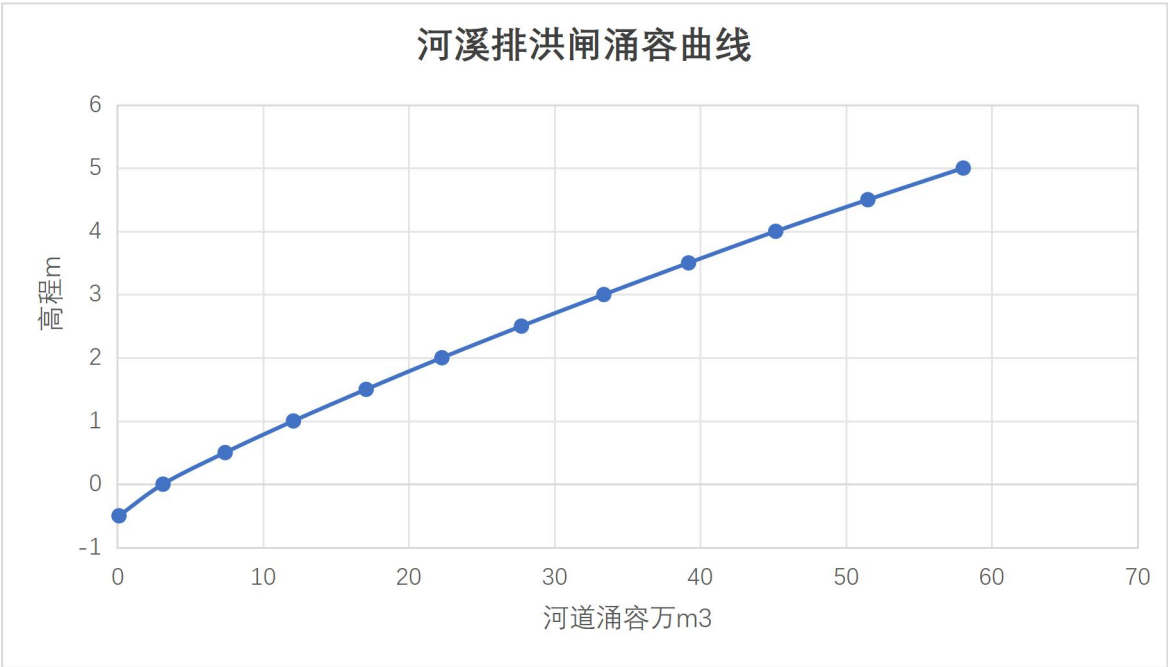


图 4.5-6 蓄涝容积曲线图

3) 涝区特征水位

河溪排洪闸所在排涝片内主要排水渠道为河溪水，片区内整体地势呈西高东低，流域上游建有河溪水库及飞英水库。片区内易涝区范围主要为河溪水库下游至河溪排洪闸之间，两岸农田及鱼塘等。

(1) 涝区正常蓄水位

河溪排洪闸至河溪水库之间，排涝片围内部分区域为养殖鱼塘，为满足鱼塘养殖条件，必须保证围内正常蓄水位 1.34m，同时结合片区地形条件，本次涝区常水位

取值为 1.34m。

(2) 起调水位

根据地面高程情况，为保证排涝区内 90%鱼塘、农田不受淹，本次设计起调水位采用围内正常蓄水位，为 1.34m。

4.5.3.2 水闸规模

河溪排洪闸位于汕头市潮阳区的河溪水中游，距离棉北海堤 2.4km，现属于河溪镇管辖，河溪排洪闸是 1 座以排河溪水库洪水、调节潮水溪，御咸蓄淡为主要工程任务的中型水闸工程。本次根据河溪排洪闸以排洪为主，兼具片区内地形地貌及地理特征，综合分析确定河溪排洪闸重建后规模，通过不同规模水闸调蓄计算所得洪水水位高程控制情况，合理选定水闸规模，计算方法同 4.5.1.2 章节。

1) 闸孔总净宽

(1) 设计闸宽方案比选

本次根据河溪排洪闸所在位置、特征水位、工程区布置及工程选址等情况，比选河溪排洪闸建设规模，依据已有前期工程规划，结合本次项目规划成果，本次选定 3 个闸宽方案，为方案 1、方案 2、方案 3，设计闸宽分别为 35m、40m、45m。

表 4.5-14 河溪排洪闸闸孔总净宽方案比选

排涝工程	方案	闸孔总净宽	备注
		(m)	
河溪排洪闸	方案 1	35	比选尺寸
	方案 2	40	本次工程推荐
	方案 3	45	比选尺寸

经调蓄计算后，水闸最大下泄流量及调蓄区最高水位见表 4.5-15：

表 4.5-15 河溪排洪闸工程规模方案比选方案计算成果

参数	单位	水闸闸宽方案		
		35m	40m	45m
最大下泄流量	m³/s	340.25	311.08	313.68
调蓄最高水位	m	3.62	3.47	3.42

(2) 成果分析

根据表 4.5-15 中计算成果可知，河溪排洪闸主要控制排泄河溪水库泄洪，当河溪排洪闸控制片区遭遇 10 年一遇设计洪水时，要保证河溪排洪闸叠加区间涝水，有足够的过流能力，保证洪水不出槽，随着河溪排洪闸设计闸宽的增加，围内最高水位随之下降，水位变化在 3.42m~3.62m。由于水闸排涝同时受外江潮位过程、涌内涌容、水闸过流能力等诸多因素影响，当河溪排洪闸设计闸宽 35m 时，闸上设计水位为 3.62m，加上波浪爬高安全超高 0.71m，高于闸上右岸堤防最高点，造成右岸防洪不封闭，如按此宽度进行设计，将大大增加右岸堤防加高工程量。

当河溪排洪闸设计闸宽为 40m 时，围内最高水位可以控制在 3.47m，加上波浪爬高安全超高 0.71m，比闸上右岸堤防绝大多数堤防底，只需适当进行对堤防加高，因重建水闸本身就要对两侧堤岸进行一定的处理，因此在工程量上不会有太大增加，由此可知，水闸设计闸宽为 40m 时，最为合适，增大设计规模到 45m，水位也只是下降 0.05m，同样有一部分堤防需要加高，因此再增大设计规模会造成工程投资增加，且实际意义不大，结合前期工程规划，考虑工程经济性，本次拟定河溪排洪闸设计净宽为 40m，采用 5 孔，按照 8m+8m+8m+8m+8m 布置。

2) 水闸设计过闸流量

河溪排洪闸排主要功能是平时保证潮水溪供水，汛期保障河溪水库下泄洪水能够顺利排出，因此本次按河溪排洪闸调蓄计算中最大下泄流量设计，因此河溪排洪闸设计过闸流量为 $311.08\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 特征水位

(1) 正常蓄水位

河溪排洪闸自建成至今，已运行多年，其正常蓄水位控制在 1.34m，从多年运行情况看，该水位比较符合榕江下游的实际情况，即可较好地满足闸址上游两岸及支流两岸灌溉用水需要，根据下游两岸田面高程和原设计灌溉水位，并结合工程下游三十一斗闸调度运行规则，本次河溪排洪闸工程正常蓄水位取值为 1.34m。

(2) 闸上设计水位

本次闸上设计水位取棉北海堤排排涝片（片区 3）10 年一遇排涝标准下涝区最高水位 3.47m。

(3) 闸下设计水位

根据《水利工程水利计算规范》(SL104-2015)，本水闸排水落差取 0.24m，即闸下设计水位取 3.23m。

表 4.5-16 河溪排洪闸工程特性表

项目		单位	内容
设计闸孔尺寸		m	40
工程规模			中型
工程级别			2 级
设计排洪（涝）标准			10 年一遇
设计过闸流量		m ³ /s	311.08
10 年一遇	闸上水位	m	3.47
	闸下水位	m	3.23
正常蓄水位		m	1.34

表 4.5-17 河溪排洪闸排洪（涝）调节计算													
时间	来水流量	平均来水量	时段洪量	河溪排洪闸			河溪排洪闸		闸排洪量	河涌容积变化	涌容容积	涌内水位	典型闸下水位过程
				hs/H0	淹没系数	流量系数	理论闸排流量	实际闸排排流量					
(h)	(m³/s)	(m³/s)	(万 m³)				(m³/s)	(m³/s)	(万 m³)	(万 m³)	(万 m³)	(m)	(m)
0	17.91			/	0.385	/	0.00	0.00	0.00	0.00	15.48	1.34	1.36
1	27.41	22.66	8.16	0.97	0.385	0.98	43.89	20.16	7.26	0.90	16.38	1.43	1.38
2	24.79	26.1	9.40	0.99	0.385	1.00	19.80	27.76	9.99	-0.60	15.78	1.38	1.37
3	15.34	20.065	7.22	0.99	0.385	1.00	32.28	20.90	7.52	-0.30	15.48	1.34	1.33
4	11.29	13.315	4.79	0.99	0.385	1.00	0.00	13.04	4.69	0.10	15.58	1.36	1.35
5	29.97	20.63	7.43	0.99	0.385	1.00	34.06	18.13	6.53	0.90	16.48	1.44	1.43
6	93.56	61.765	22.24	0.98	0.385	0.98	84.22	54.32	19.56	2.68	19.16	1.71	1.66
7	138.15	115.855	41.71	0.97	0.385	0.98	124.62	103.55	37.28	4.43	23.58	2.12	2.04
8	137.77	137.96	49.67	0.96	0.385	0.98	146.49	133.11	47.92	1.75	25.33	2.28	2.18
9	167.21	152.49	54.90	0.97	0.385	0.98	154.88	147.94	53.26	1.64	26.97	2.43	2.33
10	310.41	238.81	85.97	0.93	0.385	0.96	281.77	216.79	78.04	7.93	34.89	3.13	2.89
11	304.51	307.46	110.69	0.94	0.385	0.96	311.08	296.43	106.71	3.97	38.87	3.47	3.23
12	282.74	293.625	105.71	0.94	0.385	0.96	289.61	297.88	107.24	-1.53	37.34	3.34	3.12
13	93.66	188.2	67.75	0.98	0.385	0.98	136.05	214.26	77.13	-9.38	27.96	2.52	2.45
14	53.86	73.76	26.55	0.99	0.385	0.99	58.76	93.01	33.48	-6.93	21.03	1.88	1.86
15	32.84	43.35	15.61	1.00	0.385	1.00	42.56	42.19	15.19	0.42	21.44	1.92	1.91
16	22.15	27.495	9.90	1.00	0.385	1.00	37.24	36.16	13.02	-3.12	18.32	1.62	1.61
17	17.98	20.065	7.22	0.99	0.385	1.00	33.70	25.75	9.27	-2.05	16.28	1.42	1.41
18	21.28	19.63	7.07	0.99	0.385	1.00	32.99	20.74	7.47	-0.40	15.88	1.38	1.37
19	21.14	21.21	7.64	0.99	0.385	1.00	29.63	18.79	6.76	0.87	16.75	1.19	1.18
20	20.44	20.79	7.48	0.99	0.385	1.00	28.04	30.98	11.15	-3.67	13.08	1.1	1.09
21	20.63	20.535	7.39	0.99	0.385	0.99	25.56	24.35	8.77	-1.37	11.71	0.96	0.95
22	21.18	20.905	7.53	0.99	0.385	0.99	33.97	22.73	8.18	-0.66	11.05	0.89	0.87
23	20.68	20.93	7.53	0.99	0.385	0.99	22.72	23.27	8.38	-0.84	10.21	0.8	0.79
24	16.3	18.49	6.66	0.99	0.385	0.99	21.13	27.01	9.72	-3.07	7.14	0.71	0.7

4.5.4 水闸规模汇总

本次潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升工程共重建、维修加固水闸 3 座，本次工程项目规模汇总成果表见表 4.5-18。

表 4.5-18 工程项目规模汇总成果表

工程名称	原闸孔尺寸（m）	设计闸孔尺寸（m）	主要功能	工程规模	工程等别	设计排涝标准	设计挡潮标准	设计过闸流量
	（孔数*闸宽） （总净宽）	（孔数*闸宽） （总净宽）						（m³/s）
大塭水闸	1×4+3×3.55 （14.65）	3×8（24）	排涝、挡潮	中型	Ⅲ等	10 年一遇	50 年一遇	279.74
西胪港中闸	1×5+4×3.1 （17.4）	6+8+6（20）	排涝、御咸蓄淡、通航	中型	Ⅲ等	10 年一遇	/	142.34
河溪排洪闸	6×3.6（21.6）	5×8（40）	排涝、御咸蓄淡	中型	Ⅲ等	10 年一遇	/	311.08

4.6 工程调度运行方式

4.6.1 大塭水闸

大塭水闸工程位于潮水溪下游河口，是一座以排涝、挡潮功能为主的综合利用效益为一体的中型水利工程，工程的调度需要在满足排涝、挡潮等功能时，不对水闸其他功能产生重大不利影响。本阶段工程在结合工程调度现状的基础上拟定大塭水闸工程的调度运行原则。

1) 水闸工程调度原则

- (1) 统筹兼顾除害与兴利，局部服从全局，兴利服从抗灾；
- (2) 综合考虑上下游、左右岸的要求，合理利用水资源；
- (3) 服从榕江、潮水河流域防洪、排涝调度安排。

2) 水闸工程调度方案

水闸在正常情况下拦河截水，壅高水位至正常蓄水位 1.54m，以利灌溉，同时维持景观水位。

当天气预报将有暴雨来临时，结合实际水情，在暴雨前期尽可能利用水闸自排将河涌水位降至预排水位 0.74m，以腾出涌容蓄积涝水。

排涝期间，当外江水位高于内河水位时，关闭大塭水闸，利用河涌涌容调蓄，控制排涝最高水位不超过 2.0m，保证围内主要保护对象大部分不受淹，当外江水位低于内江水位时开闸，利用大塭水闸自流出水。

水闸的控制运用和管理操作，重点应避免在闸门的启闭过程中产生集中水流或折冲水流等不良流态。闸门可以在动水情况下启闭。大塭水闸单孔净宽 8m，共设 3 孔，泄流排水时，应先均匀分级开启中间位置的闸门，每隔 0.2m 为一档次，均匀分级开启两侧闸孔，直至全部开启。当下泄小流量时，可不必打开全部闸孔，可只均匀分级开启中间闸门。关闭时由两侧向中间分级均匀关闭。

4.6.2 西胪港中闸

西胪港中闸工程位于西胪港下游，是一座以排涝、御咸蓄淡功能为主、兼顾通航等综合利用效益为一体的中型水利工程，工程的调度需要在满足排涝等功能时，不对通航等功能产生重大不利影响。本阶段工程在结合工程调度现状的基础上拟定西胪港中闸工程的调度运行原则。

水闸在正常情况下拦河截水，壅高水位至正常蓄水位 1.34m，以利灌溉、通航等功能。

排涝期间，当西胪港中闸闸下水位高于内河水位时，关闭西胪港中闸，利用河涌容积调蓄，控制排涝最高水位不超过 2.44m，满足排涝片控制水位要求，保证围内主要保护对象大部分不受淹；当闸下水位低于内江水位时开闸，利用西胪港中闸自流出水。

水闸的控制运用和管理操作，同大塭水闸，见 4.6.1 章节。

4.6.3 河溪排洪闸

河溪排洪闸位于棉北海堤排涝片片区 5，是一座以排洪、御咸蓄淡功能为主的综合利用效益为一体的中型水利工程，同时承担着河溪水库下泄洪水的泄洪任务与河溪水库与河溪排洪闸区间的排涝任务，河溪排洪闸控制片区范围内，有城镇由养殖鱼塘，镇区相对地势较高，在正常情况下，为满足养殖条件，必须保证控制片区正常水位 1.34m。

当河溪水库泄洪时，河溪排洪闸闸门全开尽泄；当河溪排洪闸闸上水位高于闸下水位，且围内水位低于 1.34m 时，通过闸门开口高度控制排涝，维持围内正常水位；河溪排洪闸平时保持水闸关闭，配合河溪港南北闸保证潮水溪的供水。

暴雨来之前，对河道容积进行预排，以涌内 0m 水位为起调水位，当河溪水库泄洪时，闸门全开尽泄；当三十一斗闸闸上水位高于闸下水位，且围内水位低于 1.34m 时，通过闸门开口高度控制排涝，维持围内正常水位；当三十一斗闸闸上水位低于闸下水位时，保持闸门关闭，抵御外江洪（潮）水。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）

可行性研究报告

5 工程布置及建筑物

目录

5 工程布置及建筑物 1

 5.1 设计依据 1

 5.1.1 基本资料 1

 5.1.2 主要技术标准 2

 5.1.3 相关规划及工程文件 3

 5.2 工程等级和标准 4

 5.2.1 工程等别及洪水标准 4

 5.2.2 地震烈度 5

 5.2.3 合理使用年限及耐久性 5

 5.2.4 建筑物稳定安全系数 6

 5.3 工程选址及建筑物选型 7

 5.3.1 工程选址 7

 5.3.2 建筑物选型 12

 5.3.3 水闸地基处理设计比选 14

 5.4 工程总体布置 16

 5.5 主要建筑物 17

 5.5.1 大塭水闸 17

 5.5.2 西胪港中闸 20

 5.5.3 河溪排洪闸 21

 5.5.4 水闸计算 23

 5.6 工程安全监测 43

 5.7 主要建筑物工程量 44

5 工程布置及建筑物

5.1 设计依据

5.1.1 基本资料

5.1.1.1 水文气象

(1) 气象资料

练江流域南濒南海，地处亚热带，受海洋性季风气候影响强烈，气候湿润，雨量充沛。年平均气温 22℃，极端最高气温 38.8℃，极端最低气温 0.3℃；年平均日照时间 2009h；夏季盛行偏南风，冬季盛行偏北风，春秋季节盛行偏东风。最大风速 41m/s。多年平均降雨量 1850mm，多年平均蒸发量 1220mm。

(2) 水文资料

本次工程各水闸防洪特征水位详见表 5.1-1。

表 5.1-1 各水闸特征水位统计表

序号	水闸名称	性质	上游设计水位 (m)	防洪 (潮) 水位 (m)
1	大塭水闸	重建	2.00	4.01
2	西胪港中闸	重建	2.36	/
3	河溪排洪闸	重建	3.47	/

注：水闸的上游设计水位均为 10 年一遇排涝标准下的涝区最高水位。

5.1.1.2 地形、地质资料

a) 地形资料

水闸采用 2022 年 7 月最新实测 1:1000 平面地形图，地形图采用 2000 国家大地坐标系，1985 国家高程基准。

b) 地质资料

《广东省汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目（一期）工程可行性研究阶段工程地质勘察报告》（水利部珠江水利委员会珠江水利综合技术中心 2025 年 5 月）

c) 主要地质参数

表 5.1-2 岩（土）物理力学指标建议值

土层 编号	岩（土）层 名称	天然状态土的 物理力学指标				渗透 系数	压缩 系数	压缩 模量	天然 快剪		固结 快剪		慢剪				
		含 水 量	密度		孔 隙 比				粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角	粘 聚 力	摩 擦 角			
			湿	干													
		w	ρ_w	ρ_d	e_0				k	$a_{v100-200}$	$E_{s100-200}$	c_q	φ_q	c_{cq}	φ_{cq}	c_s	φ_s
		%	g/cm ³						cm/s	MPa ⁻¹	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	°
①	人工填土	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
②-1	淤泥	74.7	1.52	0.88	2.049	5.31E-08	3.526	1.18	6.0	2.3	9.3	7.8	13.6	12.2			
	淤泥质粉质粘土	62.5	1.61	1.01	1.720	4.34E-06	3.044	1.53	9.3	4.2	10.2	6.2	16.3	15.1			
②-2	粉质粘土	36.4	1.82	1.34	1.005	4.11E-07	0.668	3.68	17.7	6.9	23.2	7.9					
②-3	含泥中粗砂	$\alpha_c=42^\circ$ ； $\alpha_m=36^\circ$				1.60E-03			1	29							
③-1	粉质粘土	32.8	1.86	1.41	0.917	3.65E-07	0.512	4.16	18.8	9.1							
③-2	淤泥质粉质粘土	52.6	1.66	1.10	1.426	3.97E-08	0.935	2.76	9.1	5.3			16.7	12.4			
	含有机质粉质粘土	51.3	1.68	1.12	1.416	4.11E-05	1.362	2.66	12.1	4.7	16.2	12.2	20.6	16.1			
③-3	含泥中粗砂	$\alpha_c=41^\circ$ ； $\alpha_m=35^\circ$				1.60E-03			1	28							
③-4	砂质粉质粘土	29.4	1.90	1.47	0.825	2.03E-06	0.418	4.51	20.1	10.3	25.3	14.8	30.4	18.2			
③-5	含有机质粘土	37.4	1.82	1.33	1.020	4.05E-07	0.383	5.70	12.7	8.1	32.9	11.5					
③-6	含砾中粗砂	$\alpha_c=42^\circ$ ； $\alpha_m=36^\circ$				1.60E-03			1	29							
④-1	花斑粘土	30.0	1.90	1.46	0.842	1.48E-06	0.383	5.27	22.4	8.2	27.3	15.0					
④-2	砂质粉质粘土	23.0	1.98	1.61	0.667	6.86E-06	0.287	6.62	31.4	17.9							
	粘土	30.2	1.88	1.45	0.855	1.23E-06	0.375	5.01	29.5	9.7							
④-3	粉质粘土	45.5	1.74	1.20	1.249	5.20E-05	0.356	6.32	19.1	14.4							
④-4	含泥中粗砂	$\alpha_c=42^\circ$ ； $\alpha_m=37^\circ$				1.60E-03			1	30							
⑤	（残坡积）粉质粘土	24.2	1.95	1.57	0.713	3.44E-05	0.400	4.63	25.5	17.2							
⑥-1	（全风化）花岗岩	23.7	1.94	1.57	0.718	2.60E-05	0.281	6.26	24.7	18.3							
⑥-3	（弱风化）花岗岩	Fak=4000kPa							（结构面）								

5.1.2 主要技术标准

- （1）《水利工程建设标准强制性条文》（2020 版）；
- （2）《防洪标准》（GB50201-2014）；
- （3）《治涝标准》（SL723-2016）；
- （4）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- （5）《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）；
- （6）《城市防洪工程设计规范》（GB/T50805-2012）；
- （7）《河道整治设计规范》（GB50707-2011）；
- （8）《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

- (9) 《水利水电工程边坡设计规范》（SL386-2007）；
- (10) 《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；
- (11) 《水闸设计规范》（SL265-2016）；
- (12) 《水闸安全监测技术规范》（SL 768-2018）；
- (13) 《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；
- (14) 《砌体结构设计规范》（GB50003-2011）；
- (15) 《水工建筑物荷载设计规范》（SL774-2016）；
- (16) 《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）；
- (17) 《水利水电工程压力钢管设计规范》（SL/T281-2020）；
- (18) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- (19) 《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；
- (20) 《给水排水工程管道结构设计规范》（GB50332-2002）；
- (21) 《水利水电工程安全监测设计规范》（SL725-2016）；
- (22) 《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）；
- (23) 《钢管结构技术规程》（CECS280: 2010）；
- (24) 《农田排水工程技术规范》（SL/T4-2020）；
- (25) 《水工建筑物地基处理设计规范》（SL/T792-2020）；
- (26) 《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）；
- (27) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T618-2021）。
- (28) 《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
- (29) 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）。

5.1.3 相关规划及工程文件

- (1) 《汕头市潮阳区城乡总体规划（2017~2035 年）》（汕头市城市规划设计研究院，2018.07）；
- (2) 《汕头市潮阳区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》；
- (3) 《汕头市潮阳区国土空间总体规划（2020~2035 年）》（汕头市自然资源局潮阳分局，2022.05）；
- (4) 《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026）》；

- (5) 《汕头市防洪(潮)排涝专项规划(2022-2035 年)》(广东省水利电力勘测设计研究院有限公司, 2024.02);
- (6) 《汕头市水利改革发展“十四五”规划》;
- (7) 《汕头市水网建设规划(2017~2030)》(中水珠江规划勘测设计有限公司, 2018.09);
- (8) 《汕头市潮阳区农村水利治理规划》(2018-2027 年)。

5.2 工程等级和标准

5.2.1 工程等别及洪水标准

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程(一期)主要为金灶镇、西胪镇、河溪镇三镇水闸重建,拟重建水闸共 3 座。

重建大塭水闸位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸,闸址位于潮水溪与榕江河交汇处。大塭水闸主要功能为排涝、蓄水、挡潮等,水闸设计排涝标准为 10 年一遇,水闸设计排涝流量为 $279.74\text{m}^3/\text{s}$,挡潮标准 50 年一遇。

重建西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部,主要功能为排涝、蓄咸御咸、通航等,水闸设计排涝标准为 10 年一遇,水闸设计排涝流量 $142.34\text{m}^3/\text{s}$ 。

重建河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部,主要功能为排涝、御咸蓄淡,水闸设计排涝标准为 10 年一遇,水闸设计排涝流量为 $311.08\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据《防洪标准》(GB50201-2014),水闸过闸流量介于 $100\sim1000\text{m}^3/\text{s}$ 之间,工程等别为 IV 等,规模为小(1)型。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017),穿越堤防的永久性水工建筑物级别不应低于相应堤防的级别。本项目大塭水闸为金关围堤防的穿堤建筑物,金关围堤防为 2 级堤防,因此大塭水闸主要建筑物级别不应低于 2 级。根据各建筑物型式及规模、效益指标,确定建筑物级别及防洪(潮)标准如下表。

表 5.2-1 洪(潮)水标准及建筑物级别

水闸名称	设计排涝流量 m^3/s	引水流量 m^3/s	装机规模 MW	设计排涝标准	设计挡潮标准	主要建筑物级别	次要建筑物级别
大塭水闸	279.74	/	/	10	50 年一遇	2	4

水闸名称	设计排 涝流量 m ³ /s	引水流量 m ³ /s	装机规模 MW	设计 排涝标准	设计挡潮 标准	主要建筑 物级别	次要建筑 物级别
西胪港中闸	142.34	/	/	10	/	3	4
河溪排洪闸	311.08	/	/	10	/	4	5

5.2.2 地震烈度

根据 1:400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），金灶镇、西胪镇基本地震动峰值加速度为 0.15g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为Ⅶ度，河溪镇基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，对应地震基本烈度为Ⅷ度。

根据《水工建筑物抗震设计规范》（GB51247-2018）表 4.1.3 对场地类别的划分，本项目大塭水闸、西胪港中闸均属软弱场地，因此场地类别均为Ⅲ类。根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010[2016 年版])3.3.3 条，“建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区，除本规范另有规定外，宜分别按抗震设防烈度 8 度（0.20g）和 9 度（0.40g）时各抗震设防类别建筑的要求采取抗震构造措施”。因此本工程各建筑物抗震设防烈度均为 8 度，按地震动峰值加速度 0.20g 进行抗震计算。

5.2.3 合理使用年限及耐久性

（1）水工建筑物使用年限

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）条文 3.0.2，IV 等排涝工程合理使用年限 30 年。

根据条文 3.0.3，“水利水电工程各类永久性水工建筑物的合理使用年限，应根据其所在工程的建筑物类别和级别按表 3.0.3 的规定确定，且不应超过工程的合理使用年限”。本工程中 2 级水闸对应的合理使用年限为 100 年，但工程合理使用年限为 50 年，因此按不超过工程合理使用年限的要求，2 级水闸合理使用年限为 50 年。4 级水闸合理使用年限为 30 年。

（2）材料要求

大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸等闸室部分、翼墙等部分所处为海水浪溅区、海水水位变化区环境，按侵蚀环境类别五类考虑。

大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸等启闭机排架、管理房等部分所处为海上大气区环境，按侵蚀环境类别四类考虑。

根据规范表 4.3.2 “注 7：炎热地区的海水水位变化区和浪溅区，混凝土的各项耐久性基本要求宜按表中的规定适当加严”。本工程考虑添加抗海水腐蚀外加剂。

5.2.4 建筑物稳定安全系数

(1) 根据《水闸设计规范》（SL265-2016），2 级、3 级、5 级水闸抗滑稳定安全系数、抗浮稳定安全系数以及基底应力不均匀系数允许值见表 5.2-2。

表 5.2-2 水闸抗滑、抗浮稳定安全系数及不均匀系数允许值表

建筑物级别	荷载组合		抗滑稳定安全系数	抗浮稳定安全系数	应力不均匀系数
2 级	基本组合		1.30	1.10	2.0
	特殊组合	I	1.15	1.05	2.5
		II	1.05		
3 级	基本组合		1.25	1.10	2.0
	特殊组合	I	1.10	1.05	2.5
		II	1.05		
4 级、5 级	基本组合		1.20	1.10	2.0
	特殊组合	I	1.05	1.05	2.5
		II	1.00		

注：特殊组合I适用于施工情况、检修情况及校核洪水情况；特殊组合II适用于地震情况。

(2) 地基渗透稳定

根据地勘报告，各土层渗透系数和允许渗透坡降值见表 5.2-3。

表 5.2-3 允许冲刷流速及允许水力比降表

层序	土层名称	渗透系数	允许冲刷流速	允许水力比降
①	人工填土	4.80E-04	0.25	/
② ₋₁	淤泥	4.62E-08	0.65	0.31
② ₋₂	粉质粘土	9.48E-07	0.65	0.43
② ₋₃	淤泥质粉质粘土	2.89E-07	/	0.31
② ₋₄	砂质粘土	4.33E-05	0.5	0.2
	泥质砂层	4.84E-03	0.35	0.46
② ₋₅	粘土	1.52E-06	0.7	0.44
② ₋₆	泥质砂层	1.99E-02	0.35	0.2
③ ₋₁	花斑粘土	1.16E-06	0.65	0.46
③ ₋₂	砂质粉质粘土	1.00E-06	0.65	0.47
③ ₋₃	含有机质粘土	5.15E-07	/	0.45
③ ₋₄	泥质砂层	7.01E-03	0.35	0.2
③ ₋₅	粘土	3.97E-06	0.7	0.46
④	（残积）粉质粘土	7.56E-06	0.75	0.45

(3) 本工程挡墙基础均位于土质地基上，根据《水工挡土墙设计规范》

（SL379-2007），土基上 2 级、3 级、4 级、5 级挡土墙安全系数及最大最小应力比

应满足表 5.2-4 的要求。

表 5.2-4 土基上挡土墙抗滑稳定安全系数

建筑物级别	荷载组合	抗滑安全系数	抗倾覆安全系数	最大最小应力比
2 级	基本荷载组合	1.30	1.50	2.0
	特殊荷载组合I	1.15	1.40	2.5
	特殊荷载组合II	1.05	1.40	2.5
3 级	基本荷载组合	1.25	1.50	2.0
	特殊荷载组合I	1.10	1.40	2.5
	特殊荷载组合II	1.05	1.40	2.5
4 级、5 级	基本荷载组合	1.20	1.40	2.0
	特殊荷载组合I	1.05	1.30	2.5
	特殊荷载组合II	1.00	1.30	2.5

注：特殊组合I适用于施工情况及校核洪水位情况，特殊组合II适用于地震情况。

5.3 工程选址及建筑物选型

5.3.1 工程选址

5.3.1.1 选址原则

本次水闸的站址选择主要根据以下原则进行：

- (1) 水闸选线首要考虑过流要求，宜选择河宽较大位置，水闸轴线宜与河道中心线正交；
- (2) 地形地质条件较好，水闸过流条件较好，运行管理方便；
- (3) 便于导流建筑物及施工营地布置；
- (4) 水闸建设尽量避免房屋拆迁及征占基本农田，工程征地数量少，对环境的影响较少；
- (5) 尊重地方风俗，尽量避免改变道路格局；
- (6) 投资合理，节能降耗。

5.3.1.2 大塍水闸选址

(1) 大塍水闸选址选线

拟重建大塍水闸位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，原大塍水闸闸址位于潮水溪与榕江河交汇处，原水闸共 4 孔，水闸过水净宽 14.65m。大塍水闸主要功能为排涝、蓄水、挡潮等。

根据拟重建水闸所处榕江右岸堤防布局、上游河道走线和排涝需求，大塭水闸场址基本维持原址重建，可选轴线方案为原址重建和移址重建两种，方案比选示意图如下。

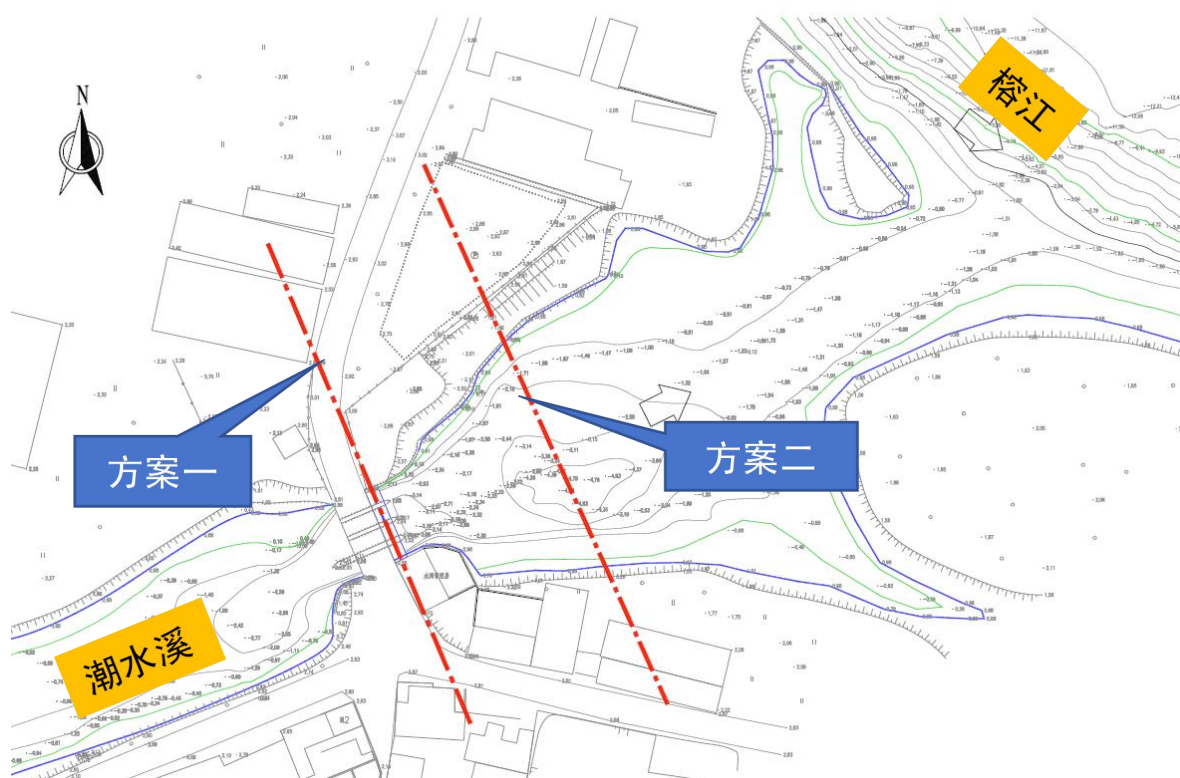


图 5.3-1 大塭水闸选址选线示意图

本阶段选择的两个轴线方案，根据水闸的功能、特点和运用要求，综合考虑地形地质、交通、防洪（潮）排涝、征地、运行管理等方面因素，经综合比较选定。

1) 方案一：原大塭水闸轴线

水闸布置在现有水闸位置，上游为交通桥，下游为闸门及启闭机室，上游侧闸顶交通桥与现状两岸道路对齐，上游衔接内河，下游衔接原内河出口河床。

2) 方案二：原大塭水闸下游 40m。

水闸主体结构布置方式同方案一。区别在于水闸交通桥与现状道路衔接部分，增加部分征地。上游衔接内河，下游衔接榕江。

3) 方案比选

表 5.3-1 大塍水闸场址优缺点比较表

比选方案	方案一	方案二
地形	原闸口附近河床宽度约 35m，两岸均为厂房或民房，需进行拓宽	河床宽度约 60m，满足水闸布置需求
对外交通	原闸址需恢复交通，厂内外交通共用交通桥	原闸拆除后重建交通桥，厂内外交通互相独立、互不干扰
征地	需临时征拆左右岸上下游侧部分厂房和民房，征拆难度较小	需永久征拆部分土地及民房用于连接道路，征拆难度相对较大。
运行管理	水闸合并布置，内外交通共用交通桥，运行管理不便	水闸合并布置，内外交通分离，厂区封闭管理，运行管理方便
投资	6981.28.万元	7304.36 万元

考虑到原址方案征拆难度相对较小，运行管理方便，投资较省等优点，本阶段推荐方案一（原大塍水闸原址重建方案）。

5.3.1.3 西胪港中闸选址

西胪港中闸位于榕江西岸的西胪港中部，主要功能为排涝、蓄淡御咸、通航等，所处河道宽 38~80m，旧闸总净宽 17.4m。

根据现场地形和河道情况，原西胪港中闸位于西胪港中部，所在河道为西胪水，旧闸址上游侧河道宽约 38m、下游侧宽 45m~80m，左岸堤顶高程 2.5m~3.5m，右岸岸顶高程 2.1m~3.9m，河道左右两岸分布着大量鱼塘。根据水闸布置需要，旧闸上游侧地形偏窄，涉及征拆两岸鱼塘及基本农田侵占，因此不做考虑；初步拟定以下 2 个闸线方案，进行比选。

（1）闸线一：上闸线（原址重建）

水闸在原址进行拆除重建，从上至下布置铺盖段、闸室段、消力池段、海漫段及防冲槽段，闸室段共 3 孔，6m+8m(通航孔)+6m，泄流总净宽 20m；闸顶布置交通桥，桥宽 5.0m；闸室右岸下游侧布置管理房。

（2）闸线二：下闸线（原西胪港中闸下游 36m）

水闸主体结构布置方式同闸线一。区别在于管理房布置在水闸右岸上游侧，同时左岸需新建连接堤 32m、右岸新建连接堤 25m，为行洪安全需拆除旧闸两侧的连接堤。

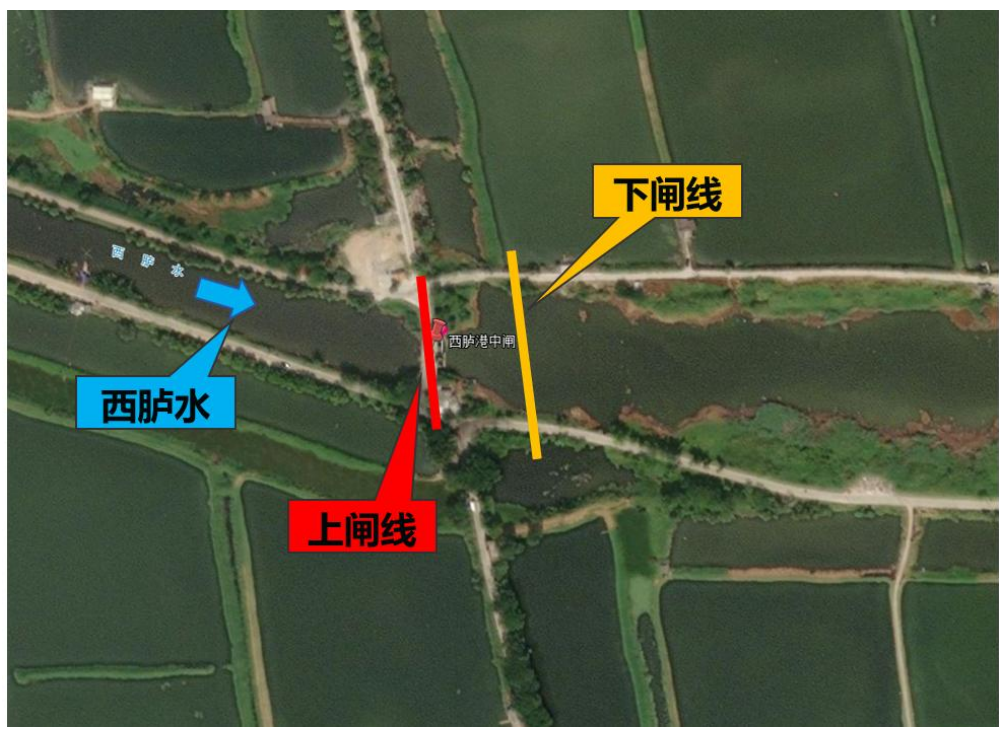


图 5.3-2 西胪港中闸闸线比选示意图

(3) 闸线比选

表 5.3-2 西胪港中闸闸线优缺点比较表

比选方案	上闸线（原址重建）	下闸线（旧闸下游 36m）
地形	原址重建，旧闸总宽 23m，旧闸两侧为现状连接堤	下游侧宽 45m~80m，左岸堤顶高程 2.5m~3.5m，右岸岸顶高程 2.1m~3.9m，河道左右两岸分布着大量鱼塘；下闸线地形较宽，有利于避开征拆两岸鱼塘
地质条件	闸基下伏主要地层为②-1 淤泥、②-2 粉质粘土，基础坐落在淤泥层，需进行地基处理	同上闸线
工程布置与运行管理	原址重建后，水闸维持原有功能，工程与现有交通道路衔接平顺；同时旧闸位于榕江堤防第二道防线（即老堤防位置），原址重建不影响防洪封闭	移址重建，闸线下移 36m，左岸需新建连接堤 32m、右岸新建连接堤 25m，为行洪安全需拆除旧闸两侧的连接堤；工程与现状道路布局及老堤防衔接不顺，影响榕江第二道防线的防洪封闭；水闸有御咸蓄淡功能，移址重建破坏原有的咸淡生态平衡
工程占地	新增占地 15.3 亩	新增占地 21.9 亩
工程投资	2277.08 万元	2359.99 万元

经综合比较地形、地质、工程布置、管理、占地及投资等因素，上闸线（原址重建）方案在工程布置上与现状道路、老堤防的衔接更为平顺，占地、总投资较少，故本次工程西胪港中闸重建，推荐上闸线（原址重建）方案。

5.3.1.4 河溪排洪闸选址

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)条文说明第 3.0.3 条“为了保证节制闸或泄洪闸泄水(特别是汛期泄洪)通畅,减少对上、下游河(湖)床的冲淤影响和对堤防的威胁,节制闸或泄洪闸闸址宜选择在河道顺直、河势相对稳定的河段”的原则,结合河溪水现状河流走向以及河道宽度,可选闸址的河段主要为原闸址河溪排洪闸上下游 2km 范围内。河溪排洪闸是排洪闸,同时兼顾挡咸蓄淡功能。在该范围内初步选定上、下两个闸址方案进行比选。

(1)上闸址:位于原闸址上游 500m,该处位置的河道宽 60m,河道顺直,两岸均为河道堤防,堤防外侧均为农田。

(2)下闸址(即原闸闸址):采用原址重建,水闸新轴线位与旧闸轴线一致。该处位置的河道宽 100m,河床高程为-0.41m~-0.7m。两岸建有堤防,堤顶高程为 4.14m~4.64m。

表 5.3-3 河溪排洪闸场址优缺点比较表

比选方案	上闸址	下闸址
施工布置	水流平顺,河宽较窄。距离旧闸址 0.5km,重建后需搭建用电线路,修复两侧交通道路。	原址重建,水闸基础及两侧连接堤已基本沉降稳定。与现有交通道路平顺相连。
工程征地	新增占地 8638 m ² ,其中占用鱼塘水域为 30%。两岸除堤防位置为水利用地外均为农田保护区,征地困难。	利用原址重建,工程新增占地小。
蓄淡挡咸	海水进入河道范围扩大,淡水资源减少,破坏现有淡咸平衡。	维持现有淡咸生态平衡。
防洪条件	榕江第二道防线(老堤防)防洪不封闭	第二道防线防洪封闭
工程总投资	投资约 0.62 亿	投资约 0.59 亿

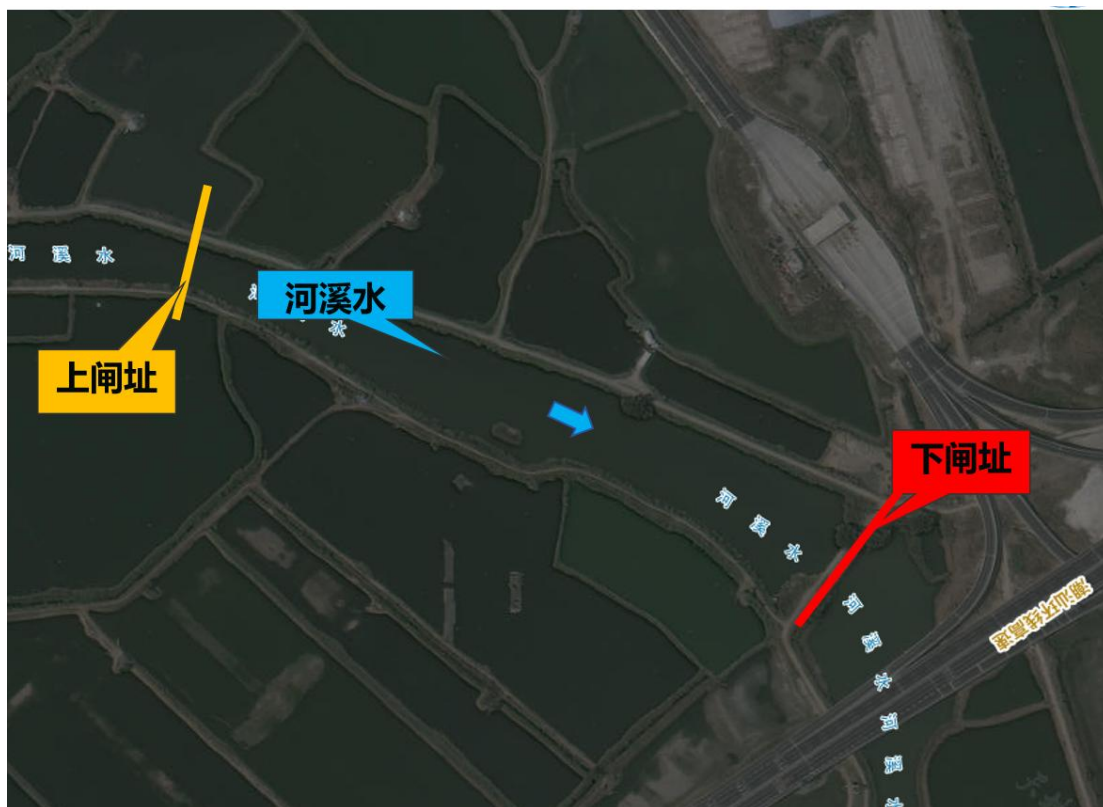


图 5.3-3 河溪排洪闸闸址比选示意图

经方案比较，下闸址利用原址重建，工程布置紧凑，施工条件好，工程占地较少，工程总投资最少，故本阶段推荐选用原址重建方案。

5.3.2 建筑物选型

5.3.2.1 水闸堰型选择

按水闸结构型式，可分为开敞式、胸墙式和涵管式等基本型式；按堰流特性，可分为宽顶堰和实用堰等。两者可组成多种闸型。

本工程水闸主要功能是排涝、挡潮等，河道水量大，为了在洪水期有较大的泄流能力，推荐采用开敞式水闸。

实用堰与宽顶堰相比，宽顶堰具有宣泄推移质泥沙顺畅，底板不易破坏、磨损，结构简单，施工方便，泄流能力稳定等优点，但自由泄流时，流量系数小，容易产生波状水跃；实用堰型水流条件较好，但泄流能力受尾水位变化影响明显，泄流能力不稳定，且施工较复杂。由于本工程闸下水位变幅较大，采用宽顶堰型较为适宜。

因此，本工程水闸的堰型选为开敞式平底宽顶堰。

5.3.2.2 闸门型式比选

水闸工作闸门结构主要根据其受力条件、控制运用要求、制作、运输、安装、维修条件等以及闸室结构进行选定。一般采用平板门和弧形门，二者都能灵活方便地控制流量和水位，均能满足本工程运用要求。

平板门具有以下优点：结构简单、便于制作、安装和运输；闸门可吊出孔口，便于检修和维护；布置紧凑，所需闸墩长度较小，闸墩受力条件好，配筋简单；启闭设备构造简单等。但也存在以下缺点：需设置门槽，门槽部位水流条件较差，且闸门启闭力较大。

弧形门具有以下优点：启闭力较省，可不设门槽，不影响孔口水流；但与平板闸门相比，所需闸墩较平板门长约 4m，混凝土量较平板门增加约 20%，闸墩受到闸门推力作用，拉应力集中，钢筋用量较大；弧形门不能提出孔口，检修维护不如平板门方便；在下游高水位时，闸门支座和部分支臂淹没。同时考虑后期运行需要，水闸需起到双向挡水作用，平板门较为合适。

综合以上因素，为减小工程量，方便运行管理，本阶段确定平板门布置方案，闸门启闭设备采用运行方便、投资节省的卷扬启闭机。

5.3.2.3 闸室结构选择

为减小混凝土温度变化产生的地基约束力，以及地基不均匀沉降对闸室的影响，总宽 35m 以下水闸（大塭水闸、西胪港中闸）采取整体式，总宽 35m 以上水闸（河溪排洪闸）采用闸墩中间分缝的型式。

5.3.2.4 翼墙型式选择

大塭水闸翼（岸）墙高度 5.5m~6.9m，根据地形地质情况及场地条件，并综合考虑占地范围尽量小的因素，选用扶壁式挡墙和斜坡式护岸组合。

西胪港中闸和河溪排洪闸翼墙高度在 1-6m 之间，根据工程经验，悬臂式翼墙在高度 3-6m 的大中型工程应用广泛，因此，该部分水闸连接翼墙采用悬臂式钢筋砼挡墙和重力式挡土墙。

5.3.2.5 消能防冲型式选择

本工程水头低，泄洪流量大，中小流量情况下，下游水深较浅，河床为粘土或淤泥，岸坡为土质岸坡，需要人工防护，采用底流消能抗冲能力较强，可以减少水流冲

刷，且流态稳定、消能效果较好、对地质条件和尾水水位变化适应性较强等，能够适应高、中、低不同水头。本工程为低水头工程，因此选用底流消能方式较合适。

5.3.3 水闸地基处理设计比选

根据建筑物和地基的特点，遵循安全、经济、合理，满足工程施工进度要求的原则，通过对各建筑物结构类型和地质条件进行综合分析，对地基处理的设计方案进行比较。

软土地基常用的处理方法有垫层法、强力夯实法、振动水冲法、灌注桩、沉井基础等，近年来水泥搅拌桩、高压喷射注浆加固技术以及刚柔性桩复合地基也得到广泛应用。针对本工程天然软弱地基的特点，本阶段主要考虑以下几种方法进行比较，各处理方法的适用范围及主要优缺点见下表。

表 5.3-4 几种软弱地基加固处理的方法比较表

加固方法	适用范围	优点	缺点
垫层法	厚度不大的软土地基。	经济，施工方便。	用于深厚的软土地基仍有较大的沉降量。
灌注桩	较深厚的松软地基，尤其适用于上部为松软土层、下部为硬土层的地基。	作用显著，地基稳定性好、实践经验多，可靠性好。	桩尖未嵌入硬土层的摩擦桩仍有一定沉降量。工艺相对较复杂，价格较贵。
沉井基础	适用于上部为软土层或粉细沙层、下部为硬土层或岩层的地基。	除与桩基础作用相同外，对防止地基渗透变形有利。	施工易受地下水影响，价格较贵。不宜用于下部为顶面倾斜度较大的岩基。
水泥搅拌桩	适用于淤泥、淤泥质土等软粘土地基。	施工快速安全、振动小，基本无污染；工程量小，投资省。	对施工质量要求较高，水泥用量大，加固深度受到限制。
高压喷射注浆法	适用于淤泥、淤泥质土、粘性土、粉土、砂土等地基。	适应各种地层、可靠性好。	水泥用量大，工艺复杂，价格较贵。
刚柔性桩复合地基	适用于地基存在多层软土，且上部荷载较大。	缩短工期，节约投资；提高地基整体承载力、减小基础沉降量。	施工需考虑两种桩型的施工衔接问题

垫层法：挖除浅部软弱土层，回填以抗剪强度高、压缩性低的天然或人工材料形成垫层，以提高地基承载力、减小沉降量，适用于厚度不大的软土地基，垫层厚度以不超过 3m 为宜。对于较厚的软弱地基，若仅按垫层法处理，开挖和置换的工程量都比较大，而且由于地基强度较低，基坑开挖较困难，支护工程量较大，同时处理后仍有相当大的沉降量，因此不宜采用。

沉井基础：沉井基础是在闸室设计底板底面高程上先进行分节浇筑，然后挖去井

内的土方，借井体自重克服井壁摩阻力下沉，因此沉井浇筑高度应根据地基土质条件和要求控制的下沉速度等因素确定。沉井基础除与桩基础作用相同外，对防止地基渗透变形有利，但施工时受地下水影响较大，从本工程各闸址处的地质条件来看，施工难度较大，工程量也较大，工程投资相对较大，而且工期较长，故在本工程中不具备优势。

水泥搅拌法：是用于加固饱和软土地基的一种新方法，它是利用水泥、石灰等材料作为固化剂的主剂，通过特制的搅拌机械，在地基深处将软土和固化剂（浆液或粉体）强制搅拌，利用固化剂和软土之间所产生的一系列物理化学反应，使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的优质复合地基。采用该法加固地基可提高地基允许承载力，减少地基沉降量，并能提高抗振动液化能力。该法具有施工进度快、振动小、无噪音和基本无污染等优点，但选用这种地基加固方法时，应根据不同的地基土质情况，精心设计，精心组织试验和施工。在保证施工质量前提下，水泥搅拌法是比较经济、可靠、快速施工的地基加固方法。

高压喷射注浆法：它是利用钻机把带有喷嘴的注浆管钻进至预定土层位置后，用高压设备使浆液或水以压力为 20MPa 左右的高压流从喷嘴中喷出，破坏周围土体，同时钻杆以一定速度渐渐向上提升，将浆液与土粒强制搅拌混合，浆液凝固后，在土体中形成固结体。近年来，高压喷射注浆法加固技术发展较快，理论加固深度可达 30~60m，但因受施工机械性能限制，目前该法加固深度一般不超过 20m，同时在施工工艺等方面要求较高，质量控制严格，且该方法投资费用较高。

桩基础：桩基础适用于较深厚的松软地基，尤其适用于上部为松软土层、下部为硬土层的地基，可以增加地基承载力，减少沉降量，提高抗滑稳定性。桩基础是一种成熟的地基处理方法，实践经验较多，加固效果较好。

刚柔性桩复合地基：它是在使用水泥搅拌桩等柔性桩进行淤泥质软土地基处理的同时，引入预制管桩等刚性桩对地基进行加固，二者通过不同桩间距和桩长结合在一起形成的刚性桩、柔性桩与天然淤泥相结合的复合地基。把两种桩型组合使用，既能减少搅拌桩用量，缩短工期，也能减少管桩数量，节约投资；既能利用低成本的搅拌

桩提高上部软土承载力、减小淤泥质土的灵敏度，又可利用管桩高强度、低压缩的特点提高地基整体承载力、减小基础沉降量。

综上所述，考虑投资及场地条件，对于厚度较大且在搅拌桩可处理范围内的软土层（3-15m），采用投资省的搅拌桩复合地基处理；对于采用搅拌桩处理仍达不到承载力或沉降控制要求的软土层，采用管桩与搅拌桩结合的地基处理方式。具体各水闸的地基处理方式见下表。

表 5.3-5 各水闸地基处理方式

水闸名称	地基处理方式				
	闸室段	上游铺盖/ 消力池	上游翼墙	下游铺盖/ 消力池	下游翼墙
大塭水闸	预制管桩-水泥搅拌桩复合地基	水泥搅拌桩	双排桩	水泥搅拌桩	双排桩、水泥搅拌桩、单排桩
西胪港中闸	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩
河溪排洪闸	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩	水泥搅拌桩

5.4 工程总体布置

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）主要为金灶镇、西胪镇、河溪镇三镇中型水闸重建，拟重建水闸共 3 座。

重建大塭水闸位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，闸址位于潮水溪与榕江河交汇处。大塭水闸主要功能为排涝、蓄水、挡潮等，水闸排涝流量 279.74m³/s；水闸挡潮标准 50 年一遇，历史最高潮位校核。大塭水闸采用原址重建方案；水闸布置于河道中央，采用开敞式宽顶堰闸型，水闸总净宽 24m，共 3 孔，单孔净宽 8m；交通桥宽 7.5m。大塭水闸从上游至下游分别布置有：上游防冲槽、上游铺盖、交通桥、水闸、消力池、海漫。新建管理房位于闸室左岸的平台处，管理房地坪高程 3.0m，为两层框架结构，建筑总面积 200 m²。

重建西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部，主要功能为排涝、蓄淡御咸、通航等，水闸排涝流量 142.34m³/s。重建西胪港中闸共 3 孔，孔宽 6m+8m+6m，泄流总净宽 20m，闸底板顺水流方向长 14.4m。闸顶上游设置交通桥宽 5.0m，下游设

置检修廊桥宽 1.5m。闸室下游布置 C35 钢筋砼消力池，池底高程-2.0m，池深 1.0m，总长度 15.8m，消力池底板厚 0.6m。消力池后布置海漫段总长 29.6m，顶高程为-1.0m。水闸工作闸门采用平板钢闸门，启闭机平台高程为 12.40m，固定卷扬机启闭；在工作门槽上下游各侧设一道检修门槽，均采用移动式电动葫芦启闭。新建管理房位于闸室右岸的平台处，管理房地坪高程 4.00m，为两层框架结构，建筑总面积 168 m²。水闸建设范围内为保障防洪要求，需加高两岸道路，配套建设两岸水泥道路路长 348m。

重建河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部，水闸共 5 孔，单孔宽 8m，闸室总宽度 49.6m(用于泄洪总净宽 40m)；水闸闸底板高程-0.5m、闸顶高程 4.57m，闸室内设工作闸门和检修闸门；闸上交通桥位于启闭机室下游，桥面总宽 6.04m(双向车道)；水闸闸室长 15.0m，上游设防冲槽(长 5m、深 2.0m)、上游铺盖(长 15m)；下游设消力池(长 10m、深 0.5m)、金属网箱沉排海漫段(长 20m)和防冲槽(长 6.9m、深 2m)。新建管理房位于闸室右岸的平台处，管理房地坪高程 4.57m，为两层框架结构，建筑总面积 200 m²。水闸左右岸上游连接段、消力池两侧翼墙均采用悬臂式挡墙，海漫段和下游防冲槽段才有重力式挡墙，挡墙顶部高程为 1.5m~4.57m。基础采用直径 0.6m，外侧两排为密排，间距为 0.4m，其余桩间距 0.8m 的水泥搅拌桩。

5.5 主要建筑物

5.5.1 大塭水闸

大塭水闸拟于原大塭水闸处拆除重建；水闸采用开敞式宽顶堰闸型，水闸总净宽 24m，共 3 孔，单孔净宽 8m；从上游至下游分别布置有：上游防冲槽、上游铺盖、闸室段、消力池、海漫。上下游翼（岸）墙和护岸采用墙式或坡式组合而成。布置简图见图 5.5-1。

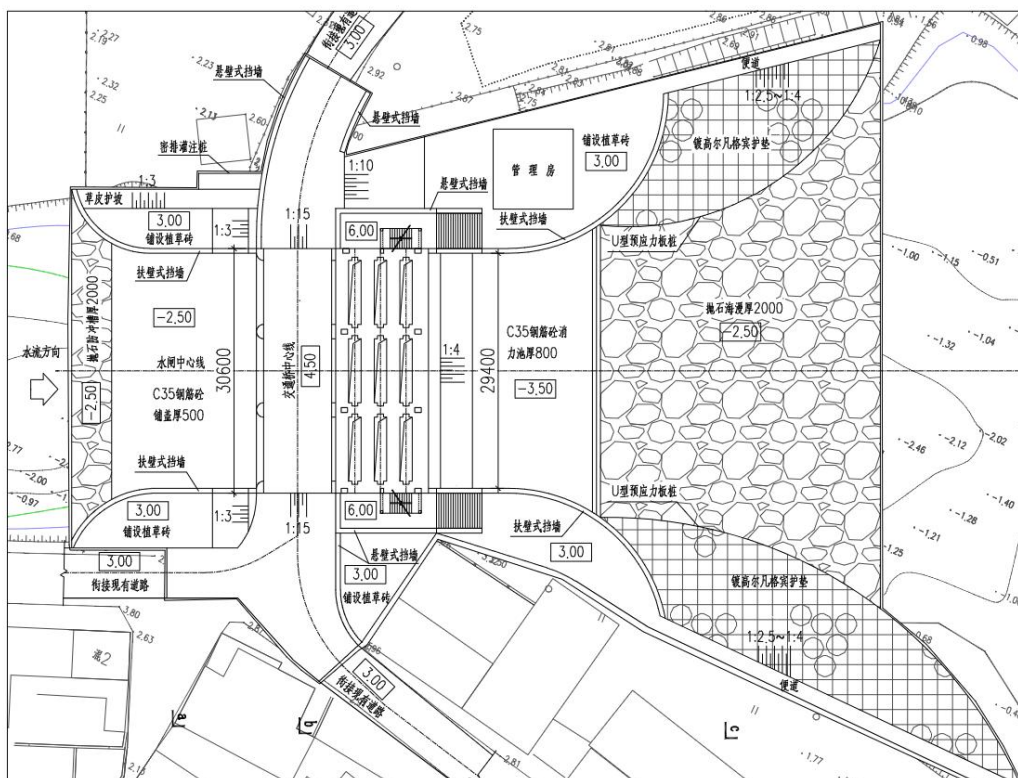


图 5.5-1 大塽水闸布置简图

a) 上游防冲槽

上游防冲槽宽 5m（桩号纵 0-023.10~纵 0-018.10），采用抛投大块石结构，厚 2m。

b) 上游铺盖段

上游铺盖段长 18.1m（桩号纵 0-018.10~纵 0±000.00），净宽 30.6m。底板顶高程为-2.5m，底板采用 C35 钢筋砼底板，厚 50cm。基础采用水泥搅拌桩复合地基，水泥搅拌桩 \varnothing 0.6m @1.2m 正方形布置，桩底高程-15.00m，平均桩长 12m，桩顶设 30cm 厚的砂砾石褥垫层。底板顺水流和垂直水流方向各设一道伸缩缝，缝内设铜片止水。

c) 闸室段

水闸主要包括上部结构和下部结构，其下部结构为闸室流道，上部结构为交通桥机启闭机房。

水闸顺水流方向总长 21.5m（桩号纵 0±000.00~纵 0+021.50），底槛高程为-2.50m，闸底板采用 C35 钢筋砼，厚 1.5m；闸室共设 3 孔，单孔净宽 8m；边墩厚 1.5m，中墩厚 1.8m；内河侧设检修门槽，检修闸门启闭机为移动式电动葫芦；工作闸门采用露顶平板钢闸门，闸门启闭机为固定式卷扬启闭机；外河侧设检修门槽，检修闸门启

闭机为移动式电动葫芦。

水闸底板垂直水流方向宽 30.6m，顺水流方向长 21.5m，底板不设分缝。水闸上游侧布置交通桥，桥面高程 4.5m，桥面净宽 7.5m，采用箱涵结构。交通桥下游侧布置启闭机房，启闭机房顺水流向长 10m，垂直水流方向含楼梯间长 36.6m，闸墩顶部高程 6.00m，启闭机平台高程 16.00m。

为保证水闸基底渗透稳定，同时防止基底饱和粉砂土震动液化，对水闸范围内基础周边设 \varnothing 0.6m 水泥搅拌桩@0.45m 围封，桩底高程-25.00m，平均桩长 20m；基础中间部位采用多桩型复合地基，其中 \varnothing 0.6m 水泥搅拌桩@0.45m，间排距 2.25m 格构式布置，桩底高程-15.00m，平均桩长 11m；搅拌桩格构室中间设 PHC500（125）-B 管桩@2.25m \times 2.25m 矩形布置，桩底高程-25.00m，平均桩长 20m，桩顶设 30cm 厚的砂砾石褥垫层。

d) 外江消力池

外江侧消力池长 21.5m（桩号纵 0+021.50~纵 0+043.00），水闸出口处净宽 29.4m，池底高程为-3.50m，底板采用 C35 钢筋砼，厚 80cm，消力池末端设 100cm 高尾坎。消力池底板范围内布排水孔，孔径 7.5cm，间距 1.5m，梅花型布置，排水孔底部设 20cm 厚碎石滤层，20cm 厚粗砂垫层，下铺一层土工布，底板垂直水流方向设一道伸缩缝，缝内设铜片止水。底板基础采用水泥搅拌桩复合地基，水泥搅拌桩 \varnothing 0.6m @1.2m 正方形布置，桩底高程-15.00m，平均桩长 10m，桩顶设 30cm 厚的砂砾石褥垫层。

e) 外江侧海漫

外江侧护坦（桩号纵 0+043.00~纵 0+078.00），顺水流方向总长 35m，宽 36.4m，护坦顶高程-2.50m，采用抛投大块石结构，厚 2m。

f) 翼墙及护岸结构

水闸段上下游两岸翼墙均采用扶壁式挡墙结构，上游左岸长 27m，墙顶高程 3m~4.5m，上游右岸与左岸对称布置；下游左岸长 42m，墙顶高程 3m~6m；下游右岸长 38m，墙顶高程 3m~6m。扶壁式挡墙基础采用多桩型复合地基，其中 \varnothing 0.6m 水泥搅拌桩@0.45m，间排距 2.25m 格构式布置，桩底高程-15.00m，平均桩长 11m；搅拌桩格构室中间设 PHC500（125）-B 管桩@2.25m \times 2.25m 矩形布置，桩底高程-25.00m，平均桩长 20m，桩顶设 30cm 厚的砂砾石褥垫层。

翼墙下游采用斜坡护岸与天然河岸衔接，护岸坡比 1:2.5~1:4。左岸护岸长度 45m，

岸顶高程 3m；右岸护岸长度 55m，岸顶高程 3m。坡脚采用预应力钢筋混凝土 U 型板桩固脚，坡面回填粘土，表面采用镀高尔凡雷诺护垫厚 300mm 保护。

5.5.2 西胪港中闸

西胪港中闸轴线基本与旧闸闸轴线一致，原址重建。西胪港中闸主要由上游铺盖、水闸闸室、下游消力池、海漫及防冲槽等部分组成，布置简图见图 5.5-2。

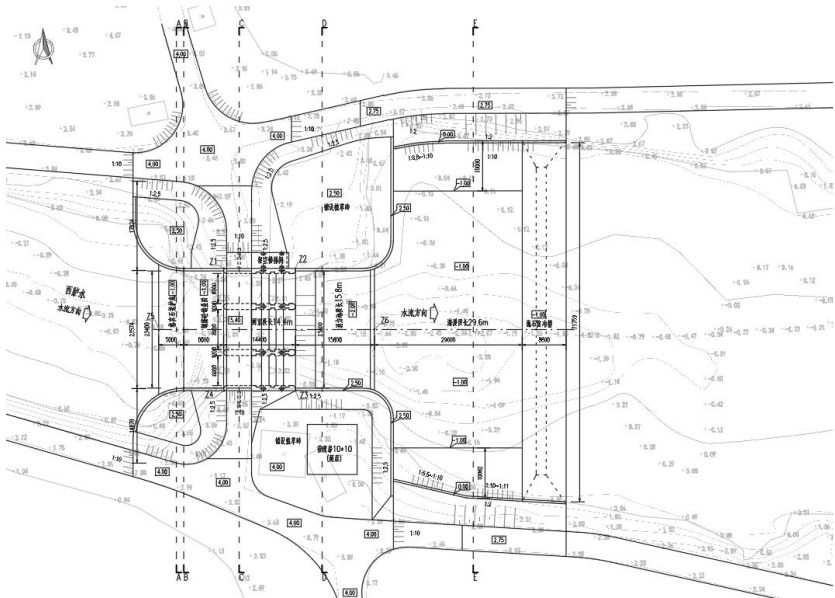


图 5.5-2 西胪港中闸布置简图

上游铺盖段总长 13m，顶面高程 $\nabla -1.00\text{m}$ 。铺盖由两段组成：第 1 段为格宾笼护底，顺水流方向长 5m，格宾笼厚 0.6m，底下依次设置碎石垫层厚 100mm+粗砂垫层厚 100mm+土工布 1 层；第 2 段为 C35 钢筋砼铺盖，顺水流方向长 8m，钢筋砼底板厚 0.6m，下设碎石垫层厚 150mm+粗砂垫层厚 150mm+土工布 1 层。

水闸闸室共 3 孔， $6\text{m}\times 2$ 孔+ $8\text{m}\times 1$ 孔，泄流总净宽 20.0m，边墩厚 1.0m、中墩厚 1.2m，总挡水宽度 24.4m。闸底板顺水流方向长 14.4m，闸槛高程 $\nabla -1.00\text{m}$ ，闸顶高程 $\nabla 5.40\text{m}$ 。闸顶上游侧设置交通桥宽 5.00m，下游侧闸墩上布置启闭排架，启闭平台高程 $\nabla 12.40\text{m}$ 。水闸工作闸门采用平板钢闸门，为检修方便，闸顶门槽之间设有 2 道宽 1.5 m 的工作桥，工作桥采用两端固端的现浇板梁结构，有效增强闸室刚度。

闸顶交通桥桥面高程 $\nabla 5.40\text{m}$ ，采用预制 C35 钢筋砼空心桥板，桥面现浇层采用 C40 沥青砼，厚 0.10m。

为便于工作闸门检修，工作门上、下游均设检修门槽。闸室上部设启闭机房，启闭机房楼梯间设于闸室左侧，楼梯间基础底板与闸室底板浇筑为整体，提高抗震稳定，

避免不均匀沉降问题。启闭机房长 27.6m，宽 6.46m，面积 357 m²，采用钢筋混凝土框架结构，启闭机平台内设 3 台固定卷扬式启闭机。

下游消力池长为 15.8m，为 C35 钢筋混凝土结构，由三部分组成，为消力池前段、后段及消力坎。消力池前段为 4m 长的斜坡段，斜坡段通过 1:4 坡比从堰顶高程▽-1.00m 过渡到消力池后段的池底高程▽-2.00m；消力池后段长 11.0m，厚 0.6m；消力坎宽 0.8m，高 1.0m，坎顶高程▽-1.00m。消力池后段底部设齿槽。

海漫段总长 29.6m，顶面高程▽-1.00m。海漫段采用格宾石笼护底型式，格宾石笼厚 0.6m，顶面高程▽-1.00m，下设碎石垫层厚 100mm+粗砂垫层厚 100mm+土工布 1 层。

防冲槽段总长 8.8m，顶面高程▽-1.00m。防冲槽布置于海漫段末端，为抛石防冲槽型式，槽深 2m，槽底宽 2m，槽四周放坡 1:2，顶面高程▽-1.00m。

上游侧左、右两岸均为现状堤顶道路，上游侧两岸翼墙采用 C35 钢筋砼悬臂式挡土墙型式，墙顶高程▽2.50m，钢筋砼铺盖段翼墙墙顶高程从▽2.50m 均匀加高至闸顶高程▽5.40m。

下游侧左、右两岸均为现状堤顶道路，下游侧两岸翼墙采用 C35 钢筋砼悬臂式挡土墙型式，墙顶高程▽2.50m。管理房布置于水闸下游侧右岸平台，平台高程▽4.00m，管理房为 2 层框架结构，面积 200 m²。

西庐港中闸闸室基础采用水泥搅拌桩处理，桩径 0.6m、桩间距 1m、桩长 15m 正方形布置；闸底板外围布置桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 15m 的密排搅拌桩。铺盖及消力池段基础采用水泥搅拌桩处理，桩径 0.6m、桩间距 1.2m、桩长 15m 正方形布置。海漫基础均采用换填砂砾石处理。

上下游翼墙基础均采用采用水泥搅拌桩处理，外围布置桩径 0.6m、桩间距 0.4m、桩长 15m 的密排搅拌桩，内部搅拌桩桩径 0.6m、桩间距 1.2m、桩长 15m 正方形布置。

5.5.3 河溪排洪闸

河溪排洪闸工程总体布置从上游至下游有：上游连接段、闸室段、下游连接段组成。布置简图见图 5.5-5。

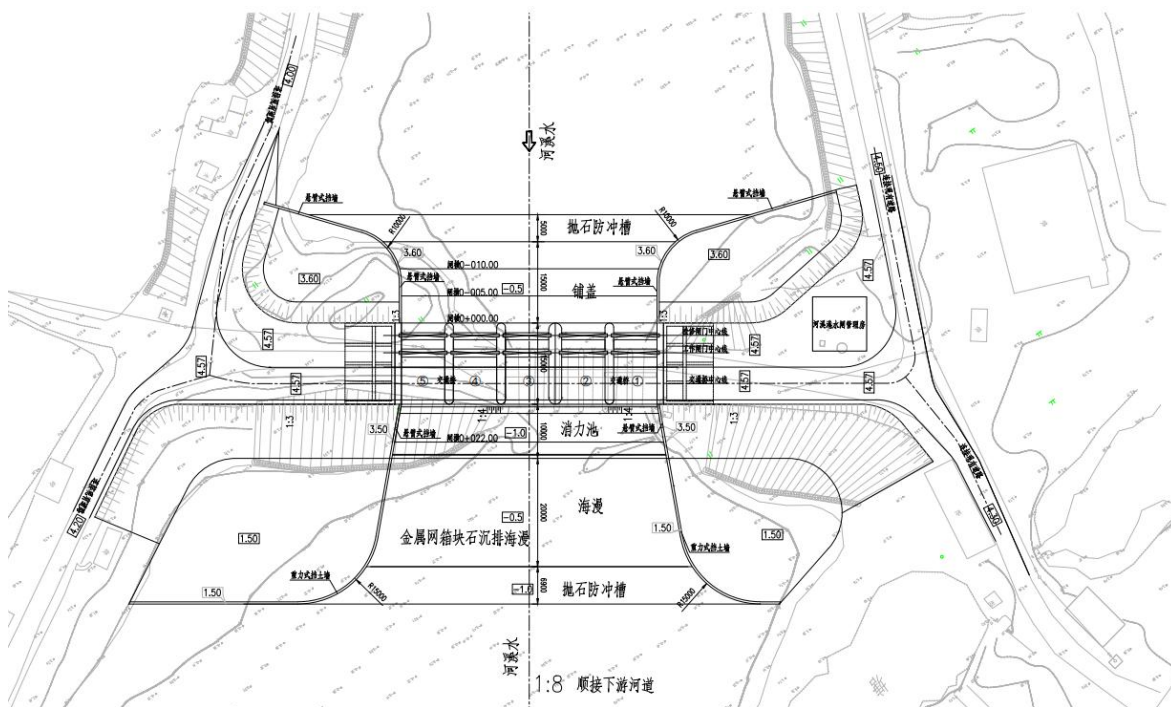


图 5.5-3 河溪排洪闸布置简图

(1) 上游连接段

上游防冲槽：上游水平铺盖上游布置深 2.0m，底宽 2.0m，顶宽 5.0m，垂直水流方向长 81.68m 的抛石防冲槽。

铺盖段：闸室上游布置 0.5m 厚 C35 钢筋砼铺盖，长 15m，下均铺 0.30m 厚碎石垫层、0.10m 厚 C15 砼垫层，铺盖段顶高程-0.5m。两岸采用 C35 悬臂式挡墙与上游岸坡衔接，墙顶高程 3.6m~4.57m。

(2) 闸室段：水闸闸孔净宽 8m×5 孔，为平底闸，顺水流方向长 15.0m，总宽度 49.6m(用于泄洪总净宽 40m)；闸室采用钢筋混凝土开敞式结构，底板厚 1.20m，中墩厚 1.60m，边墩厚 1.20 米；底槛高程-0.50m，闸墩顶高程 4.57m。

工作闸门采用平板钢闸门，闸墩上布置启闭机平台排架，启闭机平台高程为 10.57m。启闭机房全长 49.60m，宽 5.50m，高 4.5m，建筑面积 272.80 m²，采用钢筋混凝土框架结构。

闸顶中部设总宽 6.04m 交通桥，桥面高程 4.57m。采用 C40 预制预应力砼空心板，主梁为预制构件，浇筑现浇层把桥面连成整体。桥面现浇层采用 C40 砼，厚 0.10m，桥面横向排水坡度为 2.0%。预制空心板梁高 0.45m。设 2 道 8cm 伸缩缝，位于两岸

桥台台帽处，采用四氟板式橡胶支座。桥面铺装厚度 10cm，采用沥青砼材料。

为便于工作闸门检修，闸室上游侧设检修门槽。

(3) 消力池段：闸室下游布置 C35 钢筋砼消力池，池深 0.5m，总长度 10m；消力池底板厚 0.50m，下铺 0.15m 厚 C15 砼垫层、0.2m 厚碎石垫层、0.2m 厚粗砂垫层，设 $\Phi 60@1500 \times 1500$ 排水孔。翼墙采用 C35 钢筋砼悬臂式挡墙，墙顶高程 3.50m~4.57m。

(4) 海漫段：消力池后布置 0.50m 厚格宾石笼海漫、0.15m 厚碎石垫层、0.15m 厚粗砂垫层、1.0m 抛石挤淤，海漫段顶高程-0.5~-1.0m，总长 20m。海漫段翼墙采用 C35 重力式挡墙，墙顶高程为 1.5m。

(5) 防冲槽段：海漫末端抛石防冲槽，抛石防冲槽顶部高程-1.0m，深 1.5m，底宽 3.0m，边坡坡比为 1:1.15。

5.5.4 水闸计算

5.5.4.1 闸顶高程计算

(1) 计算工况

本工程重建水闸功能为排涝、挡水，故计算工况为挡水、泄水两种工况。根据《水闸设计规范》（SL265-2016），挡水时，闸顶高程不应低于水闸正常蓄水位或最高挡水位加波浪计算高度和相应安全加高值之和。泄水时，闸顶高程不应低于设计洪水位或校核洪水位与相应安全加高值之和。选定闸顶高程时，还应考虑工作桥梁底与校核洪水水面线控制点净空值 $\geq 0.5\text{m}$ ；闸顶高程不应低于两岸防洪堤堤顶高程。

(2) 计算公式

闸顶高程按《水闸设计规范》（SL265-2016）中有关规定进行计算，相关公式如下：

$$Z = h_0 + h_p + h_z + A$$

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

$$\frac{gh_m}{v_0^2} = 0.13th \left[0.7 \left(\frac{gH_m}{v_0^2} \right)^{0.7} \right] th \left\{ \frac{0.0018 \left(\frac{gD}{v_0^2} \right)^{0.45}}{0.13th \left[0.7 \left(\frac{gH_m}{v_0^2} \right)^{0.7} \right]} \right\}$$

$$\frac{gT_m}{v_0} = 13.9 \left(\frac{gh_m}{v_0^2} \right)^{0.5}$$

$$h_z = \frac{\pi h_p^2}{L_m} cth \frac{2\pi H}{L_m}$$

式中：

Z—闸顶高程（m）；

h₀—计算潮水位（m）；

A—安全超高（m）；

h_m—平均波高（m）；

v₀—计算风速（m/s）；基本组合时，采用重现期为 50 年的年最大风速；特殊组合时，采用多年平均年最大风速；

D—风区长度（m）；

H_m—风区内的平均水深（m）；

T_m—平均波周期(s)；

L_m—平均波长(m)；

H—闸前水深（m）；

h_p—相应于波列累积频率 p 的波高（m）；

h_z—波浪中心线超出计算水位的高度（m）。

（3）计算结果

根据上述公式计算，计算结果列下表 5.5-1。

表 5.5-1 闸顶高程计算成果表

序号	水闸名称	挡水工况				泄水工况			考虑交通桥的因素	考虑两岸堤顶高程	设计闸顶高程 (m)
		最高挡水位 h0 (m)	波浪计算高度 hp+hz (m)	安全超高 A (m)	闸顶高程 Z (m)	设计洪水位 h0 (m)	安全超高 A (m)	闸顶高程 (m)	闸顶高程 (m)	闸顶高程 (m)	
1	大塭水闸	4.48	0.441	0.4	5.32	2.00	1.00	3.00	3.80	5.50	6.00
2	西胪港中闸	1.34	0.381	0.4	2.12	2.36	0.70	3.06	5.31	1.00	5.40
3	河溪排洪闸	1.34	0.31	0.3	1.95	3.47	0.6	4.07	4.57	4.12	4.57

5.5.4.2 底槛高程及闸孔净宽确定

根据《水闸设计规范（SL265-2016）》条文说明第 4.2.7 条：“当地基上部土层土质很差，且厚度较薄，清除以后即可将闸底板置于较坚实的地基上，从而避免作人工处理时，适当降低闸槛高程，则是完全必要和合理的。在一般情况下，为了多泄（引）水，多冲沙，节制闸、泄洪闸、进水闸或冲沙闸闸槛高程宜与河（渠）底齐平”。“排水闸(排涝闸)、泄水闸或挡潮闸(往往兼有排涝闸作用)，在满足排水、泄水条件下，闸槛高程要尽量定得低些，以保证将涝水或渠系集水面积内的洪水迅速排走”。闸孔宽度和闸槛高程应相互协调，以满足上下游水位限制条件下的过流能力。本工程水闸主要功能是排涝、挡潮、蓄水等，闸槛高程按与现状河道基本一致选取。

按照《水闸设计规范》(SL265-2016)有关内容，闸孔总净宽按以下三个因素控制：a、水闸最大过流能力不小于上游最大来洪量；b、过闸单宽流量 $8 \text{ m}^2/\text{s} \sim 10 \text{ m}^2/\text{s}$ ；c、闸室总宽度与河道总宽度的比值 $0.6 \sim 0.75$ 。

闸孔总净宽按《水闸设计规范》(SL265-2016)附录 A 公式计算。

表 5.5-2 闸孔总净宽计算表

水闸名称	上游水位(m)	下游水位(m)	上游最大流量(m^3/s)	河道宽度(m)	闸孔总净宽(m)	过闸流量(m^3/s)	过闸单宽流量(m^2/s)	闸室总宽度与河道总宽度的比值
大塭水闸	2.00	1.80	279.74	35	24	283.96	11.00	0.69
西庐港中闸	2.36	2.21	142.34	40	20	142.92	7.15	0.50
河溪排洪闸	3.47	3.23	311.08	100	40	331.09	8.27	0.4

根据流量、过闸总净宽及通航宽度的要求，水闸孔数尽量为单孔，孔宽尽量一致便于共用检修设备。同时考虑通航要求、运行调度需要等相关因素，各水闸底槛高程及孔宽、孔数选定如下：

表 5.5-3 水闸底槛高程及闸孔尺寸

水闸名称	底槛高程 (m)	单孔宽度 (m)	孔数	总净宽 (m)	备注
大塥水闸	-2.5	8	3	24	/
西胪港中闸	-1.00	6+8+6	3	20	通航宽度 8m
河溪排洪闸	-0.5	8	5	40	/

5.5.4.3 水闸水力计算

(1) 过流能力计算

本次水闸过流能力依据《水闸设计规范》（SL265-2016）的计算公式和相关要求进行计算。

计算公式（水闸泄流公式）如下：

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

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

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）；

g—重力加速度，采用 9.81m/s²；

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 H₀≈H。

对于平底闸，当堰流处于高淹没度时（h_s/H₀≥0.9），水闸的泄流能力计算根据《水闸设计规范》SL265-2001 附录 A.0.2 规定的水力计算公式：

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

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

式中：

Q—水闸的泄流量（m³/s）；

μ_0 —淹没堰流的综合流量系数。

B_0 —水闸过流净宽 (m)；

g —重力加速度，采用 9.81m/s^2 ；

h_s —由堰顶算起的下游水深 (m)；

H_0 —计入行近流速水头的堰上水深 (m)，近似采用堰上水头 $H_0 \approx H$ 。

根据《水闸设计规范》(SL265-2016)第 5.0.5 条“水闸的过闸水位差应根据上游淹没影响允许的过闸单宽流量和水闸工程造价等因素综合比较选定，一般情况下平原区水闸的过闸水位差可采用“0.1~0.3m”。

计算得水闸过流能力复核结果列于表 5.5-4。

表 5.5-4 水闸过流能力成果表

序号	水闸名称	上游水位 (m)	下游水位 (m)	上下游水位差 (m)	水闸净宽 (m)	计算流量 (m^3/s)
1	大塍水闸	2.00	1.80	0.15	24	283.96
2	西胪港中闸	2.36	2.21	0.15	20	142.92
3	河溪排洪闸	3.47	3.23	0.24	40	331.09

经计算，各水闸的过流能力满足要求。

(2) 消能防冲计算

1) 计算公式

消力池深度采用《水闸设计规范》(SL265-2016)附录 B 中(B.1.1-1~B.1.1-4)计算。

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

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

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

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

式中：

d ——消力池深度，m；

σ_0 ——水跃淹没系数，采用 1.05；

h_c'' ——跃后水深，m；

h_c ——收缩水深，m；

α ——水流动能校正系数，采用 1.05；

q ——过闸单宽流量， $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$ ；

b_1 ——消力池首端宽度，m；

b_2 ——消力池末端宽度，m；

T_0 ——由消力池底板顶面算起的总势能，m；

ΔZ ——出池落差，m；

h_s' ——出池河床水深，m。

消力池长度根据《水闸设计规范》(SL265-2016)附录 B 中(B.1.2-1~B.1.2-2)

计算。即：

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

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

式中：

L_{sj} ——消力池长度，m；

L_s ——水跃长度，m；

β ——水跃长度校正系数， $\beta=0.7\sim0.8$ ；

L_j ——消力池斜坡段水平投影长度，m。

消力池底板厚度根据《水闸设计规范》(SL265-2016)附录 B 中(B.1.3-1~

B.1.3-2) 计算。即：

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

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

式中：

t ——消力池底板始端厚度，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，可采用 0.15~0.20；

k_2 ——消力池底板安全系数，可采用 1.1~1.3；

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，其值可取跃前收缩断面流速水头值的 5%；通常计算消力池底板前半部的脉动压力时取“+”号，计算消力池底板后半部的脉动压力时取“-”号；

γ_b ——消力池底板的饱和重度，kN/m³。

海漫长度根据《水闸设计规范》（SL265-2016）附录 B 中（B.2.1）计算。

即：

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

式中：

q_s ——消力池末端单宽流量，m³/s·m；

ΔH ——闸孔泄水时上、下游水位差，m；

K_s ——海漫长度计算系数。

河床冲刷深度根据《水闸设计规范》（SL265-2016）附录 B 中（B.3.1）和（B.3.2）计算。即：

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

$$d'_m = 0.8 \frac{q'_m}{[v_0]} - h'_m$$

式中：

d_m ——海漫末端河床冲刷深度，m；

q_m ——海漫末端单宽流量，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；

d'_m ——上游护底首端河床冲刷深度，m；

q'_m ——上游护底首端单宽流量，m³/s·m；

h'_m ——上游护底首端河床水深，m。

2) 计算工况

a) 大塭水闸:

排洪方向: a、设计情况, 闸上水位取 2.0m, 闸下水位取 1.80m。b、选取最不利的保证排洪(按可能出现的上、下游最大水位差)情况, 闸上水位取 2.00m, 闸下水位取多年平均低潮位 0.08。

b) 西胪港中闸:

排洪方向: a、设计情况, 闸上水位取 2.36m, 闸下水位取 2.21m。b、选取最不利的保证排洪(按可能出现的上、下游最大水位差)情况, 闸上水位取 2.36m, 闸下水位取下游西胪港大闸外海侧多年平均低潮位 0.08m。

c) 河溪排洪闸:

排洪方向: a、设计情况, 闸上水位取 3.47m, 闸下水位取 3.23m。

3) 计算结果

计算结果见下表 5.5-5。

表 5.5-5 各水闸消能防冲设计成果表

序号	水闸名称	消力池池深 (m)	消力池池长 (m)	消力池底板厚度 (m)	海漫长度 (m)	防冲槽深度 (m)	备注
1	大塭水闸	1.0	19.0	0.8	30.00	2.00	
2	西胪港中闸	1.0	15.80	0.60	29.60	2.00	
3	河溪排洪闸	0.5	10	0.5	20	2.00	

5.5.4.4 防渗排水计算

由于大塭水闸体型结构较大, 因此本次防渗排水计算选取大塭水闸进行详细计算, 其余水闸只列出计算结果。

大塭水闸工程总体布置从上游至下游有: 上游铺盖段、闸室段、消力池段和下游海漫段。水闸闸室型式为开敞式, 闸室顺水流方向长 21.5m。底板顶高程为 -2.50m, 底板厚 1.5m, 边墩厚 1.5m。闸墩顶高程为 6.00m。闸室底板上下游端部齿槽下各设置一排 D600 密排水泥搅拌桩防渗墙, 桩长为 20m。

大塭水闸顺水流方向闸室布置图如下:

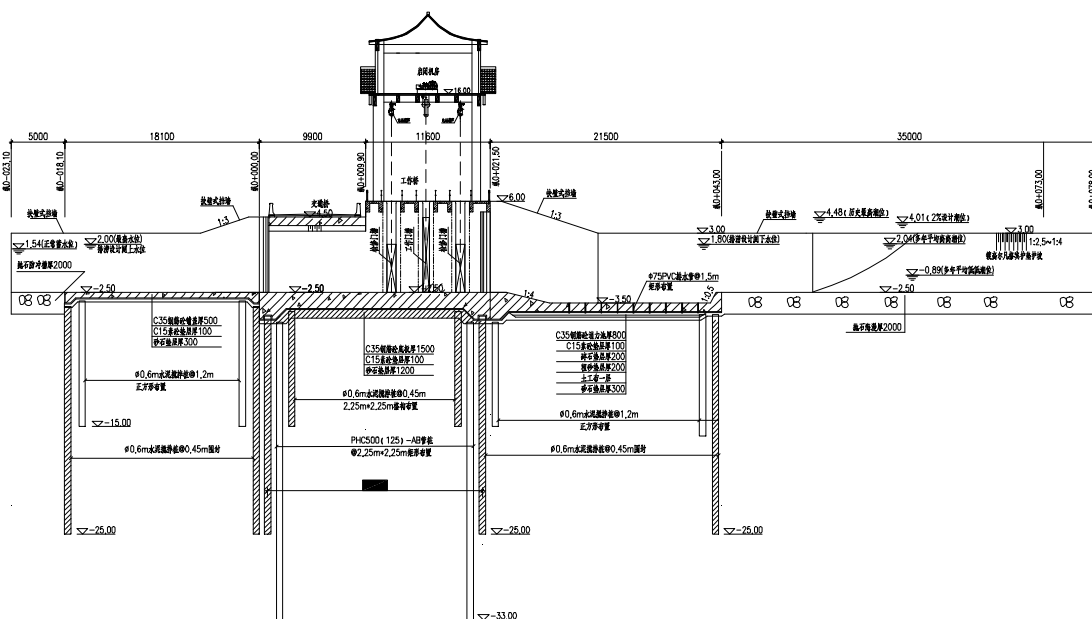


图 5.5-4 大塽水闸纵剖面图

(1) 计算公式

1) 防渗长度计算公式

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）规定，水闸渗径长度及水闸侧向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：

$$L=C \times \Delta H$$

式中：

L—闸基防渗长度，m；

ΔH —上、下游水位差；

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

2) 闸基抗渗稳定计算：

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）附录 C，水闸闸基的抗渗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：

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

$$\text{当 } L_0/S_0 < 5 \text{ 时, } T_e = \frac{5L_0}{1.6 \frac{L_0}{S_0} + 2}$$

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'_0 —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水力坡降呈急变形式的长度可按下式计算：

$$L'_x = \frac{\Delta h}{\Delta H} T$$

$$I = 1 \sum_{i=1}^N \xi_i$$

⑧进、出口齿墙不规则部位水力坡降修正

a) 当 $h_x \geq \Delta h$ 时，可按下式修正

$$h'_x = h_x + \Delta h$$

式中：

h —水平段的水头损失值，m；

h_x' —修正后的水头损失值，m。

b) 当 $h_x < \Delta h$ 时，可按以下两种情况进行修正：

①若 $h_x + h_y \geq \Delta h$ ，可按下式进行修正：

$$h'_x = 2h_x$$

$$h'_y = h_y + \Delta h - h_x$$

式中：

h_y —内部垂直段的水头损失值, m;

h_y' —修正后的内部垂直段水头损失值, m。

②若 $h_x + h_y < \Delta h$ 时, 可按下式进行修正:

$$h_y' = 2h_y$$

$$h_{cd}' = h_{cd} - (h_x + h_y)$$

式中:

h_{cd} —CD 段的水头损失值, m。

h_{cd}' —修正后的 CD 段水头损失值, m。

(2) 计算方法

根据工程总体布置, 闸基防渗轮廓主要由闸底板上、下游侧铺盖、消力池、齿墙、闸底板和防渗墙组成。本次渗流安全采用“理正结构工具箱 8.5”中的水闸渗透压力计算模块, 将底板、上下游连接段简化为截面为矩形的底板计算。

计算简图简化如下:

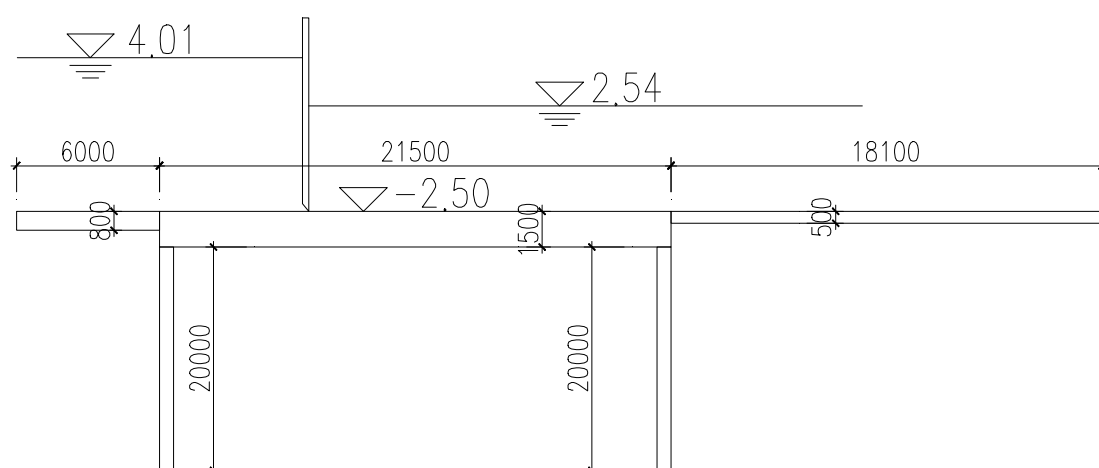


图 5.5-5 大塽水闸渗流稳定计算简图

(3) 计算工况

1) 大塽水闸:

根据水文计算结果, 本工程渗流安全采用挡潮工况进行复核, 即外江水位为 4.01m, 内河为 1.54m。

2) 西胪港中闸:

根据水文计算结果, 西胪港中闸存在的较大水位差工况: 上游正常蓄水位 1.34, 下游侧无水, 取底板高程-1.00m。

3) 河溪排洪闸:

根据水文计算结果,本工程渗流安全采用挡水工况进行复核,即上游水位为 3.47m,下游水位为 1.34m。

(4) 计算结果

各水闸各工况下闸室渗流稳定计算结果如下表 5.5-6。

表 5.5-6 各水闸闸室渗流稳定计算结果统计表

序号	水闸名称	计算防渗长度 (m)	防渗轮廓总长 (m) (水平/垂直)	水平段渗流坡降	出口段渗流坡降	允许渗流比降
1	大塭水闸	24.7	35.0/83.0	0.007	0.05	0.15/0.40
2	西胪港中闸	23.4	56.4	0.0010	0.011	0.25/0.50
3	河溪排洪闸	10.65	30/15.1	0.0427	0.03	0.35

根据上表及工程地质情况,各水闸各工况下水平段、出口段渗透坡降均小于闸基允许渗流坡降,说明闸基防渗效果良好,不会发生渗透破坏,渗透稳定满足规范要求。

5.5.4.5 闸室稳定计算

由于大塭水闸体型结构较大,因此本次稳定计算选取大塭水闸进行详细计算,其余水闸只列出计算结果。

本次闸室稳定计算包括水闸基底应力计算、抗滑稳定计算、抗浮稳定计算等。闸室稳定计算取两相邻顺水流向永久缝之间的闸段作为计算单元。综合地勘提供的地质参数和本次工程地基处理措施,基底摩擦系数取 0.25,天然地基淤泥质粉质粘土承载力为 40kPa。

(1) 计算公式

稳定计算包括闸室沿基础底面的抗滑稳定计算、闸室基底应力、基底应力不均匀系数、抗浮稳定安全系数的计算。

a) 闸室抗滑稳定安全系数

闸室沿基础底面的抗滑稳定计算,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。

b) 闸室基底应力

闸室基底应力根据《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，MPa；

$\sum G$ ——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 ——闸室基底面对于该底面垂直水流方向形心轴的截面矩，m³。

平均基底应力： $P_{av} = (P_{\max} + P_{\min}) / 2$

基底应力不均匀系数： $\eta = P_{\max} / P_{\min}$

c) 闸室抗浮安全系数

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），闸室抗浮稳定安全系数按下式计算：

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

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；

$\sum U$ ——作用在闸室基底面上的扬压力 kN。

(2) 计算工况及荷载组合

计算工况及荷载组合见下表。

表 5.5-7 大塭闸室稳定计算工况及荷载组合表

计 算 工 况		内河水 位(m)	外江水 位(m)	荷 载 组 合						
				自重	水 重	静水 压力	扬压 力	浪压 力	风压 力	地震 荷载
基本 组合	完建工况	无水	无水	√						
	正常蓄水	1.54	0.92	√	√	√	√	√	√	
	设计挡水工 况	1.54	4.01	√	√	√	√	√	√	
	设计排洪	2.00	0.08	√	√	√	√	√	√	
特 殊 组 合	检修工况	1.54	0.92	√	√	√	√	√	√	
	校核挡水工 况	1.54	4.48	√	√	√	√	√	√	
	地震工况	1.54	0.92	√	√	√	√	√	√	√

(4) 计算成果及分析

各闸室稳定计算成果见表 5.5-8~5.5-10。

表 5.5-8 大塭水闸闸室稳定计算成果表

荷载组合	计算工况	地基应力				抗滑稳定		抗浮稳定	
		σ_{\max}	σ_{\min}	不均 匀系 数 η	允许值 $[\eta]$	K_c	$[K_c]$	K_f	$[K_f]$
		(kPa)	(kPa)						
基本组合	完建工况	142.3	102.1	1.39	1.50	-	1.30	-	1.10
	正常蓄水	120.2	81.6	1.47	1.50	12.43	1.30	2.95	1.10
	设计挡水 工况	110.9	86.4	1.28	1.50	4.64	1.30	2.63	1.10
	设计排洪	108.7	97.7	1.11	1.50	5.87	1.30	3.20	1.10
特殊组合I	检修工况	99.4	55.8	1.78	2.00	9.56	1.15	2.46	1.05
	校核挡水 工况	121.9	72.3	1.69	2.00	3.36	1.15	2.54	1.05
特殊组合II	地震工况	138.1	62.7	2.20	2.50	3.15	1.05	2.92	1.05

表 5.5-9 西胪港中闸闸室稳定计算成果表

荷载组 合	计算工况	基底应力及不均匀系数					抗滑稳定 安全系数		抗浮稳定 安全系数	
		$P_{\min}(\text{kPa})$	$P_{\max}(\text{kPa})$	$P(\text{kPa})$	η	$[\eta]$	K	$[K]$	K	$[K]$
基本组	完建工况	47.8	65.8	56.8	1.38	2.00	-	1.25	-	1.10

合	正常蓄水位工况	48.9	88.6	68.7	1.81		5.42		7.36	
	设计洪水位工况	41.8	60.7	51.2	1.45		35.10		2.22	
特殊组合	施工工况	44.4	78.7	61.5	1.77	2.50	-	1.10	-	1.05
	检修工况	39.0	59.3	49.1	1.52		42.60		2.47	
	地震工况	43.1	94.4	68.7	2.19		3.17	1.05	7.36	

表 5.5-10 河溪排洪闸闸室稳定计算成果表

荷载组合	计算工况	基底应力及不均匀系数					抗滑稳定安全系数		抗浮稳定安全系数	
		P _{min} (kPa)	P _{max} (kPa)	P(kPa)	η	[η]	K	[K]	K	[K]
基本组合	完建工况	64.66	82.52	73.59	1.28	2.0	-	1.20	-	1.10
	正常蓄水位工况	50.54	58.61	54.58	1.16		1.9		2.75	
	防潮工况	48.49	74.91	61.70	1.54		2.37		3.05	
	设计洪水位工况	48.10	60.81	54.46	1.26		14.52		2.10	
特殊组合	施工工况	70.79	81.35	76.07	1.15	2.5	-	1.05	-	1.05
	检修工况	49.29	67.64	58.46	1.37		6.87		3.81	
	地震工况	56.85	60.07	58.46	1.06		2.09	1.00	3.81	

由上表可知，各闸室在各种工况下的闸室抗滑、抗浮安全系数、不均匀系数均满足规范要求，但基底应力均大于天然地基承载力，不满足规范要求，需进行地基处理。

5.5.4.6 地基计算

由于大塍水闸体型结构较大，所需地基承载力较大，因此本次地基承载力计算选取大塍水闸进行详细计算，其余水闸只列出计算结果。

大塍水闸地基处理设计：

大塍水闸基础中间部位采用多桩型复合地基，其中∅ 0.6m 水泥搅拌桩@0.45m，间排距 2.25m 格构式布置，桩底高程-15.00m，平均桩长 11m；搅拌桩格构室中间设 PHC500(125)-B 管桩@2.25m×2.25m 矩形布置，桩底高程-25.00m，平均桩长 20m，桩顶设 30cm 厚的砂砾石褥垫层。

(1) 计算公式

对有粘结强度增强体复合地基计算公式如下：

$$f_{spk} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk}$$

式中：

f_{spk} —复合地基承载力特征值 (kPa) ;

m —面积置换率;

λ —单桩承载力发挥系数;

R_a —单桩竖向承载力 (kN) ;

A_p —桩的截面积(m^2);

β —桩间土承载力折减系数。;

f_{sk} —处理后桩间土承载力特征值 (kPa) 。

单桩承载力特征值 R_a 可通过下两式进行计算, 两者取小值:

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + \alpha q_p A_p$$

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

式中:

α —桩端天然地基土承载力折减系数;

μ_p —桩的周长 (m) ;

n —桩长范围的土层数;

q_{si} 、 q_p —桩周第 i 层土的侧阻力、桩端端阻力特征值 (kPa) ;

l_i —第 i 层土的厚度(m);

f_{cu} —桩体试块立方体抗压强度 (kPa) ;

η —桩身强度折减系数。

(2) 计算结果及结论

大塍水闸各种工况下闸室最大基底应力平均值 $P_{av}=122.2\text{kPa}$, 基底应力最大值 $P_{max}=142.3\text{kPa}$ 。经计算, 即经过多桩型复合地基加固处理后, 复合地基承载力设计值为 $f_{spk}=223\text{kPa}>P_{av}=122.2\text{kPa}$, $[1.2]\times f_{spk}=267.6\text{kPa}>P_{max}=142.3\text{kPa}$, 满足水闸对地基的承载力的要求。

西胪港中闸各种工况下闸室最大基底应力平均值 $P_{av}=74.6\text{kPa}$, 基底应力最大值 $P_{max}=94.4\text{kPa}$ 。经计算, 即经过水泥搅拌桩复合地基加固处理后, 复合地基承载力设计值为 $f_{spk}=125.5\text{kPa}>P_{av}=74.6\text{kPa}$, $[1.2]\times f_{spk}=150.6\text{kPa}>P_{max}=94.4\text{kPa}$, 满足水闸对地基的承载力的要求, 地基处理方案可行。

河溪排洪闸各种工况下闸室最大基底应力平均值 $P_{av}=76.07\text{kPa}$, 基底应力最大值 $P_{max}=84.16\text{kPa}$ 。经计算, 即经过水泥搅拌桩复合地基加固处理后, 复

合地基承载力设计值为 $f_{spk}=178\text{kPa}>P_{av}=76.07\text{kPa}$, $[1.2]\times f_{spk}=213.6\text{kPa}>P_{max}=84.16\text{kPa}$, 满足水闸对地基的承载力的要求, 地基处理方案可行。

5.5.4.7 挡土墙稳定计算

大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸等各类水闸分别选取其代表性断面进行挡土墙稳定计算。

(1) 计算方法

1) 挡土墙基底应力

根据《水工挡土墙设计规范》(SL379—2007) 中规定: 挡土墙基底应力应按下面公式计算:

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

$$K_0 = \frac{\sum M_v}{\sum M_H}$$

$P_{\min, \max}$ —挡土墙基底应力的最大值或最小值(kPa);

$\sum G$ —作用在挡土墙上全部垂直于水平面的荷载(kN);

$\sum M$ —作用在挡土墙上全部荷载对于水平面平行前墙墙面方向形心轴的力矩之和(kN.m);

A —挡土墙基底面的面积(m^2);

W —挡土墙基底面对于基底面平行前墙墙面方向形心轴的截面矩(m^3);

2) 抗滑稳定计算

根据《水工挡土墙设计规范》(SL379-2007), 地基上挡土墙沿基础底面的抗滑稳定安全系数按下式计算。

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

$$K_C = \frac{tg\phi_0 \sum G + C_0 A}{\sum H}$$

式中:

K_C ——挡土墙沿基础底面的抗滑稳定安全系数;

f ——挡土墙底面与基础之间的摩擦系数;

$\sum H$ ——作用于挡土墙全部平行于基础底面的荷载总和;

ϕ_0 ——挡土墙基础底面与地基之间的摩擦角；

C_0 ——挡土墙基础底面与地基之间的粘结力；

3) 抗倾覆稳定计算

根据《水工挡土墙设计规范》(SL379-2007)，地基上挡土墙的抗倾覆稳定安全系数按下式计算。

$$K_0 = \frac{\sum M_V}{\sum M_H}$$

式中：

K_0 ——挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

$\sum M_V$ ——对挡土墙基础底面前趾的抗倾覆力矩；

$\sum M_H$ ——对挡土墙基础底面前趾的倾覆力矩；

(2) 计算断面

1) 大塭水闸：

水闸两岸翼墙采用扶壁式挡墙，墙顶高程 3m，墙高 6.9m。

2) 西胪港中闸

西胪港中闸左、右两岸均为现状堤顶道路，上游侧两岸翼墙采用 C35 钢筋砼悬臂式挡土墙型式，墙顶高程▽2.50m，钢筋砼铺盖段翼墙墙顶高程从▽2.50m 均匀加高至闸顶高程▽5.40m；下游侧两岸翼墙采用 C35 钢筋砼悬臂式挡土墙型式，墙顶高程▽2.50m。根据翼墙布置情况，选取消力池段翼墙作为典型断面计算挡墙稳定。

3) 河溪排洪闸

上游侧左、右两岸均为现状堤顶道路，上游侧两岸翼墙采用 C35 钢筋砼悬臂式挡土墙型式，墙顶高程▽3.60m，钢筋砼铺盖段翼墙墙顶高程从▽3.60m 均匀加高至闸顶高程▽4.57m。下游侧左岸为现状滩地，右岸为现状堤岸，根据地形，本次工程水闸下游侧左右两岸翼墙均采用 C35 钢筋砼悬臂式挡土墙型式。消力池段左右两岸翼墙顶高程▽3.50m~▽4.57m，海漫段左右两岸翼墙墙顶高程▽1.50m。根据翼墙布置情况，选取消力池段翼墙作为典型断面计算挡墙稳定。

(3) 计算工况

(一) 基本组合

完建期；正常运行期；

（二）特殊组合

水位降落期；施工期；

各工况下，需将可能同时作用的各种荷载进行组合，包括自重、土压力、静水压力、扬压力、水重，土重以及上部荷载。

（4）计算结果

各类水闸挡土墙稳定计算结果如下表所示：

表 5.5-11 各水闸对应挡土墙稳定计算结果

计算断面	计算工况	地基应力				抗滑稳定安全系数		抗倾覆稳定安全系数	
		σ_{\max} (kPa)	σ_{\min} (kPa)	不均匀系数 η	允许值 $[\eta]$	计算值	允许值	计算值	允许值
大塥水闸	完建期	132.7	98.6	1.35	2	1.47	1.2	5.45	1.4
	正常运行期	109.2	70.4	1.55	2	1.89	1.2	2.63	1.4
	水位骤降	119.2	63.6	1.87	2	1.52	1.2	2.67	1.4
	施工期	151.1	91.2	1.66	2.5	1.07	1.05	4.83	1.3
	正常运行遇地震	122.4	62.0	1.98	3	1.49	1.0	2.47	1.3
西庐港中闸	完建期	112.3	91.4	1.23		1.57	1.20	8.20	1.40
	正常运行期	86.8	70.3	1.24	2.0	1.27	1.20	2.45	1.40
	水位骤降	95.4	58.1	1.64	2.5	1.06	1.05	2.30	1.30
	施工期	120.6	94.3	1.28	2.5	1.38	1.05	7.20	1.30
河溪排洪闸	完建期	134.91	104.99	1.285	2.0	1.63	1.20	7.19	1.4
	设计水位	112.08	68.45	1.637	2.0	1.85	1.20	2.18	1.4
	水位骤降	130.43	52.26	2.49	2.5	1.31	1.05	2.14	1.3
	施工期	133.11	114.24	1.16	2.5	1.68	1.05	7.49	1.3
	地震工况	147.98	101.35	1.46	3	1.32	1.00	5.87	1.3

由上表可知，各挡墙在各种工况下的抗滑、抗倾覆、基底应力及其不均匀系数均满足规范要求。

5.6 工程安全监测

根据《水闸安全监测技术规范》（SL 768-2018），中型水闸必须设置垂直位移监测、渗流监测、上下游水位监测，并进行日常巡视检查。

各水闸的主要建筑物地基地质条件复杂。为监测工程各主要建筑物的运行安全，掌握各建筑物在施工、安装、运行期间建筑物的状况，防止事故的发生，减少不必要的损失。设立以下观测项目，在中控室安装监视仪，满足现代化水利工程管理的要求。

(1) 环境量观测。观测项目有上下游水位、气温、降水量等，设置水尺、气温计、翻斗式雨量计等。

(2) 变形和渗透压力观测。包括水平位移和沉降观测及基底的渗压观测，设置水平位移、沉降位移监测点、测缝计、测压管和振弦式渗压计等。

(3) 应力应变观测。包括墙后土压力、结构应力应变观测，设置无应力计、土压力计、五向应变计组、钢筋计等。

5.7 主要建筑物工程量

表 5.7-1 工程量汇总表

(1) 大塥水闸主要工程量表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	土方开挖	m ³	6692	
2	淤泥开挖	m ³	9466	
3	土方回填	m ³	10386	
4	土工格栅 TGDG120HDPE	m ²	10386	
5	C35 钢筋砼水闸底板厚 1500	m ³	1516	
6	C35 钢筋砼水闸闸墩厚 1500	m ³	1197	
7	C35 钢筋砼水闸消力池厚 800	m ³	711	
8	C35 钢筋砼上游铺盖厚 500	m ³	315	
9	C35 钢筋砼水闸顶板厚 1000	m ³	368	
10	C35 钢筋砼交通桥顶板厚 800	m ³	251	
11	下游抛石海漫厚 2000	m ³	3437	
12	C35 钢筋砼上部排架	m ³	593	
13	二期 C40 砼	m ³	66	
14	钢筋	t	349	
15	C35 钢筋砼扶壁挡墙底板厚 800	m ³	792	
16	C35 钢筋砼扶壁挡墙立板厚 600	m ³	880	
17	C35 钢筋砼悬臂挡墙底板厚 1100	m ³	731	
18	C35 钢筋砼悬臂挡墙立板厚 1000	m ³	319	
19	d1000 钢筋砼灌注桩	m	278	
20	d1000 塑性砼灌注桩	m	278	
21	灌注桩钢筋	t	20	
22	C35 钢筋砼冠梁	m ³	15	

序号	项目名称	单位	工程量	备注
23	d1000 灌注桩空桩	m	52	
24	钢筋	t	255	
25	砂石垫层厚 300	m ³	3256	
26	C15 素砼垫层厚 100	m ³	529	
27	粗砂垫层厚 200	m ³	706	
28	d600 水泥搅拌桩	m	100903	
29	d600 水泥搅拌桩空桩	m	12108	
30	C60 钢筋砼 U 型预应力板桩 350*750	m	5443	
31	PHC500 (125) -AB 管桩	m	9828	
32	C35 钢筋砼冠梁 500*600	m ³	36	
33	GW 高效抗腐蚀剂	kg	130851	
34	C35 钢筋砼桥搭板厚 700	m ³	150	
35	桥面 C40 砼铺装	m ³	58	
36	钢筋	t	38	
37	沥青路面厚 100	m ²	583	
38	C35 混凝土路面厚 200	m ²	583	
39	6%水泥碎石基层厚 200	m ³	117	
40	碎石垫层厚 200	m ³	117	
41	不锈钢栏杆	m	292	
42	花岗岩栏杆	m	281	
43	土工布	m ²	1365	
44	上游抛石防冲槽厚 2000	m ³	393	
45	镀高尔凡雷诺护垫护坡厚 300mm	m ³	311	
46	种植土撒草籽	m ²	1036	
47	聚酯长纤无纺布	m ²	1036	
48	植草砖绿化	m ²	902	
49	旧水闸混凝土拆除	m ³	2765	
50	启闭机房建筑面积	m ²	720	
51	管理楼建筑面积	m ²	324	
52	围墙	m	346	

(2) 西胥港中闸主要工程量表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
一、	上游护底+砼铺盖			
1	土方开挖（淤泥）	m ³	1065.97	
2	土方回填（外购）	m ³	579.38	
4	格宾石笼护底厚 600	m ³	69.88	
5	换填砂砾石	m ³	165.78	
6	块石回填	m ³	105.13	
7	C35 钢筋砼铺盖	m ³	110.94	

8	碎石垫层	m ³	45.23	
9	粗砂褥垫层厚 150	m ³	45.23	
10	铺盖基础水泥搅拌桩φ600，桩长 15m	m	1652.40	
11	砂垫层厚 1.5m	m ³	290.30	
12	紫止水铜片	m	25.92	
13	沥青杉木板填缝	m ²	23.33	
14	钢筋制安	t	13.31	
15	模板	m ²	48.47	
16	土工布一层（350g/m ² ）	m ²	184.90	
17	铺盖排水管φ50mm，间距 2.5m，梅花桩布置	m	25.92	
18	C15 砼垫层厚 100	m ³	30.37	
19	C35 钢筋砼翼墙	m ³	382.81	
20	粗砂褥垫层厚 300	m ³	94.18	
21	DN75PVC 排水管	m	58.97	
22	反滤包	个	22.68	
23	翼墙基础水泥搅拌桩φ600，桩长 15m	m	6253.20	
24	砂垫层厚 1.5m	m ³	450.83	
25	沥青杉木板填缝	m ²	61.08	
26	钢筋制安	t	44.66	
27	模板	m ²	651.35	
28	脚手架 3.5m	m ³	448.76	
29	GW 高效抗腐蚀剂	Kg	9874.95	
二、	闸室段			
1	土方开挖（淤泥）	m ³	1470.60	
2	土方回填（外购）	m ³	1726.74	
3	C35 钢筋砼闸底板厚 1000	m ³	472.90	
4	碎石垫层厚 150	m ³	29.78	
5	粗砂垫层厚 150	m ³	92.50	
6	闸室基础水泥搅拌桩φ600，桩长 15m	m	5362.20	
7	密排水泥搅拌桩φ600，桩长 15m	m	3385.80	
8	砂垫层厚 1.5m	m ³	524.98	
9	紫止水铜片	m	46.66	
10	沥青杉木板填缝	m ²	47.95	

11	闸底板模板	m ²	234.23	
12	C35 闸中墩	m ³	211.33	
13	C35 闸边墩	m ³	184.12	
14	C35 砼刺墙	m ³	25.92	
15	C40 门槽二期混凝土	m ³	23.39	
16	闸墩曲面模板	m ²	43.95	
17	闸墩模板	m ²	772.39	
18	钢筋制安	t	104.33	
19	交通桥			
19.1	C35 钢筋砼桥板+梁	m ³	53.70	
19.2	C40 砼桥面铺装厚 100	m ³	12.64	
19.3	钢筋砼安全栏杆 1.2m	m	50.54	
19.4	桥梁伸缩缝	m ²	2.41	
19.5	C35 钢筋砼搭板厚 300	m ³	12.20	
19.6	5%水泥稳定碎石厚 200	m ³	5.51	
19.7	钢筋制安	t	7.69	
19.8	模板	m ²	246.38	
20	检修桥		0.00	
20.1	C35 钢筋砼桥板+梁	m ³	26.43	
20.2	C40 砼桥面铺装厚 100	m ³	7.26	
20.3	安全栏杆 1.2m(不锈钢)	m	48.38	
20.4	钢筋制安	t	3.08	
20.5	桥梁伸缩缝	m	1.06	
20.6	模板	m ²	97.52	
21	C35 钢筋砼排架柱 0.6*0.7	m ³	25.04	
22	新建启闭机房高 11.3m+外立面装饰	m ²	157.25	
23	C25 钢筋砼楼梯	m ²	21.60	
24	新建管理房(10*10 两层)	m ²	216.00	
25	脚手架 6m	m ³	373.25	
26	GW 高效抗腐蚀剂	Kg	17885.32	
三、	下游消力池			
1	土方开挖（淤泥）	m ³	1903.18	
2	土方回填（外购）	m ³	511.60	

3	C35 钢筋砼消力池底板厚 600	m ³	293.06	
4	碎石垫层厚 150	m ³	51.31	
5	粗砂垫层厚 150	m ³	51.31	
6	土工布一层 (350g/m ²)	m ²	344.37	
7	钢筋制安	t	34.19	
8	消力池基础水泥搅拌桩φ600, 桩长 15m	m	5686.20	
9	砂垫层厚 1.5m	m ³	544.32	
10	紫止水铜片	m	80.35	
11	沥青杉木板填缝	m ²	118.82	
12	DN50PVC 排水管梅花桩布置, 间距 2.5m	m	40.82	
13	碎石反滤包	个	68.04	
14	C35 钢筋砼翼墙	m ³	230.04	
15	C15 砼垫层厚 100	m ³	18.47	
16	粗砂褥垫层厚 300	m ³	54.76	
17	DN75PVC 排水管	m	49.90	
18	反滤包	个	11.88	
19	翼墙基础水泥搅拌桩φ600, 桩长 15m	m	10076.40	
20	砂垫层厚 1.5m	m ³	274.59	
21	沥青杉木板填缝	m ²	30.67	
22	钢筋制安	t	26.84	
23	模板	m ²	349.92	
24	脚手架 4.5m	m ³	291.60	
25	GW 高效抗腐蚀剂	Kg	10462.00	
四、	海漫段			
	格宾垫段海漫			
1	土方开挖 (淤泥)	m ³	2265.47	
2	格宾网箱 2*2*0.6	m ³	1247.68	
3	碎石垫层厚 100	m ³	201.05	
4	粗砂垫层厚 100	m ³	201.05	
5	土工布一层 (350g/m ²)	m ²	77.24	
6	抛石防冲槽	m ³	899.51	
7	换填砂砾石厚 1.5m	m ³	2313.52	
	翼墙 (包括下游连接翼墙)			

1	C35 钢筋砼翼墙	m ³	358.30	
2	C15 砼垫层	m ³	30.69	
3	粗砂褥垫层	m ³	90.83	
4	翼墙基础水泥搅拌桩φ600，桩长 15m	m	1166.40	
5	砂垫层厚 1.5m	m ³	530.87	
6	沥青杉木板填缝	m ²	37.07	
7	钢筋制安	t	41.80	
8	模板	m ²	600.65	
9	脚手架 4.5m	m ³	563.76	
10	GW 高效抗腐蚀剂	Kg	7166.02	
五、	工程范围内重建堤防+边坡修缮+翼墙栏杆			
1	土方回填（外购土）	m ³	2629.68	
2	C20 砼路面厚 250	m ³	431.75	
3	5%水泥稳定碎石厚 200	m ³	345.40	
4	路缘石 200*500	m ³	57.92	
5	草皮护坡	m ²	2629.68	
6	撒草籽	m ²	1437.73	
7	植草砖厚 150	m ³	215.66	
8	耕植土厚 300	m ³	1220.22	
9	三维土工网	m ²	2629.68	
10	所有翼墙花岗岩栏杆高 1.2m	m	160.92	
11	模板	m ²	173.45	
六、	旧水闸拆除			
1	启闭设备拆除	台	5.00	
2	闸门拆除	扇	5.00	
3	浆砌石闸墩	m ³	30.07	
4	C25 钢筋砼（交通桥）	m ³	48.60	
5	浆砌石（闸底板）	m ³	259.89	
6	浆砌石厚 800（消力池）	m ³	162.43	
7	浆砌石厚 600（铺盖段）	m ³	121.82	
8	浆砌石厚 700（翼墙）	m ³	386.93	

（3）河溪排洪闸主要工程量表

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

6 机电及金属结构

目录

6 机电及金属结构	6-1
6.1 电气	6-1
6.1.1 设计依据及规范	6-1
6.1.2 用电负荷统计及负荷性质	6-1
6.1.3 接入电力系统方式	6-2
6.1.4 水闸电气接线	6-2
6.1.5 电气设备的选择	6-2
6.1.6 过电压保护及接地	6-3
6.1.7 电气设备布置	6-3
6.1.8 计算机监控	6-4
6.1.9 继电保护和测量	6-4
6.1.10 视频监控	6-4
6.1.11 操作电源	6-5
6.1.12 电气主要设备表	6-5
6.3 金属结构	6-7
6.3.1 概述	6-7
6.3.2 设计标准	6-7
6.3.3 闸门型式比选	6-7
6.3.4 大塭水闸金属结构设计	6-8
6.3.4 西胪港中闸金属结构设计	6-8
6.3.6 河溪排洪闸金属结构设计	6-9
6.3.7 金属结构防腐设计	6-10
6.3.8 金属结构工程量	6-10
6.3 消防设计	6-12
6.3.1 消防设计依据和消防原则	6-12
6.3.2 消防总体布置	6-13
6.3.3 建筑物消防设计	6-13
6.3.5 机电设备消防设计	6-14
6.3.6 消防设备汇总	6-14

6 机电及金属结构

6.1 电气

6.1.1 设计依据及规范

- 1) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SL618-2021)；
- 2) 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022
- 3) 《水利水电工程机电设计技术规范》SL511-2011
- 4) 《水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》SL490-2010；
- 5) 《水利水电工程接地设计规范》SL587-2012；
- 6) 《水利水电工程电气测量设计规范》SL456-2010
- 7) 《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018
- 8) 《电力设备典型消防规程》DL5027-2015

6.1.2 用电负荷统计及负荷性质

此次工程主要用电负荷集中在大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸，初步确定本工程用电负荷属二级负荷。负荷统计如下：

表 6.1-1 负荷统计表

项目	序号	设备名称	容量	台数	参加运行最大负荷	备注
河溪排洪闸	1	工作闸门启闭机	7.5kW	5	22.5kW/28.13kVA	3 台同时启动
	2	上游侧检修门启闭机	7.5kW	1		
	3	控制与照明	2kW		2kW	
				小计	24.5kW/30.63kVA	
西胪港中闸	1	工作闸门启闭机	7.5kW	3	22.5kW/28.13kVA	3 台同时启动
	2	检修门启闭机	13kW	2		
	3	控制与照明	2kW		2kW	
				小计	24.5kW/30.63kVA	
大塭水闸	1	工作闸门启闭机	18.5kW	3	55.5kW/70kVA	3 台同时启动
	2	检修门启闭机	13kW	2		
	3	控制与照明	2kW		2kW	
				小计	57.5kW/71.88kVA	

6.1.3 接入电力系统方式

根据有关规程规范的要求，并结合项目规模和运行方式，水闸为就近接入电源。通过工程建设方与当地供电部门协商，结合项目所在地区电力系统现状及发展规划，并满足城市规划建设要求，其供电回路数、电压等级、输送距离、导线规格见表 6.1-2。

电源接入事宜最终由业主向地方供电部门申报并落实。

表 6.1-2 供电电源特征表

项目名称	计算负荷	输电回路	电压等级	电源接入	接线距离	导线型号
河溪排洪闸	30.63kVA	1	0.4kV	就近接入	200m	YJV22-0.6/1.0kV-4 ×35+1×16
西胪港中闸	30.63kVA	1	0.4kV	就近接入	200m	YJV22-0.6/1.0kV-4 ×35+1×16
大塭水闸	71.88kVA	1	10kV	当地 10kV 配电房	2km	YJV22-3x70,8.7/15kV

6.1.4 水闸电气接线

6.4.2.1 大塭水闸电气接线

大塭水闸 10kV 侧为 1 回 10kV 进线，采用一座户外式台架变降压至 0.4kV 作为主电源。经初步估算，初选用一台 100kVA 干式变压器作为站用变压器。当主电源发生故障或站用变检修时，为了确保泵站站内重要用电设备的可靠供电，另配一台 0.4kV，80kW 柴油发电机组作为备用电源。

6.4.2.2 河溪排洪闸及西胪港中闸电气接线

河溪排洪闸及西胪港中闸均就近接入一回路 0.4kV 电源，采用单母线接线，电压为 400/220V，三相五线制供电系统，中性点直接接地。

为了确保水闸重要用电设备的可靠供电，每座水闸配一台 0.4kV，50kW 柴油发电机组作为用电源。

6.1.5 电气设备的选择

1) 户外台架式变电站

型号：S20-10/0.4

容量：100kVA

额定电压：10/0.4kV

2) 低压开关柜

型号：GGD-0.4 固定式开关柜

内装框架断路器或塑壳断路器

额定电压：0.4kV

3) 动力配电箱

0.4kV 内配置塑壳断路器等。

4) 柴油发电机

额定容量：50kW/80kW

额定电压：0.4kV

功率因数：0.85

3) 电缆

1kV 电缆选用 VV22/VV-1kV 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，有机械损伤危险场所选用金属铠装电缆。

6.1.6 过电压保护及接地

1) 过电压保护

对水闸建筑物的防雷保护，按有关规定对建筑物顶面的结构钢筋焊接成网格，在建筑物顶设避雷带,并将其引下与接地网可靠地连接，以防止直击雷对建筑物及设备的危害。

电源进线接电涌保护器以保护电气设备的安全。

2) 接地

本工程水闸为小接地短路电流系统。总接地电阻按 $R \leq 4 \Omega$ 进行设计。

工程总接地网主要由水工建筑物的钢筋、钢管、闸门槽等形成的自然接地网，地网之间通过两根 $50 \times 5\text{mm}$ 的镀锌扁钢可靠连接。当接地电阻不满足要求时，敷设人工接地网，保证接地电阻在设计允许的范围内。

6.1.7 电气设备布置

台架式变电站为户外布置，水闸电控设备箱均就近布置启闭电机附近，采用挂墙安装。

6.1.8 计算机监控

根据本工程实际情况，本工程建设以下内容：继电保护和测量、计算机监控、安全防范系统、操作电源等。

水闸对象主要包括：各水闸工作闸门，所有各控制对象分别由水闸控制系统进行控制。

1) 控制方式

闸站控制采用远方集中控制为主、现地控制为辅的控制方式。

2) 自动控制

本工程的控制和调节方式采用计算机监控系统。闸站均采用独立的控制系统，按分层分布式结构，运行人员可通过计算机监控系统的上位机或现地单元的触摸屏，实时监视和控制泵站主要机电设备的运行工况，并对生产过程进行调节、控制，实现自动控制。

3) 控制方案

本工程设有信息管理中心（中控室），对闸站设备进行集中控制。管理中心配置由工程信息化专业统一考虑，各水闸分别设 1 套水闸 LCU。

水闸分别设有以 PLC 为核心的现地控制柜（箱），配置 RJ45 以太网网络模块，布置在现地。通过现地控制柜实现闸门全开全关，同时可手动控制闸门的启闭。控制柜通过网络接入计算机监控系统；水闸 LCU 完成配电设备、辅助设备等设备的控制和监视，以及闸门的开/闭环控制和水位监测等功能。各现地 LCU 通过 PLC 控制器接入中控室的 100/1000Mbps 以太网交换机；通过通信工作站设备与管理信息中心进行数据通信。

6.1.9 继电保护和测量

继电保护参照《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T14285-2006 和《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008 进行配置

测量表计按《电测量及电能计量装置设计技术规程》DL/T 5137-2001 配置。

水闸电能表计按当地供电部门要求配置。

6.1.10 视频监视

视频监视在每座水闸现地设置 2 个视频监控点。

视频监控系统采用全高清 IP 视频监控系统（IPVS）。在各个监控点安装一体化网络摄像机。摄像机经网络通道将视频信号传输回管理信息中心，信息管理中心配置由工程信息化专业统一考虑。

6.1.11 操作电源

电气二次设备辅助电源考虑采用交流 AC220V 电源方式。

自动化元件所需的 24V 直流电源取自相应现地控制设备（LCU）的 24V 电源回路。其它电气二次设备辅助电源采用 AC 220V。

6.1.12 电气主要设备表

表 6.1-3 河溪排洪闸（西胪港中间闸共同参看）电气及监控设备表

编号	工程或费用名称	单位	数量
一	主要电气设备及安装工程		
1	动力配电箱 非标，内含微型断路器设备	面	1
2	照明及动力系统	项	1
3	柴油发电机组 长行功率 50kw，后备功率 55kw	台	1
4	低压电力电缆 ZR-YJV22-0.6/1.0kV-4×35+1×16	米	200
5	低压电力电缆 ZR-VV22-0.6/1.0kV-5×10	米	100
6	低压电力电缆 ZR-VV22-0.6/1.0kV-4×4	米	100
7	PVC 管 DN80	米	200
8	PVC 管 DN32	米	200
二	全厂接地及保护网		
1	接地扁钢 50×5	米	100
2	Φ18 圆钢	米	100
三	水闸自动化		
1	自动控制 LCU	套	1
2	控制电缆 KVVVP-7*1.5	米	200
3	控制电缆 KVVVP-4*1.5	米	200
4	通信线缆 CAT-5E	米	100
5	镀锌钢管 DN32	米	500
六	图像监控及广播指挥系统		
1	红外高清球机 400 万 7 寸 23 倍全彩智能球机 支持最大 1920 × 1080 @30 fps 高清画面输出 支持切换为人脸抓拍模式，最大同时抓拍 5 张人脸 支持 H.265 高效压缩算法，可较大节省存储空间 支持超低照度，0.005Lux/F1.6(彩色),0.001Lux/F1.6(黑白) ,0 Lux with IR 支持 23 倍光学变倍，16 倍数字变倍	台	2
2	硬盘录像机 硬件规格：	台	1

编号	工程或费用名称	单位	数量
	1.5U 标准机架式 1 个 HDMI, 1 个 VGA, 同源输出 4 盘位, 2 个千兆网口 前面板 2 个 USB2.0 接口、后面板 1 个 USB2.0 接口 含 2 块 8T 硬盘。		
3	双绞线(超五类)	米	200
4	电源线(RVV3×1.5)	米	200
5	其他安装辅材(CCTV 箱、镀锌钢管等)	套	1

表 6.1-4 大塛水闸电气及监控设备表

编号	工程或费用名称	单位	数量
一	10kV 设备		
1	户外台架式变电站 S20-10/0.4, 100kVA	座	1
2	10kV 供电工程, YJV22-3x70,8.7/15kV 2000 米	项	1
	0.4kV 设备		
1	低压开关柜 0.4kV, GGD-0.4	块	1
2	动力配电箱 非标, 内含微型断路器设备	面	1
3	照明及动力系统	项	1
4	柴油发电机组 长行功率 80kw, 后备功率 88kw	台	1
5	低压电力电缆 ZR-YJV22-0.6/1.0kV-4×50+1×25	米	50
6	低压电力电缆 ZR-VV22-0.6/1.0kV-5×10	米	100
7	低压电力电缆 ZR-VV22-0.6/1.0kV-4×4	米	100
8	PVC 管 DN80	米	50
9	PVC 管 DN32	米	200
二	全厂接地及保护网		
1	接地扁钢 50×5	米	100
2	Φ18 圆钢	米	100
三	水闸自动化		
1	自动控制 LCU	套	1
2	控制电缆 KVV-7*1.5	米	200
3	控制电缆 KVV-4*1.5	米	200
4	通信线缆 CAT-5E	米	100
5	镀锌钢管 DN32	米	500
六	图像监控及广播指挥系统		
1	红外高清球机 400 万 7 寸 23 倍全彩智能球机 支持最大 1920 × 1080 @30 fps 高清画面输出 支持切换为人脸抓拍模式, 最大同时抓拍 5 张人脸 支持 H.265 高效压缩算法, 可较大节省存储空间 支持超低照度, 0.005Lux/F1.6(彩色),0.001Lux/F1.6(黑白),0 Lux with IR 支持 23 倍光学变倍, 16 倍数字变倍	台	2

编号	工程或费用名称	单位	数量
2	硬盘录像机 硬件规格： 1.5U 标准机架式 1 个 HDMI，1 个 VGA，同源输出 4 盘位，2 个千兆网口 前面板 2 个 USB2.0 接口、后面板 1 个 USB2.0 接口 含 2 块 8T 硬盘。	台	1
3	双绞线(超五类)	米	200
4	电源线(RVV3×1.5)	米	200
5	其他安装辅材(CCTV 箱、镀锌钢管等)	套	1

6.3 金属结构

6.3.1 概述

本工程金属结构设备包括大温水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸等 3 座水闸的工作闸门、检修闸门及其埋件和启闭设备。

6.3.2 设计标准

设计采用的主要规范和标准：

- 1) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL618-2021）；
- 2) 《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019）；
- 3) 《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》（GB/T14173—2008）；
- 4) 《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2018）；
- 5) 《水利水电工程启闭机制造、安装及验收规范》（SL/T381-2021）；
- 6) 《水工金属结构防腐蚀规范》（SL 105-2007）。

6.3.3 闸门型式比选

水闸工作闸门门型选择主要考虑以下几方面因素：闸门必须满足使用功能要求；闸门必须满足经济合理的要求；闸门同时兼顾景观要求。

目前水利工程中闸门采用的门型主要有以下几种：直升门、升卧门、弧形闸门。

平面直升门结构简单，在水利工程中运用最普遍，闸门可双向挡水，动水启闭，也可局部开启控制流量，布置容易，运行可靠、便于维护，造价较低。其弱点是启闭排架高，如建筑处理恰当，也能满足景观要求。

升卧门结构与直升门类似，但开启后，闸门平卧在孔口上方，因此可大大降

低建筑物高度，从而减少对景观的影响。缺点是止水橡皮容易磨损，同时增加了闸墩沿水流方向的长度。

弧门具有水流条件好，启闭力小的优点，多用于有局部开启工况的工程，有成熟的运行经验，闸门开启时，门叶的圆弧造型较美观，但弧形门需建较长的闸室，制造工艺较平面闸门复杂。

通过上述分析比较，考虑各闸门的结构特点、运行操作要求和工程所处地理位置、环境对闸门景观的要求，结合本工程的实际情况，综合考虑工程量及制造、安装、运行维护等方面因素：采用结构简单，安全可靠，工程造价较省的直升式钢闸门为推荐方案。

6.3.4 大塭水闸金属结构设计

大塭水闸为 3 孔，单孔口净宽 8.0m。

水闸工作闸门本阶段推荐采用直升式钢闸门，底槛高程-2.50m，闸门按挡防洪水位 4.01m 加门顶 0.3~0.5m 超高，门高取 7.0m，闸门尺寸为 8.0×7.0m，采用平面定轮钢闸门，闸门门叶结构主要材料为 Q235-B，采用悬臂轮支承，闸门双向挡水，面板和止水布置于外江侧。埋件采用焊接截面，止水面贴不锈钢板。工作闸门动水启闭，每孔采用 1 台 2×250kN 固定卷扬式启闭机操作，带手摇机构。闸门启闭操作可现地控制，也可远程集中控制，现地控制为最高级。

为便于工作闸门和门槽的检修，在工作闸门上、下游各设置一道检修门槽，上、下游各设置 1 扇检修闸门和 1 台移动式启闭机。上、下游检修闸门均为 3 孔，孔口型式为露顶式，内河侧检修闸门门顶高程按正常蓄水位 1.54m 加 0.3~0.5m 超高确定，闸门尺寸为 8×4.4m，外江侧检修闸门门顶高程按多年平均高高潮位 2.04m 加 0.3~0.5m 超高确定，闸门尺寸为 8×4.9m。检修闸门采用平面滑动叠梁门，闸门门叶结构主要材料为 Q235-B，采用滑块支承，闸门单向挡水，面板和止水布置于闸室侧。埋件采用焊接截面，止水面贴不锈钢板。检修闸门静水启闭，节间充水平压，上、下游检修闸门采用 1 台 2×100kN 移动式电动葫芦操作。检修闸门平时分节搁于孔口上方的槽内。

6.3.4 西胪港中闸金属结构设计

西胪港中闸为 3 孔，其中 2 孔孔口净宽为 6.0m，其余 1 孔孔口净宽为 8.0m。

水闸工作闸门本阶段推荐采用直升式钢闸门，闸门底槛高程-1.0m，闸门按挡上游最高水位 2.4m 加门顶 0.3~0.5m 超高，门高取 3.9m，每孔设一扇工作闸门，为 2 扇 6.0×3.9m 和 1 扇 8.0×3.9m，均采用平面定轮钢闸门，闸门门叶结构主要材料为 Q235-B，采用悬臂轮支承，闸门双向挡水，面板和止水布置于外江侧。埋件采用焊接截面，止水面贴不锈钢板。工作闸门动水启闭，每孔采用 1 台 2×100kN 固定卷扬式启闭机操作，带手摇机构。

为便于工作闸门和门槽的检修，在工作闸门上、下游各设置一道检修门槽，设置检修闸门和启闭机。上、下游检修闸门均为 3 孔，孔口型式为露顶式，底槛高程-1.0m，上、下游侧检修闸门门顶高程按正常蓄水位 1.34m 加 0.3~0.5m 超高确定，上、下游侧各设 6×2.7m 的闸门和 1 扇 8×2.7m 的闸门。检修闸门采用平面滑动钢闸门，闸门门叶结构主要材料为 Q235-B，采用滑块支承，闸门单向挡水，面板和止水布置于闸室侧。埋件采用焊接截面，止水面贴不锈钢板。检修闸门静水启闭，上、下游检修闸门各采用 1 台 2×50kN 移动式电动葫芦配套液压式自动抓梁操作。检修闸门平时搁于孔口上方的槽内。

6.3.6 河溪排洪闸金属结构设计

河溪排洪闸为 5 孔，单孔口净宽 8.0m。

工作闸门孔口为露顶式，底槛高程为-0.50m，闸门按挡内河设计水位 3.34m 加门顶 0.3~0.5m 超高，门高取 4.3m，闸门尺寸为 8.0×4.3m，采用平面定轮钢闸门，闸门门叶结构主要材料为 Q235-B，采用悬臂轮支承，闸门双向挡水，面板和止水布置于外江侧。埋件采用焊接截面，止水面贴不锈钢板。工作闸门动水启闭，每孔采用 1 台 2×100kN 固定卷扬机操作。

为便于工作闸门和门槽的检修，在工作闸门上游设置一道检修门槽，设置检修闸门和启闭机。上游检修闸门孔口型式为露顶式，底槛高程-0.5m。检修闸门门顶高程按正常蓄水位 1.34m 加 0.3~0.5m 超高确定，设 1 扇 8×2.2m 的闸门。检修闸门采用平面滑动钢闸门，闸门门叶结构主要材料为 Q235-B，采用滑块支承，闸门单向挡水，面板和止水布置于闸室侧。埋件采用焊接截面，止水面贴不锈钢板。检修闸门静水启闭，检修闸门各采用 1 台 2×50kN 移动式电动葫芦配套液压式自动抓梁操作。检修闸门平时搁于孔口上方的槽内。

6.3.7 金属结构防腐设计

本工程全部金属结构设备（闸门、埋件、启闭机设备等）均应进行防腐处理，防腐综合考虑结构的使用环境、运行工况、维护管理条件等因素，通过技术经济比较论证选定。本阶段推荐采用适用于海水环境的热喷涂 200 μm 锌铝合金加封闭涂层的复合防护方式。

根据目前国内闸门防腐经验和《水工金属结构防腐蚀规范》(SL105-2007)，本工程对闸墩以下水下部分（包括底板）拟进行防腐、防碳化提高耐久性防护，采用高耐久性 LEAC 丙烯酸防护材料进行涂层防护。

6.3.8 金属结构工程量

本工程金属结构工程量如以下列表所示。

表 6.3-1 大温水闸金属结构设备估算表

名称		规格参数	数量	重量 (t)		备注
				单重	总重	
大塽水 闸	内河侧检修门	8×4.4 平面滑动钢闸门	1	11.4	11.4	
	内河侧检修门槽埋件	焊接件	3	3.5	10.6	
	内河侧检修门启闭机	2×100kN 移动式电动葫芦	1			电机功率 2×13kW，轨道工 40a，长 30m
	工作闸门	8×7 平面定轮钢闸门	3	18.1	54.2	
	工作闸门槽埋件	焊接件	3	4.0	12.1	
	工作闸门启闭机	2×250kN 固定卷扬机	3	6.0	18.0	电机功率 18.5kW/台
	外江侧检修闸门	8×4.9 平面滑动钢闸门	1	12.7	12.7	
	外江侧检修门槽埋件	焊接件	3	3.5	10.6	
	外江侧检修门启闭机	2×100kN 移动式电动葫芦	1			电机功率 2×13kW，轨道工 40a，长 30m

表 6.3-2 西胪港中闸金属结构设备估算表

名称		规格参数	数量	重量（t）		备注
				单重	总重	
西胪港中闸	上游侧检修门（6m）	6×2.7 平面滑动钢闸门	1	4.0	4.0	
	上游侧检修门（8m）	8×2.7 平面滑动钢闸门	1	5.3	5.3	
	上游侧检修门槽埋件	焊接件	3		7.5	2.4*2+2.6
	上游侧检修门启闭机	2×50kN 移动式电动葫芦，2×50kN 液压自动抓梁 2 根	1		2（抓梁重）	电机功率 2×7.5kW，轨道工 32a，长 24m
	工作闸门（6m）	6×3.9 平面定轮钢闸门	2	5.7	11.5	
	工作闸门（8m）	8×3.9 平面定轮钢闸门	1	7.6	7.6	
	工作闸门槽埋件	焊接件	3		8.5	2.8*2+3.0
	工作闸门启闭机	2×100kN 固定卷扬机	3	2.5	7.5	电机功率 7.5kW/台
	下游侧检修闸门（6m）	6×2.7 平面滑动钢闸门	1	4.0	4.0	
	下游侧检修闸门（8m）	8×2.7 平面滑动钢闸门	1	5.3	5.3	

名称		规格参数	数量	重量 (t)		备注
				单重	总重	
	下游侧检修门槽埋件	焊接件	3		7.5	2.4*2+2.6
	下游侧检修门启闭机	2×50kN 移动式电动葫芦, 2×50kN 液压自动抓梁 2 根	1		2 (抓梁重)	电机功率 2×7.5kW, 工 32a, 长 24m

表 6.3-3 河溪排洪闸金属结构设备估算表

名称		规格参数	数量	单重 (t)	总重 (t)	备注
河溪排洪闸	上游侧检修门	8×2.2 平面滑动钢闸门	1	5.7	5.7	
	上游侧检修门槽埋件	焊接件	5	2.4	11.9	
	上游侧检修门启闭机	2×50kN 移动式电动葫芦, 2×50kN 液压自动抓梁 1 根	1		1 (抓梁重)	电机功率 2×7.5kW, 工 32a, 长 50m
	工作闸门	8×4.3 平面定轮钢闸门	5	11.1	55.5	
	工作闸门槽埋件	焊接件	5	2.7	13.6	
	工作闸门启闭机	2×100kN 固定卷扬机	5	2.5	12.5	电机功率 7.5kW/台

6.3 消防设计

6.3.1 消防设计依据和消防原则

6.3.1.1 设计依据

本工程消防设计依据的国家、行业规程规范:

- (1) 《中华人民共和国消防法》;
- (2) 《水利工程设计防火规范》(GB50987-2014);
- (3) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014);
- (4) 《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005);
- (5) 《建筑内部装修设计防火规范》(GB50222-2017);
- (6) 《电力设备典型消防规程》(DL5027-2015);

6.3.1.2 设计原则

本工程消防设计是以“预防为主, 防消结合”和确保重点、兼顾一般、便于管

理、经济实用为原则。消防设施的配置主要以自救为主，辅以外援，满足防火、控制、灭火、救生等几个方面的功能要求。

(1) 在工程总体布置中消防车道、防火间距、安全出口均应按满足规范要求设计。

(2) 发生火灾时，应保证消防用电，其配电设备应有明显标志。

(3) 选用的消防设备均应安全可靠、使用方便、技术先进、经济合理，并满足本工程中的特殊要求。所选用的产品均应为经国家有关产品质量监督检测部门检验合格的产品。

6.3.2 消防总体布置

本工程消防设计力争做到防患于未“燃”。一旦发生火灾能确保在短时间内予以扑灭，使火灾损失减少到最低程度。本工程的消防系统由水工建筑物消防和机电设备消防构成，消防主要采用移动式化学灭火器的方式。

6.3.3 建筑物消防设计

6.3.3.1 建筑物火灾危险性类别及耐火等级

根《水利工程设计防火规范》(GB 50987-2014)规定，建筑物、构筑物的火灾危险性类别和耐火等级划分如表 6.3-1。

表 6.3-1 建筑物、构筑物火灾危险性类别和耐火等级

序号	建筑物、构筑物名称	火灾危险性类别	耐火等级
1	设备房	丙类	二级
2	卷扬启闭机室	戊类	三级
3	管理楼	戊类	二级

6.3.4.2 灭火器配置设计

启闭机室和设备房的火灾危险等级按中危险级计，属于 A、E 类火灾，每具灭火器最小级别为 2A，设计选用干粉磷酸铵盐手提式灭火器(灭火剂充装量为 3kg)，每个设置点设置 2 具。

管理楼的火灾危险等级按轻危险级计，属于 A、E 类火灾，每具灭火器最小级别为 1A，设计选用干粉磷酸铵盐手提式灭火器(灭火剂充装量为 2kg)，每个设置点设置 2 具。

6.3.5 机电设备消防设计

独立性室内的电气设备均配备手持式干粉灭火器和二氧化碳灭火器，室内房间门均设往外开启的乙级防火门，并直通走廊。中控室应设两道向外开启的乙级防火门。其它充油电气设备室，配电装置室，配电盘室之间及对外的管沟，孔洞均采用非燃烧材料堵塞。

本工程的电缆主要分布在电气室，消防设备电缆及计算机监控设备、事故照明电缆分别选用防火型及阻燃型。根据规范，电缆穿越楼板、隔墙的孔洞和进出开关柜、配电箱、控制柜、机柜等的孔洞，采用非燃烧材料封堵，并按规范规定对控制电缆和动力电缆进行必要分隔；控制电缆与动力电缆如分层敷设，层间应装设耐火隔板，其耐火极限不低于 0.5h；配电室设置手提式灭火器，并配置防毒面具。

6.3.6 消防设备汇总

表 6.3-2 消防主要设备表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	灭火器	MF/ABC3 干粉磷酸铵盐(手提式)	具	10	3kg 充装量
		MT3 二氧化碳灭火器(手提式)	具	2	3kg 充装量
2	其他	防毒面具、砂箱等	项	1	

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程
(一期) 可行性研究报告

7 施工组织设计

目录

7 施工组织设计	7-1
7.1 施工条件	7-1
7.1.1 工程概况	7-1
7.1.2 交通条件	7-1
7.1.3 自然条件	7-2
7.1.4 建筑材料来源及水电供应	7-3
7.2 料场选择与开采	7-4
7.3 施工导截流	7-5
7.3.1 导流标准及导流时段	7-5
7.3.2 导流方案	7-6
7.3.3 导流程序安排	7-9
7.3.4 导流建筑物设计	7-9
7.3.5 导流建筑物施工	7-11
7.3.6 导流水力学指标表	7-13
7.3.7 基坑排水	7-14
7.4 主体工程施工	7-14
7.4.1 土方开挖	7-14
7.4.2 浆砌石及砼拆除	7-14
7.4.3 土石方回填	7-15
7.4.4 砼浇筑	7-15
7.4.5 板桩及管桩	7-15
7.4.6 水泥搅拌桩	7-15
7.4.7 灌注桩	7-16
7.5 施工交通运输	7-17
7.5.1 对外交通运输	7-17
7.5.2 场内交通运输	7-17
7.6 施工工厂设施	7-18
7.6.1 机械修配及综合加工系统	7-18

7.6.2 施工仓库	7-18
7.6.3 施工用电	7-18
7.6.4 施工用水	7-19
7.7 施工总布置	7-19
7.7.1 施工总布置原则	7-19
7.7.2 施工布置	7-19
7.7.3 土石方平衡及弃土弃碴规划	7-20
7.8 施工总进度	7-20
7.8.1 进度计划安排原则	7-22
7.8.2 施工分期设计	7-22
7.8.3 施工进度计划安排	7-22
7.9 主要技术供应	7-23
7.9.1 材料供应	7-23
7.9.2 主要施工机械设备	7-24

7 施工组织设计

7.1 施工条件

7.1.1 工程概况

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）主要为为 3 宗中型水闸重建，分别为大塭水闸、西胪港中闸及河溪排洪闸。

主要建筑物工程量详见表 7.1-1 所示。

表 7.1-1 主要建筑物工程量表

工程项目		单位	永久工程				临时工程	合计
			大塭水闸	西胪港中闸	河溪排洪闸	小计		
主要工程量	浆砌石拆除	m ³		961	1211	2172		2172
	砼拆除	m ³	2765	49	198	3011		3011
	土方开挖	m ³	6692			6692	23988	30680
	土方开挖（淤泥）	m ³	9466	6705	19404	35575		35575
	土方回填	m ³	10386	5447	11998	27831	23988	51819
	耕植土回填	m ³		1220		1220		1220
	砼及钢筋砼	m ³	8025	2963	8088	19076		19076
	砂、碎石	m ³	3372	1308	3692	8372	4742	13114
	灌注桩	m	557			557		557
	水泥搅拌桩	m	100903	33583	45788	180273		180273
	板桩	m	5443			5443		5443
	管桩	m	9828			9828		9828
	钢筋及钢材	t	626	276	592	1494	585	2079
	抛石	m ³	3829	1005	1895	6729	7059	13788
	格宾石笼/雷诺护垫	m ³	311	1318		1628		1628

7.1.2 交通条件

潮阳区位于广东省东南部，东连濠江区，东南濒临南海，南隔练江与潮南区相接，西邻普宁市，北至东北隔榕江与揭阳市、揭东区相望。大塭水闸工程区位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，为榕江下游右岸堤防金关围的穿堤水闸，闸址位于潮水溪与榕

江河交汇处，距潮阳城区约 35km，揭阳市区约 15km；西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部，距离潮阳城区约 20km；河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部，距离潮阳城区平均约 12km。各水闸左右岸有现状水泥村道，村道与附近的省道 S234 连通，工程区附近有 S85 潮汕环线高速穿过，基本满足工程对外交通要求。

工程施工期间购置的建筑材料、机电设备、金属结构及施工机械均由上述公路运抵工地。

7.1.3 自然条件

7.1.3.1 水文气象条件

潮阳区属亚热带季风气候带，海洋性气候明显，冬无严寒，光照充足，雨量充沛，四季常青。历年平均气温 22.0℃。历年极端最高气温 38.7℃，出现于 2008 年 7 月 27 日；历年极端最低气温 1.6℃，出现于 1991 年 12 月 29 日。历年平均日照时数 2137.3 小时，年日照百分率 50%左右。历年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 平均积温 8028.4℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温 7971.9℃。常年除小北山极部有 5~10 天霜日外，其余地区基本无霜。

历年平均降水量 1588.5mm，最多为 2006 年 2713.5mm，最少为 1989 年 946.5mm，相差达 1767.0mm。一年中，雨季和旱季明显。历年 10 月至次年 3 月为旱季，降水量占全年 17%；4~9 月为雨季，降水量占全年 83%。

风向随季节变化明显。冬半年多东北风，夏半年多偏南风。历年平均风速 2.8m/s。历年最大风速（2 分钟平均）为 25m/s，出现于 1979 年 8 月 2 日；瞬间极大风速 40m/s 以上，出现于 1969 年 7 月 28 日。主要灾害天气有低温霜冻、低温阴雨、台风暴雨等。低温霜冻小北山高丘地区平均每 10 年一遇。3 月出现的低温阴雨，俗称“倒春寒”，对早稻播种育秧危害较大，全区大约每 10 年一遇。台风暴雨是潮阳区主要灾害性天气，7~9 月为台风盛期。从福州至海口登陆的台风，对潮阳都有影响，平均每年 5 次。

7.1.3.2 地形、地质条件

工程区内主要为海相及海陆交互相沉积形成的冲积平原地貌，地形平坦、开阔，地势呈西北略高东南略低。水闸现状基本位于已建堤防附近，大部分地段均有道路直通河道，可直接通往外界，交通条件较为便利。

工程区主要被第四系填土层和第四系覆盖层覆盖。根据本阶段钻探揭露，河道沿线岩土可分 5 大类，自上而下依次为：①人工填土（ Q_4^s ）、②第四系河流冲积层（ Q_4^{al} ）、③第四系海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、④第四系全新统海陆交互相冲积层（ Q_4^{mc} ）、⑤第四系更新统海陆交互相冲积层（ Q_3^{mc} ）、⑥第四系更新统残坡积层（ Q_3^{cdl} ）

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010[2016 年版]），工程区位于设计分组第二组，基本地震动峰值加速度为 0.20g，基本地震动反应谱特征周期为 0.40s，抗震设防烈度为 VIII 度。

7.1.4 建筑材料来源及水电供应

（1）建筑材料

大塭水闸所需钢筋、水泥和木材、商品砼自揭阳市建材市场购买，均由汽车运至工地，运距约为 15km；西胪港中闸及河溪排洪闸所需钢筋、水泥和木材、商品砼自潮阳区建材市场购买，均由汽车运至工地，距西胪港中闸约 20km，距河溪排洪闸约 12km。

（2）砂石土料

大塭水闸砂石土料可选用工程区旁的储料堆作为外购点，距离大塭水闸仅 100m。西胪港中闸及河溪排洪闸所需土料及砂料拟从湖东村沙场采购，运距约为 5km～15km；石料拟从新寨仔石料场或郭坚林石料场采购，运距分别为 26km～28km、28km～35km，同时湖东村沙场作为备用石料购买来源。外购砂石土料储量及质量均能够满足本工程的需要。

（3）施工及生活用水

工程施工用水主要为建筑物混凝土养护用水、石方开挖等，而本工程临海，因此生产生活用水均接驳现有附近村庄居民的生活用水。

（4）施工用电

本工程各水闸均设有输电线路及变压器，容量可满足施工期用电需求，可考虑共用。

（5）施工通讯

工程区附近内已接通程控电话，施工期间可从附近的接线箱接线，无线网络已覆盖该区，亦可通过无线电话与外界联通。

7.2 料场选择与开采

(1) 土料

土料选用湖东村沙场作为土料外购点,其位置位于潮阳区湖东村委会北侧 230m,对外销售土料岩性主要为花岗岩风化土,其供应量及质量可满足要求。有公路通行,交通便利,运距约 5km~15km。

大塭水闸可选用工程区旁的储料堆作为土料外购点,该储料堆对外销售土料岩性主要为花岗岩风化土,其供应量及质量可满足要求。

根据调查,外购点所供应土料塑性指数平均值为 11.4,粘粒含量平均值为 25.6%,天然含水率平均值 19.5%,最优含水率 19.9%,控制干密度 1.52g/cm^3 ,渗透系数平均值 $3.08\times 10^{-6}\text{cm/s}$,压缩系数 0.331MPa^{-1} ,粘聚力为 14kpa,内摩擦角 22° ,各项指标均满足防渗料要求。

(2) 石料

1) SL1 新寨仔石料场

新寨仔石料场位于谷饶镇西美村以北新寨仔村旁,石料岩性主要为花岗岩,其质量指标见表 7.2-1,料场开采面积广,其储量及质量可满足要求。距西胪港中闸及河溪排洪闸约 28km~35km。

2) SL2 郭坚林石料场

郭坚林石料场位于谷饶镇浮山村以北,石料岩性主要为花岗岩,其质量指标见表 7.2-1,料场开采面积广,其储量及质量可满足要求。距西胪港中闸及河溪排洪闸约 26km~28km。

3) 湖东村沙场(备用)

受相关政策限制,可能面临施工期间石料开采困难,石料匮乏的问题。选用湖东村沙场作为备用石料购买来源,其位置位于潮阳区湖东村委会北侧 230m,对外销售石料岩性主要为花岗岩,其供应量及质量可满足要求。有公路通行,交通便利,距三个水闸约 5km~28km。

4) 储料堆(备用)

且受相关政策限制,可能面临施工期间石料开采困难,石料匮乏的问题。经过调查可使用大塭水闸附近的储料堆作为备用石料购买来源,其位置紧挨潮阳区金灶镇玉路村大塭公路边 101 号,对外销售石料岩性主要为花岗岩,其供应量及质量可

满足要求。有公路通行，交通便利，距离大塍水闸仅 100m，距西胥港中闸及河溪排洪闸约 22km~28km。

表 7.2-1 石料场试验参数统计表

样品编号			试验状态	抗压强度			
序号	室内	野外		单值 1	单值 2	单值 3	平均值
				(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1	20W5328	郭坚林- 1	饱和	110.2	111.2	107.6	109.7
2	20W5329	郭坚林-2	饱和	103.4	101.2	104.6	103.1
3	20W5330	新寨仔- 1	饱和	94.7	93.4	88.6	92.2

(3) 砂料

本次砂料可考虑外购，选用湖东村沙场供砂，交通便利，运距 5km~15km，距离西胥镇、河溪镇水闸较近，为附近周边建设工程砂料采购点，质量满足要求，有公路通行，交通便利，可用作本工程中作为混凝土细骨料用料。另外，大塍水闸附近约 100m 存在另一个储料堆，可作为大塍水闸施工砂料采购点。

7.3 施工导截流

7.3.1 导流标准及导流时段

(1) 大塍水闸

大塍水闸规模为中型，主要建筑物为 2 级，次要建筑物为 4 级。根据《水利水电工程施工导流设计规范》（SL623-2013）规定，其相应导流建筑物为 4 级，相应的导流标准采用施工期 10~20 年一遇洪水。考虑内河围堰由于围堰使用时段短、挡水高度低，因此导流标准取下限为 10 年一遇洪水。

闸址处河道上游来水枯水期和汛期洪水流量差异较大，其中枯水期设计流量 $Q_{10\% (11月\sim4月)} = 203.84m^3/s$ ，而全年 $Q_{10\% (全年)} = 439m^3/s$ 。全年施工对应设计洪水流量大，导流工程投资较枯水期施工显著增加，且围堰挡水后会造成上游部分居民房及农田临时淹没，因此导流时段拟安排在枯水期进行。导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月，相应设计导流标准洪峰流量为 $Q_{10\% (11月\sim4月)} = 203.84m^3/s$ 。

根据《河道管理范围内建设项目技术规程》（DB44/T1661-2015）第 8.4.2 条“破堤施工宜选择在枯水期进行，且应在围堰工程完工并经验收合格后方可破堤施工。施工期修筑围堰工程的防洪标准不得低于现有堤防防洪标准”，本项目外江围堰导流标

准应与现有堤防一致。现有堤防防洪标准为 50 年一遇，故外江围堰采用施工期 50 年一遇洪水，导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月，相应洪水标准下设计水位为 2.50m。

（2）西胪港中闸

西胪港中闸规模为中型，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。根据《水利水电工程施工导流设计规范》（SL623-2013）规定，其相应导流建筑物为 5 级，相应的围堰及导流标准采用施工期 5~10 年一遇洪水。考虑上下游围堰使用时段短、挡水高度低，因此西胪港中闸围堰及导流标准取下限为 5 年一遇洪水。

闸址处河道上游来水全年与枯期洪水流量差异较大，其中全年 $Q_{20\%（全年）}=100.76\text{m}^3/\text{s}$ ，而枯水期设计流量 $Q_{20\%（11\text{月}~4\text{月}）}=47.75\text{m}^3/\text{s}$ 。全年施工对应设计洪水流量大，导流工程投资较枯水期施工显著增加，而水闸主体工程施工可在一个枯水期内完成，因此导流时段拟安排在枯水期进行。导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月，相应设计导流标准洪峰流量为 $Q_{20\%（11\text{月}~4\text{月}）}=47.75\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）河溪排洪闸

河溪排洪闸规模为中型，主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物级别为 4 级。根据《水利水电工程施工导流设计规范》（SL623-2013）规定，其相应导流建筑物为 5 级，相应的围堰及导流标准采用施工期 5~10 年一遇洪水。考虑上下游围堰使用时段短、挡水高度低，因此河溪排洪闸围堰及导流标准取下限为 5 年一遇洪水。

闸址处河道上游来水全年与枯期洪水流量差异较大，其中全年 $Q_{20\%（全年）}=305.76\text{m}^3/\text{s}$ ，而枯水期设计流量 $Q_{20\%（11\text{月}~4\text{月}）}=34.97\text{m}^3/\text{s}$ 。全年施工对应设计洪水流量大，导流工程投资较枯水期施工显著增加，而水闸主体工程施工可在一个枯水期内完成，因此导流时段拟安排在枯水期进行。导流时段选择在枯水期 11 月~次年 4 月，相应设计导流标准洪峰流量为 $Q_{20\%（11\text{月}~4\text{月}）}=34.97\text{m}^3/\text{s}$ 。

7.3.2 导流方案

（1）大塭水闸

根据已批复的《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022~2035 年）》（广东省水利电力勘测设计研究院有限公司，2024 年 2 月），榕江堤防片区（又称金关围片）主要排涝河沟为潮水溪及潮水溪以北平原河网，榕江堤防片区主要分为三片，潮水溪以南为南部山区片，潮水溪以北分为北西平原片与北东平原片。

金关围南片区洪（涝）水主要经潮水溪由大塭水闸、桥头水闸、浮头湾水闸、尖头担水闸 4 个水闸排水。其中桥头水闸位于大塭水闸工程上游约 1km，共 1 孔，总净宽 5m；浮头湾水闸、尖头担水闸位于大塭水闸下游约 8km 左右，其中浮头湾水闸共 2 孔，单孔净宽 7.5m，总净宽 15m；尖头担水闸共 1 孔，单孔净宽 6m。3 座水闸均具备一定的过流能力，可考虑利用其导流。

在遭遇枯水期设计导流标准流量 $203.84\text{m}^3/\text{s}$ 时，若考虑大塭水闸不过水，利用桥头水闸、浮头湾水闸、尖头担水闸过流，根据实测地形，考虑河道容积调蓄，封闭大塭水闸，采用其他 3 座水闸调蓄，内河最高水位为 1.87m，未形成临时淹没，该方案可行。

因此拟定的大塭水闸施工导流方案为：一次围堰拦断，利用水系内其他水闸过流。



图 7.3-1 大塭水闸施工导流示意图

（2）西胪港中闸

根据已批复的《汕头市潮阳区棉北海堤除险加固工程可行性研究报告》（广东宣源工程设计咨询有限公司，2022.04），将棉北海堤片排水（涝）分为 6 个排水（涝）片区，分别为片区 1~片区 6。西胪港属片区 3，主要通过西二闸、西胪港大闸、二十斗闸（西一闸）3 个水闸进行排水。其中，根据现场查勘，西胪港大闸以及西二闸具有一定的过流能力。

考虑在施工西胪港中闸时，遭遇枯水期设计导流标准流量较小，利用西胪港大闸及西二闸能满足过流，故拟定的西胪港中闸施工导流方案为：一次围堰拦断，利用水

系内其他水闸过流。



图 7.3-2 西水港中间施工导流示意图

(3) 河溪排洪閘

根据已批复的《汕头市潮阳区棉北海堤除险加固工程可行性研究报告》（广东宣源工程设计咨询有限公司，2022.04），河溪排洪閘属棉北海堤片排水（涝）片区5，片区5主要通过二十二斗閘、桑田港閘、六十一斗閘、河溪三十一斗閘、部队閘5个水閘进行排水。考虑河溪排洪閘工程规模小，遭遇枯水期设计导流标准流量较小，利用二十二斗閘、桑田港閘、六十一斗閘、河溪三十一斗閘、部队閘5个水閘可满足过流，故导流方案采用一次围堰拦断，利用水系内其他水閘过流。



图 7.3-3 河溪排洪閘施工导流示意图

7.3.3 导流程序安排

初步拟定的导流时段为枯水期，考虑到水闸工序及工程量较少，因此各水闸均拟安排在一个枯水期进行。即第一年 10 月修建围堰，第二年 4 月底水闸闸门安装并调试完毕后拆除围堰。

7.3.4 导流建筑物设计

本工程以大塍水闸施工围堰为例，大塍水闸围堰结构型式分别有土石结构、钢板桩结构以及土袋结构，其余水闸涉及到的围堰结构类型设计与之类同。

(1) 大塍水闸

施工导流拟采用一次围堰拦断、水系其他水闸过流的导流方式。

1) 内河侧土石围堰

内河侧土石围堰，围堰顶高程 2.60m，堰顶宽 6.00m，堰长 40.51m，两侧边坡 1:3，围堰临水侧设置 0.5m 袋装土护坡，河底抛填块石厚 1m，块石护底上覆土工格栅，堰体采用粘土填筑而成。

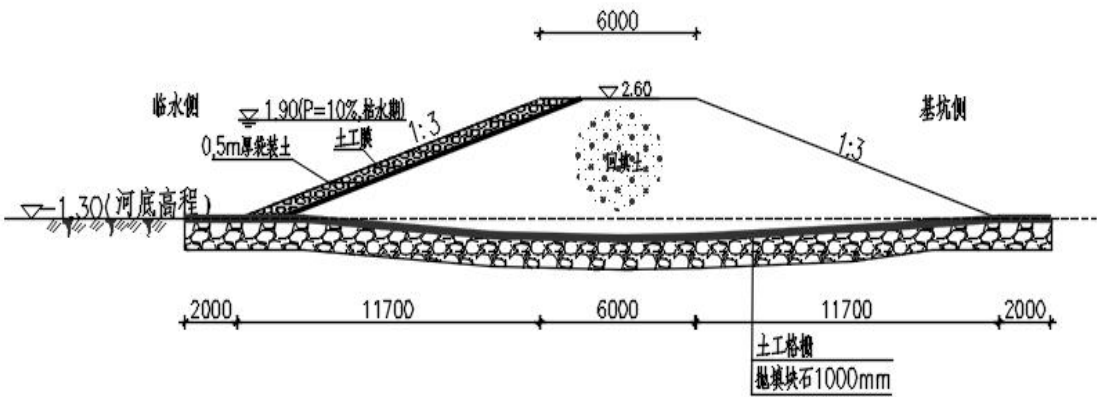


图 7.3-4 内河土石围堰断面图

2) 外江侧钢板桩+土袋围堰

外江侧为钢板桩+土袋围堰，河道内设置双排拉森IV型钢板桩围堰，桩长 18.0m，顶宽 5.0m，堰顶高程平两岸堤顶取 3.00m，轴线长度长 77.30m。河道右岸岸坡高度较低，拟单独设置土袋围堰连接堤顶与钢板桩围堰，土袋围堰顶宽 0.5m，坡比 1:0.75，土袋围堰长 31.31m。

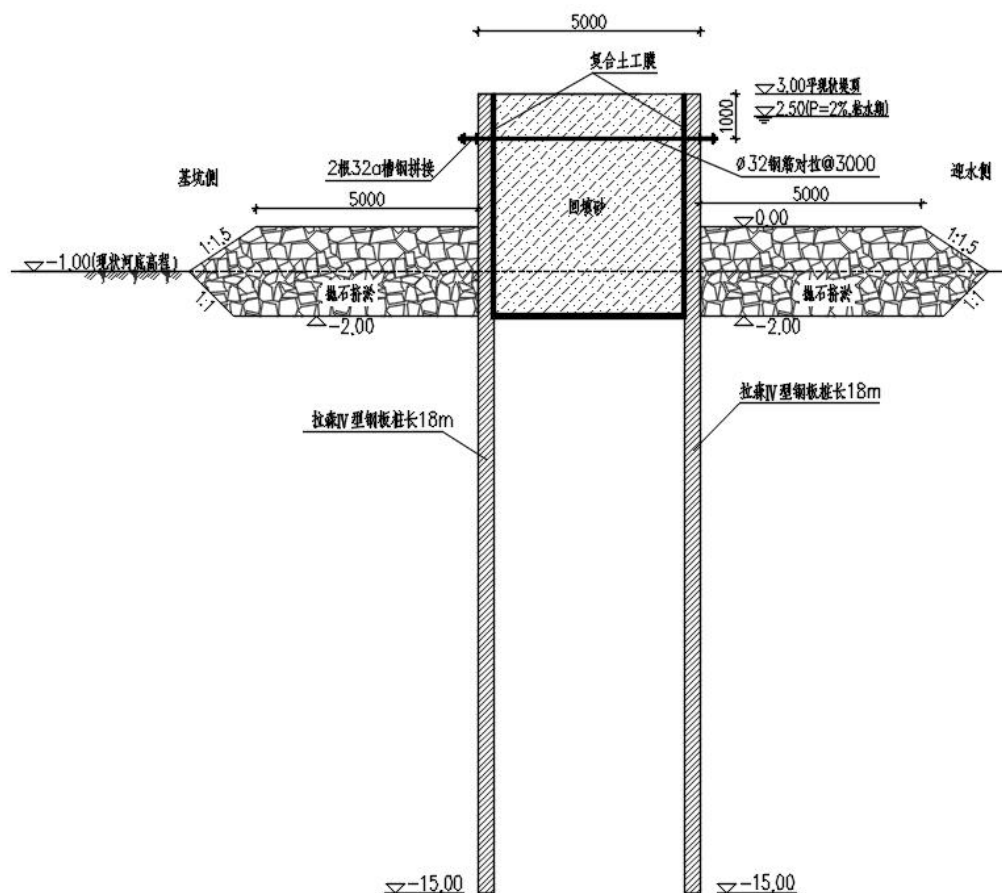


图 7.3-5 外江钢板桩围堰断面图

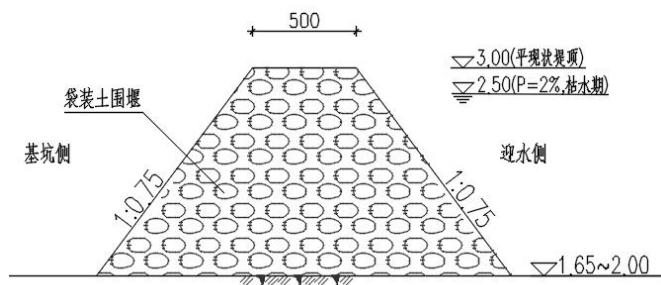


图 7.3-6 外江土袋围堰断面图

(2) 西庐港中间

施工导流拟采用一次围堰拦断、水系其他水闸过流的导流方式。

1) 上游土石围堰

围堰顶高程 2.25m，堰顶宽 4.58m，堰长 48.32m，两侧边坡 1: 3，围堰临水侧设置 0.5m 袋装土护坡，河底抛填块石厚 1m，块石护底上覆土工格栅，堰体采用粘土填筑而成。

2) 下游土石围堰

围堰顶高程 2.25m，堰顶宽 4.58m，堰长 84.14m，两侧边坡 1：3，围堰临水侧设置 0.5m 袋装土护坡，河底抛填块石厚 1m，块石护底上覆土工格栅，堰体采用粘土填筑而成。

（3）河溪排洪闸

施工导流拟采用一次围堰拦断、水系其他水闸过流的导流方式。

1) 上游土石围堰

围堰顶高程 2.01m，堰顶宽 4.58m，堰长 89.26m，两侧边坡 1:3，围堰临水侧设置 0.5m 袋装土护坡，河底抛填块石厚 1m，块石护底上覆土工格栅，堰体采用粘土填筑而成。

2) 下游土石围堰

围堰顶高程 1.93m，堰顶宽 4.58m，堰长 43.22m，两侧边坡 1:3，围堰临水侧设置 0.5m 袋装土护坡，河底抛填块石厚 1m，块石护底上覆土工格栅，堰体采用粘土填筑而成。

7.3.5 导流建筑物施工

导流工程主要工程量表见下表所示。

表 7.3-1 导流工程主要工程量表

序号	项目			单位	工程量	备注
1	大塍水 闸	土石围堰	围堰土方填筑	m ³	2896.47	
2			袋装土护坡	m ³	222.81	
3			复合土工膜	m ²	623.85	
4			抛填块石厚 1000	m ³	1491.01	
5			80kN/m 双向土工格栅	m ²	1336.83	
6			围堰拆除	m ³	3119.27	
7			泥结石路面厚 200	m ²	58.82	
8			不锈钢栏杆	m	89.12	
9		双排钢板桩围堰	拉森IV型钢板桩， L=18m	t	571.03	使用 6 个月
10			抛石挤淤	m ³	1955.69	
11			填砂	m ³	2125.75	
12			对拉钢筋	t	0.93	

序号	项目			单位	工程量	备注
13			32a 槽钢	t	12.99	
14			袋装土围堰	m ³	84.04	
15			围堰拆除	m ³	3187.63	
16			土工膜	m ²	850.30	
17		板桩施工平台	土方回填	m ³	1100.00	
18		搅拌桩施工平台	土方回填	m ³	8800.00	
19		临时施工围蔽	临时施工围蔽	m	433.40	
20	西庐港 中闸	下游围堰	围堰土方填筑	m ³	3016.33	
21			抛石	m ³	2212.97	
22			袋装土护坡	m ³	381.32	
23			土工膜	m ²	933.87	
24			土工格栅	m ²	2212.97	
25			围堰拆除	m ³	3397.66	
26		上游围堰	围堰土方填筑	m ³	2292.98	
27			抛石	m ³	1398.96	
28			袋装土护坡	m ³	251.41	
29			土工膜	m ²	603.28	
30			土工格栅	m ²	1398.96	
31			围堰拆除	m ³	2544.39	
32		搅拌桩施工平台	回填砂	m ³	2615.90	
33	河溪排 洪闸	下游围堰	袋装土护坡	m ³	447.30	
34			土工膜	m ²	931.04	
35			围堰土方填筑	m ³	3311.26	
36			土工格栅	m ²	2226.40	
37			围堰拆除	m ³	3758.57	
38		上游围堰	袋装土	m ³	154.44	
39			土工膜	m ²	321.75	
40			围堰土方填筑	m ³	1029.60	
41			土工格栅	m ²	858.00	
42			围堰拆除	m ³	1184.04	

(1) 土石方填筑

导流工程土石方填筑主要包括围堰粘土填筑和一般土方填筑 2.40 万 m³、块石及砂填筑 1.18 万 m³。土石方均采用 8t 自卸汽车运输卸料，其中土方填筑采用 74kW 推

土机平料，16t 振动碾压实；土袋围堰采用机械配合人工装袋，人工堆码密实。

（2）钢板桩施工

外江侧钢板桩水上施工，施工流程为：施工准备→测量放样、定位→辅助钢板就位→桩机就位→起吊钢板桩→桩机继续压桩→钢板桩封口→其余工序施工→钢板桩拔除。

钢板桩采用水上打桩船配机械手打拔，操作人员按照放样的中心线，开始压桩操作，施工过程中，使用全站仪配合检查压入过程中的垂直度。压入过程中应注意压力的大小，压入时可适当提拔，反复压入，以保证拉森钢板桩卡口闭合和垂直度。

（3）钢板桩中部填砂

在钢板桩施打并防渗土工膜铺设完毕后，开始采用吸砂船往外江围堰中部吹填砂料，吹填时需严格控制吹填速度，至填砂露出水面后安装围檩及拉杆，然后继续吹填至设计堰顶高程。吹填完成后，砂料发生沉降时需继续补充吹填。围堰拆除时，也可采用吸沙泵吸出围堰内砂料，供回收利用。

（4）土石围堰拆除

围堰拆除直接采用 1.0 m³挖机开挖，装配 8t 自卸汽车运输，运至弃渣场。围堰高度较大处，分层开挖。

7.3.6 导流水力学指标表

各导流建筑物水力学指标参见下表所示。

表 7.3-2 导流建筑物水力学指标表

名称	导流方式	导流建筑物		水位（枯水期 11月～次年4 月）	河床底高 程（m）	堰顶高程 （m）	两侧边 坡	堰长 （m）
大塍水 闸	一次围堰拦 断，利用其他 水闸过流	外江 围堰	双排钢板 桩	2.50(P=2%)	-4.0~1.0	3.0(平现状 堤顶)	-	77.30
			土袋围堰				1: 0.75	31.31
		内河 围堰	土石围堰	1.90(P=10%)	-0.60	2.60	1: 3	40.51
西胪港 中闸	一次围堰拦 断，利用其他 水闸过流	上游土石围堰		1.75(P=20%)	-0.70	2.25	1: 3	48.32
		下游土石围堰		1.75(P=20%)	-0.30	2.25	1: 3	84.14
河溪排 洪闸	一次围堰拦 断，利用其他 水闸过流	上游土石围堰		1.51(P=20%)	-0.32	2.01	1:3.0	89.26
		下游土石围堰		1.43(P=20%)	-0.32	1.93	1:3.0	43.22

7.3.7 基坑排水

(1) 基坑初期排水

在围堰闭气后，即开始进行基坑初期排水。采用 2 台 WQ200-250-11-15 型（流量 $250\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 11m，功率 15kW）水泵，排水量按常水位考虑。水闸初期排水台班数详见下表。

表 7.3-3 导流建筑物水力学指标表

名称	台班数	备注
大塥水闸	19.5	选用 2 台潜污泵型号 WQ200-250-11-15
西庐港中闸	16	
河溪排洪闸	24	
共计	59.50	

(2) 基坑经常性排水

经常性排水主要包括基坑范围内降水、地基渗水及施工废水等，主要采取明排的方式。初期排水完成后，在基坑四周开挖排水沟，断面尺寸为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ （宽 \times 深），同时在基坑四角处开挖集水井（ $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，长 \times 宽 \times 深），选用 WQ65-25-15-2.2 型（流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ ，扬程 15m，功率 2.2kW）水泵 2 台抽排。

7.4 主体工程施工

本工程主要施工项目有：土方开挖、混凝土拆除、土方填筑、砼浇筑、板桩、水泥搅拌桩、灌注桩等。

7.4.1 土方开挖

本工程土方开挖总量约为 4.23万 m^3 （含淤泥开挖）。

土方开挖采用 1m^3 反铲挖掘机挖装，8t 自卸汽车运输。部分结构尺寸较小部位，采用人工开挖，胶轮车运输集中堆放，装载机运输。其中部分开挖土方就近堆放，用于后期土方回填，其余土方运输至弃渣场堆放。

7.4.2 浆砌石及砼拆除

水闸施工前，对原有旧水闸进行拆除。拆除施工采用 1m^3 挖机改装的液压破碎锤对混凝土、浆砌石结构击打破碎。拆除料采用 1m^3 挖掘机挖装 8t 自卸汽车运输至规

划弃渣场。

7.4.3 土石方回填

本工程土石方回填总量约为 2.91 万 m³（实方），回填料部分利用合格开挖料，不足部分拟采用外购土。

一般土方填筑在工作面较为宽阔部位，采用自卸汽车运料，后退法卸料，74kW 推土机平料，铺料厚度 200~400mm，16t 振动碾压实，机械辅以人工修整边坡；工作面狭窄部位自卸汽车集中卸料，1m³反铲铺料、平料，采用分层薄层填筑的方法，层厚 200mm，2.8kW 蛙式打夯机夯实。土方在回填压实过程中，严格控制土料粒径、含水量和铺土厚度，对于超径土块应人工粉碎，含水量达不到设计要求的土料应采取晾晒或洒水的措施，以保证回填土的质量。

7.4.4 砼浇筑

水闸工程基础处理完成后进行混凝土浇筑施工，混凝土浇筑采用商品混凝土 6m³ 砼罐车运输，溜槽入仓，人工平仓，2.2kW 振捣棒振实。

混凝土浇筑按水平分段分层，均匀连续浇筑；混凝土振动时间应根据骨料的粒径大小及分布钢筋稠密程度而不同，一般为 8~15s，间距为不大于 1.5 倍的作用半径，要避免漏振、欠振、超振，严禁使用振捣器来推动或者分布混凝土，以免产生离析或局部形成浆潭。

加强混凝土养护，防止混凝土出现裂缝，应根据现场气温条件及时覆盖和洒水养护，洒水养护时间 2~3 周。

7.4.5 板桩及管桩

液压振动锤打桩机沉桩，施工前先进行清表清障，然后进行施工测量放样，将打桩机运输至施工面就位，预制桩采用平板拖车运输至工作面，机械手起吊，液压震动锤沉桩，沉桩过程中不断测量并调整桩位，直至桩身施打至设计高程。

7.4.6 水泥搅拌桩

本工程的闸基为软弱淤泥，含水量高，孔隙比大，压缩性高，承载力低，闸基处理采用水泥搅拌桩方式。

水泥搅拌桩总长 18.03 万 m。施工机械采用 6 台 SJB-2 型深层水泥搅拌机，配

Y112M-6 型灰浆搅拌机和 UB-3 泵浆机各 6 台。在测量定位之后，使用 10t 吊车起吊深层水泥搅拌机沿导向架搅拌切土下沉，钻头下沉至设计深度位置时，停止钻进。使用灰浆搅拌机按照设计配合比制备浆液，通过泵浆机在深层水泥搅拌机提升钻头的过程中喷浆。喷浆过程中，不断搅拌水泥浆，防止其离析。至全部浆液达到设计浓度，并搅拌均匀后，完成单桩施工。

为保证搅拌桩施工质量，须采取以下措施：（1）在水泥搅拌桩施工前，应进行现场成桩试验，对试桩的质量进行检验，以确定施工水泥浆配比、泵送时间、搅拌机提升速度和复搅深度等各项参数和施工工艺；（2）水泥土搅拌桩施工现场施工前应予以平整，清除地上和地下的障碍物；（3）施工中，应保持搅拌桩机底盘的水平 and 导向架的竖直，搅拌桩的垂直度允许偏差为 $\pm 1\%$ ，沿轴线方向桩位允许偏差为桩径的 $\pm 1/4$ ，垂直轴线方向桩位允许偏差为桩径的 $\pm 1/6$ ，成桩直径和桩长不得小于设计值；（4）施工过程中，如因故停浆，应将搅拌头下沉至停浆点以下 0.5m 处，待回复供浆时，再喷浆提升；若停机冲过 3h，应先拆卸输浆管路，并妥加清洗；（5）施工过程中应随时检查施工记录和计量记录；（6）成桩 3d 内，采用轻型动力触探（N10）检查上部桩身的均匀性，检验数量不小于施工总桩数的 1%，且不少于 3 根；成桩 7d 后，采用浅部开挖桩头进行检查，开挖深度应超过停浆面下 0.5m，检查搅拌的均匀性，量测成桩直径，检查数量不少于总桩数的 5%；成桩 28d 后进行静载荷试验。

7.4.7 灌注桩

本工程钻孔灌注桩穿透淤泥层，为防止淤泥层桩孔发生塌孔及位移，钻孔机械采用 MT120 型全套管钻机，在淤泥层采用套管护壁，在粉质粘土、淤泥质粘土及粘土层采用泥浆护壁。

钻孔灌注桩施工工艺流程：施工准备→桩位测量→埋设套管→钻机就位→下沉套管并钻进取样→成孔验收→清孔→安装钢筋笼→下导管→灌注水下混凝土并提升套管→成桩检测。

在钻进过程中经常注意土层变化，每进尺 2m 或者土层发生变化时应捞取浆样，判断土层。钻进过程中若发现泥浆有损耗、漏失应及时补充。

灌注水下混凝土采用导管法。灌注时应紧凑、连续的进行，严禁中途停工。灌注过程中，应注意观察管内混凝土下降和孔内水位升降情况。导管提升时，应保持轴线竖直和位置居中，逐步提升。

7.5 施工交通运输

7.5.1 对外交通运输

潮阳区位于广东省东南部，东连濠江区，东南濒临南海，南隔练江与潮南区相接，西邻普宁市，北至东北隔榕江与揭阳市、揭东区相望。大塭水闸工程区位于金灶镇东北侧榕江下游的右岸，为榕江下游右岸堤防金关围的穿堤水闸，闸址位于潮水溪与榕江河交汇处，距潮阳城区约 35km，揭阳市区约 15km；西胪港中闸位于西胪镇东侧、榕江西岸的西胪港中部，距离潮阳城区约 20km；河溪排洪闸位于河溪镇东侧、榕江西岸的河溪港中部，距离潮阳城区平均约 12km。各水闸左右岸有现状水泥村道，村道与附近的省道 S234 连通，工程区附近有 S85 潮汕环线高速穿过，基本满足工程对外交通要求。

工程施工期间购置的建筑材料、机电设备、金属结构及施工机械均由上述公路运抵工地。

7.5.2 场内交通运输

大塭水闸旧水闸闸顶同时兼做河道两岸连通道路，本次水闸重建初步拟定采用上游围堰堰顶维持两岸道路畅通。另外工程场内施工道路布置需考虑水闸基坑上下游交通需要，在基坑上下游各布置 1 条下基坑施工道路连接现状道路，共设置场内交通道路 0.17km。设备及材料运输利用现状村道为水泥路面，考虑到村道设计标准较低，承载能力有限，而本工程施工重车较多，可能对现状的水泥路面造成破坏，施工结束后需要对破损的水泥路进行原状恢复，拟修复村道总长 0.5km。

西胪港中闸及河溪排洪闸施工道路布置仅需考虑水闸上下游交通需要，在基坑上下游各布置 1 条下基坑施工道路连接现状道路，各临时道路长度见下表。

表 7.5-1 场内施工道路统计表

项目	道路名称	长度 (m)	备注
大塭水闸	1#施工道路	70	宽 4m，20cm 泥结碎石路面
	2#施工道路	40	下基坑道路，宽 3.5m，20cm 泥结碎石路面
	3#施工道路	60	
	村道水泥路面修复	500	宽 6m，采用 20cm 厚 C30 砼路面+20cm 厚 6%水泥石屑稳定层

项目	道路名称	长度 (m)	备注
西庐港中闸	1#施工道路	50	下基坑道路, 宽 4m, 20cm 泥结碎石路面
	2#施工道路	80	
河溪排洪闸	1#施工道路	100	下基坑道路, 宽 4m, 20cm 泥结碎石路面
	2#施工道路	130	
合计		1030	

7.6 施工工厂设施

本工程砼及钢筋砼采用商品砼, 不单独设置砼拌合系统。

施工工场设施主要包括综合加工系统及机械修配系统、施工仓库、水、电系统等。

7.6.1 机械修配及综合加工系统

工程现场不考虑施工机械大修, 要求承建单位进场时机械保养完好, 现场仅设置小型机械修配车间, 主要进行施工机械设备及机具的零配件更换; 金属结构均在厂家制作, 汽车运输至工地, 现场不设加工厂, 仅设置安装平台; 钢材加工主要是钢筋制作, 木材加工主要是模板制作, 均为常规加工, 拟在施工区布置一个综合加工车间。

7.6.2 施工仓库

综合仓库存放一般通用物资, 如五金、化工、仪表、劳保用品等, 综合仓库设于左岸施工营地内, 交通较为方便, 且有利于物资进场。其它仓库, 如油库等, 从安全可靠的角度出发, 应尽量布置在远离工区的地方。

7.6.3 施工用电

工程施工用电负荷主要包括工程的施工动力、照明、通信设施及生活用电。施工用电负荷主要根据施工进度, 按照高峰时段施工用电设备的总装机容量, 计入生产、生活照明负荷, 采用需要系数法确定。经计算, 工程施工期供电系统高峰期负荷视在功率约 230kVA, 根据需要系数及功率系数计算得用电容量不小 250kVA。

考虑到本工程永久用电需设置供电线路, 并配备变压器, 容量均大于施工期供电负荷, 因此施工期不单独设置供电设备, 与永久共用即可。

为保证砼及其它需连续作业工作需要, 在工程区内各布置 1 台 90kW 移动式柴油发电机组作为备用电源。

7.6.4 施工用水

工程施工用水主要为建筑物混凝土养护用水、石方开挖等，而本工程临海，地表水无法满足施工用水要求，因此生产生活用水均接驳现有附近村庄居民的生活用水。

7.7 施工总布置

7.7.1 施工总布置原则

- (1) 合理使用地形场地条件，尽量减少占地范围。
- (2) 划分和布局符合有利生产、方便生活、易于管理、经济合理，并符合国家有关安全、防火、卫生和环保等的专门规定。
- (3) 满足主体工程施工需要，相互协调，避免干扰，尤其不能影响主体工程施工和运行。

7.7.2 施工布置

(1) 大塭水闸

大塭水闸左右岸均具备良好的交通运输条件，考虑施工场地及临时用地需要，结合附近场地条件，大塭水闸施工营地拟分两岸布置，在左右岸各布置一个施工营地，营地内设综合加工场、综合仓库及机械停放场、砂石料堆放场等，施工所需供风、供水设施就近布置于施工区附近。由于附近施工用地受限，为减少占地，拟生活办公区在闸址村庄租用民房。大塭水闸施工营地内各临建面积见下表 7.7-1 所示。

表 7.7-1 施工临时设施占地面积表

序号	建筑名称	施工布置区	
		建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)
1	办公及生活用房	600	租用民房
2	综合加工厂	200	400
3	砂石料堆场		200
4	机械停放场		300
5	综合仓库	200	350
6	其他	200	300
7	总 计	1200	1550

(2) 西胪港中闸、河溪排洪闸

西胪港中闸及河溪排洪闸左右岸均有现状道路通过，结合水闸附近场地条件，拟

各水闸布置一个施工营地。西胥港中闸施工营地拟布置于水闸下游右岸 200m 处，现状为草坪；河溪排洪闸施工营地拟布置于水闸上游左岸 40m 处，现状为草坪和鱼塘，营地内均设综合加工场、综合仓库及机械停放场、砂石料堆放场等临时设施，生活办公区拟在闸址附近村庄租用民房。施工营地内各临建面积见下表 7.7-2 所示。

表 7.7-2 施工临时设施占地面积表

序号	建筑名称	施工布置区	
		建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)
1	办公及生活用房	400	租用民房
2	综合加工厂	150	300
3	砂石料堆场		200
4	机械停放场	50	200
5	综合仓库	100	200
6	其他	150	300
7	总 计	850	1200

7.7.3 土石方平衡及弃土弃渣规划

本工程土石方开挖共计 7.38 万 m³（其中永久工程 4.75 万 m³，临时工程 2.64 万 m³），土石方填筑 6.48 万 m³（实方，其中永久工程 2.91 万 m³，临时工程 3.58 万 m³），共利用开挖料 0.61 万 m³，外购土石料 6.17 万 m³，外购砂料 0.50 万 m³；产生弃渣 9.0 万 m³（松方）。

工程弃渣 9.0 万 m³（松方），运至指定弃渣场堆放，运距约 15km。

以上土石方量如未加说明，则均为自然方。土方平衡详见下表所示。

表 7.7-3 工程土石方平衡表

单位: m³

序号	项目名称					土石方填筑		永久工程					临时工程										弃渣规划		合计
								大壩水闸		西驴港中间		河溪排洪闸	大壩水闸						西驴港中间			河溪排洪闸	混合方		
								土方回填		土方回填	耕植土回填	土方回填	外江围堰			内河围堰		搅拌桩施工平台	板桩施工平台	土石围堰				土石围堰	
													土方	砂方	石方	土方	石方	土方	土方	土方	石方	砂方		土方	
						直接	转运	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	直接	
土方开挖						5193	5193	5447	1220	11998	84	2126	1956	3119	1491	8800	1100	5942	3612	2616	4943				
1	永久工程	大壩水闸	清淤		9466	12590																89955	186588		
2			土方开挖		6692	8901		8125															12590	12590	
3			混凝土拆除		2765	4230																	4230	4230	
4		西驴港中间	土方开挖		6705	8918																	8918	8918	
5			浆砌石及砼拆除		1010	1545																	1545	1545	
6		河溪排洪闸	土方开挖		19404	25807																		25807	25807
7			浆砌石及砼拆除		1408	2155																		2155	2155
8	临时工程	大壩水闸	外江围堰	土方开挖	99	131																	131	131	
9				砂开挖	2261	2420																		2420	2420
10				石方开挖	746	1142																		1142	1142
11			内河围堰	土方开挖	3670	4881																		4881	4881
12				搅拌桩施工平台	土方开挖	10353	13769																	13769	13769
13				板桩施工平台	土方开挖	1294	1721																		1721
14		西驴港中间	土石围堰	土方开挖	374	498																		498	498
15			打桩施工平台	砂开挖	2616	2799																		2799	2799
16		河溪排洪闸	土石围堰	土方开挖	4943	6574																		6574	6574
17	外购土料				56290	74866	8125		8524	1909	18774	131			4881		13769	1721	9298		7734	0	74866		
18	外购砂料				5044	5397							2420								2978	0	5397		
19	外购石料				5388	8244							2284		1741					4219		0	8244		
20	汇总				140529	186588	8125	8125	8524	1909	18774	131	2420	2284	4881	1741	13769	1721	9298	4219	2978	7734	89955	186588	
备注: 土方自然方与实方折实系数0.85, 自然方与松方松散系数1.33; 石方自然方与实方折实系数1.31, 自然方与松方松散系数1.53; 砂自然方与实方折实系数0.94, 自然方与松方松散系数1.07。																									

7.8 施工总进度

7.8.1 进度计划安排原则

(1) 根据业主的工期计划要求，参考国内同类工程的施工经验，本着尽快使工程发挥效益的原则，确定本工程所需的工期；

(2) 施工强度应充分考虑各种不利天气对施工进度的影响和减效作用；

(3) 本进度编制通过分析确定关键性工程的施工分期和施工程序，协调平衡地安排其他单项工程的施工进度，使整个工程施工前后兼顾，互相衔接，减少干扰，均衡生产，尽可能地合理使用建设资金、劳动力、机械设备和建筑材料，在保证工程质量和施工安全前提下，按时建成投产，发挥效益。

(4) 各水闸施工互不干扰，可同时开展施工。

7.8.2 施工分期设计

根据总体工期的要求及施工进度安排原则，结合工程布置、建筑物工程量，初拟总工期 12 个月，第一年 8 月初施工准备，第二年 7 月底完工验收。

依据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017），本工程建设期拟分为四个阶段：工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期和工程完建期。

各阶段控制性进度如下：

工程筹建期：从第一年 6 月初至当年 7 月底完成，工期 2 个月；

工程准备期：从当年 8 月初至 10 月底完成，工期 3 个月；

主体工程施工期：从当年 11 月初至第二年 5 月底完成，施工工期 7 月；

工程完建期：从第二年 6 初月至 7 月底完成，工期 2 个月。

7.8.3 施工进度计划安排

本工程施工的关键线路为：施工准备→围堰填筑→旧闸拆除→基础处理→混凝土浇筑→金属结构安装→土石方回填→导流围堰拆除和现场清理。对于关键线路上的各项工程，应高度重视，合理组织，保证工程按时投入使用。

各单项工程的施工进度安排简述如下：

7.8.3.1 工程筹建期

本工程筹建工期为 2 个月（不计入总工期），即从第一年 6 月初至当年 7 月底。期间要完成的工作项目有工程的招投标、施工征地、施工供水电和通信系统等。

7.8.3.2 准备工程施工期

经筹建期工程施工后，主体工程承包商进场后完成部分必须的施工准备工作便可陆续展开主体工程的施工。

施工准备期 3 个月，计划从第 1 年 8 月初～10 月底，期间主要完成场内施工临时房屋建筑、施工供水电工程，10 月中下旬开始进行围堰填筑。

7.8.3.3 主体工程施工期

主体工程施工期 7 个月，计划从第一年 11 月初到第二年 5 月底，期间主要完成水闸拆除重建及管理房的施工。

第一年 11 月～第二年 4 月完成土石方开挖、地基处理、砼浇筑、土石方回填及金结、机电设备安装等工程施工。第二年 5 月完成围堰拆除及现场清理。

管理房施工安排在第二年 1 月～5 月完成。

7.8.3.4 工程完建期

工程完建期 2 个月，即第二年 6 月初～7 月底，期间主要完成施工场地清理、完工资料的准备和其他后续工作。

7.9 主要技术供应

7.9.1 材料供应

工程施工总工日约 10.68 万个，施工期平均上工人数 250 人，高峰上工人数 300 人。

主要建筑材料需用量见下表所示。

表 7.9-1 主要建筑材料需用量表

项目	水泥 (t)	钢筋 (t)	石料 (m³)	砂 (m³)	商品砼 (m³)	柴油 (t)
大塍水闸	12491	779.30	11834.05	5545.04	9938.16	142.61
西胥港中闸	4172.35	324.73	8250.31	3737.42	3415.06	52.63
河溪排洪闸	8228.42	670.76	12794.41	1366.10	8946.86	95.78

7.9.2 主要施工机械设备

根据施工进度及主要工程量,估算本工程所需主要施工机械设备见表 7.9-2。施工招标时应选择有相应机械设备和施工经验的施工单位,施工时应保证施工机械设备的完好率和到位率,不得因施工机械影响工程施工进度。

表 7.9-2 主要施工机械设备表

序号	机械设备名称	规格型号	单位	数量
1	挖掘机	1.0m³	台	8
2	液压破碎锤	1m³挖机改装	台	4
3	推土机	74kW	台	6
4	装载机	1.0m³	台	3
5	振动碾	16t	台	5
6	振动碾	1t	台	4
7	蛙 夯	2.8 kW	台	6
8	自卸汽车	8t	辆	15
9	胶轮车		辆	15
10	全套管钻机	MT120 型	台	1
11	水泥搅拌机	SJB-2 型	台	6
12	灰浆搅拌机	Y112M-6 型	台	6
13	泵浆机	UB-3	台	6
14	平板拖车	30t	辆	3
15	液压震动锤		台	2
16	机械手		台	2
17	6m³砼罐车		台	10
18	砼振捣器	2.2kW	台	10
19	汽车吊	30t	台	3
20	水泵		台	8
21	柴油发电机	90kW	台	3

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程
(一期) 可行性研究报告

8 建设征地与移民安置

目录

8 建设征地与移民安置	8-1
8.1 工程区域概况	8-1
8.1.1 工程概况	8-1
8.1.2 社会经济概况	8-1
8.2 征地范围	8-2
8.2.1 永久占地	8-2
8.2.2 临时用地	8-2
8.3 征地实物	8-2
8.3.1 调查内容和方法	8-2
8.3.2 调查成果	8-3
8.4 农村移民安置	8-4
8.4.1 设计依据	8-4
8.4.2 移民安置规划及其他项目	8-5
8.5 工程占地补偿投资概算	8-5
8.5.1 永久征地补偿单价分析	8-5
8.5.2 临时征地补偿单价分析	8-5
8.5.3 地上附着物	8-6
8.5.4 搬迁安置	8-7
8.5.5 留用地安置	8-7
8.5.6 其他费用及有关税费	8-7
8.5.7 工程占地投资概算	8-9
8.6 实施进度计划	8-10

8 建设征地与移民安置

8.1 工程区域概况

8.1.1 工程概况

本工程为潮阳榕江片区乡村振兴示范带——水利防汛排涝能力提升项目（一期），提升榕江片区防汛排涝能力。项目涉及建设内容为3座中型水闸重建，分别为大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸等3座中型工程。

8.1.2 社会经济概况

潮阳区位于汕头市西南部，东南临南海，西接揭阳市，南邻潮南区，北隔榕江与揭阳相望。区域总面积674.67km²，占汕头市总面积32.7%。潮阳2003年撤市设区，归汕头市管辖，下辖文光、棉北、城南、金浦等4个街道和海门、和平、谷饶、贵屿、铜孟、河溪、西胪、关埠、金灶等9个镇，有272个村（社区），区委、区政府驻文光街道，2018年末全区常住人口171.01万人，占汕头市常住人口30.33%。

潮阳区作为汕头市西翼次中心城市，其中文光、棉北、城南、金浦等4个街道和海门镇组成潮阳中心城区，和平、谷饶、贵屿、铜孟等4镇位于小北山以南、练江以北为主的练江流域，河溪、西胪、关埠、金灶等4镇位于小北山以北、榕江以南的榕江流域。

2021年，潮阳区全区完成地区生产总值529.32亿元，增长5.8%（比去年同期，下同）。其中，第一产业增加值32.32亿元，增长0.6%；第二产业增加值305.05亿元，增长5.6%；第三产业增加值191.95亿元，增长7.2%，三次产业结构为6.1:57.6:36.3。财政一般公共预算收入18.44亿元，下降1.7%；其中税收收入13.54亿元，增长0.6%。

农业生产保持平稳。潮阳区积极应对旱情不利影响，抓早抓好春耕生产工作，粮食生产加快向规模化发展，生猪产能逐渐向好，水产品供应充足，渔业生产保持平稳，“一镇一业，一村一品”建设初见成效。全区粮食播种面积37.44万亩，产量16.14万吨。全年完成农业总产值58.29亿元，增长3.2%。工业生产恢复态势良好。全年完成规模以上工业总产值854.88亿元，增长6.0%；完成规模以上工业增加值201.44亿元，增长8.1%。传统支柱产业中，纺织服装业实现总产值464.98亿元，增长4.8%；塑料制品业实现总产值123.83亿元，增长0.2%。工业用电量

26.53 亿千瓦时，增长 19.9%。全年实现固定资产投资额 298.71 亿元。列入省、市 42 个重点项目完成投资 83.65 亿元，完成年度投资计划的 109.29%；其中，6 个省重点项目完成投资 27.52 亿元，完成年度投资计划的 128%，已有 26 个重点项目竣工。全区分三个季度举行重大项目集中开工活动，参与活动项目共 38 个、总投资额达 153.39 亿元。积极申报上级债券资金，全年共获得专项债资金 14.55 亿元。

8.2 征地范围

8.2.1 永久占地

工程新增永久占地主要为重建水闸占地和水闸管理房建设用地。按照工程设计确定的水闸及管理房结构线外侧 3m 确定。

为减少征地，减少工程对周边影响，以加快工程进度，管理范围暂不划定。

8.2.2 临时用地

根据施工组织设计，工程涉及临时用地主要包括临时土料场、堆料场、施工营造布置区、施工临时道路等。按照施工设计确定的施工边坡坡脚外侧 1m 确定。

8.3 征地实物

8.3.1 调查内容和方法

根据工程占地范围，我公司会同当地水利局及其他相关人员进行现场实地调查。

调查内容包括人口、房屋及附属建筑物、土地、零星果木、水利电力工程、文物古迹、项目区交通和矿产资源等。

土地面积调查：土地分类原则上按中华人民共和国《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017) 划分。调查方法：耕地、鱼塘、园林等土地调查，持最新版 1:1000 地形图到实地调查地类，然后分地类量算、统计。

专业项目设施调查：包括交通设施、输电设施、电信设施、广电设施、水利水电设施以及矿产、文物古迹等。主要调查其设施名称、分布地点及高程、规模、等级、数量、经济价值、影响程度等。主要调查方法是：在有关部门收集资料与到现场调查复核相结合，对照 1:1000 地形图，标于占地范围图上。

农村基本情况及社会经济调查：农村基本情况及社会经济调查内容主要包括：工程占地区纪家镇置区的行政村设置、人口民族构成、土地资源分布及利用规划、近年各种农作物播面、单产、总产，农林牧副渔布局、工农业总产值及其构成、

社会总产值、国民收入及其构成、农民人均收入及其构成、人均粮食生产水平，市镇国民经济和社会发展规划及近期发展规划，征地移民补偿政策规定及实施办法等。

8.3.2 调查成果

根据工程占（用）地范围，我中心会同业主及当地相关人员进行了现场调查，土地面积经现场核实地类后。工程占地设计成果包括：工程总用地面积 70.24 亩，其中永久征收土地共 38.48 亩，包括其他土地 2.38 亩，水域及水利设施用地 36.10 亩；工程临时用地共 31.76 亩，包括其他土地 13.05 亩，水域及水利设施 18.71 亩。

工程建设涉及房屋面积 462m²，10kV 输电线路 240m。经与潮阳区自然资源部门对接，本工程新建建设用地不涉及基本农田、用海、不涉及生态保护红线等区域。

工程永久占地及临时用地实物调查分别见表 8.3-1、8.3-2。

表 8.3-1 工程建设征收征用实物汇总表

序号	项目	单位	水闸		
			小计	永久	临时
	总面积	km ²	0.0468	0.0257	0.0212
1	陆地面积	km ²	0.0228	0.0016	0.0212
2	水域面积	km ²	0.0241	0.0241	0.0000
一	农村部分	—	—	—	—
(一)	土地面积	亩	70.24	38.48	31.76
1	其他土地	亩	15.43	2.38	13.05
1.1	设施农用地	亩	15.43	2.38	13.05
2	水域及水利设施用地	亩	54.81	36.10	18.71
2.1	河道	亩	54.81	36.10	18.71

表 8.3-2 各水闸工程建设征收征用实物表

序号	项目名称	工程永久（亩）		工程临时（亩）		专项设施（m）	
		水利设施用地	设施农用地	水域	设施农用地	10Kv 线	砖房
1	大塭水闸	8.35	2.38	3.50	9.11		337.0
3	西胪港中闸	13.52		8.95	1.91		125.0
2	河溪排洪闸	14.23		6.27	2.02	240	
合计		36.10	2.38	18.71	13.05	240.00	462.00

8.4 农村移民安置

8.4.1 设计依据

8.4.1.1 法律、法规和条例

- (1) 《中华人民共和国水法》（2016 年修正）；
- (2) 《中华人民共和国土地管理法》（2004 年修正）；
- (3) 《中华人民共和国防洪法》（2016 年修正）；
- (4) 《中华人民共和国森林法》（2018 年 3 月 19 日起实施）；
- (5) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日起实施）；
- (6) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》（2006 年 9 月 1 日起施行）；
- (7) 《广东省实施〈中华人民共和国土地管理〉办法》（2000 年 1 月 8 日起施行）；
- (8) 《中华人民共和国耕地占用税暂行条例》（2009 年 1 月 1 日起施行）；
- (9) 《广东省非农业建设补充耕地管理办法》（2010 年 9 月 1 日起施行）；
- (10) 《广东省林地保护管理条例》（1998 年 10 月 18 日起施行）；
- (11) 《广东省水利工程管理条例》（2014 年 9 月 25 日）；
- (12) 《广东省河道堤防管理条例》（2012 年 1 月 9 日）。

8.4.1.2 技术规范、标准及文件

- (1) 《水利水电工程建设征地移民设计规范》（SL290-2009）；
- (2) 《防洪标准》（GB50201-2017）；
- (3) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (4) 《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》（财综〔2002〕73 号，2003 年 1 月 1 日起执行）；
- (5) 《关于印发广东省加强建设工程项目开工管理若干规定的通知》（粤府办〔2006〕6 号）；
- (6) 广东省国土资源厅关于印发广东省征地补偿保护标准(2016 年修订调整)的通知；
- (7) 《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（试行）；
- (8) 《关于进一步加强水利建设项目前期工作中征地、移民、环评和水保等

工作和完善立项报批程序的通知》（水规计〔2005〕199号）。

8.4.1.3 设计文件及有关资料

- （1）工程建设区涉及乡镇的社会、经济、自然资源等方面的基础资料；
- （2）1:1000 地形图；
- （3）工程区涉及乡镇土地详查及林相、林斑图；
- （4）各专业项目设计资料和图纸。

8.4.2 移民安置规划及其他项目

工程建设涉及不涉及搬迁安置。

本工程建设为水闸修复重建，工程建设影响输电线路 10kV 输电线路 350m。

经咨询电力管理部门，本项目施工期，需对工程建设影响到的电力设施进行迁改。

8.5 工程占地补偿投资概算

8.5.1 永久征地补偿单价分析

征（占）地补偿单价分析依据《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》、《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》、《广东省林地保护管理条例》、《广东省征地补偿保护标准》（粤国土资规字〔2016〕1号）及《汕头市人民政府关于公布实施征收农用地区片综合地价的公告》（汕府〔2024〕12号）相关规定进行分析，根据国家、省、市的政策规定，经分析对比后采用高值标准。

根据《汕头市人民政府关于公布实施征收农用地区片综合地价的公告》（汕府〔2024〕12号），本工程所在的潮阳区金灶镇、西胪镇、河溪镇，区片综合地价 11.42 万元/亩。补偿保护标准详见下表。

表 8.5-1 征地保护标准 单位：万元/hm²

补偿标准	土地补偿费	安置补偿费	综合地价
	5.71	5.71	11.42

8.5.2 临时征地补偿单价分析

根据《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉的办法》第三十七条：临时使用农用地的，按该土地临时使用前三年平均年产值与临时使用年限的乘积数计算；临时使用建设用地的，按当地国有土地年租金与临时使用年限的乘积计算。

对于临时使用农用地的补偿标准，采用如下方法计算：临时用地补偿标准＝

青苗补偿+平均年产值×使用年限+恢复期补助费。平均年产值依据广东省补偿保护标准换算而来（征地补偿保护标准/20 倍）；恢复期补助费按前三年平均年产值计列；根据主体工程施工进度安排，本工程施工期为 1 年，恢复期按 1 年计算，则临时用地的使用年限 2 年。按照《广东省征地补偿保护标准》，关埠镇、西庐镇属于六类区，补偿标准为耕地 69.90 万元/hm²，则年产值为 2330 元/亩。林地补偿标准 25.2 万元/hm²，则年产值为 850 元/亩。

对于临时使用建设用地的补偿标准，采用当地建设用地年租金与使用年限的乘积计算。对于建设用地的年租金，取 5000 元/（年·亩），不计恢复期补偿费。

（1）林地

依据对当地林地生长情况及产量、价格调查情况分析计算，林地临时用地单价分析见表 8.5-3。

表 8.5-3 林地临时用地单价分析表

项目	平均亩产值 (元/亩)	林木补偿 (元/亩)	使用期+ 1 年恢复期 (年)	临时用地补偿 单价 (元/亩)
用材树	850	8000	2	9700

（2）耕地

本次工程涉及耕地年产值为 2330 元/亩，施工临时用地按工程施工期 1 年加 1 年的恢复期共 2 年给予补偿进行计算，耕地临时用地单价分析见表 8.5-4。

表 8.5-4 耕地临时用地单价分析表

项目	三年平均产值 (元/亩)	补偿倍数	青苗补偿费 (元/亩)	临时用地补偿单价 (元/亩)
耕地	2330	2.0	8000	12660

8.5.3 地上附着物

根据《关于印发汕头市征收地上附着物和青苗补偿标准的通知》（汕自然资发〔2024〕4 号）地上附着物补偿标准为：

（一）坟墓迁移补偿费有主坟每穴为 10000 元，无主坟每穴为 2000 元。

（二）属短期作物的，按一造产值补偿，稻田每亩补偿费为 0.80 万元，蔬菜每亩补偿费为 0.80 万元，养殖鱼池每亩补偿费粗养为 1.0 万元、精养为 1.5 万元、高位池养殖 5 万元；果树、林木（含高价值景观绿化树木）每亩补偿费为：未达到收成期的每亩 0.8 万元（含迁移费），达到收成期的每亩 1.6 万元（含迁移费）；盐田每亩补偿费为 3.0 万—5.0 万元。

(3) 房屋补偿费，潮阳区砖木结构房屋补偿标准为 1010 元/m²。

8.5.4 搬迁安置

根据《汕头市人民政府关于贯彻〈国有土地上房屋征收与补偿条例〉的意见的通知》（汕府〔2020〕132 号）

(一) 征收住宅房屋的搬迁补偿费，按每户 2000 元一次性付给。

(二) 征收住宅房屋的临时安置补偿费。按被征收房屋建筑面积和被征收房屋所处区位同类房屋的市场月租金计算月标准。实行货币补偿的，按三个月支付临时安置补偿费；实行产权调换，且被征收人或房屋承租人自行安排住处的，支付临时安置补偿费的时间自被征收人搬迁之月起至房屋征收部门通知被征收人办理产权调换房屋交接手续后的第三个月止。被征收人实际居住在被征收房屋，它处无住房，家庭常住或实际居住户口 3 人（含 3 人）以上且被征收房屋面积不足 40 平方米的，可按 40 平方米计算临时安置补偿费。经查询，潮阳区每月房租约为 30 元/m²。

(三) 搬迁时限奖励的确定。搬迁时限奖励的幅度控制在被征收房屋类似房地产市场评估价格的 10%以内。

8.5.5 留用地安置

根据《广东省征收农村集体土地留用地管理办法（试行）》（粤府办〔2009〕41 号）及《广东省人民政府办公厅关于加强征收农村集体土地留用地安置管理工作的意见》（粤府办〔2016〕30 号）的规定执行。

留用地安置方式采用货币补偿，按征地总面积每亩 3.78 万元落实。

8.5.6 其他费用及有关税费

根据《水利工程设计概（估）算编制规定》征地移民部分等有关规定确定各项费用。

①前期工作费：根据费率计算，计算公式如下：

前期工作费 = 农村部分 × 2.5%。

②综合勘测设计科研费：根据费率计算，计算公式如下：

综合勘测设计科研费 = 农村部分 × 4%。

③实施管理费：实施管理费包括地方政府实施管理费和建设单位实施管理费，均按费率计算。

地方政府实施管理费按以下公式计算：

地方政府实施管理费=农村部分×4%

建设单位实施管理费用于项目建设单位征地移民管理工作经费，包括办理用地手续等费用。根据费率计算，计算公式如下：

建设单位实施管理费=农村部分×0.6~1.2%。本工程按 1.2%计算。

④实施机构开办费：本工程没有搬迁安置要求，不计列；

⑤技术培训费：可按农村部分费用的 0.5%计列。

⑥监督评估费：根据费率计算，计算公式如下：

监督评估费=农村部分×2%。

⑦土地勘测定界费：根据《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》计列土地勘测定界费

土地勘测定界取费=地块面积 S（亩）×114（元/亩）+地块周长 L（千米）×10538（元/km）。

k) 基本预备费

基本预备费：根据费率计算，计算公式如下：

基本预备费=农村部分×H1。初步设计阶段 H1=10%。

1) 有关税费

①耕地占用税

根据《广东省财政厅广东省地方税务局广东省国土资源厅关于核定汕头市耕地占用税适用税额的批复》，潮阳区耕地占用税按 50 元/m²计。

②耕地开垦费

根据《广东省耕地开垦费征收使用管理办法》规定，本阶段按 6667 元/亩计列。

③森林植被恢复费

根据《关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》财税〔2015〕122 号文件精神的相关规定，“国家和省级公益林林地，按照第（一）款规定征收标准 2 倍征收”。根据实际情况，本工程影响到林地的不属于公益林。所以有林地（用材林）、经济林地植被恢复费每平方米收取 10 元；灌木林地森林植被恢复费每平方米收取 6 元。

④留用地补偿

按《广东省征收农村集体土地留用地管理办法（试行）》（粤府办〔2009〕

41 号)和《广东省人民政府办公厅关于加强征收农村集体土地留用地安置管理工作的意见》(粤府办〔2016〕30 号)的有关规定办理。采用货币补偿方式,按实际征地面积的 10%安排留用地,每亩补偿标准为被征收土地所在地的工业用地级别基准地价 34.334 万元(即按征地总面积每亩 3.4334 万元计算)。

⑤ 社保资金

根据《广东省人民政府办公厅转发省人力资源社会保障厅关于进一步完善我省被征地农民养老保障政策意见的通知》(粤府办〔2021〕22 号)和《汕头市人民政府办公室印发关于贯彻落实〈关于进一步完善我省被征地农民养老保障政策意见〉的通知》(汕府办〔2021〕44 号)规定,核定该项目按非中心城区平均征收农用地地区片综合地价每亩 14.59 万元作为基数计提征地社保费,计提比例为 20%的标准一次性计提被征地农民养老保障资金存入“收缴被征地农民养老保障资金过渡户”。

8.5.7 工程占地投资概算

按《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2009)的规定执行。通过实地调查和相关政府部门的核定,本次工程占地投资共为 148.29 万元,其中有关税费 23.09 万元,占地投资详见表 8.5-6。

表 8.5-6 工程占地投资概算汇总表

序号	项目	单位	数量	单价	投资(万元)
第一部分:农村移民安置补偿费					90.88
一	征收征用土地				
1	永久征用				27.22
1.2	其他土地				27.22
	设施农用地	亩	2.38	114200	27.22
2	临时征收				16.52
2.1	设施农用地	亩	13.05	12660	16.52
3	房屋				47.14
3.1	民房	m ²	462.00	1010	46.66
3.4	10Kv 输电线路	m	240.00	20	0.48
	一~三部分				90.88
第二部分:其他费用					17.06
1	前期工作费	第一部分 2.5%			2.27
2	综合勘测设计科研费	第一部分 4%			3.64
3	实施管理费	地方政府管理费+建设单位管理费			4.73
3.1	地方政府实施管理费	第一部分 4%			3.64

3.2	建设单位实施管理费	第一部分的 1.2%			1.09
4	实施机构开办费				0.00
5	技术培训费	第一部分的 0.5%计列			0.45
6	监督评估费	第一部分 2%			1.82
7	勘测定界费				4.15
第三部分：预备费					17.27
1	基本预备费	第一、二部分之和的 16%			17.27
第四部分：有关税费					23.09
1	耕地占用税	m2	1589.23	50	7.95
4	留用地补偿				8.18
4.1	农用地	亩	0.24	34.334	8.18
5	被征地农民养老保险	亩	0.48	14.59	6.96
5.1	被征地农民养老保险	亩	0.48	14.59	6.96
第五部分：静态投资					148.29
第六部分：总投资			148.29		

8.6 实施进度计划

根据施工组织设计的安排以及其他类似已实施工程的实际情况，施工前必须由政府、业主及被征用土地使用权人共同完成所有的征地相关手续，包括施工前几个月发布征地公告，办理征地补偿登记，拟定、确定征地补偿安置方案，施工前 3 个月内实施征地补偿方案和完成交付土地，使工程施工得以顺利进行。土地使用权规拨由人民政府统一组织，土地主管部门具体实施。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程
(一期) 可行性研究报告

9 环境影响评价

目录

9 环境影响评价	9-1
9.1 概述	9-1
9.1.1 环境影响评价工作情况及主要结论	9-1
9.1.2 环境符合性	9-1
9.1.3 评价依据和标准	9-1
9.2 环境现状调查与评价	9-2
9.2.1 区域环境现状及主要环境问题	9-2
9.2.2 环境质量现状	9-3
9.3 环境影响预测评价	9-5
9.3.1 水环境的影响预测评价	9-5
9.3.2 大气环境影响分析与评价	9-6
9.3.3 声环境影响预测与评价	9-7
9.3.4 生态环境影响预测与评价	9-8
9.3.5 其它环境影响分析	9-9
9.4 环境保护措施	9-10
9.4.1 水环境保护措施	9-10
9.4.2 废污水处理	9-10
9.4.3 大气环境保护措施	9-12
9.4.4 声环境保护措施	9-13
9.4.5 固体废物处理措施	9-14
9.4.6 人群健康保护措施	9-14
9.4.7 生态保护措施	9-15
9.5 环境管理与监测	9-16
9.5.1 环境管理	9-16
9.5.2 环境监理	9-18
9.5.3 环境监测	9-19
9.6 环境保护措施投资估算	9-20
9.6.1 编制原则	9-20

9.6.2 环境保护措施投资估算	9-20
9.7 环境影响评价结论	9-21

9 环境影响评价

9.1 概述

9.1.1 工程概况

本项目为汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期），主要建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸共3宗中型水闸。项目建设范围和项目保护区为金灶镇、西胪镇、河溪镇。

9.1.2 环境符合性

本项目的建设可以消除潮阳区西胪镇、金灶镇、河溪镇中型病险水闸工程隐患，确保工程安全，也可防洪减灾，保障范围内工农业生产的稳定发展和人民的生命财产安全。

本项目水闸的重建加固工程均布置在现状排涝沟内，新增占地不涉及基本农田和生态红线，不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区；也不涉及生态保护红线管控范围，重要水生生物的自然产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等。环境符合性基本满足要求。

9.1.3 评价依据和标准

- (1)《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SLT618-2021)；
- (2)《水利水电工程环境保护设计规范》(SL492-2011)；
- (3)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (4)《声环境质量标准》(GB3096-2008)；
- (5)《环境空气质量标准》(GB3095-2012)；
- (6)《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)；
- (7) 广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)；
- (8) 广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)；
- (9)《建筑施工场界环境噪声限值》(GB12523-2011)；
- (10)《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；
- (11)《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（粤水建管〔2017〕

号)；

(12)《广东省水利水电建筑工程概算定额》(粤水建管〔2017〕37号)；

(13)《水利水电工程环境保护概估算编制规程》(SL359-2006)；

(14)《广东省地表水环境功能区划》(粤环〔2011〕14号)。

9.2 环境现状调查与评价

9.2.1 区域环境现状及主要环境问题

9.2.1.1 区域环境现状

(1) 地理位置

潮阳区位于广东省东南部，濒临南海，因地处海北而称潮阳。地域范围东经 $116^{\circ}18'$ ~ $116^{\circ}44'$ ，北纬 $23^{\circ}03'$ ~ $23^{\circ}33'$ ，是北回归线进入欧亚大陆的第一站。西接普宁市，南邻潮南区，北以榕江与揭阳空港区分界，距离台湾恒春港 201 海里，距香港 161 海里，距厦门港 150 海里。地处榕江下游三角洲，平原面积占大部分，余为丘陵山地。区域面积 665.74km²。境内河流纵布，港湾众多，主要河流有榕江、练江。

(2) 地形地貌

潮阳区为沿海丘陵—平原地区，地势自西北向东南倾斜，南隔练江与潮南区相望，练江自西向东横亘，形成练江平原。北有小北山，小北山东北侧为榕江平原。北部山区较低，在海拔 200m 以下，属中丘地带。东部沿海为北山余脉，多岗地、台地，属低丘地带。

(3) 气象特征

区域属于热带季风气候，海洋性气候明显，气候温暖，雨量充沛，降雨量主要集中于汛期。多年平均气温为 21.40℃；多年平均年降水量变化范围为 1400mm~1800mm，年变差系数在 0.20~0.30 之间；多年径流深在 800~1200mm 之间；多年平均蒸发量 1424mm，多年陆地蒸发量 850mm；多年平均最大风速为 16m/s，历年最大风速为 25m/s。

(4) 水文

榕江流域位于广东省东南部。榕江是独流出海的水系，发源于陆河县凤凰山南麓，东北与韩江分水，东南面临南海，南面与练江分水，西南与螺河相邻，西北倚莲花山脉与五华县毗邻。流域集水面积 4408km²，范围包括揭西、揭东、揭

阳市区和普宁、潮阳、潮州、陆丰、丰顺的一部分，而以揭西、揭东、揭阳市区为本流域的中心腹地。流域面积中，山区占 47.8%，丘陵占 16.2%，平原占 36.0%。榕江干流南河自凤凰山南麓，经普宁市西部边境插花地后，进入陆河县境内，抵石塔村汇合凤凰山西麓支流后向东北行，至石礞下流入揭西县境内后，先后汇入上砂水、横江水、龙潭水、石肚水和五经富水，随后流入揭东县境内，在神港处汇入来自普宁的洪阳河，流向渐折向东南，在炮台双溪咀与北河汇合，而后在揭阳港内的牛田洋注入南海。榕江片区境流入榕江下游及牛田洋的主要支流从西北至东南共有 7 条，包含仙桥河、潮水溪、南烽排洪坑、礞吼坑排洪溪、西胪港、河溪水、华阳港。

（5）生态资源

项目区土壤成土较复杂，土壤主要类型为赤红壤和红壤，植物资源较为丰富，以亚热带常绿阔叶林为主，此外还包括人工林和农作物等。项目区内目前用地主要包括耕地、林地等，基本不占村镇用地。区内植被主要为防护林、人工林及农作物。项目区的植被覆盖率约为 60%。

9.2.1.2 主要环境问题

本工程主要环境问题包括污染型和生态影响型。

（1）水环境：运行期对上、下游水文情势及水质的影响；施工期及运行期水环境保护。

（2）生态环境：施工期对项目沿线经过的区域的陆生生态影响。

（3）声环境和大气环境：施工期对沿线及施工区附近居民的影响；运行期噪声对厂界及周边声环境敏感点的影响。

（4）社会环境：施工和占地对周边居民生活质量的影响；工程建成后对社会经济影响、景观的影响。

9.2.2 环境质量现状

9.2.2.1 水环境质量现状

（1）水功能区划

根据《广东省地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14 号），潮阳区河溪水库点位年度水质达到相应的功能区水质目标要求。

（2）地表水质现状

根据《2024 年汕头市潮阳区生态环境质量状况简报》，市级饮用水源地河溪水库及县级饮用水源地新丰水库、新铺水库，潮阳区饮用水源水质持续保持良好。评价范围内主要水功能区水质状况较好，61 项监测指标均符合国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中表 1 的Ⅲ类标准和表 2、表 3 规定的标准限值。潮阳区 2 个省级水功能区练江及河溪水库点位年度水质达到相应的功能区水质目标要求。

潮阳区近岸海域水质状况总体良好。国控点位水质年均值符合第二类海水水质标准；近岸海域海门养殖、生态功能区，海门港口、排污功能区水质都达标，与上年相比略有好转。

9.2.2.2 环境空气质量现状

根据《2024 年汕头市潮阳区生态环境质量状况简报》，环境空气质量连续九年 6 项污染物全面达标，AQI 达标率为 97.9%，综合指数为 2.52。环境空气中降水环境良好，未受酸雨污染。全区环境空气六项污染物年平均浓度均达到国家一级或二级标准，降尘年均值低于广东省参考评价价值。其中，SO₂ 年平均浓度 9μg/m³，达到国家一级标准。NO₂ 年平均浓度 12μg/m³，达到国家一级标准。O₃ 年评价浓度 138μg/m³，符合国家二级标准。CO 年评价浓度 0.9mg/m³，达到国家一级标准。PM₁₀ 年平均浓度 35μg/m³，达到国家一级标准。PM_{2.5} 年平均浓度为 17μg/m³，达到国家一级标准。

9.2.2.3 声环境质量现状

根据《2023 年汕头市潮阳区生态环境质量状况简报》，潮阳区功能区昼间噪声等效声级值为 54 分贝，功能区夜间噪声等效声级值为 48 分贝。潮阳区功能区声环境质量 2 类区和 4 类区的测点昼、夜间等效声级年度平均值均达标。

9.2.2.4 生态环境现状

根据《2024 年汕头市潮阳区生态环境质量状况简报》，潮阳区生态质量基本保持稳定，综合评价为三类。生态格局、生态功能和生物多样性指标均保持稳定。

项目区水生生物数量和种类都较少，以耐污种为主，没有明显的优势种和水质指标种。水生生态类型受涨落潮影响较大，生态系统结构较为简单，抗干扰能力不强。本河段淡水鱼类主要有四大家鱼。

9.2.2.5 环境敏感区域

水环境敏感点：潮水溪、西胪港、河溪水、榕江。

环境空气、噪声敏感点：工程施工区域及临时占地附近 200m 范围内居民点。

生态敏感点：工程周边生态环境。

9.2.2.6 环境保护目标

(1) 水环境保护目标

水环境保护对象：地表水环境，主要为潮水溪、西胪港、河溪水、榕江。

保护要求：保护受影响水域，满足河段水质保护要求，防止工程施工污染水体。

(2) 大气、声环境保护目标

大气及声环境保护对象：评价范围内工程施工区、临时用地附近村庄。

保护要求：保护项目周边大气和声环境符合环境功能区划要求，本工程施工场地附近分布有部分居民点，工程建设应不影响当地居民正常生产、学习和生活。

(3) 生态环境保护目标

生态环境保护对象：工程周边生态环境。

保护要求：以不破坏区域生态系统稳定性和完整性为目标，减少工程占地及其直接影响区的地表植被破坏，减少水土流失。陆生生态修复要做到保护原有生态系统和保护生物多样性，并在有条件地块注重景观恢复和建设。

9.3 环境影响预测评价

9.3.1 水环境的影响预测评价

9.3.1.1 施工期地表水环境影响

施工期工程废污水包括生产废水和施工人员生活污水两部分。根据工程施工特点，工程的生产废水主要是施工机械冲洗废水等。

根据施工组织设计，施工机械冲洗废水主要污染物成分为石油类和悬浮物，排放特点为间歇排放。生产废水处理达标后尽量回用于场地洒水抑尘、绿化等，多余部分方可排放。

生活污水经处理后，可以作为施工营地附近农田、灌木和草地等的浇灌用水，实现生活污水零排放，污泥可作为农用肥料外运。尽管项目区位于多雨区，但由于生活污水处理设施埋于地下，即便施工期遇大雨或暴雨，生活污水不会受大雨或暴雨影响而污染周边环境。

本项目施工期生产废水处理后回用，不排入附近水体，因而不会对附近水体产生不利影响。生产废水为露天处理，若遇大雨或暴雨，生产废水可能会进入周边环境，对周边农田及水环境产生影响。生产废水主要污染物为 SS 和油类，因此应根据天气情况，及时清理隔油池中的油类物质，防止大雨将其带入周围环境，而 SS 对周边环境的影响是暂时的，不用特别处理。

综上所述，在落实各项生产、生活污水处理措施后，施工期生产废水和生活污水基本可以达到零排放，对区域水环境影响较小。

9.3.1.2 运行期地表水环境影响

本工程运行期不产生废、污，因此不会对当地水环境产生不利的影响。

9.3.2 大气环境影响分析与评价

9.3.2.1 扬尘

施工带来的扬尘影响主要影响下风向敏感点以及施工区外侧紧邻的敏感点，这些敏感点在叠加本底浓度值以后，评价范围内会造成扬尘超标的敏感点应该重点关注。在这些敏感点段施工时，应采取防护措施，以上敏感点基本都位于项目区周边。本工程施工过程中将对施工区域进行围蔽，施工影响时间短、范围小，因此，对评价范围内的环境空气敏感点虽然有影响，但是影响较小。同时，在施工过程中，为减轻扬尘对施工人员的影响，还应采取必要的劳动保护措施。

工程施工期间运输道路的车流量必定有所增加，会对运输线路两侧敏感点产生一定不利影响。但根据同类工程类比分析可知，下风向距离运输道路 30m 处的 TSP 日均浓度增值为 $450\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在采取控制车速、路面洒水、保证路面清扫干净等措施后，运输扬尘的去除率可达 90% 以上，对下风向 30m 的扬尘增值小于 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，叠加现状本底值后仍然满足环境空气质量二级标准。因此，在采取切实可行的环保措施后，工程施工期交通运输对运输路线两侧的影响不大。

9.3.2.2 施工机械废气

施工期的燃烧废气主要来自施工机械、运输车辆燃油产生的废气以及发电机尾气，施工废气主要污染物为 CO、NO_x、SO₂ 等，同时车辆行驶过程中也会产生扬尘。由于源强不大，且工程施工地域地势总体较平坦，区域空气扩散条件较好，施工机械可能产生的废气影响范围仅限于施工现场和十分有限的范围内，对周围环境造成影响的可能性不大。

根据大气环境质量现状分析，项目所在区域空气质量良好，可满足《环境空气质量标准》(GB3096-2012) 二级标准要求。从尾气排放污染物的增量而言，CO 增量很小，基本可以忽略其产生的影响，NO_x 增量稍大，但不足以产生明显的污染影响。另外，众多同类工程施工期环境监测结果也表明施工机械、车辆运输尾气排放，基本不会对当地大气环境质量产生较大影响。

施工期大气环境的影响主要来源于施工过程中产生的大气扬尘、机械废气。在采取适当措施后，可将大气扬尘的影响控制在 50m 范围以内，对周边环境影
响不明显。机械废气主要以 SO₂、NO_x 为主，其产生量较低，且施工时间相对较短，其大气环境影响较低。

运行期主要废气污染物为备用发电机废气，在采取必要的措施且达标排放后，本项目备用发电机废气不会对周边大气环境造成影响。

因此，总体来说，本项目对大气环境的影响较低。

9.3.3 声环境影响预测与评价

本工程声环境敏感保护目标主要为可能受到施工区机械噪声施工噪声、施工道路交通噪声等影响的居民点。根据施工总布置，共划分 1 个施工布置区。工程施工沿线区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准。经预测计算，由于居民点距离施工作业面近，主体工程施工、施工工区等产生的施工噪声与背景值叠加后，昼间施工可能导致周边居民点的声环境质量无法满足 2 类声环境功能区要求。如夜间施工，超标幅度和受影响人群将更多，因此禁止夜间施工，施工机械停止运作，施工噪声将消失，工程区周边的环境噪声质量恢复至自然背景值。

工程对于施工地点附近的声环境将产生一定的不利影响，必须采取适当的措施加以防护，减少施工过程中产生的声环境污染对周边村庄及居民的影响，同时要求施工车辆在经过声环境敏感点时，限速行驶，并禁止鸣笛。

施工期，昼间施工噪声不会对施工工区周边居民产生影响。在距离声源 200m 范围内，各施工机械设备总声压级超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 中夜间限值要求，对各施工工区周边居民都会产生一定的影响。因此，本评价要求夜间从 22 点至第二天早上 7 点期间，禁止施工，以保周边居民正常休息。

9.3.4 生态环境影响预测与评价

9.3.4.1 施工期陆生生态环境影响分析

评价范围内所见植物均为华南地区常见种和广布种，占地涉及的植物群落亦为华南地区常见的群落类型，在项目区广泛分布。工程占地破坏部分植物群落，会造成沿线征地范围内的植物数量减少，但受到影响的这些植物种类不属于珍稀濒危的保护植物种类，在周边地区极为常见，不会引起物种和植物群落在区域内的消失。

本工程占用的植被面积均为临时占用。施工结束后，对临时占用的土地进行绿化，可以减缓工程施工对生态环境的影响。本工程地处亚热带，水热条件良好，植物生长迅速，临时占地的植被恢复或者绿化难度不大，经过一定的生长时间后，区域损失的生物量可以恢复到原有水平。整体上，工程建设对野生动物的影响主要是施工期的施工活动。开挖破坏原有的植被覆盖层，导致出现大量的次生裸地以及较为严重的水土流失现象，破坏了生态环境，恶化了陆生野生脊椎动物的栖息生存条件，例如水源、植被、洞穴等，影响陆生野生脊椎动物栖息地的质量和数量；施工期间的人为活动及施工噪音，会对施工区域范围附近的野生动物活动造成一定影响和干扰，甚至短时间内放弃该栖息地，寻找新的生境和活动路线。施工结束后，陆生动物会逐渐回迁。

9.3.4.2 施工期水生生态环境影响分析

根据多年的调查资料表明，沿线海域及河段水系评价区内未发现鱼类产卵场。因此本工程对鱼类产卵场没有影响。

本项目开挖会引起施工范围及下游一定水域内水体悬浮物浓度增加，使局部浮游动物、植物生长受影响，导致鱼类饵料受影响，并造成局部鱼类栖息条件的变化，此外，施工噪声、夜间灯光照射等作业也将对鱼类资源生长造成一定干扰。总体而言，因本项目所涉及海域及河流对鱼类影响程度较轻，施工期对鱼类资源的影响较轻，时间较短，施工结束后，鱼类资源不受影响。

9.3.4.3 运行期陆生生态环境影响分析

本工程是非污染生态类项目，工程运营期不产生污染，对生态环境的影响来自施工期的延续。工程完工后，临时占地清理后进行全面整地并恢复原地类，并进行植草绿化，临时占地对陆生生态环境影响不大。

工程运行后，临时占地将恢复原地类，基本不改变区域景观体系的结构，不会对区域生态完整性造成显著影响。

9.3.4.4 运行期水生生态环境影响分析

本工程建设后，涉及河道各断面流速基本不变，对水文情势没有影响，因而对水生生物栖息环境的影响也很轻微，因此本工程对水生环境影响不大。

9.3.5 其它环境影响分析

9.3.5.1 固体废物对环境的影响

施工期固体废物主要包括施工人员生活垃圾和施工弃渣。如果处置不当，这些污染物不仅危害人群健康、影响环境卫生，还有可能随地表径流进入水体，污染水质，对周围环境造成十分不利的影响。

为避免弃渣随意堆放造成水土流失，根据主体工程施工特点和施工布置要求，弃渣堆放于指定的弃渣场，并采取措施进行防护。

施工期生活垃圾是苍蝇、蚊虫孳生、致病细菌繁衍、鼠类肆虐的场所，是传染病的重要传播源，垃圾处理不当，不仅会危害施工人群健康，同时还会严重影响施工区景观，污染周边环境。雨天可能会随径流一起进入河流，污染河段水质。因此，工程施工期生活垃圾需及时清运，以防对周围环境造成不利影响。同时，须作好以下工作：垃圾收集站点的建设；垃圾收集和定期清运；禁止车辆和施工人员在道路两侧和其它区域任意丢弃垃圾。食堂废油脂集中收集，及时交由有资质单位处理处置。废油应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)要求进行处理，收集后采用密闭容器暂存，后运往有危险废物处置资质的单位进行安全处置。

综上所述，本工程产生的固体废物在加强管理的情况下，基本不会对环境造成影响。

9.3.5.2 人群健康影响

施工区短期内人员聚集，若不注意水源选择、饮水卫生、环境卫生等，容易引发介水传染病在施工人员中的传播和流行；若不注意灭蚊、灭鼠工作，可能引起鼠媒、虫媒传染病。

上述健康危害因素在本工程施工过程中都有发生的可能，尤其是施工高峰季节，特别是夏季，施工区人群集中，生活区蚊、蝇、鼠密度较大，加之卫生条件相对较差，极易导致传染病的发生和流行。因此，必须加强施工区，尤其是生活

区的环境卫生保护工作，对饮用水源加强保护，饮用水及时净化、消毒，同时防止垃圾、废弃物、污水随意排放，在生活区注意灭蚊、灭蝇、灭鼠工作，避免蚊蝇、鼠滋生。

施工过程中存在施工人员自身为疫源的接触性传染病，如甲肝等，该类传染病极易传染、影响人群健康，为最大程度降低发病几率，尤其应在施工人员进场前进行健康调查和预防检疫的抽检工作。

施工中还会存在施工人员意外受伤和营养缺乏的可能。为此，应加强施工安全知识和意识的培训和教育，落实预防保护性措施，严格施工程序，加强监控、监理；保证施工后勤保障条件和伙食供应，注重饮食营养；同时，应建立卫生防疫所，防病治病。

9.4 环境保护措施

9.4.1 水环境保护措施

(1) 建材堆放时加以盖，防止雨水冲刷。

(2) 含有害物质的建筑材料（如施工水泥等）应远离饮水井和水源地，各类建筑材料应有防雨遮雨设施，水泥材料不得倾倒在堤上，工程废料要及时运走。

工程施工过程中，为防止施工对水体的污染影响，应合理组织施工程序和施工机械。施工中产生的废渣按要求运到规定的地方堆放，不得任意丢弃在水中。

(3) 施工点要设置沉砂池，防止泥沙直接进入水体。

(4) 严格管理施工机械、运输车辆和船舶，严禁油料泄漏和倾倒废油料。施工机械、运输车辆的清洗水、施工机械的油污及船舶舱底油污要集中处理，达标后排放。有油污的固体废弃物不得随地乱扔，与废油渣一齐集中堆放处理。

9.4.2 废污水处理

(1) 生活污水处理

根据预测，各施工区施工高峰期日设计处理生活污水量共计 150.60m³，污水排放规模较小。参考同类工程施工期生活污水处理的经验，本工程施工期产生污水经处理后可达到《广东省水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段二级排放标准，污水经处理达标后回用，可用作施工降尘用水，多余可用于农田灌溉。

根据施工场地的设置，本工程共布置 3 个施工营地，共需建 3 套污水处理系统，在施工人员进驻施工营地前设置干式打包型移动卫生间，每个卫生间按 50

的人设计，共设置 6 个移动洗手间，两天清理 1 次，排泄物集中收集运往处理厂处置。设计进水水质 BOD₅ 浓度为 180mg/L、COD_{Cr} 浓度为 300mg/L。施工区生活污水处理工艺流程图见图 9.4-1。

由于本工程各施工区施工期废水排放量较小，工程区域基本没有农业生产施工营地周围均为空闲地或建筑物，施工期生活污水经处理后达到《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 后可全部回用于场地喷洒。

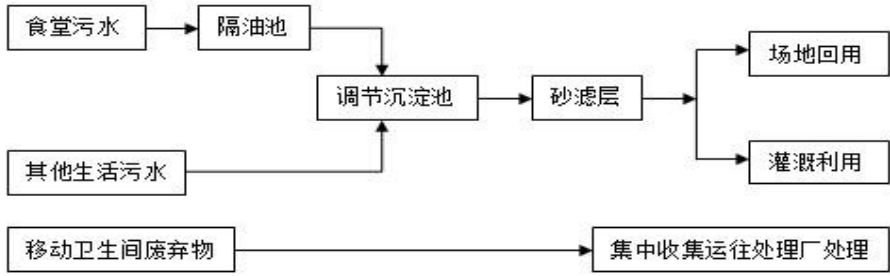


图 9.4-1 生活污水处理工艺流程图

(2) 生产废水处理

施工期间主要的生产废水是围堰式施工过程中的混凝土搅拌系统废水及施工机械冲洗产生的含油废水。处理后出水浓度要求达到《广东省污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段二级标准。

1) 基坑废水处理

基坑废水主要含难降解的微小混凝土颗粒和泥沙颗粒。由于开挖深度小，根据相关水利工程施工作业区废污水排放资料，施工初期河水抽出后，基坑废水中污染物 SS 的浓度监测值为 20000mg/L。废水静置 2h 左右，SS 浓度下降 90%，

因此建议基坑废水经一定时间静置，达到排放标准 60mg/L 后。基坑废水处理工艺流程详见图 9.4-2。

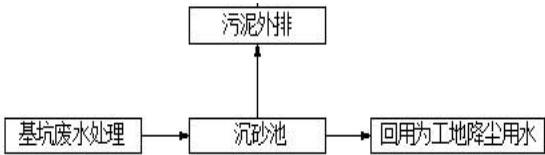


图 9.4-2 基坑废水处理示意图

2) 含油废水处理

在汽车维修保养站及机械修配厂建隔油沉淀池和集水池。维修点的含油废水汇同机械冲洗废水经隔油沉淀池隔油沉砂后再进入防护池，储存时间 1 天，进一

步净化水质，使得出水水质达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GBT18920-2002)中道路清扫杂用水水质指标。人工挖除隔油沉淀池的底泥以恢复处理池的处理容量。清水池同时也是回用水的储存调节池。回用于汽车冲洗、道路及施工场地喷洒。对机械维修车间及临时油库加强管理，严禁乱倒弃油，建集油池收集弃油，定期交由有处理资质的公司处理。含油废水处理工艺流程图见图 9.4-3。

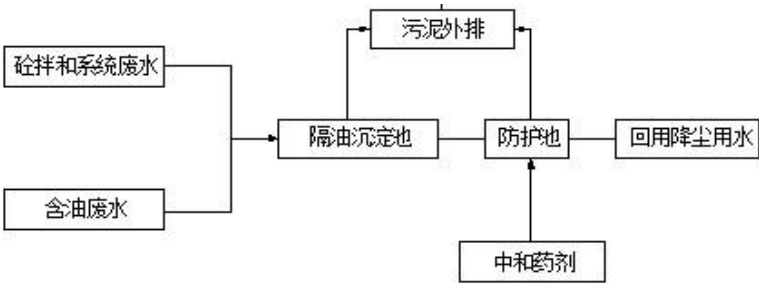


图 9.4-3 生产废水处理工艺流程示意图

每台水电施工机械产生冲洗废水 0.3m³ /d，用于洒水降尘和工区绿化用水。对于雨季或大雨天气时，含油废水经处理达到《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)后可排入附近农业灌溉等沟渠。

3) 污水回用

根据洒水降尘定额，一般 4.5L/m²，每天洒水 1 次，经水量平衡分析，本项目所需水量大于污、废水产生量。因此，污、废水回用从水量需求上是可行的。

9.4.3 大气环境保护措施

(1) 施工粉尘防治

施工期间，大气污染的最主要的污染源是施工和车辆行驶过程中排放的粉尘。建议施工期采取以下防治措施，详见表 9.4-1。

表 9.4-1 施工粉尘防治措施一览表

项目	防治措施
土石方开挖	尽量避免大风天气进行土方开挖
	开挖断面洒水降尘
	弃渣及时清运处理
车辆行驶	加强道路管理和维护，保证道路的良好运行状态
	原料运输过程采取覆盖措施，粉状细颗粒材料应采用密封罐车
	输过程控制车速，防止物料洒落

	配备洒水车，对汽车行驶路面勤洒水
--	------------------

（2）机械燃油废气控制

施工现场的机械及运输车辆使用国家规定的标准燃油。执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气超标的老、旧车辆，及时更新。机械及运输车辆要定时保养，调整到最佳状态运行。

（3）环境敏感对象防护

本工程施工期涉及的大气环境敏感点较多，采取以下防护措施减轻或消除对敏感点的不良影响：

①装载多尘物料时，应对物料适当加湿、用帆布覆盖或密封运输，在经过道路沿线的村庄时减速行驶。

②加强与敏感点居民的沟通，在施工前，应在各工程段周边相关居民区和单位内张贴公示，争取获得村民谅解。公示内容包括：工程名称，施工时间安排，施工单位，建设单位、联系人和联系方式。确保公众如因环境污染等问题需要投诉，可联系建设单位。

③在施工过程中，受大气污染影响的主要是现场施工人员，按照国家劳动保护的有关规定，应对施工人员发放防尘口罩等进行防护。

9.4.4 声环境保护措施

（1）噪声源控制

选用符合国家标准施工机械和运输车辆，尽量采用低噪声的施工机械和运输车辆。加强施工机械和运输车辆的维护和保养，保持机械润滑，降低运行噪声，对施工机械进行定期维护，将其尽可能控制在最佳工作状态和最低噪声水平。对于输水线路经过的部分村庄，由于线路入村，为减轻影响，要求在入村的施工段，禁鸣喇叭，夜间 22：00 至次日 7：00 停止施工，同时在居民集中区设置标志牌或警示牌，并在路牌上标明禁止夜间施工；限制工区内车辆时速。

（2）传播途径控制

为降低对上述敏感点影响还需采取以下保护措施：

1) 合理安排施工时间，高噪声工作避开休息和主要工作时段，建议安排在 7:30~8:00 和 17:00~17:30 为宜；

2) 在施工区边界与敏感点之间设置 2.2m 高的彩钢夹芯板进行围闭降噪,起到隔声作用(各施工段分段作业,彩钢夹板可进行重复利用)。

(3) 敏感受体噪声防护

施工场地内噪声对施工人员的影响是不可避免的,对施工人员应采取轮班作业和发放噪声防护用具,如耳塞、防声头盔等,打夯机、打桩机、推土机、振捣棒、挖掘机、进行爆破等强噪声源设备的操作人员配戴耳塞,加强身体防护。高噪音岗位应严格控制每岗的工作时间。

9.4.5 固体废物处理措施

(1) 生活垃圾

在各施工区以及生活营地建立生活垃圾收运系统。收运系统由垃圾桶(箱)、临时垃圾站、垃圾清扫车、运输车构成。各生活办公区等人员生活集中的地方放置垃圾桶,并建垃圾中转站。中转站收集和暂时存放施工人员生活垃圾。委派专人每天清理垃圾桶,将生活垃圾收集至相应中转站。中转站的生活垃圾每隔 2~3 天统一进行处理。根据工程实际情况及可操作性,运至当地环卫部门允许的生活垃圾堆放场进行处理。

(2) 其他固体废物

施工期,机械使用过程中产生少量废油,属于危险废物。在施工过程应及时收集废油,杜绝废油的跑冒滴漏,集中收集后送有处理资质单位处理。食堂隔油隔渣池清出的废油脂收集后应用塑料桶密封存储,设置临时存储场所,严防泄漏,并及时交由有处理能力且符合相关规定的单位处理。

9.4.6 人群健康保护措施

(1) 卫生清理

为确保施工区的卫生环境,降低施工区各种病源微生物及虫媒动物的密度,预防和控制施工区传染性疾病的流行,应采取以下措施:施工生活区内应定期进行灭鼠、灭蟑螂、灭蚊和灭蝇工作。灭鼠工作原则上每年进行两次,也可根据实际情况增加频率。对蟑螂、蚊、蝇等虫媒动物的灭工作应经常进行。

(2) 卫生检疫和健康检查

为了预防传染病的流行、了解施工人员的身体健康状况,在施工人员进驻工地前,各施工单位应对施工人员进行全面的健康调查和疫情建档。体检工作应该

委托有资质的医疗卫生机构进行，体检内容为肠道传染病、呼吸道传染病以及其它传染病；检疫人数一般按施工高峰期施工人数的 10%计。施工单位应明确卫生防疫责任人，按当地卫生部门制订的疫情管理制度及报送制度进行管理，并接受当地卫生部门的监督。施工区应备有常见传染病的处理药品，一旦发现疫情，及时采取治疗、隔离、观察等措施，并对易感人群提出预防措施。

（3）环境卫生及食品卫生的管理与监督

食品卫生是影响人群健康的重要方面，应按食品卫生和有关的规章制度加强执法监督和管理。保证向工区人员提供符合卫生要求的饮用水。定期对公共餐饮场所进行卫生清理和卫生检查。

（4）环境卫生管理

成立专门的清洁队伍，负责生活、办公区环境卫生清扫工作，并根据办公生活区的布置，分设垃圾桶（箱），并配备垃圾清运车。公厕应建在生活饮用水水源下游，与食堂相距 30m 以上，并在施工人员密集区设置生态流动厕所；公厕的建造应便于清扫，化粪池的建设要符合标准。

9.4.7 生态保护措施

（1）生态影响减缓措施

1）做好选址选线工作，优化施工布置和临时占地，尽量减少占用农田和植被。做好工程施工的规划工作，合理安排施工时序，减少雨季施工时间，以减轻水土流失影响。

2）加强宣传工作，宣传植被保护的重要性，并制订出切实可行的奖罚措施，调动广大群众保护植物的积极性。

3）为消减施工队伍对植被的影响，拟在工程施工区设置警示牌，标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动，非施工区严禁烟火等活动；

4）在施工期间对施工人员和附近居民加强施工区生态保护的宣传教育，教育施工人员，禁止施工人员捕食蛙类、蛇类、鸟类、兽类，以减轻施工对当地陆生动植物的影响，并采取有效措施抑制鼠类的危害；

5）为减少施工造成的水土流失，采取截、排水沟、挡渣墙等一系列防护措施进行防护；

6）为将工程对植被的影响减少到最低限度，应在所有可能的地区采用可能的方法恢复植被，形成完整的生态影响恢复措施体系；

7) 对于临时占用的农田, 应先剥离表层耕作土进行保护, 待施工结束后再将剥离的表土覆盖回去。

(2) 陆生生态恢复措施

施工结束后在施工临时占地区域内除为了防止水土流失而采取水土保持措施外, 还应该从恢复和提高其生态、景观角度出发, 选择该地区植被群落的优势种类作为恢复植被的主要物种。临时占地在施工结束后进行土地平整、绿化。覆土填平后可在地表种植浅根系作物或者撒播草籽, 但不能种植深根系作物或栽植大树。施工结束后的生态恢复措施主要体现在工程区范围内的水土保持植被恢复措施。

(3) 水生生态恢复措施

在施工过程中, 尽量避免土方随江流入下游。施工面尽可能小, 尽可能不在降雨过程或鱼类繁殖季节施工。对施工人员加强宣传, 设置水生生物保护警示牌, 增强施工人员的环保意识。建立和完善鱼类资源保护的规章, 严禁施工人员下河捕捞。加强监管, 严格按环保要求施工, 生活污水和施工废水按环保要求严禁直接排放至地表水, 防止影响水生生物生境的污染事故发生。

在施工期间, 以公告、宣传单、板报和会议等形式, 加强对施工人员的环境保护宣传教育和保护野生动物常识的宣传, 提高施工人员的环境保护意识, 使其在施工过程中能自觉保护生态环境及珍稀水生物种, 并遵守相关的生态保护规定, 严禁在施工河段进行捕鱼或从事其它有碍生态环境的活动, 一旦发现珍稀特有鱼类, 应及时进行保护。涉水工程部分避开鱼类繁殖期。

加强施工期环境监控和管理。同时, 在工程建设前, 工程建设单位应切实做好珍稀特有鱼类的保护工作。严格控制施工行为和临时占地在工程线范围内, 严禁将土方开挖的出渣及施工废弃物随意堆放; 施工临时占用和破坏的植被要进行有计划的剥离、储存、临时堆放, 及时清理施工现场, 为随后的植被恢复创造条件, 若不能完成植被恢复的, 要及时植树种草以补偿相应的生物量损失, 防止水土流失。

9.5 环境管理与监测

9.5.1 环境管理

一、施工期环境管理

施工期业主单位负责从施工开始至竣工验收期间的环境保护管理工作，施工单位负责本企业和所从事的建设生产活动中环境保护工作。要确保各项环境保护措施的顺利实施，使工程建设对环境的不利影响得以减缓，从而实现维护环境生态稳定性，促进社会经济与生态环境相互协调的良性发展的建设目标。

1) 环境管理机构及职责

本工程设环境管理机构，确保完成工程的环境管理任务。本工程的各项环境保护措施，将在当地环保部门的指导和监督下，由建设单位组织实施。建设期在工程指挥部下设环境保护管理办公室（简称环保办），作为工程环境管理的职能部门，环保办应与环境监测、监理单位密切合作，共同为本工程环境保护工作服务。

2) 环境管理任务

为有效地保护本项目所在地的环境质量，工程建设各单位应建立和健全环境管理制度，减轻本项目对周围环境质量的影响。

（1）落实施工期环境保护措施和环境监测计划，编制年度工作计划；

（2）会同地方环保部门，检查、监督施工单位（或承包商）执行环境保护条款情况；

（3）处理工程中出现的重大环境问题和环境纠纷，协调地方环保部门与工程环境保护有关事宜；

（4）整编环境监测资料，呈报环境质量状况报告；

（5）建设单位应与本项目施工单位协商，将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；

（6）施工单位应在各施工场地配备环境管理人员，负责各类污染源现场控制与管理，尤其对高噪声、高振动施工设备应严格控制其施工时间，并采取一定防治措施；

（7）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，落实施工期应采取的各项环境保护措施；

（8）工程施工结束后，竣工验收内容应包括地表植被的恢复、水土保持措施、绿化和破坏生态后的补偿措施等。

二、运行期环境管理

工程管理单位的环境保护工作主要是贯彻执行国家及地方环境保护法律、法

规和方针政策；落实工程运行期环保措施；负责落实运行期的环境监测，并对结果进行统计分析；监督周围环境变化对工程的影响，并向有关部门反映，督促有关部门解决问题。

9.5.2 环境监理

工程建设环境监理是工程监理的重要组成部分，建设单位应将施工期的环境污染控制列入承包内容，环境监理单位受建设单位委托，依照国家及当地有关环境保护法律、法规和工程承包合同，主要在施工期间对所有实施环保项目的专业部分及工程项目运行监理。

环境监理依照国家及地方有关环境保护法律、法规、工程设计文件和工程承包合同对施工全过程进行环保监理。根据施工区环境状况和工程特点，监理可采取检查、旁站和指令文件等监理方式。环境监理主要工作任务如下：

（1）编制环境监理计划，拟定环境监理项目和内容。

（2）受业主委托，环境监理工程师全面负责监督、检查工程施工区的环境保护工作。

（3）环境监理人员有参加审查会议的资格，就施工方提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环保方面的改进意见，以保证环保措施的落实和工程的顺利进行。

（4）审查承包商提出的可能造成污染的材料和设备清单及其所列的环保指标，审查承包商提交的环境月报告。

（5）协商好业主、承包商、工程监理单位、环境监测单位及政府环境行政主管部门等各方面的关系，处理合同中有关环保部分的违约事件。

（6）同工程监理一道参加工程的验收。对承包商施工过程及竣工后的现场就环境保护内容进行监督和检查。工程质量认可包括环境质量认可，单元工程的验收，凡与环保有关的部分，必须由环境监理工程师签字认可。

（7）在检查中发现的环境问题，以问题通知单的形式下发给承包商，要求限期处理。

（8）负责落实环境监测的实施，审核有关环境报表，根据水质、大气、噪

声等监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少工程施工给环境带来的不利影响。

（9）在日常工作中做好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与工程阶段验收和竣工验收。

9.5.3 环境监测

（1）水环境监测

监测点：施工区生产生活废水排放口和机械含油废水处理设施排放口，以及每个排涝站闸河道下游 100m 处各设置 1 个水质监测断面，共 9 个监测点。

监测项目

排涝站闸河道下游：SS、pH 值、COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N、TP、石油类

生产废水处理出水口：水温、pH、SS、总磷、总氮、氨氮、石油类

生活污水排放口：水温、pH、粪大肠菌群、BOD₅、COD、总氮、总磷

监测频率：施工前 1 次，施工期内每 3 个月监测 1 次。

监测方法：按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)中规定的方法。

3) 大气环境监测

监测点：施工区附近居民点等大气环境敏感点。

监测项目：颗粒物（TSP）、PM₁₀。

监测频率：施工前 1 次，每 3 个月监测 1 期，每期监测五天。

监测方法：按照《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ/T2.2-2008)和《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）规定的方法进行。

4) 噪声监测

监测点：施工区附近。

监测项目：A 声级及等效 A 声级 LA_{eq}。

监测频率：施工前 1 次，施工期噪声监测每 3 个月 1 期。

监测方法：按《声环境质量标准》（GB-3096-2008）2 类区执行，测量方法用Ⅱ级以上噪声统计分析测试等效连续 A 声级规定方法执行。

5) 人群健康监测

为了防治因工程建设产生的人员交流可能引起的疾病，在工程开工前及施工期间每 3 个月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、呼吸道传染病以及其它传染性疾病，按施工人员的 10%比例抽检。

9.6 环境保护措施投资估算

9.6.1 编制原则

环境保护投资估算遵循以下原则：

- （1）环境保护投资不包括水土保持投资；
- （2）按照“谁污染、谁治理、谁开发、谁保护”原则，确定环境保护投资项目，指导投资分摊；
- （3）“工程恢复”原则，环保投资以保护或恢复工程建设前生态环境功能为下限；
- （4）工程措施投资估算编制的依据、方法与主体工程一致，生物措施参照地方有关的标准。

9.6.2 环境保护措施投资估算

依据《广东省水利水电工程建筑工程概算定额》（粤水建设〔2017〕37 号）、《工程勘测设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号文）、水利部《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总〔2024〕323 号）及环境监测等相关标准计算环境保护投资。本阶段环境保护总投资估算为 147.25 万元，详见表 9.6-1。

表 9.6-1 环境保护措施估算表

类别	项目		单位	单价	数量	金额（万元）
一	环境保护措施					86.15
（一）	施工期污水处理措施					56.85
1	临时环保洗手间	租用费	个	10000	12	12.00
		清理费	次	100	2100	21.00
2	砼拌和冲洗废水处理	基建费	m³/d	350	0	0.00
		运行费	m³	0.5	0	0.00
3	含油废水处理	基建费	m³/d	500	47.4	2.37
		运行费	m³	1	26022	2.60

类别	项目		单位	单价	数量	金额（万元）
4	高峰期生活 污水处理	基建费	m ³ /d	300	300	9.00
		运行费	m ³	0.5	197640	9.88
(二)	施工期噪声控制		人	50	300	1.50
(三)	施工期大气质量控制					0.00
1	降尘措施					
2	洒水车		辆/年	50000	0	0.00
3	洒水车汽油及维修费		年	20000	0	0.00
(四)	固体废物处理					24.80
1	垃圾车		辆/年	50000	3	15.00
2	垃圾车汽油及维修费		年	25000	3	7.50
3	施工期生活垃圾处理费		t	100	230.00	2.30
(五)	施工期卫生防疫		人	100	300	3.00
(六)	宣传教育		年	10000	0	0.00
(七)	鱼类增值					
二	施工期环境监测费					11.48
(一)	水质监测		点次	1800	36	6.48
(二)	大气监测		期	1500	20	3.00
(三)	噪声监测		期	1000	20	2.00
	一~二合计					97.63
三	独立费用					36.23
(一)	建设管理费			(一~二)×3%		2.93
(二)	勘测设计费			(一~二)×6%		5.86
(三)	工程监理费			(一~二)×2.5%		2.44
(四)	环境影响评价费			按市场价		25.00
	一~三合计					133.86
	基本预备费 (一~三)×10%					13.39
四	合 计					147.25

9.7 环境影响评价结论

本工程属于公共、基础设施项目，工程性质符合国家及地方法律法规，建设内容与相关规划相协调，符合国家及地方的产业政策和相关规划。

工程建设具有显著的社会和经济效益。工程建设的不利影响主要体现在施工期对重要生态敏感区、水环境、大气及声环境、水土流失影响等，在落实本报告提出的各项保护措施和要求的前提下，工程建设的不利环境影响可以消除、减缓

或降低到可接受水平，从环境保护角度分析，本工程的建设是可行的。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程
(一期) 可行性研究报告

10 水土保持

目录

10.1 概述	10-1
10.1.1 项目概况	10-1
10.1.2 区域自然概况	10-1
10.1.3 水土流失现状	10-3
10.1.4 编制依据	10-3
10.1.4 设计水平年	10-5
10.1.5 水土流失防治标准执行等级	10-5
10.2 主体工程水土保持评价	10-5
10.2.1 主体工程方案及制约性因素分析与评价	10-5
10.2.2 主体工程占地的分析与评价	10-6
10.2.3 土石方平衡评价	10-6
10.2.4 弃渣场选址合理性分析与评价	10-6
10.2.5 施工组织、施工工艺与方法评价	10-6
10.3 水土流失防治责任范围和防治分区	10-7
10.3.1 水土流失防治责任范围	10-7
10.3.2.水土流失防治分区	10-8
10.4 水土流失预测	10-8
10.4.1.工程建设扰动地表面积	10-8
10.4.2.弃渣量预测	10-8
10.4.3.土壤流失量预测	10-9
10.4.4.水土流失危害的预测	10-10
10.5 水土流失防治标准和措施方案	10-10
10.5.1 水土流失防治标准	10-10
10.5.2.水土流失防治措施体系和总体布局	10-11
10.5.3.分区防治措施	10-11
10.5.4 水土保持措施工程量	10-14
10.6 水土保持施工组织设计	10-17
10.6.1.施工条件	10-17

10.6.2.施工组织形式	10-17
10.6.3 施工管理	10-18
10.6.4 实施进度安排	10-18
10.7 水土保持监测与管理	10-18
10.7.1.水土保持监测	10-18
10.7.2 水土保持管理	10-20
10.8 水土保持投资估算	10-21
10.8.1 编制依据	10-21
10.9 结论及建议	10-23

10 水土保持

10.1 概述

10.1.1 项目概况

本项目为汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期），主要建设内容为重建大塭水闸和河溪排洪闸、西胪港中闸，共 3 宗中型水闸。项目建设范围涉及金灶镇、西胪镇和河溪镇。

10.1.2 区域自然概况

1) 地理位置

潮阳区位于广东省东部沿海，北至东北隔榕江与揭阳市相望，东连汕头市濠江区，东南濒临南海，南隔练江与潮南区对接，西邻普宁市。地理坐标北纬 $23^{\circ}19' \sim 23^{\circ}33'$ ，东经 $116^{\circ}17' \sim 116^{\circ}43'$ 。地域面积 666.73km^2 ，外海岸线长 26.3km ，海域面积 4000 多平方海里。潮阳区现辖文光、城南、棉北、金浦 4 个街道和海门、和平、谷饶、贵屿、铜孟、河溪、西胪、关埠、金灶 9 个镇，272 个村（社区）。境内交通便利，有国道 324 线、深汕高速公路、省道 234 线、省道 237 线、厦深铁路及正在规划建设的汕湛、潮惠、揭惠、潮汕环线四条高速公路穿境而过。

本项目所在金灶镇、西胪镇和河溪镇属于北部榕江平原台地水质维护区。

2) 水文气象

本工程所在区域属于热带季风气候，海洋性气候明显，气候温暖，雨量充沛，降雨量主要集中于汛期。根据潮阳气象站实测资料统计，多年平均年降雨量为 1739.3mm ，最大年降雨量为 2740.3mm ，年最小降雨量为 1019.3mm ，最大 24 小时降雨量 512mm （1983 年 6 月 18 日）。每年 4~9 月为汛期，台风暴雨较频繁，降水量占全年降雨量 82.5%。多年平均年水面蒸发量 1678.1mm 。多年平均风速为 2.7m/s ，历史最大风速为 30.8m/s ，多年平均最大风速为 17.9m/s 。多年平均气温 22.0°C ，最高气温 38.2°C ，最低气温 1.6°C 。无冰冻期，冬季有轻霜出现，霜期最长 10 天，最短 2 天。根据历史资料统计，平均每年有 3.7 次多台风，其中最多的为 1961 年 8 次，风向以东风和东北风居多。7、8 两月为台风影响最集中时段，占全年 52%。台风带来暴雨，出现日最大雨量在 80mm 以及过程总雨量

150mm 以上各占 37.7%，是后汛期降水的主要来源。

潮阳区水资源比较丰富，年径流与年降雨量分布规律相似，具有年际变化大和年内分配不均匀的特点，年径流深在 800~1200mm 之间，平均径流深 1000mm。境内多年平均径流量 5.74 亿 m³，年内分配不均，汛期 4 至 9 月份，径流量占全年 82.2%。年径流年际变化较大，变差系数为 0.34~0.40。

3) 地形地貌地质

潮阳区地貌的基本特征是自南向北呈平原—山地—平原。练江中下游三角洲平原，地势平坦开阔，由陆向海，范围包括贵屿、铜孟和平等沿江地区；小北山自西北向东南延伸，山体狭长，丘陵起伏，岗岭连绵，海拔多为 200~300m，主峰大尖山海拔 447.2m，为潮阳、普宁分水岭。低山丘陵主要分布于金灶、谷饶、西胪、河溪、和平、金浦、文光、城南、棉北、海门境内，自西北向东南呈带状分布。其中海拔高于 300m 的有白鹭山（大寨山）海拔 406.3m、大寨顶（老虎岩）386.1m、小尖山 383.4m、烟墩山 356.6m、岩头山 348m、双髻山 314m。丘陵广泛分布于低山丘陵区之南北两侧和东部沿海地区，北侧自金灶、关埠、西胪至河溪。南侧自贵屿、谷饶、铜孟、和平至金浦。东部的棉北、文光、城南、海门一带丘陵，除海拔 278.4m 的掠鸟尾和 243.4m 的东山外，其余均为低丘台岗。100m 以下的台岗散布于辖内各镇（街道）；榕江南西岸三角洲平原，分布于金灶、关埠、西胪、河溪境内，是潮阳区第二大平原，主要粮仓。地势开阔平坦，河汉水系蛇曲发育。地貌是北高南低，自北向南倾斜。山地集中于镇域北部，属莲花山脉。最高峰为大坑村与饶平县交界的岭君寨，海拔 422.7m。地形自北向西南倾斜；平原地区东北部海拔 10m 而西部和南部海拔 3~4m。

4) 土壤和植被

项目区属南方红壤土类型区，根据《广东省土壤类型图》，潮阳区土壤类型有潴育水稻土、盐积水稻土、固定沙土、麻赤红壤、河积土田、谷积土田等类型，以麻赤红壤、谷积土田居多。赤红壤由花岗岩风化而成，主要分布于小北山系中丘地带和东部沿海低丘地带，以种植林、果为主。谷积土田分布于境内西部，潴育水稻土以连江、榕江平原为多。

潮阳区植被属亚热带季雨常绿阔叶林和南亚热带草被以及人工营造林。林地主要分布在山坡，草被主要分布在山谷，植物群落类型丰富。境内常见的植被有木有榕、掌叶榕（山枇杷）、马尾松、水杉、水松（水棉）、榆、桃金娘（多尼）、

枫树、胶丹（秋枫）、铁冬青（白银树）、苦楝、野漆（黑面神、漆舅）、柯、乌桕、山乌桕（红心虹）、樟、红木黎、朴枳、秤星树、变叶榕（牛奶树）、山柑、桐、油桐、牡荆等。

10.1.3 水土流失现状

根据《广东省 2021 年水土流失动态监测成果》（广东省水利厅），2021 年汕头市潮阳区水土流失总面积 678km²，其中微度侵蚀面积 603.40km²，占水土流失总面积 89.00%；水力侵蚀面积 74.60km²，占水土流失总面积 11.00%。水力侵蚀中，轻度侵蚀面积 67.54km²，中度侵蚀面积 5.67km²，强烈侵蚀面积 0.83km²，极强烈侵蚀面积 0.34km²，剧烈侵蚀面积 0.22km²。

潮阳区水土流失类型以水力侵蚀为主，项目区用地范围内原地貌植被覆盖良好，土壤侵蚀轻微，结合《广东省土壤侵蚀现状图（1:100000）》确定项目区原地貌土壤侵蚀模数约为 500t/km²·a，属轻度水力侵蚀。对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目区属于南方红壤丘陵区，容许土壤流失量取 500t/km²·a。本项目原始地貌主要为鱼塘、草地、水域及水利设施用地及建设用地等，现状水土流失为轻度，建设区土壤侵蚀模数背景值为 500t/（km²·a）。

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土流失规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知（办水保〔2013〕188 号）》、《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（2015 年 10 月 13 日）》、《汕头市水土保持规划（2018—2030 年）》（2019 年 10 月，汕头市水务局）及《汕头市潮阳区水土保持规划（2020—2030 年）》，项目区所在地汕头市潮阳区金灶镇、西胪镇和河溪镇均不属于国家级、广东省、汕头市及潮阳区的水土流失重点预防区和重点治理区。

10.1.4 编制依据

（1）《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日颁布，2010 年 12 月修订，2011 年 3 月 1 日施行）；

（2）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院 120 号令，1993 年 8 月 1 日）；

（3）《广东省水土保持条例》（2016 年 9 月 29 日，第十二届人大常委会第二十八次会议通过，2017 年 1 月 1 日施行）；

(4) 《广东省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》(1993 年省第八届人大常委会第四次会议通过, 1997 年 9 月 22 日省第八届人大常委会第三十一次会议修正);

(5) 《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知办水保〔2013〕188 号;

(6) 广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告(广东省水利厅[2015.11.13]);

(7) 《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);

(8) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》(2023 年水利部令第 53 号);

(9) 《广东省发展改革委广东省财政厅关于免征部分涉企行政事业性收费的通知》粤发改价格〔2016〕180 号;

(10) 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);

(11)《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);

(12)《水利部办公厅关于实施生产建设项目水土保持信用监管“两单”制度的通知》(办水保〔2020〕157 号);

(13)《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161 号);

(14) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018);

(15) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018);

(16) 《水土保持综合治理规划通则》(GB/T15772-2008);

(17) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008);

(18) 《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T15774-2008);

(19) 《水土保持监测技术规程》(SL277-2002);

(20) 《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2018);

(21) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018);

(22) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007);

(23) 《土地利用现状分类标准》(GB/T21010-2017)。

10.1.4 设计水平年

本工程属建设类项目，以水土保持设施发挥效益的当年或下一年为设计水平年。工程的施工工期为12个月，水土保持工程设计水平年定为工程完工后的下一年。

10.1.5 水土流失防治标准执行等级

项目区土壤侵蚀类型为水力侵蚀，区域侵蚀强度微度。根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(2013年)和《广东省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(2015年)，潮阳区不在国家级、省级水土流失重点预防区和重点治理区范围内。此外，依据《汕头市水土保持规划(2018—2030年)》(2019年10月，汕头市水务局)及《潮阳区水土保持规划(2020—2030年)》，项目区不属于各级人民政府划定的水土流失重点治理区和预防区。同时，调查项目区周边500m范围内存在有居民点，因此根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)有关规定，本项目应执行水土流失建设类项目南方红壤区二级标准。

10.2 主体工程水土保持评价

10.2.1 主体工程方案及制约性因素分析与评价

本工程布置紧凑，水闸各建筑物及管理区均布置于原河道管理范围内，通过对本工程主体设计的分析与评价，该项目地处我国南方红壤丘陵区，林草覆盖率约为60%。工程建设区内地势平坦，无泥石流易发区，不存在崩塌滑坡等地质灾害隐患，无国家水土保持监测网络中设置的水土保持监测站点及重点试验区，没有占用国家确定的水土保持长期定位观测点，避开了生态脆弱区、固定半固定沙丘区、国家划定的水土流失重点预防保护区和重点治理成果区。项目及周边也没有县级以上人民政府划定的重点试验区和监测站；距城镇有一定距离，对城市景观基本没有影响，符合水土保持规定。

主体工程设计依据其专业标准、技术规范，工程布置方案在综合考虑周边征地拆迁、各类专业设施影响及群众生产生活等诸多因素，经多方案比选，实现对环境的影响最低化。基本满足了水土保持要求。

10.2.2 主体工程占地的分析与评价

本工程总占地面积 70.24 亩。工程占地涉及水域及水利设施用地及设施农用地等地类，不占压基本农田。根据施工组织设计，为满足施工要求，工程建设新增施工营造区，在基坑内布置施工临时道路。没有随意新增临时占地。工程结束后考虑及时恢复原地貌，对地表的扰动不大，破坏相对不严重。从水土保持角度来看，本工程的占地均考虑了工程的需要，用地符合国家及地方规划，符合水土保持要求。

10.2.3 土石方平衡评价

根据弃渣规划，本工程弃方均运至潮阳区政府指定的汕头市鹏和建筑材料有限公司废土收纳场回填。设计考虑充分利用开挖的土石方用于回填，减少弃渣，合理调配了工程的土石方，避免单独设置取土场，符合水土保持要求。此外，施工过程中将原地占地类型中植被区域的表土进行剥离后堆存于临时堆土区，用于后期的绿化覆土，符合水土保持要求。

总体分析，本项目土石方在开挖与回填过程中注重施工区域与施工时序的衔接，挖、填土方施工时序合理，从而减少水土流失量和降低对周边环境的不良影响，从水土保持角度来看，主体工程土石方平衡方法合理。

10.2.4 弃渣场选址合理性分析与评价

本工程弃土主要为清淤土方、开挖土方量及内外围堰拆除后土方，所有弃土将运至潮阳区政府指定的专业弃渣场，弃渣场已获得潮阳区水务局的水行政许可（潮阳水审〔2024〕18 号），符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的相关规定。

综上所述，本项目弃渣场设置较为合理，无限制性因素，符合水土保持要求。在弃土回填过程中，应做好弃渣场周边的排水措施和拦挡措施，并定期清理沉沙池，避免造成水土流失，对周边生态环境产生不利影响。

10.2.5 施工组织、施工工艺与方法评价

主体工程基本上安排在旱季施工，当下雨时即停工，且水土保持方面布设了相应的临时防护措施，降低工程区潜在的水土流失可能性。主体工程施工方法以

机械施工为主，辅以适当的人力施工，保障了工程施工进度，缩短了建设周期，也避免了裸露区域长时间裸露，避免雨天产生大量的水土流失；另外，主体工程施工中考虑建筑材料尽量就地取材，开挖多余的弃料充分利用等措施，大大减少了建筑材料或弃料的运输距离，减小了扰动地表的面积，避免了更大范围的引起水土流失。土石渣料在运输时做好覆盖措施，可避免沿途散溢对路面及周边环境造成影响。

综上所述，本项目的建设在工程选址、占压地属性、土石方平衡、弃渣场、施工组织设计、施工工艺、施工进度安排等方面均不存在绝对限制性或严格限制性水土保持制约性因素。通过在主体工程及施工生产生活区实施水土保持措施，并与主体工程建设同步实施，从水土保持角度分析，本工程的建设是可行的。

10.3 水土流失防治责任范围和防治分区

10.3.1 水土流失防治责任范围

10.3.1.1 防治责任范围确定的依据和方法

（1）依据《中华人民共和国水土保持法》（1991年6月29日颁布，2010年12月25日修订，2011年3月1日起施行）等法律法规要求，坚持“谁开发谁保护，谁造成水土流失、谁负责治理”原则；

（2）依据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定；

（3）依据主体工程布局；

（4）依据工程征、占、租赁、管辖土地范围和权属；

（5）依据工程建设内容、施工特点及可能对周边区域造成直接水土流失影响的范围等；

（6）依据项目区地形地貌、自然条件及水土流失类型、特点。

10.3.1.2 防治责任范围面积

本工程地形比较单一，依据主体工程设计和施工特点及可能对周边区域造成直接水土流失影响等，结合项目区地形地貌、自然条件及水土流失类型、特点，参照同类工程在相似地形条件下施工活动造成的水土流失影响划定本工程的防治责任范围。本项目水土流失防治责任范围为 4.69hm²，其中永久占地 2.57hm²，临时占地 2.12hm²，均位于潮阳区范围内。

10.3.2 水土流失防治分区

根据工程布置、施工时序和施工特点，将项目区分为主体工程区、施工营地区、临时堆土场区共3个分区。

表 10.3-1 水土流失防治分区统计表

序号	防治分区	占地面积 (hm ²)	占地性质	
			永久占地	临时用地
1	主体工程区	3.95	2.57	1.38
2	施工营地区	0.47		0.47
3	临时堆土场区	0.27		0.27
4	合计	4.69	2.57	2.12

10.4 水土流失预测

10.4.1.工程建设扰动地表面积

工程施工过程中，扰动原地貌、占压地表和植被，改变原有地形地貌及土壤的物理结构，使地表裸露，大量松散土体受施工机械的碾压以及降雨的冲刷的作用下，将造成一定的水土流失。根据工程设计方案，工程建设中各预测单元施工扰动形式和扰动强度不尽一致，开挖扰动地表面积除河道水体以外的整个项目建设区。经统计，工程建设期间占地面积为 4.69hm²，与占地面积一致，详见表 10.4-1。

表 10.4-1 扰动地表面积统计表 hm²

序号	防治分区	占地地类			小计
		水利设施用地	设施农用地	水域	
1	主体工程区	2.41	0.29	1.25	3.95
2	施工生产生活区		0.47		0.47
3	临时堆土场		0.27		0.27
4	合计	2.41	1.03	1.25	4.69

10.4.2 弃渣量预测

本工程土石方开挖共计 7.38 万 m³（其中永久工程 4.75 万 m³，临时工程 2.64 万 m³），土石方填筑 6.48 万 m³（实方，其中永久工程 2.91 万 m³，临时工程 3.58 万 m³），共利用开挖料 0.61 万 m³，外购土石料 6.18 万 m³，外购砂料 0.50 万 m³；产生弃渣 9.0 万 m³（松方）。

工程弃渣 9.0 万 m³（松方），运至指定弃渣场堆放，运距约 15km。

10.4.3 土壤流失量预测

10.4.3.1 预测内容及方法

预测的范围为整个工程建设区。预测内容包括施工扰动原地貌与破坏植被面积、损坏水土保持设施面积、工程临时弃土（渣）量、可能造成水土流失量及其危害等。预测采用类比分析、定性分析和定量计算相结合的方法。

结合主体工程单元工程划分，依据主体工程施工特点、施工期长短、水土流失形式、流失强度的不同将项目建设区划分成主体工程区、施工生产生活区、临时堆土场等 3 个区。

10.4.3.2 水土流失预测结果

根据《广东省发展改革委广东省财政厅广东省水利厅关于规范水土保持补偿费征收标准的通知》（粤发改价格〔2021〕231 号）规定，“（一）对一般性生产建设项目，按照征占用土地面积一次性计征，每平方米 0.6 元（不足 1 平方米的按 1 平方米计，下同）。”计入需缴纳水土保持补偿费范围。

项目区需缴纳水土保持补偿费面积为 4.69hm²。

本工程预测水土流失总量为 500.57t，新增水土流失总量为 468.17t，新增水土流失量占水土流失总量的 93.53%。通过对不同时段及不同分区的水土流失量预测发现，水土流失主要发生在建设期，在自然恢复期的新增水土流失主要发生在新增绿化内，水土流失量相对较小。水土流失预测见表 10.4-3。

表 10.4-3 各预测单元土壤流失量预测表

预测单元		预测时段	侵蚀模数		侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	背景流失 量(t)	预测流失 量(t)	新增流 失量(t)
			背景值	扰动后					
分区	主体工程区	施工期	500	10400	3.95	1.00	19.75	410.80	391.05
		自然恢复期	500	800	0.29	2.00	2.90	4.64	1.74
		小计					22.65	415.44	392.79
	施工工区	施工期	500	3500	0.47	1.00	2.35	16.45	14.10
		自然恢复期	500	700	0.47	2.00	4.70	6.58	1.88
		小计					7.05	23.03	15.98
	临时堆土场区	施工期	500	21000	0.27	1.00	1.35	56.70	55.35
		自然恢复期	500	1000	0.27	2.00	1.35	5.40	4.05
		小计					2.70	62.10	59.40
	临时道路	小计					0.00	0.00	0.00
小计		施工期				1.00	23.45	483.95	460.50
		自然恢复期				2.00	8.95	16.62	7.67
合计							32.40	500.57	468.17

10.4.4 水土流失危害的预测

水土流失是土壤及其母质受到了水力、重力和人类活动等其他外营力的作用，发生破坏、剥蚀、搬运和堆积的过程，其产生和发展速度与气候、植被状况、地形地貌条件、降雨等自然因素以及人类活动的频度密切相关。

本工程位于潮州市，沿线地势较为平缓，区内地表植被覆盖良好，土壤侵蚀类型主要是水力侵蚀。本工程为碧道建设工程，工程建设期主要是对渠系工程以及为渠系工程服务的施工生产生活区、临时堆土场、临时道路等区域的施工活动伴随大量的土石方开挖填筑，都将导致地表的挖损占压，造成扰动，损坏土壤的物理结构和地表植被，改变原有地形地貌，降低土壤抗蚀能力，在降雨径流的作用下，极易引起严重的水土流失，对周边环境及主体工程建设造成影响。

在植被恢复期，随着水土保持措施功能的逐步发挥，水土流失得到一定程度的控制，但由于植物措施的功能尚未能完全发挥，还存在一定程度的水土流失，对周边地区的生产和生活还是会带来一些不良影响。

10.5 水土流失防治标准和措施方案

10.5.1 水土流失防治标准

本工程属于建设类项目，工程区位于汕头市潮阳区河溪镇，项目区不在国家级及广东省水土流失重点预防区和重点治理区范围内；不在饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地内。也不位于县级及以上城市区域。

根据《汕头市水土保持规划（2018—2030 年）》《潮阳区水土保持规划（2020—2030 年）》，项目区不属于各级人民政府划定的水土流失重点治理区和预防区。根据规范“项目周边 500m 范围内有乡镇、居民点的，且不在一级标准区域的应执行二级标准”。详见表 10.5-1。

表 10.5-1 水土流失防治目标值表（设计水平年）

防治指标	标准规定		按土壤侵蚀强度修正		采用标准	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
水土流失治理度（%）	-	95			-	95
土壤流失控制比	-	0.85		+0.15	-	1.0

渣土防护率（%）	90	95			90	95
表土保护率（%）	87	87			87	87
林草植被恢复率（%）	-	95			-	98
林草覆盖率（%）	-	22			-	22

10.5.2 水土流失防治措施体系和总体布局

水土保持方案本着“预防为主、防治结合”的指导思想，为了使因工程建设引起的水土流失降到最低程度，达到保持水土的最终目的，结合本项目特点，在对主体工程既有水土保持功能进行评价的基础上，因地制宜、因害设防，前期以排水和拦挡等工程措施为主，后期则工程与植物措施相结合，统筹安排水土保持措施总体布局，使本工程形成一个完善的水土流失防治体系。

根据本工程建设特点、区域划分和施工特点，以及各施工扰动区水土流失类型和强度来划分水土流失防治区域。本工程为水闸工程，根据施工特点及水土流失产生的形式，将本项目水土流失分区划分为主体工程、施工生产生活区、临时堆土场等 3 个分区。工程区水土流失的防治，采取以工程措施和植物措施相结合的方式。对于主体工程区开挖面，采取工程措施为主，植物措施为辅的方式，做好水土保持和植物绿化的有机结合；对于施工营地防治区，以土地平整和绿化为主要防治措施。

10.5.3 分区防治措施

10.5.3.1 主体工程区

本项目为水闸重建和维修加固，主要有水闸上游连接段、闸室段、下游连接段等主要建筑物，主体工程用地现状地类为水利设施用地及水域、设施家用地等。本区采用开挖施工，利用料均直接用于回填，无用开挖料作为弃渣处理。本区部分施工活动在已布设的临时围堰内进行，围堰发挥的拦挡作用能有效防止水土流失，且主体工程已设计部分的排水、护坡、绿化等水土保持措施，施工结束后有利于水土保持，符合水土保持要求。施工期间应避免在雨季施工，同时尽可能做到开挖与填筑同步进行，避免长时间裸地。场地开挖施工过程中，要求集中施工，并做好排水引流工作，避免开挖土石流入河道。

临时苫盖：在开挖坡面部位铺设塑料薄膜

10.5.3.2 施工生产生活区

施工生产生活区布置在主体工程附近，共布置施工营地3个，生产生活区内设置综合加工厂、金结机电安装场、预制场、材料仓库、施工机械及汽车停放场等。占地面积为0.46hm²，地类有设施农用地。

主体工程设计未考虑该区的水土流失防治措施，本方案主要考虑施工过程中场地的临时排水、临时沉沙措施，以及完建期土地整治、植被恢复等措施。水土保持措施主要考虑施工过程中场地的临时排水、沉沙措施。

(1) 工程措施

施工结束后由主体工程进行土地平整。

(2) 临时措施

施工期间，在施工生产生活区场地周边布设临时排水沟，以疏导场地内外汇水，在施工完毕后利用开挖土方进行回填。排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为1:0.5，夯实沟底及两侧边坡后采用20mm厚M7.5砂浆抹面。设计断面见图10-1。

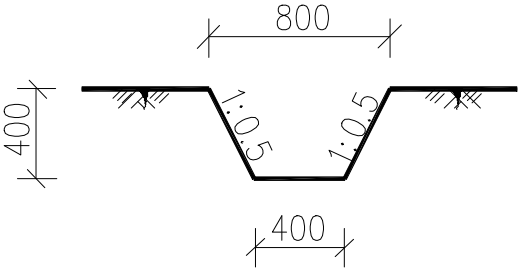


图 10-1 临时排水沟断面图单位：mm

为避免降雨及径流冲刷地表松散土屑，携泥沙外溢，在排水沟出口设简易沉沙池。沉沙池采用内面抹2cm水泥砂浆。如图10-2所示，建成后应定期或视淤积情况清淤。

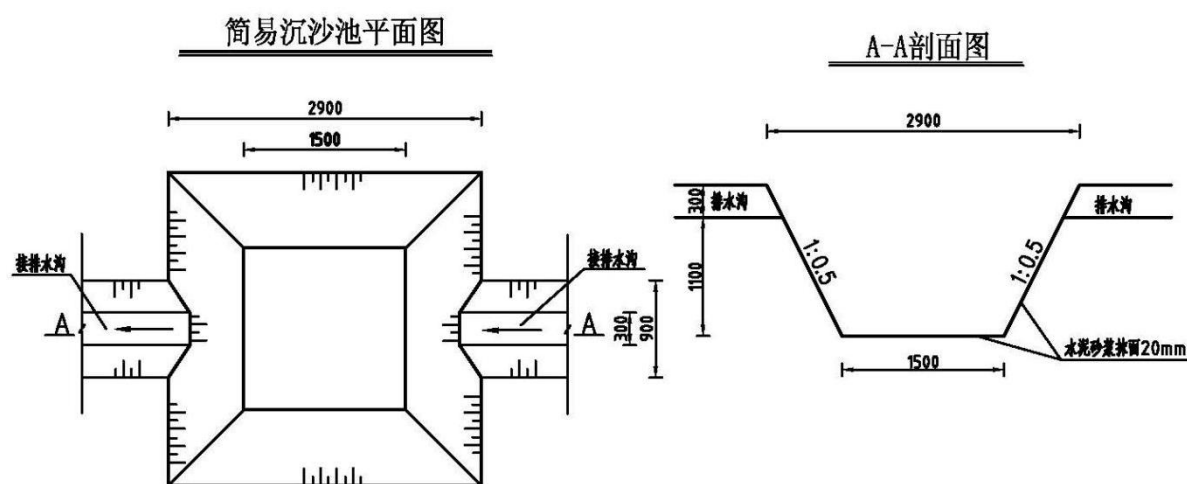


图 10-2 简易沉砂池典型设计图单位：mm

10.5.3.3 临时堆土场区

本区为主体工程施工时的利用料的临时堆放，布置临时堆土场1个，占地约0.15hm²。为设施农用地。临时堆土场区的临时防护主要是施工期间的临时排水、临时沉沙、临时拦挡、临时苫盖以及施工结束后的土地平整、绿化等措施。水土保持措施主要考虑布置截（排）水措施、临时拦挡等。

（1）工程措施

施工结束后由主体进行土地平整。

（2）临时措施

临时堆土地势较平坦，占用地类的坑塘，堆土过程中的临时防护措施主要考虑填土草袋临时拦挡和临时排水工程。

开挖土堆放前在堆土场四周采用填土草袋围堰临时拦挡，填土料取自临时堆放的开挖土。堆土时将堆土坡度调整为1:1.5，待堆渣结束后拆除草袋，将袋内土料用于回填。填土草袋围墙断面为梯形，尺寸为0.5m×1.1m×1.0m（上口宽×下底宽×高），如图10-3所示。

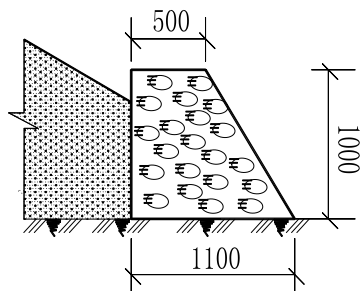


图 10-3 编织袋临时拦挡典型设计图 单位：mm

施工期间，在施工生产生活区场地周边布设临时排水沟，以疏导场地内外汇水，共设排水沟长150m，在施工完毕后利用开挖土方进行回填。排水沟采用土质梯形断面，断面尺寸为0.4m×0.4m（底宽×深），坡比为1:0.5，夯实沟底及两侧边坡后采用20mm厚M7.5砂浆抹面。设计断面见图10-1。

为避免降雨及径流冲刷地表松散土屑，携泥沙外溢，在排水沟出口设1个土质沉沙池。沉沙池采用内面抹2cm水泥砂浆。如图10-2所示，建成后应定期或视淤积情况清淤。

临时苫盖：在堆土表面铺设塑料薄膜。

10.5.4 水土保持措施工程量

本工程新增水土保持措施及工程量见表10.5-2。

表10.5-2水土保持措施工程量汇总表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计(元)	采用定额	单价 编号
	第一部分 工程措施				72238.5		
	一 河溪排洪闸				12096.5		
	一)土地整治工程				12096.5		
1	表土开挖	m3	390.	6.47	2523.3	[G01132]	1
2	表土回填	m3	390.	5.18	2020.2	[G01132]	2
3	土地整治	m2	1300.	5.81	7553.	[G03119]	
	二 大塥水闸				48045.5		
	一)土地整治工程				48045.5		
1	表土开挖	m3	1830.	6.47	11840.1	[G01132]	1

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计(元)	采用定额	单价 编号
2	表土回填	m3	1830.	5.18	9479.4	[G01132]	2
3	土地整治	m2	4600.	5.81	26726.	[G03119]	
	三 西庐港中闸				12096.5		
	一)土地整治工程				12096.5		
1	表土开挖	m3	390.	6.47	2523.3	[G01132]	1
2	表土回填	m3	390.	5.18	2020.2	[G01132]	2
3	土地整治	m2	1300.	5.81	7553.	[G03119]	
	第二部分 植物措施				3012.42		
	一 河溪排洪闸				450.13		
	一)撒播草籽				450.13		
1	撒播狗牙根草籽	hm2	0.13	3462.56	450.13	[G09027]	3
	二 大塍水闸				2112.16		
	一)撒播草籽				2112.16		
1	撒播狗牙根草籽	hm2	0.61	3462.56	2112.16	[G09027]	3
	三 西庐港中闸				450.13		
	一)撒播草籽				450.13		
1	撒播狗牙根草籽	hm2	0.13	3462.56	450.13	[G09027]	3
	第三部分 监测措施				250000.		
	一 设备及安装				150000.		
	一)监测设备、仪表				150000.		
1	监测设备	项	1.	150000.	150000.		
	二 建设期观测人工 费用				100000.		
	一)建设期观测人工 费用				100000.		
1	建设期观测人工费 用	项	1.	100000.	100000.		
	第四部分 施工临时 工程				121703.33		
	一 河溪排洪闸				16940.28		

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计(元)	采用定额	单价 编号
	一)临时排水沟				6247.83		
1	排水沟土方开挖	m3	36.	7.68	276.48	[G01161]	4
2	沟壁、底面夯实	m2	195.	2.41	469.95	D1-1-4	5
3	M7.5 水泥砂浆抹面	m2	195.	24.4	4758.	[G03111]	6
4	土方回填	m3 实 方	36.	20.65	743.4	[G03142]	7
	二)沉砂池				1159.65		
1	土方开挖	m3	17.8	7.68	136.7	[G01161]	4
2	土方回填	m3	17.8	20.65	367.57	[G03142]	7
3	M7.5 水泥砂浆抹面	m2	26.86	24.4	655.38	[G03111]	6
	三)临时苦盖				9532.8		
1	土工布	m2	960.	9.93	9532.8	[G10010]	
	二 大塥水闸				87539.16		
	一)临时排水沟				28823.32		
1	排水沟土方开挖	m3	166.08	7.68	1275.49	[G01161]	4
2	沟壁、底面夯实	m2	899.6	2.41	2168.04	D1-1-4	5
3	M7.5 水泥砂浆抹面	m2	899.6	24.4	21950.24	[G03111]	6
4	土方回填	m3	166.08	20.65	3429.55	[G03142]	7
	二)沉砂池				4646.		
1	土方开挖	m3	71.46	7.68	548.81	[G01161]	4
2	土方回填	m3	71.46	20.65	1475.65	[G03142]	7
3	M7.5 水泥砂浆抹面	m2	107.44	24.4	2621.54	[G03111]	6
	三)临时苦盖				36939.6		
1	土工布	m2	3720.	9.93	36939.6	[G10010]	
	四)临时拦挡				17130.24		
1	袋装土拦挡拆除	m3	144.	18.74	2698.56	[G10036]	
2	袋装土拦挡填筑	m3	144.	100.22	14431.68	[G10033]	
	三 西胪港中闸				17223.89		
	一)临时排水沟				6331.14		
1	排水沟土方开挖	m3	36.48	7.68	280.17	[G01161]	4

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计(元)	采用定额	单价 编号
2	沟壁、底面夯实	m2	197.6	2.41	476.22	D1-1-4	5
3	M7.5 水泥砂浆抹面	m2	197.6	24.4	4821.44	[G03111]	6
4	土方回填	m3	36.48	20.65	753.31	[G03142]	7
	二)沉砂池				1161.35		
1	土方开挖	m3	17.86	7.68	137.16	[G01161]	4
2	土方回填	m3	17.86	20.65	368.81	[G03142]	7
3	M7.5 水泥砂浆抹面	m2	26.86	24.4	655.38	[G03111]	6
	三)临时苫盖				9731.4		
1	土工布	m2	980.	9.93	9731.4	[G10010]	
	其他临时工程费	元	75250.92	0.02	1505.02		
	合 计	元			448459.27		

10.6 水土保持施工组织设计

本工程涉及水闸的重建,水土保持工程措施施工组织要与相应的主体工程施
工紧密衔接,要遵循避开不利气象因素、先拦后弃、紧凑有序的原则。

10.6.1 施工条件

本工程对外交通比较便利,水土保持工程施工所需建筑材料、苗木等经公路
运输可以到达本工程的各个相应施工场地,满足水土保持工程施工需要。水土保
持工程施工用电利用主体工程施工用电条件。

10.6.2 施工组织形式

(1) 工程措施

本方案水土保持工程措施的实施,均与主体工程配套进行,故其施工条件与
设施,原则上利用主体工程已有设施和施工条件。施工时应根据各防治区域具体
的工程措施安排各施工时序,减少或避免各工序间的相互干扰。

(2) 植物措施

主要包括各区的植物保护、植被恢复和绿化美化。所需树木种苗尽量在本地
采购,同时选择有经验的施工队伍进行施工。种植过程中科学使用保水剂、长效

肥、微量元素、激素等先进材料和技术，以保证苗木的成活率。种植后，注重草木的成活率检查，决定补植（成活率 41%~85%）或重新造林（成活率在 40%以下）与合格验收（成活率在 85%以上且分布均匀），补植应根据检查结果拟定补植措施，幼林补植时需用同一树种的大苗或同龄苗（幼林抚育及补植工程费用来自预备费）。

（3）土地整治

施工迹地等需进行土地整治的区域，在施工结束时需完成场地清理然后机械翻耕、清石、碎土。对有植被恢复的施工迹地，需按植被恢复要求覆上一定厚度的表土，对于回填客土的场地，其回填顺序为：粗颗粒弃渣→细颗粒弃渣→腐殖土。

（4）临时工程

要做好临时排水设施及拦挡防护，施工结束后及时实施场地清理、全面整地和绿化措施。

10.6.3 施工管理

加强施工组织管理与临时防护措施，严格控制施工用地，严禁随意扩大占压、扰动面积和损坏地貌、植被，建筑物基础开挖土石必须及时防护，禁止随意堆放，严格控制施工过程中可能造成水土流失。

10.6.4 实施进度安排

在实际施工中，由于主体工程的进度安排和水土流失产生的特点，各类水土保持设施施工还要受季节因素影响等，拦挡工程先行，排水工程同时施工，植物措施可比主体工程略为滞后，根据防治水土流失的轻重缓急和项目建设进度安排，灵活配置水土保持措施，以尽早发挥水土保持措施的作用。

10.7 水土保持监测与管理

10.7.1 水土保持监测

10.7.1.1 监测时段

本工程属于建设性项目，水土保持监测划分为 3 个时段：建设前的背景监测调查（施工准备期）、工程施工期监测和自然恢复期监测。

本工程施工准备期和施工期为 12 个月，自然恢复期（林草恢复期）按 2 年计。

10.7.1.2 监测频率

施工准备期：在防治责任范围内全面调查监测一次。

施工期：水蚀为主的水土流失量和水土流失危害监测主要在雨季进行，计划在 2 月~3 月旱季每季度 2 次。另外扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果每 1 个月记录一次，主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施等生长情况每 2 个月监测一次，遇暴雨、大风等情况加测一次。

植被恢复期：植物措施实施后 3 个月内监测 1 次，监测其成活率；一年后监测 1 次，监测植物措施保存率、生长量；同时再进行 1 次全面监测，监测水土保持措施的数量、质量及其防治效果。

10.7.1.3 监测内容

依据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的要求，结合本工程实际情况，确定本工程水土保持监测内容：主体工程建设进度、工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果，以及水土保持工程设计、水土保持管理等方面的情况。具体包括以下几方面：

（1）扰动地表面积监测

通过调查，对不同施工阶段的扰动地表面积进行监测，使施工工作在其征地范围内实施，避免随意扩大扰动面积。

（2）水土流失量的监测

水土流失量主要是水蚀量。通过在主体工程区等地段设立监测点，定期进行水土流失量的测定，即可得到本项目施工过程中土壤侵蚀量及其变化。

（3）水土流失危害的监测

通过收集资料结合调查分析，监测项目区内水土流失对项目区和周边地区生态环境的影响。

（4）水土流失防治效果监测

在施工结束后监测本水土保持设计已布设的水保设施的实施及运行情况，以

及各项水保措施建成后产生的效益（包括水保、生态、经济和社会效益），如所植树的成活率、生长状况及覆盖率等。

（5）水土保持措施实施情况的监测

水土保持措施的实施情况的监测，包括施工期临时防护措施、工程措施和植物措施总体实施情况的监测。

其中施工期水土流失量及施工结束后水土保持措施的实施情况及其防治效果是监测的重点内容，施工期是重点监测时段，监测的重点位置是主体工程区。

10.7.1.4 监测点布置

根据本工程水土流失影响因素分析和工程布局，结合工程建设水土流失预测结果，主体工程区为本工程建设水土保持监测的重点区域，本工程共布置 9 个监测点，分别在主体工程区设 5 个监测点、临时堆土场布设 1 个监测点、施工生产生活区布设 3 个监测点。

10.7.1.5 监测方法

按照《水土保持监测技术规程》规定及水保〔2009〕187 号文的要求，并根据工程特征，本工程水土保持监测采用调查监测法、地面定点观测法及巡查法。监测方法详见表 10.7-1。

表 10.7-1 水土保持监测内容、方法对照表

监测内容	监测方法
主体工程建设进度监测	调查监测
工程建设扰动土地面积监测	调查、巡查、定点监测
水土流失灾害隐患监测	调查、巡查、定点监测
水土流失量及造成的危害监测	地面定点观测、调查监测
水土保持工程建设情况监测	调查、巡查、定点监测

10.7.2 水土保持管理

（1）管理人员

在工程筹建期，建设单位需设置水土保持专职管理人员，负责水土保持方案的委托编制和报批工作，并在工程建设和运行期负责工程水土保持方案的实施工作。

（2）工作职责

1) 认真贯彻、执行“预防为主、全面规划、综合防治、因地制宜、加强管理、

注重效益”的水土保持方针，确保水保工程安全，充分发挥水保工程效益。

2) 建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失治理情况，并制定水土保持方案详细实施计划。

3) 工程施工期间，负责与设计、施工、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水保工程的正常开展和顺利进行，并按时竣工，最大限度地减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

4) 深入工程现场进行检查和观测，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况，为有关部门决策提供基础资料。

5) 建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

(3) 管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要应采取以下管理措施。

1) 开发建设项目的水土保持措施是生态建设的重要内容，建设单位要把水土保持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查并自觉接受有关部门和社会监督。

2) 加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工人员、各级管理人员以及群众的水土保持意识。

3) 在施工和运行过程中，定期或不定期地对在建或已建的水土保持工程进行检查观测，随时掌握其运行状态，进行日常维修养护，消除隐患，维护水土保持工程完整。同时，要制定突发事件应对处理方案，如遇险情和事故，需有应对预案和补救措施。

10.8 水土保持投资估算

10.8.1 编制依据

依据广东省水利厅粤水基〔2006〕2号文发布的《广东省水利水电工程设计概（估）编制规定》、《广东省水利水电建筑工程概算定额》、（水总〔2024〕323号）水利部关于发布《水利工程设计概（估）算编制规定》及水利工程系列定额的通知以及《广东省水土保持补偿费征收和使用管理暂行规定》进行编制。经计算，本工程水土保持工程投资估算总投资 79.53 万元。

本工程水土保持工程投资估算见表 10.8-1。

表 10.8-1 水土保持工程投资估算总表 **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	第一部分 工程措施	7.22				7.22
1	一 河溪排洪闸	1.21				1.21
2	二 大塍水闸	4.8				4.8
3	三 西胪港中闸	1.21				1.21
二	第二部分 植物措施			0.3		0.3
1	一 河溪排洪闸			0.05		0.05
2	二 大塍水闸			0.21		0.21
3	三 西胪港中闸			0.05		0.05
三	第三部分 监测措施	25.				25.
1	一 设备及安装	15.				15.
2	二 建设期观测人工费用	10.				10.
四	第四部分 施工临时工程	12.32				12.32
1	一 河溪排洪闸	1.69				1.69
2	二 大塍水闸	8.75				8.75
3	三 西胪港中闸	1.72				1.72
4	其他临时工程费	0.15				0.15
五	第五部分 独立费用				28.35	28.35
1	建设单位管理费				1.34	1.34
2	招标业务费					
3	经济技术咨询费				15.67	15.67
4	工程建设监理费				0.45	0.45
5	工程造价咨询服务费					
6	科研勘测设计费				0.89	0.89
7	水土保持设施竣工验收 报告编制费				10.	10.
I	一至五部分合计	44.54		0.3	28.35	73.2
II	基本预备费					3.52
III	价差预备费					

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
IV	水土保持设施补偿费					2.81
	静态投资 (I+II+IV)					79.53
	总投资 (I+II+III+IV)					79.53

10.9 结论及建议

本工程满足《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)中关于对主体工程的约束性要求,工程建设将产生一定的水土流失,通过加强施工管理和落实水土保持措施可以得到有效控制。工程选定的方案合理,工程布置、施工组织设计等基本符合水土保持的要求,本工程不存在限制工程建设的水土保持制约性因素,从水土保持角度分析建设可行。建议下阶段对以下问题进行落实。

(1) 下阶段应根据主体设计的优化进一步优化水土保持措施体系,对临时堆土场进一步明确和优化,确定水土保持工程设计标准,逐项进行水土保持工程措施设计和植物措施设计,细化水土保持施工组织设计,优化水土保持监测设计。

(2) 进一步优化施工组织设计和施工工艺,尽量避开雨日施工,在施工过程中坚持“预防为主,防治结合”的原则,确保施工期不发生大规模高强度水土流失。

(3) 工程在开工前,必须编制水土保持方案报告书并报水行政主管部门批准,取得水土保持方案批复(或行政许可)后工程方可开工。同时,应提前与弃渣接收方做好衔接,签订余泥排放接纳协议,明确水土流失防治责任。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）

可行性研究报告

11 劳动安全与工业卫生

目录

11 劳动安全与工业卫生	11-1
11.1 危险与有害因素分析	11-1
11.1.1 设计原则	11-1
11.1.2 设计依据	11-1
11.1.3 主要危险与有害因素分析	11-2
11.1.4 环境危险因素及危害程度	11-3
11.1.5 主体工程危险因素及危害程度	11-3
11.1.6 临时工程危险因素及危害程度	11-3
11.1.7 生理、心理、行为性危险及其有害因素	11-4
11.1.8 工业卫生危险及其有害因素	11-4
11.2 劳动安全措施	11-5
11.2.1 劳动安全因素分析	11-5
11.2.2 劳动安全防范措施设计	11-5
11.3 工业卫生措施	11-11
11.3.1 工业卫生因素分析	11-11
11.3.2 工业卫生主要防范措施	11-12
11.4 安全卫生评价	11-16
11.4.1 安全管理机构	11-16
11.4.2 安全辅助设施	11-16
11.4.3 安全装备	11-18
11.4.4 安全管理措施	11-18
11.5 安全卫生评价	11-18

11 劳动安全与工业卫生

11.1 危险与有害因素分析

11.1.1 设计原则

(1) “安全第一，预防为主”的原则，做到水利水电建设工程投产后符合职业安全卫生的要求，保障劳动者在生产过程中的安全与健康；

(2) 与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；

(3) 消除或减弱工程运行过程中产生的危险、有害因素；

(4) 具有针对性、可操作性和经济合理性；

(5) 对策措施符合国家标准和行业安全设计规定的要求。

11.1.2 设计依据

11.1.2.1 法律法规

- 1) 中华人民共和国安全生产法（2020 年 11 月 25 日）；
- 2) 中华人民共和国劳动法（2018 年 12 月 29 日）；
- 3) 中华人民共和国职业病防治法（2018 年 12 月 29 日）；
- 4) 中华人民共和国消防法（2021 年 4 月 29 日）；
- 5) 中华人民共和国环境保护法（2015 年 1 月 1 日）；
- 6) 建设工程安全生产管理条例（国务院令第 393 号，2004 年 2 月 1 日）；
- 7) 水利部关于进一步加强水利建设项目安全设施“三同时”的通知（水安监[2015]298 号）。
- 8) 劳动部颁布的《建设项目（工程）劳动安全卫生监督规定》，明确规定设计单位应对建设项目劳动安全卫生设施的设计负技术责任。

11.1.2.2 主要标准、规范和规程

在工程设计中主要采用以下标准、规范：

- (1) 《水利工程建设标准强制性条文》（2020 年版）；
- (2) 《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）；
- (3) 《水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（NB35074-2015）；

- (4)《水利水电工程施工通用安全技术规程》(SL398-2007);
- (5)《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017);
- (6)《水工建筑物地下开挖工程施工规范》(SL378-2007);
- (7)《安全色》(GB2893-2008);
- (8)《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008);
- (9)《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》(GB/T8196-2018);
- (10)《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022);
- (11)《采暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2015);
- (12)《污水综合排放标准》(GB18466-2005);
- (13)《水利工程设计防火规范》(GB50987-2014);
- (14)《建筑设计防火规范》(GB50016-2014);
- (15)《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ33-2012);
- (16)《3-110kV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008);
- (17)《特低电压(LEV)限值》(GB/T3805-2008);
- (18)《工业企业噪声控制设计规范》(GB50087-2013);
- (19)《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SL/T618-2021);
- (20)其他有关的规范、法规。

11.1.3 主要危险与有害因素分析

潮阳区榕江片区农村防洪排涝减灾体系薄弱环节仍然存在,抵御自然灾害能力较弱,严重影响沿岸广大人民群众生产居住条件。通过潮阳榕江片区各街道、镇、村向上级政府部门的反应情况,根据各个村、镇的需求,以此为基础,经过对每个易涝点的现场了解调研,根据后续各涝区现状分析,确定了本次规划重点易涝区的分布范围,最后根据各易涝点地形地貌、河流水系等因素,通过水文计算复核,确定在潮阳榕江片区共需维修养护、除险加固、重建、新建的 35 宗水闸和 4 座农村排涝泵站。

本阶段实施本项目的一期工程,主要建设内容为拆除重建大塍水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共 3 宗水闸。

11.1.4 环境危险因素及危害程度

本工程的环境主要危险因素主要有以下几点，主要是可能发生的落水事故、交通事故、施工事故等，均有可能造成人员伤亡事故。

本工程施工区域临近河岸，人员行走在河岸边上容易跌落，河水较深，施工过程中若发生人员落水事件，有可能造成人员伤亡事故；因此施工过程中要设置临时防护措施，设置警戒线，施工场地入口处要设置警示牌。

工程建设部分区域，人员往来密集，施工车辆进出要注意路口处的出行安全，驾驶人员要精力集中，同时要设置警示标语，必要时做好相关防护措施，防止出现交通事故，造成人员伤亡。

11.1.5 主体工程危险因素及危害程度

本工程主体工程建筑物为水闸等，施工过程中可能采用挖掘机、碾压机械及自卸汽车等进行施工，因此本工程危险因素主要为施工过程中施工开挖可能发生的坍塌造成人员伤亡；安装和检修中容易发生机械伤害，在调试过程，可能由于电气部分接地不够良好，金属设备外壳带电，对相关人员造成触电伤害，此外由于机械设备上的润滑油和相关油体物质可能滴落在水中，对水造成一定的局部污染。本工程部分，可能涉及起重机械等，施工过程中因物体坠落或者人员坠落，造成人员伤亡。

11.1.6 临时工程危险因素及危害程度

本工程的施工临时建筑物主要为临时围蔽及施工厂区及用房；施工临时道路存在的危险因素主要为在路面湿滑造成人员跌倒摔伤或布临时施工道路因布置不合理导致坍塌，带来人员财产的损失；施工厂区危险因素主要是施工、生活用电的安全防护措施，用电线路应该按照规范布设，厂区内配电箱等电气设备应该设置防护装，避免造成伤亡事故。部分施工机械布置在河边，因此劳动安全主要危害因素为机械伤害和触电，工业卫生主要因素为检修机械设备时机械设备的油污和生活中污水排放到河里容易造成水体污染。由于临时办公用房和施工用房都是采用活动板房建筑物，主要危害因素为受荷载影响发生坍塌事故。此外由于其布置都是在周边树木和杂草丛生的地方，由于疏忽容易引发火灾。由于临时办公用房和施工用房都是采用活动板房建筑物，若发生坍塌事故，将会导致屋内相关人员受伤或者死亡，同时也会导致一定财产损失，若发生火灾也可能导致人员受

伤和财产损失。

11.1.7 生理、心理、行为性危险及其有害因素

在施工高峰期，存在引起生产人员体力、视力、听力等负荷超限、带伤或带病作业、情绪异常、感知延迟、辨识错误等生理、心理性危险及其有害因素。

在施工过程中，如组织管理安排不合理、安全教育不足或思想麻痹，存在施工管理人员的指挥失误或违章指挥、施工作业人员的误操作或违章操作、以及监护失误等行为性危险，易造成财产损失和人身伤害。

11.1.8 工业卫生危险及其有害因素

（1）施工废（污）水

施工期生产中会产生一定的施工废水，直接排放会污染环境等，因而废水需处理后排放。

施工高峰期施工人数众多，高峰期最大小时生活污水排放量大。

（2）粉尘、废气

根据工程施工特点，施工作业产生粉尘、燃油废气主要发生在以下环节：

- 1）推土机、挖掘机、铲土机、装载机、搅拌机等机械作业产生的粉尘；
- 2）砂石料堆场在空气动力作用下起尘；
- 3）汽车在运送土石方和砂石料过程中，由于振动和自然风力等因素引起的物料洒落起尘及道路二次扬尘；
- 4）汽车卸料时产生的粉尘以及水泥拆包粉尘；
- 5）施工运输车辆及其它施工机械运行过程中排放少量燃油废气，主要有害物为 SO_2 、 NO_x 和烃类等。

施工过程产生的粉尘、 NO_2 、 SO_2 对施工区空气产生不良影响，易引起作业人员呼吸道疾病的发生。

（3）环境卫生

本工程分布广人员流动频繁，增加了各种疾病传播和流行的机会。施工区生活垃圾、粪便等如果得不到妥善处理、随处倾倒，将导致河流、水源受到污染，当地居民及民工饮用后，将导致肝炎、痢疾等肠道传染病的发病率增加。此外，基坑的积水是孳生蚊虫的场所，易导致疟疾等虫媒传染病的发病和流行，对人群的健康均有较大的影响。

11.2 劳动安全措施

11.2.1 劳动安全因素分析

11.2.1.1 火灾、爆炸

电力电缆、电气线路由于过载、短路、接头接触不良，将形成瞬时高强电流，产生电火花，如果所处场所存在易燃、易爆物质，将发生火灾、爆炸事故。

本项目中容易发生火灾、爆炸事故的位置主要是在施工区及厂区的线路等。

11.2.1.2 电器伤害

本项目存在一定数量的电气设备，如果设备带电部位裸露，没有必要的安全防护措施，人员与设备接触，将发生电击、触电等伤害。

11.2.1.3 机械、坠落伤害

机械伤害是指机械设备运动（静止）部件、工具、加工件直接与人接触引起夹击、碰撞、剪切、卷入、绞、碾、割、刺等伤害。本项目中对人体造成伤害的机械设备主要有挖掘机械、运输机械等。坠落伤害主要包括因物体坠落或者人员坠落，造成人员伤亡。

11.2.1.4 淹溺

本工程主要建筑物分散布置，线路长，施工期间应避免人员落入水中造成人员淹溺伤害。

11.2.2 劳动安全防范措施设计

通过分析，本工程中存在一定数量的危险源，为防止危险事故的发生，在工程设计中要全面贯彻国家安全生产方针，落实安全生产措施，确保人民生命财产的安全。

11.2.2.1 防机械伤害设计

（1）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/T8196）、《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083）、《生产过程安全卫生要求总则》（GB12801）和《起重机械安全规程第1部分：总则》（GB6067.1）等的有关规定。

(2) 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,应该按机械设备的使用说明和防护措施,采取装设防护罩或者安全运行区。

(3) 工程选择电动机、联轴器等易伤人的活动零部件,装设防护罩和设置安全运行区。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。

11.2.2.2 防火、防爆设计

(1) 工程的防火、防爆设计应符合国家现行标准《水利水电工程设计防火规范》(SDJ278)、《建筑设计防火规范》(GB50016)、《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058)的有关规定。

(2) 压力容器的设计与选型,应符合现行国家标准《钢制压力容器》(GB150)的有关规定。

(3) 集中控制室、单元控制室、主控制室等人员集中的房间,维护结构和装饰材料应符合耐火极限要求;穿墙、穿楼板电缆及管道四周的孔洞,应采用不燃烧材料堵塞;楼梯、门等应符合疏散要求。

(4) 总油量超过 100kg 的油浸式变压器应安装在单独的变压器间内,并应设置防火、灭火设施。

(5) 长度大于 7m 的配电装置室,应有 2 个出口;长度大于 60m 时,应增加一个出口。

(6) 室外独立的露天油罐及易燃易爆材料仓库,应设置直击雷保护设施。其直击雷保护应采用独立避雷针,严禁在建筑物或设备上装设避雷针,并应采取防止感应雷和防静电的措施。

(7) 爆炸危险场所电力装置的防护应符合下列要求:

1、在爆炸危险场所内,应少用携带式电气设备。当必须采用时,其电源线路应采用移动电缆或橡套软线。

2、事故排风电动机应为防爆式电动机,事故启动按钮等控制设备应设置在发生事故时便于操作的地方。

3、照明设施应符合国家现行有关照明防爆的规定。在爆炸危险场所内必须装设电源插座时,应选用防爆型插座。

4、电缆线路的进线装置、中间接线盒和分支盒，应按其所处地点的防爆等级应采用隔爆或防爆型。

5、在有爆炸危险、特别潮湿及有可能受到机械损伤的场所，照明线路应采用穿钢管（电线管）敷设。

（8）油浸式变压器及压力油、气罐应设置泄压装置。泄压面应避开运行巡检工作的部位。

（9）蓄电池室及油化验、处理室等应设置机械通风装置，室内空气不应再循环。

（10）管理房内主要通道、楼梯间、消防电梯及安全出口处，均应设置应急照明及疏散指示标志。

11.2.2.3 防电气伤害设计

（1）配电装置的电气安全净距应符合《水利水电工程高压配电装置设计规范》（SL311）的规定。当配电装置电气设备外绝缘最低部距地面小于 2.5m（室内 2.3m）时，应设置固定遮拦。

（2）采用开敞式高压配电装置的独立开关站，其场地四周应设置不低于 2.2m 的围墙。

（3）在初期发电过渡方案设计中，对人员易触及的初期投运配电装置的带电部位，应设置相应的防护围栏和安全标志。

（4）干式变压器与配电柜布置在同一房间时，干式变压器应设置防护围栏或防护等级不低于 IP2X 的防护外罩。

（5）不同用途和不同电压的电气设备使用一个总接地网时，接地电阻应符合其中最小值的要求。

（6）地网分期建成的工程，应校核分期投产接地装置的接触电位差和跨步电位差，其数值应满足人身安全的要求。

（7）电力设备外壳应接地或接零。在中性点直接接地的低压电力网中，电力设备的外壳宜采用接零保护。在潮湿场所或条件特别恶劣场所的供电网络中，电力设备的外壳应采用接零保护。

（8）对接地网的高电位可能引向地网外，或将地网外低电位引向地网内的设施或装置，应采取隔离措施。

(9) 在中性点直接接地的低压电力网中，零线应在电源处接地。

(10) 用于接零保护的零线上不得装设熔断器和断路器，只有当断路器动作且同时切断相线时可装设断路器。

(11) 安全电压供电电路中的电源变压器，严禁采用自耦变压器。

(12) 独立避雷针不应设在人经常通行的位置旁。避雷针的接地装置与道路或出入口等的距离，不宜小于 3m。小于 3m 时，应采取均压等防护措施。

(13) 独立避雷针、装有避雷针或避雷线的构架，以及装有避雷针的照明灯塔上的照明灯电源线，均应采用直接买入地下的带金属外皮的电缆或穿入埋地金属管的绝缘导线，且埋入地中长度不应小于 10m。装有避雷针（线）的构架物上，严禁架设通信线、广播线和低压线。

(14) 桥式起重机宜采用封闭型安全滑触线。

(15) 误操作可能导致人身触电或伤害事故的设备或回路，应设置电气闭锁装置或机械闭锁装置等防护措施。

(16) 易发生爆炸、火灾造成人身伤亡的场所应装设应急照明。

(17) 廊道的照明器，当安装高度低于 2.4m，且照明器的电压超过现行国家标准《特低电压（ELV）限值》GB/T3805 规定值时，应设置防止触电设施。携带式作业等应符合现行国家标准《特低电压（ELV）限值》GB/T3805 的有关规定。

(18) 未能有效防止运行人员接触的交流单芯电缆任意一点非直接接地处的金属护层，正常运行条件下的感应电压不得大于 50V。六氟化硫全封闭组合电器、气体绝缘输电线路和封闭母线外壳以及构支架上可能产生的感应电压，正常运行条件下不应大于 24V，故障条件下不应大于 100V。

(19) 电气设备的外壳和钢构架在正常运行中的最高温升，应符合下列规定：

- 1) 运行人员经常触及的部位不应大于 30K；
- 2) 运行人员不经常触及的部位不应大于 40K；
- 3) 运行人员不触及部位不应大于 65K，并应有明显的安全标志。

(20) 屋外开敞式电气设备的安装需要满足绝缘和对地距离要求，电气设备外绝缘最低部位距地面小于 2.5m（室内 2.3m）时，应设固定栏杆。栏杆不得低于 2.2m，并在栏杆处悬挂“止步高压危险”、“禁止跨越”、“未经许可不得入内”等警告标识牌，由于本工程所涉及的高压为 10kV，人与高压带电设备的安全距

离为 0.7m，相关工作人员必须在安全距离以外活动，不得超出，避免触电。

(21) 电器设备的外壳要与大地接触良好，防止带电对操作人员造成伤害。此外其他屋内用电地方，要定期检查用电设备的绝缘，防止绝缘老化导致漏电伤人或者引起火灾。同时屋内用电导线不得有裸露地方，因为相关施工营地和临时设施地区比较潮湿的地方，若有导线裸露地方将会造成相关物体导电，造成触电伤害。

(22) 在电气设备检修的时候，须严格执行“两票三制”，在拉开检修设备两侧刀闸，验电确无电压的情况下，需装设好接地线，才能够对设备进行检修，检修时候必须有专人监护。

(23) 其他易发生用电火灾、可能造成人身触电的地方需设栏杆或者护罩，同时装设应急照明（如配电室）。不得在未采取用电安全措施的情况下，进行用电设备的相关操作。

(24) 发生低压触电事故时，迅速使触电者脱离电源，关闭电源插销断开电源，用有绝缘柄的物件或干木板等绝缘物作为工具，拉开触电者或拉开电线，使触电者脱离电源，并立即送往附近医院救治。

(25) 发生高压触电事故时，立即通知有关部门断电，带上绝缘手套，穿上绝缘靴，用相应电压等级的绝缘工具按顺序拉开开关。抛掷金属线使线路短路接地，迫使保护装置动作，断开电源。抛掷金属线之前，先将金属线的一端可靠接地，然后抛掷另一端，注意抛掷的一端不可触及触电者和其他人。触电者脱离电源后立即送往附近医院救治。

11.2.2.4 防坠落伤害设计

(1) 工程的楼梯、坑池、孔洞和坠落高度超过 2m 的平台周围，均应设置防护栏杆等安全设施。楼梯、平台均应采取防滑措施。

(2) 水工建筑物闸门（门库）的门槽、集水井、吊物孔、竖井等处，应在孔口设置盖板或防护栏杆。

(3) 上人屋面、室外楼梯、阳台、外廊等临空处，应设置女儿墙或固定式防护栏杆。临空高度不小于 24m 时，防护栏杆高度不应低于 1.05m；临空高度在 24m 及 24m 以上时，防护栏杆高度不应低于 1.10m。

(4) 桥式起重机轨道梁的门洞应设门，并应设置安全标志。沿桥式起重机

轨道设置的走道应设扶手。

(5) 枢纽建筑物的掺气孔、通气孔、通风孔、调压井，应在其孔口设置防护栏杆或网孔盖板，网孔盖板应能防止人脚坠入。

(6) 活动式交通桥（通道），当其移开后形成的交通通道开口处，应设置相应的活动防护横杆或采取其他防护措施，并应设置安全标志。

(7) 工程使用的固定式钢直梯或钢斜梯，应根据电气安全和水力冲击等因素，满足劳动者工作安全的要求。钢直梯应设置护笼，并应根据高度需要和布置场所条件设置带有防护栏杆的梯间平台。钢斜梯应设置带有防护栏杆的梯间平台。

(8) 桥式起重机、门式起重机轨道两端端部应设置缓冲、止挡结构。

11.2.2.5 防气流伤害设计

(1) 泄水、排沙、引水建筑物和输供水压力管道上的掺气孔（阀）和通气孔（阀）的孔口，不应指向工作人员工作或经常通行的部位，并高于校核洪水位。

(2) 空气压缩系统的压力释放装置的管口位置，不应造成对工作人员的伤害。

11.2.2.6 防洪防淹设计

(1) 工程的防洪设计应符合国家现行标准《防洪标准》（GB50201）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252），《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》（DL5180）的有关规定。

(2) 排水系统的出水口宜设置在正常尾水位以上。对有冰冻的工程，排水管出口宜设置在最低尾水位和最大冰冻层厚度以下，且应采取防止检修排水管尾水倒灌厂房的措施。

(3) 机械排水系统的排水管管口高程低于下游校核洪水位时，必须在排水管道上装设逆止阀。

(4) 防洪防淹设施应设置不小于 2 个的独立电源供电，且任意一电源均应能满足工作负荷的要求。

(5) 为避免人员落入水中造成人员淹溺伤害，应在项目区临河侧设置醒目的警示标志，在容易造成人员误判地形而导致落水的地段应设置临时防护栏杆。在施工期及运行期应相应配置一定的防洪防淹急救设备。

(6) 在进行本工程的护岸段施工，特别是进行固滨笼护脚的绑扎施工时，

现场作业人员应穿戴救生衣，并在护脚下河布岸布置临时防护栏杆，避免人员落水造成伤害。

11.2.2.7 防强风和防雷击

(1) 露天工作的起重机应装有显示瞬时风速的风级风速报警仪。当风力大于工作状态的计算风速设定值时，风速仪应发出报警信号。

(2) 对露天工作的轨道式起重机，应安装可靠的夹轨钳和锚定装置或铁鞋，其夹轨钳及锚定装置或铁鞋应能各自独立承受非工作状态下的最大风力。

(3) 防雷设计应符合国家现行标准《建筑物防雷设计规范》(GB50057)、《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》(DL/T620)的有关规定。

11.2.2.8 交通安全

(1) 工程区内的永久性公路设计应符合现行行业标准《公路工程技术标准》(JTGB01)的有关规定，并应根据公路的任务、性质、运输量、沿线地形、地质等因素，确定公路等级及技术标准。

(2) 对视距不良、急弯、陡坡等路段应设置路面标线及必需的视线诱导标志。路侧有悬崖、深谷、深沟、江河湖泊等路段，应设置路侧护栏、防护墩。平面交叉应设置标志和必需的交通安全设施。

(3) 连续长陡下坡路段、危及行车安全路段，应设置避险车道。

11.2.2.9 施工期安全管理措施

本工程主要的施工项目可能有土石方挖填、砼浇筑、覆土种草、模板制安、预制构件吊装、钢筋制安等，施工前要进行安全宣传教育，建立安全管理制度，明确安全负责人和安全员，施工现场要设置安全指示牌和安全标志。开挖坡顶严禁堆放水泥、块石等建筑材料，严禁重车停放。

11.3 工业卫生措施

11.3.1 工业卫生因素分析

11.3.1.1 噪声、振动危害

噪声对人体的危害是多方面的，噪声可以使人耳聋，还可能引起高血压、心脏病、神经功能紊乱等疾病。振动不仅诱发噪声，而且可以直接对人体产生影响，

使人降低工作效率，危害身体健康。

本工程中产生噪声、振动危害的设备主要有施工机械、电机、空压机等。

11.3.1.2 温度、湿度危害

温度、湿度危害主要是指工作环境中存在气温过高、气温过低、高温高湿、低温高湿对人体产生的危害。

高温、高湿环境除能造成灼伤外，还会影响人的体温调节，体内水盐代谢及循环系统、消化系统、泌尿系统等正常调节。低温可以引起冻伤。温度的急剧变化，因热胀冷缩，造成材料变形或热应力过大，会导致材料破坏，低温下金属会发生晶型转变，甚至导致金属壁面破裂而引发事故。

11.3.1.3 粉尘、污染、腐蚀、毒物危害

由于机械运行、机械检修、液体泄漏等原因，容易使工作环境产生粉尘、污染、腐蚀、有毒等物质，对人体造成直接或间接伤害。

本工程施工期产生粉尘、燃油废气主要是机械作业产生。

11.3.1.4 施工废（污）水

施工期产生的生产废水和生活污水将对局部水环境造成一定影响。施工期生产废水主要来源于砂石骨料冲洗、混凝土拌和系统等生产过程。施工期施工人员生活污水排放等。

11.3.2 工业卫生主要防范措施

通过分析，本工程中存在不少危险源，为防止危险事故的发生，在工程设计中要全面贯彻国家安全生产方针，确保人民生命财产的安全。

11.3.2.1 防噪声防振动措施设计

（1）水利水电工程各类工作场所的噪声限制值，宜符合相关规范规定。

（2）柴油发电机房、空压机室、高压风机室等场所，需设置运行值班室时，应设隔声值班室。

（3）噪声水平超过 85dB，而运行中只需短时巡视的局部场所，运行巡视人员可使用临时隔声防护用具。

（4）柴油发电机组、空压机、高压风机应布置在单独房间内，必要时应设

置减振、消声设施。

(5) 中央控制室不宜布置在机组段的尾水平台上。

(6) 加强对运行人员的防护，为到噪声区工作或巡视的人员配备耳塞、防声棉或耳罩等。

11.3.2.2 防电磁辐射设计

(1) 水利水电工程各类工作场所的防电磁辐射设计，应符合现行国家标准《电磁辐射防护规定》GB8702 的有关规定。

(2) 330kV 及以上电压的配电装置设备围栏外的静电感应场强（离地 1.5m 空间场强），不宜超过 10kV/m，少部分地区可允许达到 15kV/m；配电装置围墙外侧处（非出线方向，围墙外为居民区时）的静电感应场强，不宜大于 5kV/m。

(3) 330kV 及以上的架空进、出线跨越门式起重机运行区段时，门式起重机上层通道的静电感应场强不应超过 15kV/m。

(4) 在接触微波（频率为 300MHz-300GHz 的电磁波）辐射的工作场所，对作业人员的辐射防护要求，应符合现行国家标准《作业场所微波辐射卫生标准》（GB10436）的有关规定。

11.3.2.3 采光与照明设计

(1) 采光设计应充分利用天然采光，照明设计及各类工作场所最低照度标准，应符合现行行业标准《水力发电厂照明设计规范》（DL/T5140）的有关规定。

(2) 正常照明熄灭后，下列场所应设置应急照明；

- 1 需继续确保工作正常进行的场所；
- 2 需确保处在潜在危险中人员安全的场所；
- 3 需确保人员安全疏散的出口和通道；
- 4 应急照明应选用快速点燃的光源。

(3) 在亮度相差较大的进厂交通隧洞入口处，照度应保证必要的视觉连续性，宜采用过渡照明；照明器布置应根据地面、墙面及顶部对照明亮度的要求设置，且不得产生眩光。

11.3.2.4 通风及温度与湿度控制设计

(1) 水利水电工程各类工作场所的室内空气参数，应符合现行行业标准《水

利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》(SL490)和《水力发电厂厂房采暖通风与空气调节设计技术规程》(DL/T5165)的有关规定。

(2) 水闸等潮湿部位的值班场所,应设置满足工作环境所需的通风和除湿设备。

(3) 移动式起重机的司机室应采用封闭式。严寒地区且在冬季有运行要求的司机室,应配置取暖设施;炎热地区且夏季有运行要求的司机室,应配置降温设施。

11.3.2.5 防水和防潮设计

(1) 顶部或侧墙可能产生渗漏的工作场所和设备房间,应采取相应的排水、放湿措施。

(2) 水闸潮湿且布置有电气设备的部位,应采取防水防潮工程措施,必要时应配备除湿器。

11.3.2.6 防毒防泄漏设计

(1) 气体灭火气瓶间应采用机械通风方式,并应定时自动排风。

(2) 蓄电池室、油罐室、油处理室、六氟化硫全封闭式组合电器室,应保持负压通风。

(3) 事故排烟设施的设置及要求,应符合现行行业标准《水力发电厂厂房采暖通风和空气调节设计技术规程》(DL/T5165)的有关规定。

11.3.2.7 防止放射性和有害物质危害设计

(1) 工程使用的砂、石、砖、水泥、商品混凝土、预制构件和新型墙体材料等无机非金属建筑主体材料,其放射性指标限值应符合相关规定。

(2) 工程使用的石材、建筑卫生陶瓷、石膏板吊顶材料、无机瓷质砖粘接剂等无机非金属装修材料,其放射性指标限值应符合相关规定。

(3) 工程室内使用的胶合板、细木工板、刨花板、纤维板等人造木板及饰面人造木板,必须测定游离甲醛的含量或游离甲醛的释放量。

(4) 工程室内使用的人造木板游离甲醛含量或游离甲醛释放量,其限值应符合下列规定;

1) 当采用干燥器法测定游离甲醛释放量时,游离甲醛含量限值 E 不得大于

1.5mg/L。

2) 当采用穿孔法测定游离甲醛含量时, 干的材料游离甲醛含量限值不得大于 9.0mg/100g。

(5) 工程室内用水性涂料挥发性有机化合物和游离甲醛含量限值, 应符合相关规定。

(6) 工程室内用溶剂型涂料, 按规定的最大稀释比例混合后, 测定的总挥发性有机化合物和苯的含量限值, 应符合相关规定。

(7) 工程室内装修中使用的木地板及其他木质材料, 严禁采用沥青、煤焦油类防腐、防潮处理剂。

(8) 工程室内装修时, 不应采用聚乙烯醇缩甲醛胶粘剂。

(9) 工程中使用的能释放氨的阻燃剂、混凝土外加剂, 氨的释放量不应大于 0.1%; 能释放甲醛的混凝土外加剂, 其游离甲醛含量不应大于 0.5g/kg。

(10) 在室内, 不应采用石棉、脉醛树脂泡沫塑料作为保温、隔热和吸声材料。

(11) 室内装修采用的稀释剂和溶剂, 研究使用苯、工业苯、石油苯、重质苯及混合苯。

11.3.2.8 防尘防污设计

(1) 配电装置室地面应采用不易起尘埃的硬质材料。

(2) 机械通风系统进风口宜设置在室外空气比较洁净的地方, 并应设置在排风口的上风侧。尘埃、风沙严重地区的通风系统进风口, 宜设置过滤器。

(3) 风沙严重地区的外墙门窗应做密封处理。

(4) 变压器事故油坑及透平油、绝缘油罐挡油槛内的油水, 应经油水分离后, 水体再排入地面排水沟网。

(5) 在工程施工区配备洒水车, 在施工区和施工公路沿线, 非雨日的早、中、晚来回洒水, 减少扬尘。

(6) 施工材料的运输尽量采取遮盖封闭形式。另外, 砂石土方的运输车辆不能超载, 驶入施工作业区时要减速行驶。

11.3.2.9 环境卫生设计

(1) 工程建设环境卫生设计应符合国家现行有关工业企业设计卫生标准的

规定。

(2) 生产管理区、生活区、废渣垃圾堆放场、生活污水排放点的选址，应在工程总体规划、总体布置中确定。生产管理区与生活区之间宜保持一定的安全、卫生防护距离，并应进行绿化。

(3) 生活区、生产管理区应设置污水排放管沟，并应避免污水直接排至地面。污水及废水的排放应按现行国家标准《室外排水设计标准》(GB50014-2021)的有关规定执行。

11.3.2.10 水环境防范措施设计

混凝土拌和系统废水经处理后循环利用，实现废水回用零排放。

施工区生活污水主要污染物为 BOD₅、COD_{cr}，生活污水处理目标依照《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级排放标准控制，BOD₅、COD_{cr} 排放浓度分别控制在 20mg / L、100mg / L 以下。在施工生活区采用可重复利用的成套生活污水处理设备，避免直接排放。

11.3.2.11 安全标志设置

根据本工程的具体情况，以危险区域警示提醒为原则，在工程的各个危险场所和危险位置，如工程施工开始区域、塔吊区域等按照《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)的要求，设置安全标志。

11.4 安全卫生评价

11.4.1 安全管理机构

本工程分布广、工艺多样等，存在危险性较大，施工安全存在危害因素可能造成人身伤亡事故及一般质量与安全事故以上事故规模的可能性较大，因此本工程宜设置较多的安全管理人员，本工程拟设置一个现场安全管理机构，由施工单位负责组织，设置专职安全管理员与兼职管理人员若干，负责对施工过程进行安全监督。

11.4.2 安全辅助设施

(1) 声级计、温度计、照度计、振动测量仪、电磁场测量仪等监测仪器设备和必要的安全卫生宣传设备，应根据工程规模和特点在相应的工作场所配置。

(2) 防护工具应根据工程运行的需要配置。

(3) 工程设计中应根据实际情况设置生产卫生用室和生活卫生用室等辅助用室,辅助用室应根据枢纽总体布置和运行管理的需要结合各建筑物的布置确定。生产卫生用室应包括医务室、安全教育室、环境监测室等,生活卫生用室应包括更衣室、厕所和浴室等。在工程主体建筑物的工作场所附近,宜根据工作特点和实际需要设置休息室、盥洗室。

(4) 厕所的设置应根据枢纽总体布置、各建筑物的布置、运行管理、检修工作和运行人员数量合理设置。厕所污水应经处理后排放。

(5) 卫生仪器是生产工作人员生产、生活所必需的,是监测安全生产区域相关卫生标准的必备措施,结合本工程的实际情况,需要的安全卫生仪器主要有:声级计、温度湿度测量仪、照度计、风速风量测量监测设备。

(6) 安全教育装备主要包括:计算机、照相机、摄像机、电视机、音响设备、通讯工具、宣传资料等。事故应急措施主要包括:氧气瓶、急救医药箱、急救包、防毒面具等。

表 11.4-1 劳动安全与工业卫生费用概算表

序号	项目名称	单位	数量
1	声级计	台	3
2	温度湿度测量仪	台	3
3	照度计	个	3
4	计算机	台	3
5	摄影设备	台	3
6	电视机	台	3
7	录像机	台	2
8	对讲机	台	15
9	音响设备	套	3
10	宣传公告栏	个	9
11	警示牌	个	9
12	急救医药箱	套	3
13	氧气瓶	只	3
14	救生衣	套	9
15	应急灯	套	9
16	手电筒	只	6
17	安全帽	个	9

序号	项目名称	单位	数量
合计			

11.4.3 安全装备

为满足安全监督管理工作的顺利进行，对发生的安全事故进行现场处理，本工程拟配备夜间探照灯及配套电池、急救箱若干、安全绳若干、安全网若干、二氧化碳灭火器具若干。

11.4.4 安全管理措施

本工程危险源较多，且主要存在于施工期间，施工单位应编制并落实施工组织设计中的安全技术措施，针对本工程规模大的特点，应组织编制施工专项施工方案，保证施工安全。

其它安全管理措施主要是对现场施工作业人员进行安全教育培训，落实安全教育三级培训的要求，施工方项目部应该落实施工企业施工安全管理制度，编制施工安全技术措施，确保安全生产费用落到实处，使得安全生产措施有效。

11.5 安全卫生评价

本工程的劳动安全与工业卫生的设计通过对本工程的工作环境，从劳动安全与工业卫生的角度全面、细致的进行分析，找出发生火灾、爆炸、机械伤害、电气伤害、淹溺、噪声和振动危害、温湿危害等危害的主要因素，并指出其危害的后果。在设计过程中严格执行《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）的规定，采取预防措施，消除隐患，防止危害事故的发生，确保人员身体和国家财产的安全。

本工程的劳动安全与工业卫生的设计，对贯彻执行国家“安全第一，预防为主”的方针，确保安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用有着重要的意义，对事故防患于未然，从而使本工程在建造完毕投入运行后，能给管理工作人员塑造一个安全、卫生作业环境。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

12 节能评价

目录

12 节能评价	12-1
12.1 设计依据	12-1
12.1.1 相关法律、法规、规划和产业政策	12-1
12.1.2 相关标准和规范	12-1
12.1.3 自然及社会条件	12-2
12.1.4 能源供应状况和节能目标	12-4
12.2 能耗分析	12-5
12.2.1 基本资料	12-5
12.2.2 运行期用能品种及用能总量	12-5
12.3 工程节能设计	12-5
12.3.1 工程布置的节能	12-5
12.3.2 电气设备节能设计	12-5
12.3.3 施工期节能设计	12-5
12.4 节能效果综合评价	12-5

12 节能评价

12.1 设计依据

12.1.1 相关法律、法规、规划和产业政策

依据以下法律、法规及产业政策，根据工程所在地域的自然条件，工程能源供应状况、能源消耗状况及相关的规程、规范和标准，对工程设计中的能耗进行控制，从而达到降低成本，提高经济效益的目的。

- 1) 《中华人民共和国节约能源法》(2018 年修订版);
- 2) 《中华人民共和国可再生能源法》(2006 年 1 月 1 日起执行);
- 3) 《中华人民共和国电力法》(2018 年修订版);
- 4) 《中华人民共和国建筑法》(2019 年修订版);
- 5) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年修订版);
- 6) 《中华人民共和国节能中长期专项规划》(发改环资[2004]2505 号);
- 7) 《关于加强节能工作的决定》(国发[2006]28 号);
- 8) 《国家发展改革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);
- 9) 《国家发展改革委关于印发固定资产投资项目节能评估和审查指南(2006)的通知》;
- 10) 《中国节能技术政策大纲》(2006 年);
- 11) 《中国节水技术政策大纲》(2006 年);
- 12) 《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) 《民用建筑节能条例》(2008 年 10 月 1 日施行);

12.1.2 相关标准和规范

- 1) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(SL/T618-2021);
- 2) 《工业企业能源管理导则》(GB/T15587-2008);
- 3) 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》(GB17167-2006);
- 4) 《节电措施经济效益计算与评价方法》(GB/T13471-2008);
- 5) 《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015);

- 6)《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JCJ134-2010);
- 7)《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2015);
- 8)《建筑照明设计标准》(GB50034-2013);
- 9)《建筑采光设计标准》(GB50033-2013);
- 10)《节水灌溉工程技术规范》(GB/T50363-2018);
- 11)《水利水电工程节能设计规范》(GB/T50649-2011);
- 12)《综合能耗计算通则》(GB/T2589-2008);
- 13)其他相关法律、法规、条例和规范。

节能是国家发展经济的一项长远战略方针,加强节能工作是深入贯彻“坚持开发与节约并举,把节约放在首位”的方针,落实科学发展观,建设资源节约型、环境友好型社会,合理利用能源,切实提高节能水平和能源利用效率的一项重要措施。水利工程固定资产投资项目节能评估和审查工作是加强节能工作的重要组成部分,对设计中严格采用节能技术,执行节能标准,降低能源消耗,合理有效地利用能源,优化工程设计具有重要意义。

根据水利部及国家发展改革委员会关于水利项目节能分析要求,节能设计主要依据《中国节能技术政策大纲》国家、行业有关设计规范、能源标准等进行。

工程能源消耗种类为运行管理期间使用的电能,该工程区域有充足的电能,县电网已架至工程区,能满足工程施工及运行要求。

本工程建设符合国家“节能、降耗、环保、增效”的宏观政策。在工程施工期、运行期具有用能要求;在用能过程中必须全过程贯彻节能减排理念,工程设计中贯彻节能减排的思想,充分利用工程区地形、地质条件和建筑材料条件,选择合理的施工方法,最大限度的节约能源。

12.1.3 自然及社会条件

a) 自然概况

榕江流域南濒南海,地处亚热带,受海洋性季风气候影响强烈,气候湿润,雨量充沛。年平均气温 22℃,极端最高气温 38.8℃,极端最低气温 0.3℃;年平均日照时间 2009h;夏季盛行偏南风,冬季盛行偏北风,春秋季节盛行偏东风。最大风速 41m/s。多年平均降雨量 1850mm,多年平均蒸发量 1220mm。历年平均气温 22.0℃。历年极端最高气温 38.7℃,出现于 2008 年 7 月 27 日;历年极端最

低气温 1.6℃，出现于 1991 年 12 月 29 日。历年平均日照时数 2137.3 小时，年日照百分率 50%左右。历年 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 平均积温 8028.4℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 平均积温 7971.9℃。常年除小北山极部有 5~10 天霜日外，其余地区基本无霜，这种优越的热量条件对农业生产十分有利，全区绝大部分地区四季宜耕，一年多熟。历年平均降水量 1588.5mm，最多为 2006 年 2713.5mm，最少为 1989 年 946.5mm，相差达 1767.0mm。一年中，雨季和旱季明显。历年 10 月至次年 3 月为旱季，降水量占全年 17%；4~9 月为雨季，降水量占全年 83%。

风向随季节变化明显。冬半年多东北风，夏半年多偏南风。历年平均风速 2.8m/s。历年最大风速(2 分钟平均)为 25m/s，出现于 1979 年 8 月 2 日；瞬间极大风速 40m/s 以上，出现于 1969 年 7 月 28 日。主要灾害天气有低温霜冻、低温阴雨、台风暴雨等。低温霜冻小北山高丘地区平均每 10 年一遇。3 月出现的低温阴雨，俗称“倒春寒”，对早稻播种育秧危害较大，全区大约每 10 年一遇。台风暴雨是潮阳区主要灾害性天气，7~9 月为台风盛期。从福州至海口登陆的台风，对潮阳都有影响，平均每年 5 次。

b) 社会经济现状

潮阳区位于汕头市西南部，东南临南海，西接揭阳市，南邻潮南区，北隔榕江与揭阳相望。区域总面积 674.67 平方公里，占汕头市总面积 32.7%。潮阳 2003 年撤市设区，归汕头市管辖，下辖文光、棉北、城南、金浦等 4 个街道和海门、和平、谷饶、贵屿、铜孟、河溪、西胪、关埠、金灶等 9 个镇，有 272 个村(社区)，区委、区政府驻文光街道，2018 年末全区常住人口 171.01 万人，占汕头市常住人口 30.33%。

潮阳区作为汕头市西翼次中心城市，其中文光、棉北、城南、金浦等 4 个街道和海门镇组成潮阳中心城区，和平、谷饶、贵屿、铜孟等 4 镇位于小北山以南、练江以北为主的练江流域，河溪、西胪、关埠、金灶等 4 个镇位于小北山以北、榕江以南的榕江流域。

2021 年，潮阳区全区完成地区生产总值 529.32 亿元，增长 5.8%（比去年同期，下同）。其中，第一产业增加值 32.32 亿元，增长 0.6%；第二产业增加值 305.05 亿元，增长 5.6%；第三产业增加值 191.95 亿元，增长 7.2%，三次产业结构为 6.1:57.6:36.3。财政一般公共预算收入 18.44 亿元，下降 1.7%；其中税收收入 13.54 亿元，增长 0.6%。

农业生产保持平稳。潮阳区积极应对旱情不利影响，抓早抓好春耕生产工作，粮食生产加快向规模化发展，生猪产能逐渐向好，水产品供应充足，渔业生产保持平稳，“一镇一业，一村一品”建设初见成效。全区粮食播种面积 37.44 万亩，产量 16.14 万吨。全年完成农业总产值 58.29 亿元，增长 3.2%。工业生产恢复态势良好。全年完成规模以上工业总产值 854.88 亿元，增长 6.0%；完成规模以上工业增加值 201.44 亿元，增长 8.1%。传统支柱产业中，纺织服装业实现总产值 464.98 亿元，增长 4.8%；塑料制品业实现总产值 123.83 亿元，增长 0.2%。工业用电量 26.53 亿千瓦时，增长 19.9%。全年实现固定资产投资额 298.71 亿元。列入省、市 42 个重点项目完成投资 83.65 亿元，完成年度投资计划的 109.29%；其中，6 个省重点项目完成投资 27.52 亿元，完成年度投资计划的 128%，已有 26 个重点项目竣工。全区分三个季度举行重大项目集中开工活动，参与活动项目共 38 个、总投资额达 153.39 亿元。积极申报上级债券资金，全年共获得专项债资金 14.55 亿元。

12.1.4 能源供应状况和节能目标

我国“十四五”规划纲要提出，坚持绿水青山就是金山银山理念，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，实施可持续发展战略，完善生态文明领域统筹协调机制，构建生态文明体系，推动经济社会发展全面绿色转型，建设美丽中国。坚持生态优先、绿色发展，推进资源总量管理、科学配置、全面节约、循环利用，协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护。坚持节能优先方针，深化工业、建筑、交通等领域和公共机构节能，推动 5G、大数据中心等新兴领域能效提升，强化重点用能单位节能管理，实施能量系统优化、节能技术改造等重点工程，加快能耗限额、产品设备能效强制性国家标准制修订。实施国家节水行动，建立水资源刚性约束制度，强化农业节水增效、工业节水减排和城镇节水降损，鼓励再生水利用，单位 GDP 用水量下降 16%左右。加强土地节约集约利用，加大批而未供和闲置土地处置力度，盘活城镇低效用地，支持工矿废弃土地恢复利用，完善土地复合利用、立体开发支持政策，新增建设用地规模控制在 2950 万亩以内，推动单位 GDP 建设用地使用面积稳步下降。

12.2 能耗分析

12.2.1 基本资料

本工程为潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程一期，目标为提升榕江片区防汛排涝能力。项目建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共 3 宗水闸。

12.2.2 运行期用能品种及用能总量

本工程运行期的能耗种类主要是启闭机室用电负荷、输变电设备的损耗等，考虑启闭机功率普遍较小且启闭机室分布广，启闭机开启时间少，能源消耗少，因此本工程的建设不会对当地的能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

本工程共包括 3 座闸，闸门全年启闭次数以 18 次计。根据类似工程经验，闸门启闭年耗电 0.075 万 kW·h。

12.3 工程节能设计

12.3.1 工程布置的节能

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，在工程布置方案设计阶段就考虑将新建建筑物布置尽可能布置紧凑，从而减少占地，并且在施工时合理利用枯期时段使其减少施工围堰的布设，减少资源的消耗。

12.3.2 电气设备节能设计

本工程大部分水闸为就近低压线路取电，启闭机功率小分布广，避免增设变压器造成浪费。

12.3.3 施工期节能设计

本工程施工营造区布置于本工程水闸管理范围以内，减少施工临时占地；施工期通过科学安排施工工期和施工程序，选择合适的施工机械，提高施工工作效率，减少电能的消耗，既可控制施工成本，又可节能。

12.4 节能效果综合评价

本工程总布置和主要建筑物设计方面采取了适当的工程措施有效地控制了能源消耗；在工程布置及建筑物结构上采用节能；通过合理的施工组织设计减少

了临时占地和节约了能源。通过以上措施，可以达到充分节能的效果，因此，本工程从节能上分析是合理可行的。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

13 工程管理

目录

13 工程管理	13-1
13.1 管理机构和人员编制	13-1
13.1.1 管理体制和任务	13-1
13.1.2 管理机构和人员配置	13-1
13.2 工程运行管理	13-2
13.2.1 防洪工程管理办法	13-2
13.2.2 防洪工程管理办法	13-2
13.2.3 工程管理、运行、维护经费来源	13-2
13.3 工程管理范围及保护范围	13-3
13.3.1 管理范围	13-3
13.3.2 保护范围	13-4
13.4 管理设施与设备	13-4
13.4.1 工程管理办法	13-4
13.4.2 工程管理设施	13-4
13.5 工程招投标	13-6
13.5.1 招投原则	13-6
13.5.2 招投范围	13-6
13.6 防汛物资	13-6

13 工程管理

13.1 管理机构和人员编制

13.1.1 管理体制和任务

汕头市潮阳区农村水利治理规划(2018-2027)中提出开展农村易涝区整治,结合我潮阳区农村水利工作实际,按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴总要求,以推进农村水利“工程补短板、行业强监管”为总基调,明确乡村振兴水利支撑和保障的方向与路径,系统解决农村水利问题,建设符合“一核一带一区”特色的美丽乡村,全面做好潮阳区农村水利工作。为达成《潮阳区农村水利治理规划(2018-2027年)》规划目标,亟需开展潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目,提升榕江片区防汛排涝能力。工程对榕江片区防洪排涝、改善生态环境、保障区域供水能力、提升灌溉效率、推动城市改造、促进经济发展和助力乡村振兴具有重大意义。

根据《水利工程管理体制改革的实施意见》(国办发〔2002〕45号),潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目所涉及的3个水闸均为承担防洪、排涝的工作,管理单位均为纯公益性。

潮阳区榕江片区农村防洪排涝减灾体系薄弱环节仍然存在,抵御自然灾害能力较弱,严重影响沿岸广大人民群众生产居住条件。本次计划将3宗中型水闸列入潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目(一期)。主要建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共3宗水闸。

工程项目的管理任务是:①履行工程项目法人职责,对工程建设全过程负责;②负责日常维修、运行和管理;③制订、执行各种计划;④洪水期间,在市、县防汛抗旱指挥部的领导和协调下承担防洪抢险工作,配合有关部门对与防洪排涝有关的事宜进行管理。

13.1.2 管理机构和人员配置

13.1.2.1 管理机构

本工程地处潮阳榕江片区,大塭水闸由潮阳区河溪水系工程管理处管理,河溪排洪闸由河溪镇水利所管理,西胪港中闸由西胪镇水利所管理。

13.1.2.2 人员配置

工程的总体规模及布置与现状差别不大，根据统筹兼顾原则本次设计拟维持现有管理所人员配置，不再增加管理人员。

13.2 工程运行管理

13.2.1 防洪工程管理办法

根据《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防汛条例》、《中华人民共和国河道管理条例》、等法规对城镇防洪工程实行管理。针对本工程具体情况，本防洪设施管理机构应建立相应的规章制度对城区防洪工程实施管理，包括制定工程的运行制度、维修制度，河道、河床、岸坡管理制度，管理区、保护区管理制度以及其他技术、财务、安全生产等规章制度。这些制度必须征得地方水行政主管部门和其他有关主管部门的批准，使本工程管理纳入法制化轨道，运行管理有章可循，确保防洪工程安全、正常运行，发挥防洪排涝作用。

13.2.2 防洪工程管理办法

根据本工程情况，当地水闸管理所应对本防洪规划所涉及的工程中所有堤防及其附属设施，制定出具体的调度运行规程，经有关主管部门批准后，由水利局统一指挥，工程管理机构具体执行实施，确保堤防安全运行，尽最大可能减少城区洪水灾害损失。

13.2.3 工程管理、运行、维护经费来源

本工程年运营成本费用包括工程维护费、防洪及其它监测费用等。根据有关规定并对照类似已建工程的实际运行资料分析确定。

(1) 运行管理经费测算

本工程纳入现有堤防管理机构的管理范围，不新增管理人员，本工程的年运行管理费主要包括工程维护费和其它费用。年运行、维修费按中华人民共和国水利行业标准《已成防洪工程经济效益分析计算及评价规范》（SL206-2014），结合工程特点并参考其他工程确定。

①工程维护费

包括修理费、材料费等与工程修理养护有关的成本费用，按固定资产原值乘

以综合费率 1.4% 计算。

②其他费用

括防汛抢险费、汛期水情监测费用等。

(2) 经费来源

本工程资金来源为统筹各级财政资金。

13.3 工程管理范围及保护范围

根据《水闸技术管理规范》（SL75-2014）、《堤防工程管理设计规范》和 2000 年颁布的《广东省水利工程管理条例》，确定当地水闸管理单位直接管理和使用的范围。

13.3.1 管理范围

(1) 本工程中大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸均为中型水闸，为保证工程安全、加固维修、美化环境等需要，管理范围为水闸工程各组成部分（包括上游引水渠、闸室、下游消能防冲工程和两岸连接建筑物等）的覆盖范围以及水闸上、下游、两侧的宽度，即上下游防冲槽外边线以外 50-300m，水闸两侧各 30-50m 以内的地域。

(2) 管理和运行所必需的其他设施占地。包括管理单位的生产、生活区，多种经营生产区以及职工文化、福利设施等建设占地。这部分用地按原用地范围不变。

凡水闸工程永久征地的土地，其所有权属于国家，使用权属于当地水管所管理局，未经当地水管所管理局同意，任何单位与个人不得占用。

工程管理范围按现状划界方案确定。

在水闸工程管理范围内禁止下列行为：

- 1) 兴建影响水利工程安全与正常运行的建筑物和其他设施；
- 2) 围滩造地；
- 3) 爆破、打井、采石、取土、挖矿、葬坟等危害水利工程安全的活动；
- 4) 倾倒土、石、矿渣、垃圾等废弃物；
- 5) 在江河水域内炸鱼、毒鱼、电鱼和排放污染物；
- 6) 损毁、破坏水利工程设施及其附属设施和设备；
- 7) 在堤顶、闸坝交通桥行驶履带拖拉机、硬轮车及超重车辆；

- 8) 在堤坝、渠道上垦植、铲草、破坏或砍伐防护林;
- 9) 其他有碍水利工程安全运行的行为。

13.3.2 保护范围

3 个重建水闸划界方案按照水闸原划界方案标准执行。

13.4 管理设施与设备

13.4.1 工程管理办法

本次项目中排涝水闸的主要任务是排水和排洪,因此其管理和调度运用是紧紧围绕其工程任务而展开的,是以服务社会为目标,为社会的稳定、繁荣和发展,为人民群众的生命财产和国家财产提供必要的保障。工程管理机构要结合实际情况,参照《水闸工程管理设计规范》(SL170-2014)和拟定管理细则、建立管理责任制,并制定有关计划、经营、财务等各项管理制度,逐步建立和完善社会办水利的机制,设立防洪基金制度,努力使建设、管理和日常运用等工作走上良性循环的轨道。

管理单位要按岗位责任制的规章制度和操作规程,负责对工程进行检查,掌握工程状态;每年汛前、汛后对工程进行养护,消除隐患,确保安全。严格按章程运行调度水闸,定期进行技术维修,使水闸闸门的启闭设备随时处于良好的运行状态,做好安全保卫工作。

工程管理要随时掌握汛期和水闸运行期间的水情、雨情、工情,做好调度运行工作,并及时向上级汇报。拟定年度管理任务目标,编制调度管理和工程维修保养计划。统计气象、水文、水质、日常运行记录等资料,并及时整理归档。

13.4.2 工程管理设施

(1) 生产、生活管理设施

本次设计拟维持原管理单位人员编制,为三座水闸重建、新建管理房,大塭水闸现管理房建筑面积为 60 平方米,根据水闸设计规范(SL 265-2016),水闸管理房面积标准为办公用房人均建筑面积不大于 15m²,生产生活用房人均面积不大于 35m²,大塭水闸管理人员为 4 人,管理房建筑面积取 200m²,西胪港中闸、河溪排洪闸管理人员为 4 人,管理房建筑面积取 200m²。

(2) 观测设施

根据《水闸安全监测技术规范》（SL 768-2018），中型水闸必须设置垂直位移监测、渗流监测、上下游水位监测，并进行日常巡视检查。

各水闸的主要建筑物均直接建在软弱土层复合地基上，地质条件复杂。为监测工程各主要建筑物的运行安全，掌握各建筑物在施工、安装、运行期间建筑物的状况，防止事故的发生，减少不必要的损失。设立以下观测项目，在中控室安装监视仪，满足现代化水利工程管理的要求。

1、环境量观测。观测项目有上下游水位、气温、降水量等，设置水尺、气温计、翻斗式雨量计等。

2、变形和渗透压力观测。包括水平位移和沉降观测及基底的渗压观测，设置水平位移、沉降位移监测点、测缝计、测压管和振弦式渗压计等。

（3）交通设施

本工程交通设施的设置，应根据工程管理和抗洪抢险需要，水陆交通系统相连接的公路，以保证交通畅通，连接管理所、附属建筑物与其它工程点等，以满足各管理点之间的交通联系。根据本工程具体情况，考虑现有交通设施，暂不配备工具车。

（4）通讯、信息处理设施

通讯、信息处理设施参考 14 章工程信息化章节。

13.4.3 新建管理房的必要性

大塍水闸现状管理房破损严重，无法满足管理需求，需要拆除重建，西胥港中闸与河溪排洪闸原本无管理房，除险加固中通过新建管理房，可以补齐水闸管理的短板，为水闸的信息化、智慧化管理系统提供安全稳定的运行环境；在汛期或者突发险情时也可作为临时的报障地点帮助处置险情。同时也可以改善管理人员值守时期的工作和生活条件，且根据《SL265-2016 水闸设计规范》中的 10.4.4 章节，水闸管理房分为办公和生产、生活用途，办公用途是作为办公室、会议室等，生产生活用途包括仓库、资料档案室、调度室、值班房、车库、食堂，上述功能都需要新建水闸管理房来实现。

综上所述，在本次水闸重建中建设新管理房是有必要的。

13.5 工程招投标

13.5.1 招投原则

根据《招标投标法》有关招标的规定，在中华人民共和国境内进行下列建设工程项目的勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，必须进行招标：

- (1) 大型基础设施、公用事业等关系社会公共利益、公众安全的项目；
- (2) 全部或者部分使用国有资金投资或者国家融资的项目；
- (3) 使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

本项目符合上述条件，应进行招标。

13.5.2 招投范围

本工程建设内容具有分布广、种类多等特点。根据目前国内施工实际情况，本工程应以机械化施工为主，人工辅助为辅。为加强施工组织管理，加快工程进度，根据各工程特点建议由各建设单位统一布置实施。

整个工程管理按有关合同条款进行，运行竞争机制，监理机制，工程进行投标，招用相关机械设备齐全、技术力量雄厚、施工信誉高的专业队伍进行施工。

建筑工程、安装工程、勘察、设计及监理的招标范围采用全部招标，招标组织形式采用委托招标，招标方式采用公开招标，前期勘察及前期设计等不采用招标方式。

重要材料如砂石料、水泥、钢筋等因质量容易控制，因此建议由中标单位自行采购，通过施工单位的自检、监理的抽检和质量监督部门的抽检来确保材料的质量。

本建设项目采用委托有相应招标资质的单位组织招标。

13.6 年运行费

年运行费是指工程项目在运行期间，为维护正常生产，每年需要支出的各项经常性的费用。包括材料费、燃料及动力费、修理费、职工薪酬、管理费、其他费用、固定资产摊销及折旧费等费用。根据国民经济章节，本工程国民经济经济总投资为 15325.35 万元。

1) 材料费

材料费是指水利工程运行、事故处理等所耗用的材料、备品、低值易耗品等

费用,参照项目所在地区类似工程,按调整后固定资产投资的 0.2%计算,为 27.15 万元。

2) 燃料及动力费

燃料、动力费是指工程在运行中所耗用的煤、油、电等费用。同样参照项目所在地区类似工程,按照调整后固定资产投资的 0.2%计算,为 27.15 万元。

3) 修理费

维修费是维护、养护工程设施所需的费用。按照调整后固定资产投资的 1% 计算,为 135.73 万元。

4) 职工薪酬

本工程的管理单位为各地的水闸泵站管理所,拟不再新增管理机构和管理人员,由现有人员兼职管理。以劳务补贴的方式发放给管理人员,参考其它项目的管理经验,该部分的人员福利综合确定为 20.0 万元/年。

5) 管理费

管理费为职工薪酬的 1.5 倍,为 30.0 万元。

6) 其他费用

其他费用指不属于以上各项的其他费用,包括办公费、差旅费、科研教育经费以及清淤、冲淤、排水、工程观测、临时设施等每年所需的费用。按上述 1~5 项之和的 10%计算,为 24 万元/年。

以上各项费用之和即为年运行费,为 291.01 万元。

13.7 防汛物资

为满足汛期防汛抢险需要,依据《防汛物资储备定额编制规程》SL298-2004 规定计算,河溪排洪闸由河溪水利所管理,西胪港中闸由西胪镇水利所管理,大塭水闸由潮阳区河溪水系工程管理处管理。各个水闸的防汛物资均由乡镇水利所和水闸管理单位统筹配置防汛物资储备具体见表 13.6-1,投资见表 13.6-2,总投资为 35060 元。

表 13.6-1 3 座水闸防汛物资储备量表

水闸名称	抢险物资							救生器材	小型抢险机具			
	塑料编织袋	土工布	砂	碎石	铅丝	桩木	钢管（材）	救生衣	10kw 发电机组	便携式工作灯	投光灯	电缆
	条	m ²	m ³	m ³	kg	m ³	kg	件	台	只	只	m
大塍水闸	500	50	15	15	50	2	100	15	1	6	2	100
西胪港中闸	150	25	5	5	25	1	50	5	1	2	1	25
河溪排洪闸	400	50	13	13	25	2	100	10	1	4	2	75
总计	1050	125	33	33	100	5	250	30	3	12	5	200

表 13.6-2 3 座水闸防汛物资投资概算汇总表

序号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合计(元)
1	塑料编织袋	条	1050	0.6	630
2	土工布	m ²	125	4.6	575
3	砂	m ³	33	65	2145
4	碎石	m ³	33	75	2475
5	铅丝	kg	100	30	3000
6	桩木	m ³	5	1320	6600
7	钢管（材）	kg	250	5.14	1285
8	救生衣	件	30	50	1500
9	10kw 发电机组	台	3	5000.	15000
10	便携式工作灯	只	12	50	600
11	投光灯	只	5	50	250
12	电缆	m	200	5	1000
13	合计				35060

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带
水利防汛排涝能力提升项目工程
(一期) 可行性研究报告

14 工程信息化

目录

- 14 工程信息化 14-1
 - 14.1 概述 14-1
 - 14.1.1 工程概述 14-1
 - 14.1.2 建设的必要性 14-1
 - 14.1.3 设计依据 14-4
 - 14.1.4 目标与任务 14-5
 - 14.1.5 设计原则 14-6
 - 14.2 需求分析 14-7
 - 14.2.1 业务需求 14-7
 - 14.2.2 数据需求 14-7
 - 14.2.3 功能需求 14-8
 - 14.2.4 性能需求 14-8
 - 14.2.5 安全需求 14-9
 - 14.3 总体设计 14-9
 - 14.3.1 设计思路 14-9
 - 14.3.2 总体框架 14-10
 - 14.3.3 系统划分 14-11
 - 14.4 分项设计 14-13
 - 14.4.1 监测感知体系建设 14-13
 - 14.4.2 通讯网络体系建设 14-16
 - 14.4.3 数字孪生平台建设 14-19
 - 14.4.4 业务应用系统开发 14-24
 - 14.4.5 运行环境及安全体系建设 14-28
 - 14.5 信息资源共享 14-29
 - 14.5.1 共享数据的内容 14-30
 - 14.5.2 共享数据的接入方式 14-30
 - 14.6 系统集成与运行维护 14-30
 - 14.6.1 系统集成 14-30
 - 14.6.2 运行维护 14-31

14 工程信息化

14.1 概述

14.1.1 工程概述

为达成《潮阳区农村水利治理规划（2018—2027 年）》规划目标，亟需开展潮阳榕江片区乡村振兴示范带——水利防汛排涝能力提升项目，提升榕江片区防汛排涝能力。工程对榕江片区防洪排涝、改善生态环境、保障区域供水能力、提升灌溉效率、推动城市改造、促进经济发展和助力乡村振兴具有重大意义。汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）主要建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共 3 宗水闸。

目前，榕江片区水闸工程管理方式传统，水位、雨量、视频、闸门安全等监测基础设施缺乏，巡视检查、隐患排查、调度运用、维修养护等日常运行维护工作没有信息化手段支撑，防汛排涝设施启用和调度基本依靠人工经验，没有监测数据和科学决策支撑，无法充分发挥现有工程措施洪涝水的排泄和调蓄能力，需要按照“同步设计、同步实施、同步投用”的要求，配套开展水闸工程信息化建设，提升榕江片区水闸工程安全运行管理和智能调度水平。

14.1.2 建设的必要性

14.1.2.1 行业背景及政策

（1）是践行习近平总书记“十六字”治水思路和网络强国、数字中国战略思想，推动党中央、国务院决策部署落地见效的明确要求。

水安全是涉及国家长治久安的大事。党的十八大以来，习近平总书记提出了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，先后对水利工作发表了一系列重要讲话指示批示，指导治水工作实现了历史性转变，国家水安全保障能力显著提升，为决胜全面建成小康社会提供了有力支撑。随着水利进入新发展阶段，高质量发展已成为水利工作的主题。高质量发展是完整、准确、全面贯彻新发展理念的重要体现，网信事业代表着新的生产力和新的发展方向，应该在践行新发展理念上先行一步。

信息化为中华民族带来了千载难逢的机遇。习近平总书记指出“没有网络安

全就没有国家安全，没有信息化就没有现代化”，提出一系列新思想新观点新论断，形成了习近平总书记关于网络强国的重要思想，指引网信事业取得历史性成就。习近平总书记在部署加快推进抵御自然灾害防线时，强调要补好灾害预警监测短板，并对建设国家水网提出了“绿色智能、调控有序”的明确要求。党的十九届五中全会对数字中国建设作出一系列重要部署，指出要加强数字社会、数字政府建设，提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平。进入新发展阶段，我国产业数字化、网络化、智能化转型升级加速，智慧化已成为行业发展水平的重要指标，以信息化驱动现代化已成为各行业的必经之路。国家“十四五”规划纲要明确提出，构建智慧水利体系，以流域为单元提升水情测报和智能调度能力。国家“十四五”新型基础设施建设规划明确提出，要推动大江大河大湖数字孪生、智慧化模拟和智能业务应用建设。坚决贯彻落实习近平总书记重要讲话指示批示精神，落实落细党中央、国务院重大决策部署，大力推进汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）建设。

（2）推动新阶段水利高质量发展的必然要求

水利部高度重视智慧水利建设，将推进智慧水利建设作为推动新阶段水利高质量发展的六条实施路径之一，并将智慧水利作为新阶段水利高质量发展的显著标志。2021年10月，水利部印发《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》《智慧水利建设顶层设计》《“十四五”智慧水利建设规划》《“十四五”期间推进智慧水利建设实施方案》等系列文件，明确了推进智慧水利建设的时间表、路线图、任务书、责任单。12月，水利部召开推进数字孪生流域建设工作会议，动员部署全国水利行业加快推进数字孪生流域建设，实现预报、预警、预演、预案功能。2022年1月，全国水利工作会议将“加快建设数字孪生流域和数字孪生水利工程”作为年度十项重点工作之一。3月，水利部印发《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》《水利业务“四预”功能基本技术要求（试行）》《数字孪生流域共建共享管理办法（试行）》等系列文件，明确了数字孪生流域建设具体内容，细化了技术指标，提出了共建共享要求。

（3）水利行业对工程信息化智慧化建设提出新要求

2018年2月印发的《水利部关于印发加快推进新时代水利现代化的指导意

见的通知》（水规计〔2018〕39号）提出：“新建水利工程要把智慧水利建设内容纳入设计方案和投资概算，同步实施，同步发挥效益。”2021年8月发布的《水利水电工程项目建议书编制规程》（SL/T 617—2021）、《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618—2021）、《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T 619—2021），将工程信息化章节纳入设计方案和投资概算。2022年1月，国家发展改革委、水利部印发《“十四五”水安全保障规划》，将“加强智慧水利建设，提升数字化网络化智能化水平”专章列出，明确要推进传统水利工程向新型水利基础设施转型，加快已建水利工程智能化改造，不断提升水利工程建设运行管理智能化水平。

2021年，广东省印发《广东省水利发展“十四五”规划》，明确建设协同高效的智慧水利网，实施智慧水利工程。2022年1月，汕头市政府印发《汕头市数字政府改革建设“十四五”规划》，围绕水利行业发展需求，提出推进“一网统管”水利专题建设。2022年4月，汕头市召开推进水务高质量发展大会，汕头市市委书记温湛滨指出，党的十八大以来，汕头坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记、党中央决策部署及省委、省政府工作要求，不断优化水资源配置格局，完善防灾减灾保障体系，增强城乡供水保障能力，加强水环境综合治理，提升水务治理现代化水平，迈出了水务高质量发展新步伐。

14.1.2.2 工程管理信息化需求

工程管理单位按照相关法律法规和标准开展巡视检查、隐患排查、监测预警、调度运用、维修养护、除险加固、管理考核、安全鉴定、降等报废等工作，由于水闸数量多、分布广、基础信息缺乏，存在家底不清、安全状况不明、安全管理不规范、调度运行依赖人工、现有工程设施运行管理能力发挥不充分等问题。需要结合水闸安全运行特点，依托互联网、水利专网等网络资源，建设水水闸站安全运行监控平台，各类用户可通过平台提供的浏览器、APP等多种方式，在授权范围内实时查看辖区内工程的安全管理信息、监测预警信息、视频监控信息等，并可与防汛抗旱等相关业务系统实现信息共享，满足不同层级用户的管理需求，为各级监管部门提供决策支持。

14.1.3 设计依据

14.1.3.1 标准规范

- (1) 《水文监测数据通信规约》（SL651-2014）
- (2) 《水文自动测报系统技术规范》（SL61-2015）
- (3) 《水利系统通信工程验收规程》（SL439-2009）
- (4) 《水利信息系统运行维护规范》（SL715-2015）
- (5) 《水利信息化项目验收规范》（SL588-2013）
- (6) 《水情信息编码标准》（SL330-2011）
- (7) 《水文情报预报规范》（GB/T 22482-2008）
- (8) 《实时工情数据库表结构及标识符》（SL577-2013）
- (9) 《实时雨水情数据库表结构与标识符》（SL323-2011）
- (10) 《综合布线系统工程设计规范》（GB50311-2016）
- (11) 《综合布线系统工程验收规范》（GB50312-2007）
- (12) 《计算机软件测试规范》（GB/T15532-2008）
- (13) 《视频安防监控系统技术要求》（GA/T367-2001）
- (14) 《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）
- (15) 《电子信息系统机房设计规范》（GB50174-2008）
- (16) 《防洪标准》（GB50201-2014）
- (17) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/T 618-2021）
- (18) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T 619-2021）
- (19) 《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》
- (20) 《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》
- (21) 《水利业务“四预”基本技术要求（试行）》

14.1.3.2 相关报告及成果

- (1) 《国家信息化发展战略纲要》
- (2) 《“十四五”国家政务信息化工程建设规划》
- (3) 《“十四五”水安全保障规划》
- (4) 《关于大力推进智慧水利建设的指导意见》（水信息〔2021〕323号）
- (5) 《智慧水利建设顶层设计》（水信息〔2021〕323号）

- (6) 《“十四五”智慧水利建设规划》（水信息〔2021〕323号）
- (7) 《广东省水安全“十四五”保障规划》
- (8) 《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2020-2035）（征求意见稿）》
- (9) 《汕头市潮阳区农村水利治理规划（2018—2027年）》

14.1.4 目标与任务

14.1.4.1 建设目标

运用物联网等信息技术手段，实时收集人工巡视检查信息和自动监测设施信息，全面掌握水闸工程安全运行状况，构建工程运行全过程管理信息系统，支撑巡视检查、隐患排查、调度运用、维修养护等日常运维管理和水闸群联调联控，提升工程监测预警、调度指挥和应急处置能力，为榕江片区防汛排涝提供技术支撑。

14.1.4.2 建设任务

主要包括监测感知体系建设、通讯网络建设、数字孪生平台建设、业务应用系统开发、运行环境及安全体系建设等5部分。其中，监测感知体系、通讯网络建设范围为大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共3宗水闸。数字孪生平台和业务应用系统开发是针对汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目的整体性工作，水利防汛排涝能力提升项目2期、3期该项费用不再计列。

（1）监测感知体系建设

运用先进的数据采集、传输和处理手段，实现汕头市潮阳区榕江片区降雨监测、水位监测、视频监测、闸门开度监测、闸门位移监测、闸门渗流监测等监测感知数据的自动采集和传输，为防汛排涝项目提供监测数据支撑。

（2）通讯网络建设

实现前端视频监控、闸位计、水位计、雨量计、闸门安全等数据上传到政务云，并接入气象、水文等已有监测数据，实现与政务云业务系统的数据共享及交换，最终通过专线网络提供给各级水利部门。

（3）数字孪生平台建设

搭建具有榕江片区水利工程及影响区域特点的数据底板、模型库、知识库等。

数据方面，在共享水利部、珠江委、广东省水利行政部门、“数字政府”粤政图数据底板基础上，以三维模型+GIS+IoT 技术为支撑，构建榕江片区水闸及工程影响区域的 L2 级和 L3 级数据底板。模型方面，围绕工程防洪、灌溉等综合效益发挥，建设模型库，将数据底板作为模型输出开展分析计算、同步仿真。知识方面，在共享的基础上，构建防洪调度规则库、历史案例库、操作规程库、工程安全库等，不断积累更新。

（4）业务应用系统开发

聚焦潮阳区榕江片防汛排涝能力提升，围绕日常运行管理、工程项目建设管理以及防洪潮及排涝管理等需求，主要建设工程建设项目管理系统、防洪潮及排涝“四预”系统以及水闸站运行管理系统等 3 个系统，提高榕江片区水闸工程信息资源数字化、电子化的程度，为榕江片区提高防汛排涝能力提供信息化支撑。

（5）运行环境及安全体系建设

租用政务云计算、存储及网络资源，用于前端监测感知数据的接收、存储、处理、分析及应用，并利用政务云成熟的网络安全体系，保障项目数据的安全性和稳定性。

14.1.5 设计原则

1.坚持“实用、可靠、先进、标准、开放、实时”的原则。建设的系统应具有实用性、可靠性；选用当前最先进的软件、硬件和通信手段，采用先进的管理办法；各类信息要遵循统一的标准和规范；系统利于扩展，方便整合集成；效率上满足水利综合业务信息的要求。

2.由于信息化工作量大、任务重，必须统筹规划，分步实施，整体规划与分步实施相统一，急用先建，边建边用，在应用中不断完善提高。

3.系统建设涉及水雨情、闸门开度、视频监控等多种信息资源的采集、传输、存储，必须考虑综合功能，统筹解决信息的采集、传输。尤其是关系全局性的基础设施和重点业务应用系统，要统一设计、统一建设，避免重复，造成浪费。

4.系统具有结构化、模式化、标准化特点，做到界面清晰、接口标准。

14.2 需求分析

14.2.1 业务需求

1.监测水闸运行情况

目前，潮阳区水闸工程调度、巡检、养护等业务历史信息，以及上下游历史水位信息都未得到有效收集和利用，为解决榕江片区感知监测手段缺失、信息化程度落后的问题，需建设降雨、水位监测站、视频监控、闸门安全监测等前端感知设备及通讯网络、运行环境等信息化基础设施，实现工程运行管理数据和感知监测数据的收集、存储、分析和应用，减少人工操作，提高上报数据准确率，提高工作效率。

2.支撑工程安全运行管理

提供水闸运行安全动态管理信息。包括法规查询、注册登记、调度运用、巡查检查、监测预警、维修养护、安全鉴定、除险加固、降等报废、督查考核、资料整编、隐患排查治理等，同时进行数据分析与汇总。通过收集工程巡视检查信息、安全监测信息并进行甄别，以此进行工程安全智能分析与评价、安全智能预警。可根据需要，对重点水闸提供实时监控视频。对水闸的基础信息进行统计分析，提供信息查询、数据统计、信息维护等功能。

3.构建防洪潮及排涝“四预”能力

为应对特大暴雨和超标准洪水等情况的发生，保障榕江片区人民的生命财产安全，急需一套基于数字孪生的防洪潮及排涝“四预”系统，根据榕江片区水系特点、防洪保护对象分布与防洪工程体系组成，完善榕江片区洪水预报调度体系，提高预报精度、延长预见期，完善洪灾风险判别和预警机制，构建可视化模型对洪水预报调度过程进行多方案模拟预演，综合防洪安全需求与外部边界约束要求，优选最佳方案形成预案，开展防汛会商决策形成调度指令，实现区域洪灾预报预警和防洪水工程调度。跟踪调度指令执行情况，评估调度效果与防洪救灾成效。从而基本消除防洪重点薄弱环节，进一步提高抗御洪水和规避洪水风险的能力，重点保障榕江片区的防洪安全。

14.2.2 数据需求

本项目在采集 3 座水闸的各项监测信息的过程中，将积累大量的监测和运行管理数据，需要将这些数据采集和整编，以便进一步对数据进行统计、分析和利

用，提升业务管理水平。根据潮阳区水务局的工作需求，水闸工程对象和闸门工程对象需要收集整合的数据主要包括以下内容：

- 1.基本信息：法规制度、基础信息、建设与运行历史信息等。
- 2.管理信息：注册登记、安全鉴定、除险加固、降等报废、调度运用、维修养护、运行督查、管理考核和隐患排查等。
- 3.监测信息：日常巡检信息、安全监测基础信息、安全监测信息、分析预警信息等。

14.2.3 功能需求

1.采集水闸监测感知数据

自动采集水闸工程的降雨、水位、工程安全等监测感知数据，实现感知数据的自动化采集、接收、存储和分析利用。

2.水闸日常运行管理

提供移动巡检、问题隐患上报、跟踪排查、维修养护记录等手段，为水闸管理人员日常巡视检查、隐患排查、维修养护等日常运维管理业务提供信息化支撑。

3.水闸防洪潮及排涝管理

为榕江片区洪水预报调度、洪灾风险判别和预警机制、多方案模拟预演、优化迭代调度方案等业务提供信息化支撑。

14.2.4 性能需求

1、系统稳定性

要求系统软硬件整体及其功能模块具有很高的稳定性，在各种情况下不会出现死机、报错、数据丢失现象，更不能出现系统崩溃现象。

2、系统可靠性

要求系统数据维护、查询、分析、计算的正确性和准确性。系统运行安全可靠，系统应有足够的备用措施，全部设备和软件系统 7×24 小时不间断运行。

3、系统容错性

对使用人员操作过程中出现的局部错序或可能导致信息丢失的操作能推理纠正或给予正确的操作提示。系统平台软、硬件应有容错功能。

4、系统可维护性

要求系统的数据、业务应用的维护方便、快捷。能够方便地进行用户管理，

定义任意用户的功能模块访问控制，进行各类资源的统一管理。

5、系统扩展性

预留相应的接口。能够适应未来需求的变化，方便灵活地增加新功能模块，最大限度地保护现有投资，延长系统生命周期，发挥投资效益。

6、灵活性

现有功能可重组生成新业务功能，当某些业务需求变化时，能够方便地进行业务流程重定义和重组。

7、易用性

适应各类用户和各业务特性，界面友好，尽可能地提供可视化操作界面，对于某些用户信息界面能够自组织定义。

8、系统开放性

应遵循互联互通、资源共享等原则，系统等主要设备需要保证足够等开放性，提供开放等接口，在操作方式、运行环境、与其他软件的接口以及开发计划等发生变化时，应具有良好的适应能力。

14.2.5 安全需求

根据国家相关法律、法规、规范要求，结合工程、业务的重要性、影响程度，建立规范的信息安全体系，满足物理安全、网络安全、主机安全、应用安全、数据安全五个方面基本技术要求；为满足安全管理制度、安全管理机构、人员安全管理、系统建设管理、系统运维管理五个方面基本管理要求进行管理体系建设。需全方面为各项业务系统提供立体、纵深的安全保障防御体系，保证信息系统整体的安全保护能力。

14.3 总体设计

14.3.1 设计思路

严格按照水利信息化“统一技术标准、统一运行环境、统一安全保障、统一数据中心和统一门户”的“五统一”要求，数据资源、应用资源、计算存储资源共建共享，优化水利信息化资源配置，建设监测感知体系、通讯网络体系、业务应用系统、运行环境及安全体系，使榕江片区水利信息化建设迈出实质性的一大步，为实现潮阳防汛排涝能力提升提供现代化提供支撑。

14.3.2 总体框架

信息化建设主要分为监测感知层、信息化基础设施层、数字孪生平台层、业务应用层、网络安全体系和保障体系等六个部分。系统总体框架如图 14.3-1 所示。

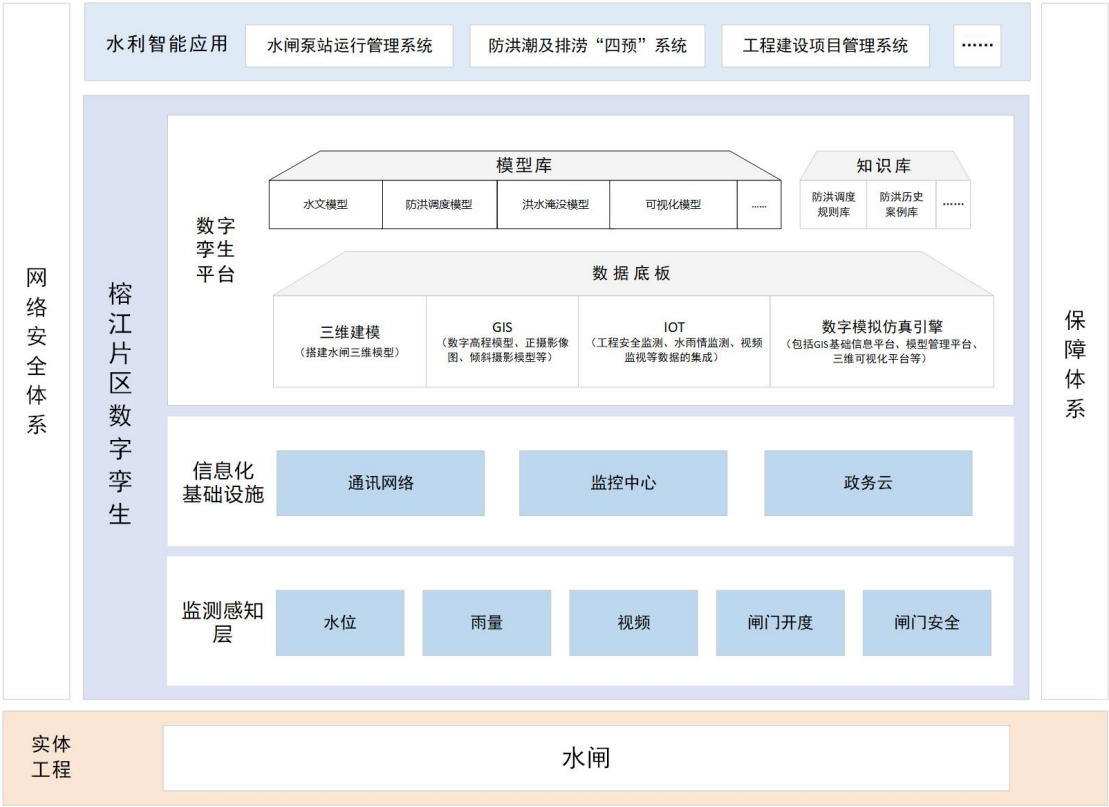


图 14.3-1 总体框架图

1、监测感知层

监测感知层的监测内容包括降雨监测、水位监测、视频监测、闸门开度监测、闸门位移监测以及闸门渗流监测等。

2、信息化基础设施

信息化基础设施包括通讯网络、政务云等 2 个部分。其中，通讯网络连接监测感知设备与政务云、连接政务云与潮阳区水务局，政务云为智能应用提供运行环境和网络安全基础环境。

3、数字孪生平台

数字孪生平台包括数据底板、模型库、知识库、孪生引擎等 4 个部分。

4、业务应用

业务应用包括工程建设项目管理系统、防洪潮及排涝“四预”系统以及水闸站运行管理系统等 3 个部分。

5、网络安全体系

网络安全体系在政务云提供的网络安全体系的基础上，做好系统的安全策略。

6、保障体系

本项目的保障体系包括组织架构保障、人力资源保障、技术支撑保障、经费保障等内容。

14.3.3 系统划分

14.3.3.1 系统总体结构

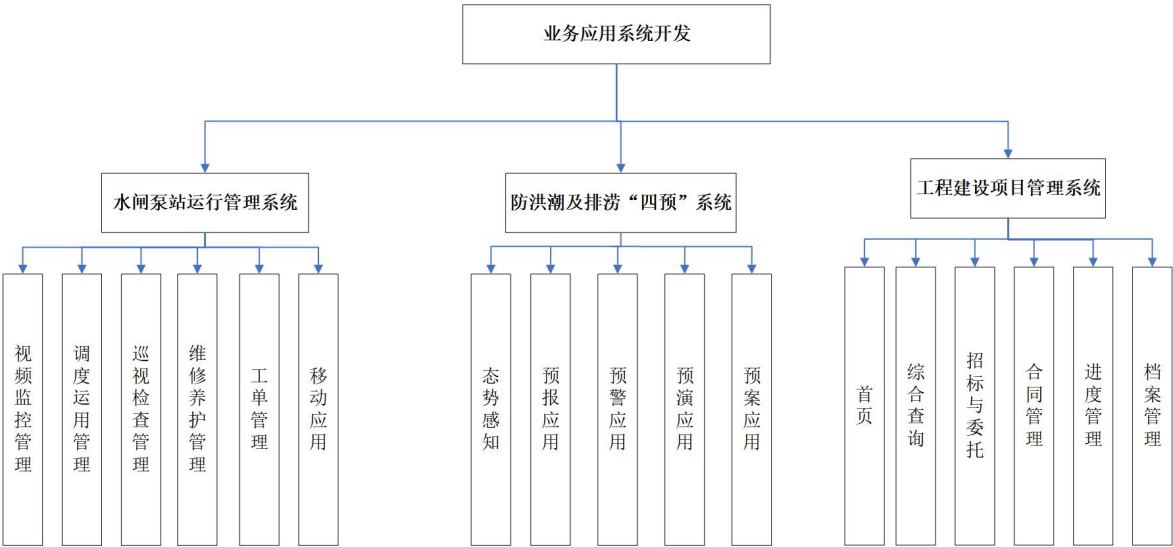


图 14.3-2 系统总体结构图

14.3.3.2 业务流程

本项目涉及业务主要包括运行维护管理和工程建设管理。业务流程如下：

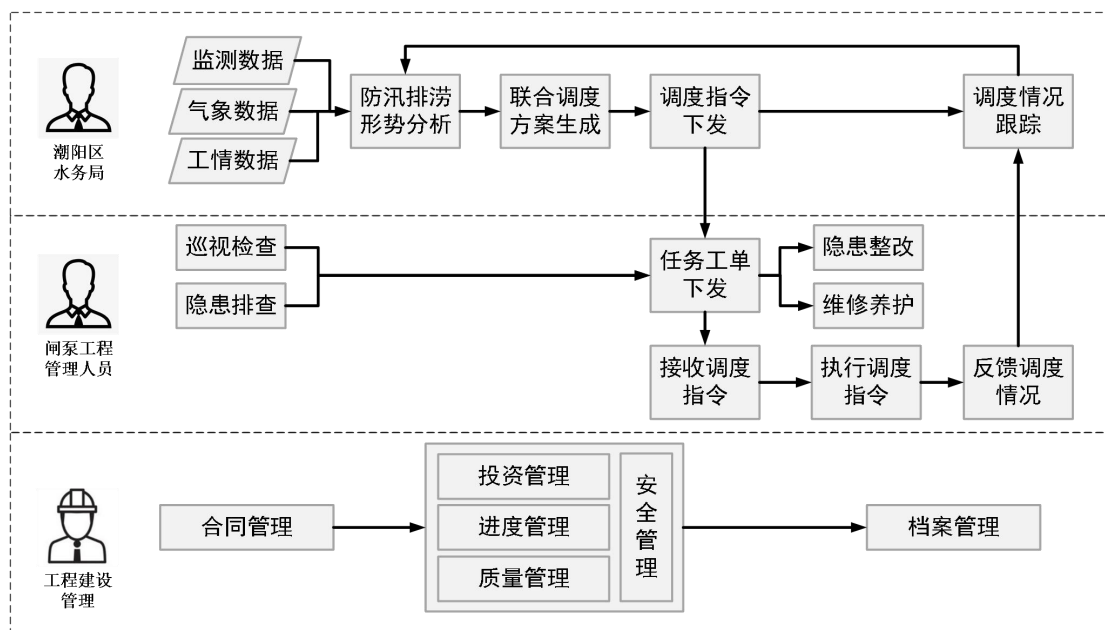


图 14.3-3 业务流程图

潮阳区水务局管理人员统筹榕江片区内的水闸工程监测信息，分析榕江片区防汛排涝形势得出联合调度方案，将调度指令通过任务工单下发给各水闸管理单位，并跟踪水闸群联合调度情况，将跟踪的情况纳入防汛排涝形势的分析要素中。水闸工程管理人员通过接收、落实、反馈调度指令执行情况，形成相关调度台账。

水闸管理人员在巡视巡检和隐患排查工作中发现工程存在的问题和隐患，通过信息化标准流程任务工单，开展隐患整改和维修养护工作，形成巡检台账、隐患排查台账和维修养护台账，并对日常巡检和维护记录进行归档。

搭建工程建设管理系统，实现工程“投资、进度、合同、档案”等工程建设全过程管理。

14.3.3.3 数据流程

本项目数据来源主要包括测站采集、资料整编录入、系统填报与外部数据共享四种采集汇聚方式，内部为业务应用生成的增量数据。其中：

1、实时监测数据，主要依托新建或已建的降雨监测、水位监测、水闸工程安全监测和视频监控等前端传感设备实时采集现场数据，通过无线/有线方式进行传输，通过采集软件前置库进行接收，经过治理后再进入标准库进行存储。降雨和水位监测数据由现地站传输至政务云存储。视频监控数据由现地视频终端汇集至附近管理站的 NVR 等视频监控及存储软件设备，再通过数据专线传输到政

务云进行存储。

2、基础数据资料整编录入，包括水闸工程的注册信息、建设与运行历史信息、组织结构体系信息、测站信息、设施设备信息等，前期建设时一次采集统一录入。

3、系统填报，通过各个业务系统的在线填报功能实现在线填报，通过业务系统写入库中。

4、外部接入共享数据，包括气象、遥感数据、水利行业共享数据及外部门共享数据，数据格式类型多样，通过数据清洗治理后入库。

5、上述数据经过数据清洗后汇入一张图的数据底板，为业务应用提供数据支撑。

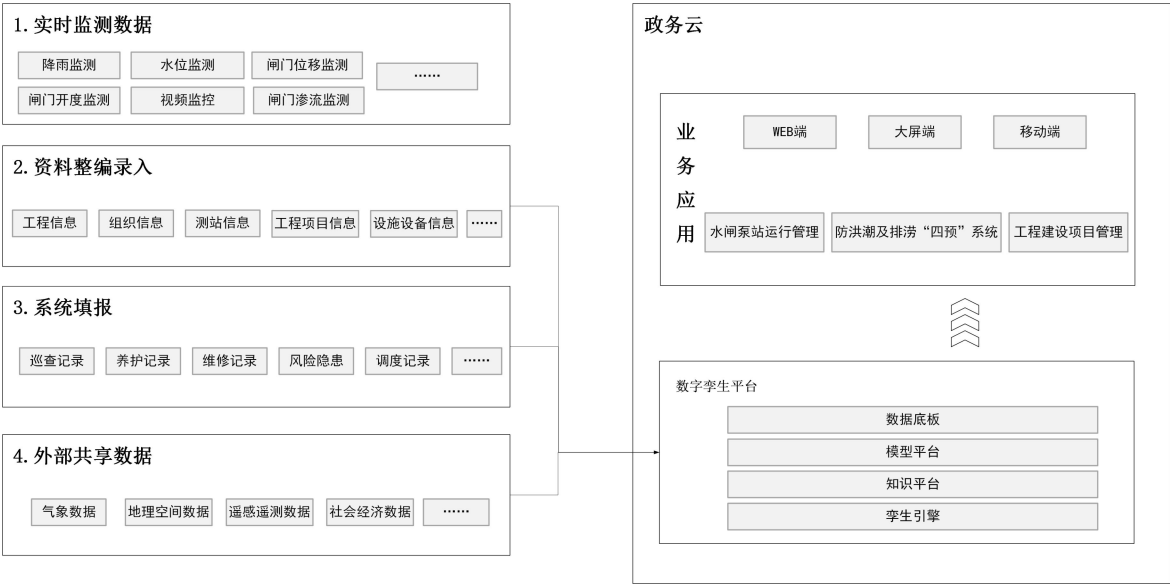


图 14.3-4 数据流程图

14.4 分项设计

14.4.1 监测感知体系建设

本项目监测内容主要包括降雨监测、水位监测、视频监控、闸门开度监测、水闸位移监测、水闸渗流监测。本项目新建榕江片区 3 个雨量测站、6 个水位测站、9 个视频监控测站、3 个闸门开度监测站、21 个闸门位移监测点、27 个闸门渗流监测点，为防汛排涝项目提供监测数据支撑，监测设备根据监测点现场条件及实际情况选取市电供应或太阳能供电。通过太阳能充电设备并配备蓄电池，可

以保证在连续阴雨的天气下供遥测设备工作 30 天以上，同时具有低电量警告功能，保障设备正常运行。

1.4.1.1 降雨监测

建设榕江片区水闸工程和闸门工程的雨量站，监测榕江片区的降雨情况。

依据《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2020-2035）（征求意见稿）》要求，结合汕头市对雨量站精细化提升相关要求，考虑有效覆盖，适度建设的原则。在榕江片区水闸区域布置不少于 3 个雨量站。

1.4.1.2 水位监测

通过布设水位监测站实时掌握各闸门上下游河道水位情况，分闸门水位监测提供技术手段。

在 3 座闸门上下游分别布置 1 个自动监测站点。根据《小型水库雨水情测报和安全监测技术指南》要求，每个自动监测站点应满足自动测报、人工观测及校验要求，故在每个水位监测站点设置 1 组人工观测水尺的基础上，再设置 1 个雷达水位计，共布置闸门水位监测设备 6 个。

1.4.1.3 视频监控

视频监控系统主要用于对工程中重要区域和设备的情况进行远程自动监视，对工程现场状况进行定期巡视及安全保卫。本项目对闸门工程对象进行视频监控、录像，便于事故分析，并通过数据传输网络将图像信息传输至政务云，为工程日常运行管理业务提供图像信息依据。根据监控的地点和用途不同，视频监控系统分为闸门视频监控和安防视频监控两种。

1. 闸门视频监控

在各水闸工程的上下游分别布置一个视频监控前端设备。视频监控前端设备的监控范围应包括闸门工程本身和河道观测水尺，共布置闸门视频监控设备 6 个。

2. 安防视频监控

在各水闸工程的管理房布置一个视频监控前端设备，用于监控水闸的机组运

行情况，共布设 3 个安防视频监控前端设备。

4. 配套设施

在闸门视频监控测站点设置立杆、支架、供电、防雷、通讯等配套设备，共计布设配套设备 9 套。水位监测设备与对应位置的视频监控设备共用配套设备，将监测信息传送到政务云。

1.4.1.4 闸门开度监测

1. 闸门开度监测设计

在每个水闸安装 1 个闸门开度仪，用于自动采集闸门开度数据并自动传送到政务云，布设闸门开度仪共计 3 个，每个闸门开度仪安装配套的智能测控单元。

采用闸位开度仪自动采集闸门开度数据并传送到后台管理系统。闸位开度仪是用于监测闸位开度的设备，能对水电站闸门开度的精确有效的监测控制，可以实现水库容量的控制和下泄流量的有效控制。对闸门启闭机的提升载荷的监测控制，能保障启闭机的安全运行。对闸门工作过程的监测可以实现电站无人值守，远程监控，中央集控的需要。

1.4.1.5 闸门位移监测

在 3 个闸门部署 GNSS 接收机、太阳能电池板、蓄电池、蓄电池专用地埋箱、太阳能控制器、立杆、避雷针、物联网卡等硬件设备，同时部署在线监测平台发布软件以及高精度 GNSS 位移解算平台，实现基于 GNSS 的闸门位移监测。

1.4.1.6 闸门渗流监测

在 3 个闸门分布布设 3 个断面，每个断面布设 3 个监测点安装渗压计，建设内容包括 RTU、miniMCU、太阳能供电、室外不锈钢机箱、渗压计、立杆等。

1.4.1.8 主要工程量清单

闸门监测感知设备清单参考表 14.4-1，监测感知工程量清单参考表 14.4-2。实际的工程量和感知设备明细宜根据实际情况调整。

表 14.4-1 闸门监测感知设备明细

序号	项目名称	水位计 (个)	雨量站 (个)	视频监控 (个)	闸门开 度仪 (个)	闸门位移 监测 (个)	闸门渗流 监测 (个)
1	河溪排洪闸	2	1	3	1	7	9
2	大塭水闸	2	1	3	1	7	9
3	西胪港中闸	2	1	3	1	7	9

表 14.4-2 监测感知设备工程量清单

序号	建设内容	数量	单位	备注
1	降雨监测	3	套	
2	水位监测	6	个	闸门前、后各 1 个
3	视频监控			
3.1	闸门视频监控	6	个	监视水尺、闸门开度情况
3.2	安防视频监控	3	个	闸门启闭房安防监控
4	闸门开度			闸门启闭情况及开度
4.1	智能测控单元	3	套	
4.2	闸位计	3	个	
5	闸门位移监测	21	套	21 个 GNSS 接收机
6	闸门渗流监测	27	套	27 个渗压计
7	配套设施			包括立杆、供电、防雷等配套设备

14.4.2 通讯网络体系建设

14.4.2.1 总体网络架构

通讯网络体系包括前端视频监控、闸位计、水位计、雨量计、闸门安全监测等数据的上传，政务云提供业务系统运行、数据接收、存储、处理及分析等运行环境，并接入气象、水文等已有监测数据，实现与政务云业务系统的数据共享及交换，最终通过业务系统提供给各级水利部门。

本项目通讯网络传输方式采用 4G 无线网络和专线网络互补的形式，将数据上传至汕头市政务云中心，前端监测数据通过 4G 网络、视频监控数据通过 10M 专线网络进行数据上传，在符合专线铺设条件的地区优先使用专线，同时，潮阳区水务局与汕头市政务云租用一条 50M 专线进行数据业务访问，即形成一张高速互联、数据共享的大网，潮阳区水务局及其他使用单位可通过专线或互联网进行业务系统访问。总体网络拓扑图如下：

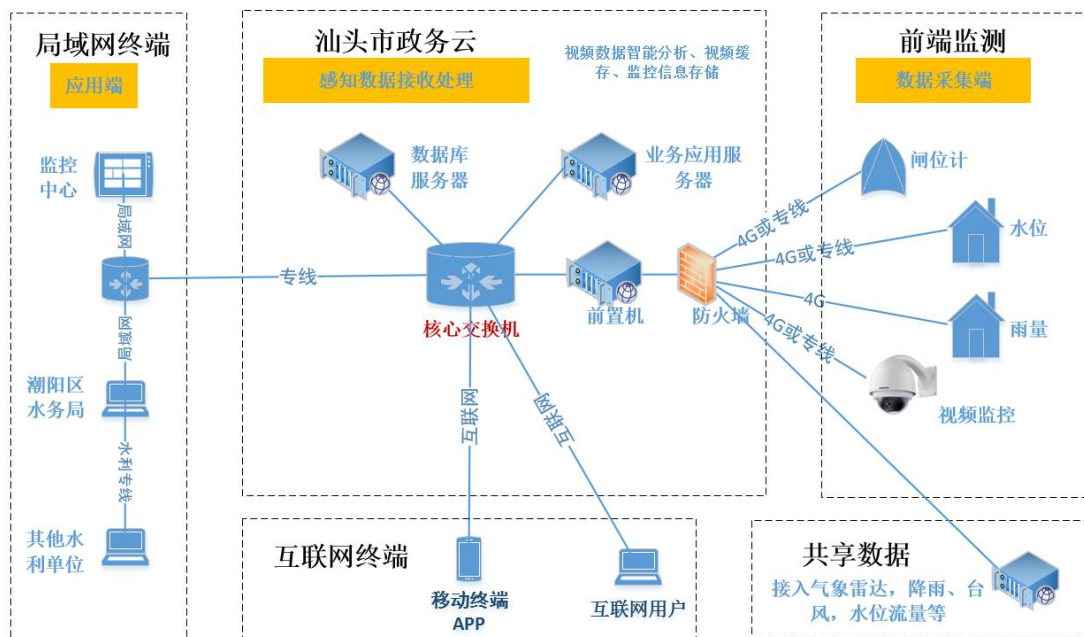


图 14.4-1 总体网络拓扑图

视频监控数据及监测数据将产生大量的数据，因此需要较充足的网络传输环境，每个闸门监控及安防监控均需要租用 1 条 10M 专线进行视频数据的互联互通，闸位计、雨量、水位数据传输字节较小，可通过 4G 网络将数据传输至政务云接收处理中心集中存储，由于本项目采用 4G 和有线互补的形式，且两种网络传输价格相当，已列支专线费用，不再考虑 4G 传输投资，但在各前端感知点需部署一套网络交换设备，根据闸门数量，本项目需配置 3 台网络交换设备。

本项目需建设采集设备的水闸共 3 座，每个水闸的视频传输需要 10M 的网络带宽，租用 1 条 50M 业务专线打通政务云到潮阳区水务局的业务访问，因此为了满足 9 个站点的监控视频上传以及用户业务应用的访问，共需要租用 10M 专线 3 条，50M 专线 1 条。

需要租用专线清单具体如下：

表 14.4-3 需租用专线清单

序号	名称	单位	数量	备注
1	前端采集—政务云	条	3	3 座水闸 10M 专线，三年
2	政务云—潮阳区水务局	条	1	50M 专线，三年
3	网络接入交换机	台	3	3 座水闸，24 口网络交换机，

14.4.2.2 通讯方式方案比选

为了满足本项目数据的传输，目前使用较多的通信方式包括有线通讯方式、无线通讯方式、卫星北斗等三种。

1.有线通讯

采用光纤、铜缆等有线传输方式相结合的组网方式进行监测数据采集。有线通讯的优点为受干扰较小，可靠性，保密性强；缺点为建设费用大，沿途需要检查有线通信链路的维护情况，故障发生时通常很难找到故障点。用户设置通信网络后，由于系统的需求，通常会添加新设备，使用有线传输可能需要重新布线。

2.无线通信

无线通信方式包括 GPRS 无线传输、5G\4G、NB-IoT 等无线传输方式。在不便于部署信号线路时，宜采用 4G、5G、NB-IoT 等无线通讯方式。无线通讯的优点包括：1.综合成本低，性能更稳定。只需一次性投资，无须挖沟埋管，特别适合室外距离较远及已装修好的场合。在许多情况下，用户往往由于受到地理环境和工作内容的限制；2. 组网灵活，可扩展性好，即插即用。管理人员可以迅速将新的无线监控点加入到现有网络中，不需要为新建传输铺设网络、增加设备，轻而易举地实现远程无线监控；3.维护费用低。无线监控维护由网络提供商维护，前端设备是即插即用、免维护系统。缺点为微波信号为直线传输，中间不能有山体、建筑物遮挡；如果有障碍物，需要加中继加以解决，Ku 波段受天气影响较为严重，尤其是雨雪天气会有比较严重的雨衰现象。

3.卫星北斗通讯方式

建设北斗短报文、卫星通信等应急通信措施，保障极端情况下的信息报送和预警发布能力。卫星北斗通讯的优点为：北斗卫星通信系统覆盖范围广、没有通信盲区、信息加密传输安全。用户终端机分为指挥型用户机和通信型用户机，指挥型用户机可以监收其所有下属用户机的通信数据，并可以向其任一下属用户机发送命令或与其进行数据通信。缺点包括：1.单次通信容量有限，民用通信容量仅有 100 字节左右；2.通信频度受控，民用通信频度在 1min 左右；3.没有通信回执，可靠通信需要采取相关辅助措施。

根据榕江片区应建立“适应性强、覆盖面广、保障性好、维护费用低”等特色的网络通信体系，监测感知系统将优先采用租用专线进行网络通信，在施工条件无法进行有线铺设的情况下，采用 4G 进行补充。同时，支持“公网+卫星”双

主信道通信，保障常规通信覆盖不到或因人为破坏和自然灾害影响而无法使用情况下的应急通讯，实现遥测数据双主信道传输，确保极端天气条件、偏远地区等情况下，河流三要素监测站信息通信的实时性和可靠性。

14.4.3 数字孪生平台建设

搭建榕江片区水利数字孪生平台，包括数据底板、模型平台、知识平台以及孪生引擎等四部分。

14.4.3.1 数据底板

在共享水利部 L1 级，珠江委、广东省水行政主管部门 L2 级、“数字政府”粤政图的高分辨率数据底板基础上，根据洪水预报、防洪调度等模型计算需求及业务管理需要，按照“模块化、单体化、语义化”的原则，采用卫星遥感、无人机倾斜摄影等技术，细化构建工程多时态、全要素地理空间数字化映射，建设榕江片区高精度数据底板，汇聚工程全要素、全过程基础数据、监测数据、业务管理数据以及外部共享数据。主要建设内容包括多维多时空尺度数据底板、数据库建设和数据收集整编及标准制定。

（1）多维多时空尺度数据底板

收集水利对象主要特征信息和空间信息，整合工程基础数据、社会经济数据、水利空间数据、水资源数据、实时水雨情数据、历史大洪水数据、已有数据库中的监测数据、业务管理数据、地理空间数据，整合已有跨行业共享数据，构建数据资源池。

以工程主要构筑物三维模型构建为主，结合高精度 DEM 数据、倾斜摄影、无人机倾斜摄影模型等数据构建 L3 级数据底板。具体范围涵盖：主要为 3 个闸门主体工程及其配套设施。

（2）数据库建设

利用数据仓库、地理信息等信息技术，基于统一的数据模型，通过整合、补充、完善和新建，建立榕江片区数据资源环境和共享交换体系，建成“实用、先进、安全、可靠”且集数据存储、管理、交换、服务与质量控制等功能为一体的榕江片区综合数据库。由基础数据库、监测数据库、业务数据库等组成。

（3）数据收集整编及标准制定

数据收集与补充：三维建模+GIS 基础平台的数据除空间数据外，还应包括

榕江片区各种设计资料、建设资料、社会经济信息等基础资料。这些数据分散在项目参建单位、各管理部门，在数据底板建设过程中，需对榕江片区一线部门进行数据资源调查，收集以上部门管理工程范围内工程建筑物、设备设施，自设计施工建设以来的文档、资料，经过考证、复核、整编、调整后，根据原始资料的不同类型，形成 GIS 数据图层录入平台，或电子化后以文档资料形式与模型挂接。

数据资源目录补充：依据《政务信息资源目录编制指南（试行）》（发改高技〔2017〕1272 号）《水利信息资源共享管理办法（试行）》（水信息〔2020〕26 号）《水利信息资源目录编制指南（试行）》（网信办函〔2020〕129 号）《水利对象分类与编码总则》（SL 213-2020）《水利信息分类》（SL/701-2014）《水利信息资源目录服务规范》（SLIT 799-2020）和《水利信息资源目录编制指南（试行）》（网信办函〔2020〕129 号）等规范及指南，对于榕江片区数据资源目录进行补充，完善遥感影像、无人机倾斜摄影、数字高程模型等目录信息。

14.4.3.2 模型平台

（1）水利专业模型

1）预报模型

水文模型：实现榕江片区产汇流计算，实现不同时空尺度的区域出口断面流量模拟与预报，实现模型参数人工及自动率定。此部分为新建的模型，模型方法也较为成熟、可靠，重点进行集成应用，实际应用中 24 小时预见期合格率达到 90%以上，预见期 48 小时预见期合格率达到 80%以上，预见期 72 小时预见期合格率达到 70%以上。

（2）水量预测模型（多元逐步回归、支持向量机、随机森林）

实现断面的中长期径流预测，实现未来月尺度下的断面径流数据预报输出。模型方法较为成熟、可靠，重点在榕江片区进行集成应用，实际应用中日、月尺度合格率达到 70%以上。

2）调度模型

（1）榕江片区防洪调度专用模型

耦合预报模型并接入预报模型的输出结果，预报模型的输出结果作为调度模型结果的输入为调度模型提供边界条件，进行实时预报调度一体化，或历史水情

数据，来源于数据底板中历史暴雨洪水资料；水利工程现状条件及防洪调度规则等，包括水工程运行条件和风险区内的水位、流量等水安全要素阈值，数据来源为数据底板中防洪中的监测类、业务计算类及业务管理类数据；除以上数据外，采用一维水动力学模型的动库调洪计算方法的模型还需数据底板中的数字高程模型（DEM）、水下地形与河道横断面数据。

3) 其他模型

洪水淹没模型：结合防洪保护对象，构建一维水动力学和二维水力学模型，基于设计、历史实测、实时监测和模型预测的降雨场景，驱动模型计算，评价河道的行洪能力，分析可能的河岸溢流，获得不同降雨情景下洪水灾害的淹没范围、淹没时间和淹没洪水深度和洪水灾害的演变过程，以及淹没对应的社会经济损失，包含淹没的村庄、人口、户数、耕地、社会经济以及安置点等信息。

4) 可视化模型

基于数据底板中数字高程、正射影像、倾斜摄影、监测和业务管理等各类数据资源，通过分析流域自然背景、流场动态、榕江片区水利工程特点及运行规律，利用可视化建模技术，还原实体流域状态，实现流域下垫面、自然现象、水利工程的数字化映射，建立对物理流域、水工程的基础仿真场景，从而为构建四预应用三维场景提供素材。可视化模型包括流域自然现象、重点河段、工程可视化模型，通过对各类模型进行可视化构建，面向防洪业务、水环境监管等具体业务需要，真实展现物理流域中各种水利基础场景。

14.4.3.3 知识平台

在共享水利部、广东省相关知识库的基础上，结合度汛方案、超标准洪水应急预案、防汛抢险应急预案、安全管理应急预案等方案预案完善工作，不断充实、更新自身知识库。主要包括防洪调度规则库、历史案例库、操作规程库、工程安全库。

(1) 防洪调度规则库

建立健全榕江片区调度预案体系，首先搭建防洪预案库；其次解析工程启用条件、来水情况、控制对象、控制需求、运行方式等要素间语义逻辑关系的内在规律，推导水工程运行规则的信息化描述构架，开发面向专业用户的防洪调度规则库，搭建编译工具集，逐步进行调度方案的逻辑化、关联化、服务化，最终形

成可适配不同情景的调度规则库。随着工程数据底板的不断完善与更新，应适时适情开展方案/预案关键参数率定修正，对防洪调度规则库同步更新。

（2）防洪历史案例库

针对特定调度过程，以通用方式记录气象水文信息、工程安全监测信息、工程安全风险隐患、调度决策信息、水工程运行过程、控制对象状态以及涉及的各项调度效果，搭建防洪历史案例库，并将历史案例的逻辑关系关联化、服务化，最终可形成防洪历史案例库，随着防洪历史案例库沉淀积累，可结合实时情况，对实时调度方案提供基本的初期调度方案，用于对防洪形势作出判断和增强调度决策的主动性。防洪历史案例库应及时更新。

（3）操作规程库

针对榕江片区 3 个水闸等关键运行区域设施设备建设操作规程库，包括法律法规、标准规范、安全生产规章制度等，支持结合三维场景的工情险情处置预演、模拟仿真教学。

（4）工程安全库

包括安全监督规范标准、工程安全图纸、安全生产危险源等方面内容。安全监督规范标准、工程安全图纸要实现规范和标准内容项与工程设施设备对象的关联建模，实现多维度检索，并与业务系统功能衔接。针对安全生产危险源建设工程安全知识库，主要包括危险源名称、类型、主要风险因素、评价方法、风险等级、地理位置、环境信息、管控措施、责任单位名称、联系人、联系电话等。能够对危险源进行管理，根据危险源实际位置、信息等，增加危险源信息，或者对已有危险源变更危险源基本信息。对已经消除的危险源进行移除。支持在可视化场景中展示各类安全生产隐患信息，查询相关信息。

（5）专家经验库

建设专家经验库，用于存储和管理防洪调度等方面多年以来积累的经验知识，主要通过两种方式，一是外部收集，即针对潮阳区多年以来培养的水利专家人才，将其长期在工作实践中所获得的经验和知识收集、整编、入库，形成专家经验库，另一种是机器学习，即基于数据或以往的经验通过人工智能学习和训练得到专家经验。

14.4.3.5 孪生引擎

(1) GIS 基础信息平台

建立榕江片区工程专属的基础信息平台，通过数据接入、数据融合等处理流程，基于坐标转换、坐标配准、镶嵌压平等操作，将各类倾斜摄影模型、二三维数字地形、卫星影像、遥感影像等多源数据统一到一个坐标系，实现各种空间信息对齐，实现不同精度、异构数据之间的融合匹配和平滑衔接，支撑三维模型、GIS 空间数据的标准化管理，数据能发布到局域网或互联网上，使用户在任何地方都可以实现轻松快捷的三维交互式体验，并服务于潮阳区其他业务应用系统及上级单位调度监管所需的轻量化模型。

(2) 模型管理服务平台

模型管理服务建设模型接口标准化、模型管理、模型服务共享、模型装配、模型运营、模型调用安全管理、模型计算管理等内容。

(3) 三维可视化仿真平台

三维可视化仿真建设可视化模型渲染引擎、四预应用场景构建等内容。

(4) 其他引擎工具

包括消息中间件、工作流引擎、报表工具、搜索引擎、CA 认证等。

14.4.3.6 主要工程量清单

表 14.4-5 数字孪生平台工程量清单

序号	建设内容	单位	数量	备注
一	多维多时空尺度数据底板			
1	倾斜摄影模型	项	1	
2	三维建模	项	1	
3	数据库建设	项	1	
4	数据收集整编及标准制定	项	1	
二	模型平台	项	1	
1	水利专业模型	项	1	预报模型、调度模型、其他模型
2	可视化模型	项	1	
三	知识平台			
1	防洪调度规则库	项	1	
2	防洪历史案例库	项	1	
3	操作规程库	项	1	
4	工程安全库	项	1	

序号	建设内容	单位	数量	备注
5	专家经验库	项	1	
四	孪生引擎			
1	GIS 基础平台	项	1	
2	模型管理服务平台	项	1	
3	三维可视化仿真平台	项	1	
4	其他引擎工具	项	1	

14.4.4 业务应用系统开发

聚焦潮阳区榕江片防汛排涝能力提升，围绕日常运行管理、水闸站群联调联控以及水闸站更新改造项目建设管理等需求，主要建设水水闸站运行监控系统、水闸站群联合调度系统、工程建设项目管理系统等 3 个系统。

14.4.4.1 水水闸站运行管理系统

主要包括调度运用管理、巡视检查管理、维修养护管理、隐患排查管理、工单管理、视频监控管理、移动应用等 7 项功能。

1.调度运用管理

系统记录工程操作运行情况，对闸门启闭和运行工作状态进行监测和统一管理，支持对工程调度运用实时情况的查询分析、汇总统计和报表输出。主要包括调度计划管理、调度指令执行、调度记录台账等功能。

2.巡视检查管理

主要包括 PC 端和移动端两部分，PC 端进行巡检人员安排、任务计划、巡检路线设定、巡检任务下达、巡检记录查看等管理操作，使巡检及维护作业的部署、考核、确认变得更加简便。巡检移动端便于巡检人员在发现问题时实时定位、现场填报、录音、拍照及拍摄视频上传，实现巡检记录无纸化填报和自动汇总，并可结合“一张图”模块，将巡检的任务、路线、记录、处理结果和统计信息同步显示在“一张图”中的对应位置，规范巡检人员巡检活动。

3.维修养护管理

水水闸站工程的维修养护内容包括工程养护与维修、金属结构养护、自动监控设施养护、机电设计养护和生物工程养护等。系统提供上传、保存和查看各维修养护情况的详细记录，根据维修养护的时间和频率分为养护、抢修、岁修、大修四个功能。

4.隐患排查管理

根据生产安全事故隐患排查治理等制度，定期开展隐患排查治理，实行事故隐患排查、登记、整改、销号闭环管理，同时将重大隐患上报上级水行政主管部门。包括隐患台账、隐患处理分析、数据查询统计分析等功能。支持在可视化场景中展示各类安全生产隐患信息，查询相关信息，在地图中标识位置。台账应包括排（检）查单位和责任人、时间、隐患部位、隐患内容、隐患等级、治理单位和责任人、应急及治理措施、治理期限、验收单位和责任人、验收时间等。

5.工单管理

将现有水闸设施设备管理标准化，将这项业务所涉及的管理表单、流程、岗位、人员、巡检路线等业务规则内置到系统中，进一步理清管理职责，规范业务流程，支撑业务闭环管理，实现了设施设备“绣花针式”高品质运维管理。记录所有的工单办理过程，历史办理情况可在数据库进行追溯。所有过程均实现可追踪、可管控，减少工单的平均处理耗时。

6.视频监控管理

在大屏监控终端、视频会议终端、PC 监控终端、智能手机终端等场景高效呈现视频图像资源，支持大量高清摄像机实时显示、云台控制、录像操作、回放等视频监控设备管理基础功能，同时支持水雨情信息叠加、水雨风情联动和视频巡查。

（1）视频监控设备管理。具备视频资源接入、管理、调度、转发、播放等一系列基础功能，提供平台级联、大屏上墙、视频会议接入等一系列场景化定制功能。以 B/S 去插件化方式播放视频，兼容市面上常见浏览器，兼容国产浏览器 UOS 系统、银河麒麟系统。同时，结合“一张图”模块，可在一张图显示视频监控设备的位置、在线状态和实时视频。

（2）水雨情信息叠加。结合防汛排涝工作需要，将水位、雨量等信息要素叠加到视频监控图像上，优化信息要素叠加展示方式，同时接入工程水位特征值信息进行对比分析。

（3）水雨风情联动。水位超警戒线时，根据水情超警及雨量超警覆盖范围，智能推送附近相关视频监控信息给用户。

（4）视频巡查。通过视频监控轮询，模拟现场巡检人员巡查工作。

7.移动应用

搭建集任务接收、处理、反馈等功能于一体的移动工作平台，覆盖调度运用、巡视检查、维修养护、隐患排查、工单管理、视频监控等主要业务功能。

14.4.4.2 防洪潮及排涝“四预”系统

建设防洪潮及排涝“四预”系统，具备防汛形势和旱情形势分析功能，自动分析榕江片区河段的潜在防洪风险以及工程实时防洪能力，指标化预判旱情等级、持续时间、受灾程度等。实现防洪预报调度模拟，实现在数字孪生环境中进行不同方案的调度模拟仿真和正向方向推演。实现基于 L2 级数据底板的“四预”信息直观可视化表达，为及时启动调度会商决策、采取调度操作措施、评价调度执行效果等提供智能化的信息支撑服务。

1. 态势感知

态势感知模块依托榕江片区数据底板，利用雨情、水情、险情、工情等“四情”信息，对榕江片区防洪“四情”进行实时监测，分析不同历时降雨量、降雨分布，河道洪峰水位流量、水库蓄水情况，结合工情及险情现状，分析当前的防洪形势。

2. 预报应用

开发洪水预报应用模块，包括降雨预报、洪水预报、预报评估、预报成果管理、预报成果展示等，实现服务于水工程防灾联合调度预报节点需求的水文气象预报模拟功能。

3. 预警应用

根据预报的结果以及预警指标体系，明晰榕江片区河道风险，实现水利行业内部预警信息实时共享，结合知识平台中预警发布规则，及时向防汛责任人、工程管理处责任人等精准发布预警信息，包含预警指标设置、预警判别与提示、预警展示方式、预警对象选择与发布等功能。

4. 调度应用

调度预演一方面是根据预报结果和预警信息，进行水闸实时调度和人工交互调度；另一方面结合大尺度、中尺度、微尺度展示调度过程，基于可视化模型和“四预”数字化场景，实现河道两岸影响区淹没的仿真模拟。

5. 预案应用

基于不同目标下的预演结果，结合历史调度方案及成效，预估方案实施后可

能影响的对象、人员、经济损失等，在全面分析评估的基础上对比提出最优推荐调度方案，并通过可视化手段直观展示，自动形成文本材料，辅助下达调度指令，生成洪水防御预案。

14.4.4.3 工程建设项目管理系统

主要包括首页、综合查询、招标与委托、合同管理、安全生产管理、档案管理等 6 项功能。

1. 首页

主要涵盖导航栏和我的工作，其中首页包括综合查询、招标与委托、合同管理和进度管理的页面进入；我的工作包括我的待办、我的已办、我的待阅、我的已阅、我的收藏、更多等。

2. 综合查询

主要涵盖查询模块可以输入标题、创建人，选择创建时间、分类（合同审批、招标与委托、采购审批等）、类别（待办、待阅、已办、已阅）进行搜索查看。

3. 招标与委托

主要涵盖招标管理、询价管理和委托管理等。具体包括招标立项、委托招标代理、招标文件发布、招标文件澄清与修改新增、中标通知书审批、询价申请、新增询价、询价公告发布、澄清文件公告发布、成交公告发布、委托申请新增等。

4. 合同管理

主要涵盖合同审批、合同综合管理、变更管理和结算管理等功能。具体包括合同列表、合同新增、合同综合信息、变更立项、变更价款、预付款、预付款新增、进度款、进度款新增、支付申请、支付申请新增等。

5. 进度管理

主要涵盖进度计划管理、进度信息采集、进度分析、进度预警等功能。

6. 档案管理

管理整个工程建设过程中的工程图档、档案资料、项目文档、专家经验和通知公告等文档类数据，包括文档检入检出管理、版本管理、分类和编码管理、属性管理、借阅/复制/打印管理、工作流管理、信息检索与查询、信息推送等功能模块。

14.4.4.4 主要工程量清单

表 14.4-6 业务应用系统工程量清单

序号	建设内容	单位	数量	备注
一	水闸运行管理系统			
1	调度运用管理	项	1	
2	巡视检查管理	项	1	
3	维修养护管理	项	1	
4	隐患排查管理	项	1	
5	工单管理	项	1	
6	视频监控管理	项	1	
7	移动应用	项	1	
二	防洪潮及排涝“四预”系统			
1	态势感知	项	1	
2	预报应用	项	1	
3	预警应用	项	1	
4	预演应用	项	1	
5	预案应用	项	1	
三	工程建设项目管理系统			
1	首页	项	1	
2	综合查询	项	1	
3	招标与委托	项	1	
4	合同管理	项	1	
5	进度管理	项	1	
6	档案管理	项	1	

14.4.5 运行环境及安全体系建设

根据要求,该项目业务运行环境将租用汕头市政务云计算、存储及网络资源,用于前端监测感知数据的接收、存储、处理、分析及应用,并租用政务云成熟的网络安全体系,保障该项目数据的安全性和稳定性。

14.4.5.1 运行环境需求

本项目建设的前端物联感知体系将产生大量的监测数据及视频数据,需要较大的存储空间,同时开发的水水闸站运行监控系统、水闸站群联合调度系统、工程建设项目管理系统也将部署在汕头市政务云服务器,租用汕头市政务云计算、存储及网络资源,同时需要申请网路安全设备保障系统及数据安全。

本项目部分数据通过互联网进行传输、存储，为了保障系统的安全性，需配置 1 台前置机用于互联网数据接收，同时需对三个业务系统进行分别部署，并配置数据库服务器，因此需要 3 台服务器虚拟机用于业务系统环境搭建。

高清摄像头每小时录像文件大小按 300MB 计算，则 9 个视频监控设备保留 90 天录像所需的存储空间为 243000MB，考虑约 40%预留空间，总存储空间应为 340,200MB，存储空间可取为 332G，因此本项目需申请的存储空间为 3.4T。

表 14.4 政务云需要租用设备清单

表 14.4-7 政务云工程量清单

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	前置机服务器	台	1	16 核 32G 内存，1T 存储空间
2	业务应用服务器	台	3	16 核 64G 内存，1T 存储空间
3	数据库服务器	台	3	16 核 64G 内存，1T 存储空间
4	视频存储空间	GB	332	满足视频等非结构化数据存储

14.4.5.2 网络安全建设

按照等级保护二级要求，为了保障业务系统的安全，需要配备的设备主要包括：主机安全防护、应用防火墙、综合日志审计等服务，该项安全需求均租用政务云网络安全体系。需要租用的网络安全配置清单如下：

表 14.4-8 网络安全服务租用清单

序号	安全防护类型	数量	单位	备注
1	主机安全防护（基础版）	5	套	主机杀毒软件，前置机 1 套，业务及数据库服务器 6 套
2	云 WAF-Web 应用防火墙（标准型）	1	台	业务应用安全策略控制
3	综合日志审计	1	台	对系统操作进行日志审计
	合计			

14.5 信息资源共享

确保数据信息安全为前提，充分考虑接入汕头市潮阳区榕江片区各级已建的水利信息基础设施，积累、融合、贯通、共享数据，实现以水利信息基础设施为支撑促进信息资源的共享利用。注重数据库平台建设，强化数据整合、处理和分

析，促进信息互联互通，集中共享。

14.5.1 共享数据的内容

1、接入的数据

本项目接入共享的数据对象主要包括：

（1）潮阳区国土局的行政区划、交通道路、重要基础设施、遥感影像等基础空间数据，以及人口、房屋、土地等社会经济数据。

（2）潮阳站水文站的降雨数据，包括测站编码、观测时间、时段降水量等。

2、上报的数据

本项目上报共享的数据对象主要包括：

（1）前端监测数据，包括水位、雨量、水闸安全等数据。

（2）本项目建设的模型库及知识库。

（3）视频监控数据可根据实际需求接入潮阳区榕江片区政务部门的相关视频汇聚平台，实现视频流数据共享。

14.5.2 共享数据的接入方式

本项目相关业务数据，可根据实际需求共享至潮阳区榕江片区相关水务数据平台。按照数据共享和数据对接工作要求，可实现统一的数据接入服务管理。

14.6 系统集成与运行维护

14.6.1 系统集成

系统集成建设主要包括硬件集成、软件集成、数据集成三部分内容。

1、硬件集成

项目中所用的网络设备的接口和模块应符合国家和行业标准，能与水闸运行监控系统、政务云顺利集成。

水闸运行监控管理系统应提供与项目中所用水位计和视频监控设备传输协议相同的接口，与上述类型的监测设备建立连接，同时预留与其他常用类型监测设备连接接口，形成高效可靠易扩展的一体化监测环境。

2、软件集成

由于潮阳区榕江片区暂无已建水利信息化系统，且本项目中的水闸运行监控系统为新建的系统，故水闸运行监控系统暂不考虑与其他信息系统的集成。

水闸运行监控管理系统中各模块之间的集成采用共享用户数据和单点登录方式,后期因业务需要增加的其他信息系统可考虑使用统一门户与水闸运行监控管理系统集成。

3、数据集成

本项目的数据类型包括基础空间数据、水利基础数据、社会经济数据、工程运行管理数据、视频监控数据等,在数据库层面完成数据共享,实现来自不同来源、格式、特点性质的数据在逻辑上或物理上有机地集中。

14.6.2 运行维护

本项目建设完成后,应根据 ITIL 标准进行运行维护管理。运行管理应遵守的主要原则包括:

1、系统的运行管理必须服从统一领导、统一指挥、统一调度、分级管理的原则。

2、各系统的运行管理和维护应明确行政和技术负责人,确保系统的正常、稳定、可靠、安全运行。

3、按照互相配合、联合作业、团结协作、高效服务的原则开展工作,坚决杜绝人为阻碍系统的信息共享、遇到问题相互推诿、人为造成或无故拖延故障检修、协调不当导致系统无法正常运行的事件发生。

在项目建设完成后,应在此项目中投入业务水平高、技术能力强的运维人员和质量控制人员,进行全方位的标准化管理。运维队伍组成人员包括但不限于运维总负责人、运维管理委员会、运维驻点服务人员、技术支持专家、备品备件供应人员、文档管理人员。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）

可行性研究报告

15 海绵城市建设

目录

15 海绵城市建设	15-1
15.1 工程概况	15-1
15.2 设计依据	15-1
15.2.1 法律、法规、规章	15-1
15.2.2 规范、标准	15-1
15.3 海绵城市建设的必要性	15-2
15.4 海绵城市建设原则	15-3
15.5 海绵城市建设目标	15-4
15.6 海绵城市建设主要参数和成果	15-5
15.6.1 径流系数	15-5
15.6.2 初期雨水径流量	15-6
15.7 海绵城市建设措施	15-6
15.7.1 道路海绵城市措施	15-6
15.7.2 水系海绵城市措施	15-7
15.8 海绵城市建设工程的规模和总体布局	15-7
15.8.1 海绵城市建设工程规模	15-7
15.8.2 海绵城市建设工程总体布局	15-9
15.9 海绵城市建设设施的布置及形式	15-9
15.10 海绵城市工程量	15-13
15.11 海绵城市建设施工组织设计	15-13
15.12 海绵城市建设设施运行及维护	15-13
15.13 总结	15-14

15 海绵城市建设

15.1 工程概况

本工程为潮阳榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程一期。项目建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸共 3 宗水闸。

15.2 设计依据

15.2.1 法律、法规、规章

- (1) 《关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发[2013]23 号）；
- (2) 《海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建（试行）》（住建部，2014 年）；
- (3) 《关于做好海绵城市建设试点工作的通知》（财政部、住建部、水利部，2015 年）；
- (4) 《关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75 号）；
- (5) 《住建部办公厅关于印发海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）的通知》（建办城函〔2015〕635 号）；
- (6) 《广东省城市基础设施“十三五”规划—海绵城市专题》（2016）；
- (7) 《关于加快推进城市基础设施建设的实施意见》（粤府办〔2015〕56 号）；
- (8) 《关于推进海绵城市建设的实施意见》（粤府办〔2016〕53 号）；
- (9) 《广东省海绵城市建设管理与评价细则》；
- (10) 《汕头市人民政府《关于加快推进海绵城市建设的工作方案》（汕府办〔2016〕80 号）》；
- (11) 《汕头市海绵城市建设专项规划（2017-2030 年）》。

15.2.2 规范、标准

- (1) 《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345；
- (2) 《城镇给水排水设计规范》GB50788-2002；
- (3) 《室外给水设计标准》GB50013-2018；
- (4) 《室外排水设计标准》GB50014-2021；
- (5) 《建筑给排水设计规范》GB50015；

- (6)《建筑与小区雨水利用技术规范》 GB 50400;
- (7)《城镇内涝防治技术规范》 GB 51222;
- (8)《建筑中水设计规范》 GB50336;
- (9)《城市绿地设计规范》 GB50420;
- (10)《城市道路工程设计规范》 CJJ37;
- (11)《透水水泥混凝土路面技术规程》 CJJ/T135;
- (12)《透水砖路面技术规程》 CJJT188;
- (13)《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T190;
- (14)《透水性水泥混凝土人行道应用技术规程》 SZ-C-B06;
- (15)《城市道路-透水人行道铺设》 10MR204;
- (16)《给水排水构筑物施工及验收规范》 GB 50141;
- (17)《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204;
- (18)《种植屋面工程技术规程》 JGJ155;
- (19)《屋面工程技术规范》 GB50345
- (20)《坡屋面工程技术规范》 GB50693;
- (21)《地下工程防水技术规范》 GB50108;
- (22)《民用建筑节能设计标准》 GB50555。

15.3 海绵城市建设的必要性

通过城市规划、建设的管控，从“源头减排、过程控制、系统治理”着手，综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，统筹协调水量与水质、生态与安全、分布与集中、绿色与灰色、景观与功能、岸上与岸下、地上与地下等关系，有效控制城市降雨径流，最大限度地减少城市开发建设行为对原有自然水文特征和水生态环境造成的破坏，使城市能够像“海绵”一样，在适应环境变化、抵御自然灾害等方面具有良好的“弹性”，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式，有利于达到修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、保障城市水安全、复兴城市水文化的多重目标。

汕头市依托“山、水、城”的自然格局和优良的生态资源本底，坚持走绿色发展道路，在创建国家生态园林城市的同时，融入和突出“海绵城市”理念，全

力打造“水韵山灵新汕头”，实现“旖旎山水卷，园林海绵城”的总体目标，建设自然渗透、自然积存、自然净化的粤东水网海绵城市建设示范典型。

潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目是以排涝泵站建设与改造为重点，结合水闸建设、排涝渠系整治，开展榕江片区农村重点涝区治理，有序推进农村涝区治理。结合主体工程实际情况，在项目建设过程中，充分利用现状自然水体建设湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的低影响开发设施，使其建设应符合城市水系规划等相关规范的要求。

15.4 海绵城市建设原则

（1）尊重水系的自然属性。让人工化的水生态系统重新参与到自然生态系统的循环过程中，按照水域的自然形态修复生态水网。从消除盲沟死水、沟通水系、活化水体、利于排水和生态环境等目标出发，恢复并稳定水系的自然生态功能。

（2）坚持全面规划、统筹兼顾。水系要服从流域、区域水利规划，并与城镇总体规划在发展布局、发展目标、功能划分等方面保持一致，统筹考虑城镇水系的整体性、协调性、安全性和功能性，做到专业规划与总体规划相吻合，同时又是总体规划的完善和补充。水系规划与实施既要全面考虑防洪除涝、水资源配置与供给、水环境治理与保护的各項水利目标，又要兼顾水生态修复、交通、旅游景观以及其他专业规划的要求。同时妥善处理好流域与区域、城镇与农村、开发利用与保护、建设与管理、近期与远期的关系，充分发挥水系综合效益。

（3）坚持以人为本、人水和谐，充分发挥水利公共服务的要求。在充分考虑水资源和水环境承载能力基础上，努力满足人们对水在使用过程中生产生活的物质需要和亲水的心理需要，以及人对水环境观赏的视觉要求和对水文化品赏的精神要求，充分挖掘深厚的历史文化内涵，将城市水景观建设和水文化有机地融合。

（4）坚持水利建设与经济社会发展相协调。水利建设要与经济社会发展、城镇建设和环境建设相协调，并适度超前。建立与经济社会发展相适应的防洪减灾体系，提高区域防御洪涝灾害的能力，大力提升水利基础设施服务于区域经济社会发展的同时，应考虑本地区防洪排涝条件和水资源、水环境的承载能力，与土地资源利用、生态环境建设、水资源配置的有机结合，合理安排城市发展与

产业布局，为大力推进经济社会与资源环境的协调发展、建设更高水平全面小康社会和基本现代化提供支撑和保障。

(5) 坚持因地制宜、突出重点。强调水系布局的总体研究，突出骨干河道、重点区域的保护和治理；统筹考虑城市水系的安全性、生态性、公共性、系统性和特色化原则，在满足防洪排涝安全的前提下，以改善城镇水环境、水生态为重点，兼顾河道景观、航运及旅游休闲等功能。

(6) 要资源配置最优化。合理利用水利资源，通过疏浚河道卡口、束窄段，打通“断头河”，增设引排泵站和控制涵闸，恢复、完善城镇水系，实现区域水资源及水环境容的优化配置，用较少的工程投资提高水安全、水资源的保障能力，改善水环境，达到环境质量、生态效益、经济效益及社会效益的统一。

15.5 海绵城市建设目标

潮阳区榕江片区以城镇乡村为主。目前，片区内存在河漫滩被农田侵占，岸边带生态环境破坏，农业面源污染，饮用水资源不足，部分中小河流防洪标准较低，河段堤防缺失，特殊的地形地貌加上现有排涝能力水平易形成内涝。通过海绵城市建设，有利于提高该片区防洪排涝标准，修复生态岸线，减少农业面源污染，提升水环境质量。

根据《广东省海绵城市“十三五”规划》、《广东省海绵城市建设管理与评价细则》，考虑汕头市城市特征和海绵城市建设需求，并结合本工程项目建设实际情况，海绵城市建设目标如下表 15-1 所示。

表 15-1 海绵城市建设目标

类别	指标名称	现状	2030 年	指标类型
水生态	年径流总量控制率	36.60%	70%	约束性
	生态岸线比例	40%	70%	约束性
	不透水地表面积比例	—	新建项目不宜大于 40%，改建项目不宜大于 70%且不大于改造前	指导性
	城市热岛效应	—	明显缓解	指导性
水环境	水环境质量	劣 V 类-II	黑臭水体消除率 95%，地表水水质优良（达到或优于Ⅲ类）比例大于 75%，地下水水质维持	约束性

			稳定。	
	雨污分流比例	—	旱季合流制管道不得有污染物进入水体	指导性
	年径流污染控制率	—	50%	约束性
	合流制溢流频率	—	雨水排放口或截留管溢流口应设置生态化处理设施	指导性
水资源	再生利用率	部分企业已推行	不低于 20%	约束性
	雨水资源利用率	—	不低于 5%	约束性
	公共供水管网漏损率	—	低于 8%	指导性
水安全	城市排水防涝标准	官网重现期低于 2 年一遇	有效应对不低于 30 年一遇暴雨；雨水管网设计重现期 2-5 年一遇	约束性
	城市防洪标准	≤100 年	50-100 年一遇（支流 10-20 年）	约束性
自然生态空间管控	天然水面保持率	100%	100%	指导性
	蓝线（水面率）	9.60%	11.80%	约束性
	绿线（绿化率）	43.98%	已划定	约束性
	生态控制线	—	—	指导性

15.6 海绵城市建设主要参数和成果

15.6.1 径流系数

不同种类下垫面的径流系数应依据实测数据确定，当缺乏资料时，可参照下表 15.6-1 取值，综合径流系数应按下垫面种类加权平均计算：

$$\psi_z = \frac{\sum F_i \psi_i}{F}$$

式中， ψ_z ——综合径流系数；

F——汇水面积（m²），按水平投影面积计算；

F_i——汇水面上各类下垫面面积（m²）；

ψ_i ——各类下垫面的径流系数；

表 15-2 径流系数取值表

汇水面种类	雨水量径流系数 ψ	流量径流系数 ψ
绿化屋面（绿色屋顶，基质层厚度≥300mm）	0.30-0.40	0.4
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80-0.90	0.85-0.95

铺石子的平屋面	0.60-0.70	0.80
混凝土或沥青路面及广场	0.80-0.90	0.85-0.95
大块石等铺砌路面及广场	0.50-0.60	0.55-0.65
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45-0.55	0.55-0.65
级配碎石路面及广场	0.40	0.40-0.50
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40	0.35-0.40
非铺砌的土路面	0.30	0.25-0.35
绿地	0.15	0.10-0.20
水面	1.00	1.00
地下建筑覆土绿地(覆土厚度 $\geq 500\text{mm}$)	0.15	0.25
地下建筑覆土绿地(覆土厚度 $< 500\text{mm}$)	0.30-0.40	0.40
透水铺装地面	0.08-0.45	0.08-0.45
下沉广场(50年及以上一遇)	—	0.85-1.00

本工程建设范围内的各个水闸可部分采用透水铺装地面,综合径流系数取值 $\psi_z = 0.30$ 。

15.6.2 初期雨水径流量

初期雨水径流量应按下式计算:

$$W_i = 10 \cdot \delta \cdot F$$

式中: W_i ——雨水初期径流量, m^3 ;

δ ——初期净流厚度, mm ;

F ——汇水面积, hm^2 。

本工程建设范围内的各个水闸初期雨水径流量取值 $W_i = 15\text{m}^3$ 。

15.7 海绵城市建设措施

15.7.1 道路海绵城市措施

本工程建设范围内的各个水闸的道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输,经截污等预处理后引入道路红线内、外绿地内,并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施进行处理。

(1) 人行道和非机动车道应采用透水铺装,非机动车道的透水铺装路面除应具有就较好的透水、透气性之外,还应考虑其抗拉抗压的强度。

(2) 在人行道绿化带、分车带以及红线外绿地内设置生态滞留设施,使路

面径流先汇入各生态滞留设施，其进水口的设置应根据场地的现状条件，在进水口处设置截污消能设施，应在生态滞留设施内设置雨水溢流设施，超量径流溢流入市政雨水收集系统。

15.7.2 水系海绵城市措施

城市水系在城市排水、防涝、防洪及改善城市生态环境中发挥着重要作用，是城市水循环过程中的重要环节，湿塘、雨水湿地等低影响开发末端调蓄设施也是城市水系的重要组成部分，同时城市水系也是超标雨水径流排放系统的重要组成部分。

(1) 充分利用现状自然水体建设湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的低影响开发设施。

(2) 处理好城市滨水绿地、水面和周围用地之间的竖向高程关系，便于雨水进入水体。

(3) 结合城市滨水绿地设置植被缓冲带等截污滞蓄设施，防止城市水系污染。

(4) 结合现状条件，建设亲水性建设驳岸，并根据要求，选择当地适宜的湿生和水生植物。

15.8 海绵城市建设工程的规模和总体布局

15.8.1 海绵城市建设工程规模

15.8.1.1 以渗透为主要功能的设施规模计算

对于生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施，设施规模应按照以下方法进行计算。对透水铺装等仅以原位下渗为主、顶部无蓄水空间的渗透设施，其基层及垫层空隙虽有一定的蓄水空间，但其蓄水能力受面层或基层渗透性能的影响很大，因此透水铺装可通过参与综合雨量径流系数计算的方式确定其规模。

(1) 渗透设施有效调蓄容积

$$V_s = V - W_p$$

式中， V_s ——渗透设施有效调蓄容积，包括设施顶部和结构内部蓄水空间的容积， m^3 。

V——渗透设施进水量， m^3 。

W_p ——渗透量， m^3 。

(2) 渗透设施渗透量

$$W_p = KJ A_s t_s$$

式中， W_p ——渗透量， m^3 。

K——土壤（原土）渗透系数， m/s 。

J——水力坡降，一般可取 $J=1$ 。

A_s ——有效渗透面积， m^2 。

t_s ——渗透系数，s，指降雨过程中设施的渗透历时，一般可取 $2h$ 。

渗透设施的有效渗透面积应按下列要求确定：

- (1) 水平渗透面按投影面积计算；
- (2) 竖直渗透面按有效水位高度的 $1/2$ 计算；
- (3) 斜渗透面按有效水位高度的 $1/2$ 所对应的斜面实际面积计算；
- (4) 地下渗透设施的顶面积不计。

15.8.1.2 以调节为主要功能设施规模计算

调节塘、调节池等调节设施，以及以径流峰值调节为目标进行设计的蓄水池、湿塘、雨水湿地等设施的容积应根据雨水管渠系统设计标准、下游雨水管道负荷（设计过流流量）及入流、出流流量过程线，经技术经济分析合理确定，调节设施容积按下式进行计算。

$$V = \text{Max} \left[\int_0^T (Q_{in} - Q_{out}) dt \right]$$

式中：V——调节设施容积， m^3 ；

Q_{in} ——调节设施的入流流量， m^3/s ；

Q_{out} ——调节设施的出流流量， m^3/s ；

t——计算步长，s；

T——计算降雨历时，s。

15.8.1.3 以转输与截污净化为主要功能的设施规模计算

植草沟等传输设施的计算方法如下：

- (1) 根据总平面图布置植草沟并划分各段的汇水面积。

- (2) 根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021) 确定排水设计重现期，参考《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》(试行)“2.2 流量法” 计算设计流量 Q 。
- (3) 根据工程实际情况和植草沟设计参数取值，确定各设计参数。

15.8.2 海绵城市建设工程总体布局

(1) 城市道路低影响开发雨水系统典型流程如下图 15.8-1 所示。

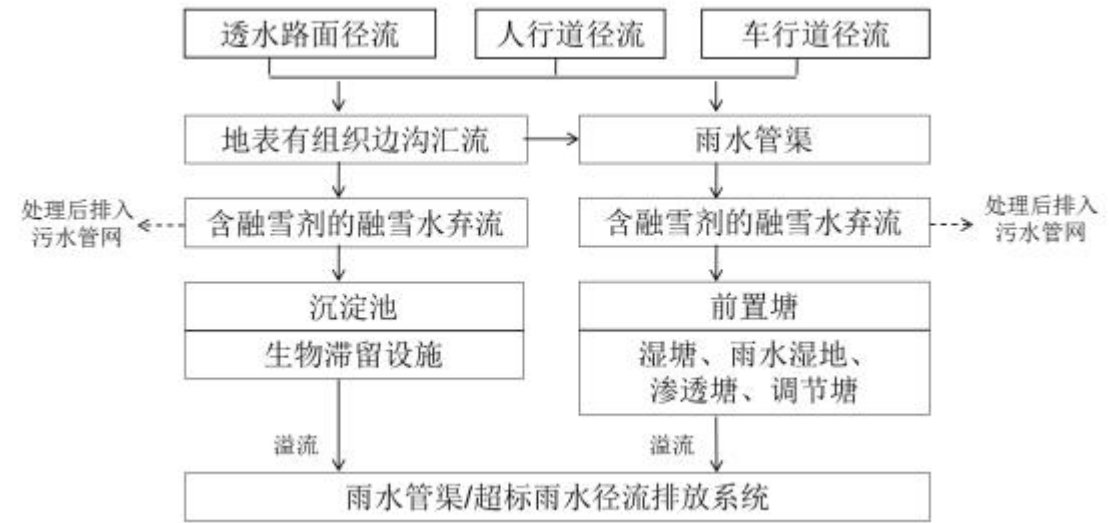


图 15.8-1 城市道路低影响开发雨水系统典型流程

(2) 城市水系低影响开发雨水系统典型流程如下图 15.8-2 所示。

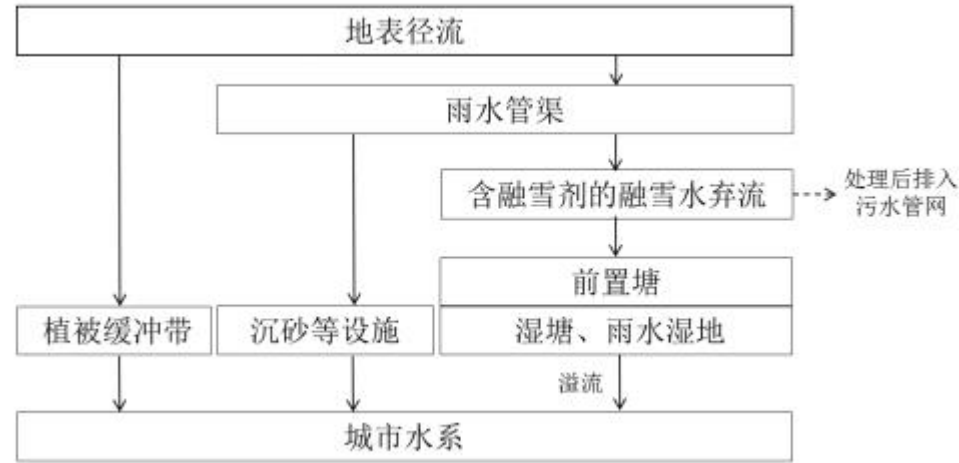


图 15.8-2 城市水系低影响开发雨水系统典型流程

15.9 海绵城市建设设施的布置及形式

结合本工程实际情况，海绵城市建设设施主要包括以下几种形式：透水铺装、

生物滞留设施、湿塘、雨水湿地、植草沟、植被缓冲带等。

(1) 透水铺装

透水铺装按照面层材料不同可分为透水砖铺装、透水水泥混凝土铺装和透水沥青混凝土铺装，嵌草砖、园林铺装中的鹅卵石、碎石铺装等也属于渗透铺装。

透水砖铺装典型构造如图 15.9-1 所示。

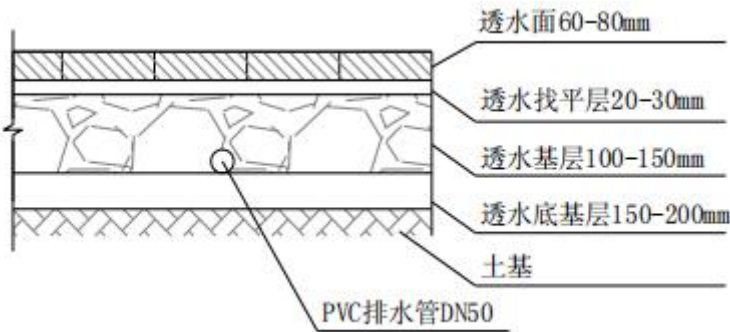


图 15.9-1 透水铺装典型结构示意图

(2) 生物滞留设施

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施，按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

简易型和复杂型生物滞留设施典型构造如图 15.9-2~3 所示。

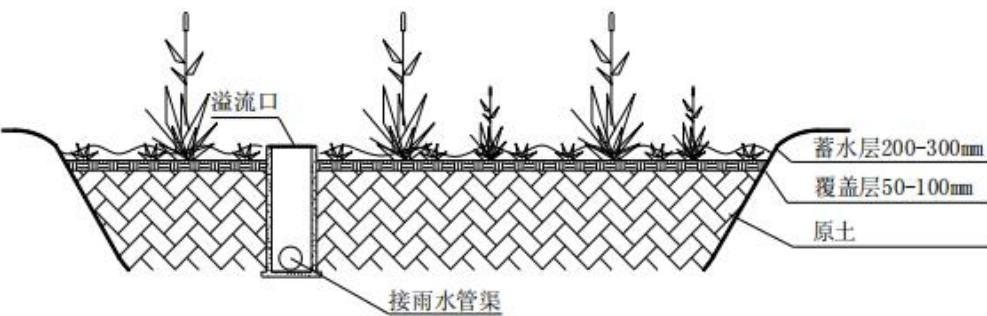


图 15.9-2 简易型生物滞留设施典型构造示意图

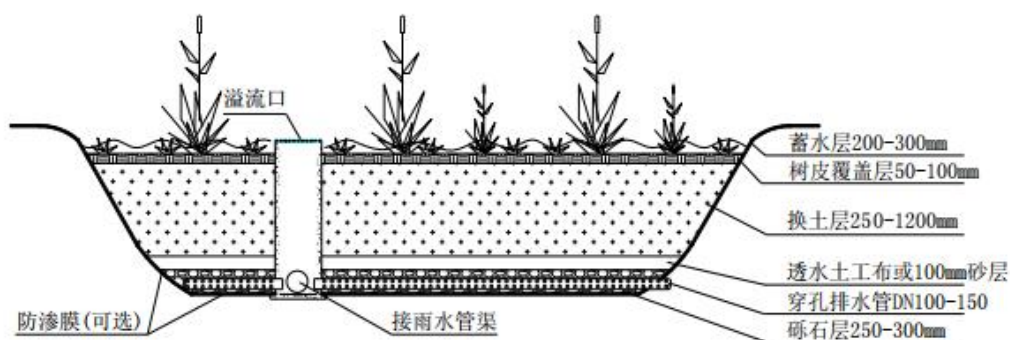


图 15.9-3 复杂型生物滞留设施典型构造示意图

(3) 湿塘

湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体，雨水同时作为其主要的补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体，即平时发挥正常的景观及休闲、娱乐功能，暴雨发生时发挥调蓄功能，实现土地资源的多功能利用。

湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。湿塘的典型构造如图 15.9-4 所示。

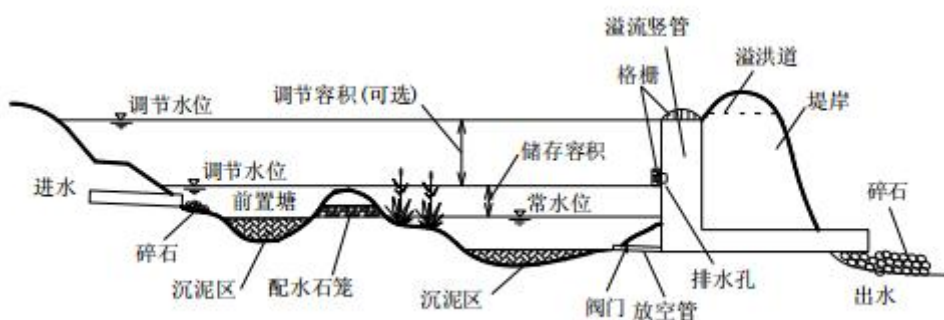


图 15.9-4 湿塘典型构造示意图

(4) 雨水湿地

雨水湿地利用物理、水生植物及微生物等作用净化雨水，是一种高效的径流污染控制设施，雨水湿地分为雨水表流湿地和雨水潜流湿地，一般设计成防渗型以便维持雨水湿地植物所需要的水量，雨水湿地常与湿塘合建并设计一定的调蓄容积。

雨水湿地与湿塘的构造相似，一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。雨水湿地典型构造如图 15.9-5 所示。

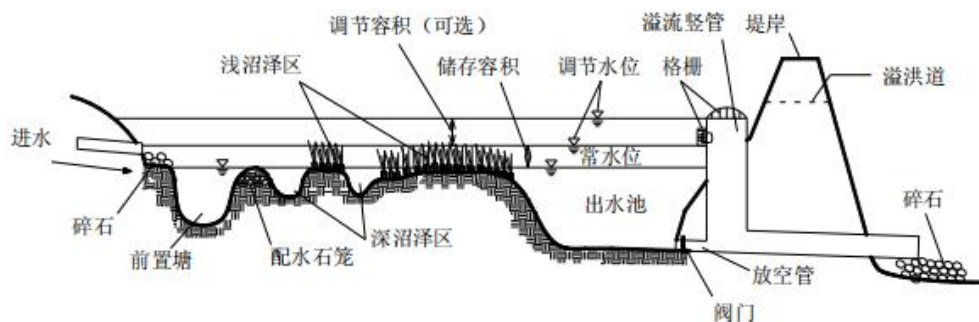


图 15.9-5 雨水湿地典型构造示意图

(5) 植草沟

植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。除转输型植草沟外，还包括渗透型的干式植草沟及常有水的湿式植草沟，可分别提高径流总量和径流污染控制效果。

转输型三角形断面植草沟的典型构造如图 15.9-6 所示。

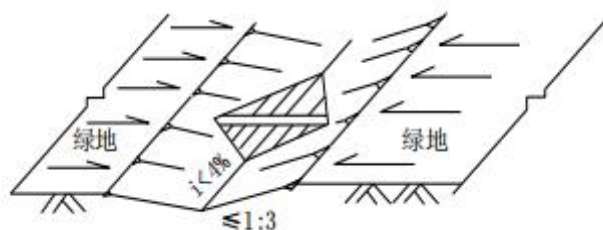


图 15.9-6 转输型三角形断面植草沟典型构造示意图

(6) 植被缓冲带

植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物，植被缓冲带坡度一般为 2%-6%，宽度不宜小于 2m。植被缓冲带典型构造如图 15.9-7 所示。

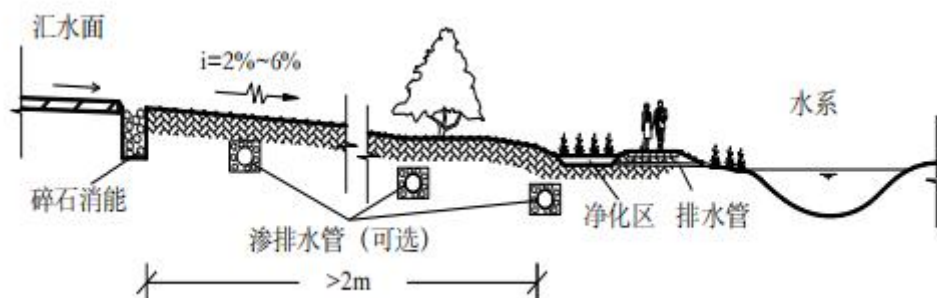


图 15.9-7 植被缓冲带典型构造示意图

15.10 海绵城市工程量

经统计，潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）中涉及的3宗中型水闸对应的海绵城市建设工程措施工程量已计入主体工程设计，与主体工程同时施工。

15.11 海绵城市建设施工组织设计

根据《汕头市海绵城市建设技术导则》，海绵城市建设施工需结合主体工程施工进度及防护要求来制定，并满足以下相关规定：

（1）海绵城市相关设施的施工单位应具备相应的施工资质。从事施工的技术管理人员、作业人员应认真学习并执行国家、广东省、汕头市现行有关海绵城市的法律、法规、标准、规范。

（2）海绵城市相关工程的规模、竖向、平面布局等应严格按施工图进行控制。

（3）海绵城市建设工程施工项目质量控制应有相应的施工技术标准、质量管理体系、质量控制和检验制度。

（4）海绵城市建设设施所用原材料、半成品、构（配）件、设备等产品，进入施工现场时必须按相关要求进行现场验收。

（5）施工现场应做好水土保持措施，减少施工过程对场地及其周边环境的扰动和破坏。

15.12 海绵城市建设设施运行及维护

根据《汕头市海绵城市建设技术导则》，海绵城市建设设施运行及维护应符合以下相关规定：

（1）海绵城市建设设施应制定相应的运行维护管理制度、岗位操作手册、设施和设备保养手册和事故应急预案，并应定期修订。

（2）海绵城市建设设施应有专职运行维护和管理人员，各岗位运行维护和管理人员应经过专业培训后上岗。

（3）应定期对设施进行日常巡查，在雨季来临前和雨季期间，应加强设施的检修和维护管理，保障设施正常、安全运行。

（4）应建立海绵城市设施数据库和信息技术库，通过数字化信息技术手段，

进行科学规划、设计，并为海绵城市设施建设与运行提供科学支撑。

15.13 总结

根据汕头市住房和城乡建设局印发的《关于印发<汕头市海绵城市建设豁免清单（试行）的通知>》（汕住建通[2024]15号），本项目属于“河口涵洞、水闸新建或改建、加固工程”，在该文件海绵城市建设豁免清单内，因此本项目不需进行海绵城市建设。

本项目3宗中型水闸的建设是完善潮阳榕江片区排涝体系、解决片区洪涝灾害、构建海绵城市、保障潮阳人民生命财产安全的重要举措，项目风险水平较低，经济及技术上可行，建议本次项目尽快实施。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

16 投资估算

目录

16 投资估算	16-3
16.1 工程概况	16-3
16.2 主要投资指标	16-3
16.3 工程部分投资估算编制	16-3
16.3.1 编制原则和依据	16-3
16.3.2 基础单价	16-4
16.3.3 单价费率	16-5
16.3.4 分部工程估算编制	16-6
16.3.5 预备费	16-8
16.4 工程占地补偿投资估算编制	16-8
16.5 水土保持工程投资估算编制	16-8
16.6 环境保护工程投资估算编制	16-8
16.7 信息化工程投资估算编制	16-8
16.8 投资估算汇总表	16-8

16 投资估算

16.1 工程概况

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）主要为金灶镇、西胪镇、河溪镇三镇中型水闸重建及修缮，一期工程拟重建大塭水闸、河溪排洪闸及修缮西胪港大闸。

主体建筑总工程量：土方开挖 42267m³，土石方填筑 27831m³，砼 18052m³，钢筋 1508t，模板 17387m²。

主要材料总用量：水泥 24891t，钢筋 1775t，商品砼 22300m³，块石 21955m³，碎石 10924m³，砂 10648m³，柴油 291t，汽油 12t。

主要工日数量：106752 工日。

施工总工期：12 个月。

16.2 主要投资指标

本工程总投资为 15325.35 万元，其中工程部分投资为 13474.84 万元（大塭水闸投资 6981.28 万元，河溪排洪闸投资 4259.40 万元，西胪港中闸投资 2234.16 万元），临时征地补偿工程投资为 148.29 万元，环境保护工程投资为 147.25 万元，水土保持工程投资为 79.53 万元，信息化工程投资为 1475.44 万元。

16.3 工程部分投资估算编制

16.3.1 编制原则和依据

1)广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文发布的《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》（以下简称《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》及《广东省水利水电工程施工机械台班费定

额》，缺项部分参考其他定额；

2) 广东省水利厅关于调整《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》增值税销项税税率的通知（粤水建设[2019]9号）；

3) 广东省水利水电工程造价定额站《关于我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的勘误及补充说明》（粤水造价函[2018]3号）；

4) 广东省水利厅文件《广东省水利厅关于做好水利工程施工扬尘污染防治工作有关事项的通知》（粤水建管[2018]58号）；

5) 广东省水利厅文件《广东省水利厅关于调整水利工程计价依据安全生产措施费计算标准的通知》粤水建设函〔2023〕348号；

6) 国家计委关于加强对基本建设大中型项目估算中“价差预备费”管理有关问题的通知（计投资[1999]1340号）；

7) 水利水电工程设计工程量计算规定（SL328-2005）；

8) 广东省水利厅文件《广东省水利厅关于公布广东省地方水利水电工程定额次要材料预算价格（2024年）的通知》；

9) 《汕头市潮阳区 2025 年第一季度材料综合价格表》；

10) 可行性研究报告及图纸。

16.3.2 基础单价

16.3.2.1 人工预算单价

按《编规》规定，人工预算单价技工为 98.3 元/工日，普工为 70.4 元/工日（三类工资区）。

16.3.2.2 材料预算价格

1) 主要材料预算价格

主要材料预算价按潮阳区 2025 年第一季度除税信息价。

42.5R 水泥 345.56（300）元/t（括号内为限价，下同），钢筋 3276.78（3000）

元/t, 砂 189.28 (65) 元/m³, 碎石 119.55 (75) 元/m³, 毛石 148.01 (70) 元/m³。

0#柴油 7498.45 (5100) 元/t, 92#汽油 8420 (5100) 元/t。

2) 其他材料预算价格

其他材料预算价格按广东省水利厅公布的 2024 年广东省水利水电工程定额次要材料预算指导价格及汕头市潮阳区 2025 年第一季度材料综合价格。

16.3.2.3 施工用电、水、风预算价格

参考潮阳区 2025 年第一季度除税信息价及《编规》规定, 施工电价: 0.64 元/kWh, 施工用水: 5.68 元/m³, 施工用风: 0.15 元/m³。

16.3.2.4 施工机械台班费

根据《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》及人工预算单价和动力燃料价格进行计算。

16.3.2.5 混凝土材料单价

本工程砼采用商品砼, 价格参考汕头市潮阳区 2025 年第一季度商品砼信息价。

16.3.3 单价费率

16.3.3.1 其他直接费

建筑工程按基本直接费的 5.0% 计算, 设备安装工程按基本直接费的 5.7% 计算。

16.3.3.2 间接费

以直接费为计算基础, 土方开挖工程取 9.5%、土石方填筑工程取 12.5%、混凝土工程按 10.5%、钢筋加工安装工程取 6%、模板工程取 10.5%、基础处理及锚固工程取 9.5%、疏浚工程取 7.5%、管道工程取 9.5%、植物措施工程取 8.5%、其他工程取 10.5% 计算; 设备安装工程按人工费的 70% 计算。

16.3.3.3 利润

按直接费与间接费之和的 7%计算。

16.3.3.4 税金

按直接费、间接费与利润之和的 9%计算。

16.3.4 分部工程估算编制

16.3.4.1 建筑工程

- 1) 主体建筑工程：按设计工程量乘以工程单价进行计算。
- 2) 房屋建筑工程：管理房根据设计的建筑面积，采用指标法进行计算；室外工程按设计工程量乘以工程单价进行计算。
- 3) 其他建筑工程：按主体建筑工程投资的 3%进行计算。

16.3.4.2 机电设备及安装工程

- 1) 机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程投资，按设备工程量乘以单价进行计算。
- 2) 设备价：主要机电及金结设备价格采用厂家的咨询价并结合近期类似水电工程招标情况综合分析确定。水泵、电动机按厂家咨询价，平板钢闸门 1.3 万元/t（含防腐，下同），闸门埋件 1.2 万元/t，拦污栅 1.1 万元/t，拦污栅槽 1.0 万元/t。

16.3.4.3 施工临时工程

- 1) 施工导流工程按设计工程量乘以工程单价进行计算。
- 2) 临时交通工程按设计工程量乘以工程单价进行计算。
- 3) 临时房屋建筑工程面积由施工组织设计确定，按单位造价指标进行计算。
- 4) 施工场地工程按设计工程量乘以工程单价进行计算。
- 5) 施工降排水工程按设计工程量乘以工程单价进行计算。

6) 安全生产措施费按一至四部分建安工作量（不包括安全生产措施费、其他施工临时工程）的 3% 计算。

7) 其他施工临时工程按工程第一至第四部分建筑安装工作量（不包括其他施工临时工程）的 1.5% 计算。

16.3.4.4 独立费用

1) 建设管理费：建设单位开办费不计；建设单位人员费和项目管理费按一至四部分建安工作量为计算基数，按差额定率累进法计算，不需要新组建建设单位，费率乘以系数 0.6。

2) 招标业务费参照国家发展计划委员会《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980 号）的规定计算。

3) 经济技术咨询费按一至四部分投资合计为计算基数，按差额定率累进法计算。

4) 工程建设监理费参照国家发改委、建设部《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670 号）的规定计算。

5) 工程造价咨询服务费按《编规》“附录 10 工程造价咨询服务收费标准参考表”中的“施工阶段全过程造价咨询”收费标准计算。

6) 生产准备费：生产及管理单位提前进厂费不计；生产职工培训费不计；管理用具购置费不计；备品备件购置费按设备费的 0.4% 计算；工器具及生产家具购置费不计。

7) 工程勘测设计费：前期工程勘测费参照《国家发展改革委、建设部关于印发〈水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定〉的通知》（发改价格〔2006〕1352 号）的规定计算；可行性研究报告编制费参照《国家计委关于印发〈建设项目前期工作咨询收费暂行规定〉的通知》（计价格〔1999〕1283 号）的规定计算；初步设计、招标设计及施工图设计阶段勘测设计费参照《国家计委和建设部关于发布〈工程勘察设计收费管理规定〉的通知》（计价格〔2002〕10 号）的规定计算。

8) 其他：工程质量检测费按一至四部分建安工作量的 1% 计算；工程保险费按

一至第四部分投资合计的 0.45% 计算；防汛物资备料按设计工程量乘以工程单价进行计算。

16.3.5 预备费

基本预备费：按一至五部分投资合计数的 10% 计算。

价差预备费：根据计投资[1999]1340 号文规定，本工程暂不计算价差预备费。

16.4 工程占地补偿投资估算编制

工程占地补偿投资估算编制详见建设征地与移民安置章节报告。

16.5 水土保持工程投资估算编制

水土保持工程投资估算编制详见水土保持工程章节报告。

16.6 环境保护工程投资估算编制

环境保护工程投资估算编制详见环境保护工程章节报告。

16.7 信息化工程投资估算编制

信息化工程投资估算编制详见信息化工程章节报告。

16.8 投资估算汇总表

表 16.8-1 投资估算汇总表

序号	工程或费用名称	大塭水闸 (万元)	西胪港中闸 (万元)	河溪排洪闸 (万元)	合计 (万元)
一	第一部分 建筑工程	4067.97	1210.05	2624.67	7902.69
二	第二部分 机电设备及安装工程	193.86	95.14	108.91	397.91
三	第三部分 金属结构设备及安装工程	241.93	136.22	187.72	565.87
四	第四部分 施工临时工程	761.92	229.9	297.97	1289.79
五	第五部分 独立费用	1080.94	359.75	652.91	2093.60
	一至五部分投资合计	115.55	41.44	75.36	232.35
	基本预备费	29.12	13.39	20.53	63.04
I	工程部分静态总投资	215.46	76.16	138.69	430.31
II	临时征地补偿工程静态投资				148.29
III	环境保护工程静态投资				147.25
IV	水土保持工程静态投资				79.53
V	信息化工程静态投资				1475.44
	静态总投资 (I+II+III+IV+V 合计)	6981.28	2234.16	4259.40	15325.35

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

17 经济评价

目录

17 经济评价	17-1
17.1 概述	17-1
17.1.1 工程概述	17-1
17.1.2 经济评价依据	17-1
17.1.3 基本参数	17-1
17.2 费用计算	17-1
17.2.1 工程投资	17-2
17.2.2 年运行费	17-2
17.2.3 流动资金	17-2
17.3 综合效益分析	17-3
17.3.1 社会效益	17-3
17.3.2 经济效益	17-3
17.3.3 生态效益	17-4
17.3.4 环境效益	17-4
17.4 国民经济评价	17-4
17.4.1 基本参数	17-4
17.4.2 评价方法	17-5
17.4.3 指标计算结果	17-6
17.5 综合评价	17-8

17 经济评价

17.1 概述

17.1.1 工程概述

本工程位于汕头市潮阳区，主要涉及金灶镇，西胪镇、河溪镇，工程位于榕江流域下游，涉及榕江支流主要有潮水溪、西胪水、河溪水等。项目建设内容中含大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸，共 3 座水闸工程。本次大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸等别均为Ⅲ等，工程规模为中型。

17.1.2 经济评价依据

效益分析与经济评价主要参照《水利建设项目经济评价规范》(SL 72-2013)、《已成防洪工程经济效益分析计算及评价规范》(SL 206-2014)，并参照《建设项目经济评价方法与参数》（第三版，2006 年国家发改委、建设部颁发）以及国家现行的财税制度进行。

17.1.3 基本参数

- 1) 计算基准点：采用开工第一年年年初；
- 2) 社会折现率：根据《建设项目经济评价方法与参数》（第三版），对于受益期较长，远期效益大，风险较小的项目，社会折现率可适当降低，但不应低于 6%，结合本工程的实际情况考虑，社会折现率取 8%。
- 3) 经济计算期：按照本工程施工组织设计，本工程建设期取 1 年，运行期 30 年，计算期为 31。

17.2 费用计算

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程

（一期）项目的费用，是指治理工程在建设期和运行期所需投入人力、物力和财力等所有投入的货币表示，主要包括固定资产投资、流动资金及年运行费等。

17.2.1 工程投资

本工程总投资为 15325.35 万元，其中工程部分投资为 13474.84 万元（大塍水闸投资 6981.28 万元，西胪港中闸投资 2234.16 万元，河溪排洪闸投资 4259.40 万元），临时征地补偿工程投资为 148.29 万元，环境保护工程投资为 147.25 万元，水土保持工程投资为 79.53 万元，信息化工程投资为 1475.44 万元。

按照《水利建设项目经济评价规范》(SL 72-2013)，国民经济评价的投资编制应在工程设计投资概算的基础上按影子价格进行调整计算。按《水利建设项目经济评价规范》(SL 72-2013)要求，在工程投资中剔除计划利润、税金、建贷利息等属于国民经济内部转移支付费用，按照投资概算成果，各项费用按影子价格进行调整，本工程调整后的国民经济经济总投资价格为 14712.34 万元，工程拟在 1 个施工年完成固定资产投资。

调整后投资为 13030.46 万元，静态投资减少 613.01 万元。

17.2.2 年运行费

本工程年管理运行费包括工程维护费、材料燃料动力、防汛抢险费、汛期水情监测费用等。根据工程管理章节，本工程工程管理年运行费为 291.01 万元/年。

17.2.3 流动资金

流动资金包括维持项目正常运行所需购买燃料、材料、备品、备件和支付职工工资等的周转资金，根据本工程特点，参照类似项目分析确定，流动资金按年运行费的 10%估算，为 19.10 万元，流动资金在运行期第一年一次性投入，在计算期末一次性回收。

17.3 综合效益分析

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）项目效益主要包括社会效益、经济效益和环境效益，本次治理工程国民经济评价仅计入经济效益。

17.3.1 社会效益

本工程通过在工程范围内采用一定的防治措施（包含工程措施和非工程措施），可产生一定的社会效益，主要表现在：减少受灾人口和伤亡人员：减轻人们的精神负担和心理创伤：维持社会秩序，保证社会正常的生产和生活秩序：改善居民生产生活环境，提升居民生活品质：改善投资环境，使流域内社会经济稳步发展；保护重要基础设置（如公路、通信、电力），促进小流域经济社会可持续发展。

通过工程的建设，可改善乡镇河道水环境，工程沿线的建设将成为乡镇文化的一道美丽的风景线，给人民以舒适的环境安居乐业，为人民休闲娱乐提供去处，具有美化环境效益。同时，优美的自然风光形成独具风格的乡镇旅游文化景观，为社会主义现代化建设注入了更多的文化内涵，提升人民对乡镇的归属感和认同感，加强乡镇凝聚力，促进社会和谐稳定发展。

尽管工程社会效益很大，但目前难以量化，所以本次国民经济评价不将其计入经济效益。

17.3.2 经济效益

经济效益分析，通常按有、无项目对比可获得的直接效益和间接效益计算。防洪治涝工程的经济效益是以减免水灾损失值表示，主要表现为工程建成后，减免水灾带来的企业停工停产，商业停业、交通中断、房屋设施及居民家庭其他财产损坏等损失。

本次工程建成后主要解决片区内的排涝、挡潮等问题，考虑到所搜集到的片区

内历史洪灾损失资料，再分析本工程建成后的重要性及所带来的经济效益，洪涝灾害单位综合损失指标采用 1000 元/亩。根据单位综合损失指标和受灾面积，用洪灾损失频率曲线法计算多年平均防洪治涝效益。经计算，多年平均防洪治涝效益约为 1780 万元/年，并按照每年 1%逐年递增。

17.3.3 生态效益

生态效益包含直接使用价值、间接使用价值、选择价值和存在价值，本次生态效益计算主要按其直接使用价值计算，即人类生活和生产用水，水产品以及以生态环境为基础的娱乐，风景等，通过其产品的市场价格来估计。工程的生态环境效益显著，但目前难以量化，所以本次国民经济评价不将其计入经济效益。

17.3.4 环境效益

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）项目环境效益显著，主要体现在：保护项目区宝贵的土地资源，减少水土流失，保护树林植被，保护水质和自然景观，改善人居环境等。另外，通过提高流域内植被覆盖率可大大减少河道输沙量，促进水环境改善。工程的建设有利于当地维护区域水生态平衡，为当地动植物提供更为有利的繁衍空间，使浮游动植物和底栖动物有合适的生境，在保障安全的前提下，结合潮南区城市建设需要，更加注重生态、景观、亲水效果，使人水更加和谐。工程的环境效益显著，但目前难以量化，所以本次国民经济评价不将其计入经济效益。

17.4 国民经济评价

17.4.1 基本参数

国民经济评价中，主要计算参数包括社会折现率、计算价格、计算期、计算基准年和基准点。

(1) 社会折现率

根据《建设项目经济评价方法与参数》(第三版, 2006 年国家发改委、建设部颁发), 社会折现率宜采用当前国家规定的 8%。

(2) 计算价格

按照国民经济评价的原则应采用影子价格, 考虑到目前国内市场价格基本反映了影子价格, 按《水利建设项目经济评价规范》(SL 72-2013)要求, 在工程投资中剔除计划利润、税金、建贷利息等属于国民经济内部转移支付费用, 并参考类似工程, 影子系数取 0.96。估算投资采用报告编制期末上半年物价水平。

(3) 计算期

经济评价计算期为施工期与运行期之和。根据《水利建设项目经济评价规范》(SL 72-2013)有关规定, 正常运行期计算时间为 30~50 年, 本工程取 30 年; 本工程施工期为 12 个月, 按 1 年计算, 则经济评价计算期为 31 年。

(4) 基准年和基准点

资金时间价值计算的基准点选在计算期第 1 年, 并以第 1 年年初作为折现计算的基准点, 故本次计算基准年选为建设期第一年年初, 投入的费用和产出的效益均按年末发生和结算。

17.4.2 评价方法

1) 内部收益率(EIRR): 项目从第 2 年开始产生效益, 采用下式进行计算:

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

EIRR: 内部收益率

B: 年效益, 万元

C: 年费用, 万元

n: 计算期, 年

2) 经济净现值(ENPV): 项目从建成后开始产生效益, 将每一年度的现金流入和

支出以 8%的折现率折算为投资年的现值，所得到的现金流量总和即是经济净现值。

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

i_s : 社会折现率，取 8%进行计算。

3) 效益费用比(EBCR): 采用效益和费用的现值的比值作为效益费用比。

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

17.4.3 指标计算结果

国民经济评价采用经济内部收益率、经济净现值和经济效益费用比三个指标来评价项目的合理性。经计算，当社会折现率采用 8%时，各计算指标均达到要求：经济内部收益率为 10.58%，大于社会折现率 8%；经济净现值为 3712.97 万元，大于 0；效益费用比 1.22>1，说明国家及当地有关部门为这个项目付出投资后，得到符合社会折现率的社会收益，本项目对国民经济是有利的。工程经济效益费用流量结果见表 17.4-1，国民经济评价成果表见 17.4-2。

表 17.4-1 工程经济效益费用流量表

序号	年份	建设期	运行期							合计
		1	2	3	4	5~27	29	30	31	
1	效益流量	0	1780	1797.8	1815.778		2328.61	2351.90	2404.52	61946.21
1.1	工程效益		1780	1797.8	1815.778		2328.61	2351.90	2375.42	61917.11
1.2	土地增益效益									0.00
1.3	回收固定资产余值									0.00
1.4	回收流动资金								29.10	29.10
2	费用流量	14712.336	320.111	291.010	291.010		291.01	291.01	291.01	23471.74
2.1	固定资产投资	14712.336								14712.34
2.2	流动资金		29.10							29.10
2.3	年运行费		291.01	291.01	291.01		291.01	291.01	291.01	8730.30
3	净效益流量	-14712.34	1459.889	1506.790	1524.768		2037.60	2060.89	2113.51	38474.47
4	累积净效益流量	-14712.34	-13252.45	-11745.66	-10220.89		34300.08	36360.96	38474.47	

表 17.4-2 国民经济评价成果表

项目	单位	数量
国民经济评价投资（影子）	万元	14712.34
社会折现率 Is	%	8
经济内部收益率 EIRR	%	10.58
经济净现值 ENPV	万元	3712.97
经济效益费用比 EBCR		1.22

根据水利工程的特点，敏感性分析主要考虑工程投资、经济效益等单因素变化对项目经济指标的影响程度，敏感性分析结果见表 17.4-3。

表 17.4-3 国民经济评价敏感性分析成果表

序号	项目方案	经济内部收益率 (%)	经济净现值 (万元)	经济效益费用比 EBCR
1	基本投资方案	10.58%	3712.97	1.22
2	投资增加 10%	9.49%	2328.45	1.13
3	效益减少 10%	9.17%	1651.58	1.10
4	投资增加 10% 效益减少 10%	8.19%	289.32	1.02

注：社会折现率 Is=8%。

计算结果表明，投资、效益在增减 10%范围内变化时，经济净现值为 289.32 万元~2328.45 万元，经济内部收益率为 8.19%~9.49%，经济效益费用比 EBCR 为 1.02~1.22。当发生投资增加和效益减少的情况时，经济内部收益率均大于社会折现率 8%，说明本项目具有较强的抗风险能力，工程投资可行，宜及早开工建设。

17.5 综合评价

本次汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）项目是以保障治理区域的防洪（潮）排涝安全为主要任务的社会公益型工程。工程完成后，将提高项目区行洪能力，保障区域内人民群众生命财产安全，可在一定程度上减免洪涝灾害带来的经济损失，并提升水景观，经济效益较为显著，同时，榕江片区沿线的治理，有助于改善生态环境，具有显著的生态环境效益，为

地区经济社会可持续、协调发展创造条件。

从国民经济评价看，项目经济内部收益率($EIRR=10.58\%$)大于社会折现率 8% ，经济效益费用比($EBCR=1.22$)大于 1，经济净现值 ($ENPV=3712.97$ 万元) 大于 0，作为公益性水利项目，本项目国民经济评价各项指标均符合《水利建设项目经济评价规范》(SL 72-2013)要求，经敏感性分析，本项目具有一定的经济抗风险能力。

综上所述，本工程经济指标较优，效益好，风险小，经济上合理，技术上可行，建议尽快动工。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）

可行性研究报告

18 社会稳定风险分析

目录

18 社会稳定风险分析	18-1
18.1 编制依据	18-1
18.2 风险调查	18-1
18.3 风险识别	18-3
18.4 风险估计	18-4
18.5 风险防范与化解措施	18-5
18.5.1 群众支持问题的风险防范化解措施	18-5
18.5.2 征地补偿问题的风险化解措施	18-5
18.5.3 环境风险的防范和化解	18-5
18.5.4 施工期不可预见性问题的风险化解措施	18-6
18.5.5 社会治安问题的风险化解措施	18-6
18.5.6 加强领导、积极预防	18-6
18.6 风险等级	18-7
18.7 结论	18-7

18 社会稳定风险分析

18.1 编制依据

根据《国家发展改革委关于印发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的通知》（发改投资[2012]2492号）文的要求，为促进科学决策、民主决策、依法决策，预防和化解社会矛盾，进行本项目社会稳定风险分析是必要的。

1) 中华人民共和国土地管理法、森林法、水法、水土保持法、环境保护法、物权法等有关法律；

2) 中共中央办公厅、国务院办公厅关于印发《关于建立健全重大决策事项社会稳定风险评估机制的指导意见（实行）》的通知（中办发〔2012〕2号）；

3) 国家发展改革委《关于印发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的通知》（发改投资〔2012〕492号）；

4) 《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分析篇章和评估报告编制大纲（试行）>的通知》（发改办投资〔2013〕428号）；

5) 《水利部关于印发<重大水利建设项目社会稳定风险评估暂行办法>的通知》（水规计〔2012〕474号）。

18.2 风险调查

根据本工程重建的3座水闸（大塭水闸、西胪港中闸和河溪排洪闸）的工程特性、建设征地实物指标和移民补偿安置特点、区域社会经济构成和总体发展水平等综合分析，确定社会稳定风险调查范围为汕头市潮阳区河溪镇和金灶镇。通过文献法、资料收集法、专家调查法等多种方法，围绕项目的合法性、合理性、可行性和可控性，对项目建设和运行可能产生的负面影响进行了初步调查。

（1）项目合法性分析

2011年1月29日，中央一号文《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》公布，明确了新形势下水利的战略定位，制定和出台了一系列针对性强、覆盖面广、含金量高的加快水利改革发展的新政策、新举措。文件强调：“力争通过5年到10年努力，从根本上扭转水利建设明显滞后的局面。到2020年，基本建成防洪抗旱减灾体系，重点城市和防洪保护区防洪能力明显提高，抗旱能力

显著增强。

《汕头市潮阳区农村水利治理规划(2018-2027)》中提出开展农村易涝区整治,结合我潮阳区农村水利工作实际,按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴总要求,以推进农村水利“工程补短板、行业强监管”为总基调,明确乡村振兴水利支撑和保障的方向与路径,系统解决农村水利问题,建设符合“一核一带一区”特色的美丽乡村,全面做好潮阳区农村水利工作,为达成《潮阳区农村水利治理规划(2018-2027年)》规划目标,亟需开展潮阳榕江片区乡村振兴示范带--水利防汛排涝能力提升项目,提升榕江片区防汛排涝能力。工程对榕江片区防洪排涝、改善生态环境、保障区域供水能力、提升灌溉效率、推动城市改造、促进经济发展和助力乡村振兴具有重大意义。

2024年3月6日,广东省人民政府办公厅印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案(2024-2026年)》(粤办函〔2024〕34号),《实施方案》中明确2024年~2026年广东省江海堤防达标加固、大中型病险水闸除险加固的治理目标、建设任务、实施安排和保障措施。本项目7宗闸站中6宗中型闸站(三十一斗闸、华阳港闸、河溪排洪闸、西胪港中闸、西胪港大闸、大塭水闸)列入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案(2024-2026年)》,计划2026年实施拆除重建。《汕头市防洪(潮)排涝专项规划(2022-2035年)》中提出拆除重建大塭水闸、西胪港大闸、西胪港中闸、河溪三十一斗闸、华阳港闸和三十四斗闸。

《汕头市水利改革发展“十四五”规划》提出拆除重建大塭等4座水闸,潮阳区棉北海堤除险加固工程提出重建水闸4宗,加固水闸1宗。《汕头市水网建设规划(2017~2030)》规划棉北海堤达到50年一遇防洪(潮)标准。《汕头市潮阳区水利改革发展“十四五”规划》规划明确按50年一遇防洪(潮)标准加固棉北海堤。

该项目符合国家相关法律法规,有项目工程设计合同、符合汕头市相关规划,符合相关规程规范。

(2) 项目合理性、可行性分析

1) 方案选择合理性分析

本工程详见可研报告第5章。经地形地质、施工条件、水库淹没与占地、工程投资等多方面综合比较,认为防洪排涝布置是合理的。

2) 建设征地及移民安置方案合理性分析

工程占地设计成果包括：工程总用地面积 70.24 亩，其中永久征收土地共 38.48 亩，包括其他土地 2.38 亩，水域及水利设施用地 36.10 亩；工程临时用地共 31.76 亩，包括其他土地 13.05 亩，水域及水利设施 18.71 亩。

工程建设涉及涉及房屋面积 462m²，10kV 输电线路 240m。经与潮阳区自然资源部门对接，本工程新建建设用地不涉及基本农田、用海、不涉及生态保护红线等区域。

工程建设征收的土地很少，工程建设区域对群众生产生活影响很小，符合节约集约用地原则。因此，从土地有效利用和保护方面来看，本项目是合理的。

3) 项目建设与环境保护

防洪排涝工程的建设不仅可以提高五指山市抵御洪水能力，保护沿河城区居民的生命财产安全，还可以以此为契机，使当地环境得到美化，改善人民生活环境，促进当地经济社会更好的发展。虽然工程建设对项目区域生态环境造成一定程度负面影响，主要有施工期的噪声以及粉尘污染、生活垃圾污染，但这些影响可通过采取适当措施予以降低或减免，做到开发与保护并重，从而促进生态环境、经济和社会的协调发展。因此，从环境影响的角度分析，工程建设不存在重大限制因素，工程的建设是可行的。

4) 项目建设与经济效益

本工程的建设可以有效地避免洪水灾害所造成的社会稳定问题，减轻或减免因洪水带来的大量淤泥、垃圾等对街道的污染及由此产生的危害人类健康的疾病，使各级政府集中精力发展经济，是当地民生基础工程，对当地群众正常生活将带来极大的便利。

18.3 风险识别

根据本工程重建 3 座水闸的项目特点，存在的风险因素主要有：

1) 对项目本身的认同度，即对项目当地生活生产用水安全、改善当地人居环境的认知度，是否同意上该项目；

2) 对征地实物指标的认可度，工程建设征地涉及的个人、集体、单位、企业对工程占地的实物指标结果是否同意；

3) 对征地补偿标准的认同度，在目前赔偿标准下，涉及的个人、单位、企业是否同意搬迁；

4) 对环境影响分析与环保措施的认同度, 即对施工期间的噪声防治、灰尘防治、建筑及生活垃圾防治等的措施的认同度。

5) 施工对周边人群生活的影响, 包括土石方开挖、大型机械对周边房屋的影响, 施工对当地交通、用水、用电等影响。

6) 施工期社会治安问题。施工期间, 大量外来人员涌入, 可能存在着社会治安问题, 主要表现在以下方面: 当地居民与建设单位或施工单位人员发生矛盾引发的社会治安问题、施工单位内部人员产生矛盾引发的社会治安问题、其他社会治安问题波及工程建设等。无论那种形式的社会治安问题的出现, 都会在一定程度上影响或阻碍工程的建设。

18.4 风险估计

群众对项目本身不认同将严重影响本项目的实施, 使项目难以实施, 前期工作付之东流, 影响政府在人民群众中的形象, 紧张干群关系, 激化社会矛盾; 对占地补偿标准如果不认同将增加项目实施的难度, 引起阻工现象, 影响工程进度, 增加工程投资; 对环境影响分析与环保措施的不认同, 即对施工期间的噪声防治、灰尘防治、施工车辆油污染防治、建筑及生活垃圾防治等的措施的不认同, 将会在施工期间引起阻工现象, 影响工程进度, 难以合理的控制工程投资。

通过定性分析和专家经验调查, 对本项目主要风险因素的风险概率、影响程度和风险程度进行了定性评判, 见表 18.4-1。

表 18.4-1 主要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	影响程度	风险程度
1	群众支持	项目前期、施工期	群众不支持项目建设	较低	较小	较小
2	建设征地及实物指标调查	项目前期	实物指标的公示和认可	较小	较小	较小
3		实施期	征地补偿	较小	中等	中等
4	生态环境影响	施工期	噪音、粉尘污染	较小	较小	较小
5		施工期	建筑、生活垃圾污染	较小	较小	较小
6	项目管理	施工期	施工爆破对房屋、人群的影响	较小	较小	较小
7		施工期	施工对水、电、路的影响	较小	较小	较小
8		施工期	社会治安问题	较小	较小	较小

18.5 风险防范与化解措施

18.5.1 群众支持问题的风险防范化解措施

项目建设前期，地方政府为责任主体，需加强工程项目、法规政策的宣传力度，首先对相关工作人员进行培训，保证工程工作者自身熟悉政策，正确理解政策，然后引导和帮助群众学习、理解政策，自觉遵守。政策的宣传解释工作要贯彻到工程建设的全过程。

项目建设过程中在满足工程要求的同时，施工单位尽可能方便当地居民的，改善当地其他基础设施条件。针对当地特殊贫困人群实施帮扶措施，落实和解决移民较为关心的问题。

在工程建设施工期，施工单位应合理进行施工布置和作业程度，减少不利环境影响，减轻噪声扰民和扬（粉）尘对居民的影响。针对工程施工造成的自然环境和生态环境不利影响，严格按照有关规定采取措施，使不利的负面影响最小化。工程施工用工和建筑材料，尽可能吸纳和采用当地居民和材料，为地方提供更多的就业机会，提高居民经济收入。

18.5.2 征地补偿问题的风险化解措施

1) 各级政府应做好宣传解释、政策公开工作。广泛深入宣传国家有关移民政策、法律法规和地方规定。准确计算分户移民补偿额。

2) 实物补偿程序公开化和程序化。

3) 对移民存在的疑问及时耐心解释和引导工作。保持居民反映和申诉渠道的畅通。

4) 地方政府积极确保补偿资金能按时、足额到位。强化移民管理部门人员的素质建设，建立完善的移民资金管理办法，确保资金安全。

5) 建设单位在施工前需按照国土部门的要求办理好征地所需的各种程序和手续。

18.5.3 环境风险的防范和化解

由于施工项目有大量的土方工程，需要大量的施工机械，施工期间存在灰尘、噪声、废油污染等问题，可能会影响当地村民生产生活，施工期间施工单位应加强管理，规范施工程序，按照设计的环保措施进行处理，将影响降低到最小，并

提前做好宣传解释工作。对于施工期间出现的环境污染，施工单位应及时处理，出现问题及时反馈建设管理单位，通过政府协调解决。

18.5.4 施工期不可预见性问题的风险化解措施

施工地基开挖有可能产生一些不可预见性的风险，比如施工造成周边房屋、人员的伤害，施工开挖造成的停水、停电，影响周边群众的交通等等。针对此类问题，一是在施工队伍的选择上应按照法定程序选择有资质、有经验的施工队伍，在施工过程中施工单位应加强管理，规范施工程序是施工方法。二是应单列专项资金，发生损害时应及时进行损失评估，并及时予以补偿。三是与地方政府建立有效的沟通机制，遇到施工单位无法解决的问题时，应及时有效的与地方政府沟通、协助配合，将可能影响社会稳定的风险及时控制、消除。

18.5.5 社会治安问题的风险化解措施

施工单位与当地有关部门配合，加强居民和施工人员法制教育。施工单位对施工外来人员的教育管理工作，充分尊重当地群众的生活习惯、宗教信仰和风俗特点。施工单位及时兑现人员工资，若出现拖欠问题，项目建设单位在劳动部门的配合下，有权代扣施工单位的工程结算款用于发放施工人员尤其是民工工资。

当地公安部门按照有关规定加强对外来人口的管理和社会治安管理工作，打击违法犯罪活动，营造良好环境。开展形式多样、内容丰富的“地企共建”活动，增进了解与友谊，共同构建和谐社会。

18.5.6 加强领导、积极预防

(1) 加强领导、形成良好机制

1) 领导指挥机制。明确专门的领导，成立专门队伍，由当地镇街抽调人员，组建与工作相适应的领导班子和队伍，定期听取汇报，及时分析研判稳定形势，部署和督促检查有关工作落实和推进情况，不断总结工作。

2) 解决问题协调机制。由责任领导牵头，每半个月研究解决一次工作推进中存在的问题，建立定期通报沟通协调机制，研究有关工作措施，解决工作中的问题。

3) 宣传工作机制。根据工程的进程，制定宣传计划，精心策划，周密部署，统筹协调，多层次、多角度、全方位地拓展宣传工作的广度和深度。以进村入户

的方式，有针对性的答疑释惑，带着对移民的深厚感情，耐心细致地做好思想政治工作，政策涉及到哪里，宣传解释工作就跟到哪里，做到家喻户晓、人人皆知。

4) 调度机制。建立快捷有效的维稳信息共享平台，强化基层信息网络建设，及时收集、分析当地村民维稳工作信息，为工程维稳提供真实快捷有效的决策依据。

(2) 积极预防，着力化解矛盾纠纷

建设单位在日常工作中，除与当地居民多沟通交流外，还应注重与当地党委、政府沟通交流和互通情况，及时分析和预测可能出现的不确定问题，采取预防或防范措施，注重及时发现和观察细微矛盾的出现，及时制定应对和采取相应措施加以解决，预防矛盾的积累和集中暴发。

对有可能影响社会稳定和事关群众利益的问题尽可能提早解决，前期各项工作积极稳妥地推进，尤其是认真做好村民个人实物的补偿和解决好工程建设与村民切身的利益问题，同时在地方政府的领导下，根据有关规定和要求，组建专门机构，并配备相应人员，处理相关事务，切实做好维护社会稳定，使工程建设真正起到带动地方经济，造福一方百姓之作用。

(3) 制定突发群体性事件应急预案

按照维稳部门的有关文件精神和要求，西胪镇人民政府应组织有关部门制定河道治理突发群体性事件应急预案，确定工作原则、组织指挥体系及相关部门职责和有关责任人，制定预警、应急机制、保障机制等等。提高应急处置能力，预防和减少本项目突发群体性事件的发生，降低事件造成的危害，切实有效维护当地社会稳定。

18.6 风险等级

根据分析，各风险防范和化解措施是可行的和有效的，各措施利于落实，便于实施，措施落实后风险发生的概率、影响范围、影响程度都会大幅降低，严格执行相应的防范、化解措施后，项目风险具有可控性。因此本项目在落实风险防范和化解措施后，风险等级为低风险。

18.7 结论

本次 3 座水闸重建符合《汕头市潮阳区农村水利治理规划(2018-2027)》、《广

东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026 年）》及《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022-2035 年）》等规划要求。通过重建水闸等工程措施提高潮阳榕江片区的防洪能力，解决防护区内防洪、排涝问题，保障人民群众生命财产安全和经济社会可持续发展。

本项目在建设征地实物调查、征地补偿、群众支持、生态环境和施工可能引发的不确定性风险等主要风险因素，但总体上看，这些风险影响程度不大，通过相应的风险防范和化解措施能够降低社会稳定风险，因此本项目在落实风险防范和化解措施后，风险等级为低风险。

建议在工程建设过程中，要严格执行本次风险分析提出的风险防范措施，各级部门要严格履行各自的责任与义务，按照工程建设的有关法律法规，前期工作还有待完善的地方进行查漏补缺。同时，要做好相关监督管理工作，对风险防范措施的可行性、有效性等进行评估，并根据实际情况进行适当调整。项目建设单位、地方政府及其他有关单位做好资金配套工作，保障风险防范措施的有效运行。

因此，本工程水闸重建工程的建设可行。

汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程（一期）
可行性研究报告

19 结论与建议

目录

19 结论与建议	19-1
19.1 结论	19-1
19.2 建议	19-3

19 结论与建议

19.1 结论

(1) 榕江片区中金关围、棉北海堤防护区均属潮感区，洪涝灾害频繁，历史上是洪潮泛滥之地，受制于历史发展因素，水利基础设施欠账较多，防洪（潮）工程体系尚存在涵闸破损、涵闸功能发挥不足，灌溉、通航等功能受损，片区防洪排涝体系不完善等问题。2008 年度大塭水闸安全鉴定为四类闸，2021 年度河溪排洪闸、西胪港中闸安全鉴定为四类闸，须拆除重建。实施本项目是四类闸重建和完善区域防洪排涝体系的重要举措，是保障人民群众生命财产安全和社会发展稳定大局的迫切需要。

(2) 潮阳区作为汕头市西翼次中心城市，根据《汕头市潮阳区城乡总体规划（2017~2035 年）》等相关规划成果，河溪镇为潮阳区政治、文化、服务中心，为潮阳城镇发展区。关埠镇、金灶镇和西胪镇为榕江南岸生态发展区，拟依托产业优势和资源禀赋发展特色小镇，打造城乡统筹示范区。金灶镇、关埠镇、西胪镇、河溪镇区域规划打造榕江城镇发展带，建设高水平开放的区域交流门户。同时，榕江片区也是《潮阳区农村水利治理规划（2018-2027 年）》重点规划乡村振兴治理区。实施本项目是助力乡村振兴需要，是促进经济发展和潮阳区水利高质量发展的重要措施。

(3) 2024 年 3 月 6 日，广东省人民政府办公厅印发《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026 年）》（粤办函〔2024〕34 号），《实施方案》中明确 2024 年~2026 年广东省江海堤防达标加固、大中型病险水闸除险加固的治理目标、建设任务、实施安排和保障措施。本项目有 3 宗中型水闸（大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸）列入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026 年）》，计划 2026 年实施拆除重建。《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2022-2035 年）》中提出拆除重建大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸。《汕头市水利改革发展“十四五”规划》提出拆除重建大塭等 4 座水闸，潮阳区棉北海堤除险加固工程提出重建水闸 4 宗，加固水闸 1 宗。《汕头市水网建设规划（2017~2030）》规划棉北海堤达到 50 年一遇防洪（潮）标准。《汕头市潮阳区水利改革发展“十四五”规划》规划明确按 50 年一遇防洪（潮）标准加

固棉北海堤。本项目建设符合相关规划要求。

(4) 本项目为汕头市潮阳区榕江片区乡村振兴示范带水利防汛排涝能力提升项目工程中(一期)工程,拟实施已纳入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案(2024-2026年)》中且重点制约片区防洪排涝的3宗已安全鉴定为四类闸的中型工程(大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸)。第二期实施纳入《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案(2024—2026年)》中西胪港大闸、三十一斗闸、华阳港闸剩余3宗中型水闸。第三期实施其他工程及配套设施。。本次3宗水闸项建投资及可研阶段投资分别为22800万元和15325.35万元,由于受占地等客观因素影响,本阶段工程建设内容较项建阶段有变化,因此可研阶段投资较项建阶段减少较多。

(5) 本项目主要建设内容为拆除重建大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸,共计3宗水闸。

(6) 本项目3宗中型水闸主要任务分别有排涝、挡潮、御咸蓄淡,兼顾航运(大塭水闸具有排涝挡潮功能,河溪排洪闸、西胪港中闸有具有排涝、御咸蓄淡功能,西胪港中闸还具有通航功能)。大塭水闸、西胪港中闸、河溪排洪闸3宗工程规模为中型。

(7) 本项目治涝范围主要包含潮阳区金关围排涝片、棉北海堤排涝片部分区域,涉及保护面积140.62km²,保护对象为乡镇,保护人口38.41万余人,保护农田12.64万亩。本工程排涝标准采用10年一遇24小时暴雨一天排干。大塭水闸位于金关围,西胪港中闸、河溪排洪闸位于棉北海堤,挡潮标准采用50年一遇。西胪水航道(西胪港中闸)为Ⅷ级航道,通航船舶为30t级,航道通航水深0.7m。

(8) 本次工程的选址充分考虑了地形地质条件、水闸过流条件、工程布置、施工布置及施工条件、工程占地、对周边环境的影响以及投资等要求,经综合比选3宗拆除重建的水闸,3宗水闸均采用原址重建方案。

(9) 本工程实施后,大塭水闸工程、西胪港中闸、河溪排洪闸连同金关围与棉北海堤堤防、堤围内现有防洪排涝工程,结合本次项目二期工程(三十一斗闸、西胪港大闸、华阳港闸)及榕江片区远期规划建设完成后,共同承担榕江堤防下游金关围、棉北海堤段的防洪排涝重任、组成完整的防洪排涝工程体系。在外江水位低时自排,在榕江水位高涨顶托时则关闸挡水,形成外挡内排的防洪排

涝工程布局。

(10) 工程将在施工期间及施工结束后一段时间内对施工区生态环境造成一定影响。但工程修建后，将彻底消除水闸安全隐患，为潮阳区今后的工农业发展起到良好保障作用。本工程不利影响只是暂时的，采取一定措施后大部分不利影响将得到缓解，生态环境得到恢复、改善，从环境角度来看，没有制约本工程建设的因素。

(11) 本项目是以保障治理区域的防洪（潮）排涝安全为主要任务的社会公益型工程。工程完成后，将提高项目区防洪能力，保障区域内人民群众生命财产安全，可在一定程度上减免洪涝灾害带来的经济损失，并提升水景观，经济效益较为显著。经敏感性分析，本项目经济指标较优，具有一定的经济抗风险能力。

(12) 本项目在建设征地实物调查、征地补偿、群众支持、生态环境和施工过程中可能引发不确定性的风险，但总体上看，这些风险影响程度不大，通过相应的风险防范和化解措施能够降低社会稳定风险，因此本项目在落实风险防范和化解措施后，风险等级为低风险。

19.2 建议

本项目建设符合相关规划要求，是促进经济发展和助力乡村振兴需要，是四类闸重建和完善区域防洪排涝体系的重要举措，是助力潮阳区水利高质量发展的重要措施，也是保障人民群众生命财产安全和经济社会发展稳定大局的迫切需要，建议尽快开展工程建设，尽早发挥工程效益。同时建议尽快开展相关专题工作，以免影响项目进度。