

项目编号：2025-GDW-030

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤 等十三条堤段达标加固工程 初步设计报告



南京市水利规划设计院股份有限公司

NJWPDI Nanjing Water Planning and Designing Institute Corp. Ltd

设计证书编号：A132006522

二〇二六年二月

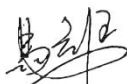
湛江市坡头区南三联围联合堤、和平 堤等十三条堤段达标加固工程 初步设计报告

批准：李晓亮 

审核：李晓亮 

项目负责人：卢珊珊 

专业负责人：水工：卢珊珊 

水文：马元廷 

主要编写人员：戴凌锋（水工）刘喜文（水工）

谢子洋（水工）梁朝荣（水文）

江水洁（水文）袁泽华（造价）

南京市水利规划设计院股份有限公司

设计证书编号：A132006522

质量认证证书注册号：05224Q0073R7M

二〇二六年二月

目录

1. 综合说明	1
1.1. 绪言	1
1.2. 水文	4
1.3. 工程地质	11
1.4. 工程任务与规模	12
1.5. 工程布置及建筑物	17
1.6. 机电及金属结构	24
1.7. 消防设计	24
1.8. 施工组织设计	24
1.9. 建设征地与移民安置	27
1.10. 环境保护设计	28
1.11. 水土保持设计	34
1.12. 劳动安全与工业卫生	36
1.13. 节能设计	41
1.14. 工程管理设计	45
1.15. 工程信息化	47
1.16. 设计概算	50
1.17. 经济评价	50
1.18. 结论与建议	50
1.19. 工程特性表	51
2. 水文	53
2.1. 流域水系概况	53
2.2. 气象特征	54
2.3. 水文基本资料	56
2.4. 洪水	57
2.5. 潮汐	65
3. 工程地质	69
3.1. 工程概况	69

3.2. 自然地理环境及区域地质构造	76
3.3. 工程地质条件	79
3.4. 水文地质条件	87
3.5. 场地和地基的地震效应	90
3.6. 工程地质评价及建议	92
3.7. 天然建筑材料	99
3.8. 结论与建议	100
4. 工程任务与规模	102
4.1. 项目区概况	102
4.2. 相关规划	107
4.3. 工程现状及存在问题	134
4.4. 项目建设的必要性	150
4.5. 工程任务	153
4.6. 设计标准	154
4.7. 工程规模	155
5. 工程布置及建筑物	161
5.1. 设计依据	161
5.2. 工程等级和标准	164
5.3. 工程总体布置	169
5.4. 主要建筑物设计	171
5.5. 监测设计	214
6. 机电及金属结构	217
6.1. 电气	217
6.2. 金属结构	217
7. 消防设计	218
7.1. 设计依据和设计原则	218
7.2. 消防总体设计方案	218
8. 施工组织设计	219
8.1. 施工条件	219
8.2. 施工导流	221

8.3. 主体工程施工	222
8.4. 施工交通运输	225
8.5. 施工总布置	225
8.6. 施工总进度	226
8.7. 主要技术供应	226
9. 建设征地与移民安置	228
9.1. 设计依据	228
9.2. 建设征地范围	228
9.3. 建设征地实物调查	229
9.4. 农村移民安置规划	232
9.5. 建设征地补偿投资概算	232
10. 环境保护设计	236
10.1. 概述	236
10.2. 水环境保护	236
10.3. 生态保护	239
10.4. 人群健康保护	241
10.5. 大气及声环境保护	241
10.6. 固体废物处理措施	244
10.7. 环境风险防范	245
10.8. 环境管理及监测	246
10.9. 环境保护投资概算	247
11. 水土保持设计	249
11.1. 概述	249
11.2. 水土流失防治责任范围及防治分区	250
11.3. 水土流失影响分析与预测	250
11.4. 水土流失防治标准和总体布局	251
11.5. 弃渣场设计	252
11.6. 表土保护与利用设计	253
11.7. 水土保持措施设计	253
11.8. 水土保持工程施工组织设计	255

11.9. 水土保持监测与管理设计	256
11.10. 水土保持工程概算	259
12. 劳动安全与工业卫生	262
12.1. 危险与有害因素分析	262
12.2. 劳动安全措施	265
12.3. 工业卫生措施	269
12.4. 安全卫生管理	270
13. 节能设计	273
13.1. 设计依据	273
13.2. 能耗分析	274
13.3. 节能措施	274
13.4. 节能效果评价	276
14. 工程管理设计	278
14.1. 设计依据	278
14.2. 工程管理体制	278
14.3. 工程运行管理	278
14.4. 工程管理范围和保护范围	280
14.5. 管理设施与设备	282
15. 工程信息化	286
15.1. 工程概况	286
15.2. 感知系统现状	286
15.3. 存在的问题	286
15.4. 需求分析	286
15.5. 总体设计	287
15.6. 信息资源共享	288
15.7. 网络信息安全	288
16. 设计概算	290
16.1. 工程概况	290
16.2. 主要投资指标	290
16.3. 编制原则和依据	290

16.4. 独立费依据292

16.5. 独立费计算过程293

17. 经济评价295

17.1. 评价依据及基本参数295

17.2. 投资费用296

17.3. 效益计算296

17.4. 国民经济评价指标298

17.5. 国民经济敏感性分析298

18. 结论与建议300

18.1. 结论300

18.2. 建议300

附件：《湛江市坡头区发展和改革局关于湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十
三条堤段达标加固工程项目可行性研究报告的批复》（湛坡发改投审[2025]41 号）

初步设计图册

概算书

1. 综合说明

1.1. 绪言

1.1.1. 工程概况

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的主要任务是加固沿海堤防，同时完成穿堤建筑物的维修重建，排除安全隐患，满足设计防潮标准 30 年一遇的要求，以减轻洪、潮灾害对该区的威胁，保护围内居住人口、耕地、鱼、虾塘和工农业财产，抵御设计标准风暴潮的袭击，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。建设内容为：在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

1.1.2. 项目建设背景

海堤是我省沿海地区防御台风风暴潮灾害、保障经济社会发展和人民群众生命财产安全的重要基础设施。经过多年的持续建设，我省已建成海堤总长 4343km，在抵御台风风暴潮中发挥了重要的作用。由于早期我省海堤工程建设标准偏低，建设质量参差不齐，加之遭受极端风暴潮侵袭，目前全省海堤工程达标率仅 57%，是我省防灾减灾体系的一大短板，与我省经济社会发展不相适应。此外，以往海堤建设生态建设理念不够落实，与当前党中央对生态文明建设的要求还存在较大差距。

根据省政府工作部署，省水利厅牵头编制了《广东省生态海堤建设“十四五”规划》。通过实施生态海堤建设规划，到 2025 年全省海堤达标率提高到 85%，全省生态海堤占海堤总长的 50%左右，沿海地区防潮安全得到有效保障，海堤生态效益逐步显现。远期 2035 年，全省海堤基本达标，已达标生态海堤占海堤总长的 80%，集防护和美学于一体的生态海堤体系基本建成，基本实现海堤治理体系和治理能力现代化。

南三联围海堤由于部分海堤未达标，常年遭受台风暴雨、海水的侵袭，每逢台风，险情不断，造成不少堤段崩堤、堤背渗水和堤脚冲刷破坏等事故。严重威胁围内养殖、耕地和人民群众的生命财产安全。

本次规划建设达标加固的南三联围海堤，主要保护对象为围内养殖业、人口及耕地。本项目位置见下图。

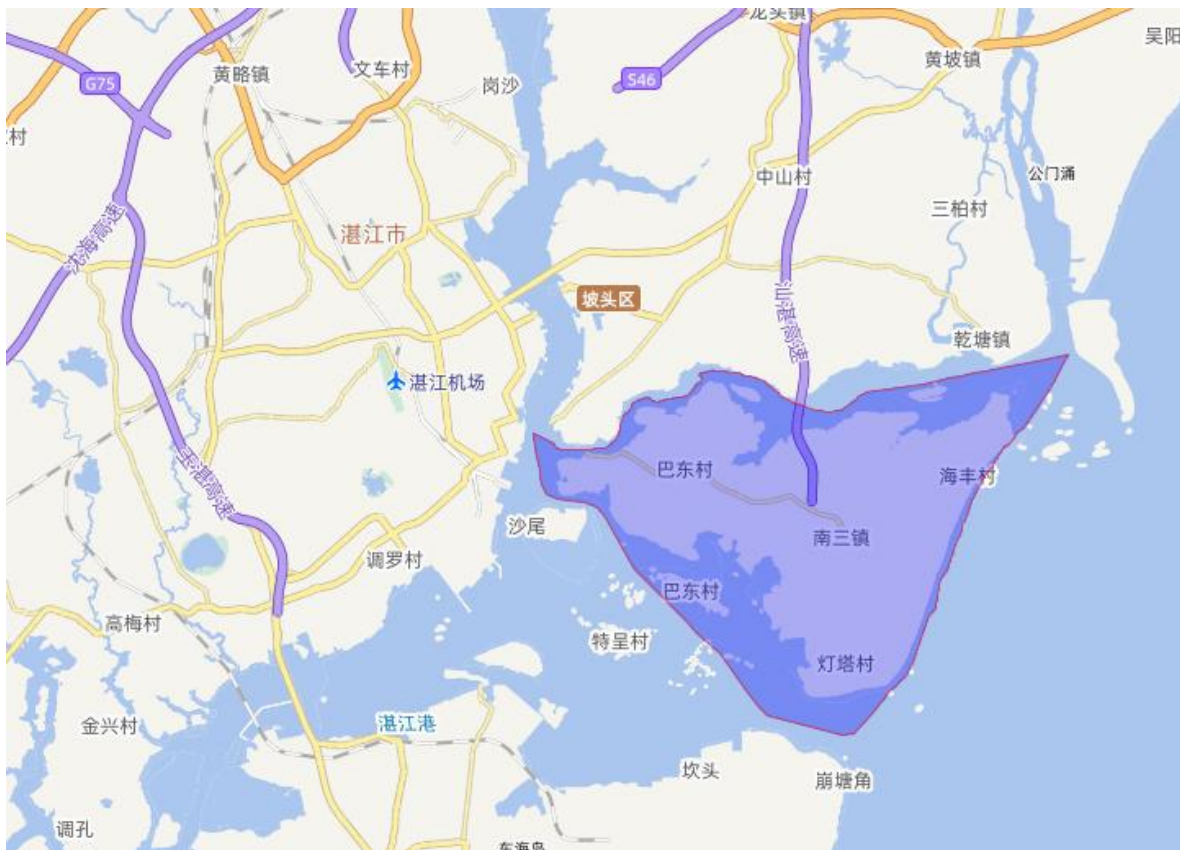


图 1.1-1 本项目位置示意图

1.1.3.规划政策符合性

为深入贯彻落实习近平总书记在中央财经委员会第三次会议上提出的“实施海岸带保护修复工程，建设生态海堤，提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力”重要指示精神，根据省政府工作部署，广东省水利厅组织编制了《广东省生态海堤建设“十四五”规划》。

根据该规划，广东省规划目标到 2025 年，全省建成海堤长度 4436km，海堤达标率提高到 85%，新建及达标加固海堤落实生态建设要求，加上碧道规划中对已达标海堤进行生态改造，全省生态海堤占海堤总长的 50%左右，沿海地区防潮安全得到有效保障，海堤生态效益逐步显现。其中，广州、深圳、珠海、东莞、江门、中山、汕头等市海堤达标率提高到 90%以上，惠州、阳江等市海堤达标率提高到 80%以上，湛江、汕尾、揭阳等市海堤达标率提高到 70%以上，潮州及茂名市海堤达标率提高到 60%以上。海堤工程管理体系基本健全，逐步实现工程维修养护的物业化、专业化和市场化。

远期 2035 年，全省建成海堤长度 4436km，海堤基本达标，生态海堤占海堤总长的 80%，集防护、生态和美学于一体的生态海堤体系基本建成；基本实现生态海堤治理体系和治理能力现代化。

“十四五”时期，锚定习近平总书记赋予广东的总定位总目标，聚焦聚力粤港澳大湾区和深圳先行示范区建设、构建“一核一带一区”区域发展格局，全面提升区域防潮安全保障体系。以广州、深圳为主中心，高标准建设防潮安全保障体系。以汕头、湛江为副中心，珠海、惠州、东莞、中山、江门、汕尾、揭阳、潮州、阳江、茂名等为地区性中心，全面提升防潮安全保障能力。针对沿海地区区域特点和实际，因地制宜规划生态海堤建设，促进沿海地区经济协调发展。

1.1.4.项目进展

《湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程》于 2025 年 7 月取得《湛江市坡头区发展和改革局关于湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程项目可行性研究报告的批复》（湛坡发改投审[2025]41 号）（详见附件），批复主要建设内容为：本项目主要建设内容及规模为对坡头区南三联围在原有海堤基础上进行达标加固 18.25 公里，其中对 12.23 公里堤段进行全面达标加固(内容包括：堤顶增设防浪墙、混凝土路面；迎水坡增设混凝土护坡；背水坡加高培厚、草皮护坡)，另外 6.02 公里堤段只增设堤顶混凝土路面，修复穿堤涵闸 16 座。项目估算总投资 12939.88 万元。

我院根据前期成果，并结合现场调查及实际情况，修改并深化设计方案，按照《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL/T619-2021）要求，于 2026 年 1 月编制完成《初设报告》（送审稿）。

2026 年 02 月 11 日，湛江市坡头区农业农村局在坡头区组织召开了《湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程初步设计报告》（以下简称《初设报告》）技术评审会。参加会议的有：坡头区南三镇人民政府、坡头区南三联围水利管理所、爱建信达工程咨询有限公司（勘察单位）、南京市水利规划设计院股份有限公司（设计单位）等单位代表以及 5 名特邀专家（专家组名单附后）。与会代表及专家听取了业主单位对项目有关情况的介绍以及设计单位对工程设计成果的汇报，并进行了讨论。经质询、讨论，提出了修改补充意见。2026 年 02 月 26 日，《初设报告》经修改完善后形成本报告。

表 1.1-1 堤防工程措施对比表

序号	所在堤段	可研批复	初设阶段		备注（初设长度—可研长度)(m)
		长度（m）	只设堤顶路长度（m）	达标加固长度（m）	
1	北头寮堤	2710	1142		-1568
2	光明堤			1015	1015

序号	所在堤段	可研批复	初设阶段		备注（初设长度—可研长度）(m)
		长度（m）	只设堤顶路长度（m）	达标加固长度（m）	
3	米捻堤	554.06	567		12.94
4	北灶堤	2043.2	1966		-77.2
5	凤辇堤	120	1762		1642
6	岭尾堤	20		95	75
7	北涯堤	1350			-1350
8	通沟堤	1500	196	525	-779
9	南海堤	3579.64		3515	-64.64
10	联合堤	4643.9		4751	107.1
11	和平堤	950		961	11
12	灯塔堤	779.2		1368	588.8
合计		18250	5633	12230	-387
			17863		-387

表 1.1-2 穿堤建筑物对比表

序号	可研批复	初设阶段	所在堤段
1	1#	1#	北头寮堤
2	1A#	1A#	北头寮堤
3	1B#	1B#	北头寮堤
4	1D#	1C#	北头寮堤
5	1E#	1F#	北头寮堤
6	2#	2#	北头寮堤
7	5#	5#	李黄梁堤
8	6#	6#	光明堤
9	7#	7#	光明堤
10	/	21#	岭尾堤
11	/	22#	岭尾堤
12	29#	29#	东窖堤
13	30#	30#	西窖堤
14	/	36#	新门口堤
15	41#	41#	南海堤
16	/	47#	解放堤
17	62#	62#	灯塔堤
18	53#	/	联合堤
19	54#	/	联合堤
20	63#	/	灯塔堤

1.2.水文

1.2.1.流域概况

坡头区内主要河流有 4 条，为新圩河、陇水河、鉴西江和石门河。其中，新圩河发源于廉江市平坦镇，流域面积 72km²，河长 24km，流经坡头区官渡镇的新圩、山咀、鸭屋、官渡圩后注入五里山港；陇水河发源于坡头区龙头镇，流域面积 63km²，河长 6km，流经水阜、芦村、莫村、肖坡后注入湛江港湾；鉴西江于吴川市黄坡镇分流鉴江支流塘口河，部分属人工河，上游分鉴西内水，流经三柏，在三合窝处通过水闸排入南三海湾，

鉴西江长 19.2km；石门河发源于化州笪桥，流经廉江市良垌，入坡头区官渡镇，经石门桥注入湛江港湾，石门河径流入坡头区后与海水融合，不能灌溉农田，只宜繁殖鱼虾和捕捞养殖。另外，坡头区还有官渡河、黄桐河、肖坡河、油路水、古流河、上车河、三槎河、垵塘河湓仔江、五里涌、北涯涌、南海涌、光明河等 13 条季节性强、流量小、干枯期较长的小河流。

南三岛原为 10 个大小不等的群岛，是在建国前后陆续经过人工筑堤逐渐连接起来，于 1958 年 10 月正式成为一个大岛。岛内地势平缓，东西长约 20km，南北宽度不等，海岸线曲折，全长 83km。全岛中间较高，四周稍低，地形属于滨海平原类型和滨海台地类型。滨海平原海拔 2~20m，滨海台地海拔 20-30m。全岛最低海拔 2m，最高为大岭，海拔 30.5m。还有大散沙、大风柜沙、横滩沙、端州墩等沙墩。地貌分为平原、滩涂、水域，其中浅海滩涂占 28.2%。

1.2.2.水文基本资料

南三镇地处坡头区东南部，东临南海，南濒广州湾航道，西邻湛江港，北靠南三河。南三岛上无水文测站，邻近测站主要有湛江港站、湛江站。湛江港站为水位站，有 1956~2004 年共 49 年潮位资料，南三镇毗邻湛江港，本次潮位采用湛江港站。湛江站具有 1951~2004 年共 54 年降雨资料，距项目约 25km，可作为洪水计算的参证站。

1.2.3.洪水

(1) 基本资料

南三岛联岛前是由大小十个岛组成，较大的岛有五个，它们是东部的灯塔岛，面积为 12.3km²，岛内最高高程为 30.5m，中部靠东的田头岛，面积为 5.2km²，岛内最高高程为 10.5m，中部靠西的巴东岛，面积为 5.9km²，岛内最高高程为 7m，西南部的五里岛，面积为 8.7km²，岛内最高为高程 6.4m 和西北部的北涯岛，面积为 6.3km²，岛内最高高程 8m。一般大潮能将它们分隔开来，岛与岛之间的交通需要渡船。联岛之后，岛内自然地分成五大涝区，自东到西分别是灯塔涝区、光明涝区、米稔涝区、北灶联合涝区和南海五里涝区。

南三联围现有穿堤涵闸 63 座，分布于各个堤段的五大涝区范围内，五大涝区围垦内水位~库容关系曲线，具体见下表：

表 1.2-1 南三联围五大涝区垦内水位~库容关系表

水位 (m)		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
库容 (万)	灯塔涝区	22	54	88	122	156	190	224	264	304	344	384
	光明涝区	136	206	276	346	416	486	575	680	781	874	972

水位 (m)		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
m ³)	米稔涝区	59	91	122	153	184	215	246	277	320	351	382
	北灶联合涝区	81	123	165	207	249	291	351	392	441	493	546
	南海五里涝区	156	310	414	518	622	726	830	934	1038	1142	1246

(2) 流域参数

本工程涉及南三联围五大涝区及穿堤涵闸流域参数结合实际划定，见下表。

表 1.2-2 南三联围五大涝区流域参数表

涝区	涝区面积 (km ²)	河长 (km)	比降
灯塔涝区	25.09	5.65	0.004
光明涝区	32.04	7.55	0.004
米稔涝区	9.63	1.47	0.004
北灶联合涝区	15.61	3.61	0.004
南海五里涝区	37.42	8.02	0.004

表 1.2-3 南三联围穿堤涵闸流域参数表

序号	水闸编号	排涝面积 (km ²)	河长 (km)	比降
1	1#	0.15	0.46	0.003
2	1A#	0.31	0.16	0.003
3	1B#	0.35	0.42	0.003
4	1C#	0.15	0.31	0.003
5	1F#	0.33	0.33	0.003
6	2#	0.25	0.58	0.003
7	5#	0.22	1.40	0.003
8	6#	1.38	1.02	0.003
9	7#	4.23	3.27	0.003
10	21#	1.48	1.78	0.003
11	22#	2.15	3.67	0.003
12	29#	0.34	0.85	0.003
13	30#	0.36	0.81	0.003
14	36#	0.32	0.92	0.003
15	41#	3.42	2.38	0.003
16	62#	0.86	1.08	0.003

(3) 设计暴雨

由于区内河涌没有实测水文资料，本次设计暴雨采用广东省水文局 2003 年编制的《广东省暴雨径流查算图》及其使用手册（以下简称《查算手册》）推求。

2003 年版的暴雨参数成果是在 1991 年版的暴雨参数等值线图的基础上，增加十几年资料系列，将各站资料均统一到 1997 年，且增补站点，更加合理地对原 1991 年版《广东省水文图集》中暴雨参数等值线图进行修编，成果可靠、合理。

根据《广东省暴雨参数等值线图》中年最大 1 分钟、1 小时、6 小时、24 小时、72 小时暴雨统计参数（均值、Cv 值）等值线图，查各河涌集雨区域中心点的各历时暴雨参数 Ht 和 Cv，Cs 取 3.5Cv，在《查算手册》中查出各历时暴雨 P=5%、P=10%、P=20%

对应的 K_p 值，再根据集水面积 F ，查出各历时的点面换算系数 α_t ，则可求得各河涌不同频率的最大 1/6 小时、1 小时、6 小时、24 小时和 72 小时的设计面暴雨值。

设计暴雨计算成果见下表。

表 1.2-4 设计暴雨及相关参数表

历时 (h)	Ht (mm)	Cv	Cs/Cv	设计暴雨值 Hp (mm)		
				P=5%	P=10%	P=20%
1/6	42.2	0.33	3.5	68.7	60.89	52.50
1	65.9	0.33	3.5	107.28	95.09	81.98
6	113.7	0.44	3.5	211.48	180.33	147.92
24	160.2	0.44	3.5	297.97	254.08	208.42
72	208.1	0.52	3.5	422.44	350.44	277.19

(4) 设计洪水

本次设计洪水采用“多种方法，综合分析，合理取值”的原则，以 2003 年版《广东省暴雨径流查算图表》及《广东省水文图集》为基础，采用“广东省综合单位线”、“广东省推理公式”计算。

采用以上两种方法分别计算，五大涝区计算洪水成果详见下表：

表 1.2-5 五大涝区设计洪水成果表 m^3/s

涝区	涝区面积 (km^2)	10 年一遇		20 年一遇	
		综合单位线法	推理公式法	综合单位线法	推理公式法
灯塔涝区	25.09	182.39	172.06	221.01	214.4
光明涝区	32.04	192.93	187.52	233.51	217.77
米稔涝区	9.63	60.53	56.97	73.14	67.82
北灶联合涝区	15.61	122.41	120.25	146.05	144.45
南海五里涝区	37.42	222.6	221.43	269.52	264.17

表 1.2-6 穿堤涵闸设计洪水成果表 m^3/s

序号	水闸编号	排涝面积 (km^2)	河长 (km)	比降
1	1#	0.15	0.46	0.003
2	1A#	0.31	0.16	0.003
3	1B#	0.35	0.42	0.003
4	1C#	0.15	0.31	0.003
5	1F#	0.33	0.33	0.003
6	2#	0.25	0.58	0.003
7	5#	0.22	1.40	0.003
8	6#	1.38	1.02	0.003
9	7#	4.23	3.27	0.003
10	21#	1.48	1.78	0.003
11	22#	2.15	3.67	0.003
12	29#	0.34	0.85	0.003
13	30#	0.36	0.81	0.003
14	36#	0.32	0.92	0.003
15	41#	3.42	2.38	0.003
16	47#	0.65	0.88	0.003

序号	水闸编号	排涝面积 (km ²)	河长 (km)	比降
17	62#	0.86	1.08	0.003

两种方法的计算成果较接近，相差在 10%以内，其中综合单位线的成果略大。从推理公式推求设计洪水过程线的原理可知，推理公式法对降雨过程的变化没有充分考虑，主洪峰不论 τ 时段的降雨如何变化，一概按全省综合概化的洪水过程线，其它时段则概化为三角形，导致雨洪不相对应，另一方面，主峰前后次峰的处理不相一致，与推理公式的汇流原理也不相符合。综合单位线法是根据单位线滞时 m_1 及各类典型无因次单位线推求，较能反映工程所在河流的洪水特点；设计洪水过程线是根据设计净雨过程的逐段净雨推求得出的，能较好地反映降雨过程的变化；洪峰流量和洪水过程线的推求也是有机地结合在一起。从总的方面来讲，在推求设计洪水过程线方面，广东省综合单位线法显然优于推理公式法。经过上述分析，考虑安全因素，本次设计洪水采用综合单位线法计算成果。

1.2.4.潮汐

1.2.4.1.设计最高潮（水）位

本工程根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划（印发稿）》及工程区域的社会经济地位、人口数量和重要程度等分类指标，确定坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段工程级别为 3 级，本工程按 30 年一遇防洪（潮）标准进行设计。

历次成果简述：

1、《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）

为适应广东省海堤工程建设的需要，统一海堤工程的设计标准和技术要求，做到安全使用、技术先进、经济合理，使海堤工程有效地预防风暴潮和洪水危害，广东省水利厅于 2004 年 4 月 26 日颁布了《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004），对广东沿海地区 27 个主要潮位站的设计年最高潮（水）位、年最低潮（水）位、多年平均高潮（水）位、多年平均低潮（水）位进行了计算，本工程采用湛江港潮位站的潮位成果，设计最高潮位见下表。

表 1.2- 7 不同成果各频率潮位表（1985 国家高程基准）

湛江港	各级频率（%）							
	0.1	0.5	1	2	3.33	5	10	20
设计年最高潮(水)位	6.104	5.644	5.284	4.914	4.544	4.434	4.054	3.684



图 1.2-1 广东省沿海地区主要潮（水）位站分布示意图

2、《广东省生态海堤建设“十四五”规划》（2021 年）

为适应新的水情变化，《广东省生态海堤建设“十四五”规划》复核了广东沿海 36 个潮位站的设计潮位成果，将实测潮位资料系列延长至 2019 年。沿海地区工程建设中设计潮位的确定，目前采用年最高潮位系列作为样本进行频率分析，得出工程地点的不同重现期潮位值，然后根据建筑物的等级，按有关规范规定选用设计重现期的潮位作为设计潮位。这是目前工程设计中最常用的方法，国内外规范也普遍采用。其中湛江港的资料系列为 1950-2019 年共 70 年，其成果中缺少 P=3.33%的设计潮位数据，因此建议采用《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）的设计潮位成果。

表 1.2-8 主要潮位站设计年最高潮位成果表（摘录）

序号	站名	不同频率(%)设计年最高潮位(m; 珠基)							资料系列(年)
		0.1	0.5	1	2	5	10	20	
1	南渡(二)	7.81	6.33	5.71	5.1	4.31	3.75	3.22	1955~2019
2	湛江港	6.21	5.21	4.79	4.36	3.81	3.41	3.01	1950~2019
3	北津港	4.81	3.96	3.61	3.25	2.8	2.47	2.15	1954~2019
4	大敖	4.79	4.26	4.02	3.77	3.44	3.18	2.89	1952~2019(迭石站合并使用)
5	三江口	3.41	3.06	2.91	2.75	2.53	2.36	2.17	1953~2019
6	石咀	3.28	2.95	2.8	2.65	2.44	2.27	2.09	1959~2019

表 1.2-9 湛江港各频率高潮位成果表（1985 国家高程基准）

湛江港	各级频率（%）						
	0.1	0.5	1	2	5	10	20
设计年最高潮(水)位	6.954	5.954	5.534	5.104	4.554	4.154	3.754

根据以上分析，本工程设计最高潮水位采用《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）的成果， $P=3.33\%$ 设计潮位为 4.544m。依据《广东省海堤工程设计导则（试行）》中的《广东省最高潮位频率计算成果》，湛江港站多年平均高潮位为 3.344m，实测历史最高潮位为 1965 年 4.588m。

1.2.4.2. 枯水期设计潮位

本工程主要建筑物级别为 3 级，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），导流建筑物确定为 5 级，采用 5 年一遇的洪水标准，施工导流标准取 5 年一遇洪（潮）水位 3.684m。

1.2.4.3. 设计潮位过程线

南三联围堤围外潮水位过程线采用湛江港潮位，按照湛江港为半日潮的潮位变化，采用十年一遇的高潮值与十年一遇的低潮值模拟十年一遇高潮的潮位过程，具体数据见下表：

表 1.2-10 湛江港设计潮型过程线表

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水位(m)	0.59	2.05	3.04	3.90	3.04	2.05	0.59	-0.54	-1.25	-2.08	-1.25	-0.54
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
水位(m)	0.59	2.05	3.04	3.90	3.04	2.05	0.59	-0.54	-1.25	-2.08	-1.25	-0.54

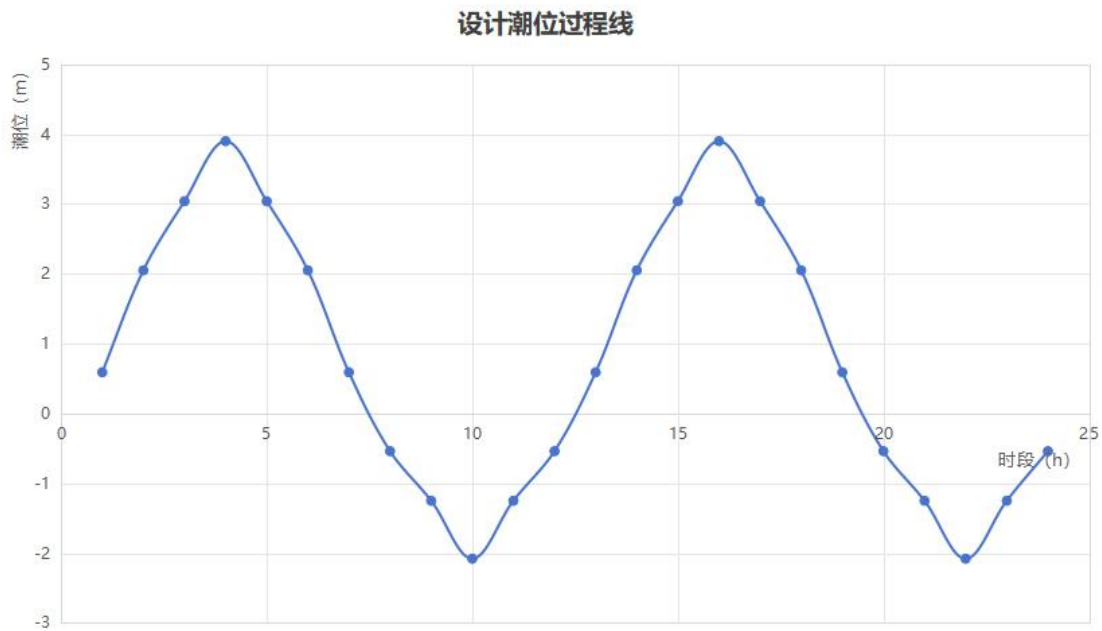


图 1.2-2 设计潮位过程线图

1.3.工程地质

通过本阶段的地质勘察工作，查明了工程区堤防沿线的地层岩性组成、分布情况以及各岩土层的物理力学参数等工程地质条件。对勘察场区的工程地质条件作出了评价；满足了规程规范及任务书的阶段要求。主要结论和建议如下：

1、工程场区地表为第四系松散层覆盖，无基岩出露，地质构造较为简单，防护堤沿线处于海积台地，第四系冲积地层未发现土洞、塌陷和溃堤等地质缺陷，工程场地是完整的和稳定的。场区内发生泥石流、滑坡和崩塌地震地质灾害的可能性很小。根据《中国地震动参数区划图(GB 18306-2015)》(比例 1:400 万)本工程场区(按 50 年超越概率 10%)地震动峰值加速度为 $0.10g$ ，地震动反应谱特征周期 $T_g=0.45s$ ，相应地震基本烈度为Ⅶ度。现场剪切波成果表明场地土类型属中软场地土，场地类别属于Ⅲ类。

2、已有堤防堤身填土含粉土和砂土较多，凝聚力较小，密实度偏低，局部堤身坡度偏陡，多数堤身坡面无护坡措施。堤身渗透性较强，具强～中等透水性，在内外水头差较大且持续时间较长时存在渗透破坏的隐患。建议对堤身进行护坡，减少雨水及波浪冲刷，对堤身进行培厚加固、换填、压实处理。

3、堤基工程地质条件分类结果，堤基工程地质条件以 C 类为主，局部为 D 类。

堤防沿线堤基局部分布的③₁淤质土层物理力学性质较差，承载力小，易发生沉降压缩变形；③₂层、③₃层为饱和砂土，易发生地震液化，易产生渗透变形。在堤防改造

时建议视其分布厚度大小、埋深情况进行挖除换填、固结、加密等处理，注意边坡的防渗护坡。

4、沿线堤基连续分布有③₂层粉细砂、③₃层泥质粉细砂，属中等～强透水层，在上部分布有③₁层淤泥质土的堤段，施工过程应避免堤内取土破坏相对隔水层形成渗漏通道；在上部缺失③₁层淤泥质土的堤段，建议进行堤基防渗处理，防渗措施可采用截渗墙垂直防渗方式，垂直防渗体深度应进入、⑤₁层黏土等相对隔水层一定深度；经分析可行时也可采用堤后压渗结合减压井防渗方式。

5、岸坡主要由粉砂、粉细砂组成，透水性强，凝聚力小，松散，由于近海，常年风速大，潮汐水位涨落变化大，岸坡易被风蚀、浪蚀破坏，属不稳定岸坡，建议对岸坡进行护坡加固处理，对岸坡冲刷较大堤段，可用块石或砼块进行护坡。淤泥质土抗冲性能低，对由其构成的岸坡，可用土工布加碎石铺盖等进行防冲处理。

6、现有的排水涵闸建基面地层多为③₂层粉细砂、③₂层泥质粉细砂，部分为③₁层淤泥质土，由于下卧层都分布有易发生渗透破坏及易液化砂层，建议采用换填、压密、桩基础等方式处理。

7、水样试验结果：工程沿线地表水对混凝土具弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具中等～强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性；地下水(井水)对混凝土具弱～强腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具无～弱腐蚀性，对钢结构具弱腐蚀性；地表水和地下水由于受海潮影响，自上游往下游河口腐蚀性呈增强趋势。土样腐蚀性试验结果，土层对混凝土具微～弱腐蚀性，对钢筋具弱～中等腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。建议采取防腐蚀措施。

8、天然建筑材料：工程区土料场运距短，开采运输方便；土料质量较好，储量丰富，满足设计需要量2倍的要求；花岗岩土料场开采时会遇到弱风化花岗岩球状风化岩块，可筛选后集中起来作石料利用；料场开采后应及时复绿还林，恢复环境面貌并做好护坡工程措施。砂料供应点运距短，运输较方便，砂料质量较好，可满足工程用砂料的要求，建议施工图阶段加强对砂料的检测。石料供应点运距短，运输较方便；石料质量较好，储量丰富，供应量可满足工程用石料的要求。

1.4.工程任务与规模

1.4.1.项目区概况

本项目位于湛江市坡头区南三镇，南三岛原为十个分散的小群岛，环境优美，曾是白鹭等大群海鸟觅食栖息的好地方，故历史上民间又曾称鹭洲岛。南三岛有巨大的

地缘优势，扼湛江港进出口的咽喉。建国后围海造田，十岛相连，成为一个大岛，并在沿海沙滩上营造起防护林带。全岛地势平缓，建有贯岛公路、码头、电力、通信等基础设施。南三岛是我国第七大岛，也是广东省第二大岛，与市区霞山区隔海对峙，相距 2km，也是最接近市区霞山区的海岛。

本项目位置见下图。

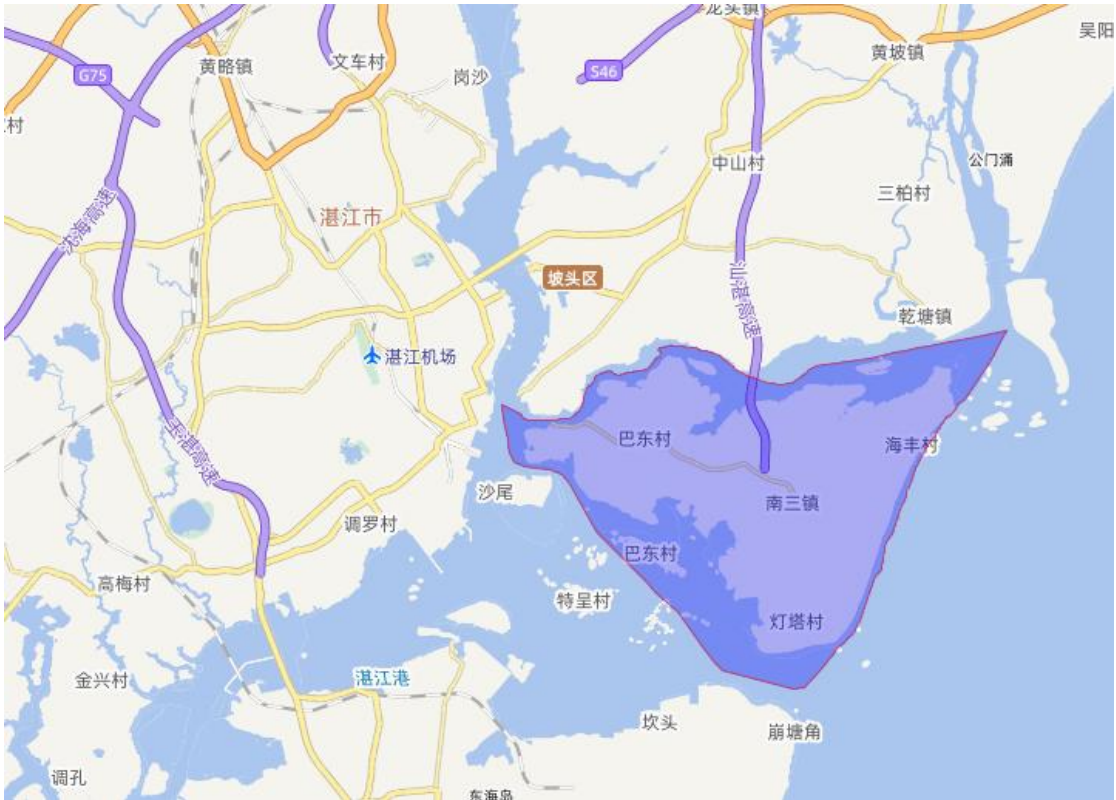


图 1.4-1 本项目位置示意图

1.4.2.工程现状及存在问题

(1) 海堤现状及存在问题

因多年来台风以及风暴潮的影响，南三岛内的海堤出现迎水坡掏空、坍塌、开裂，背水坡水土流失严重，护坡塌方、开裂下沉，堤身多处出现掏空小孔，部分堤段现状堤顶路面未硬化、未修建护坡及防浪墙等，经过现场调查及镇日常管理排查，目前发现的安全隐患点如下：

表 1.4-1 堤防安全隐患统计表

序号	所在堤段	存在问题	桩号起点	桩号终点
1	北头寮堤	现状堤顶路面未硬化，沿线存在两处水毁段，长度约 45m	K1+220	K2+362
2	光明堤	背水坡水土流失严重	K4+419	K5+434
3	米捻堤	现状堤顶路面未硬化	K6+175	K6+742

序号	所在堤段	存在问题	桩号起点	桩号终点
4	北灶堤	现状堤顶路面未硬化	K11+114	K13+080
5	凤埕堤	1 堤顶路未硬化，沿线存在两处水毁段，长度约 70m	K13+080	K14+842
6	岭尾堤	背水坡掏空塌方	K14+928	K15+521
7	通沟堤	迎水坡塌陷，迎水坡平台多次出现险情，存在堤防缺口	K34+784	K35+505
8	南海堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，背水坡水土流失严重	K38+000	K41+515
9	联合堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，部分堤身未修建砼护坡、背水坡水土流失严重	K43+830	K48+581
10	和平堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，部分堤身未修建砼护坡、背水坡水土流失严重	K49+150	K50+111
11	灯塔堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，背水坡水土流失严重，堤身多处出现小孔掏空、63# 闸往西 300m 处有 30m 堤脚损坏	K50+111	K51+479

(2) 穿堤涵闸现状及存在问题

因多年来台风以及风暴潮的影响，南三岛内的部分水闸出现腐蚀老化开裂、防护墙变形断裂倾斜、闸板损坏等情况。经过现场调查及镇日常管理排查，目前发现的安全隐患点如下：

表 1.4-2 穿堤涵闸安全隐患统计表

序号	水闸编号	所在堤段	存在问题
1	1#	北头寮堤	闸板损坏，原启闭机架破损
2	1A#	北头寮堤	闸顶及右侧附近迎水坡掏空
3	1B#	北头寮堤	原启闭机架倒塌
4	1C#	北头寮堤	闸板破损，原启闭机架破损
5	1F#	北头寮堤	现状闸板破损，左侧塌陷
6	2#	北头寮堤	闸板损坏，外江右侧掏空
7	5#	李黄梁堤	闸板损坏
8	6#	光明堤	一侧闸孔损坏封堵
9	7#	光明堤	闸身存在裂缝
10	21#	岭尾堤	翼墙开裂
11	22#	岭尾堤	现状混凝土闸门破损
12	29#	东窖堤	堤身渗漏、闸板漏水
13	30#	西窖堤	外江翼墙破损
14	36#	新门口堤	涵身底板破裂、翼墙损坏
15	41#	南海堤	闸门损坏、现状无启闭机
16	47#	解放堤	水闸两侧堤身渗漏
17	62#	灯塔堤	堤身右侧塌陷，闸板渗漏

1.4.3.项目建设的必要性

(1) 必要性

- 1) 项目建设是南三人民生命及财产的重要保障；
- 2) 项目建设可促进当地经济社会可持续发展；

- 3) 项目建设有利于社会安定;
- 4) 项目建设有利于保护生态环境;
- 5) 项目建设是城市经济快速发展的需要;
- 6) 项目建设符合国民经济和社会发展规划等相关规划的目标。

(2) 可行性

- 1) 各级党委和政府高度重视, 为工程的实施提供了强有力的组织保证;
- 2) 人民群众对工程建设认识高, 信心足, 全力支持;
- 3) 项目建设在技术、经济、生态及社会层面上均展现出全方位的可行性。

综上所述, 项目的建设在技术成熟、经济合理、生态友好和社会支持的基础上完全可行。

1.4.4.工程任务

本项目为湛江市坡头区海堤加固工程, 主要任务是防洪(潮), 通过加固沿海堤防, 同时修复沿线穿堤建筑物, 排除安全隐患。按 30 年一遇设计防洪(潮)标准在原有海堤基础上对南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段中未达标堤段进行达标加固, 通过增设防浪墙、坡顶道路硬化、坡脚加固, 修复海堤迎水坡、背水坡, 对部分险工堤段进行充填灌浆, 同时修复改造沿线排水涵闸等措施, 提升南三联围抵御设计标准风暴潮的袭击的能力, 保障围内防洪(潮)排涝安全, 促进当地经济发展, 保障围内养殖业、耕地和人民的生命财产安全。

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程建设内容为在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里(对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固, 对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固), 同时根据穿堤涵闸状况, 维修加固涵闸共计 17 座。

1.4.5.设计标准

(1) 防洪标准

根据已批复《南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程可行性研究报告》, 确定南三联围工程为III等工程, 堤防级别为 3 级, 穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级, 防洪(潮)标准采用 30 年一遇。

根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》, 粤东、粤西地区的湛江等市中心区防洪(潮)标准 100~200 年一遇, 城市中心区防洪(潮)标准 100 年一遇, 县级以

上城市中心区防洪（潮）标准不低于 50 年一遇，其它城区防洪（潮）标准不低于 20 年一遇。根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》附表 17 湛江市生态海堤单元规划情况表，坡头区南三联围海堤工程规划防洪（潮）标准为 30 年一遇，且此宗海堤已列入《全国海堤建设方案》规划项目库。

根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》，延用本项目前期可研的成果，并适当提升本区域的防洪（潮）标准，本次初步设计确定南三联围堤防级别为 3 级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级，防洪（潮）标准采用 30 年一遇不越浪设计。

（2）治涝标准

根据《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》（粤水电总字[1995]4 号文）、《广东省湛江市防洪（潮）排涝规划（2022~2035 年）》，本次海堤围垦内排涝标准按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

1.4.6.工程规模

（1）建设内容

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。详情见下表。

表 1.4-3 堤防工程措施统计表

序号	堤段	起点	终点	长度	措施
1	北头寮堤	K1+220	K2+362	1142	新建堤顶路面
		K1+570	K1+595	25	水毁修复
		K2+325	K2+345	20	水毁修复
2	光明堤	K4+419	K5+434	1015	背水坡加固
3	米捻堤	K6+175	K6+742	567	新建堤顶路面
4	北灶堤	K11+114	K13+080	1966	新建堤顶路面
5	凤辇堤	K13+080	K14+842	1762	新建堤顶路面
		K14+225	K14+270	45	水毁修复
		K14+325	K14+350	25	水毁修复
6	岭尾堤	K15+078	K15+173	95	背水坡加固
7	通沟堤	K34+784	K34+878	79	新建堤段
		K34+878	K35+059	196	新建堤顶路面
		K35+059	K35+505	446	迎水坡平台修复
8	南海堤	K38+000	K41+515	3515	达标加高
9	联合堤	K43+830	K48+581	4751	达标加高
10	和平堤	K49+150	K50+111	961	达标加高
11	灯塔堤	K50+111	K51+479	1368	达标加高

表 1.4-4 穿堤涵闸工程措施统计表

序号	水闸编号	所在堤段	措施
1	1#	北头寮堤	更换闸板重建机架
2	1A#	北头寮堤	更换闸板重建机架
3	1B#	北头寮堤	更换闸板重建机架
4	1C#	北头寮堤	更换闸板重建机架
5	1F#	北头寮堤	更换闸板
6	2#	北头寮堤	更换闸板
7	5#	李黄梁堤	更换闸板
8	6#	光明堤	整体拆除重建
9	7#	光明堤	整体拆除重建
10	21#	岭尾堤	拆除重建翼墙
11	22#	岭尾堤	更换闸板
12	29#	东窖堤	整体拆除重建
13	30#	西窖堤	拆除重建翼墙，更换启闭机架
14	36#	新门口堤	整体拆除重建
15	41#	南海堤	整体拆除重建
16	47#	解放堤	灌浆加固
17	62#	灯塔堤	整体拆除重建

(2) 水闸过流能力复核

表 1.4-5 穿堤涵闸排涝能力计算表

水闸编号	闸宽(m)	闸底高程(m)	内涌水位(m)	外江水位(m)	下游水深 h_s (m)	总水头 H_0 (m)	过流能力 (m^3/s)	10年一遇洪峰流量 (m^3/s)	是否满足
6#	4.2	0.4	1.8	1.5	1.1	1.4	10.04	9.16	是
7#	7.5	-0.6	1.3	1	1.6	1.9	26.61	23.94	是
29#	1.8	-0.5	1.2	0.9	1.4	1.7	5.55	4.68	是
36#	2.2	-0.5	1.4	1.1	1.6	1.9	7.80	7.11	是
41#	4.8	-0.6	2.3	2	2.6	2.9	28.39	25.85	是
62#	3	0.14	1.94	1.64	1.5	1.8	9.94	7.51	是

(3) 堤顶高程

本次按照防潮标准 30 年一遇不越浪设计堤顶高程，累积频率设计时取 2%，波高 $R_F(2\%)=2.09m$ ，堤顶安全加高值选 0.7m。堤顶高程计算成果如下：

表 1.4-6 堤顶高程计算成果表

设计潮位(m)	是否允许越浪	波浪爬高	安全超高	计算堤顶高程(m)
4.544	否	2.09	0.7	7.344

1.5.工程布置及建筑物

1.5.1.工程等级和标准

本工程保护围内农田 5.8 万亩、池塘养殖面积 2.8 万亩、捍卫人口 7.8 万人。据该工程区域的社会经济地位、人口数量和重要程度等分类指标，对照《防洪标准》

（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《海堤工程设计规范》（SL435-2014）和《广东省生态海堤建设“十四五”规划（印发稿）》规定，确定南三联围海堤工程等别为III等工程，南三联围堤防级别为3级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为3级。本工程设计防潮标准按30年一遇高潮水位进行设计；围内治涝标准按10年一遇24小时暴雨一天排干标准设计。

1.5.2.工程总体布置

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程主要涉及北涯堤、联合堤、和平堤等十三个堤段，在原有海堤基础上进行加固17.863公里（对其中12.23公里海堤进行全面达标加固，对其中5.633公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计17座。

1.5.3.主要建筑物设计

1.5.3.1.堤防设计

①北头寮堤标准断面（K1+220~K2+362）

北头寮堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对K1+220~K2+362段堤顶增设3.5m宽C30砼路面，长度为1.142km。北头寮堤K1+570~K1+595；K2+325~K2+345长度共45米的迎水坡有堤身掏空，进行水毁修复。

②光明堤标准断面（K4+419~K5+434）

光明堤全堤达标加固长度共1.015km，背水坡采用草皮护坡顺接现状，并铺设200mm厚种植土，堤身培厚材料采用粘性土，坡脚设C30钢筋砼冠梁及U型板桩，桩长4m。

③米捻堤标准断面（K6+175~K6+742）

米捻堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对全段堤顶增设3.5m宽C30砼路面，长度为0.567km。

④北灶堤、凤辇堤标准断面（K11+114~K14+842）

北灶堤、凤辇堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对全段堤顶增设3.5m宽C30砼路面，长度为3.728km。凤辇堤K14+325~K14+350；K14+225~K14+270长度共70米的迎水坡有堤身掏空，进行水毁修复。

⑤岭尾堤标准断面（K15+078~K15+173）

岭尾堤全堤达标加固长度共0.095km，全段背水坡采用草皮护坡顺接现状，培厚材料采用粘性土，坡脚设C30钢筋砼冠梁及U型板桩，桩长4m。

⑥通沟堤标准断面（K34+784~K35+505）

通沟堤 K34+784~K34+878 段 79m 堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙，迎水坡坡脚增设 C30 砼齿墙防护，坡脚与堤顶采用 C30 砼护坡连接，堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路；通沟堤 K34+878~K35+053 段堤顶仅铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路；通沟堤 K35+053~K35+505 段 452m 迎水坡二级平台及挡墙已被掏空倒塌，拆除现状破损挡墙并进行平台修复；平台外设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 12m；堤脚设抛石护脚，堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路。

⑦南海堤标准断面（K38+000~K41+515）

南海堤全堤达标加固长度共 3.515km，堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路，堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙；背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m。

⑧联合堤标准断面（K43+830~K48+581）

联合堤全堤达标加固长度共 4.751km，全段堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路，背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 6m；K43+830~K45+540、K47+848~K48+581 段共 2.443km 迎水坡坡脚增设 C30 砼齿墙防护，堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙，坡脚与堤顶采用 C30 砼护坡连接。

⑨和平堤标准断面（K49+150~K50+111）

和平堤全堤达标加固长度共 0.961km，全段堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路，堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙，背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m；K49+150~K49+200、K49+800~K50+111 段共 0.361km 迎水坡坡脚增设 C30 砼齿墙防护，坡脚与堤顶采用 C30 砼护坡连接。

⑩灯塔堤标准断面（K50+111~K51+479）

灯塔堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对全段堤顶增设 3.5m 宽 C30 砼路面，长度为 1.368km；背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m。

1.5.3.2.涵闸设计

1) 北头寮堤 1#、1A#、1B#、1C#、1F#、2#、李黄梁苏堤 5#、岭尾堤 21#、22#、西窖堤 30#涵闸、解放堤 47#涵闸

北头寮堤 1#、1A#、1B#、1C#涵闸现状闸板及启闭机架破损，本次拟更换闸板，重建启闭机架；北头寮堤 1F#、2#、李黄梁苏堤 5#及岭尾堤 22#涵闸闸板破损，本次拟

更换闸板；岭尾堤 21#涵闸现状翼墙开裂，本次拟拆除重建涵闸翼墙；西窖堤 30#现状外江翼墙及启闭机架破损，本次拟拆除重建翼墙，更换启闭机架。

表 1.5-1 相关涵闸对应措施表

水闸编号	所在堤段	存在问题	工程措施
1#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1A#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1B#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1C#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1F#	北头寮堤	现状闸板破损	更换闸板
2#	北头寮堤	现状闸板破损	更换闸板
5#	李黄梁堤	现状闸板破损	更换闸板
21#	岭尾堤	现状翼墙开裂	拆除重建翼墙
22#	岭尾堤	现状闸板破损	更换闸板
30#	西窖堤	外江翼墙及启闭机架破损	拆除重建翼墙，更换启闭机架

2) 光明堤 6#涵闸

光明堤现有一座 6#水闸，涵身有裂缝，一侧闸孔损坏封堵，本次拟对其进行重建。

重建 6#水闸宽 6.8m，顺水流方向长 46.60m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、箱涵、消力池、抛石护脚。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 9.22m，抛石护底顶高程为 0.40m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 5~9.22m，铺盖顶高程 0.40m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室分为两孔，每孔净宽 2.1m，闸底板厚 0.5m，高程 0.40m，闸边敦厚 0.80m，闸中敦厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接 C35 钢筋砼箱涵，箱涵顺水流方向长 20.0m，箱涵均分为两孔，每孔净宽 2.1m，净高 2.0m，顶板厚度为 500mm，底板厚度为 500mm。

箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由 0.40m 下降至 -0.14m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

3) 光明堤 7#涵闸

光明堤现有一座 7#水闸，涵身、涵洞顶部出现多条裂缝，本次拟对其进行重建。

重建 7#水闸宽 11.10m，顺水流方向长 54.00m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、箱涵、消力池、抛石护脚。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 14.12m，抛石护底顶高程为-0.60m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 9.5~14.12m，铺盖顶高程-0.60m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室分为三孔，每孔净宽 2.5m，闸底板厚 0.5m，高程-0.60m，闸边敦厚 0.80m，闸中敦厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接 C35 钢筋砼箱涵，箱涵顺水流方向长 27.40m，箱涵均分为三孔，每孔净宽 2.5m，净高 2.5m，顶板厚度为 500mm，底板厚度为 500mm。

箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.60m 下降至-1.15m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口采用 C35 砼挡墙衔接。

4) 东窖堤处 29#涵闸

东窖堤处 29#涵闸涵身渗漏、闸板破损，本次拟对其进行重建。

重建 29#水闸宽 3.4m，顺水流方向长 49.6m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、消力池、抛石护脚，保留原箱涵。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 6.42m，抛石护底顶高程为-0.50m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 1.8~6.42m，铺盖顶高程-0.50m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室为一孔，闸孔净宽 1.8m，闸底板厚 0.5m，高程-0.50m，闸边敦厚 0.80m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接现状箱涵，箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.5m 下降至-1.05m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

5) 北涯堤 36#涵闸

北涯堤处 36#涵闸涵身底板破裂、翼墙损坏，本次拟对其进行重建。

重建 36#水闸宽 3.8m，顺水流方向长 44.6m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、消力池、抛石护脚，保留原箱涵。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 6.82m，抛石护底顶高程为-0.50m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 2.2~6.82m，铺盖顶高程-0.50m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室为一孔，闸孔净宽 2.2m，闸底板厚 0.5m，高程-0.50m，闸边敦厚 0.80m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接现状箱涵，箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.5m 下降至-1.05m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

6) 南海堤 41#涵闸

南海堤现有一座 41#涵闸，闸身老旧、涵身混凝土开裂脱落，本次拟对其进行重建。

重建 41#水闸宽 7.4m，顺水流方向长 49.6m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、箱涵、消力池、抛石护脚。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 10.02m，抛石护底顶高程为-0.60m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 5.8~10.02m，铺盖顶高程-0.60m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室分为两孔，每孔净宽 2.4m，闸底板厚 0.5m，高程-0.60m，闸边敦厚 0.80m，闸中敦厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接 C35 钢筋砼箱涵，箱涵顺水流方向长 23m，箱涵均分为两孔，每孔净宽 2.4m，净高 3.5m，顶板厚度为 500mm，底板厚度为 500mm。

箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.60m 下降至-1.15m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

7) 解放堤 47#涵闸

解放堤处 47#涵闸出现堤身渗漏，本次拟对其进行充填灌浆加固防渗。

水闸两侧沿堤项各布置 12m 长的三排充填灌浆作为侧向防渗，孔径为 $\phi 50\text{mm}$ ，灌浆材料采用水泥浆，孔底进入中粗砂层以下，间距 1m 梅花形布置。

灌浆时应先灌中排孔，再灌边排孔。每排分两序孔，先灌第一序孔，再灌第二序孔。

8) 灯塔堤 62#涵闸

灯塔堤处 62#涵闸涵身渗漏、涵闸右侧出现塌陷，本次拟对其进行重建。

重建 62#水闸宽 5.6m，顺水流方向长 42.10m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、消力池、抛石护脚，保留原箱涵。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 8.62m，抛石护底顶高程为-0.14m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 4.0~8.62m，铺盖顶高程-0.14m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室为两孔，闸孔净宽 1.5m，闸底板厚 0.5m，高程-0.14m，闸边墩厚 0.80m，闸中墩厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接现状箱涵，箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.14m 下降至-0.40m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

9) 管理房设计

本次对重建的 6 座涵闸新建启闭机房，结合闸门大小设置不同面积的单层管理房，总体建筑风格为简约现代风格，此外，对现状南三联围管理处两层管理房进行重新装修，采用简约现代风格，占地面积约 200m²。

1.6.机电及金属结构

1.6.1.电气

由于本工程为达标加固工程，多数闸门由已有的南三镇变电所至南三联围附近村庄农用电网 380V 输电线路供电，故供电电源仍沿用现有电源供电，直接接引农用电网线路即可满足工程需求。

1.6.2.金属结构

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程金属结构设备主要为穿堤涵洞控制闸门，考虑到钢筋混凝土闸门具有耐腐蚀性，可在任何介质状态下使用，止水效果好，安装简单使用寿命长特点。维修加固涵闸工作门均采用钢筋混凝土闸门，配螺杆启闭机，动水启闭。螺杆材料为 2Cr13 不锈钢。湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程各涵闸闸孔数量不多、启闭容量小，故采用操作简单、经济实用的手电两用螺杆启闭机。其中：启闭力 10t 共 15 台、启闭力 20t 共 6 台。

1.7.消防设计

本次设计管理房共 7 处，其中水闸管理房 6 处为单层结构，总管理房 1 处为二层结构。

依据各类建筑物及场所耐火等级与火灾危险性类别，按规程要求布置建筑物和机电设备，建筑物耐火等级满足要求，各房间安全出口数量及对外交通满足规范要求。厂区消防车道满足要求。

在室内设置手提式干粉灭火器。所有进出室内、盘柜的电缆孔洞和电缆管两端均用防火材料封堵，并涂刷防火涂料。电缆桥架内的动力、控制电缆之间采用防火隔板分隔。

表 1-5 主要消防设备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量
1	磷酸铵盐干粉灭火器	4 手提式，MF/ABC4-2A	具	16

1.8.施工组织设计

1.8.1.工程条件

(1) 工程概况

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的主要任务是加固沿海堤防，同时完成穿堤建筑物的维修重建，排除安全隐患，满足设计防潮标准 30 年一遇的要求，以减轻洪、潮灾害对该区的威胁，保护围内居住人口、耕地、鱼、虾塘

和工农业财产，抵御设计标准风暴潮的袭击，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。建设内容为：在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

（2）地理位置及对外交通

本工程位于坡头区南三镇。坡头区南三镇位于湛江市坡头区南部，通过南三大桥及湛江海湾大桥与湛江市市区相连，汽车车程约 30km，是湛江市的交通枢纽，对外交通比较方便，通过 G228 国道、S280 省道、乡道可达工程区附近，工程对外交通条件较好。坡头区已建成的公路项目主要有汕湛高速、海滨大道，南三大桥等。地理位置优越。通信发达，通讯电话已通全区每个角落。水电设施配套完善。

（2）建筑材料来源

本工程所需天然建筑材料主要有砂料、块石（含骨料）及土料，砂料和石料均从南三镇附近砂场和石场采购。土料暂考虑坡头区及湛江市范围内外购，运距约 50km。主要建筑材料如水泥、钢筋（材）、木材、燃油等均由湛江市市场供应。

（3）施工风、水、电供应及通讯

1）施工供水

本工程施工用水包括生活用水及施工生产用水。施工生产、生活用水从周边村庄接自来水或者在施工现场就近池塘、水井等取水。

2）施工供电

施工期间可利用现有或提前架设永久专用输电线路供施工用电，尽可能做到永久、临时相结合，并设置柴油发电机备用。

3）施工供风

各施工区采用移动式空压机。

4）施工通讯

目前施工区域通讯信号已覆盖，移动电话可满足通讯需求。

1.8.2.施工导流

1.8.2.1.导流标准

本工程堤防级别为 3 级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级，根据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)、《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)，导流建筑物确定为 5 级，采用 5 年一遇的洪水标准。

1.8.2.2.施工导流方式

(1) 涵闸部分

重建涵闸处结合平面布置，施工时采用全段围堰法，外海侧围堰与内河围堰对施工基坑进行围护挡水，施工期间埋设一根 1m 钢管进行施工导流，满足日常过流。

(2) 海堤部分

海堤部分采用纵向围堰，分段进行施工。

1.8.2.3.导流建筑物

(1) 涵闸部分

1) 外海侧导流建筑物

外海五年一遇水位为 3.68m，结合现状地形并考虑安全加高及波浪爬高，围堰顶高程为 4.20m，围堰高度高 4~5m 左右。外海侧附近为鱼塘，如采用土方围堰，占用鱼塘位置较宽，且土方量较大；根据地质情况，围堰地基存在较厚的砂层，存在强透水层。

结合上述原因，采用占地较小的 12m 双排拉森钢板桩围堰型式，结合现状地形并考虑堰顶超高后，围堰顶高程为 4.20m，顶宽 4m，两排钢板桩间设钢拉杆并回填土，以保证围堰的整体性。

2) 内河侧导流建筑物

内河围堰采用土包围堰填筑，结合现状地形，围堰顶高程设计与现状鱼塘顶高程持平；采用梯形断面，顶宽 0.5m，两侧边坡 1:1，在迎水侧铺设防渗土工膜，并采用土包进行压重。

(2) 海堤部分

结合现场踏勘与现状地形、水深，围堰平均高度定为 2.00m。围堰采用梯形断面的土包围堰，顶宽 0.5m，两侧边坡 1:1，在迎水侧铺设防渗土工膜，并采用土包进行压重。

1.8.2.4.施工排水

为保证工程质量及施工顺利进行，做好基坑施工排水，施工排水拟在地面及基坑内设置排水系统。排（截）水沟与集水井相连，及时用水泵将水抽排。

1.8.3.施工交通运输

工程区域周边主要为农田、鱼塘及少量民房，工程区域范围主要交通干道有汕湛高速、海滨大道、南三大桥、G228 国道、S280 省道、乡道可达工程区附近，工程对外交

通条件较好，本工程对外交通较便利。本工程场内运输可以利用现状堤顶道路，可基本满足工程需要。

1.8.4.施工总布置

1.8.4.1.临时设施布置

通过现场情况和综合分析，针对结构平面布置情况及生产、生活临时措施需要，采用集中布置原则进行施工。施工平面布置以减少占地为目的，尽量利用工程原有或就近的已有设施，紧凑布置临时施工设施，同时尽量将生活区和生产区区分开来。

临时施工占地考虑仓库、办公、生活、生产临时施工用房及材料堆放场、施工机械停放场等。办公、生活等临时施工用房可考虑布置于施工区附近空地或就近临时租用空置房、民房。本工程不设专门的机械修配厂及汽车修理厂，汽车、机械设备的维修养护可以在附近的修理加工厂进行。本工程主要临时建筑工程量为：施工仓库 800m²，工棚 800m²。

1.8.4.2.安全文明施工

根据建设工程文明施工标准和要求，将文明生产和环境保护工作列为施工管理的重要环节，建设工程文明施工应实现施工封闭化、围蔽标准化、现场硬地化、厨房厕所卫生化、宿舍和办公室规范化。

建设工程应减少对周围环境的污染和影响，建筑工地落实封闭施工，工地周边按要求设置围蔽和遮尘设施，材料堆放整齐有序，加标识。在工地生活区宿舍、厕所、厨房的设置和管理达到卫生要求，落实除“四害”措施。做到垃圾集中堆放，及时清理。道路畅通，排水沟渠畅通，无卫生死角，无大面积积水。

根据文件要求，本工程列入工程安全防护、文明施工措施费。

1.8.5.施工总进度

工程建设分工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程完建期四个阶段，工程筹建期不计入总工期，主要完成施工征地及施工招投标工作。

工程施工总工期计划为 25 个月，本工程可分段同时施工，加快施工进度。

1.9.建设征地与移民安置

(1) 建设征地范围

根据相关专业进行设计工程占地范围线成果，依据《广东省水利工程管理条例》和《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2024），确定建设征地处理

范围。湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程建设征地范围分永久占地和临时占地。

永久占地范围主要包括堤段占地范围；工程临时占地范围主要包括施工辅企和料场占地等用地范围。

1) 永久占地

根据项目设计要求，对现有堤防进行达标加固，部分堤段砼护坡出现塌陷，背水坡水土流失严重现象，基本是在原有海堤的基础上进行达标加固，堤防达标加固后新、老堤脚线之间的范围的基础所占用的土地为永久占地。

2) 施工临时用地

根据本工程施工布置原则、施工辅企建筑物的类别及料场等用地需要，沿堤分段进行施工，每个施工段分别布置。施工临时征地以尽量少征为原则，对耕植用地在使用完成后均要求恢复其原有用途。

(2) 工程建设征地

本工程建设征地涉及坡头区南三镇 11 个村委会。本次工程海堤沿线主要为滩涂、农业用地，养殖塘。主要是在原有海堤基础上进行达标加固，占地均在海堤管理范围内，因此不新增占地面积，原有堤身永久占地 622.7 亩，施工临时占用鱼塘 210.78 亩，占用房屋建（构）筑物 182m²，主要用于堆放材料、停放施工机械、临时仓库、办公室等。

(3) 农村移民安置规划

本项目不涉及到移民安置问题。

(4) 建设征地投资估算

建设征地补偿总投资为 91.64 万元，其中：工程征地直接补偿费 79.34 万元，其他费用 7.93 万元；基本预备费 4.36 万元。

1.10.环境保护设计

1.10.1.水环境保护

工程施工期水污染源主要包括施工生产废水和生活污水。生产废水主要来源于工程区机械车辆冲洗废水、含油废水等；生活污水主要来源于施工期施工人员生活用水。

1.10.1.1.机械车辆冲洗废水处理措施

1、机械车辆冲洗废水特点

施工区内不设置机械修配厂，仅进行机械保养，因此施工过程中亦不产生施工机械、

汽车检修废水，但会产生汽车冲洗废水，各施工区车辆同时清洗，采用高压水枪冲洗。

2、处理目标

机械维护及汽车冲洗废水污染物以石油类为主，石油类浓度一般为 5mg/L~20mg/L。处理出水中石油类浓度控制在 5mg/L 以下，废水经处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）洒水标准后，全部回用于施工场区和施工道路洒水、绿化用水。

3、处理方案

废水处理采用隔油池处理。含油废水经隔油池后，可大幅降低废水含油浓度，一般情况下出水石油类浓度可达 5mg/L 以下，其余指标符合《城市杂用水水质标准》，就近全部回用于场地道路洒水抑尘和绿化用水。

1.10.1.2.含油废水处理措施

含油废水处理系统主要设备为小型隔油池，设计处理量为 20.0m³/h，停留时间 10min，设备尺寸 3.0m×2.0m×1.5m（长×宽×高），隔油池排油除泥周期为 7 天。隔油池运行过程中，应注意加强废油和含油沉淀物的清理，清理出的废油和含油沉淀物妥善进行保存，避免发生泄漏，并委托有危险废物处理资质的单位及时收集清运。施工材料如油料不宜堆放在河流水体附近，应选择远离河道的合适地点，并备有临时遮挡的帆布，必要时设围栏，防止大风暴雨冲刷而进入水体。注意场地清洁，及时维护和修理施工机械，避免施工机械机油的跑冒滴漏，若出现漏油现象，应及时采取措施，用专用装置收集并妥善处理。加强对污水处理系统的设备维护和管理，定期监测排放水质，加强对隔油油脂的外运处理，不得随意丢弃。施工场地加强管理，尽量保持场地平整，土石方堆放坡面应平整，以减少土石方等进入河道。含油废水处理后上清液回收用于施工场地洒水降尘、周围区域绿化浇洒等环节。

1.10.1.3.生活污水处理措施

本工程施工生活污水可结合各租住的居民房现有的污水收集设施进行收集，进入市政管网后通过污水厂处理达标后排放，工程不考虑单独设置生活污水处理设施。建设施工单位要加强对施工人员的教育，贯彻文明施工的原则，严格按施工操作规范执行，对施工期污水的排放进行严格管理，严禁施工污水乱排、乱流而污染水体及周围环境。

1.10.2.生态保护

1.10.2.1.陆生生态保护措施

1、陆生生态影响的避免和消减措施

为减免施工活动对植被和土壤的影响，要求施工单位细化施工组织设计的同时，应严格划定施工范围，不得随意征占土地以外的土地；在做好施工组织设计的同时，应该严格划定工程征地范围，在施工区设置植被保护宣传牌和警示牌，进行土壤、植被的保护宣传，并标明施工活动区，严禁超范围砍伐和进入非施工区活动。

2、陆生生态影响的恢复和补偿措施

(1) 工程施工结束后，应及时对施工便道、临时生活区、施工场地等临时占地植被恢复。工程周边植被恢复除考虑水土保持外，还应适当考虑景观及环保作用（如降低噪声、防止空气污染等），使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

(2) 进行植被恢复需要遵守“适地适树、适地适草”的原则，树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作绿化带的覆土改造。

3、水生生物保护措施

(1) 工程应合理安排各河段施工组织，相邻工段施工应错开施工高峰，避免出现同堤段大规模施工的情形。

(2) 施工期间，严禁在施工段进行捕鱼或从事其它有碍生态环境保护的活动；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。

1.10.2.2.水生生态保护措施

1、工程应合理安排各河段施工组织，相邻工段施工应错开施工高峰，避免出现同堤段大规模施工的情形。

2、施工期间，严禁在施工河段进行捕鱼或从事其它有碍生态环境保护的活动；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。

3、要求在枯水期完成涉水施工。

1.10.3.人群健康保护

施工期应加强传染病的预防与监测工作。具体措施如下：

(1) 进驻前对施工生活区进行石灰粉消毒处理或喷洒消毒剂。

(2) 生活用水应采用集中式消毒处理供水设施，开工前应对饮用水质进行检测，

确保水质达标。

(3) 加强工地食堂及餐饮服务业的卫生管理，食堂炊事人员须取得卫生健康证方可上岗作业，并做好食堂的消毒工作。食品物资采购人员应严格把好食品质量关，严防过期食物流入食堂。

(4) 工程进场前和施工高峰期对施工人员健康状况进行抽检，抽检人数为高峰期施工人数的 10%，体检不合格人员严禁进场，防止传染疫情的发生。

(5) 对生活管理区进行防疫灭鼠、灭蚊工作，施工期间灭鼠、灭蚊蝇频率为 1 次/月；在施工高峰期以及夏季，灭蚊灭蝇频率为 1 次/周。

(6) 施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作，并通过广播、墙报等多种形式，对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的意识。

1.10.4.大气及声环境保护

本工程对大气环境的影响主要体现在施工期。环保措施主要是对于施工工区附近的敏感点应采取切实可行的措施，使施工场地及运输线沿线附近的粉尘污染控制在最低限度。

1.10.4.1.燃油、燃料废气控制措施

(1) 选用符合国家有关机械、机动车标准的施工机械和运输工具，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。

(2) 加强燃油机械设备的维护和保养，使发动机处于正常、良好的工作状态；执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆，及时更新。

(3) 在施工招标时，将车辆使用标准及燃油、燃料使用标准，纳入招标文件予以明确。施工期环境监理单位应将施工单位施工车辆、燃油、燃料的使用情况纳入环境监理工作中。

1.10.4.2.施工人员劳动保护

按照国家有关劳动保护的规定，为施工人员发放防尘用具，特别对土石方作业、混凝土拌和作业、砂石加工作业、水泥装卸作业的施工人员，应配发防护标准高的防尘器具，施工过程中应及时清洗、更换。

1.10.5.声环境保护措施

1、合理安排施工计划和施工机械设备组合，严格控制施工时间，严格禁止在夜间（22:00-8:00）和午间（12:00-14:00）施工。避免在同一时间内集中使用大量的动力机械设备。施工抢修、抢险作业和施工因生产工艺上的要求或者其他特殊需要必须连续作业的，必须提前向行政主管部门办理相关手续，并提前向周围民众进行公告后才可进行施工。同时，要求施工单位严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的规定。

2、采用先进的低噪声施工机械，并加强施工机械的维护保养，使机械处于最佳工作状况，对一些固定的、噪声强度较大的施工设备单独搭建隔音棚，或建一定高度和宽度的空心墙来隔声降噪。机械施工地点应尽量远离敏感点布设，尽量减少对其的影响。对一些施工机械，如推土机、挖掘机等采取安装减震基座的措施来实现降噪的目的。

3、机械设备应适时维修，特别对因松动部件的震动或降低噪声部件的损坏而产生很强噪声的设备，更应经常检查维护。根据实际需要可在局部施工区建立临时性隔声屏障，以确保施工场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

4、加强施工管理，进出施工场界的物料运输车辆需限制行驶速度，并禁鸣喇叭，以最大程度减小运输车辆噪声对周边敏感目标的影响。

5、项目区一侧敏感点较多，施工前，应在一些无法回避的敏感点靠施工区一侧设置连续、密闭的围挡，高度不得低于 2.5m，既可防治本项目扬尘影响，也可在一定程度上起到降噪作用。

1.10.6.固体废物处理措施

1.10.6.1.弃渣处理措施

本项目施工开挖弃渣、弃土应及时运至指定临时堆存场进行堆存，按照水土保持要求弃土弃渣应配套设置渣场挡护、截排水等工程措施，弃土结束后及时覆土恢复植被。

1.10.6.2.建筑垃圾处理措施

施工期应加强施工组织管理，提高施工技术和施工工艺，减少建筑垃圾的产生，并规范和分类堆存建筑垃圾。此外，开发利用建筑垃圾中可以重新回收利用的部分，既可以减少垃圾对环境的污染，又充分提高建筑材料的使用效率。例如机械修理及汽车保养厂等产生的垃圾含有较多的金属类废品，其中部分仍具有一定的回收价值，但其产生量相对较少，可由各个工程标负责回收利用处理，在保护环境的同时也可创造一定的经济效益。工程结束时，场地清理的部分建筑垃圾可至附近的渣场堆弃。

1.10.6.3.生活垃圾处理措施

施工期施工人员生活垃圾集中收集，各施工区域人员生活集中的地方设置垃圾桶，在每个施工区营地设置一座生活收集池，作为垃圾中转站，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。

1.10.6.4.运行期固体废物处理措施

运行期固体废物主要为管理站产生的生活垃圾，可委托环卫部门进行清运。

1.10.7.环境风险防范

1.10.7.1.燃油风险防范措施

本工程不设置油库，避免了现场设置油库所带来的环境风险，但本工程需要用到燃油，在运输油料的过程中必须严格遵守危险废物运输的有关规定，运输油料的运输车辆必须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害；采用专用合格车辆进行运输，并配备押运人员，车辆不得超装、超载；在运输车辆明显位置贴士‘危险’警示标记；不断加强对运输人员及押运人员的技能培训。

1.10.7.2.施工期溢油事故防范措施

（1）合理安排施工作业面，减少各类施工车辆、机械碰撞几率，加强机械设备的检修维护；

（2）工程施工前与河道管理、防汛等部门沟通，获得施工许可；未经同意，不得擅自开工；加强施工质量和进度管理，严格按照既定的施工要求和施工进度进行施工，尽量避免汛期施工；

（3）加强对施工机械设备操作人员和车辆驾驶人员的技术培训，提高施工人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，避免人为操作失当引起溢油事故发生；

（4）建立避台防汛应急预案，预案应包括应急事故组织机构、应急救援队伍、应急设施及物质的配备、应急报警系统、应急处理措施、应急培训计划等内容；施工场所张贴应急报警电话。

1.10.7.3.施工期生产、生活废水事故性排放的防范措施

施工期污废水处理装置正常运行情况下不会发生事故排放，一旦发生事故，需要采取应急防范措施，控制和减小事故危害。

为防范施工废水事故排放，应加强施工废污水的处理，处理后的废水应全部回用和再生综合利用。一旦发生事故，应立即停止砂石料加工等各施工生产，从源头上控制废

污水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工，同时设废水事故排放池。废污水处理系统运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，及时发现问题。

1.10.8.环境管理及监测

1.10.8.1.环境管理

本着“谁污染谁治理”的原则，应建立以建设单位为责任主体的环境管理体系。在建设单位内部运行管理上，应由建设单位专门部门负责，对于工程建设过程中所产生的环境问题应建立报告制度，并及时得到处理，使环境问题得到有效控制。并接受国家和地方环境保护、水土保持部门的监督检查。

建设单位应设置环境管理机构，负责组织、落实、监督本工程的环境保护工作。环境保护机构的职责主要是：接受建设单位环境管理委员会的直接领导，负责本工程建设期间环保、水保项目管理和监理、环境监测、相关设施设备运行和维护上的协调工作等。

根据本工程环境影响、水土保持报告书和环境保护设计文件，编制本工程环保、水保管理方案、制度和工作计划（根据实际情况工作计划可按年或季、月进行编制），及时落实环保、水保施工、运行和维护经费。

1.10.8.2.环境监测

本工程施工期的环境监测项目包括施工废水、地表水、环境空气、噪声、人群健康等。

1.10.9.环境保护投资概算

本工程环境保护投资概算为 94.96 万元。

1.11.水土保持设计

1.11.1.水土流失防治责任范围及防治分区

1.11.1.1.水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），项目防治责任范围包括项目永久占地、临时占地以及其他使用与管辖区域。根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），涉及江河湖库水域或滩涂用地的工程，项目建设区应计入取料和施工占用、季节性淹没滩地，但不计入水下疏浚、抛石护岸、取料等扰动水域面积。

根据上述水土流失防治责任范围确定原则，结合实际情况，本工程防治责任范围面积为工程总占 13.52hm²。

1.11.1.2.水土流失防治分区

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，一级分区应具有控制性、整体性、全局性。根据分区原则，结合该工程的特点、项目建设施工工艺以及工程区实际情况和可能造成水土流失的特点等，结合水土流失防治责任范围的划分，遵照治理措施布局合理、技术指标可行、方案实施后经济有效的原则，该项目二级分区划分为堤防工程区、穿堤涵闸工程区和施工营造地区等 3 个区进行防治，重点防治对象为主体工程建设区。

1.11.2.水土流失防治目标

以预防为主、防治结合为主导思想，结合当地的土地利用规划、水土保持生态建设规划来针对性的布设水土流失防治措施。根据本工程的项目组成、施工组织设计以及各施工扰动区水土流失类型和强度，将项目建设区划分为主体工程区、施工生产生活区和其他临时工程区 3 个水土流失防治分区，按分区进行水土保持措施布设。

工程所需砂、石料全部在合法的砂、石料场外购，其水土流失防治责任由砂、石料场负责，但应在砂石料购买合同中明确水土流失防治责任。

1.11.3.水土流失影响分析与预测

水土流失预测的主要内容有：扰动原地貌、损坏土地和植被的面积；弃土、弃石、弃渣量；损坏水土保持设施的面积和数量；可能造成水土流失的面积及流失总量；定性预测可能造成水土流失危害。

（一）扰动原地貌与面积预测

根据建设活动类别、工程布局、防治责任、水土流失特点，结合本工程实际，将本项目水土流失划分为 3 个分区：主体工程区、施工营造区、临时堆土区。

（二）工程弃渣量预测

本工程弃方部分考虑利用于周边工程回填，弃渣场位置由业主指定。

（三）可能造成水土流失危害预测

（1）工程建设过程中，扰动、破坏原地貌，降低了地表的抗蚀、抗冲能力，生态环境遭到一定的破坏，影响了项目建设区的生态平衡。

（2）工程施工过程中对原有地形地貌破坏后，在暴雨洪水作用下，将会使大量的表土以悬移质和推移质的形式冲往下游，对生态环境生产造成影响；

（3）对水域的影响。施工中若不注重土石方防护措施，施工结束不进行施工迹地的恢复，将增加河流泥沙，污染地表水质。

(4) 对周边道路及村庄的影响。在施工过程中必然对周边的道路和社区产生影响，对居民的生产生活会带来一定的不便。

1.11.4.水土流失防治标准和总体布局

本工程位于广东省湛江市，不属于国家、广东省及湛江市划定的水土流失重点预防区和重点治理区范围内，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）规定，结合实际情况，本工程执行南方红壤区二级标准，并依据项目区降水量等自然条件进行防治目标值的修正。

根据主体工程施工总体布局方案和施工特点，以及项目建设区新增水土流失预测结果和防治目标，结合各区域的地形、地质、地貌类型、土壤条件等，在对主体工程中具有水土保持功能措施全面评价的基础上，拟定本工程水土保持措施的总体布局。

1.11.5.水土保持投资

本工程水土保持投资概算 94.44 万元。

1.12.劳动安全与工业卫生

1.12.1.劳动安全措施

1.12.1.1.自然灾害安全对策措施

(1) 建立防台防汛领导小组，明确领导小组职责。

(2) 充分利用监测预报预警系统和防汛通信系统，加强与地方气象部门联系。

(3) 合理安排基坑施工导排水方案，尽量避免雨期施工。

(4) 制定并完善防台风、防暴雨、防地质灾害等应急预案，并配备相应的应急物资。台风来临前，安排专人 24h 值班。

(5) 针对特殊性岩土存在地基承载力不满足要求等问题，浅埋的薄层软土宜挖除；当软土厚度较大难以挖除或挖除不经济时，可采用复合地基法、排水垫层法、土工织物铺垫法、抛石挤淤法等进行处理，也可采用多种方法结合进行处理。

1.12.1.2.主要建筑物、设施及设备事故安全对策措施

1、护岸建筑物缺陷安全对策措施

对有渗漏的护岸进行防渗加固；对护岸垮塌的坡面进行修整。有针对性的进行断面设计以及地基防渗处理，并对护岸采取稳定防护措施。

2、防主要电气设备及系统缺陷安全对策措施

选择技术先进、有资质的生产厂家，并按技术要求选择电气设备；严把质量和检查关，发现有破损、漏油或其他异常现象及时处理，保证各部绝缘良好；在安装、运行、检修时对电气设备进行各种电气试验，掌握其性能，并做好防雷接地措施。

1.12.1.3.施工期安全对策措施

1、防车辆伤害

- 1) 施工期间严禁无证驾驶，严禁酒后驾车。
- 2) 现场配备专人进行交通疏导，施工人员一律穿反光背心，并加强教育培训。应做好交通导行方案，并设置警示标志。
- 3) 定期对车辆进行维护、保养，每次使用之前应对车辆的刹车、方向、轮胎进行检查等。
- 4) 夜间施工时，设置夜间照明、信号、警示灯，以保证行人、车辆安全。

2、防起重伤害

- 1) 起吊前应检查起重设备及其安全装置。吊物应绑牢，应有防止倾倒措施。
- 2) 核实起重器械的最大起重重量，严禁超载；起吊的重物不得在空中长时间停留。
- 3) 施工现场要安排好起吊前的监护、指挥，避免失去监护、多头指挥。起重机械在工作中如遇机械发生故障或有异常现象时，应放下吊物、停止运转后进行排除，不应在运转中进行调整或检修。
- 4) 施工中遇 5 级以上大风天气，禁止起重作业。

3、防机械伤害

- 1) 严禁施工机械在运转中进行维修、保养、紧固等作业。机械操作人员必须经过专业培训，经考试合格后持证上岗。
- 2) 机械设备的外露转动部位必须有可靠防护装置，如防护罩或防护套，并设置安全警示标志。
- 3) 机械设备在进行安装后，加强对机械设备的故障检测，并定期对机械设备进行巡检、维护，确保设备的正常运行。
- 4) 加强施工期机械设备运行的安全管理，操作人员应严格执行机械设备的操作规程，严禁违规作业，并应按照相关要求配置劳保用品。

4、防高处坠落和物体打击

- 1) 凡距下方相邻地板或地面 2m 及其以上的工作平台、通道或工作面所有敞开边缘设置不低于 1.05m 的防护栏杆，并采取防滑措施。

2) 高处作业面下设置安全网, 高处施工人员均应穿防滑劳保用品。

3) 施工现场设置醒目的安全警示标志或安全警示线; 作业人员应佩戴安全帽, 禁止在作业场所抛掷物件, 不在易发生坠物掉落的部位长时间逗留。

4) 在易发生材料、设备、工具及其它杂物滑落场所设置安全网等安全设施。作业层脚手架的脚手板应铺设严密, 脚手架外侧应采用密目式安全网作全封闭。

5) 施工中遇 5 级以上大风天气, 禁止高处作业。

5、防触电

1) 根据施工总平面布置和现场临时用电需求量, 制定相应的安全用电技术和电气防火措施, 编制临时用电组织设计方案。

2) 使用标准配电箱, 动力箱与照明箱分开设置, 并应装设在干燥、通风场所。配电箱内的破损电器应及时更换, 箱内接线应符合相关规范标准的规定。

3) 各类电气线路不应直接架设在钢管脚手架、钢筋网等导电体上。临时用电线路使用电缆线, 绝缘良好, 无破损, 沿边角设置, 禁止乱拉乱放。

4) 焊接作业人员应经专门培训、合格并取得相应资格证书才能上岗操作。

5) 对于有可能触电危险的部位, 应保持足够的安全距离。施工中的固定带电设备应有良好的接地; 使用手持电动工具时, 应装设漏电保护装置。

6) 加强临时用电管理, 不准乱拉临时线, 临时工作电源线绝缘应良好, 一般不准有接头。禁止在高压线附近进行有可能触碰到线路的吊装或机械作业。

7) 潮湿环境下电气设备使用前应检查绝缘电阻, 电气安装工作人员必须戴工作帽、穿绝缘鞋, 并站在绝缘垫上进行检修作业。对可能引起触电的部位均应设置明显安全警示标志。

6、防火灾

加强施工现场管理, 禁止随意吸烟; 对易燃材料进行分类管理; 定期检查施工用电线路的安全状况, 发现隐患及时处理; 在主要机电设备等危险性较大的场所配备专用的消防设施; 焊接切割等作业场所应彻底清理周围易燃物质; 对施工人员进行岗前安全培训, 增强消防安全意识。

7、防淹溺

围堰施工应确保围堰结构的稳定, 防止因围堰失稳导致基坑、沟槽进水; 同时加强沟槽排水措施。临水作业还应做好安全防护措施。

加强施工区的安全管理，在危险部位设置醒目的安全警示标志，并在临水危险区域设置警戒线或护栏，严禁无关人员进入危险作业区。

8、防中毒和窒息

1) 做好施工前充分准备工作，通风措施和安全防范措施到位，必须使用安全电压等级用具。

2) 杜绝违章作业，做好技术交底和安全交底工作。

3) 派遣专人在外监护，保证在有限空间场所作业期间保持通讯良好；并加强监测，保证氧含量浓度在安全允许范围内。

4) 严禁安全措施不全、不完善情况下进入有限空间作业。

9、防坍塌

1) 应根据地层性质，设置合理的开挖边坡角，同时在边坡顶部设置截排水沟，且应避免加载，对于无放坡条件，应采取有效的支护措施。

2) 对于填方边坡应设置合理的边坡角，采用合格填料，按照有关规定分层碾压夯实，坡面应采取护坡措施。填方作业区边缘应设置明显的警示标志，及时施做边坡临时排水设施，并进行位移监测。

3) 开挖应按施工方案执行，并宜按规定监测土体稳定性，采取临时排水措施，应及时排除地表水、清除不稳定孤石。

4) 支架、模板的强度、刚度和稳定性，应按照相关标准进行设计并验算，支架基础应根据所受荷载、搭设高度、搭设场地地质等情况进行设计及验算。

5) 模板、支架的拆除应遵循先拆非承重模板、后拆承重模板、自上而下、分层分段拆除的顺序和原则。

10、防社会突发事件

做好工程宣传，严格按照施工组织设计布置施工场地，并做好施工期的降噪、防尘、交通导行等措施，最大限度降低对周边居民生产、生活的影响；制定突发群体性事件应急预案，预防可能出现的群体事件。

1.12.1.4.运行期安全对策措施

1、防火灾

在可能引发火灾的设备场所，设置“禁止吸烟”、“小心火灾”等安全警示标志，并在设备周围设置安全警戒线；加强设备维护，保持电气设备处于良好状态；设备周围禁止堆放易燃物质；编制电气设备火灾事故现场处置方案。

2、防高处坠落

所有检修孔、洞均应设置盖板，并在显眼位置设置安全警示标志。凡距下方相邻地板或地面 2m 及其以上的工作平台、通道或工作面所有敞开边缘设置不低于 1.05m 的防护栏杆，并加强安全防护栏杆的维护。高处检修作业时采取有效的个人安全防护措施，系好安全绳等。

3、防淹溺

按照《图形符号安全色和安全标志》（GB/T2893.5-2020）等规范要求，在工程区域设置齐全的安全警示标志、标语，临水面易发生坠落淹溺部位设置防护栏杆和安全警示标志，加强安全宣传教育；汛期抢险时，做好人员的安全防护工作。

4、防触电

在人员经常通行、工作或易于接触电气设备的部位，保持足够的安全距离，并在这些部位周围设置醒目的“小心触电”等安全标志。

潮湿环境下电气设备使用前检查绝缘电阻，电气安装工作人员必须戴工作帽、穿绝缘鞋，并站在绝缘垫上进行检修作业。定期对劳保防护用品进行检查，并及时进行更新。

5、防机械伤害

机械设备的布置设计须满足《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离》(GB/T23821-2009)中规定的防护安全距离要求。

定期检查机械传动、转动部位的防护罩和机械本身的使用情况，对没有防护罩的部位应设置防护措施。同时，保证作业场所光照充足，制定机械设备安全操作规程并严格执行，加强安全培训等。

6、防安全标志缺陷

按照《图形符号安全色和安全标志第 5 部分：安全标志使用原则与要求》（GB/T2893.5-2020）的有关要求，结合工程情况设置安全标志的符号、图形、含义、补充文字、配置规范等。多个标志牌在一起设置时，按照警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右，先上后下地排列。

1.12.2.工业卫生措施

1.12.2.1.防噪声及振动

（1）在工程设计中考虑减振、降噪措施。

（2）尽量缩短高噪音设备的使用时间。选用符合相关规范和标准的施工机械，配备、使用减振座垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。

(3) 强化工程管理，严格控制作业时间，特殊情况需连续夜间作业的，需提前办好夜间施工许可证，并报有关部门备案后方可施工。

(4) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，做好机械设备使用前的检修工作，使设备性能处于良好状态，降低运行噪声。

(5) 加强劳动保护，改善工作人员作业环境，主要办公场所空调装置采取消声、减振措施；施工人员需按照相关规范要求佩戴劳动保护用品，如耳塞等。

1.12.2.2.防温湿度不适

施工期应注意防暑、降温，并采取防暑降温措施。为减少潮湿对人员和设备的影响，对工作场所进行通风除湿、防潮处理。

当通风无法保障相关设备工作要求时，宜设置空调。

1.12.2.3.防采光和照明不良

人工照明设计应力求创造良好的视觉作业环境，工地照明在施工场地四周设高灯柱，架设高压卤素灯，以满足施工照明的需要。

办公作业场所的照明按照《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)标准规定的要求进行设计，选择合适的灯具，并合理布置灯具。

1.12.2.4.防尘与防污

运行期粉尘影响较小，工作场所及设备间地面采用不易起尘埃的硬质材料；机械通风系统进风口设置在室外空气比较洁净的地方，并设置在排风口的上风侧；门窗做密闭处理，具有防尘、防水、隔热效果。

施工期改进施工工艺，采取湿式作业，配备除尘设备，加强通风管理；采取有效的施工扬尘污染控制措施，在施工现场道路和堆土实施洒水防尘；加强施工人员劳动安全和卫生保护措施，按照相关规范要求佩戴合格的防护口罩。

1.13.节能设计

1.13.1.能耗分析

1.13.1.1.项目建设期及运行期用能总量及用能品种

(1) 项目建设期能耗指标

主体工程施工主要能耗有：

1) 土石方机械能耗：主要有挖掘机、装载机、推土机等，主要能耗为燃油，其次为电能。

2) 起重运输机械能耗：主要有起重机、自卸汽车、载重汽车等，主要能耗为燃油。

3) 混凝土机械能耗：混凝土入仓机械、混凝土振捣机械等，主要能耗为电能，其次为燃油。

(2) 项目运行期能耗指标

运行期能耗包括消耗的原材料、辅助材料、备品配件、燃料及动力费用等，针对本工程，运行期能耗主要是电力消耗。工程建成后产生的供水经济效益可以看作能源消耗的产出。

1.13.1.2.项目建设期及运行期能耗指标

本工程建设期及运行期能耗指标均符合国家有关节能要求。本工程的建设期和运行期不会消耗大量能源，能源消耗总量相对较少，因此本工程的建设不会对当地能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

1.13.2.节能措施

工程在总体布置及主要建筑物设计过程中，结合工程地形、地质、施工等条件，始终坚持合理利用资源，提高资源利用效益的原则，贯彻节能降耗设计思想，进行技术方案论证，选择合理的布局，提高资源的利用效益。在设计中节能降耗措施主要体现在以下几个方面：

1.13.2.1.设计节能设计

(1) 工程规划和布置应满足城市规划红线要求，并与城市总体规划相协调；工程建设规模和运行方式应符合节能降耗要求，并应经济、环保。

(2) 应体现节约土地资源、少拆迁房屋的原则，以减少永久征地。

(3) 水工建筑物设计根据不同功能要求，在条件相当的情况下采用节省或降低能源消耗的建筑物型式；建筑材料应耐久、可靠、并应考虑减小运距及土石方平衡利用原则。

(4) 在满足河道功能和生态环保需求的前提下，控制建设成本和管理成本。

(5) 针对现状实际不同情况，提出最优方案，减少不必要的工程量，减少建筑材料的消耗。

1.13.2.2.施工过程中的节能设计

根据本工程的具体情况，将节能管理纳入工程建设的全过程，还可有效地控制施工过程中的能耗。在施工组织设计中，尽量使施工设备满负荷、高效率运转；加强水、电和气的管理，并进行现场定额计量。

施工组织设计充分利用装配方便、可循环利用的材料，有效减少建筑垃圾。

（1）主要施工设备选型

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

- 1) 合理搭配机械，提高了机械利用效率，减少了能耗；
- 2) 施工中选用效率高、能源消耗低的机械设备；
- 3) 加强机械设备的维护检修，使机械设备运转良好，提高机械设备的效率。

（2）主要施工技术和工艺选择

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

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

2) 混凝土浇筑中多利用钢模板取代传统的木模板，提高重复利用次数。

（3）施工辅助生产系统及其施工工厂设计

场内交通结合工程永久交通布置统筹规划，合理布线，减少路线长度，缩短运输距离，减少土石方施工对交通运输带来的干扰。

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

（4）施工营地建筑设计

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

（5）施工期建设管理节能措施

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

- 1) 管理层应充分树立节能降耗思想，从各部门抽调精干人员组成节能工作组，负责节能管理的建章立制，查找节能工作的薄弱环节和漏洞，分析经济指标存在的问题；
- 2) 认真测算、分解施工过程中各项经济指标，编排完成指标定额，做到成本指标到岗，责任落实到人；
- 3) 完善工效挂钩的考核机制，利用经济杠杆调动职工抓指标、降消耗的主动性；
- 4) 积极探索节能降耗新思路，开展节能降耗试点试验研究，依靠科技手段提高施工机械设备的节能技术含量。

1.13.3.节能效果评价

1.13.3.1.符合国家、行业和地方节能设计的要求情况

(1) 项目运行期能耗种类为电力，项目用能总量及用能品种选择合理，符合广东省相关能源发展规划要求。

(2) 本工程建设期及运行期能耗指标符合国家有关节能要求。

本工程的建设和运行期不会消耗大量能源，能源消耗总量相对较少，因此本项目的建设不会对当地能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

1.13.3.2.工程总体节能评价

(1) 在项目设计阶段，从项目选址与总平面布置、工艺及工艺设备、辅助及辅助设备以及节能管理等方面提出相应的针对性措施，起到了节能的效果。

(2) 水工建筑物设计根据不同功能要求，在条件相当的情况下采用节省或降低能源消耗的建筑物型式；建筑材料应耐久、可靠、并应考虑减小运距及土石方平衡利用原则。

(3) 项目严格执行国家明令推广和淘汰的设备、产品目录，设计采用积极采用国内外先进节能新技术、新工艺、新设备、新材料；设备选型符合节能要求；水处理工艺是同行业相对先进的工艺；主要用电设备选用高节能电动机 YE3 系列电机，属于国家推广使用的设备，是国内最先进的生产设备。

(4) 项目选用的主要能源种类是电力、水种类，用能数量、能源消费结构比较合理，项目所在地能源供应条件满足要求。

1.13.3.3.工程采用的节能措施及节能效果评价

本工程建设期及运行期能耗指标符合国家有关节能要求，是一个符合国家能源开发政策的节能型工程，有利于生态环境的保护和能源资源的节约与合理开发，环境效益和经济效益都十分显著。

综上所述，本项目节能效果较好，项目的实施能够对地方降低能耗水平做出贡献，具有较好的经济效益和社会效益。

1.14.工程管理设计

1.14.1.工程管理体制

1.14.1.1.管理体制

为了海堤工程安全完整、正常运用和确保海堤有效地抵御风暴潮灾害，根据《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）及《广东省海堤工程设计导则（试行）》的要求，海堤工程应成立专门的管理机构，由水行政主管部门坡头区农业农村局对工程实行统一领导、统一管理。

管理机构的任务是进行工程的日常管理与维护，确保工程安全、完整；进行工程调度与抢险，充分发挥堤防和附属涵闸工程的防潮、行洪、排涝、抗风浪的能力和效益；负责防潮（洪）维护管理经费的管理及使用，不断提高管理水平。

1.14.1.2.管理机构设置和人员编制

本项目为南三联围部分海堤达标加固及穿堤涵闸维修或重建。南三联围堤防较长，堤段多，工程由南三联围水利管理所统一管理，水利管理所属镇政府内设机构，业务主管单位为坡头区农业农村局，参照《水利工程管理单位编制定员试行标准》（SL705-81）中的有关规定，应配定编人员专门负责南三联围工程日常管理工作。

1.14.2.工程管理范围和保护范围

1.14.2.1.工程管理范围和保护范围

1、工程管理范围

《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）规定工程管理范围包括以下工程和设施的建筑物和管理用地。

- （1）海堤堤身、堤内外平台以及护堤地。
- （2）与海堤交叉、连接的涵闸、泵站、管道筹建（构）筑物的覆盖范围。
- （3）护堤房、界碑、里程碑、观测站点等其他附属工程及设施的用地。

(4) 防汛仓库、管理单位的办公及生活用房及其他附属设施用地。具体范围如下：

本工程现状管理范围为堤防范围，穿堤建筑物除个别以外，多数为当地村民因生产需要自行建设管理。

本工程完工后的管理范围应包括：海堤堤防，挡潮闸，观测、交通通信设施、测量控制标点及其他维护管理设施，管理机构的生产区、生活区建筑。

为保证工程安全，根据《堤防工程管理设计规范》SL/T171-2020，并参照《广东省海堤工程设计导则（试行）》，海堤的管理护堤地范围，临海侧为堤身及坡脚起向外延伸 50m~100m；背海侧为坡脚起向外延伸 30m~50m。挡潮闸等穿堤建筑物管理范围为主体工程上下游各延伸 100m~400m，左右侧边墩翼墙向外各延伸 30m~100m。

工程管理范围内，土地使用权归管理机构，任何单位和个人不得侵占；禁止进行任何危害工程安全的活动。

2、工程保护范围

海堤工程保护范围，临海侧为堤身及坡脚起向外延伸 50m~200m；背海侧为坡脚起向外延伸 30m~50m。工程管理范围和保护范围应根据堤防工程管理和保护工程安全的要求，报请当地人民政府批准，明确边界、树立标志，发给证明。

1.14.2.2.管理范围的管理要求和相应管理办法

任何单位和个人不得侵占工程管理范围内的土地和水域。国家建设需要征用管理范围内的土地，应当征得有管辖权的水行政主管部门同意。在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) 围库造地；
- (3) 爆破、打井、采石、取土、挖矿、葬坟以及在输水渠道或管道上决口、阻水、挖洞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、水库水域内炸鱼、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) 在坝顶、堤顶、闸坝交通桥行驶履带拖拉机、硬轮车及超重车辆；
- (8) 其他有碍水利工程安全运行的行为。

如果有违反以上规定的行为，责令其停止违法行为，赔偿损失，采取补救措施，对造成严重危害后果的，将按照《广东省水利工程管理条例》和相关的法律、法规处罚。

1.14.2.3.保护范围的限制要求和相应管理办法

工程管理范围和保护范围的边界埋设永久界桩，任何单位和个人不得移动和破坏所设界桩。在工程保护范围内，不得从事危及工程安全及污染水质的爆破、打井、采石、取土、开矿、堆放或排放污染物等活动。

如果有违反以上规定的行为，责令其停止违法行为，赔偿损失，采取补救措施，对造成严重危害后果的，将按照《广东省水利工程管理条例》和相关的法律、法规处罚。

1.15.工程信息化

本次工程为海堤加固改造工程，通过工程的实施，改善区域整体环境。

随着信息时代的到来，工程项目管理必将走向信息化管理，项目的核心竞争力也越来越依赖于信息技术。只有充分利用包括信息技术在内的高新技术推进工程项目管理信息化，才能增强项目管理能力和技术手段，提升竞争力，实现跨越式发展，与国际建筑业接轨。

本工程信息化主要围绕建设工程管理和运行维护核心业务，在各项工作中全方位、全过程、一体化利用信息技术，逐步建立和完善计算机网络平台管理体系和计算机应用体系，使得工程的建设更加高效、便捷。

1.15.1.感知系统现状

工程周边基本无雨量、自动水位、流量（量测水）、墒情、水质、视频、工程安全监测、设备自控和其他监测监测内容。

1.15.2.存在的问题

工程所在区域，水利信息化建设比较落后，重要的水情、工情、防洪安全、水资源综合利用等方面的信息监测、采集、处理、传输、控制缺失。

1.15.3.需求分析

工程项目实施过程中涉及业主、监理、设计、地方政府和上级管理机关等多方利益关系人，涉及到合同管理、现场施工管理、财务管理、概预算管理、材料设备管理等多个环节。因此，工程项目信息化建设应充分考虑不同参与方的需求，建立一个涵盖施工现场管理、项目远程监控、项目多方协作、企业知识和情报管理等多层次的软件系统和网络信息平台，能够自动生成面向不同主体的数据，实现各种资源的信息化。

1.15.4.总体设计

信息化系统设计，遵循系统性、安全性、实用性、可靠性、先进性、灵活性、开放性等基本原則；工程信息化平台架构包含信息集成平台、项目信息分类层、信息检索平台、项目信息发布与传递层、工作流程支持层、项目协同工作层、个性化设置层、数据安全层。本工程具体设计内容包括硬件部分及软件部分，具体如下：

1.15.4.1.硬件部分

（1）潮（洪）水位观测

本工程对南三联围每个堤段分别在涵闸处设置水尺观测水位，水位观测设备的选型、布置及水尺零点高程的校测、改正等技术要求，按照《水位观测标准》GBJ138-90的有关规定执行。

（2）视频检测

根据有关要求，本工程对南三联围每个堤段每 1km 设置一个视频监控点，每个点都要能够查看实时图像或视频。配置 1 台彩色摄像机，通过 4G 网络传输，电源采用太阳能电池供电。终端设置于管理房，可实时查看各堤防情况。

（3）变形监测

堤身水平位移监测采用视准线法，垂直位移监测采用精密水准法，根据工程实际情况对本工程对南三联围每个堤段堤防设置每 1km 设置一个监测断面，断面设置临海侧防浪墙顶、背河测堤肩 2 个变形观测点，水准工作基点根据现场实际情况布置并应设置观测墩。测点位移量允许中误差限值为 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

（4）渗流监测

本工程对南三联围每个堤段选择地质条件较差、可能因洪水浸泡时间较长而发生渗透破坏的堤段，每隔 500m 设一断面，每个断面在临、背水坡堤肩、背水坡坡脚各设 1 支测压管，以观测浸润线的变化。

1.15.4.2.软件部分

自动化系统：在堤防重点堤段建立完善自动化系统，包括数据采集、传输、处理、存储等环节，确保监测数据的准确性、完整性和及时性。通过硬件部分采集的数据经传输至自动化系统处理，实现远程监控和预警功能。当监测数据超过预设阈值时，系统能够自动发出预警信息，提醒相关人员及时处理。这些监测设施可以自动采集和传输数据，提高监测效率和准确性，实时为堤防运行管理提供可靠的数据支持。

1.15.4.3.工程建设清单

表 1.15-1 工程信息化建设清单

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
1.	水位监测	套	13.	59300.	770900.
2.	视频监控	套	44.	27750.	1221000.
3.	变形监测	套	65.	304.	19760.
4.	渗流监测	套	13.	31910.	414830.
5.	自动化系统	项	1.	319410.	319410.

1.15.5.信息资源共享

工程项目的信息化集成是项内容复杂的系统性工作，牵涉到工程建设的方方面面，进行管理工作必须依托先进的集成管理理论，以信息技术为主要工具，构建高效的项目管理信息系统，将建筑工程建设相关工作纳入到信息系统的管理范畴中，实现各相关单位和个人的信息共享，加强相互之间的动态关联，提高工程项目管理的整体性。

1.15.6.网络信息安全

《信息安全等级保护管理办法》规定，国家信息安全等级保护坚持自主定级、自主保护的原则。信息系统的安全保护等级应当根据信息系统在国家安全、经济建设、社会生活中的重要程度，信息系统遭到破坏后对国家安全、社会秩序、公共利益以及公民、法人和其他组织的合法权益的危害程度等因素确定。

本次工程为堤防工程，关乎该区域防汛排涝安全，一旦出现问题会对公民、法人和其他组织的合法权益产生严重损害，或者对社会秩序和公共利益造成损害因此，本工程网络信息系统的安全保护等级定为第二级。

本次网络系统的安全目标是按照国家有关法律法规、政策和电子政务相关的技术规范要求，针对平台业务实现防泄密、防窃取、防毁坏、防假冒、防篡改、抗抵赖，以及防止拒绝服务和网络攻击，保障平台的安全、需要针对平台业务寻求相应对策，制定相应措施，达到防范业务，风险的目的。制定相关措施如下：

（1）制定相关的《网络安全管理制度》，规范其使用及管理，各入网用户需得到领导审批。

（2）需配备专业的网络防火墙，进一步防范网络上的各种病毒。

(3) 及时更新数据库及各计算机的防病毒软件病毒库。定期对所有数据库进行漏洞扫描、补丁修复。对有重要资料的数据库及各计算机数据定期进行备份理，从而在相应计算机出现问题时能及时修复，保证重要数据的安全。

(4) 提高用于网络上的电子印章的保密性。

(5) 建立网络安全管理机构，负责网络安全。

1.16.设计概算

工程项目总投资 12845.95 万元，其中工程部分投资 12564.91 万元；建设征地移民补偿投资 91.64 万元；水土保持工程投资 94.44 万元；环境保护工程投资 94.96 万元。

工程部分投资 12564.91 万元，其中建筑工程费 9297.19 万元；金属结构设备及安装工程费 46.02 万元；施工临时工程费 1045.81 万元；独立费用 1577.55 万元；预备费 598.33 万元。

1.17.经济评价

通过敏感性分析，当工程受不利因素影响时，效益指标将有所下降，当投资增加和效益减少时工程有一定风险，但风险相对较小。社会折现率 I_s 为 6%，当投资增加或减少 10%和效益增加或减少 10%时，工程的经济内部收益率 EIRR 稳定在 8.51%~10.68% 之间，均大于社会折现率 6%，经济效益费用比 EBCR 为 1.32~1.63，均大于 1。说明工程有较强的抗风险能力，工程建设经济合理、可行，建议尽快兴建。

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

1.18.结论与建议

1.18.1.结论

(1) 项目建设目标和任务：湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的主要任务是加固沿海堤防，同时完成穿堤建筑物的维修重建，排除安全隐患，满足设计防潮标准 30 年一遇的要求，以减轻洪、潮灾害对该区的威胁，保护围内居住人口、耕地、鱼、虾塘和工农业财产，抵御设计标准风暴潮的袭击，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。

(2) 建设内容与规模：湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

(3) 工程项目总投资 12845.95 万元，其中工程部分投资 12564.91 万元；建设征地移民补偿投资 91.64 万元；水土保持工程投资 94.44 万元；环境保护工程投资 94.96 万元。

工程部分投资 12564.91 万元，其中建筑工程费 9297.19 万元；金属结构设备及安装工程费 46.02 万元；施工临时工程费 1045.81 万元；独立费用 1577.55 万元；预备费 598.33 万元。

1.18.2.建议

(1) 湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程是非常必要的，建成后防洪效益非常显著，建议加快各审批工作进程；

(2) 堤防建设涉及征拆，为确保项目的顺利完成，业主单位应协调当地政府尽早开展征拆调查，制定可行的征拆方案；

1.19.工程特性表

表 1.19-1 工程特性表

序号	指标名称	单位	数量	备注
一	水文			
1	流域面积	km ²	96.43	
2	年平均降雨量	mm	1575	
二	工程规模			
1	防潮标准	%	3.33	
2	排涝标准	/	10 年一遇 24 小时暴雨一天排干设计	
3	设计水位	m	6.7	
4	工程等别	等	III	
5	堤防等级	级	3	
6	永久建筑物级别	级	3	
7	次要建筑物级别	级	4	
8	临时建筑物级别	级	5	
三	主要建筑物及设备			
1	堤防加固改造工程			
1.1	主要型式		梯形断面	
1.2	堤顶高程	m	≥6.344	
1.3	防浪墙顶高程	m	≥7.344	
1.4	堤防长度	km	17.863	
2	涵闸改造工程			
2.1	1#	m	2.4×1.9（净宽×净高）	北头寮堤

序号	指标名称	单位	数量	备注
2.2	1A#	m	2.5×2（净宽×净高）	北头寮堤
2.3	1B#	m	1.9×1.9	北头寮堤
2.4	1C#	m	1.7×1.8（净宽×净高）	北头寮堤
2.5	1F#	m	2×1.7（净宽×净高）	北头寮堤
2.6	2#	m	2×1.9（净宽×净高）	北头寮堤
2.7	5#	m	2.15×1.5（净宽×净高）	李黄梁堤
2.8	6#	m	2.1×2（净宽×净高）	光明堤
2.9	7#	m	3孔×2.5×2.5（净宽×净高）	光明堤
2.10	21#	m	2.3×1.8（净宽×净高）	岭尾堤
2.11	22#	m	2.6×2.6（净宽×净高）	岭尾堤
2.12	29#	m	1.8×2.3（净宽×净高）	东窖堤
2.13	30#	m	1.7×2（净宽×净高）	西窖堤
2.14	36#	m	2.2×2.5（净宽×净高）	新门口堤
2.15	41#	m	2孔×2.4×3.5（净宽×净高）	南海堤
2.16	47#	m	24m	防渗灌浆加固，解放堤
2.17	62#	m	2孔×1.5×2.4（净宽×净高）	灯塔堤
四	施工工期			
1.1	准备工期	月	1	
1.2	主体工程施工期	月	23	
1.3	工程完建期	月	1	
五	经济指标			
1	工程部分	万元	12564.91	
1.1	建筑工程	万元	9297.19	
1.2	机电金结	万元	46.02	
1.3	临时工程	万元	1045.81	
1.4	独立费用	万元	1577.55	
1.5	基本预备费	万元	598.33	
2	建设征地移民补偿静态投资	万元	91.64	
3	水土保持工程静态投资	万元	94.44	
4	环境保护工程静态投资	万元	94.96	
5	静态总投资	万元	12845.95	
七	综合利用经济指标			
1	经济效益费用比		1.47	
2	经济内部收益率	%	9.56	

2. 水文

2.1.流域水系概况

坡头区位于雷州半岛东北部、湛江海湾东岸，是湛江市四个辖区之一。坡头区东接吴川市，南临南海，西靠湛江港湾与赤坎区、霞山区、湛江经济技术开发区隔海相望，北连廉江市，是湛江市“一湾两岸”发展战略和城市扩容提质的主战场。

坡头区由一个半岛和一个海岛组成，半岛地势从西北向东南倾斜，北部多为混合岩、花岗岩台地，最高尖山岭海拔 172m(国家 85 高程，下同)；东南沿海为海积平原，地面高程在 2m~20m 之间。南三岛中部较高、四周稍低，属滨海平原和滨海台地，全岛最高为大岭，海拔 30.5m。

坡头区内主要河流有 4 条，为新圩河、陇水河、鉴西江和石门河。其中，新圩河发源于廉江市平坦镇，流域面积 72km²，河长 24km，流经坡头区官渡镇的新圩、山咀、鸭屋、官渡圩后注入五里山港；陇水河发源于坡头区龙头镇，流域面积 63km²，河长 6km，流经水阜、芦村、莫村、肖坡后注入湛江港湾；鉴西江于吴川市黄坡镇分流鉴江支流塘口河，部分属人工河，上游分鉴西内水，流经三柏，在三合窝处通过水闸排入南三海湾，鉴西江长 19.2km；石门河发源于化州笪桥，流经廉江市良垌，入坡头区官渡镇，经石门桥注入湛江港湾，石门河径流入坡头区后与海水融合，不能灌溉农田，只宜繁殖鱼虾和捕捞养殖。另外，坡头区还有官渡河、黄桐河、肖坡河、油路水、古流河、上车河、三槎河、垵塘河湓仔江、五里涌、北涯涌、南海涌、光明河等 13 条季节性强、流量小、干枯期较长的小河流。

南三岛原为 10 个大小不等的群岛，是在建国前后陆续经过人工筑堤逐渐连接起来，于 1958 年 10 月正式成为一个大岛。岛内地势平缓，东西长约 20km，南北宽度不等，海岸线曲折，全长 83km。全岛中间较高，四周稍低，地形属于滨海平原类型和滨海台地类型。滨海平原海拔 2~20m，滨海台地海拔 20-30m。全岛最低海拔 2m，最高为大岭，海拔 30.5m。还有大散沙、大风柜沙、横滩沙、端州墩等沙墩。地貌分为平原、滩涂、水域，其中浅海滩涂占 28.2%。



坡头区河流水系分布图

坡头区全面推行河长制工作领导小组办公室绘制

图 2.1-1 坡头区流域水系图

2.2.气象特征

(1) 概况

本项目位于坡头区南三镇，项目区四面临海，北面有南三河，西临湛江港，南面是广州湾航道，东面是南海，鉴江从东北部出海。南三镇四周海域因地形的不同，潮差亦

有不同。南面广州湾出海口狭隘，湾内潮差偏小，南三河出海口呈漏斗形和凹凸的海底地形而出现谐振，潮差由海湾外海的 3~5m 逐渐扩展到 7m 以上的大潮差。

南三镇由于面临海洋，属亚热带季风气候地区，主要气候特征是夏季高温多，日照时间长，气候温湿，雨量多，强度大。冬暖少霜冻，夏秋多受台风影响，雷暴发生也较频繁。

流域内无气象站，在流域外的西部有湛江市气象站，建立于 1951 年，观测年限长，实测精度高，其主要观测项目有气温、降雨、风速、风向等。

南三镇所在地的气象资料以湛江市气象站资料统计分析。其主要的气象要素为：

热带气旋即台风，据湛江市气象局 1951~2001 年共 50 年资料的统计，有影响的热带气旋（台风）共 145 次，其中较大影响的有 48 次，强台风多发生在 9 月，最大风力 ≥ 8 级的平均 0.85 年一次， ≥ 9 级的平均 1.3 年一次， ≥ 10 级的平均 2 年一次， ≥ 11 级的平均 4 年一次， ≥ 12 级的平均 7 年一次。9616 号台风 1996 年 9 月 10 日在湛江市沿海地区登陆，风力达 9~12 级。

（2）气温、湿度

南三岛位于湛江市东侧，所在地区属亚热带季风气候，汛期气温高，降雨量大，随时可能遇上台风天气，冬季气候凉爽，雨水相对较少。根据湛江市气象台观测资料统计分析，多年平均气温 23℃，最高气温 37.5℃，最低气温 0.4℃，主要气候特征是夏季高温多雨，日照时间长，相对湿度大，冬暖少霜冻，夏季多受台风影响雷暴发生也较频繁，多年平均降雨量为 1575mm。

湿度：多年平均相对湿度为 85%。

（3）降水

坡头区南三镇地处北回归线以南的低纬度地带，属亚热带海洋性季风气候，雨量较为充沛，但年内分配不均，多集中在夏秋两季，冬春雨量少而蒸发量大，地表水源的利用率较低。境内除少数季节性小河外，没有大河湖川的地表水源，降雨是主要地表水源，多年平均降雨量 1575mm，径流深 656mm，年径流量为 3.33 亿 m^3 。汛期台风暴雨较多，具有降雨强度大、发展猛、移动快、破坏力大的特点，汛期旱、涝、洪、潮灾害都严重。

（4）台风、风速

全年主导风向为东南风，夏半年（4~9 月）多为东到东南风，冬半年（10~次年 3 月）多北风及东北风。历年平均风力 3~4 级，极大风速达每秒 57m（1996 年）。坡头区年平均降雨量为 1598.3mm，年降雨量最少是 1955 年 743.6mm，降雨量最多是 1985

年 2411.3mm，4~9 月份为雨季，夏秋之间降雨量多，冬春之间降雨量少。月降雨量 8 月份最多，曾出现过 283.9mm，12 月份降雨量最少，曾出现过 19.10mm。在降雨量中，台风雨占很大的比重，每年 7~10 月份的雨量有 60%~68%是台风雨，历年台风雨占同期雨量的 50.8%左右。主要分布在四至九月，且多为台风雨，其余时间则较少雨水导致春旱和秋后旱。台风为该区最大的自然灾害。每年 5~11 月最为频繁，平均每年有 2~3 个。自 1996 年以来，台风的强度和频度都在逐年下降。其次是干旱，每年的 12~4 月，旱情最为严重，在台风少的年份旱情则更加严重。

本区域地处亚热带，受海洋性气候影响，是热带气旋侵袭频繁的地区之一，台风侵袭尤以 7~9 月的可能性最多。台风登陆带来了大雨或大暴雨，常造成了灾难性的自然灾害，同时也是鉴西平原内涝成灾的主要原因。

1998 年 2 月 9 日，广东省水利厅以粤水办〔1998〕5 号文印发《广东省沿海地区年最大风速和相应年最高潮位日的最大风速频率计算成果》，湛江港站各频率年最大风速成果见下表。

表 2.2-1 湛江站各频率最大风速表

站点	重现期 (P=%)	1	2	5	10	20	平均
湛江港站	年最大风速	47	43	39	35	31	25
	相应年最高潮位日最大风速	40	35	28	22	17	12

《广东省沿海地区年最大风速和相应年最高潮位日的最大风速频率计算成果》中湛江港站相应年最高潮位日的最大风速，50 年一遇为 35m/s。

本工程地处沿海，每年常有台风登陆，为安全起见，工程设计风速采用《广东省沿海地区年最大风速和相应年最高潮位日的最大风速频率计算成果》中湛江港站相应年最高潮位日的最大风速，50 年一遇为 35m/s。

(5) 蒸发、日照

本区域日照时间长，蒸发量大。

蒸发：多年平均蒸发量 1787 毫米，最大年蒸发量为 2065.2mm（1955 年）。

日照：历年平均日照小时为 1843.5 小时，最多的为 2393 小时，最少的为 1456 小时。

2.3.水文基本资料

南三镇地处坡头区东南部，东临南海，南濒广州湾航道，西邻湛江港，北靠南三河。南三岛上无水文测站，邻近测站主要有湛江港站、湛江站。

湛江港站为水位站，测站位于湛江市霞山区湛江港，地理坐标东经 $110^{\circ} 24'$ ，北纬 $21^{\circ} 10'$ 。1947 年 1 月设立，有 1956~2004 年共 49 年潮位资料。南三镇毗邻湛江港，本次潮位采用湛江港站。

湛江站为雨量站，于 1951 年 1 月设立，测站位于湛江市霞山，地理坐标东经 $110^{\circ} 24'$ ，北纬 $21^{\circ} 13'$ 。测站于 1985 年改变观测地点，测站位于湛江市赤坎，改名为湛江（赤坎）站，地理坐标东经 $110^{\circ} 20'$ ，北纬 $21^{\circ} 17'$ 。具有 1951~2004 年共 54 年降雨资料。湛江站距项目约 25km，可作为洪水计算的参证站。



图 2.3-1 项目区水文站点分布图

2.4.洪水

2.4.1.暴雨洪水特征

本区域洪水主要由前汛期的锋面雨和后汛期的台风雨形成。特点是峰高量大，流量变化幅度大，年最大洪水一般发生在 5~8 月。根据统计资料，年最大洪水 6 月和 8 月出现机率大，6 月出现 10 场，8 月出现 11 场。由锋面雨形成的洪水峰型较胖，台风雨形成的洪水则较为尖瘦，一次洪水过程一般为 6~8 天。

流域年平均暴雨次数在 6~8 次，在一年 12 个月均会出现暴雨天气，但暴雨、大暴雨或特大暴雨还是集中在汛期（4~10 月）发生，其中，前汛期多为锋面雨，汛中及汛末多发台风雨。每年 4~6 月，流域盛行西南季风，此时如遭遇到南下的冷空气，常会在全流域产生暴雨；7~10 月，由于该地区同时受西南季风和东南季风的影响，台风盛行，特别是 7~9 月更是台风暴雨频发的高峰期。在汛末（9 月下旬~11 月上旬），由于流域正处于东南季风向东北季风转换的过渡期，此时冷高压南侵，往往也会造成大暴雨。

受地形和气候影响，流域内年最大洪水多发生在汛期（4~10 月），其中前汛期以锋面雨形成的肥胖型洪水为主；汛中及汛末则以台风雨形成的尖瘦型洪水为主，一次洪水过程约为 6~8 天。

流域暴雨高区主要位于流域的上游，因高区笼罩面积不大，暴雨面上递减很快，当暴雨中心发生在高区范围内时，流域不会形成大范围的洪水，只有当该地区发生面雨量大、雨区范围广的暴雨时，才会暴发全流域大洪水。但是，对于流域各集雨范围较小的支流而言，因受不同性质气团的控制和影响，流域内各种类型的暴雨均可发生，在汛期（4~10 月）各支流出现大洪水的机会是较多的。

2.4.2.历史洪涝灾害情况

坡头区地处沿海，属亚热带海洋性季风气候，灾害性天气较为活跃。自然灾害主要有台风、干旱、寒露风、低温阴雨、暴雨、暴潮、雷暴和洪涝等，其中对经济发展和人民生活影响最大的是风灾和旱灾。

热带气旋受西太平洋热带气旋和南热带气旋登陆的影响，坡头区热带气旋季节长达 7 个多月（5~11 月），其中以 7~9 月登陆次数最多。

1954 年 8 月 29 日 13 号强台风在湛江与吴川之间沿海地区登陆，风力 12 级以上，阵风最大 50m/s，台风带来特大暴雨，降雨量 305.3mm。坡头区沿海堤围决口 289 处，崩屋 3.98 万间，死 51 人、伤 441 人，打沉船只 209 艘、打烂 437 艘，受灾农作物 1.6 万亩，占总作物 81%，损失产量 70%。

1964 年 9 月 11 日 8 号台风在湛江市登陆，风力 10 级，辖区 55 条海堤冲垮，严重损坏堤段 25.6km，浸没田地 2.8 万亩，其中南三岛 18 个村受浸。

1965 年 7 月 15 日 8 号强台风袭击坡头，暴潮将南三岛内堤围几乎全部冲垮，淹没农田、村庄，溺死 2 人。

1967 年 11 月 7 日 12 号台风在湛江市郊区登陆，阵风 12 级，海潮暴涨，坡头辖区溺死 10 人，未收个晚稻损失严重。

1972年8月13日7号强台风在湛江登陆,风力最大达12级,坡头辖区内海潮暴涨,冲垮72条海堤,破坏堤段3.15km,淹没农田3.1万亩。

1975年10月23日15号强台风在吴川县沿海登陆,中心风力12级。受台风影响,坡头区内连续三天暴雨,降雨量732.8mm,受浸农作物6.46万亩。

1976年9月19日,7619号台风在湛江市区与吴川县之间沿海地区登陆,风力达12级,带来暴雨和特大暴雨,造成大部分农田淹浸,农作物损失严重。

1978年8月27日12号台风在吴川县与坡头之间登陆,风力12级,坡头区海潮暴涨,降雨量246mm,冲垮堤围13宗,破坏堤段14.7km,冲垮山塘水库68宗,崩缺渠道108宗,农作物受浸面积2.3万亩,破坏民房2600间。

1980年7月22日7号台风在湛江登陆,南三岛光明围实测静潮位4.86m。区内冲崩139条海堤,缺口312处,摧毁堤段68.7km、护坡石墙15km,破坏涵闸17座,淹没农作物12.87万亩,受浸村庄21条,倒塌房屋8960间,打破船只152艘,沉没9艘。

1985年8月19日~23日,第14、15、17号台风相继袭击坡头,连续暴雨成灾,总降雨量860mm,全区冲垮海围113条,崩溃决口282处、长15.3km,冲毁涵闸51座,破坏其他水利设施191处,浸死晚造稻禾4.7万亩、番薯1.4万亩,冲毁虾田3205亩,直接经济损失1312万元。

1986年9月5日,8616号台风袭击坡头区,风力9级,阵风11级,持续9小时,带来特大海潮,最高潮位达85国家基本高程4.5m,比正常潮位高出2m,浪高达1.7m,全区48个乡镇,778个自然村遍受损害,海潮淹浸村庄21个,崩屋1777间,损坏房屋1591间,农田受海水浸淹4.7万亩,失踪及打烂渔船50艘,冲毁桥梁59座、涵闸50座、堤围5.7万m,直接经济损失4812.3万元。

1996年9月9日,9615号强台风正面袭击坡头区,最大风力17级,全区死亡30人,直接经济损失11.78亿元。

2001年7月2日,当年第3号台风“榴莲”正面袭击坡头区,最大风力12级,倒塌房屋2735间,直接经济损失2000万元。

2001年7月连降暴雨,叠加此前台风“榴莲”影响,坡头区重灾面积达516公顷,台风后补插的116公顷秧苗和复种的370公顷旱粮全部被浸坏。

2002年8月19日,当年第14号台风“黄蜂”在吴川市登陆,坡头区受严重影响。

2015 年 10 月 4 日，15 号台风“彩虹”在湛江登陆，坡头区受灾严重，直接经济损失超 21 亿元，其中农、林、牧、渔经济损失近 7 亿元，水产养殖业遭受灭顶之灾，养殖受损面积 3500 多亩。

2018 年，台风山竹登录，南三镇堤围损毁超 9000m，树木倾倒 4000 余棵，农作物受灾面积达 1650 亩，直接经济损失超 1.5 亿元。人员与交通受阻：强风暴雨导致部分村庄道路中断，村民出行困难，低洼地区出现内涝。

2020 年 10 月 15 日，受台风“浪卡”影响，坡头区洪涝灾害严重，全区受灾人口 5 万人，鱼（虾）塘淹没面积 1.6 万亩，农作物受灾面积 5.3 万亩，损坏水库 5 座、泵站 2 座，经济损失 4800 多万元。

2023 年台风“泰利”灾害，2023 年 7 月 17 日，台风“泰利”在南三岛登陆，导致南三镇树木倾倒 4000 多棵，农作物受损 1650 亩，堤围损毁 9km，直接经济损失超 1.5 亿元。

2025 年 4-6 月多次短时强降水，发布暴雨预警，坡头区多次发布暴雨黄色乃至红色预警，并启动防汛Ⅳ级应急响应，部分路段出现积水，相关部门采取了积极的排水防涝措施。

2025 年 9 月超强台风“桦加沙”坡头区各镇（街）进行了大规模的人员转移和风险排查，重点防范洪涝次生灾害。

2.4.3.基本资料

南三岛联岛前是由大小十个岛组成，较大的岛有五个，它们是东部的灯塔岛，面积为 12.3km²，岛内最高高程为 30.5m；中部靠东的田头岛，面积为 5.2km²，岛内最高高程为 10.5m；中部靠西的巴东岛，面积为 5.9km²，岛内最高高程为 7m；西南部的五里岛，面积为 8.7km²，岛内最高为高程 6.4m；西北部的北涯岛，面积为 6.3km²，岛内最高高程 8m。一般大潮能将它们分隔开来，岛与岛之间的交通需要渡船。联岛之后，岛内自然地分成五大涝区，自东到西分别是灯塔涝区、光明涝区、米稔涝区、北灶联合涝区和南海五里涝区。

南三联围现有穿堤涵闸 63 座，分布于各个堤段的五大涝区范围内，五大涝区围垦内水位~库容关系曲线，具体见下表：

表 2.4-1 南三联围五大涝区垦内水位~库容关系表

水位 (m)		0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
库容 (万 m ³)	灯塔涝区	22	54	88	122	156	190	224	264	304	344	384
	光明涝区	136	206	276	346	416	486	575	680	781	874	972
	米稔涝区	59	91	122	153	184	215	246	277	320	351	382
	北灶联合涝区	81	123	165	207	249	291	351	392	441	493	546
	南海五里涝区	156	310	414	518	622	726	830	934	1038	1142	1246

2.4.4.流域参数

本次涉及的涝区及穿堤涵闸没有实测的洪水资料，设计洪水采用《广东省暴雨参数等值线图》（广东省水文局，2003）及《广东省暴雨径流查算图表使用水册》（1991年）进行计算。

流域面积 F：参考测量资料在实测地形图上量算；

干流长度 L：根据测量资料及实测地形图量算；

干流坡降 J：根据测量资料及实测地形图量算各断面高程和对应的河长，采用加权平均方法，按下列公式计算：

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

式中：

$Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ——各断面沿干流各比降变化特征点的地面高程（m）；

$L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ ——特征点间的距离（km）；

L——总河长（km）。

汇流特征参数 θ 按下列公式计算：

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

根据以上公式，计算各涝区及穿堤涵闸流域面积，干流河长，河床平均比降。

本工程涉及南三联围五大涝区及穿堤涵闸流域参数结合实际划定，见下表。

表 2.4-2 南三联围五大涝区流域参数表

涝区	涝区面积 (km ²)	河长 (km)	比降
灯塔涝区	25.09	5.65	0.004
光明涝区	32.04	7.55	0.004
米稔涝区	9.63	1.47	0.004
北灶联合涝区	15.61	3.61	0.004
南海五里涝区	37.42	8.02	0.004

表 2.4-3 南三联围穿堤涵闸流域参数表

序号	水闸编号	排涝面积 (km ²)	河长 (km)	比降
1	1#	0.15	0.46	0.003
2	1A#	0.31	0.16	0.003
3	1B#	0.35	0.42	0.003

序号	水闸编号	排涝面积 (km ²)	河长 (km)	比降
4	1C#	0.15	0.31	0.003
5	1F#	0.33	0.33	0.003
6	2#	0.25	0.58	0.003
7	5#	0.22	1.40	0.003
8	6#	1.38	1.02	0.003
9	7#	4.23	3.27	0.003
10	21#	1.48	1.78	0.003
11	22#	2.15	3.67	0.003
12	29#	0.34	0.85	0.003
13	30#	0.36	0.81	0.003
14	36#	0.32	0.92	0.003
15	41#	3.42	2.38	0.003
16	62#	0.86	1.08	0.003

2.4.5.设计暴雨

由于区内河涌没有实测水文资料，本次设计暴雨采用广东省水文局 2003 年编制的《广东省暴雨径流查算图》及其使用手册（以下简称《查算手册》）推求。

2003 年版的暴雨参数成果是在 1991 年版的暴雨参数等值线图的基础上，增加十几年资料系列，将各站资料均统一到 1997 年，且增补站点，更加合理地对原 1991 年版《广东省水文图集》中暴雨参数等值线图进行修编，成果可靠、合理。

根据《广东省暴雨参数等值线图》中年最大 1 分钟、1 小时、6 小时、24 小时、72 小时暴雨统计参数（均值、Cv 值）等值线图，查各河涌集雨区域中心点的各历时暴雨参数 Ht 和 Cv，Cs 取 3.5Cv，在《查算手册》中查出各历时暴雨 P=5%、P=10%、P=20% 对应的 Kp 值，再根据集水面积 F，查出各历时的点面换算系数 α_t ，则可求得各河涌不同频率的最大 1/6 小时、1 小时、6 小时、24 小时和 72 小时的设计面暴雨值。

设计暴雨计算成果见下表。

表 2.4-4 设计暴雨参数表

历时 (h)	Ht (mm)	Cv	Cs/Cv	设计暴雨值 Hp (mm)		
				P=5%	P=10%	P=20%
1/6	42.2	0.33	3.5	68.7	60.89	52.50
1	65.9	0.33	3.5	107.28	95.09	81.98
6	113.7	0.44	3.5	211.48	180.33	147.92
24	160.2	0.44	3.5	297.97	254.08	208.42
72	208.1	0.52	3.5	422.44	350.44	277.19

2.4.6.设计洪水

(1) 计算方法

本次设计洪水采用“多种方法，综合分析，合理取值”的原则，以 2003 年版《广东省暴雨径流查算图表》及《广东省水文图集》为基础，采用“广东省综合单位线”、“广东省推理公式”计算。各种方法的基本公式和参数取值简述如下：

本工程位于广东省湛江市坡头区，查询《广东省暴雨径流查算图表》得出如下各参数：

- 1、点面折减关系 $\alpha \sim t \sim F$ ：暴雨低区；
- 2、设计暴雨雨型分区：雷州半岛；
- 3、产流参数分区：琼雷台地；
- 4、综合单位线 $m_1 \sim \theta$ 关系分区：琼雷台地；
- 5、综合单位线线型分区：IV雷州半岛、琼北台地；
- 6、推理公式 $m \sim \theta$ 关系分区：大陆低丘平原区。

1) 广东省综合单位线

汇流分析主要是应用线性系统识别的最小二乘法解算经验单位线，综合给出分区分类的无因次单位线 $U_i \sim X_i$ 表达的经验线型，并从设计条件出发，建立分区的集水区域特征参数 $\theta=L/J^{1/3}$ 与稳定的单位线滞时 m_1 的关系。

该方法使用下列公式计算：

$$u_i = \frac{q_i t_p}{W}$$

$$x_i = \frac{t_i}{t_p}$$

式中的 u_i 、 x_i 为无因次单位线纵横坐标， q_i 、 t_i 为时段单位线的纵横坐标， t_p 为单位线的上涨历时； $w = \frac{F}{3.6}$ 相当于 1mm 径流深的水量， F 为集水面积，单位为 km^2 。

2) 广东省推理公式

该方法使用下列两公式联合求解：

$$Q_m = 0.278 (S_p / \tau^{np} - f) F$$

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

式中：

f —平均损失率（mm/h）；

L —干流河长（km）；

m —流域汇流参数；

Q_m —断面设计洪峰流量（ m^3/s ）；

J —河道平均坡降；

F —集雨面积（ km^2 ）；

S_p —暴雨雨力（ mm/h ）；

τ —流域全面汇流时间（ h ）；

n_p —相应于设计频率 P 的暴雨递减指数。

（2）设计洪水成果

采用以上两种方法分别计算，五大涝区计算洪水成果详见下表：

表 2.4-5 五大涝区设计洪水成果表

涝区	涝区面积(km^2)	10 年一遇		20 年一遇	
		综合单位线法	推理公式法	综合单位线法	推理公式法
灯塔涝区	25.09	182.39	172.06	221.01	214.4
光明涝区	32.04	192.93	187.52	233.51	217.77
米稔涝区	9.63	60.53	56.97	73.14	67.82
北灶联合涝区	15.61	122.41	120.25	146.05	144.45
南海五里涝区	37.42	222.6	221.43	269.52	264.17

表 2.4-6 穿堤涵闸设计洪水成果表

序号	水闸编号	排涝面积（ km^2 ）	河长（ km ）	比降
1	1#	0.15	0.46	0.003
2	1A#	0.31	0.16	0.003
3	1B#	0.35	0.42	0.003
4	1C#	0.15	0.31	0.003
5	1F#	0.33	0.33	0.003
6	2#	0.25	0.58	0.003
7	5#	0.22	1.40	0.003
8	6#	1.38	1.02	0.003
9	7#	4.23	3.27	0.003
10	21#	1.48	1.78	0.003
11	22#	2.15	3.67	0.003
12	29#	0.34	0.85	0.003
13	30#	0.36	0.81	0.003
14	36#	0.32	0.92	0.003
15	41#	3.42	2.38	0.003
16	47#	0.65	0.88	0.003
17	62#	0.86	1.08	0.003

两种方法的计算成果较接近，相差在 10%以内，其中综合单位线的成果略大。从推理公式推求设计洪水过程线的原理可知，推理公式法对降雨过程的变化没有充分考虑，主洪峰不论 τ 时段的降雨如何变化，一概按全省综合概化的洪水过程线，其它时段则概化为三角形，导致雨洪不相对应，另一方面，主峰前后次峰的处理不相一致，与推理公

式的汇流原理也不相符合。综合单位线法是根据单位线滞时 m_1 及各类典型无因次单位线推求，较能反映工程所在河流的洪水特点；设计洪水过程线是根据设计净雨过程的逐段净雨推求得出的，能较好地反映降雨过程的变化；洪峰流量和洪水过程线的推求也是有机地结合在一起。从总的方面来讲，在推求设计洪水过程线方面，广东省综合单位线法显然优于推理公式法。经过上述分析，考虑安全因素，本次设计洪水采用综合单位线法计算成果。

2.5.潮汐

2.5.1.潮汐特性

南三岛的潮汐现象，主要是太平洋潮汐经巴士海峡和巴林塘海峡进入南海后形成的。由于地形的变化，潮差亦各有不同。南三岛东北角与鉴江河口相邻，此处潮汐属不规则半日潮，日潮不等现象显著，即在一天内有两次高潮和两次低潮，而且两个相邻的高潮或低潮的潮位和潮流历时均不相等。月内有朔、望大潮和上、下弦小潮，约十五天为一周期，一年中夏潮高于冬潮，由于受径流量和台风潮的影响，最高潮位一般出现于汛期，年最低潮位则多出现在枯季。

湛江港湾潮汐属不规则半日潮，月内有朔、望大潮和上弦、下弦小潮，平均周期约为 15 天；年内一般夏潮高于冬潮，由于受上游径流影响明显，湛江港最高潮位一般多出现于汛期，有时也会出现在 10 月~11 月，最低潮位多发生在春分前后。

2.5.2.潮位频率计算

最高、最低潮位采用《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）成果。设计高潮、低潮位采用湛江港站设计成果。

2.5.3.潮洪遭遇分析

经分析，出于安全考虑，洪潮遭遇组合为：上游各设计频率的洪峰流量遭遇下游多年最高潮位均值；上游洪峰流量均值遭遇下游各设计频率的高潮位。

2.5.4.设计潮位

（1）设计最高潮（水）位

本工程根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划（印发稿）》及工程区域的社会经济地位、人口数量和重要程度等分类指标，确定坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段工程级别为 3 级，本工程按 30 年一遇防洪（潮）标准进行设计。

历次成果简述：

1、《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）

为适应广东省海堤工程建设的需要，统一海堤工程的设计标准和技术要求，做到安全使用、技术先进、经济合理，使海堤工程有效地预防风暴潮和洪水危害，广东省水利厅于 2004 年 4 月 26 日颁布了《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004），对广东沿海地区 27 个主要潮位站的设计年最高潮（水）位、年最低潮（水）位、多年平均高潮（水）位、多年平均低潮（水）位进行了计算，本工程采用湛江港潮位站的潮位成果，设计最高潮位见下表。

表 2.5-1 不同成果各频率潮位表（1985 国家高程基准）

湛江港	各级频率（%）							
	0.1	0.5	1	2	3.33	5	10	20
设计年最高潮(水)位	6.104	5.644	5.284	4.914	4.544	4.434	4.054	3.684

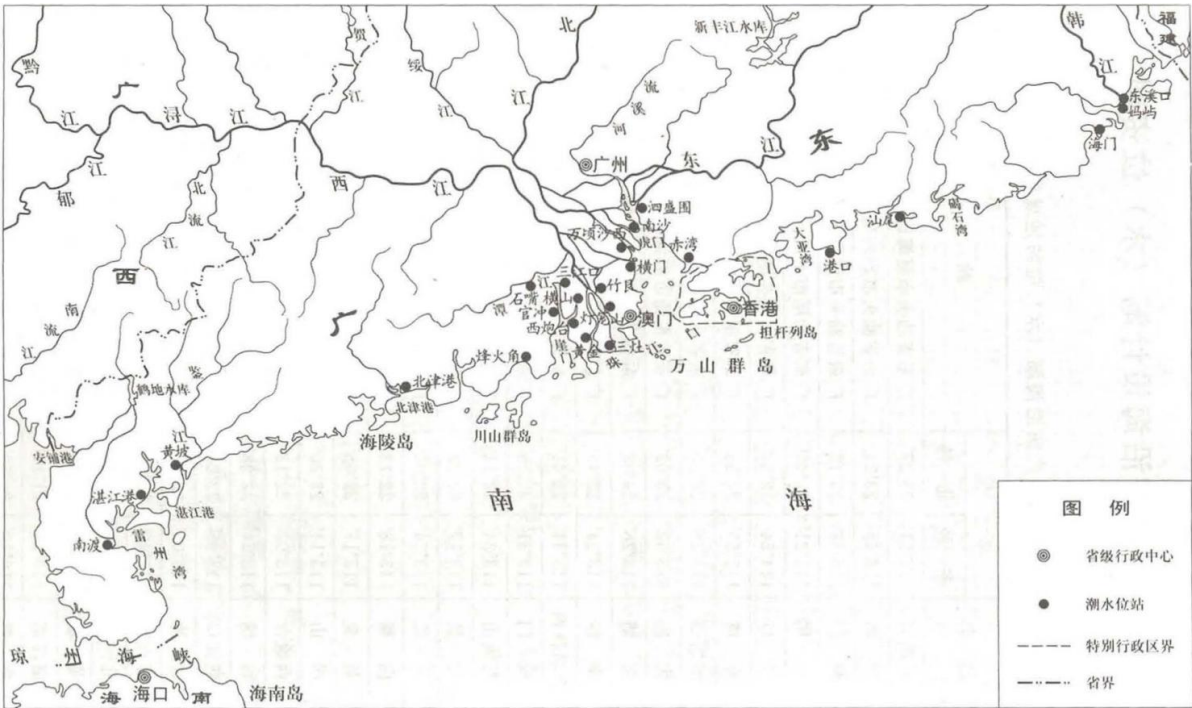


图 2.5-1 广东省沿海地区主要潮（水）位站分布示意图

2、《广东省生态海堤建设“十四五”规划》（2021 年）

为适应新的水情变化，《广东省生态海堤建设“十四五”规划》复核了广东沿海 36 个潮位站的设计潮位成果，将实测潮位资料系列延长至 2019 年。沿海地区工程建设中设计潮位的确定，目前采用年最高潮位系列作为样本进行频率分析，得出工程地点的不同重现期潮位值，然后根据建筑物的等级，按有关规范规定选用设计重现期的潮位作为设计潮位。这是目前工程设计中最常用的方法，国内外规范也普遍采用。设计潮位成果摘录见下表。其中湛江港的资料系列为 1950-2019 年共 70 年，其成果中缺少 P=3.33%

的设计潮位数据，因此建议采用《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）的设计潮位成果。

表 2.5-2 主要潮位站设计年最高潮位成果表（摘录）

序号	站名	不同频率(%)设计年最高潮位(m; 珠基)							资料系列(年)
		0.1	0.5	1	2	5	10	20	
1	南渡(二)	7.81	6.33	5.71	5.1	4.31	3.75	3.22	1955~2019
2	湛江港	6.21	5.21	4.79	4.36	3.81	3.41	3.01	1950~2019
3	北津港	4.81	3.96	3.61	3.25	2.8	2.47	2.15	1954~2019
4	大敖	4.79	4.26	4.02	3.77	3.44	3.18	2.89	1952~2019(迭石站合并使用)
5	三江口	3.41	3.06	2.91	2.75	2.53	2.36	2.17	1953~2019
6	石咀	3.28	2.95	2.8	2.65	2.44	2.27	2.09	1959~2019

表 2.5-3 湛江港各频率高潮位成果表（1985 国家高程基准）

湛江港	各级频率（%）						
	0.1	0.5	1	2	5	10	20
设计年最高潮(水)位	6.954	5.954	5.534	5.104	4.554	4.154	3.754

根据以上分析，本工程设计最高潮水位采用《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）的成果， $P=3.33\%$ 设计潮位为 4.544m。依据《广东省海堤工程设计导则（试行）》中的《广东省最高潮位频率计算成果》，湛江港站多年平均高潮位为 3.344m，实测历史最高潮位为 1965 年 4.588m。

（2）枯水期设计潮位

本工程主要建筑物级别为 3 级，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），导流建筑物确定为 5 级，采用 5 年一遇的洪水标准，施工导流标准取 5 年一遇洪（潮）水位 3.684m。

2.5.5.设计潮位过程线

本工程采用邻近湛江港潮位资料，按照《广东省沿海地区设计高潮水位成果表》中湛江港站资料：

多年日平均潮位：0.54m；多年平均高潮位：3.156m；5 年一遇高潮位：3.526m；10 年一遇高潮位：3.896m；20 年一遇潮位：4.276m；50 年一遇高潮位：4.756m；100

年一遇高潮位 5.126m（采用省水利厅 1995 年 5 月印发的省水利厅[1995]5 号文《广东省年最高潮位频率计算成果》（85 国家高程基准）。

施工期(11-4 月)多年平均潮位 0.59m；多年平均高潮位 3.06m；多年平均低潮位 -1.63m；5 年一遇高潮位 3.22m；10 年一遇高潮位 3.24m；多年平均低潮位-1.63m。(采用湛江港 1990-2019 年实测资料统计)。

南三联围堤围外潮水位过程线采用湛江港潮位，按照湛江港为半日潮的潮位变化，采用 10 年一遇的高潮值与 10 年一遇的低潮值模拟 10 年一遇高潮的潮位过程，具体数据见下表：

表 2.5-4 湛江港设计潮型过程线表

时段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水位(m)	0.59	2.05	3.04	3.90	3.04	2.05	0.59	-0.54	-1.25	-2.08	-1.25	-0.54
时段	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
水位(m)	0.59	2.05	3.04	3.90	3.04	2.05	0.59	-0.54	-1.25	-2.08	-1.25	-0.54

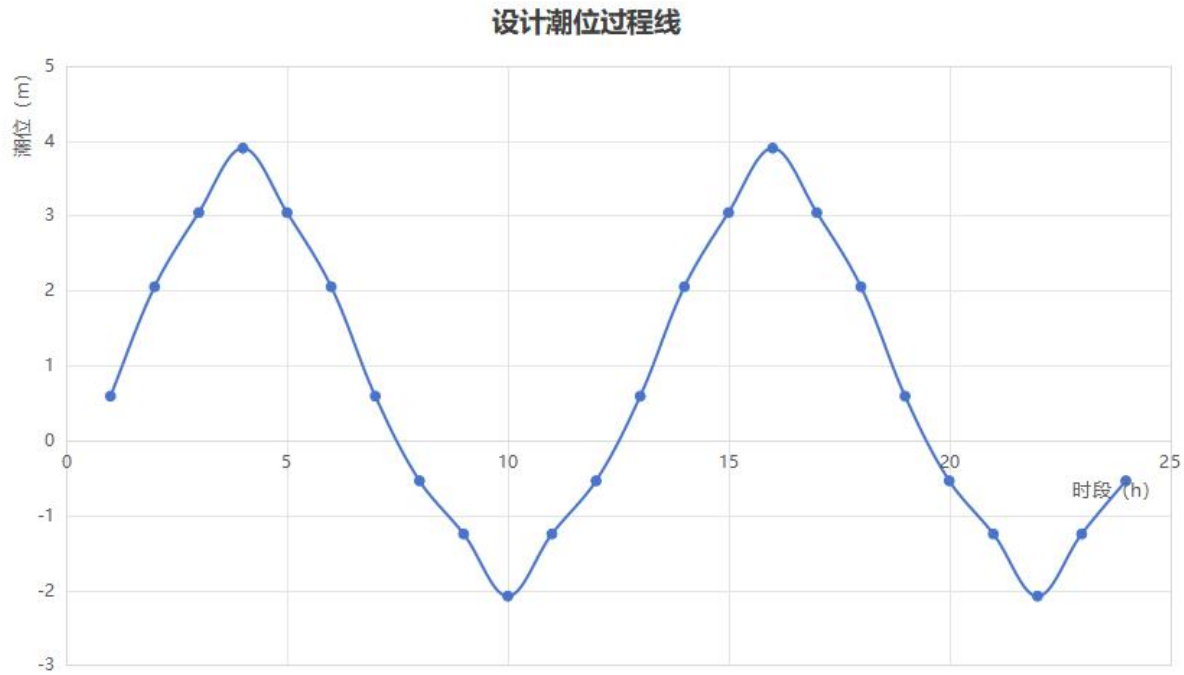


图 2.5-2 设计潮位过程线图

3. 工程地质

3.1.工程概况

受湛江市坡头区南三联围水利管理所（建设单位）的委托，按照爱建信达工程咨询有限公司（下称“我司”）设计部门提供的技术要求，我司勘察部门承担了湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的初步设计阶段的工程地质勘察工作。

湛江市坡头区南三联围海堤为 1953 年至 1958 年的 6 年间，南三人民修堤筑围 49.6km，堵海造田，将十个小岛联成了一个大岛。而南三镇位于广东省湛江市东南海面南三岛上，因此南三联岛堤围可谓为南三人民的生命线。

南三联围共由 23 段长 49.6km 海堤和 63 座穿堤涵闸组成。南三联围建成后分别于 2006 年、2022 年曾对海堤进行过加固。

南三联围总长 49.6 公里，分别由北头寮堤、李黄梁苏堤、光明堤、米稔堤、南米堤、北灶堤、岭北堤、背海堤、上郭头堤、东窖堤、西窖堤、调东堤、调安堤、新门口堤、北涯堤、通沟堤、南海堤、解放堤、联合堤、和平堤、灯塔堤、湖村湾堤等堤段组成。经过了 2006 年的加固达标工程，大部分海堤的防潮标准有所提高。但由于资金不足，有部分堤段未按标准完成，仍存在安全隐患，再者又历经十多年的运行，目前，有局部堤段出现险情：联合堤全堤未修建防浪墙，迎水坡部分堤身未修建砼护坡，背水坡土方流失严重；和平堤全堤未修建防浪墙，迎水坡与灯塔堤 410m 连接段未修建护坡，背水坡土方流失严重；灯塔堤全堤未修建防浪墙，堤身多处出现掏空小孔，63#涵闸往西 300m 处有 30m 堤脚损坏；南海堤全堤未修建防浪墙，背水坡土方流失严重；通沟堤迎水坡二级平台原修复位置有多处爆裂；北涯堤部分堤段未修建护坡、防浪墙等措施；凤辇堤迎水坡部分护坡开裂下沉；岭尾堤背水坡约 20m 掏空塌方。

本次湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程主要集中在北涯堤、联合堤、和平堤三个堤段，建设内容为在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。抵御设计标准风暴潮的袭击，减轻洪、潮灾害对该区的威胁，其中保护农田 5.8 万亩、虾池塘养殖面积 2.8 万亩、捍卫人口 7.8 万人，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。

已有堤防堤顶高程一般在 5.0m~7.0m，宽度一般 5.0m~9.0m，堤高一般 3.0m~5.0m；堤内、外高程一般 0.5m~广东省海堤工程设计导则（试行），堤内为农田、鱼塘及居民住宅。

按《广东省计海堤工程设导则》、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）和《海堤工程设计规范》（SL435-2014）确定工程规模、设计标准，并根据南三联围防护农田面积、人口等实际情况，确定南三联围工程为III等工程，堤围及穿堤涵闸等主要建筑物为 3 级，防潮标准采用 30 年一遇不越浪设计，海堤围垦内排涝标准按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干设计。

工程地理位置下图。

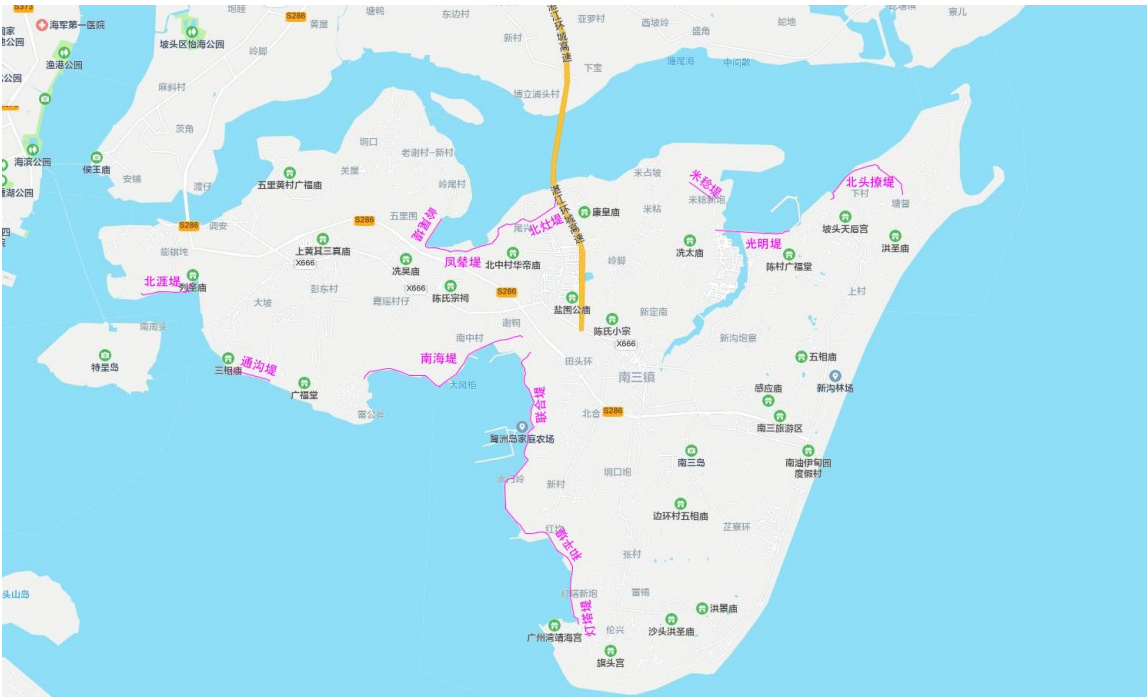


图 3.1-1 拟建项目地理位置图

3.1.1.勘察目的、任务要求和依据的技术标准

3.1.1.1.勘察目的

本次工程地质勘察的主要目的是研究堤防工程范围内地形、地貌、岩性、地质构造、不良地质、水文气象、地震等工程地质条件及其与工程的关系，并作出评价；明确本项目的工程地质勘察重点，有针对性的进行工程地质勘察工作，为确定工程构造物的位置和编制设计文件等提供准确、完整的工程地质资料。

3.1.1.2.主要任务

根据规范和设计的要求，本次勘察的主要任务有：

1、基本查明堤防沿线地形地貌、地层岩性、覆盖层的厚度与组成物质、地质构造、岩体风化情况、物理地质现象、水文地质条件初。

2、基本查明堤防沿线地质构造复杂地段的地质条件。

3、对拟加固的堤防沿线和各主要建筑物进行工程地质分段，初步评价堤基抗滑稳定、渗透变形、沉降变形、抗冲能力等工程地质问题。

4、调查已发不良地质现象的分布、类型、规模、成因及其危害性，对其稳定性及发展趋势进行初步评价；

5、根据工程所需筑堤材料，本期护岸所需土、砂、石料直接从市场购买。

3.1.1.3.依据的技术标准及使用参考资料

本次勘察执行下列标准及技术要求：

- 1) 《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008）（2022 版）；
- 2) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）；
- 3) 《工程勘察通用规范》（GB55017-2021）；
- 4) 《海堤工程设计规范》（GBT 51015-2014）；
- 5) 《岩土工程基本术语标准》（GB/T50279-2014）；
- 6) 《建筑地基基础设计规范》（GBJ50007-2011）；
- 7) 《建筑抗震设计标准》（GB50011-2010，2024 年版）；
- 8) 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）；
- 9) 《建筑工程抗震设防标准》（GB50223-2008）；
- 10) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 11) 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）；
- 12) 《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）；
- 13) 《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）；
- 14) 《土的分类标准》（GB/T50145-2007）；
- 15) 《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- 16) 《工程测量通用规范》（GB55018-2021）；
- 17) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2009）；
- 18) 《岩土工程勘察安全标准》（GB50585-2019）；
- 19) 《建设工程勘察设计管理条例》（国务院令第 293 号）；
- 20) 《工程建设标准强制性条文》（2020 年版）；

21) 《水利工程建设标准强制性条文》(2020 版)

(2) 行业标准

1) 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ87-2012)；

2) 《水电水利工程土工试验规程》(DLT 5355 2006)；

3) 《堤防工程地质勘察规范》(SL188-2005)；

4) 《水利水电工程钻探规程》(SL291-2022)；

5) 《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55-2005)

6) 《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)；

7) 《水利水电工程测量规范》(SL 197-2019)。

(3) 其他

《工程地质手册》(第五版, 工程地质手册编写委员会 2018)、其他相关规范、规程、地方标准等。

3.1.2. 勘察方法及勘察工作布置

本次勘察工作采用测量、管线探测、钻探与取样、原位测试(包括标准贯入试验等)、室内试验(包括土、水)等多种勘探手段相结合的综合勘察方法。各种勘察方法均严格按照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)及相关规范、标准执行。

3.1.2.1. 钻探与取样

1、勘探点的布置及深度

(1) 勘探孔的布置

本次勘察钻孔平面布置图由设计提供总平面图, 按照《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487-2008)(2022 版)有关规定, 沿堤防中心线应布置勘探孔, 勘探点间距 100m~400m; 勘探横剖面间距 400m~800m, 横剖面上的钻孔数不应少于 3 个, 横剖面钻孔间距 20~50m。共布置勘探点 180 个, 勘探点编号 ZK1~ZK180。钻孔布置详见钻孔平面位置图。

(2) 勘探孔位置坐标系统及孔口高程系统

坐标系统采用国家 2000 坐标系统和 85 国家高程系统。钻孔孔位由我司采用中海达 RTK 动态卫星定位系统实地测放。

(3) 勘探孔的深度控制原则

按设计提供的《勘察任务书》, 钻孔深度要求为:

钻孔深度要求钻孔进入堤基深度为堤身高度 1.5~2 倍，并应穿透淤泥层进入下伏承载力较高的土层。

涵闸钻孔宜为建筑物底宽的 1~2 倍，并进入相对隔水层 3m（如提前达到中风化，则达到中风化岩面以下 2 米即可终孔）。

2、钻探与取样方法

主要是揭示地层层序、结构、岩土工程特征，取样及孔内测试，认识地表以下地层特征，了解地下水情况。钻探工艺、取样、孔内测试等严格执行《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）的有关规定。

（1）钻探操作（含钻具规格、回次进尺、岩芯采取率、编录等项）、取样操作执行《岩土工程勘察规范》的相关规定。

1) 钻探方法可参照下表执行：

岩土层	钻探方法
填土、软土、粘性土	活套泥浆钻进
碎石类土	冲击钻进
残积土、基岩风化带	活套泥浆钻进

2) 钻探回次进尺应符合下表规定：

岩土层	回次进尺 (m)
软土	0.5~1.5
粘性土	1.0~1.5
薄层粘性土与薄层砂类土互	1.0~1.5
碎石类土	泥浆钻进 1.0~1.5
	跟管回转钻进 0.3~0.5
残积土、基岩风化带	1.0~1.5

3) 岩芯采取率符合下表要求：

岩土层	回次进尺采取率 (%)
软土、粘性土	≥80
碎石土、砂土、粉土	≥50
较破碎、破碎岩体	≥65
完整、较完整岩体	≥80

钻探过程中严格按照《岩土工程勘察安全标准》（GB50585-2019）中安全文明施工相关措施进行钻探，钻孔终孔时现场进行钻探质量评定，合格后转场至下一孔钻探。

本次勘察的全部钻孔都进行了回填封孔处理，并保证封孔质量。所有钻孔钻探完毕，采用黏性土进行回填捣实至孔口，并抹平孔口，恢复路面。

（2）取样

一般黏性土采用敞口厚壁取土器锤击取样，软土则采用薄壁取样器静压取样，砂层扰动样采用专用取砂器取样，岩石样品取钻孔岩芯。软土及黏性土的取土样质量等级为 I~II 级，砂土为 IV 级。岩芯按顺序摆放，及时鉴定、记录，并用数码相机逐孔拍摄记录；准确量测初见及稳定水位。

水样在钻孔完成 24 小时后采取。对于难以取芯的地层采用双管钻进取芯。

3.1.2.2.原位测试

本项目采用的原位测试主要为标准贯入试验。本场地内绝大部分钻孔进行标准贯入试验。

标准贯入试验按《岩土工程勘察规范》（GB50021）（2009 年版）第 10.5 条的规定进行。标准贯入试验应提供下列资料：实测击数、试验孔号、试验深度、试验的岩土层，并进行统计。必要时保留适当标贯样，进行颗粒分析。

1、标准贯入试验设备规格应符合有关规范的要求。标贯试验竖向间距原则上为 2 米，层厚大于 6 米时，可适当加大试验竖向间距。

2、标准贯入试验孔应采用回转钻进，钻至试验标高以上 15cm 处，应清除孔底残土后再进行试验，并防止涌砂或塌孔。

3、应采用自动脱钩的自由落锤法，并减少导杆与锤间的摩阻力。锤击时应避免偏心及侧向晃动，锤击速率应小于 30 击/min。

4、贯入器打入土中 15cm 后，开始记录每打入 10cm 的锤击数，累积打入 30cm 的锤击数为标准贯入击数 N。

3.1.2.3.室内试验

1、室内试验执行《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）第 11 章的规定，土工试验一般按《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）执行，其他项目应执行其适用的规定。

2、具体试验及数量要求按照业主下发详勘技术要求执行。

3、水质分析、腐蚀性评价执行《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）12 章的规定。水样分析一般应包括该规范 12.1.3 条所列项目，不得漏测铵盐和硝酸根离子。地下水位以上的土须进行土的腐蚀性分析。

3.1.3. 勘察工作概况及完成工作量

3.1.3.1.勘察工作概况

按任务书的要求，我司于 2026 年 1 月 2 日进场开展勘察外业工作，至 2026 年 1 月 15 日结束，共完成 180 个孔。

本次勘察投入的机械设备详见下表。

表 3.1-1 投入本项目的主要机械设备仪器一览表

序号	设备名称	型号规格	产地	单位	数量	备注
一	测量设备					
1	卫星定位仪	RTK	中海达	台套	3	
二	钻探及取样设备					
1	地质钻机	XY-1	衡探	台	10	
2	常规取样器			套	10	
3	薄壁取土器			套	10	
4	标准贯入器			套	10	
5	圆锥动力触探头			个	10	

3.1.3.2.完成工作量

本项目勘察设计钻孔为 180 个，本次共完成钻孔 180 个，总进尺为 3284.50m。部分钻孔因场地限制原因，移位后取得业主和设计同意后再施工。勘察工作量详见下表。

表 3.1-2 本次勘察完成工作量统计表

序号	工作项目	工作量	备注
1	施工钻孔数量及进尺	3284.50m/177 孔	
2	标准贯入试验	936 次	
3	原状土样	127 件	
4	扰动砂样	164 件	
5	采取水试样	11 件	
6	土壤腐蚀性分析	8 件	
7	钻孔坐标及高程测量	354 点	含孔位复测

3.1.4. 勘察工作质量评价

本次勘察严格按照勘察大纲和现行规程、规范开展工作，采用了工程地质测绘、地质调查、工程测量、钻探、原位测试及室内土工试验等综合勘察方法，同时，根据项目实际情况对勘察方法进行了优化，并充分收集利用了拟建场地已有的地质资料。

勘探施工前，项目负责人对勘察作业相关人员进行技术、环境保护、职业健康和安全生产交底。施工过程中严格按照勘察大纲中的“安全生产与文明施工措施”及相关规程进行施工。本项目做到安全生产“零”事故，环保文明施工。

为保证勘察工作达到优良级目标，我司组建了以工程负责人为主要质量责任人的全面质量管理小组，实行项目负责制，开展了勘察全过程的质量管理活动，对原始资料进行了 100% 的自检和互检，确保了野外原始资料的真实性和准确性。

工程测量采用 GPS RTK 全球定位系统进行测放，实测标注，其精度满足规范要求。

钻探采用 XY-1 型钻机进行施工，钻孔合格率 100%，完成的实物工作量满足规程、规范要求；所有土试样均现场及时密封保存，并及时送样，确保了室内试验工作的及时进行；所有现场原位测试及室内试验操作认真，记录完整；收集野外地质资料内容齐全、可靠，指标关系吻合，满足报告编制要求；内业资料整理，图件均实现 CAD 成图，文字、图件清晰、美观；工程场地工程地质条件已查明，提交的各类岩土参数有据可依，勘察成果资料满足勘察委托书和规程、规范要求，成果报告符合要求。

综上所述，本次勘察按相关国家规范及业主及设计技术要求进行，同时达到了我司三体系中的质量控制、环境保护及职业健康安全要求，各工序各专业严格执行了现行有关规范、规程和标准，总体工程质量良好，满足勘察要求，达到了勘察目的，可作为设计文件编制的依据。

3.2. 自然地理环境及区域地质构造

3.2.1. 地形地貌

南三岛原为 10 个大小不等的群岛，是在建国前后陆续经过人工筑堤逐渐连接起来，于 1958 年 10 月正式成为一个大岛。岛内地势平缓，东西长约 20 公里，南北宽度不等，海岸线曲折，全长 83 公里。全岛中间较高，四周稍低，地形属于滨海平原类型和滨海台地类型。滨海平原海拔 2~20 米，滨海台地海拔 20-30 米。全岛最低海拔 2 米，最高为大岭，海拔 30.5 米。还有大散沙、大风柜沙、横滩沙、端州墩等沙墩。地貌分为平原、滩涂、水域，其中浅海滩涂占 28.2%。

工程所属在地貌单元上属于海成地貌，受海水冲蚀和堆积作用而成的一套滨海冲积台地，岛内局部为风浪冲积的小丘，地面高程 4~12.00 米。堤体受强风潮袭不同程度地出现缺堤滑坡塌方等不良现象。

3.2.2.区域气候特征

拟建场区地处北回归线以南，纬度较低，属亚热带湿润性季风气候。光照充足、热量丰富。日照年平均 2003.6 小时，太阳年总辐射量 108~117 卡/cm²，年平均气温 22℃，最高气温 38.5℃（出现于 1977 年 6 月 8 日），最低气温 0℃（出现于 1975 年 12 月 2 日和 29 日），最热月份是 7 月，平均气温 28.4℃，最冷月份是 1 月，平均气温 15.5℃。年温差明显，为 12.9℃左右。年积温约 8382.3℃。无霜期达 364 天。

雨量充沛。干湿明显，年平均降雨日 135 天，平均年降雨量为 1711.6 毫米。降雨年际变化大，相对出现干湿季。雨季为 6~9 月，以南风为主；旱季为 11 月至次年 3 月，以北风为主。市内区域降雨不均匀。东部、中部、北部为多雨区。而西部、南部为少雨区。内陆为多雨区。沿海为少雨区。年平均相对湿度为 84%，风速 3.6 米 / 秒。

本区多受台风侵袭。由于地处北纬 20° 26' ~21° 11' ，东 经 109° 44' ~110° 23' ，所以经常受到产生于菲律宾附近的西太平洋台风和产生于西沙、中沙群岛附近的南海台风的袭击。一般始于 5 月，11 月份结束。7、8、9 月台风最多，风力也最大，据记载，直接影响我市的台风从 1960—1980 年的 21 年中，有台风的年份就有 16 年，出现机率为 76.2%，平均每年 2—3 次，最多的一年达到 8 次。台风带来强风暴雨，甚至带来海潮。

3.2.3.区域构造概况

本标段位于广东省雷州市，地质构造较简单，位于华南加里东褶皱系粤西隆起带内，大地构造位置上处于区域性四会-吴川大断裂带西段，次级断裂主要是廉江-信宜断裂带、遂溪断裂。在漫长的地质时期经历了多次和多种性质的地壳运动，如加里东、印支、燕山运动和喜山运动均有表现，并具有多阶段活动的特点。由于历次构造运动的结果，区内地质构造多呈北东或东西走向。

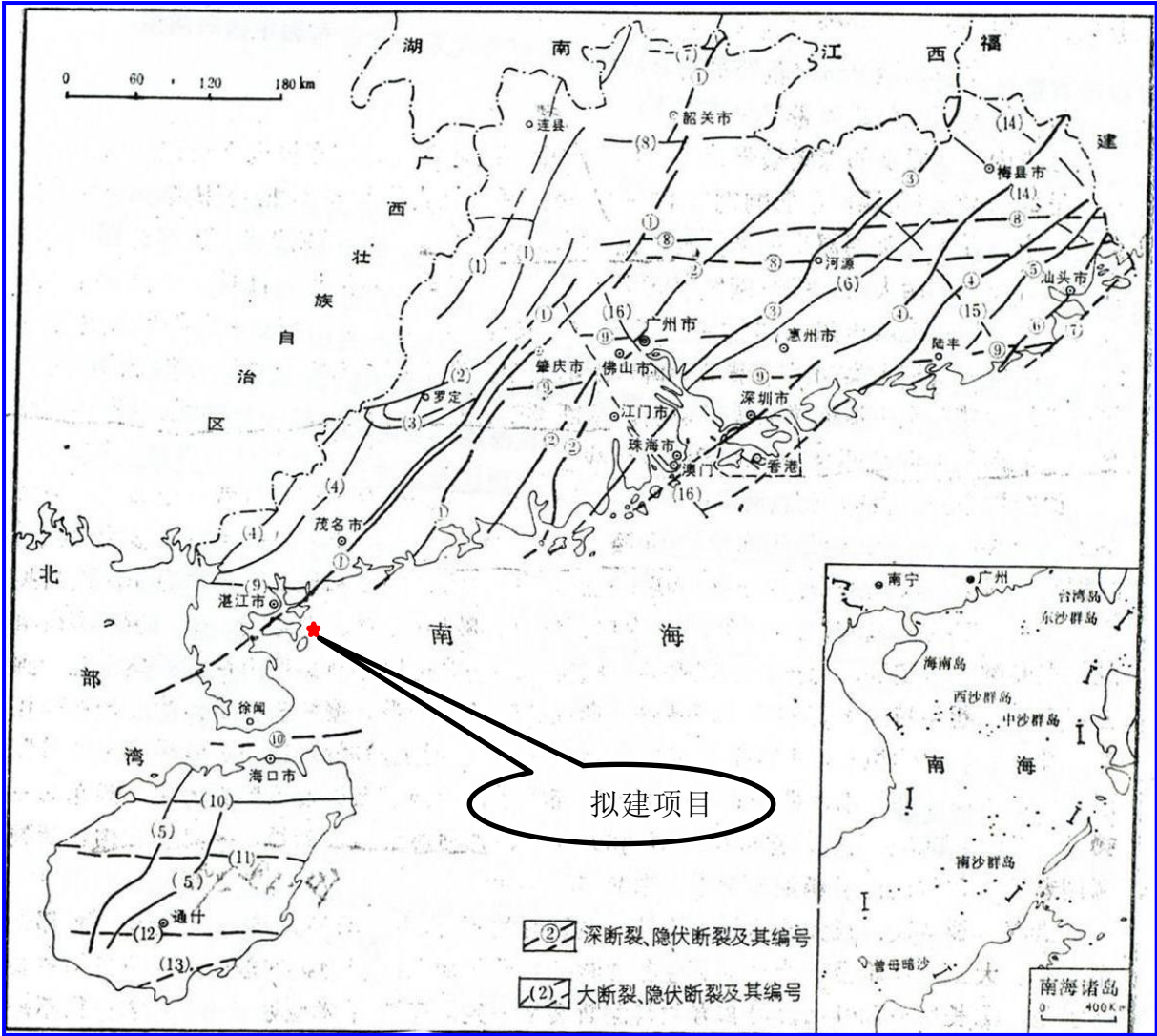


图 3.2-1 项目区域大地构造图

距离拟建项目最近的断裂为四会-吴川大断裂带西段，该裂构造带是广东省新华夏系主要的构造带之一，位于吴川—四会一线。自吴川县向北东经阳春、春湾、云浮、四会、广宁、延至粤北西牛附近；向南西，在吴川县吴阳附近隐伏于新生代地层之下，穿过东海岛进入雷州半岛的调风、徐闻一线；继续向南越过琼州海峡，进入临高县境截至昌江县、东方县一带，可追索长度约 700km。四会—吴川大断裂在茂名境内长约 70 公里，由阳春插入电白县，经那霍、林头、小良，往吴川、湛江方向延伸。断层线基本上与袂花江(沙琅江)重合。在那霍以北，断层面清晰可见，其余地方受河流冲积物或风化残积物掩盖。断层走向 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，倾角可达 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，断裂属压扭性，普遍出现糜棱岩化。形成于燕山期，后期仍有活动。该断裂多被第四系覆盖，钻探范围内未揭露断裂构造，该断裂对本项目影响甚微。

3.2.4.地震

雷州半岛地区地震活动较为频繁，根据湛江市地震局资料记载，自 1356 年由地震记录以来共发生有感地震 78 次，其中历史（1356 年～1970 年）有感地震 64 次（震级 $M>4.5$ 级 14 次，最大为 5.75 级）；现代有感地震（1971～1999 年）14 次。勘察河段临近段河头镇曾发生最大震级为 3.2 级地震。邻区如北部湾、琼州海峡等发生的强震对本区也有影响，但邻区强震对本区造成的破坏烈度不超过Ⅶ度。

该区位于华南褶皱系雷琼断陷北部，更新世断裂活动较强，火山喷发剧烈，全新世以来断裂活动较弱，无大断裂构造直接穿切勘察区。

区内地层以第四系为主，分布广泛，地层主要第四系（Q）地层组成。

在本次勘探深度范围内，拟建场地内未发现有断裂构造通过，场地是稳定的。根据区域地质资料，并结合已完成的勘察成果，本项目勘察区域内普遍为第四系松散层覆盖，厚度较大，局部覆盖层较浅。

3.3.工程地质条件

3.3.1.土岩分层依据

- 1、将土、岩分开分类。即分为砂土、黏土。
- 2、按成因时代分类。如冲积沉积层、海陆交互相，表层为人工填土层。
- 3、按土、岩性质状态分类。如可塑黏性土、硬塑黏性土。

3.3.2.地层结构及岩土特征

根据钻孔揭露资料，场地岩土层按成因类型自上而下划分为：人工填土层、第四系全新统风积层、第四系全新统海陆交互相、第四系中更新统北海组冲洪积层、第四系下更新统湛江组海陆交互相等。现分述如下：

3.3.2.1.第四系人工填土层

1、素填土（碎石）层①₁：褐黄色、褐红色，干燥-稍湿，松散，主要由碎石、碎砖、砼块等建筑垃圾回填而成，该层局部地段分布，钻孔 ZK17、ZK30、ZK98 共 3 个钻孔揭露该层，里程 K1+826、K4+742、K31+884 处零散分布。层层顶埋深 0～0m，平均值 0m；层顶高程 2.71～3.64m，平均值 3.29m；揭露层厚 0.9～2.8m，平均值 1.57m。

2、素填土（黏性土）层①₂：褐黄色、褐灰色，干燥-稍湿，稍密，主要由黏性土碾压而成，局部表层为薄层喷砂，该层大部分为堤身填土，钻孔 ZK18、ZK25、ZK27～ZK29、ZK32、ZK34、ZK42、ZK49、ZK50、ZK52、ZK54～ZK57、ZK60、ZK70、ZK71、ZK75、ZK76、ZK80、ZK91～ZK94、ZK112、ZK117～ZK121、ZK124、ZK140、ZK143、

ZK158 共 35 个钻孔揭露该层。里程 K2+100、K3+700~K5+300、K6+486、K11+400~K13+520、K14+900~K15+530、K30+400~K31+700、K39+100~K41+600、K44+632、K45+221、K47+926 处分布

层顶埋深 0~3.6m，平均值 0.19m；层顶高程 2.61~7.15m，平均值 5.24m；揭露层厚 0.8~8.9m，平均值 3.47m。

本层共进行标准贯入试验 31 次，本层取土样 14 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3、素填土（砂土）①₃：灰黄色、浅灰色、褐灰色等，松散-稍密，干燥-饱和，主要由粉、细、中砂混黏性土压实回填组成，钻孔 ZK2、ZK4、ZK5、ZK7、ZK8、ZK10、ZK13、ZK15、ZK16、ZK19、ZK20、ZK22、ZK23、ZK25、ZK30、ZK31、ZK33~ZK36、ZK45、ZK47、ZK48、ZK58~ZK69、ZK73、ZK78、ZK81、ZK84、ZK85、ZK87、ZK90、ZK95、ZK97、ZK102、ZK103、ZK105、ZK107、ZK108、ZK111、ZK113、ZK115、ZK122、ZK123、ZK125、ZK127、ZK128、ZK130、ZK132~ZK139、ZK141、ZK142、ZK145~ZK151、ZK153、ZK154、ZK156、ZK158~ZK162、ZK166、ZK168、ZK169、ZK171、ZK173、ZK174、ZK176 共 90 个钻孔揭露该层。大部分堤岸均有分布。

层顶埋深 0~4.8m，平均值 0.08m；层顶高程 0.25~7.36m，平均值 5.55m；揭露层厚 0.6~7.5m，平均值 3.87m。

本层共进行标准贯入试验 106 次，本层取土样 28 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3.3.2.2.第四系全新统风积层(Q₄^{col})

本场地第四系全新统冲洪积沉积层主要分为粉细砂层②，描述如下：

粉细砂②：褐黄色、黄色、灰白色，干燥-饱和，松散，主要成分为石英质，一般砂质较纯，分选性较好，级配较差，该层局部地段分布，钻孔 ZK39~ZK41、ZK43、ZK44、ZK61、ZK66、ZK68、ZK101、ZK109~ZK111、ZK133、ZK163 共 14 个钻孔揭露该层。里程 K6+100~K6+800、K13+800~K14+700、K34+537、K6+100~K6+800、K43+071、K48+819 处分布。

层顶埋深 0~5.1m，平均值 0.61m；层顶高程 0.35~8.22m，平均值 4.78m；揭露层厚 0.9~6.4m，平均值 2.54m。

本层共进行标准贯入试验 8 次，本层取土样 14 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3.3.2.3.第四系全新统海陆交互相(Q₄^{mc})

本场地第四系全新统海陆交互相主要分为淤泥质土③₁、粉细砂③₂、泥质粉细砂③₃，现描述如下：

1、淤泥质土③₁：灰色、浅灰色，饱和，流塑-软塑，主要由黏粉粒组成，局部含少量粉细砂，无摇振反应，光泽反应光滑，干强度及韧性较高，该层局部地段分布，钻孔 ZK28、ZK46、ZK139~ZK143、ZK147~ZK149、ZK154~ZK159 共 16 个钻孔揭露该层。里程 K4+453、K11+113、K44+630~K45+230、K45+820~K46+430、K47+320~K48+225 处分布。

层顶埋深 0~5.4m，平均值 3.7m；层顶高程-0.75~2.88m，平均值 1.51m；揭露层厚 1.4~4.3m，平均值 2.28m。

本层共进行标准贯入试验 12 次，本层取土样 12 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

2、粉细砂③₂：灰色、灰白色，饱和，松散，主要成分为石英质，含少量黏性土，分选性较好，级配较差，该层部分地段有揭露，钻孔 ZK1~ZK6、ZK9~ZK16、ZK24~ZK32、ZK34、ZK35、ZK37、ZK38、ZK51、ZK53、ZK72、ZK74、ZK76、ZK77、ZK79、ZK82、ZK83、ZK86、ZK88、ZK89、ZK94~ZK97、ZK99、ZK100、ZK112、ZK113、ZK121、ZK131、ZK155、ZK157、ZK160、ZK161、ZK162、ZK170~ZK177 共 62 个钻孔揭露该层。里程 K0+000~K1+821、K2+336~K5+460、K12+013、K14+900~K15+530、K39+130~K39+440、K40+640、K42+446、K47+600、K48+555、K50+220~K51+360 相处分布。

层顶埋深 0~10.3m，平均值 2.34m；层顶高程-4.36~3.65m，平均值 0.95m；揭露层厚 0.8~8.1m，平均值 3.22m。

本层共进行标准贯入试验 53 次，本层取土样 14 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3、泥质粉细砂③₃：灰色、灰黑色，饱和，松散，主要成分为石英质，含 20%~40%的泥质，分选性较好，级配较差，该层部分地段有揭露，钻孔 ZK4~ZK14、

ZK17、ZK19~ZK27、ZK29~ZK35、ZK101、ZK102、ZK104、ZK106、ZK108、ZK113~ZK117、ZK122~ZK130、ZK134~ZK137、ZK143~ZK146、ZK150~ZK153、ZK165、ZK167 共 61 个钻孔揭露该层。K0+350~K1+631、K2+260~K4+096、K4+700~K5+250、K34+530~K40+060、K40+940~K44+020、K45+220~K45+570、K46+730~K47+020、K49+512~K49+521 处分布。

层顶埋深 0~12.5m，平均值 3.37m；层顶高程-5.66~3.52m，平均值 0.87m；揭露层厚 0.6~8.9m，平均值 3.11m。

本层共进行标准贯入试验 61 次，本层取土样 22 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3.3.2.4.第四系上更新统北海组冲洪积沉积层(Q_{2b}^{al+pl})

本场地第四系北海组冲洪积沉积层主要分为粉细砂④₁、含砂粉质黏土④₂、中粗砂④₃，现描述如下：

1、粉细砂④₁：褐黄色、黄色，稍湿-饱和，松散-稍密，主要成分为石英质，含少量泥质，分选性较好，级配较差，该层局部地段分布，钻孔 ZK36、ZK37、ZK38 共 3 个钻孔揭露该层。里程 K5+424 处分布。

层顶埋深 1.3~2.1m，平均值 1.67m；层顶高程 0.87~4.64m，平均值 2.41m；揭露层厚 5.9~6.8m，平均值 6.3m。

本层共进行标准贯入试验 6 次，本层取土样 2 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

2、含砂粉质黏土④₂：主要为褐红色、花斑色、灰黄色，可塑为主，黏性一般，韧性及干强度中等，主要由黏粒、粉粒组成，不均匀含石英颗粒，该层局部地段分布，钻孔 ZK36、ZK37、ZK39~ZK41、ZK43~ZK45、ZK91~ZK94、ZK96~ZK98、ZK109~ZK111 共 18 个钻孔揭露该层。里程 K5+424、K6+190~K6+785、K30+480~K31+890、K34+537 处分布。

层顶埋深 0.9~8.9m，平均值 3.58m；层顶高程-5.03~5.52m，平均值 1.31m；揭露层厚 0.7~3.5m，平均值 2.04m。

本层共进行标准贯入试验 11 次，本层取土样 12 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3、含泥中粗砂④₃: 褐红色、灰黄色等, 稍湿-饱和, 稍密, 主要成分为石英质, 含 5%~20%的泥质, 分选性较差, 级配较好, 该层局部地段分布, 钻孔 ZK41、ZK43~ZK45、ZK91、ZK93、ZK163、ZK164 共 8 个钻孔揭露该层。里程 K5+424、K6+190~K6+785、K30+480~K31+890、K34+537 处分布。

层顶埋深 0~7.1m, 平均值 4.35m; 层顶高程-0.84~6.16m, 平均值 1.58m; 揭露层厚 2.4~4.7m, 平均值 3.3m。

本层共进行标准贯入试验 8 次, 本层取土样 7 件, 标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3.3.2.5.第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积层(Q_{1z}^{mc})

本场地第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积层主要分为黏土⑤₁、含泥中粗砂⑤₂₋₁、中粗砂⑤₂₋₂、含泥粉细砂⑤₂₋₃、黏土⑤₃₋₁、粉质黏土⑤₃₋₂, 该层海堤均有分布。现分述如下:

1、黏土层⑤₁: 灰色、浅灰色, 稍湿-湿, 可塑为主, 黏性一般, 韧性及干强度中等, 主要由黏粒、粉粒组成, 土质较纯, 该层部分地段有揭露, 钻孔 ZK1、ZK2、ZK7、ZK9~ZK19、ZK21、ZK30~ZK32、ZK34、ZK41、ZK42、ZK47~ZK53、ZK60、ZK66~ZK68、ZK70~ZK72、ZK99~ZK101、ZK106~ZK108、ZK112、ZK113、ZK117~ZK120、ZK133、ZK165~ZK168 共 52 个钻孔揭露该层。

层顶埋深 0.7~14.5m, 平均值 5.54m; 层顶高程-7.89~4.17m, 平均值-1.06m; 揭露层厚 0.7~10.1m, 平均值 3.56m。

本层共进行标准贯入试验 57 次, 本层取土样 20 件, 标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 5。

2、含泥中粗砂⑤₂₋₁: 灰色、灰白色等, 饱和, 稍密, 局部中密, 主要成分为石英质, 含 5%~15%的泥质, 分选性较差, 级配较好, 该层部分地段有揭露, 钻孔 ZK1~ZK6、ZK8、ZK10、ZK18、ZK20、ZK22、ZK23、ZK25~ZK27、ZK29、ZK30、ZK33、ZK35、ZK39、ZK40、ZK54~ZK58、ZK100~ZK102 共 29 个钻孔揭露该层。层顶埋深 0.8~19.4m, 平均值 8.85m; 层顶高程-12.58~2.71m, 平均值-4.05m; 揭露层厚 1~5.4m, 平均值 3.11m。

本层共进行标准贯入试验 25 次, 本层取土样 11 件, 标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

3、中粗砂⑤_{2.2}: 褐黄色、褐红色、灰白色等, 饱和, 稍密-中密, 主要成分为石英质, 分选性较差, 级配较好, 该层大部分地段有揭露, 该层多与⑤₃互层, 互层厚度不一, 钻孔 ZK4、ZK7、ZK8、ZK13、ZK20、ZK22、ZK23、ZK24、ZK28、ZK29、ZK31~ZK63、ZK65~ZK90、ZK92、ZK95、ZK99~ZK177 共 150 个钻孔揭露该层, 部分钻孔两次或多次揭露。层顶埋深 0.8~23.4m, 平均值 8.79m; 层顶高程-17.82~3.53m, 平均值-4.04m; 揭露层厚 0.6~22.1m, 平均值 5.61m。

本层共进行标准贯入试验 337 次, 本层取土样 65 件, 标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

4、含泥粉细砂⑤_{2.3}: 灰白色、灰黄色, 饱和, 稍密, 主要成分为石英质, 含 10%左右的泥质, 分选性较好, 级配较差, 该层局部地段揭露该层, 钻孔 ZK64、ZK65、ZK119、ZK120、ZK168 共 5 个钻孔揭露该层。层顶埋深 3.4~10.3m, 平均值 6.02m; 层顶高程-4.03~2.89m, 平均值 0m; 揭露层厚 1.2~8.8m, 平均值 4.14m。

本层共进行标准贯入试验 7 次, 本层取土样 3 件, 标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

5、黏土⑤_{3.1}: 主要以灰色、青灰色, 稍湿, 可塑-硬塑, 主要由黏粉粒组成, 局部夹粉细砂层, 无摇振反应, 光泽反应有光泽, 干强度及韧性较高。该层大部分地段有揭露, 钻孔 ZK2、ZK8、ZK51~ZK53、ZK56~ZK58、ZK61~ZK63、ZK67~ZK117、ZK119~ZK122、ZK130、ZK135、ZK138~ZK143、ZK145、ZK163~ZK165、ZK167、ZK169~ZK177 共 88 个钻孔揭露该层, 部分钻孔两次揭露。层顶埋深 3.1~31.5m, 平均值 14.66m; 层顶高程-25.49~1.63m, 平均值-10.35m; 揭露层厚 0.8~20.1m, 平均值 5.47m。

本层共进行标准贯入试验 24 次, 本层取土样 37 件, 标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

6、粉质黏土⑤_{3.2}: : 主要为灰黄色、灰白色为主, 可塑, 黏性一般, 韧性及干强度中等, 主要由黏粒、粉粒组成, 局部不均匀少量石英颗粒, 该层大部分地段有揭露, 钻孔 ZK4、ZK7、ZK18、ZK20、ZK22、ZK27~ZK30、ZK35、ZK46~ZK65、ZK75、ZK76、ZK80、ZK81、ZK84、ZK86~ZK93、ZK95、ZK103~ZK105、ZK109~ZK111、ZK114~ZK118、ZK124~ZK128、ZK132~ZK137、ZK147、ZK148、ZK153、ZK155~ZK162、ZK164、ZK166、ZK168 共 80 个钻孔揭露该层, 部分钻孔两次揭露。层顶埋深 3.1~23.1m, 平均值 11.73m; 层顶高程-20.02~-0.64m, 平均值-6.77m; 揭露层厚 0.3~10.07m, 平均值 3.09m。

本层共进行标准贯入试验 71 次，本层取土样 30 件，标贯试验统计及主要物理力学性质指标见附表 3、附表 4。

各连通渠地层分布情况详见附表 2 及工程地质剖面图、钻孔柱状图

3.3.3.堤基地质结构和工程地质条件分类

根据工程勘察成果，按《堤防工程地质勘察规程》SL 188-2005 附录 C 的要求进行堤基地质分类，堤基地质分类包括堤基地质结构分类和堤基工程地质条件分类，分类结果见下表。

表 3.3-1 堤基工程地质条件分类表

堤围名称	堤基地质结构类型	特征	堤基工程地质条件分类
北头撩堤	III ₁	砂-黏性土-砂-黏性土	堤基表层为厚层粉细砂、泥质粉细砂，震动下易液化，存在渗透变形和震动液化问题；中部为粉细砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题；下部为黏性土与中粗砂互层。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
光明堤	III ₄	砂、淤泥质土-黏性土-砂-黏性土	堤基表层为厚层泥质粉细砂，局部为淤泥质土，震动下易液化，存在渗透变形和震动液化问题；局部为淤泥质土，震动易触变，存在沉降变形和抗滑稳定问题；中下部为粉细砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题；下部为黏性土与中粗砂互层。已建堤防局部有险情，工程地质条件差，堤基工程地质条件为 D 类。
米稔堤	II ₃	黏性土-砂	堤基表层为黏性土，厚度小于 5m，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题；中部为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题；下部为中粗砂不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
北灶堤	III ₂	黏性土-砂-黏性土-砂	堤基表层为黏土，厚度小于 5m，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题；中部为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题；下部为中粗砂与黏性土互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
凤辇堤	II ₄	砂-黏性土	堤基表层为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题；中下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
岭尾堤	II ₄	砂-黏性土	堤基表层为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问

堤围名称	堤基地质结构类型	特征	堤基工程地质条件分类
			题；中下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
北涯堤	II ₄	砂-黏性土	堤基表层为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题；中下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
通沟堤	II ₄	砂-黏性土	堤基表层为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题；局部为泥质粉细砂，震动下易液化，存在渗透变形和震动液化问题；中下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
南海堤	III ₁	砂-黏性土-砂-黏性土	堤基表层为厚层粉细砂、泥质粉细砂，震动下易液化，存在渗透变形和震动液化问题；中部为中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题；下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
联合堤	III ₁	砂-黏性土-砂-黏性土	堤基表层为厚层中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题。局部为泥质粉细砂、淤泥质土，震动下易液化、触变，存在渗透变形和震动液化问题；下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
和平堤	III ₁	砂-黏性土-砂-黏性土	堤基表层为厚层中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题。下部为黏性土与中粗砂互层，不存在抗滑、抗渗、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。
灯塔堤	I ₃	砂	堤基土厚层中粗砂，堤内外在高水位差作用下，存在渗透稳定问题，不存在抗滑、抗震稳定问题。已建堤防局部有险情，工程地质条件较差，堤基工程地质条件为 C 类。

由上表分析统计，各堤防地质结构类型以 II₄ 类为主，III₁ 类次之，少量 III₁ 类、II₃ 类、I₃ 类。

堤基工程地质条件以 C 类为主，局部为 D 类。

3.4.水文地质条件

3.4.1.地表水概况

南三岛海堤主要受潮汐作用影响，本工程采用邻近湛江港潮位资料，按照《广东省沿海地区设计高潮水位成果表》中湛江港站资料：多年日平均潮位：0.54m；多年平均高潮位：3.156m；5年一遇高潮位：3.526m；10年一遇高潮位：3.896m；20年一遇潮位：4.276m；50年一遇高潮位：4.756m；100年一遇高潮位5.126m(采用省水利厅1995年5月印发的省水利厅[1995]5号文《广东省年最高潮位频率计算成果》(85国家高程基准))。

施工期(11-4月)多年平均潮位0.59m，多年平均高潮位3.06m，多年平均低潮位-1.63m，5年一遇高潮位3.22m；10年一遇高潮位3.24m；多年平均低潮位-1.63m。(由于目前只能查询到湛江港1990-2019年实测资料，所以采用湛江港1990-2019年实测资料统计)。

3.4.2.地下水类型、赋存与补给

在钻探期间测得地下初见水埋深为0.00~6.50m，标高为-0.59~2.94m，地下稳定水埋深为0.00~6.70m，标高为-0.79~2.64m，场地地下水年度变化幅度为1.00~2.00m。根据地下水的含水介质类型划分，场地地下水主要分为第四系孔隙水。

第四系孔隙水主要为上层滞水和潜水：上层滞水主要赋存于人工填土中，主要靠大气降水、水道等地表水补给，排泄条件较好，主要通过地表渗流排泄，其次为向上的大气蒸发，季节性水位变化明显，变化大，雨季水量多，旱季水量少，甚至干涸；场地内砂层（粉细砂、中粗砂）与地表水直接相连，砂层水不具承压性，为潜水，其分布范围较广，有一定的水量和连通性，补给充裕，水量较大，补给来源主要靠大气降水及地表水侧向补给，补给量受季节的影响明显，通过地层下渗、径流等方式排泄。

3.4.3.地下水及土的腐蚀性评价

本次勘察共取11环境水进行水质分析，根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)，试验成果分析见下表。

表 3.4-1 环境水腐蚀性测试成果分析表

水样 编号	取样 位置	类型	试验分析项目					
			pH	侵蚀性 CO ₂	HCO ₃ ⁻	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	折算后氯 离子 Cl ⁻
				mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	(mg/L)

水样 编号	取样 位置	类型	试验分析项目					
			pH	侵蚀性 CO ₂	HCO ₃ ⁻	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	折算后氯 离子 Cl ⁻
				mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	(mg/L)
1	ZK111	井水	7.41	2.32	2.734	75.25	913.75	16950.59
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
2	ZK145	井水	7.19	3.25	2.815	82.06	866.46	15963.73
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土结构 中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
3	ZK176	井水	7.35	1.33	2.693	93.11	891.68	17637.9
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
4	ZK8	井水	7.28	2.86	2.428	88.43	909.25	13998.93
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
5	ZK30	地表水	7.82	1.13	2.617	91.05	661.38	14984.0
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
6	ZK44	井水	7.66	1.84	2.383	72.75	811.39	12569.1
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
7	ZK59	地表水	7.56	2.67	2.971	68.62	713.28	15631.46
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
8	ZK80	地表水	7.02	1.02	2.068	47.11	522.48	8212.55
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					

水样 编号	取样 位置	类型	试验分析项目					
			pH	侵蚀性 CO ₂	HCO ₃ ⁻	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	折算后氯 离子 Cl ⁻
				mg/L	mmol/L	mg/L	mg/L	(mg/L)
9	ZK95	地表水	7.21	1.69	2.444	91.57	648.19	14277.6675
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
10	ZK103	地表水	7.62	2.22	2.904	80.63	808.16	13198.79
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	强腐蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					
11	ZK131	井水	7.13	1.72	2.007	60.773	311.42	9195.235
腐蚀评价	对混凝土		无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	无腐蚀	中等腐 蚀	--
	对钢筋混凝土 结构中钢筋		--	--	--	--	--	强腐蚀
	对钢结构		中等腐蚀					

试验结果表明：地表水(河水)对混凝土无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具中等～强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性。

地下水(井水)对混凝土具中等～强腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性，对钢结构具中等腐蚀性。地下水受海潮影响，自岛内向海岸边腐蚀性呈增强趋势。

本次勘察取土样 8 组进行腐蚀性测试，土样腐蚀性测试结果表明：区内土层对混凝土具微～弱腐蚀性，对钢筋存在弱～中等腐蚀性，对钢结构存在微腐蚀性。详见附件。

3.4.4.各土层渗透性评价

在堤身填土层做现场注水试验 8 段，渗透系数 $k=3.20E-04\text{cm/s} \sim 2.40E-03\text{cm/s}$ ，平均 $1.12E-03\text{cm/s}$ ，现场注水试验成果见表 4.4-1。该层取土样 12 组进行了室内渗透试验，测得渗透系数平均值 $K_{20}=4.96E-04\text{cm/s}$ 。人工填土以中等透水性为主。

在②层第四系风积粉细砂做现场注水试验 6 段，渗透系数 $k=3.91E-04\text{cm/s} \sim 1.35E-03\text{cm/s}$ ，平均 $8.64E-04\text{cm/s}$ ，现场注水试验成果见表 4.4-2。风积粉细砂以中等透水性为主。

③₁层淤泥质土室内试验渗透系数 $K_{20}=7.48E-08\text{cm/s} \sim 1.86E-05\text{cm/s}$ ，总体上，本层属微～极微透水性，以微透水性为主。

③₂层粉细砂试验渗透系数 $K_{20}=1.99E-03\text{cm/s} \sim 2.79E-02\text{cm/s}$ ，属中等透水性。

③₃层泥质粉细砂试验渗透系数 $K_{20}=1.99\text{E-}05\text{cm/s}\sim 2.79\text{E-}04\text{cm/s}$ ，属弱～中等透水性。

④₁层粉细砂试验渗透系数 $K_{20}=1.99\text{E-}03\text{cm/s}\sim 2.79\text{E-}02\text{cm/s}$ ，属中等透水性。

④₂层含砂粉质黏土试验渗透系数 $K_{20}=1.00\text{E-}05\text{cm/s}\sim 2.79\text{E-}05\text{cm/s}$ ，属弱透水性。

④₃层含泥中粗砂室内试验渗透系数 $K_{20}=8.49\text{E-}03\text{cm/s}\sim 1.47\text{E-}01\text{cm/s}$ ，属强～中等透水性。

⑤₁层黏土室内试验渗透系数 $K_{20}=5.91\text{E-}08\text{cm/s}\sim 1.50\text{E-}05\text{cm/s}$ ，属微～极微透水性。

⑤₂层含泥中粗、中粗砂、含泥粉细砂室内试验渗透系数 $K_{20}=8.49\text{E-}03\text{cm/s}\sim 1.47\text{E-}01\text{cm/s}$ ，属强～中等透水性。

⑤₃层黏土、粉质黏土室内试验渗透系数 $K_{20}=5.91\text{E-}08\text{cm/s}\sim 1.50\text{E-}05\text{cm/s}$ ，属微～极微透水性。

3.5.场地和地基的地震效应

3.5.1.抗震设防烈度

拟建场地属于湛江市坡头区南三镇，根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），湛江市坡头区南三镇Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度值为 $0.10g$ ，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 $0.35s$ 。

3.5.2.建筑场地类别

结合本次勘察结果及相邻场地工程经验，本工程场地土类型主要为中软土，覆盖层厚度大于 $80m$ ，建筑场地类别为Ⅲ类。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）相关规定附录 E，建筑场地类别为Ⅲ类，场地地震动峰值加速度调整系数 $F_a=1.25$ ，地震动加速度反应谱特征周期为 $0.45s$ 。

3.5.3.砂土液化判别

1、初判

按《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008）附录 P 的有关规定对地面以下 $15m$ 深度范围内的土层进行砂土液化初判。根据钻探成果及工程类比经验，现场土层剪切波测试结果，初判结果表明：本场区③₂层粉细砂为可能液化土；②层粉细砂位于地下水位以上，可不进行砂土液化判别；③₃层泥质粉细砂，小于 $0.005mm$ 颗粒含量大于

17%，可判为不液化；其他砂层为第四系晚更新统 Q3 以前地层，依据附录 P 的规定，可判为不液化土层。

表 3.5-1 剪切波测试成果表

孔号 ZK--	大层 层序	层深范围 (m)	土层名称	剪切 波速 (m/s)	临界剪切 波速 (m/s)	软土震陷 判别值 (m/s)	是否液化 或震陷
ZK4	① ₃	0.0-5.50	人工填土，稍密	126	/		
	③ ₂	5.50-12.50	粉细砂，松散	185	294		液化
	③ ₃	12.50-15.90	泥质粉细砂，松散	218	350		不液化
ZK29	① ₃	0.0-2.00	人工填土，稍密	207	/		
	③ ₃	2.00-4.50	泥质粉细砂，松散	151	/		不液化
	③ ₂	4.50-9.80	粉细砂，松散	180	306		液化
ZK46	③ ₁	0.00-4.30	淤泥质土，流塑~软塑	108	/	90	不震陷
ZK139	① ₃	0.00-5.40	人工填土，稍密	189			
	③ ₁	5.40-7.50	淤泥质土，流塑~软塑	117	/	90	不震陷
ZK176	① ₃	0.00-6.30	人工填土，稍密	165	/		
	③ ₁	6.30-13.10	粉细砂，松散	205	283		液化
	说明	1、砂土液化初判依据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008，2022 年版)。 2、软土震陷判别依据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001，2009 年版)。					

2、复判

对初判为可能液化土的土层采用标准贯入锤击数法进行复判，当实测标准贯入锤击数 $N_{63.5} < N_{cr}$ (式 3.3-1)时，应判为液化土。

$$N_{cr} = N_0 [0.9 + 0.1(d_s - d_w)] \sqrt{\frac{3\%}{\rho_c}} \quad (\text{式 3.3-1})$$

N_{cr} ——液化判别标准贯入锤击数临界值；

N_0 ——液化判别标准贯入锤击数基准值；

d_s ——标准贯入点深度(m)；

d_w ——地下水位深度(m)，当地面淹没于水面以下时 d_w 取 0；

ρ_c ——粒径小于 0.005mm 的粘粒含量百分率(%), 当 $\rho_c < 3\%$ ，取 3%。按公式 3.3-1 对③₂ 层粉细砂进行液化复判。

复判结果表明：本工程③₂ 层粉细砂，在Ⅶ度地震区为可能液化土层，建议对穿堤建筑基础进行抗地震液化处理。

3.5.4.饱和软土震陷

工程区局部分布有③1层海陆混合相沉积淤泥质土，呈流～软塑状，属高压压缩性土类，根据《软土地区岩土工程勘察规范》(JGJ 83-2011)，地震基本烈度为Ⅶ度时，对沉降无特殊要求的乙级建筑物和对沉降敏感的丙级建筑物其震陷估算为30mm，但对于甲级建筑物和对沉降有严格要求的乙级建筑物应进行专门的震陷分析计算。

对照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)在抗震设防烈度Ⅶ度区的等效剪切波速 $>90\text{m/s}$ ，可不考虑震陷影响。根据剪切波测试结果，本工程的等效剪切波速 $>90\text{m/s}$ ，可不考虑震陷影响。

3.6.工程地质评价及建议

3.6.1.场地稳定性评价

本场区地表为第四系松散层覆盖，无基岩出露，地质构造较为简单，防护堤沿线处于海积台地，第四系地层未发现土洞、塌陷和溃堤等地质缺陷，工程场地是完整、稳定的。场区内发生泥石流、滑坡和崩塌地震地质灾害的可能性很小。

3.6.2.堤身质量评价

南三联围堤身主要为砂土组成，局部为黏性土，堤身透水性较强，普遍存在堤身低矮单薄、堤坡坡度陡、堤顶高低不平。多年来经台风、海潮和雨水的侵袭，险工险段较多。

南三联围总长49.6公里，分别由北头寮堤、李黄梁苏堤、光明堤、米稔堤、南米堤、北灶堤、岭北堤、背海堤、上郭头堤、东窖堤、西窖堤、调东堤、调安堤、新门口堤、北涯堤、通沟堤、南海堤、解放堤、联合堤、和平堤、灯塔堤、湖村湾堤等堤段组成。经过了2006年的加固达标工程，大部分海堤的防潮标准有所提高。但由于资金不足，有部分堤段未按标准完成，仍存在安全隐患，再者又历经十多年的运行，目前，有局部堤段出现险情：联合堤全堤未修建防浪墙，迎水坡部分堤身未修建砼护坡，背水坡土方流失严重；和平堤全堤未修建防浪墙，迎水坡与灯塔堤410m连接段未修建护坡，背水坡土方流失严重；灯塔堤全堤未修建防浪墙，堤身多处出现掏空小孔，63#涵闸往西300m处有30m堤脚损坏；南海堤全堤未修建防浪墙，背水坡土方流失严重；通沟堤迎水坡二级平台原修复位置有多处爆裂；北涯堤部分堤段未修建护坡、防浪墙等措施；凤辇堤迎水坡部分护坡开裂下沉；岭尾堤背水坡约20m掏空塌方。

总体沿线堤身填土成分复杂，不均匀，差异性大，欠压实，密实度偏低，压缩系数 0.37MPa^{-1} ，属中压缩性土，室内试验渗透系数平均值 $k=5.79\times 10^{-3}\text{cm/s}$ ，现场注水渗透系数平均值 $1.80\times 10^{-3}\text{cm/s}$ ，属中等透水性，透水性差异较大。

堤身填土为粉质黏土、砂土，凝聚力小，易受冲刷、风蚀破坏，导致堤围被削薄、淘空；渗透性较强，在内外水头差较大且持续时间较长时存在渗透破坏的隐患。

3.6.3.渗透稳定评价

防护堤沿线地层主要有①层人工填土（黏性土、砂土），②层粉细砂，③₁层淤泥质土、③₂层粉细砂、③₃层泥质粉细砂，④₁粉细砂、④₂层含砂粉质黏土、④₃含泥中粗砂，⑤₁层黏土、⑤₂₋₁层含泥中粗砂、⑤₂₋₂层中粗砂、⑤₂₋₃层含泥粉细砂、⑤₃₋₁层黏土、⑤₃₋₂层粉质黏土等。依据《堤防工程地质勘察规程》SL 188-2005 附录 D 的有关规定判别各土层渗透变形类型均为流土型。

①层堤身夹砂或人工填砂皆为粉细砂、中砂组成，根据现场勘察结果及类比邻近堤防工程已有资料， P_c 大于 35%，判为流土型。

②层粉细砂，根据现场勘察结果及类比邻近堤防工程已有资料，砂粒均匀，不均匀系数小于 5，依据 D.0.1，判为流土型。

③₂层粉细砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=3.12<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

③₃层泥质粉细砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=1.87<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

④₁层粉细砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=2.44<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

④₃层含泥中粗砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=2.44<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

⑤₂₋₁层含泥中粗砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=4.77<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

⑤₂₋₂层中粗砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=4.89<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

⑤₂₋₃层含泥粉细砂，依据室内试验成果，本层不均匀系数平均值 $C_u=2.06<5$ ，依据 D.0.1，判为流土型。

依据 D.0.2-4，对无粘性土双层结构的地基，当两层土的不均匀系数等于或小于 10，且符合公式 3.4-1 规定的条件时，不会发生接触冲刷。

$$\frac{D_{10}}{d_{10}} \leq 10 \quad (\text{式 3.4-1})$$

式中 D_{10} , d_{10} ——分别代表较粗和较细一层土的颗粒粒径(mm)，小于该粒径土的质量占总质量的 10%。

根据室内试验及各岩土层颗粒分布曲线图，通过公式 3.4-1 验算得：①层堤身夹砂或人工填砂与②层粉细砂可能会产生接触冲刷。

在渗流向上的情况下，⑤₂层中粗砂、含泥中粗砂与⑤₃层黏性土可能会产生接触流失。

流土型临界水力比降按(式 3.4-2)计算，过渡型临界水力比降按(式 3.4-3)计算，临界水力比降除以安全系数即为允许水力比降。结合室内土工渗透变形试验成果和工程经验类比提出各土层允许水力比降建议值，结果见下表。

$$J_{cr} = (G_s - 1)(1 - n) \quad (\text{式 3.4-2})$$

J_{cr} ——土的临界水力比降； G_s ——土粒比重； n ——土的孔隙率。

$$J_{cr} = 2.2(G_s - 1)(1 - n)^2 \frac{d_5}{d_{20}} \quad (\text{式 3.4-3})$$

d_5 、 d_{20} ——分别为小于该粒径的含量占总土重的 5%和 20%的颗粒粒径(mm)。

表 3.6-1 岩土层临界水力比降及允许水力比降表

地层 层序	岩土名称	渗透 变形 类型	临界 水力比降 (J_{cr})	安全 系数 K	允许 水力比降 ($J_{允许}$)	允许 水力比降 建议值
① ₂	素填土（黏性土）	流土	0.99	2.50	0.39	0.35~0.40
① ₂	素填土（砂土）	流土	0.70	2.50	0.35	0.30~0.35
②	粉细砂	流土	0.65	2.50	0.32	0.25~0.35
③ ₁	淤泥质土	流土	---	2.50	---	0.50~0.60
③ ₂	粉细砂	流土	0.92	2.50	0.37	0.35~0.40
③ ₃	泥质粉细砂	流土	--	2.50	--	0.40~0.45
④ ₁	粉细砂	流土	0.90	2.50	0.36	0.35~0.40
④ ₂	含砂粉质黏土	流土	0.96	2.50	0.45	0.45~0.50

④ ₃	中粗砂	流土	1.00	2.50	0.40	0.35~0.40
----------------	-----	----	------	------	------	-----------

在堤围改造穿堤建筑物基坑开挖施工时，建议做好防渗处理和排水措施，以防止堤身堤基渗透变形破坏和施工期间基坑突涌、基坑边坡渗透变形失稳；防护堤附近堤内禁止取土以免破坏相对隔水层，防止洪水期堤基渗透变形破坏；建议堤身边坡进行砼护面防渗、防冲处理，堤基为砂层的在堤后进行一定宽度压渗处理，防止堤基在高水位时产生渗透破坏。

3.6.4.堤基渗漏评价

防护堤沿线堤基地层中②层粉细砂、③₂层粉细砂、④₁粉细砂、④₃含泥中粗砂，⑤₂₋₁层含泥中粗砂、⑤₂₋₂层中粗砂、⑤₂₋₃层含泥粉细砂具中等~强透水性，为透水层；③₁层淤泥质土、③₃层泥质粉细砂、④₂层含砂粉质黏土、⑤₁层黏土具弱~微透水性，分布不连续、多数厚度较薄，只起到局部隔水作用；⑤₃₋₁层黏土、⑤₃₋₂层粉质黏土具弱~微透水性，分布连续，为相对隔水层。

南三联围堤基基本都分布有砂层，属中等~强透水层，且分布连续，形成一定的渗漏通道；建议堤基进行防渗处理，防渗措施可采用截渗墙垂直防渗方式，垂直防渗体深度应进入⑤₁层黏土、⑤₃₋₁层黏土、⑤₃₋₂层粉质黏土等相对隔水层一定深度；经分析可行时也可采用堤后压渗结合减压井防渗方式。

总体而言，本堤段内外水头差较小，不会产生严重渗漏，主要防止在堤后产生渗透破坏。

3.6.5. 堤基沉降变形评价

工程区堤防沿线堤基局部分布有③₁软弱下卧层，该软土层压缩系数 $0.557\text{MPa}^{-1} \sim 1.361\text{MPa}^{-1}$ ，平均值 0.866MPa^{-1} ，属高压缩性土，层厚变化较大，揭露层厚 $1.40\text{m} \sim 4.30\text{m}$ ，平均 2.28m 。

场区内淤泥质粘土③₁层埋藏较浅，强度低、高压缩性，会产生不同程度的地基沉降及不均匀沉陷，引起水闸闸基变形开裂、堤身裂缝、堤岸坍塌等工程地质问题。建议水闸建筑物对③₁淤泥质土层采用桩基础或复合地基进行基础处理，对堤基可采用预压固结、抛石挤淤、固坡护脚等处理。

3.6.6.堤基各岩土层物理力学指标建议

根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB 50487-2008)附录 E 和广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016)的有关规定, 岩土试验物理力学性质指标取值: 物理指标取平均值, 压缩性指标按建筑物最大荷载下相应的变形关系取平均值, 抗剪强度指标取标准值或小值平均值, 地基承载力取特征值。综合分析现场和室内岩土试验成果, 并结合工程经验类比方法, 提出堤基各岩土层主要物理力学性质参数及开挖边坡坡比建议值见下表。

表 3.6-2 岩土层主要物理力学性质参数及开挖边坡坡比建议值表

地层 层序	岩土 名称	比重	天然 密度	天然 含水率	孔 隙比	液 性 指 数	压 缩 系 数	压 缩 模 量	直接快 剪		固结快 剪		慢剪		钻(冲)孔桩		涵闸 基础 与地 基土 摩擦 系数	地基 承载 力特 征值	渗透系 数	开挖坡比			
																				临时		永久	
		Gs	ρ	w	e	IL	a _{v1-2}	E _{s1-2}	c _Q	Φ _Q	C _u	Φ _u	c _{cu}	Φ	桩周 摩阻 力标 准值	桩端承 载力标 准值	f	f _{ak}	K	坡高 8m		坡高 8m	
		/	g/cm ³	%	/	/	MPa-1	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	°	kPa	kPa	/	kPa	cm/s	水上	水下	水上	水下
①1	素填土 (碎石)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	0.50~ 0.55	100~ 120	2.50E-02	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.50 ~ 1:3.00
①2	素填土 (黏性 土)	2.68	1.86	27.2	0.843	0.34	0.37	5.07	21.2	13.3	24.2	15.8	25.7	15.3	15~ 18	---	0.25~ 0.28	100~ 120	5.31E-05	1:1.75 ~ 1:2.00	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50
①3	素填土 (砂土)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10~ 15	---	0.30~ 0.35	100~ 120	5.79E-03	1:1.75 ~ 1:2.00	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50
②	粉细砂	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10~ 15	---	0.30~ 0.35	100~ 120	1.95E-03	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.50 ~ 1:3.00
③1	淤泥质 土	2.65	1.68	49.4	1.373	1.30	1.04	2.31	9.5	3.3	13.2	5.5	14.2	5.3	8~13	---	0.15~ 0.20	60~ 80	1.49E-06	不稳定，需进行支护			
③2	粉细砂	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10~ 15	---	0.30~ 0.35	100~ 120	2.68E-03	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.50 ~ 1:3.00
③3	泥质粉 细砂	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10~ 15	---	0.30~ 0.35	80~ 100	1.18E-03	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.50 ~ 1:3.00
④1	粉细砂	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	10~ 15	---	0.30~ 0.35	120~ 140	2.90E-03	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.50 ~ 1:3.00

地层 层序	岩土 名称	比重	天然 密度	天然含 水率	孔隙 比	液性 指数	压缩 系数	压缩 模量	直接快 剪		固结快 剪		慢剪		钻(冲)孔桩		涵闸 基础 与地 基土 摩擦 系数	地基 承载 力特 征值	渗透系 数	开挖坡比			
																				临时		永久	
		G _s	ρ	w	e	IL	a _{v1-2}	E _{s1-2}	c _Q	Φ _Q	C _u	Φ _u	c _{cu}	Φ	桩周 摩阻 力标 准值	桩端承 载力标 准值	f	f _{ak}	K	坡高 8m		坡高 8m	
															q _s	q _p				水上	水下	水上	水下
④2	含砂粉 质黏土	2.71	1.88	27.1	0.844	0.39	0.36	5.17	22.0	13.7	25.9	18.0	24.6	15.8	25~ 35	350~ 450	0.28~ 0.30	130~ 150	1.43E-06	1:1.25 ~ 1:1.50	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00
④3	含泥中 粗砂	--	--	--	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	25~ 35	500~ 700	0.40~ 0.45	160~ 180	6.12E-03	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50
⑤1	黏土	2.73	1.82	38.2	1.095	0.67	0.50	4.19	17.1	8.2	20.5	12.3	19.9	11.0	25~ 35	300~ 350	0.30~ 0.35	120~ 140	5.93E-06	1:1.25 ~ 1:1.50	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00
⑤2-1	含泥中 粗砂	--	--	--	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	25~ 35	500~ 700	0.40~ 0.45	180~ 200	7.49E-03	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50
⑤2-2	中粗砂	--	--	--	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	25~ 35	500~ 700	0.40~ 0.50	200~ 240	7.93E-02	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50
⑤2-3	含泥粉 细砂	--	--	--	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	10~ 15	400~ 500	0.40~ 0.45	140~ 160	2.64E-03	1:2.00 ~ 1:2.25	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.25 ~ 1:2.50	1:2.50 ~ 1:3.00
⑤3-1	黏土	2.73	1.86	32.7	0.63	0.42	0.38	5.25	23.6	11.2	25.8	14.1	23.1	12.0	25~ 35	350~ 450	0.30~ 0.40	160~ 200	7.29E-06	1:1.25 ~ 1:1.50	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00
⑤3-2	粉质黏 土	2.70	1.86	28.3	0.872	0.46	0.39	4.86	21.7	12.9	24.8	14.5	24.0	14.7	25~ 35	350~ 450	0.30~ 0.40	160~ 200	3.04E-05	1:1.25 ~ 1:1.50	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.50 ~ 1:1.75	1:1.75 ~ 1:2.00

3.6.7.堤防岸坡稳定性评价

防护堤下岸坡地层主要由凝聚力小，松散状，渗透性较强的③₂层粉细砂、③₃泥质粉细砂为主，局部为透镜体状③₁层淤质土组成。岸坡高多为 1m 左右，坡度较缓，堤岸多为滩涂，岸坡整体未见崩塌失稳，仅局部堤外分布有鱼塘、虾塘处，导致堤岸掏空变薄，在内外水力差或浪蚀作用下，出现浪蚀坑现象，属较稳定岸坡。建议对崩塌失稳的岸坡进行护坡处理。

由于海岸常年风速大，对粉细砂岸坡风蚀作用强，一般可通过植树进行护坡；河水水位涨落变化大，对岸坡冲刷较大，一般可用块石或砼进行护坡；对抗冲刷能力较差的粉细砂岸坡，可用土工布加碎石铺盖等进行防冲处理。根据工程经验类比，提出岸坡主要土层允许抗冲刷流速供参考下表。

表 3.6-3 岸坡主要土层允许抗冲刷流速

土层名称	流速单位	水深(m)			
		1	2	3	4
人工填土	m/s	0.30~0.40	0.35~0.45	0.45~0.55	0.55~0.65
粉质粘土	m/s	0.45~0.60	0.55~0.70	0.60~0.75	0.70~0.85
泥质粉细砂、粉细砂	m/s	0.20~0.30	0.25~0.35	0.30~0.40	0.40~0.50
中粗砂、含泥中粗砂	m/s	0.50~0.60	0.55~0.65	0.60~0.70	0.70~0.80

3.7.天然建筑材料

1、土料：土料约需 17 万 m³，由于未选定土料场，土料主要为外运，等建设单位确定土料场，对土料场进行补充勘察。

2、砂料：工程所需砂料从市场购买成品砂。砂料应以中粗砂为主，较干净，粉粒含量<1.0%，其质量与日产量应满足《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）和设计要求。

3、石料

工程所需石料从市场购买，石料质量与日产量应满足《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）和设计要求。

3.8.结论与建议

通过本阶段的地质勘察工作，查明了工程区堤防沿线的地层岩性组成、分布情况以及各岩土层的物理力学参数等工程地质条件。对勘察场区的工程地质条件作出了评价；满足了规程规范及任务书的阶段要求。主要结论和建议如下：

1、工程场区地表为第四系松散层覆盖，无基岩出露，地质构造较为简单，防护堤沿线处于海积台地，第四系冲积地层未发现土洞、塌陷和溃堤等地质缺陷，工程场地是完整的和稳定的。场区内发生泥石流、滑坡和崩塌地震地质灾害的可能性很小。根据《中国地震动参数区划图(GB 18306-2015)》(比例 1:400 万)本工程场区(按 50 年超越概率 10%)地震动峰值加速度为 $0.10g$ ，地震动反应谱特征周期 $T_g=0.45s$ ，相应地震基本烈度为Ⅶ度。现场剪切波成果表明场地土类型属中软场地土，场地类别属于Ⅲ类。

2、已有堤防堤身填土含粉土和砂土较多，凝聚力较小，密实度偏低，局部堤身坡度偏陡，多数堤身坡面无护坡措施。堤身渗透性较强，具强～中等透水性，在内外水头差较大且持续时间较长时存在渗透破坏的隐患。建议对堤身进行护坡，减少雨水及波浪冲刷，对堤身进行培厚加固、换填、压实处理。

3、堤基工程地质条件分类结果，堤基工程地质条件以 C 类为主，局部为 D 类。

堤防沿线堤基局部分布的③₁淤质土层物理力学性质较差，承载力小，易发生沉降压缩变形；③₂层、③₃层为饱和砂土，易发生地震液化，易产生渗透变形。在堤防改造时建议视其分布厚度大小、埋深情况进行挖除换填、固结、加密等处理，注意边坡的防渗护坡。

4、沿线堤基连续分布有③₂层粉细砂、③₃层泥质粉细砂，属中等～强透土层，在上部分布有③₁层淤泥质土的堤段，施工过程应避免堤内取土破坏相对隔水层形成渗漏通道；在上部缺失③₁层淤泥质土的堤段，建议进行堤基防渗处理，防渗措施可采用截渗墙垂直防渗方式，垂直防渗体深度应进入、⑤₁层黏土等相对隔水层一定深度；经分析可行时也可采用堤后压渗结合减压井防渗方式。

5、岸坡主要由粉砂、粉细砂组成，透水性强，凝聚力小，松散，由于近海，常年风速大，潮汐水位涨落变化大，岸坡易被风蚀、浪蚀破坏，属不稳定岸坡，

建议对岸坡进行护坡加固处理,对岸坡冲刷较大堤段,可用块石或砼块进行护坡。淤泥质土抗冲性能低,对由其构成的岸坡,可用土工布加碎石铺盖等进行防冲处理。

6、现有的排水涵闸建基面地层多为③₂层粉细砂、③₂层泥质粉细砂,部分为③₁层淤泥质土,由于下卧层都分布有易发生渗透破坏及易液化砂层,建议采用换填、压密、桩基础等方式处理。

7、水样试验结果:工程沿线地表水对混凝土具弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋具中等~强腐蚀性,对钢结构具中等腐蚀性;地下水(井水)对混凝土具弱~强腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋具无~弱腐蚀性,对钢结构具弱腐蚀性;地表水和地下水由于受海潮影响,自上游往下游河口腐蚀性呈增强趋势。土样腐蚀性试验结果,土层对混凝土具微~弱腐蚀性,对钢筋具弱~中等腐蚀性,对钢结构具微腐蚀性。建议采取防腐蚀措施。

8、天然建筑材料:工程区土料场运距短,开采运输方便;土料质量较好,储量丰富,满足设计需要量2倍的要求;花岗岩土料场开采时会遇到弱风化花岗岩球状风化岩块,可筛选后集中起来作石料利用;料场开采后应及时复绿还林,恢复环境面貌并做好护坡工程措施。砂料供应点运距短,运输较方便,砂料质量较好,可满足工程用砂料的要求,建议施工图阶段加强对砂料的检测。石料供应点运距短,运输较方便;石料质量较好,储量丰富,供应量可满足工程用石料的要求。

4. 工程任务与规模

4.1.项目区概况

4.1.1.区域地理概况

坡头区，广东省湛江市辖下的一个市辖区，雷州半岛东北部，湛江海湾东岸，地处东经 109°20'0"~110°38'18"，北纬 21°5'29"~21°26'57"之间。东接吴川市，南临南海，西靠湛江港湾，与赤坎区、霞山区、湛江经济技术开发区隔海相望，北连廉江市。下辖官渡、龙头、坡头、乾塘、南调、麻斜等六个镇（街），总人口 39.16 万，总面积 507km²，全区共有耕地面积 21 万亩，其中水田面积 11.40 万亩，旱坡地面积 9.6 万亩。新城区规划面积 68km²。

坡头区属滨海平原地带，区内地势比较平缓，东南低，西北高，平均海拔 12m，表层土壤为风化层或海沉积物。土壤主要是由滨海沉积物、浅海沉积物及浅海沉积物扬风化而成的沙壤土，具体分布为镇南部沿海地区为形成于第四纪全新统的河漫滩一级阶地冲积，洪积，残积以及湖泊沉积，为砾，砂，泥炭土等。坡头区的中部、北部以及西部为形成于第四纪更新统时期的雷琼地区北海组、湛江组沉积，为砾石，含砾石砂土类铁质层。从土壤的母质来看，坡头区属于浅海沉积。



图 4.1-1 坡头区地理位置图

南三镇地处湛江市坡头区东南部南三岛上，位于北纬 $21^{\circ} 8' \sim 21^{\circ} 14'$ 东经 $110^{\circ} 8' \sim 110^{\circ} 38'$ 之间，东临南海，南濒广州湾航道，西邻湛江港，北靠南三河，镇人民政府驻南三社区，距坡头区政府驻地 20km^2 ，行政区域面积 164.63km^2 ，是坡头区一个农业大镇。南三镇辖 1 个社区、13 个行政村：南三社区、田头村、光明村、海丰村、新南村、灯塔村、白沙村、蓝田村、南米村、麻弄村、南窖村、五里村、巴东村、东湖村。

南三岛原为十个分散的小群岛，自然环境优美，曾是白鹭等大群海鸟觅食栖息的好地方，故历史上民间又曾称鹭洲岛。南三岛有巨大的地缘优势，扼湛江港进出口的咽喉。建国后围海造田，十岛相连，成为一个大岛，并在沿海沙滩上营造起防护林带。全岛地势平缓，建有贯岛公路、码头、电力、通信等基础设施。南三岛是我国第七大岛，也是广东省第二大岛，与市区霞山区隔海对峙，相距 2km ，也是最接近市区霞山区的海岛。

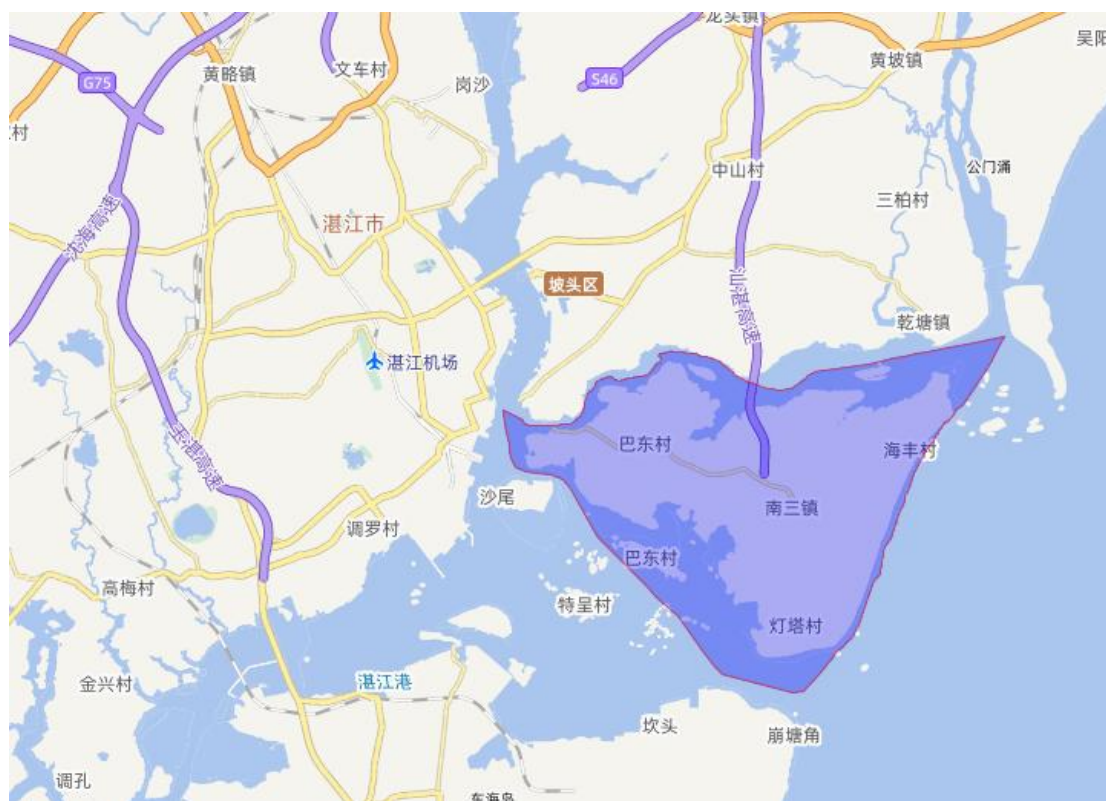


图 4.1-2 南三镇地理位置图

4.1.2.社会经济概况

据湛江市地区生产总值统一核算结果，2024 年坡头区实现地区生产总值 407.42 亿元，比上年增长 0.2%。其中，第一产业增加值 29.93 亿元，增长 6.6%；

第二产业增加值 235.38 亿元，下降 3.6%；第三产业增加值为 142.10 亿元，增长 5.9%。三次产业结构为 7.3: 57.8: 34.9。人均地区生产总值 118471 元，下降 0.1%。

2024 年，坡头区全年粮食播种面积 1.31 万公顷（其中稻谷播种面积 1.06 万公顷）；花生播种面积 3649 公顷；蔬菜播种面积 4765 公顷。全年粮食产量 6.88 万吨，比上年增加 2808 吨；花生产量 1.27 万吨，增加 184 吨；蔬菜产量 11.23 万吨，增加 4589 吨；肉类总产量 1.82 万吨，减少 2132 吨；水产品产量 8.58 万吨，增加 3895 吨。

2024 年，坡头区共有规模以上工业企业 69 家，实现规上工业总产值 290.13 亿元，比上年下降 7.5%；规上工业增加值下降 8.4%。全年规模以上工业主要产品产量情况：原油 400.26 万吨,比上年下降 11.6%；天然气 59.89 亿立方米，增长 5.3%；饲料 15.68 万吨，下降 17.8%；商品混凝土 137.43 万立方米，增长 25.1%；电饭锅 657.13 万只，增长 8.2%；家具 64.7 万件，增长 17.0%；冷冻水产品 3.3 万吨，下降 35.2%。全年具有资质等级以上建筑企业 18 家，完成建筑业总产值 34.57 亿元，比上年增长 7.0%。

2024 年，坡头区完成固定资产投资比上年下降 21.4%。其中：区属固定资产投资下降 52.2%，南油固定资产投资增长 20.6%；工业完成投资增长 0.7%，工业技改完成投资增长 22.7%；房地产完成投资下降 49.4%。商品房销售面积 12.20 万平方米，下降 50.5%；商品房销售额 9.10 亿元，下降 53.8%。五、国内外贸易
2024 年，坡头区完成社会消费品零售总额 48.14 亿元，比上年增长 2.6%。按地域分，城镇消费品零售总额 34.75 亿元，增长 2.9%，占全部社会消费品零售总额的 72.2%；乡村消费品零售总额 13.39 亿元，增长 1.6%，占全部社会消费品零售总额的 27.8%。按规模分，限额以上 7.4 亿元，增长 6.5%；限额以下 40.74 亿元，增长 1.9%。全年外贸进出口总额 12.09 亿元，比上年增长 7.4%。其中，出口总额 11.58 亿元，增长 10.6%；进口总额 0.51 亿元，下降 35.5%。

2024 年，坡头区财政总收入 31.74 亿元。全区一般公共预算收入 4.78 亿元，比上年下降 6.3%（其中，税收收入 3.07 亿元；非税收入 1.71 亿元）；一般公共预算支出 24.20 亿元，增长 6.6%。年末全区居民储蓄存款余额 162.81 亿元，比

上年末增长 4.0%。金融机构各项存款余额 288.21 亿元，增长 9.1%；贷款余额 126.15 亿元，增长 11.6%。

2024 年末，坡头区常住人口 34.4 万人，其中城镇人口 16.01 万人；城镇化率 46.55%。年末户籍人口 44.49 万人，其中城镇人口 14.09 万人；乡村人口 30.40 万人。全年出生人口 5680 人，人口自然增长率 9.12‰。城乡居民人均可支配收入 30807 元，比上年增长 5.2%，其中：城镇居民人均可支配收入 39668 元，增长 4.5%；农村居民人均可支配收入 23183 元，增长 5.5%。全年城镇职工基本养老保险参保人 6.06 万人；城镇职工医疗保险参保人数 5.49 万人；城乡居民基本养老保险人数 18.49 万人；城乡居民参加医疗保险人数 32.08 万人；失业保险参保人数 3.14 万人；工伤保险参保人数 3.82 万人。农村居民最低生活保障人数 6687 人，城镇居民最低生活保障人数 269 人。

4.1.3.水利工程概况

（1）防洪（潮）工程

南三岛原为十个分散的小群岛，自然环境优美，曾是白鹭等大群海鸟觅食栖息的好地方，故历史上民间又曾称鹭洲岛。1953 年至 1958 年的 6 年间，南三人民修堤筑围 49.6km，堵海造田，将十个小岛联成了一个大岛。而南三镇位于广东省湛江市东南海面南三岛上，因此南三联岛堤围可谓为南三人民的生命线。南三联围共由 23 段，堤长 49.6km，穿堤涵闸 63 座。2006 年对南三联围海堤进行加固。

（2）堤防工程

南三联围总长 49.6km，分别由北头寮堤、光明堤、米稔堤、企消堤、竹根堤、石龙堤、北灶堤、风辇堤、岭尾堤、背海堤、东窖堤、西窖堤、调东堤、调安堤、新门口堤、北涯堤、湖村堤、通沟堤、南海堤、联合堤、和平堤、灯塔堤等堤段组成。经过了 2006 年的加固达标工程实施，大部分海堤的防潮标准有所提高，但由于资金不足，由局部海堤存在安全隐患，再者加固完成后，历经十多年的运行，局部海堤堤段也出现险情。根据调查，目前南三联围的情况如下：

1) 0+000~7+930 堤段，在堤顶迎水坡侧设置 1.0m 高防浪墙，防浪墙顶高程为了 7.5m，堤顶高程为 6.5m，堤顶宽 5.0m，为 0.15m 厚泥结石路面，堤身内、

外坡坡比均为 1:2。迎水坡 C20 砼护坡，厚 0.15m，迎水坡坡脚设 0.4m×0.8m 护脚齿墙，背水坡。

2) 7+930~14+885 堤段，在堤顶迎水坡侧设置 1.0m 高防浪墙，防浪墙顶高程为了 7.0m，堤顶高程为 6.0m，堤顶宽 5.0m，为 0.15m 厚泥结石路面，堤身内、外坡坡比均为 1:2。迎水坡 C20 砼护坡，厚 0.15m，迎水坡坡脚设 0.4m×0.8m 护脚齿墙，背水坡。

3) 14+885~20+663 堤段，在堤顶迎水坡侧设置 1.0m 高防浪墙，防浪墙顶高程为了 7.5m，堤顶高程为 6.5m，堤顶宽 5.0m，为 0.15m 厚泥结石路面，堤身内、外坡坡比均为 1:2。迎水坡 C20 砼护坡，厚 0.15m，迎水坡坡脚设 0.4m×0.8m 护脚齿墙，背水坡。

4) 26+663~33+126 堤段，在堤顶迎水坡侧设置 1.0m 高防浪墙，防浪墙顶高程为了 7.0m，堤顶高程为 6.0m，堤顶宽 5.0m，为 0.15m 厚泥结石路面，堤身内、外坡坡比均为 1:2。迎水坡 C20 砼护坡，厚 0.15m，迎水坡坡脚设 0.4m×0.8m 护脚齿墙。

5) 33+126~39+707 堤段，在堤顶迎水坡侧设置 1.0m 高防浪墙，防浪墙顶高程为了 7.7m，堤顶高程为 6.7m，堤顶宽 5.0m，为 0.15m 厚泥结石路面，堤身内、外坡坡比均为 1:2。迎水坡 C20 砼护坡，厚 0.15m，迎水坡坡脚设 0.4m×0.8m 护脚齿墙，背水坡。

6) 39+707~49+632 堤段，在堤顶迎水坡侧设置 1.0m 高防浪墙，防浪墙顶高程为了 7.5m，堤顶高程为 6.5m，堤顶宽 5.0m，为 0.15m 厚泥结石路面，堤身内、外坡坡比均为 1:2。迎水坡 C20 砼护坡，厚 0.15m，迎水坡坡脚设 0.4m×0.8m 护脚齿墙，背水坡。

(3) 穿堤涵闸工程

南三联围有穿堤涵闸 63 座，因多年来台风以及风暴潮的影响，部分水闸、机房出现严重的钢筋腐蚀老化开裂，防护墙变形断裂倾斜、一级平台塌方和闸板损坏等情况。

4.2.相关规划

4.2.1.《全国海堤建设方案（2017 年 8 月）》

（1）建设范围

《全国海堤建设方案》（以下简称《方案》）建设范围包括辽宁、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、广西、海南等 11 个省（自治区、直辖市）。

（2）建设内容

主要包括新建或加固海堤，涵管、水闸、泵站等附属建（构）筑物以及安全监测、通信预警、工程检测等设施设备。

（3）建设标准

按照《海堤工程设计规范》（SL435-2014）选定海堤工程的防潮（洪）标准：特别重要城市防潮（洪）标准 200 年一遇，重要城市 100~200 年一遇，中等城市 50~100 年一遇，其余大部分地区 20~50 年一遇。根据海堤标准相应确定海堤工程的级别，当遭受潮（洪）灾害或海堤工程失事后损失巨大，对防护区造成严重影响的海堤工程，其级别可适当提高；当受灾或失事后损失和影响较小的海堤工程，其级别可适当降低。海堤工程上的涵管、水闸、泵站等建筑物及其他构筑物的级别，不应低于海堤工程的级别；对于规模较大的建筑物，其级别应同时满足相应规范的规定。

（4）建设重点

黄渤海沿海地区重点推进辽宁省沿海产业基地、河北省唐山湾国际旅游岛、天津市滨海新区、山东省重点发展区域的“蓝黄两区”及江苏省重要城市等区域海堤建设。东海沿海地区重点推进上海市长三角经济圈、浙江省钱塘江两岸、象山港保护区、台州湾保护区、乐清湾保护区、舟山群岛保护区及福建省的部分重点城市及大部分乡镇等区域海堤建设。南海沿海地区重点推进广东省珠三角经济圈、粤东及粤西、广西沿海主要市中心区及部分乡镇、海南省国际旅游岛等区域海堤建设。

（5）实施效果

《方案》实施后，全国海堤总长将达到 1.5 万公里，其中，海堤达标长度将达 8542.4 公里，增加 2360.6 公里，海堤达标率将由现状的 42.5% 提高到 57.1%，沿海地区防潮减灾体系进一步完善。沿海地区海堤设防标准将进一步提高，重要城市防潮标准基本提高至 100~200 年一遇，中等城市的防潮（洪）标准达到 50~100 年一遇，其余大部分地区的防潮（洪）标准达到 20~50 年一遇，沿海地区防潮减灾能力得到有效提高，对保障经济社会发展、人民生命财产安全和社会活动正常运行具有重要作用。

4.2.2. 《广东省生态海堤建设“十四五”规划》

（1）规划目标

到 2025 年，全省建成海堤长度 4436km，海堤达标率提高到 85%，新建及达标加固海堤落实生态建设要求，加上碧道规划中对已达标海堤进行生态改造，全省生态海堤占海堤总长的 50% 左右，沿海地区防潮安全得到有效保障，海堤生态效益逐步显现。其中，广州、深圳、珠海、东莞、江门、中山、汕头等市海堤达标率提高到 90% 以上，惠州、阳江等市海堤达标率提高到 80% 以上，湛江、汕尾、揭阳等市海堤达标率提高到 70% 以上，潮州及茂名市海堤达标率提高到 60% 以上。海堤工程管理体制基本健全，逐步实现工程维修养护的物业化、专业化和市场化。

远期 2035 年，全省建成海堤长度 4536km，海堤基本达标，生态海堤占海堤总长的 80%，集防护、生态和美学于一体的生态海堤体系基本建成；基本实现生态海堤治理体系和治理能力现代化。

（2）总体布局

“十四五”时期，锚定习近平总书记赋予广东的总定位总目标，聚焦聚力粤港澳大湾区和深圳先行示范区建设、构建“一核一带一区”区域发展格局，全面提升区域防潮安全保障体系。以广州、深圳为主中心，高标准建设防潮安全保障体系。以汕头、湛江为副中心，珠海、惠州、东莞、中山、江门、汕尾、揭阳、潮州、阳江、茂名等为地区性中心，全面提升防潮安全保障能力。针对沿海地区区域特点和实际，因地制宜规划生态海堤建设，促进沿海地区经济协调发展。

粤东、粤西地区。加快生态海堤建设，打造东西两翼沿海防潮屏障，完善汕头、湛江两个省域副中心城市的防潮体系。规划汕头、湛江等市城市中心区防洪（潮）标准 100~200 年一遇，汕尾、潮州、揭阳、阳江及茂名等市城市中心区防洪（潮）标准 100 年一遇，县级以上城市中心区防洪（潮）标准不低于 50 年一遇，其它城区防洪（潮）标准不低于 20 年一遇。

（3）建设任务

“十四五”期间，达标加固海堤长度 1251km（生态 1056km，传统 195km），新建海堤长度 37km（生态 21km，传统 16km），至 2025 年全省建成海堤总长 4436km。新建及达标加固海堤落实生态建设要求，加上碧道规划中对已达标海堤进行生态改造 1200km，至 2025 年全省建成生态海堤长度 2376km。加固重建大中型水闸 45 宗，新建大中型水闸 3 座。

2026 至 2035 年期间，达标加固海堤长度 725km（生态 498km，传统 227km），新建海堤长度 52km（生态 39km，传统 13km），提高建设标准海堤长度 801km，改造生态海堤长度 828km；加固重建大中型水闸 54 宗，新建水闸 5 座。

到 2035 年，累计达标加固海堤长度 1976km（生态 1554km，传统 422km），新建海堤长度 89km（生态 60km，传统 29km），提高建设标准海堤长度 801km，改造生态海堤长度 2028km（其中 1200km 纳入全省碧道规划）。加固重建大中型水闸 99 宗，新建 8 宗大中型水闸。规划实施后全省海堤总长为 4536km，其中生态海堤长度为 3740km。

粤西地区海堤分布于阳江市、茂名市及湛江市 3 个市，共包括江城区、四联围、高新、海陵、阳西、阳东、茂名、大洲岛、放鸡岛、霞山、麻章、坡头、东海岛、硃洲岛、东头山岛、南三岛、徐闻、新寮环岛、六极岛、北莉岛、雷州、黄坡封闭圈、吴阳封闭圈、大山江封闭圈、覃巴封闭圈、廉江 1、廉江 2、东海和北部湾等 29 个封闭圈，已建海堤 1611km，按现行国家防潮标准达标海堤长度 634km，未达标海堤总长 977km，区域海堤达标率为 39%。“十四五”期间达标加固海堤长度 543km，新建海堤长度 16km，建设生态海堤长度 403km，加上碧道规划对已达标海堤进行生态改造 130km，规划实施后区域海堤达标率提高到 70%左右，生态海堤总长度 533km，加固重建大中型水闸 21 座。到 2035 年，达

标加固海堤长度 977km，新建海堤长度 48km，提高建设标准海堤长度 104km，建设生态海堤总长度 967km；加固重建水闸 47 座（大型 2 座、中型 45 座），规划新建大中型水闸 2 座。



图 4.2-1 广东省海堤建设总体布局

4.2.3. 《广东省水利发展“十四五”规划》

（1）发展目标

大江大河防洪工程体系更加完善，防御极端天气情况下的水旱灾害能力大幅提升，全省主要江河堤防达标率达到 85%，中小河流防洪能力整体提升广州、深圳城市中心区防洪(潮)能力不低于 200 年一遇，其它地级市城市中心区防洪(潮)能力不低于 100 年一遇，县级以上城市中心区防洪(潮)能力不低于 50 年一遇。全省海堤达标率达到 80%，建成一批生态海堤。珠三角城市群及主要低洼易涝地区排涝标准明显提高，消除现有及新增的病险水库安全隐患。山洪灾害监测预警体系更加完善，洪涝灾害预报预警调度与应急协同处置能力显著增强，防范应对超标准洪水风险能力进一步提高。

(2) 总体布局

围绕“双区”和两个合作区建设、构建“一核一带一区”区域发展格局，着力推进广东水网建设，顺应地形和水文特征以江河湖泊水系为基础、输排水工程为通道、控制性调蓄工程为节点、智慧化调控为手段，系统构建由防洪安全网、

供水保障网、万里碧道网和智慧水利网等组成的广东水网，形成防洪大通道、供水大动脉、水生态大格局、智慧水利大网络，全面提升区域水安全保障能力。

珠三角核心区。对标国际一流，高标准建设水安全保障体系。围绕珠三角世界级城市群建设，全面提升防洪（潮）排涝能力，统筹推进江海堤防工程提质升级、河口区泄洪纳潮综合整治、城市蓄水排水设施建设、洪涝灾害预报预警和应急协同处置能力建设。强化水资源集约高效利用，推进供水水源互联互通、供水工程挖潜提升和江库联调，研究推进广州、深圳、珠江口西岸等都市圈水源互通互济，构建多源互补供水格局加强应急备用水源建设，提高有效应对特枯年、咸潮及突发水污染等条件下供水风险的能力。加强珠三角河网区水生态空间管控和保护，优化河网闸泵群调度，促进水体有序流动。系统治理珠三角河网及河口水生态环境，构筑多条碧道汇聚的大湾区岭南魅力碧道网，全面实现宜居水环境和健康水生态。

沿海经济带东西两翼。加强水生态保护，构建沿海安全屏障。支持汕、潮、揭、湛、茂都市圈建设，统一谋划都市圈内水利基础设施建设。加快提升区域防御洪（潮）涝灾害能力，完善汕头、湛江两个省域副中心城市防洪治涝体系，加强韩江、鉴江干堤达标加固，统筹推进独流入海河流治理、中小河流治理、病险水库（水闸）除险加固。加快生态海堤建设，打造东西两翼沿海防潮屏障。挖潜本地水库水源，优化区域内外水资源配置，系统构建以西江、韩江为区域主要水源的水资源配置格局加快推进一批区域引调水工程建设，着力解决粤西雷州半岛、粤东海陆丰及潮汕平原等沿海片区水资源供需矛盾突出的问题。强化农业节水增效，推进大中型灌区续建配套与现代化改造。结合重大水资源配置工程，优化灌区布局。加快农村供水改革，实施水美乡村建设。抓好韩江流域综合治理，依托韩江，鉴江及主要海湾碧道建设，构建绿色健康、美丽生态的粤东西两翼水生态系统格局。

北部生态发展区。坚持生态优先，绿色发展。提高防御流域洪水、山洪灾害的能力，确保江河防洪安澜。加快西江、东江干流治理和蓄滞洪区建设，持续推进江河主要支流、中小河流、重点山洪沟治理，重点加强病险水库除险加固、山洪灾害的预警预防。完善水资源配置格局，加强东江、西江、北江、韩江流域上

中游水源保护，加快中、小型水库等重点水源工程建设，开展江（库）一库连通、水库挖潜调度及雨洪资源利用形成蓄丰补枯的供水格局。提升城乡水利基础设施一体化发展水平，抓好中小型灌区节水改造、农村供水规模化标准化建设推进小型水库管理标准化。保护秀美江河水系，以生态清洁小流域建设和崩岗治理为抓手推进粤北水土流失综合整治，推动小水电绿色转型发展，保护江河中上游地区的水生态环境。重点建设自然生态型及乡野型碧道，打造粤北秀丽诗画河川。

4.2.4. 《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026 年）》

（1）总体目标

通过开展堤防达标加固三年攻坚行动，使保护对象重要、治理需求迫切的不达标江海堤防和大中型病险水闸得到有效治理，并实现标准化管理，防洪（潮）能力明显增强。到 2025 年，全省江海堤防达标率达到 80%（其中 1-2 级江海堤防达标率达到 95%），实现水利发展“十四五”规划目标；省主要河道的大中型穿堤病险水闸完成除险加固；1600 公里的江海堤防和 60 宗大中型水闸实现标准化管理到 2026 年，全省江海堤防达标率进一步提高到 85%（其中 1-2 级江海堤防达标率达到 98%）；其他大中型穿堤病险水闸基本完成除险加固；2200 公里的江海堤防和 90 宗大中型水闸实现标准化管理。

（2）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。

按照《防洪标准》《堤防工程设计规范》，依据保护对象的防洪标准、流域规划中江海堤防在防洪体系中承担的任务来确定堤防的防洪标准。各地级以上市防护区设防标准如下表所示。实施过程中可结合最新批复的防洪规划等相关规划，进一步确定堤防设防标准。

表 4.2-1 各地级以上市防护区设防标准

序号	城市	防护区设防标准 (重现期/年)	防洪工程体系
1	广州	防御西、北江 1915 年型洪水，防御北江 300 年一遇洪水	堤库结合
			西江：龙滩、大藤峡；北江：飞来峡、湛江滞洪区及芦苇涌、西南涌分洪河道，结合城区堤防
2	深圳	100-200	江堤、海堤
3	珠海	100	江堤、海堤
4	汕头	100	堤库结合：棉花滩、高陂与城区堤防
5	韶关	100	堤库结合：乐昌峡、湾头与城区堤防
6	河源	100	堤库结合：新丰江、枫树坝与城区堤防
7	梅州	100	江堤
8	惠州	100	堤库结合：新丰江、枫树坝、白盆珠与城区堤防
9	汕尾	100	海堤
10	东莞	100	堤库结合：新丰江、枫树坝、白盆珠与城区堤防
11	中山	100	堤库结合
			西江：龙滩、大藤峡与城区堤防
12	江门	100	堤库结合
			西江：龙滩、大藤峡与城区堤防
13	佛山	100	堤库结合
			西江：龙滩、大藤峡；北江：飞来峡、渚江滞洪区及芦苇涌、西南涌分洪河道，结合城区堤防
14	阳江	100	江堤、海堤
15	湛江	100	海堤
16	茂名	100	江堤、海堤
17	肇庆	100	堤库结合
			西江：龙滩、大藤峡与城区堤防
18	清远	100	堤库结合
			飞来峡与城区堤防
19	潮州	100	堤库结合：棉花滩、高陂与城区堤防
20	揭阳	100	堤库结合：龙颈、新西河与城区堤防
21	云浮	100	江堤

注：各地可根据防护区经济社会发展水平及其它防洪工程的建设情况适当提高堤防标准。

(3) 建设任务

本方案规划治理江海堤防总长度 2848 公里，包括江堤 1652 公里，海堤 1196 公里；规划治理 122 宗大中型病险水闸。

1) 实施生态海堤建设

按照《广东省生态海堤建设“十四五”规划》，对亟需达标加固的海堤，因地制宜开展堤前带、堤身带、堤后带的生态海堤建设。有条件的地区可适当提高海堤规划建设标准，着力做好海堤与碧道、碧带和滨海景观公路、土地开发建设的有机结合，串联周边生态文化景观节点，打造贯穿东西海岸的滨海绿美碧带，让广东新的水生态名片更加靓丽。

本方案规划治理海堤总长度 1196 公里。按堤防等级划分，1 级海堤 208 公里、2 级海堤 635 公里、3 级海堤 114 公里、4 级海堤 177 公里、5 级海堤 62 公里。按流域划分，涉及鉴江流域海堤 3 公里、珠江三角洲海堤 429 公里、粤东沿海诸河海堤 217 公里、粤西沿海诸河海堤 547 公里。

2) 实施大中型病险水闸除险加固

根据水闸安全鉴定结果，原则上对三类闸进行除险加固，包括基础、主体结构加固，设备更新等；对四类闸进行拆除重建，本方案规划治理 122 宗大中型病险水闸。其中，按照安全鉴定结果划分，三类闸有 18 宗，四类闸有 104 宗。按照规模划分，大型病险水闸有 6 宗，中型病险水闸有 116 宗。按类型分，穿堤闸 111 宗，拦河闸 11 宗。按照流域划分，东江流域 7 宗，西江流域 11 宗，北江流域 7 宗，韩江流域 2 宗，鉴江流域 20 宗，珠江三角洲 16 宗，粤西沿海诸河 39 宗，粤东沿海诸河 20 宗。

3) 强化江海堤防、水闸运行管护。

严格按照国家基本建设程序和管理规定，加强项目建设全过程质量管理。配齐管理人员，补全技术配套，加大运行维护投入，及时开展工程管理养护，推动实现工程现代化、管理智慧化和运行维护规范化。建设数字孪生堤防和水闸，强化堤防、水闸安全监测，提高工程科学调度和运行管理水平。

以保障工程运行安全为目标，建立预防、发现、治理全链条白蚁防治工作机制，确保白蚁防治效果。项目要把白蚁防治措施纳入工程规划设计和建设内容，制定白蚁预防和治理专项方案扎实做好白蚁危害预防。同时要定期组织开展白蚁危害及防治情况全覆盖普查，规范实施白蚁危害治理。

表 4.2-2 湛江市堤防达标加固项目表

序号	所在县 (市、 区)	堤防名称	堤防长 度(km)	现状防 洪(潮) 标准 (年— 遇)	规划防 洪(潮) 标准 (年— 遇)	规划堤 防等级	治理长 度(km)	投资 (万 元)	实施年 限
1	麻省区	边相海堤	4	5	20	4	5.5	8250	2024
2	麻省区	洋山海堤	2	5	20	4	1.5	2250	2024
3	麻省区	旧县联围	24.8	5~20	20	4	12.4	17360	2024
4	麻省区	太平海堤	23.2	5~20	20	4	5.2	6136	2025
5	坡头区	北马田海堤	11.8	20	20	4	5.34	5854	2024
6	坡头区	南三联围海堤	49.6	5~20	20	4	9.9	37173	2025
7	坡头区	北马田堤段	3.09	20	30	2	3.09	6641	2025
8	雷州市	南渡河海堤	21.05	5~20	30	3	21.05	25000	2024
9	雷州市	北行海堤	17.24	5~20	20	4	10.51	9987	2025
10	雷州市	雷南海堤	46	5~20	30	2	35.3	42360	2025
11	雷州市	东里海堤	19	5~20	30	2	14.42	17304	2025
12	雷州市	房参堵海堤	3.69	5~20	20	4	2.69	2556	2025
13	雷州市	介水堵海堤	2.1	/	20	4	2.1	1995	2025
14	雷州市	头罗海堤	5	2~5	10	5	5	4500	2025
15	雷州市	下淮海堤	5	2~5	10	5	5	4500	2025
16	雷州市	那灵海堤	7.3	2~5	10	5	7.3	6000	2025
17	雷州市	文豪海堤	2.84	2~5	10	5	2.84	2500	2025
18	雷州市	下海海堤	7.8	2~5	10	5	7.8	6500	2025
19	雷州市	那金海堤	6.4	2~5	10	5	6.4	5500	2025
20	雷州市	迈威海堤	3.1	2~5	10	5	3.1	2500	2025
21	雷州市	英利镇英楼海堤	5.86	2~5	10	5	5.86	4800	2025
22	康江市	龙营围	12.05	50	50	2	8	9500	2024
23	康江市	江洲围	15	30	50	2	15	18000	2025
24	吴川市	冀巴留雄	0.5	5	20	4	5.6	6340	2024
25	吴川市	小东江石碧堤	5.6	10~20	20	4	3.4	3421	2024

序号	所在县 (市、区)	堤防名称	堤防长度(km)	现状防洪(潮)标准 (年—遇)	规划防洪(潮)标准 (年—遇)	规划堤防等级	治理长度(km)	投资 (万元)	实施年限
26	吴川市	塘马堤	7.92	20	20	4	7.92	29338	2024
27	吴川市	黄城海堤	10.25	/	30	3	4.5	5895	2025
28	吴川市	吴阳海堤	18.6	10	20	4	4.6	6470	2025
29	吴川市	小东江左堤	12.21	20	20	4	12.21	12287	2025
30	吴川市	小东江长峡堤	7.95	20	20	4	4.45	4478	2025
31	吴川市	桃花江左堤-吴川市段	10.53	20	20	4	8.85	14257	2025
32	吴川市	塘尾分洪河左堤	3.7	20	30	3	3.7	5794	2025
33	吴川市	塘尾分洪河右堤	3.76	30	30	3	3.76	5888	2025
34	吴川市	鉴江东堤堤防-吴川市段	13.8	30	30	3	2.85	4781	2026
35	吴川市	鉴江西堤堤防-吴川市段	20.02	30	30	3	11.02	18488	2026
36	遂溪县	庄家堰	8.12	5	20	4	8.1	7714	2024
37	遂溪县	北亭联围	4.34	5	20	4	4.3	5160	2024
38	遂溪县	甘来联围	4.25	5	20	4	4.3	5160	2024
39	遂溪县	港门坝围	2.23	5	20	4	2.2	2640	2024
40	遂溪县	姑婆海围	1.59	5	20	4	7.38	8856	2024
41	遂溪县	乾塘海堤	5.12	5	20	4	5.1	6120	2024
42	速派县	旧庙联图	10.37	5~10	20	4	6.17	5862	2025
43	速派县	团结联图	15.47	20	20	4	8.51	10212	2025
44	速派县	牛裕联图	5.42	20	20	4	7.55	9060	2025
45	速派县	速派江堤左岸	5.3	20	20	4	2	1308	2026
46	徐闻县	阴姜村海堤	0.55	2~5	10	5	0.6	480	2024
47	徐闻县	博院港海	0.2	2~5	10	5	0.2	200	2024

序号	所在县 (市、区)	堤防名称	堤防长度(km)	现状防洪(潮)标准 (年—遇)	规划防洪(潮)标准 (年—遇)	规划堤防等级	治理长度(km)	投资 (万元)	实施年限
		堤							
48	徐闻县	陶行村海堤	0.3	2~5	10	5	0.3	250	2024
49	徐闻县	下塘海堤	2.3	2~5	10	5	2.3	1900	2024
50	徐闻县	北船港海堤	2.22	2~5	10	5	2.21	1800	2024
51	徐闻县	南山港头海堤	0.25	2~5	10	5	0.3	250	2024
52	徐闻县	下村海堤	1.1	2~5	10	5	1.1	950	2024
53	徐闻县	陈公港海堤	2.73	2~5	10	5	2.7	2200	2024
54	徐闻县	和安镇公港村护村堤	1.2	2~5	10	5	1.19	1000	2024
55	徐闻县	徐闻县南山镇南山海港等4宗海堤加固达标工程	4.12	10	10	5	3.61	4000	2025
56	东海岛	北港海堤	1.5	5	20	4	1.5	3000	2024
57	东海岛	民安联堤围	20	5	20	4	12	42000	2025
湛江市合计							351.78	484725	

4.2.5. 《广东省海岸带综合保护与利用规划》



图 4.2-2 规划范围图

(1) 规划目标与总体布局

1) 规划目标

2025 年目标：陆海生态系统稳定性显著增强，生物多样性得到有效保护，海洋环境风险和灾害应对能力稳步提升；现代海洋产业体系不断完善，海洋科技创新能力大幅提升，海岸带地区绿色生产生活方式广泛形成；亲海环境质量明显改善，人民对海岸带公众亲海空间的需求基本满足。

2035 年目标：全面建成高品质、高效能、高活力海岸带，全面形成陆海一体的开发与保护格局管理与治理体系。

①高品质生态海岸带

健全生态保护制度，建设陆海一体生态网络，持续推进海岸线、海岛修复以及红树林营造修复等落实海湾海洋环境整治及海岸（滩）垃圾管控，改善近岸海域水体质量，切实提高灾害防范能力。

②高效能产业海岸带

全面保障各类海洋产业发展空间，打造千亿级以上海洋产业集群；统筹岸线、近海、深远海开发利用，推进海洋经济高质量发展示范区建设。

③高活力人居海岸带

建设广州海洋创新发展之都、深圳全球海洋中心城市，推进沿海地市争创各具特色的现代海洋城市因地制宜拓展亲海空间，打造特色化亲海岸线。

2) 总体格局

①一线管控，两域对接

实施海岸线分类分段精细化管控，加强陆海两域功能、空间、资源管理对接。

②三生协调，生态优先

优先保障海洋生态文明建设需求，合理保障海岸带生态、生产、生活空间。

③优近拓远，湾区发展

统筹岸线近海深远海开发利用，以湾区为基本单元推动海岸带差异化发展。

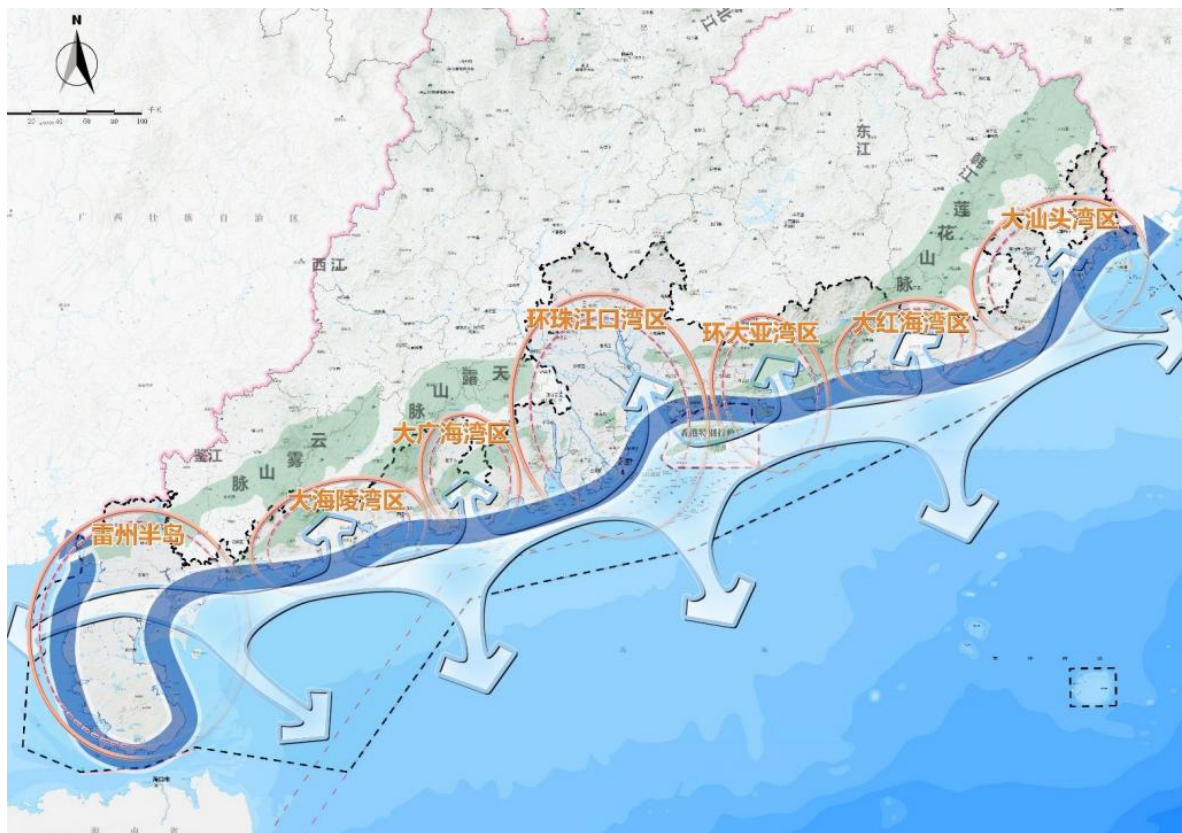


图 4.2-3 海岸带总体格局规划图

(2) 海岸规划分区

1) 海洋功能分区划定

承接国土空间规划布局和沿海县主体功能定位，依据海岸带资源禀赋、生态环境现状和经济社会发展需求，细化海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区，明确海洋功能区管理要求。



图 4.2-4 海岸功能分区规划图

2) 陆海一体化空间识别与传导

1、陆海一体化空间识别与功能协调

陆海一体化保护空间：完整识别红树林、滨海湿地和重要河口等重要生态系统。

陆海一体化利用空间：以临岸渔业、港口航运、滨海旅游、临海工业、城镇生活等陆海兼用的开发利用活动为主要对象。

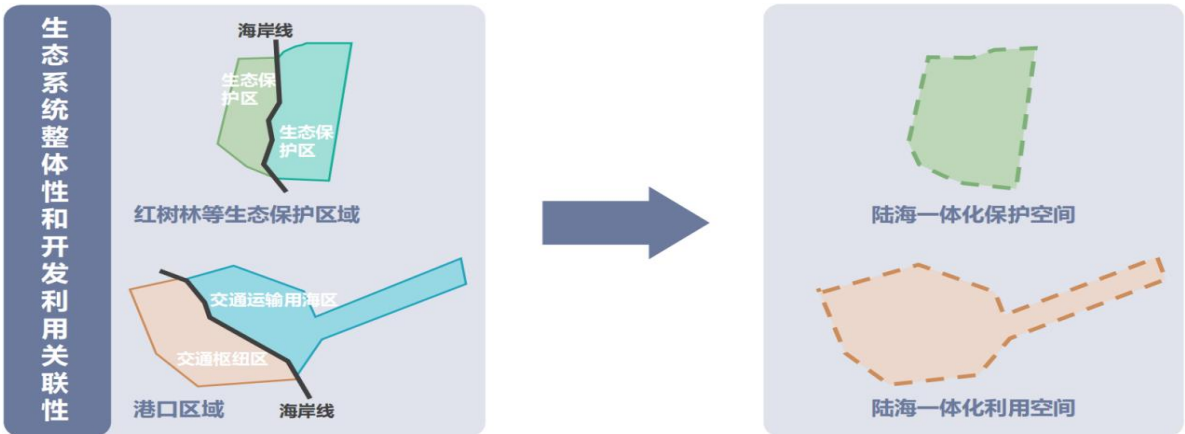


图 4.2-5 生态系统整体性和开发利用关联性图

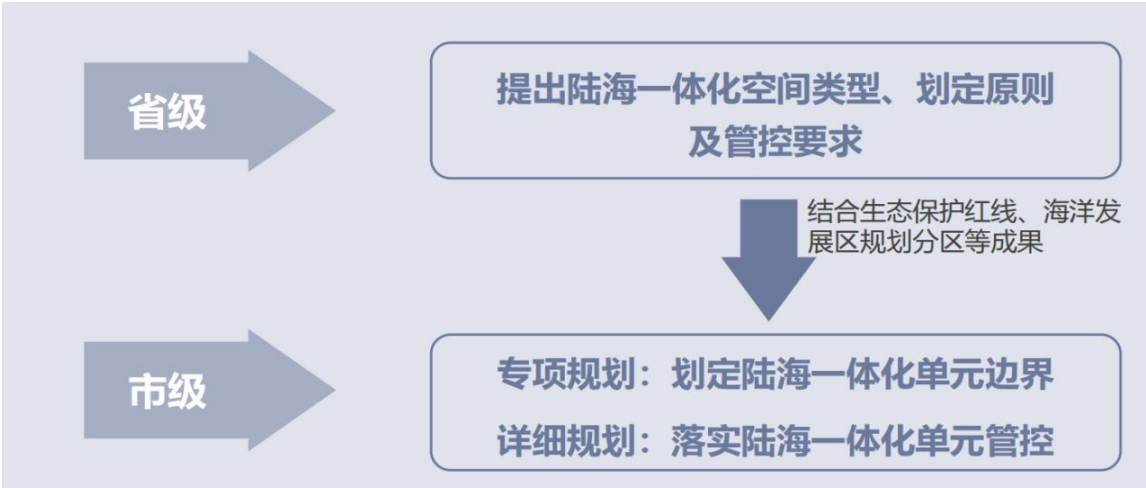


图 4.2-6 传导路径

(3) 空间资源节约集约利用

1) 精细化管控海岸线

1、海岸线保护范围

海岸线保护范围：海岸线向陆一侧到海岸建筑退缩线，向海一侧到潮间带下限。

保护范围管控要求：按海岸建筑退缩线和潮间带的管控要求执行。

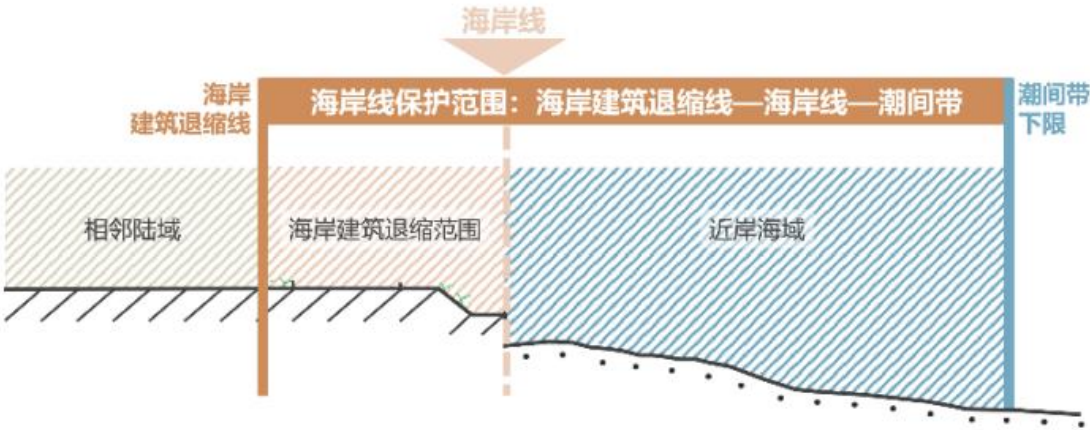


图 4.2-7 海岸线保护范围示意图图

2、海岸线分类分段管控

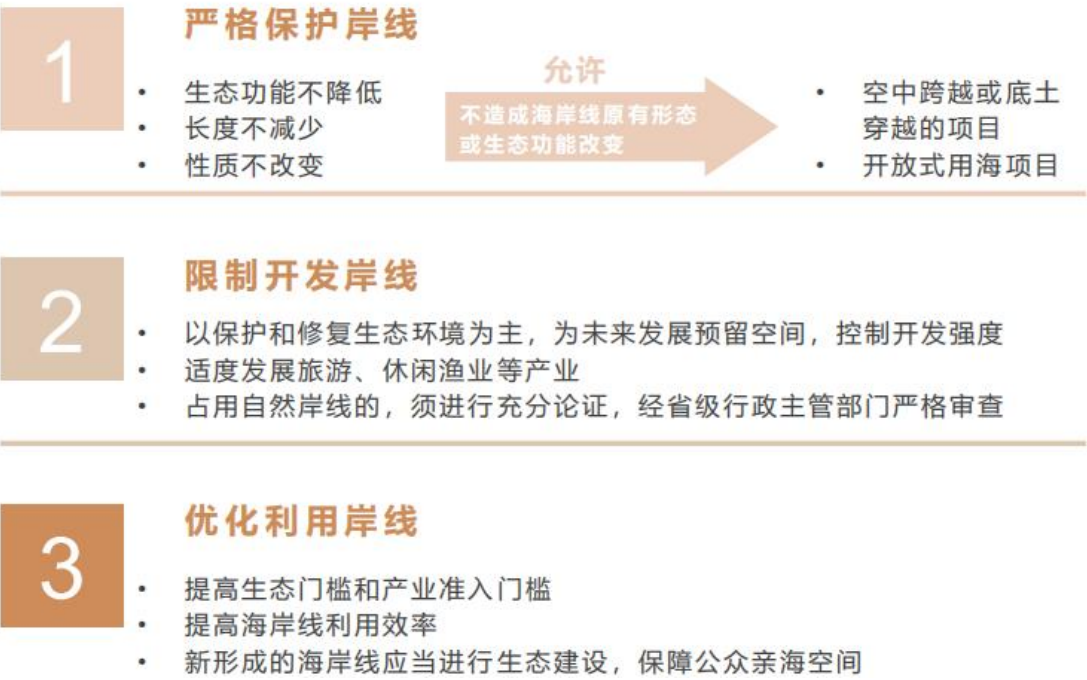


图 4.2-8 海岸线分类分段管控流程图

2) 海岸建筑退缩线划定

①分类确定退缩距离

以海岸线为基准线，综合考虑海岸线自然属性和规划功能，分类划定大陆和有居民海岛岸线海岸建筑退缩线的基础退缩距离。

②退缩线管控及风貌指引

准入清单：海岸建筑退缩区内应以公共绿地与开敞空间建设为主，除国家、省重大项目以及应急减灾、安全保障和水利等设施、市政基础设施、公共观测监测设施等允许准入的情形外，原则上禁止开展各类建设活动。

管控要求：按照尊重历史、实事求是的原则，区分现状合法合规建筑改建或修缮、需改变原规划条件在退缩范围内进行扩建、已取得合法用地用海手续尚未建设三类情况对海岸建筑退缩区内已建设区域实施管控。

风貌指引：海岸线向陆一侧的规划建设活动应严格控制沿海建筑布局、高度风貌等要素，加强景观视廊、天际线以及滨海横向、纵向公共通廊的管控。

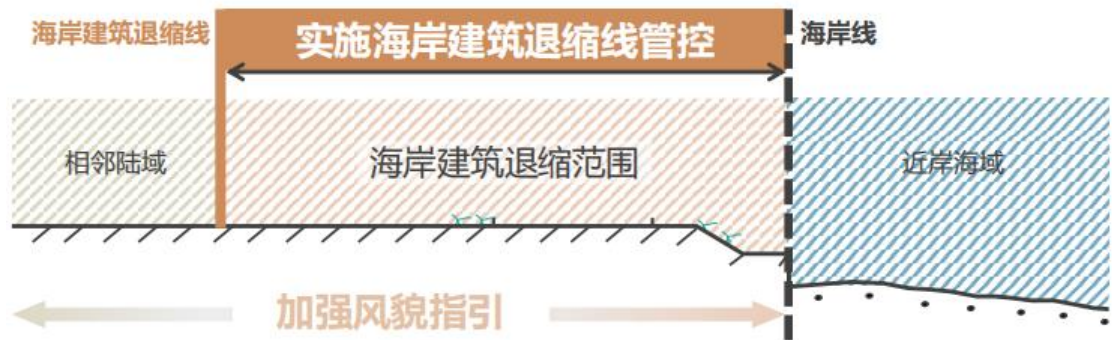


图 4.2-9 海岸建筑退缩线划定图图

- 3) 节约集约利用海域资源
- ①优近拓远、提质扩容
- 优化近海空间使用布局，提高近海空间使用率，全力做好重大项目用海保障，扩展远海空间开发利用潜能。
- ②高效利用、管理提升
- 盘活海域空间存量，提高海域使用效率；推进立体分层用海与时序用海，鼓励多用途用海，促进海洋产业协同发展。
- ③加强海底管廊布局管理
- 优化管廊空间布局，统筹划定登陆点与海底管廊集中建设，鼓励、引导新增项目优先选用已有登陆点。
- ④推行潮间带分类管控
- 衔接海岸线分类实行潮间带分类管控，推进潮间带保护修复，实现“一线管控”向“一带管理”的转变。
- 4) 保护与合理利用海岛资源
- ①实行无居民海岛分类管控
- 纳入生态保护区的无居民海岛，按照生态保护红线相关管理办法及相关法律法规进行管理。
- 纳入海洋发展区的无居民海岛，保障海岛主导用途和兼容功能相关产业的空间准入，规范海岛开发行为。

表 4.2-3 生态保护区内无居民海岛分类表

功能区类别	海岛分类
生态保护区内无居	领海基点所在海岛及领海基点保护范围内的海岛

功能区类别	海岛分类
民海岛	国防用途海岛
	自然保护地内海岛
	具有珍稀濒危野生动植物及栖息地、重要自然遗迹等特殊保护价值海岛
	未开发利用海岛
海洋发展区内无居民海岛	农林牧渔用岛
	交通运输用岛
	工矿通信用岛
	游憩用岛
	特殊用岛
	其他海岛

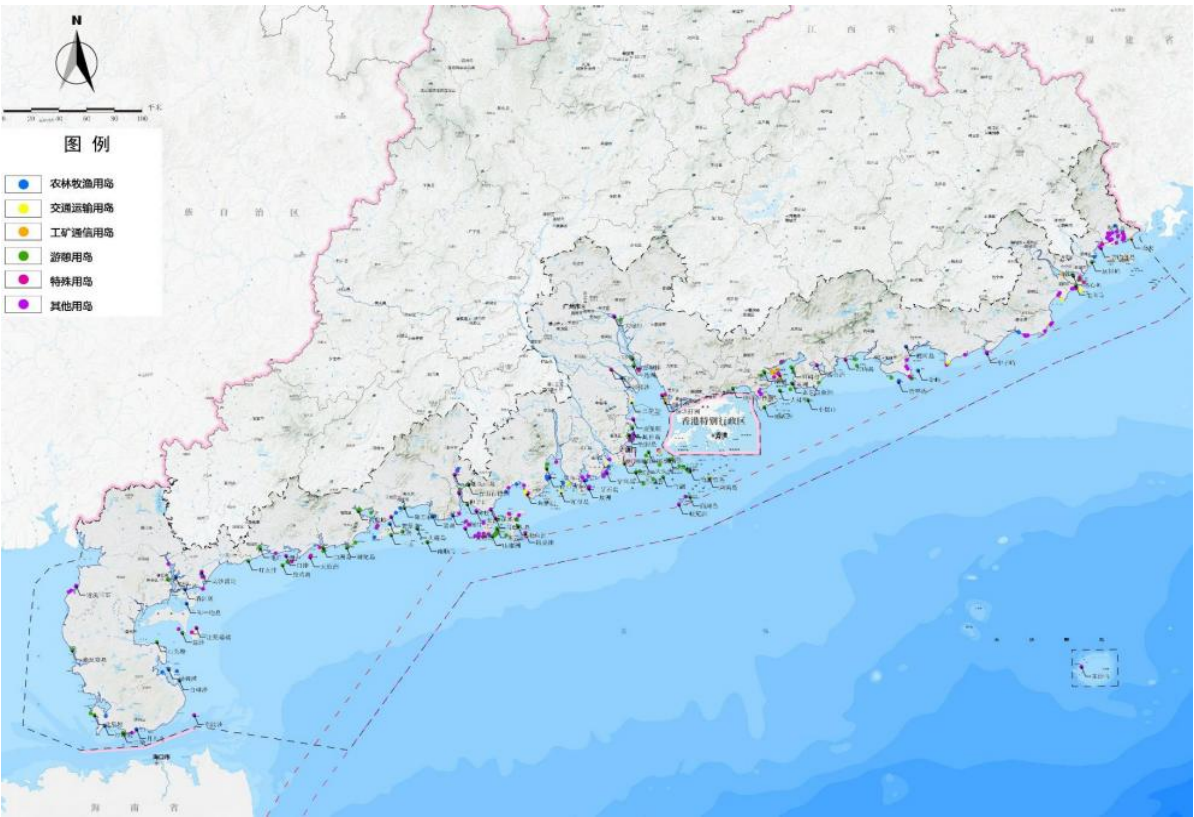


图 4.2- 10 无居民海岛主导功能规划图图

(4) “三空间一体系” 布局

1) 生态环境保护

系统推进陆海一体化保护和修复工程，基于“两山一链，五江多廊”生态网络，以围合陆海一体化单元的近岸山体滨海平原、滨海湿地、海岸线、岛屿等为对象，推进海岸线整治修复、海堤生态化、魅力沙滩打造、滨海湿地恢复、海岛修复及和美海岛建设、美丽海湾建设等生态修复工程。

2) 合理保障海洋产业发展空间

把握好珠三角和粤东、粤西两翼功能定位，加快珠海、汕头两个经济特区发展，把汕头、湛江作为重要发展级，强化港产城整体布局。做大做强临港重化、海工装备、海洋牧场、滨海旅游等产业，加快发展海洋新材料、海洋生物等新兴产业，打造世界级临港产业集群和出口加工区。

以现代化海洋牧场为引领的海洋渔业空间保障：综合布局近（滩）、深远海域，以水深 10 米至领海线之间海域为重点，发展装备型海洋牧场；以渔业用海空间保障海洋可开发生物资源利用。

世界级港口群及配套设施用海用岸空间保障：保护深水岸线资源，预留港口发展后备空间，促进航道锚地共建共享，推进形成珠三角港口集群，打造粤港澳大湾区世界级港口群。

“海洋-海岛-海岸”旅游立体开发空间保障：巩固滨海旅游空间布局，促进优质沙滩等生态资源、海上丝绸之路文化遗产资源的保护利用，支持和美海岛创建。

海洋油气化工集群化发展及空间保障：推进乌石油田群、中海油恩平等油气勘探开发，支撑广州、惠州大亚湾、湛江东海岛、茂名、揭阳大南海等石化基地建设，打造世界级绿色石化产业集群。

海上风电等绿色能源规模化开发及空间保障：合理保障 7 个新增省管海域海上风电项目用海需求，保障惠州太平岭核电一期、陆丰核电和廉江核电等项目用海及岸线需求。

船舶与海洋工程装备等产业集群化发展及空间保障：支持广州、珠海、中山等地船舶制造基地和江门中小型船舶及配套设备基地建设，推动广东省智能海洋工程创新中心、汕尾（陆丰）海洋工程基地建设。

其他新兴产业发展空间预留：打造珠三角海洋电子信息产业集聚区，支持汕头、潮州培育新型海洋电子元器件产业，保障国家海洋综合试验场（珠海）等海洋公共服务平台建设用海需求。

3) 空间品质提升

①打造四类特色亲海岸线

促进人海和谐的生态涵养型亲海岸线，彰显海洋风情的城镇活力型亲海岸线，焕发历史魅力的海洋文韵型亲海岸线，承载南粤特色的旅游休闲型亲海岸线。

②构建亲海空间服务体系

建设海韵风情的滨海通道，完善人海和谐的亲海设施。打造连城达海的悦海游径。

4) 防灾减灾体系建设

①构建海岸带纵向防护体系

沿海防护林建设：推进农田林网相结合的纵深防护林带高潮线以上的沿海基干林带建设形成结构稳定、功能完备、多层次的综合防护林体系。

海岸防护工程建设：校核海岸防护工程的防洪排涝等级，推进灾害防护设施达标加固加强沿海海堤隐患治理，实施海堤生态化改造。

②建立全方位海洋立体观测预警体系

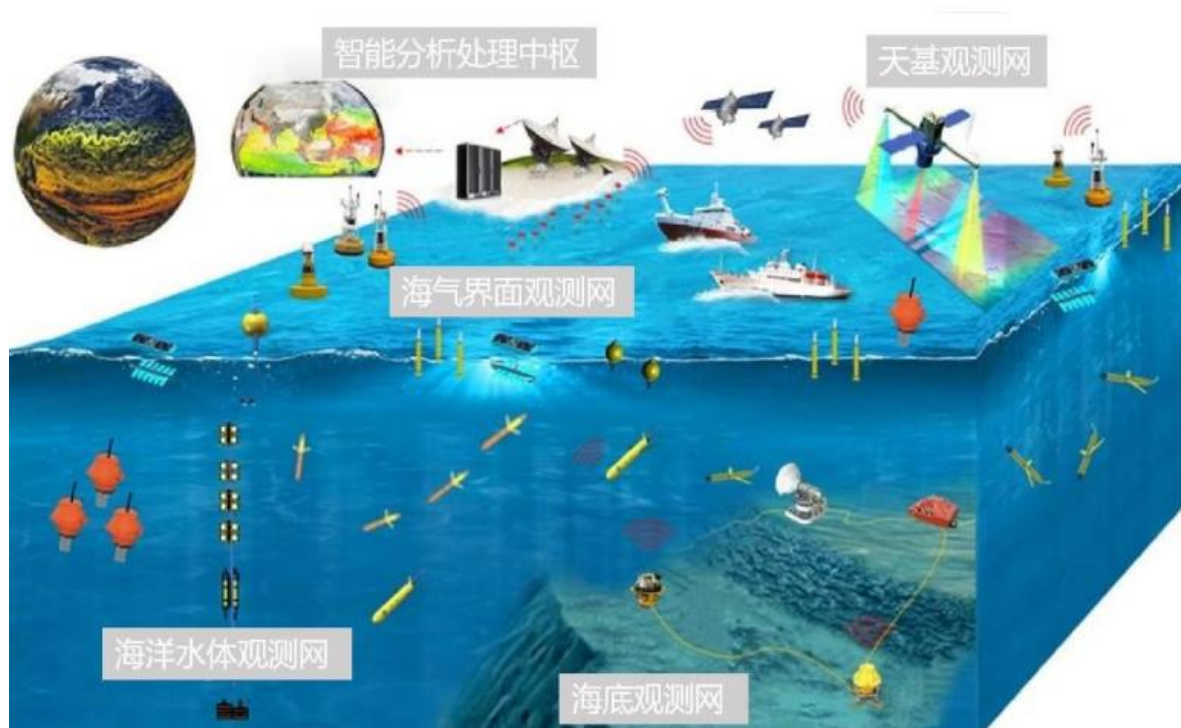


图 4.2-11 海洋立体观测预警体系示意图图

粤港澳大湾区海洋观测系统达到平均 10-20 公里有 1 个代表性站点；粤东粤西两翼海洋观测系统达到平均 50-80 公里有 1 个代表性站点。

4.2.6. 《广东省湛江市防洪（潮）排涝规划（2022-2035 年）》

（1）防洪区划

根据《广东省流域综合规划》及相关上位规划，湛江市无蓄滞洪区：湛江市的洪泛区（尤其是有防洪要求的洪泛区）占流域防洪区的比重甚小，且分散，没有大规模的洪泛区：全市范围基本均为防洪保护区。

1) 防洪（潮）保护区

防洪保护区是指在防洪标准内受防洪工程设施保护的地区。湛江市主要防洪区域是湛江市区，鉴江流域下游，九洲江流域中、下游，南渡河中、下游，遂溪河中、下游，其余是独流入海的中小河流下游，主要包含重要城镇、中型灌区、产业园区涉及的范围。这些地区的人口稠密，耕地集中，经济发展较快：湛江全市基本均为防洪保护区“两江两河”流域防洪保护区重点保护对象见表。防潮保护区是指在防潮标准内受防潮工程设施保护的地区。湛江市主要防潮区域是湛江市沿海城镇滨海区域，主要分布在湛江市东西两岸。其中，中心五区沿海城镇人口较为稠密，经济发展较快。湛江市防潮保护区重点保护对象见下表。

表 4.2-4 “两江两河”流域防洪保护区重点保护对象表

序号	防洪保护区	重点保护对象
11	鉴江流域下游	吴川城区
12	九洲江流域中、下游	河唇镇、吉水镇、石岭镇、新民镇、横山镇、雅塘镇、安铺镇、营仔镇
13	南渡河中、下游	雷州城区、附城镇
14	遂溪河中、下游	遂城城区、黄路镇

表 4.2-5 湛江市防潮保护区重点保护对象表

序号	防洪保护区	重点保护对象
1	赤坎区沿海区域	调顺街道、南桥街道、沙湾街道
2	中山区沿海区域	友谊街道、爱因街道
3	坡头区沿海区域	官渡镇、龙头镇、南湖街道、麻斜街道、南三镇、坡头镇、乾塘镇
4	麻章区沿海区域	太平镇、湖北镇
5	经开区沿海区域	民安镇、东海岛、东南镇、宿洲岛
6	吴川市沿海区域	大山江街道、海滨街道、黄坡镇、吴阳镇
7	廉江市沿海区域	高桥镇、车板镇、营仔镇、安铺镇、新华镇、良垌镇、亚坦镇
8	遂溪县沿海区域	界炮镇、杨相河、港门镇、乐民镇、江洪镇、城月镇、建新镇、黄鹤镇
9	雷州市沿海区域	雷城街道、白沙镇、附城镇、雷富镇、东里镇、调风镇、乌石镇、翠丰镇、纪家镇、金水镇
10	徐闻县沿海区域	迈陈镇、角尾乡、西连镇、和安镇、新寮镇、锦和镇

2) 蓄滞洪区

蓄滞洪区是指包括分洪口在内的河堤背水面以外临时贮存洪水的低洼地区及湖泊等，湛江市内无蓄滞洪区。

3) 洪泛区

洪泛区是指尚无工程设施保护的洪水泛滥所及的地区。湛江市河流沿河两岸受洪水威胁的地区（历史上的洪泛区），几乎全被开发利用，并为堤防工程所保护，演变为防洪保护区。因此，湛江市的洪泛区（尤其是有防洪要求的洪泛区）占流域防洪区的比重甚小，且分散，没有大规模的洪泛区。

4) 防洪保留区

防洪保留区主要为水库、堤防、水闸等水利工程的建设和管理用地范围，规划工程提出保留区范围、面积后报国土部门在用地规划中予以预留。防洪保留区内不得建设与防洪无关的工程施，特殊情况下，建设项目确需占用规划保留区土地的，应当按照国家规定基本建设程序报请批准，并征求水行政主管部门意见。湛江市未设防洪保留区。

（3）规划标准

1) 防洪标准

湛江市中心城区区内城市发展建设已经基本形成。根据《防洪标准》，预计到 2035 年，当量经济规模（万人）达到 216 万人，防护区内城镇常住人口达 149 万人，属于重要城市，防洪等级 II 级，防洪标准为 100~200 年一遇。根据《湛江市国土空间总体规划》（2021~2035 年），湛江市中心城区防洪标准为 200 年一遇。根据《广东省流域综合规划》（2013~2030 年），地级市以上城市达到 100 年一遇标准。综合《防洪标准》中防洪等级的判定及相关规划，衔接《广东省防洪规划修编阶段成果（鉴江流域及粤西诸河）》，中心城区防洪标准确定为 100 年一遇。

表 4.2-6 湛江市各防洪保护区 2035 年规划防洪标准

防洪保护区	现状防洪标准（重现期）	规划防洪标准（重现期）
中心城区	50 年一遇	100 年一遇
九洲江流域	20 年一遇	城区为 50 年一遇， 乡镇农田区域为 10-20 年一遇
鉴江流域	鉴江干流 30 年一遇， 鉴江流域其它支流 5-20 年一遇	城区为 50 年一遇， 乡镇农田区域为 10-20 年一遇
南渡河流域	5-10 年一遇	城区为 50 年一遇， 乡镇农田区域为 10-20 年一遇
遂溪河流域	10-20 年一遇	城区为 50 年一遇， 乡镇农田区域为 10-20 年一遇
独立入海河流	2-20 年一遇	城区达到 50 年一遇， 乡镇农田达到 10-20 年一遇

2) 治涝标准

①城市治涝标准

根据《治涝标准》（SL723-2016）中城市涝区设计暴雨重现期确定方法，及 2035 年预测数据，湛江市中心城区采用设计暴雨重现期为 20~10 年一遇；各梧湊夫县、市城区采用设计暴雨重现期为 20~10 年一遇。

②农村治涝标准

农田的设计暴雨重现期应根据涝区耕地面积和作物种类确定。对于作物经济价值较高、遭受涝灾后损失较大或有特殊要求的涝区，经技术经济论证后，其设计暴雨重现期可适当提高，但不宜高于 20 年一遇；遭受涝灾后损失较小的涝区，其设计暴雨重现期可适当降低。结合湛江市农村地区耕地情况，规划治涝标准设计暴雨重现期为 10 年一遇 24h 小时暴雨不成灾。当暴雨重现期超过 20 年一遇，农田区应充分发挥洼地分流、滞蓄功能，辅助应对城市内涝灾害。

3) 内涝防治标准

《湛江市中心城区排水（雨水）防涝综合规划》（规划期限 2020~2035 年）内涝防治重现期选择国家建设标准的上限要求，即 50 年一遇（406.97mm/24 小时），并从积水深度和积水时间两个方面，明确内涝灾害的标准：居民住宅和工商业建筑物的底层不进水，道路积水时间超过 30 分钟，积水深度超过 15cm；或下凹桥区积水时间超过 30 分钟，积水深度超过 27cm；以上条件同时满足时为内涝，否则为可接受的积水，不构成内涝。

《湛江市城市内涝治理系统化实施方案（2020-2025）》确定湛江市中心城区内涝防治标准为 50 年一遇，即通过采取综合措施，有效应对不低于 50 年一遇的暴雨。

综上所述，湛江市中心城区内涝防治标准确定为 50 年一遇。

4) 防潮标准

根据《海堤工程设计规范》（SL435-2014），海堤工程防潮标准应根据现行《防洪标准》中各类防护对象的规模和重要性选定。各防潮保护区的保护人口与耕地面积如下表所示。

表 4.2-7 各防潮保护区保护人口与耕地面积

防潮保护区		保护人口（万人）	保护耕地面积（万亩）
中心五区	赤坎区	16	/

	霞山区	2	1.4
	坡头区	18	18
	麻黄区	14	12.95
	经开区	4	4.33
吴川市		39	28.9
廉江市		84	58.05
遂溪县		24	10.498
雷州市		44	39.78
徐闻县		11	8.9434

湛江市区主要遭受以外海潮水为主。防洪潮工程体系由各区沿海大堤和河道堤防组成，主要有东北大堤、沙湾堵海、港南联围、南三联围、临海大堤等。根据区域内城市发展建设和定位，结合海潮风险危害程度，中心城区“一湾两岸”涉及海岸带近中期防潮标准为 50 年一遇、远期为 100 年一遇；中心五区除了城区的其他区域海岸带防潮标准根据实际情况按 20~50 年一遇防海潮标准设防。

4.2.7. 《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

（1）规划目标

以“现代化综合枢纽、生态型海湾都市”为发展愿景，全力把湛江建设成为富有活力、经济繁荣、特色鲜明、生态宜居的现代化海湾都市。

2025 年近期目标。安全、高效、和谐、魅力的高品质国土初见成效，省域副中心城市取得重大进展，现代化沿海经济带重要发展极初步形成，美丽宜居的现代化生态型海湾都市初步显现。

2035 年远期目标。安全、高效、和谐、魅力的高品质国土基本建成，省域副中心城市和美丽宜居的现代化生态型海湾都市总体建成，现代化沿海经济带重要发展极作用充分显现。

2050 年远景展望。安全、高效、和谐、魅力的高品质国土全面建成。城市竞争力步入全国沿海城市前列，城市服务标准达到国际先进水平，全面建成富有活力、经济繁荣、特色鲜明的省域副中心城市及美丽宜居的现代化生态型海湾都市。

（2）国土空间格局

第 13 条优先划定耕地和永久基本农田，筑牢粮食安全底线

按照应划尽划、应保尽保的原则，优先确定耕地保护目标，将可以长期稳定利用的耕地优先划入永久基本农田实施特殊保护。全市确定耕地保护目标 4036.74 平方公

里(605.51 万亩), 划定永久基本农田 3736.35 平方公里(560.45 万亩)。严格落实耕地和永久基本农田相关保护和管控要求, 坚决遏制耕地“非农化”、严格管控“非粮化”。

第 14 条科学划定生态保护红线, 维护生态安全底线

将整合优化后的自然保护地, 生态功能极重要、生态极脆弱区域, 以及目前基本没有人类活动、具有潜在重要生态价值的区域划入生态保护红线。全市统筹划定陆域生态保护红线 257.52 平方公里, 主要分布在廉江市和雷州市; 划定海域生态保护红线 3625.28 平方公里, 主要分布在沿海重要河口、重要滩涂及浅海水域、重要渔业资源产卵场等。严格执行生态保护红线管控, 保障生态系统安全。以生态保护红线为核心, 整体保护与合理利用自然生态空间, 提升生态系统功能与质量, 增加生态产品供给。

第 15 条合理划定城镇开发边界, 推进节约集约建设

在优先划定耕地和永久基本农田、生态保护红线的基础上, 避让自然灾害高风险区域, 适应人口变化趋势, 结合存量建设用地分布以及城市空间结构优化战略, 全市统筹划定城镇开发边界 660.39 平方公里, 全部为城镇集中建设区, 主要位于市辖区、各县(市)中心城区、镇区以及产业园区等地区。

严格落实城镇开发边界管控要求。城镇开发边界一经划定, 原则上不得调整; 确需调整的, 依法依规按程序进行。积极推进城镇发展由外延扩张向内涵提升转变, 促进城镇空间与农业空间、生态空间有机融合, 引导城镇空间合理布局。城镇开发边界外不得进行城镇集中建设、不得设立各类开发区, 允许建设的项目类型按照国家、广东省的相关管控要求执行。

(3) 海洋空间空间格局

第 36 条构建“两核三带多片”的海洋空间格局

依托湛江海湾、海岸带和海岛资源, 统筹沿海城镇、港口、产业园区建设与海洋资源开发保护, 构建“两核三带多片”的海洋空间格局。重点打造湛江湾海域、徐闻南侧海域两大海洋功能核心区, 建设高效活力的东部海岸带、开放创新的南部海岸带和绿色韧性的西部海岸带, 完善多个海洋功能片区。

第 37 条细化海洋功能分区

依据资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价、生态保护红线划定成果, 结合社会经济发展需求, 划定海洋生态保护区、生态控制区和海洋发展区三类一级分区。

海洋发展区可细化为二级分区，包括渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊利用区和海洋预留区。各类分区按相关规定制定用海指引，明确空间准入、利用方式和保护要求。

（3）海岸带保护与利用

第 38 条明确海岸带保护利用总体目标

严格保护自然岸线，落实广东省对湛江市大陆自然海岸线保有率的管控指标要求。坚持节约集约利用海岸线，实现海岸线资源的合理开发和可持续利用。整治修复受损岸线，拓展公众亲海空间。加强对受损岸线的整治修复，改善岸线生态功能；加强沿岸堤围建设，保障后方生产生活安全。

第 39 条落实海岸线分类管控

保护岸线自然形态和生态功能，科学安排岸线开发利用活动，将全市海岸线分为严格保护岸线、限制开发岸线、优化利用岸线三类，并实施分类管控。

严格落实海岸线占补制度的要求，项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线。

第 40 条协调海岸带空间利用

全市海岸带划分为六个主导功能区段：吴川段以城市生活、海洋渔业和滨海旅游休闲功能为主；市辖区段以城市生活、港口运输、工业生产、旅游休闲功能为主；雷州湾段以红树林生态保护和海水养殖功能为主；雷州半岛南岸段以城市生活、旅游休闲、自然保护功能为主；雷州半岛西岸段以滨海旅游休闲、海洋渔业、城镇生活功能为主；廉江安铺湾段以港口、清洁能源、海洋渔业功能为主。

第 41 条实行海岸建筑退缩线控制

综合考虑岸线自然属性、使用功能、资源级别等要素，以及海岸防护林建设、防风暴潮、公共空间设置和海岸设施建设等要求，确定海岸建筑退缩线距离。除生产作业类岸线以外，具体的海岸建筑退缩线距离应通过海岸带相关专项规划、详细规划或管理规范确定。

海岸建筑退缩线距离范围内，原则上不得新建、扩建、改建建筑物，确需建设的，应控制建筑物高度、密度，保持通山面海视廊通畅。

4.2.8.《湛江市水利发展“十四五”规划》

(1) 总体目标

以新老水问题为导向，以全面支撑湛江高质量发展为前提：至 2025 年，全面构建与湛江市经济社会改革发展相适应的水安全保障体系和水生态环境治理体系，推动水利行业管理能力稳步提升，水利信息化建设取得重要成效，水利治理能力显著提高基本建成安全牢固、生态和谐、空间均衡的现代水利工程体系和系统完备、管控有力、智慧融合的现代化水治理体系，把湛江河流建设成为造福人民的幸福河，让水利改革发展成果惠及全市人民，实现水利高质量与可持续发展，

1) 环海水安全屏障基本完善，江河安澜的防灾减灾保障体系全面建成。

大江大河及重要江河防洪（潮）工程体系更加完善，县级城市基本达到流域规划确定的防洪（潮）标准，1-5 级主要江河堤防达标率提高到 85%以上，湛江万亩以上海堤达标加固与新建工程基本完成，海堤达标率提升至 80%。城镇防洪（潮）和主要低洼易涝地区排涝设施建设明显加强，能有效预测并应对短时强降雨引发的内涝。中小河流重要河段防洪（潮）标准明显提高，基本消除现有病险水利工程安全隐患。河道管理范围明晰，河道岸线、采砂、河口管理科学有序，洪水灾害风险防范能力明显增强。防洪（潮）减灾机制基本构建完成，能够有效组织应对超标准洪水，洪涝灾害损失进一步下降。

2) 水资源配置建设全面优化，水资源利用效率与保障能力显著提升。

进一步落实最严格水资源管理制度，实施广东节水九条，全市年供用水总量控制、万元工业增加值用水量、万元国内生产总值用水量控制在省下达指标内。推进灌区续建配套与改造，全市恢复万亩以上灌区灌溉面积不低于 40 万亩，大力实施高效节水灌溉，农田灌溉水有效利用系数提高到 0.535 以上。环北部湾广东水资源配置工程湛江分干线项目投入运行后，区域水资源配置格局全面优化，累计新增供水能力 2.28 亿立方米，地表水供水占比显著提升，基本解决湛江市工程型缺水问题。重点水源工程成效初显，水质性缺水难题得到明显缓解。城镇供水保证率与应急备用供水能力进一步提高，雷州半岛干旱问题治理取得显著成效。全市 20 户以上自然村实现集中供水全覆盖，农村自来水普及率达到 100%，全面解决贫困人口饮水安全问题。

3) 水生态文明建设成效显著，健康宜居、亲水惠民的河湖生态水网初步建成。

全面推行河长制湖长制，河湖保护和监管能力明显加强。高质量建设碧道长度超过 287 公里，成为湛江生态文明建设的靓丽名片。重点地区水土流失得到全面治理，水土保持率达到 98.9%以上。系统性开展水生态修复与治理，基本形成从源头到河口、从乡村到城市的全域水生态网络。水生态空间得到有效管护，河湖生态水量得到有效保障，重点河湖基本生态流量达标率不低于 95%。全市水生态环境状况明显改善，农村水系综合治理取得良好开局，重点地区水生态文明建设取得积极成效。

4) 水利行业监管体系更加完善，水利改革与创新持续激发活力。

深入推进河长制湖长制，初步建立河湖空间管控和长效管护机制，主要河湖水域岸线得到有效管控，重要河湖水域岸线监管率达到 95%。坚持“四定”原则，深化水价和水市场机制改革：激发节水内生动力、倒逼节水。水利工程管护体制改革取得实效水利工程良性运行并发挥效益。水利投融资机制更加完善，水利建设与管理资金得到有效保障。“放管服”改革持续深化，水利政务服务效能大幅提升。水法规体系逐步健全，水利监督和水行政执法水平显著提高。水法规体系进一步完善，水行政执法监管全面强化，水利科技投入稳步增长，水利智慧化管理初步实现。

4.3.工程现状及存在问题

4.3.1.海堤现状及存在问题

因多年来台风以及风暴潮的影响，南三岛内的海堤出现迎水坡掏空、坍塌、开裂，背水坡水土流失严重，护坡塌方、开裂下沉，堤身多处出现掏空小孔，部分堤段现状堤顶路面未硬化、未修建护坡及防浪墙等，经过现场调查及镇日常管理排查，目前发现的安全隐患点如下：

表 4.3- 1 堤防安全隐患统计表

序号	所在堤段	存在问题	桩号起点	桩号终点
1	北头寮堤	现状堤顶路面未硬化，沿线存在两处水毁段，长度约 45m	K1+220	K2+362
2	光明堤	背水坡水土流失严重	K4+419	K5+434
3	米捻堤	现状堤顶路面未硬化	K6+175	K6+742
4	北灶堤	现状堤顶路面未硬化	K11+114	K13+080
5	凤辇堤	1 堤顶路未硬化，沿线存在两处水毁段，长度约 70m	K13+080	K14+842

序号	所在堤段	存在问题	桩号起点	桩号终点
6	岭尾堤	背水坡掏空塌方	K14+928	K15+521
7	通沟堤	迎水坡塌陷，迎水坡平台多次出现险情，存在堤防缺口	K34+784	K35+505
8	南海堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，背水坡水土流失严重	K38+000	K41+515
9	联合堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，部分堤身未修建砼护坡、背水坡水土流失严重	K43+830	K48+581
10	和平堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，部分堤身未修建砼护坡、背水坡水土流失严重	K49+150	K50+111
11	灯塔堤	现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，背水坡水土流失严重，堤身多处出现小孔掏空、63#闸往西 300m 处有 30m 堤脚损坏	K50+111	K51+479



图 4.3-1 北头寮堤（现状堤顶路面未硬化，迎水坡有塌陷）



图 4.3-2 光明堤（背水坡水土流失严重）



图 4.3-3 米擒堤（现状堤顶路面未硬化）



图 4.3-4 北灶堤（现状堤顶路面未硬化）



图 4.3-5 凤犁堤（迎水坡有开裂，堤顶路未硬化）



图 4.3-6 岭尾堤（背水坡掏空塌方）



图 4.3-7 通沟堤（迎水坡塌陷，迎水坡平台多次出现险情，存在堤防缺口）



图 4.3-8 南海堤（现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，背水坡水土流失严重）



图 4.3-9 联合堤（现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，部分堤身未修建砼护坡、背水坡水土流失严重）



图 4.3-10 和平堤（现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，部分堤身未修建砼护坡、背水坡水土流失严重）

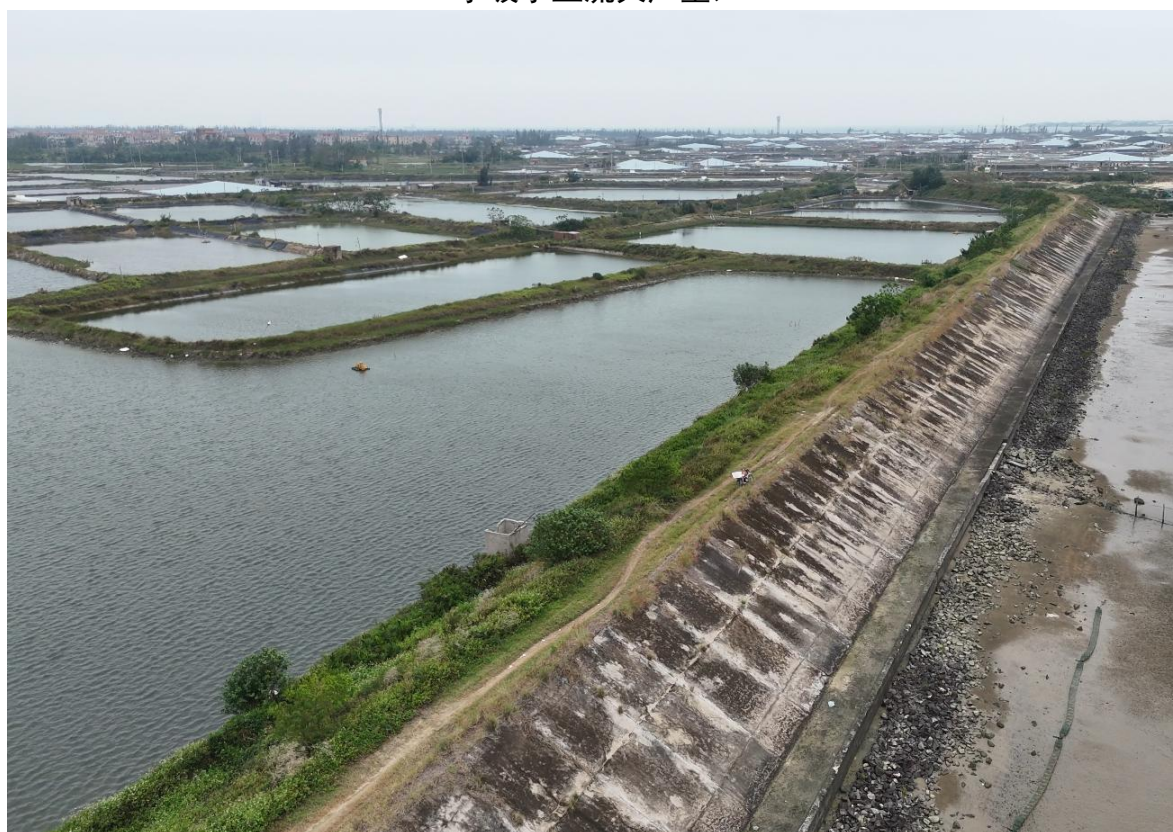


图 4.3-11 灯塔堤（现状堤顶路面未硬化、无防浪墙，背水坡水土流失严重，堤身多处出现小孔掏空、63#闸往西 300m 处有 30m 堤脚损坏）

4.3.2.穿堤涵闸现状及存在问题

因多年来台风以及风暴潮的影响，南三岛内的部分水闸出现腐蚀老化开裂、防护墙变形断裂倾斜、闸板损坏等情况。经过现场调查及镇日常管理排查，目前发现的安全隐患点如下：

表 4.3-2 穿堤涵闸安全隐患统计表

序号	水闸编号	所在堤段	存在问题
1	1#	北头寮堤	闸板损坏，原启闭机架破损
2	1A#	北头寮堤	闸顶及右侧附近迎水坡掏空
3	1B#	北头寮堤	原启闭机架倒塌
4	1C#	北头寮堤	闸板破损，原启闭机架破损
5	1F#	北头寮堤	现状闸板破损，左侧塌陷
6	2#	北头寮堤	闸板损坏，外江右侧掏空
7	5#	李黄梁堤	闸板损坏
8	6#	光明堤	一侧闸孔损坏封堵
9	7#	光明堤	闸身存在裂缝
10	21#	岭尾堤	翼墙开裂
11	22#	岭尾堤	现状混凝土闸门破损
12	29#	东窖堤	堤身渗漏、闸板漏水
13	30#	西窖堤	外江翼墙破损
14	36#	新门口堤	涵身底板破裂、翼墙损坏
15	41#	南海堤	闸门损坏、现状无启闭机
16	47#	解放堤	水闸两侧堤身渗漏
17	62#	灯塔堤	堤身右侧塌陷，闸板渗漏



图 4.3-12 1#水闸（闸板损坏，原启闭机架破损）



图 4.3-13 1A#水闸（附近迎水坡掏空）



图 4.3-14 1B#水闸（闸板损坏，原启闭机架倒塌）



图 4.3-15 1C#水闸（闸板损坏，原启闭机架破损）



图 4.3-16 1F#水闸（现状闸板破损，左侧塌陷）



图 4.3-17 2#水闸（闸板损坏，外江右侧掏空）



图 4.3-18 5#水闸（闸板损坏，腐蚀严重）



图 4.3-19 6#水闸（一侧闸孔损坏封堵）



图 4.3-20 7#水闸（闸身存在裂缝）



图 4.3-21 21#水闸（翼墙开裂）



图 4.3-22 22#水闸（现状混凝土闸门破损）



图 4.3-23 29#水闸（堤身渗漏、闸板漏水）



图 4.3-24 30#水闸（外江翼墙破损）



图 4.3-25 36#水闸（涵身底板破裂、翼墙损坏）



图 4.3- 26 41#水闸（闸门损坏、现状无启闭机）



图 4.3- 27 47#水闸（水闸附近堤身渗漏）



图 4.3- 28 62#水闸（堤身右侧塌陷，闸板渗漏）

4.4.项目建设的必要性

4.4.1.项目建设必要性

（1）项目建设是南三人民生命及财产的重要保障

南三镇四面临海，堤防的建设是南三人民抵御台风大潮的重要手段和措施。随着国民经济发展，南三岛海堤虽经过加固，但由于当时资金不足，仍存在部分堤段未达标问题，并且因多年来台风以及风暴潮的影响，南三岛内的海堤水土流失非常严重，现场部分堤段存在护坡塌方倾斜等情况；另有部分海堤堤面低矮，海水容易倒灌。这一系列安全隐患严重损毁周边农田及鱼虾塘，使人民群众的生命和财产安全受到威胁。为保证人民群众的生命和财产安全，沿海堤防的加固达标及穿堤涵闸的维修重建工作势在必行。

（2）项目建设可促进当地经济社会可持续发展

湛江市是洪涝、台风、风暴潮等自然灾害十分频繁的地区。台风的破坏程度决定于风力大小及登陆位置，在阳江至海南之间登陆的台风，尤其是在湛江沿海登陆的台风对本市影响最大。沿海地区风力大都在 9 级以上，并带来大雨或者暴雨，造成风暴潮和洪涝灾害。这些台风、风暴潮和洪涝等首当其冲对堤围遭受侵袭。由于目前海堤还有部分未达标，抵抗自然灾害能力低，严重影响了当地农业、养殖业的生产和人民生命财产的安全。实施本项目工程建设，可促进当地经济社会的可持续发展。

(3) 项目建设有利于社会安定

南三镇是坡头区的一个农业大镇，有耕地 5.8 万亩，海水长期倒灌容易使土地盐渍化，不适于农作物生产，堤防及涵闸的损坏，在台风天气可能导致海水倒灌且排洪不畅，影响耕地农作物种植生长，影响南三人民经济收入。实施项目建设，提高海堤防护能力有利于社会安定。

(4) 项目建设有利于保护生态环境

项目建设有利于抵御自然灾害，减少海岸侵蚀，保护滨海湿地、红树林等敏感生态系统免受直接破坏。防止海水倒灌，维持沿岸淡水生态系统的盐度平衡（如鱼虾塘、农田）。减少陆源污染物（如农业径流）直接排海，可通过配套污水处理设施改善近岸水质。海堤建设不仅是防御海洋灾害的重要工程措施，在科学规划和生态化设计下，还能对生态环境产生显著的积极影响。首先，海堤能有效保护海岸带脆弱生态系统，如红树林、盐沼和沙滩等，减少风暴潮和波浪侵蚀造成的破坏，为各类生物提供稳定的栖息环境。其次，现代生态海堤通过缓坡设计等技术，能够模拟自然海岸特征，促进藻类、贝类等底栖生物的附着和繁衍，进而吸引鱼类和鸟类，提升区域生物多样性。例如，厦门等地通过生态海堤与红树林的协同建设，成功恢复了退化海岸的生态功能。

随着生态工程技术的进步，海堤已从传统的单一防灾设施，逐步转变为兼顾防护与生态修复的绿色基础设施。未来，通过更科学的选址、设计和长效管理，海堤将在海洋生态环境保护中发挥更加积极的作用。

(5) 项目建设是城市经济快速发展的需要

湛江市受台风风暴潮的危害十分严重，尽管经过海堤工程加固达标建设，海堤的防御能力有所提高，但仍有部分海堤未达标，同时由于在全球气候变化背景下，风暴潮灾害发生的频率和强度呈不断增加的趋势，每年造成的直接经济损失达数亿元，对湛

江市经济发展和人民生命财产安全的威胁日趋严重，不利于当地经济社会的发展、人民生活水平的提高和社会的和谐稳定。

(6) 项目建设符合国民经济和社会发展规划等相关规划的目标

《广东省生态海堤建设“十四五”规划（印发稿）》指出为贯彻落实生态文明建设思想，把尊重自然、顺应自然、保护自然的生态理念贯穿到海堤建设全过程中，使海堤工程与自然生态系统更好的融为一体，保护海岸带的生态本底，维护海岸带的健康，要求建设生态海堤。南三联围海堤现状堤身部分未设防浪墙，有的堤段多次出现塌陷，堤脚掏空，堤防两侧的坑塘距离堤脚过近，两水夹堤的现象普遍存在。

“十四五”时期（2021-2025 年）是湛江建设产业实力雄厚的现代化滨海城市、打造沿海经济带上的新增长极的关键时期，也是湛江气象系统开启气象现代化向更高水平迈进新征程的重要战略机遇期。湛江是人口大市、农业大市、水产大市，同时也是气象灾害重市，防洪潮工程的安全与否，对于保护沿海人民生命财产安全，促进经济可持续发展，有着举足轻重的作用。随着坡头区社会经济的发展，作为该片区的安全屏障的海堤越发显出它的重要性，对确保城区人民财产安全，建设人水和谐，幸福湛江具有十分重要的意义。

工程建设符合湛江市国民经济和社会发展规划方向，是对党和政府战略发展蓝图的贯彻。工程建设为坡头区提质增效提供安全保障，同时提升沿线海岸带品质，是对这一伟大蓝图的贯彻落实，符合湛江市国民经济和社会发展规划方向，带动海岸沿线开发利用，打造靓丽湛江新名片。

因此，对南三联围海堤加固达标建设显得十分迫切和必要，具有显著的经济社会意义和战略价值。

4.4.2.项目建设可行性

(1) 各级党委和政府高度重视，为工程的实施提供了强有力的组织保证

目前，坡头区各级政府都从可持续发展的战略高度对加强基础设施建设、加强堤防的达标建设予以高度重视，作为事关全局的大事来抓，并且严格把关，形成了项目区建设的良性循环。因此，南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程有区委区政府的正确领导，有镇村两级的强有力的支持，在组织方面得到了强有力的保证，是完全可行的。

(2) 人民群众对工程建设认识高，信心足，全力支持

1998 年以来，南三镇遭受特大潮水多次，受灾面积之广，持续时间之长，破坏面积之大，都是历史上从来少有的。海堤工程落后，使农业生产受到严峻的考验，同时更使农民群众深刻体验到南三镇环岛海堤加固工程建设的重要性和紧迫性，农民把海堤加固工程视为保障正常生产生活的生命线，对进行海堤达标加固工程建设的积极性较高。因此，南三镇南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程，是有很好的群众基础的，是完全可行的。

(3) 项目建设展现出全方位的可行性

技术上，项目建设在原有的基础上进行达标加固，采用斜坡式，能够适应不同地质条件和海洋环境。通过勘测技术和材料工艺，可确保工程的稳定性和耐久性。

经济上，虽然项目建设初期需要投入，但其长期效益显著。海堤能有效抵御风暴潮和海岸侵蚀，减少灾害损失，同时保护沿海基础设施、养殖塘和农田，促进滨海旅游、渔业等产业发展，具有较高的投资回报率。

生态上，采用生态海堤设计（如缓坡、植被恢复等），可降低对自然海岸的破坏，甚至修复退化生态系统，提升生物多样性。采取生态补偿措施能进一步减少环境影响。

社会上，海堤直接保障沿海居民的生命财产安全，提升区域防灾能力，社会支持度高。通过公众参与和利益协调，可确保工程顺利实施。

综上所述，项目的建设在技术成熟、经济合理、生态友好和社会支持的基础上完全可行。

4.5.工程任务

本项目为湛江市坡头区海堤加固工程，主要任务是防洪（潮），通过加固沿海堤防，同时修复沿线穿堤建筑物，排除安全隐患。按 30 年一遇设计防洪（潮）标准在原有海堤基础上对南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段中未达标堤段进行达标加固，通过增设防浪墙、坡顶道路硬化、坡脚加固，修复海堤迎水坡、背水坡，对部分险工堤段进行充填灌浆，同时修复改造沿线排水涵闸等措施，提升南三联围抵御设计标准风暴潮的袭击的能力，保障围内防洪（潮）排涝安全，促进当地经济发展，保障围内养殖业、耕地和人民的生命财产安全。

本工程建设内容为湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固。工程建设内容为在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

4.6.设计标准

（1）防洪标准

根据《全国海堤建设方案（2017 年 8 月）》沿海地区海堤设防标准为重要城市防潮标准基本提高至 100~200 年一遇，中等城市的防潮（洪）标准达到 50~100 年一遇，其余大部分地区的防潮（洪）标准达到 20~50 年一遇。

根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》，粤东、粤西地区的湛江等市中心区防洪（潮）标准 100~200 年一遇，城市中心区防洪（潮）标准 100 年一遇，县级以上城市中心区防洪（潮）标准不低于 50 年一遇，其它城区防洪（潮）标准不低于 20 年一遇。根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》附表 17 湛江市生态海堤单元规划情况表，坡头区南三联围海堤工程规划防洪（潮）标准为 30 年一遇，且此宗海堤已列入《全国海堤建设方案》规划项目库。

根据《广东省水利发展“十四五”规划》，湛江等城市中心区防洪（潮）能力不低于 100 年一遇，县级以上城市中心区防洪（潮）能力不低于 50 年一遇。

根据《广东省堤防达标加固三年攻坚行动实施方案（2024-2026 年）》，湛江等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。

根据《广东省湛江市防洪（潮）排涝规划（2022~2035 年）》，湛江市中心城区防洪标准确定为 100 年一遇。中心城区“一湾两岸”涉及海岸带近中期防潮标准为 50 年一遇、远期为 100 年一遇；中心五区除了城区的其他区域海岸带防潮标准根据实际情况按 20~50 年一遇防海潮标准设防。

根据已批复《南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程可行性研究报告》，确定南三联围工程为Ⅲ等工程，堤防等级为 3 级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级，防洪（潮）标准采用 30 年一遇。

根据《防洪标准》（GB50201-2014）、《海堤工程设计规范》（SL435-2014）、《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)、《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）等相关规范确定工程规模、设计标准。南三联围保护农田 5.8 万亩、虾池塘养殖面积 2.8 万亩、捍卫人口 7.8 万人。根据《防洪标准》（GB50201-2014）4.3 条乡村防护区，人口<20 万人、耕地面积<30 万亩，防洪标准为 20~10 年一遇。

综合以上分析，根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》，延用本项目前期可研的成果，并适当提升本区域的防洪（潮）标准，本次初步设计确定南三联围堤防等级为 3 级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级，防洪（潮）标准采用 30 年一遇不越浪设计。

（2）治涝标准

根据《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》（粤水电总字[1995]4 号文）规定，治涝设计以涝区 10 年一遇 24 小时暴雨产生的径流量，城镇区按 1 天排干，农作区按 3 天排干计算。

根据《广东省湛江市防洪（潮）排涝规划（2022~2035 年）》，湛江市中心城区排涝采用设计暴雨重现期为 20~10 年一遇，农村治涝标准为 10 年一遇 24h 小时暴雨不成灾。

综上，本次海堤围垦内排涝标准按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干设计。

4.7.工程规模

4.7.1.建设内容

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程建设内容为在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。详情见下表。

表 4.7-1 堤防工程措施统计表

序号	堤段	起点	终点	长度	措施
1	北头寮堤	K1+220	K2+362	1142	新建堤顶路面
		K1+570	K1+595	25	水毁修复
		K2+325	K2+345	20	水毁修复

序号	堤段	起点	终点	长度	措施
2	光明堤	K4+419	K5+434	1015	背水坡加固
3	米捻堤	K6+175	K6+742	567	新建堤顶路面
4	北灶堤	K11+114	K13+080	1966	新建堤顶路面
5	凤辇堤	K13+080	K14+842	1762	新建堤顶路面
		K14+225	K14+270	45	水毁修复
		K14+325	K14+350	25	水毁修复
6	岭尾堤	K15+078	K15+173	95	背水坡加固
7	通沟堤	K34+784	K34+878	79	新建堤段
		K34+878	K35+059	196	新建堤顶路面
		K35+059	K35+505	446	迎水坡平台修复
8	南海堤	K38+000	K41+515	3515	达标加高
9	联合堤	K43+830	K48+581	4751	达标加高
10	和平堤	K49+150	K50+111	961	达标加高
11	灯塔堤	K50+111	K51+479	1368	达标加高

表 4.7-2 穿堤涵闸工程措施统计表

序号	水闸编号	所在堤段	措施
1	1#	北头寮堤	更换闸板重建机架
2	1A#	北头寮堤	更换闸板重建机架
3	1B#	北头寮堤	更换闸板重建机架
4	1C#	北头寮堤	更换闸板重建机架
5	1F#	北头寮堤	更换闸板
6	2#	北头寮堤	更换闸板
7	5#	李黄梁堤	更换闸板
8	6#	光明堤	整体拆除重建
9	7#	光明堤	整体拆除重建
10	21#	岭尾堤	拆除重建翼墙
11	22#	岭尾堤	更换闸板
12	29#	东窖堤	整体拆除重建
13	30#	西窖堤	拆除重建翼墙，更换启闭机架
14	36#	新门口堤	整体拆除重建
15	41#	南海堤	整体拆除重建
16	47#	解放堤	灌浆加固
17	62#	灯塔堤	整体拆除重建

4.7.2.水闸过流能力复核

(1) 排涝标准

本次海堤围垦内排涝标准按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干设计。

(2) 水闸排涝能力复核

根据《水闸设计规范》（SL 265-2016），采用水闸淹没出流公式计算。

$$Q=B_0\sigma\epsilon m\sqrt{2gH_0^{3/2}}$$

式中：B₀——闸孔总净宽（m）；
Q——过闸流量（m³/s）；
σ——堰流淹没系数；
ε——堰流侧收缩系数，按 0.9~0.95 计；
m——堰流流量系数，采用 0.385；
H₀——计入行进流速水头的堰上水深（m）。

本次南三联围海堤共有穿堤涵闸共 16 座，重建 8 座，维修加固 8 座，其中维修加固涵闸仅对闸门及损毁部位进行修复，本次设计不进行排涝能力复核。仅对重建 8 座涵闸进行复核，按《水闸设计规范》（SL 265-2016）中计算闸孔总净宽时，平原区水闸的过闸水位差可采用 0.1~0.3m，山区、丘陵区水闸的过闸水位差可适当加大。本次控制过闸水位差 0.3m，经复核 8 座涵闸均可以满足 10 年一遇排涝标准要求，所以本次设计按照原闸门尺寸规模进行重建设计，新建及重建涵闸排涝能力计算复核成果见下表。

表 4.7-3 穿堤涵闸排涝能力计算表

水闸编号	闸宽(m)	闸底高程(m)	内涌水位(m)	外江水位(m)	下游水深hs(m)	总水头H ₀ (m)	过流能力(m ³ /s)	10 年一遇洪峰流量(m ³ /s)	是否满足
6#	4.2	0.4	1.8	1.5	1.1	1.4	10.04	9.16	是
7#	7.5	-0.6	1.3	1	1.6	1.9	26.61	23.94	是
29#	1.8	-0.5	1.2	0.9	1.4	1.7	5.55	4.68	是
36#	2.2	-0.5	1.4	1.1	1.6	1.9	7.80	7.11	是
41#	4.8	-0.6	2.3	2	2.6	2.9	28.39	25.85	是
62#	3	0.14	1.94	1.64	1.5	1.8	9.94	7.51	是

4.7.3.堤顶高程计算

(1) 计算方法

各堤围防潮堤堤顶高程按《海堤工程设计规范》（SL435-2014）中的公式计算。

$$Z_p=h_p+R_F+A$$

式中：Z_p——设计频率的堤顶高程（m）；
h_p——设计频率的高潮位，m；

R_F ——按设计波浪计算的累计频率为 F 的波浪爬高值（海堤按不允许越浪设计时取 $F=2\%$ ，按允许部分越浪设计时取 $F=13\%$ ）， m ；

A ——安全加高（ m ）。

风浪要素按“莆田海堤试验站公式”计算确定，计算公式如下：

$$\frac{g\bar{H}}{v^2} = 0.13th \left[0.7 \left(\frac{gd}{v^2} \right)^{0.7} \right] th \left\{ \frac{0.0018 (gF/v^2)^{0.45}}{0.13th \left[0.7 (gd/v^2)^{0.7} \right]} \right\}$$
$$\frac{g\bar{T}}{v} = 13.9 \left(\frac{g\bar{H}}{v^2} \right)^{0.5}$$

式中： g ——重力加速度， $9.81m/s^2$ ；

H ——平均波高， m ；

T ——平均波周值， s ；

F ——风区长度， m ；

v ——设计风速， m/s ；

d ——风区的平均水深， m 。

(2) 参数

1) 风区长度确定

南三联围海堤全长 49.6 公里，由北头寮、李黄梁苏、光明、米稔、南米、北灶、风犁、岭尾、背海、上郭头、东窖、西窖、调东、调安、新门口、北涯、通沟、南海、解放、联合、和平、灯塔、湖村湾堤段组成，从万分之一地形图分别量得并计算各段吹程。

2) 设计计算风速

按照广东省水利厅《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）附录 E，选取湛江站 30 年重现期年最大风速，各风向设计值见表。

表 4.7-4 各风向设计风速计算值（湛江站）

风向	重现期（年）							
	2	5	10	20	30	50	100	200
N~NNE	12.3	17	20.1	23.1	24.8	26.9	29.8	32.7
NE~ENE	11.6	16.6	19.9	23.1	24.9	27.2	30.2	33.3
E~ESE	11	16.1	19.5	22.7	24.6	26.9	30.1	33.2
SE~SSE	9.8	14	16.8	19.5	21.1	23	25.6	28.2

S~SSW	8.8	12.9	15.7	18.3	19.8	21.7	24.2	26.8
SW~WSW	7.9	11.5	14	16.3	17.7	19.4	21.6	23.9
W~WNW	6.7	10.2	12.6	14.8	16.1	17.7	19.9	22.1
NW~NNW	9.6	13.7	16.5	19.1	20.5	22.4	24.9	27.5

3) 设计潮位

采用湛江港站潮位成果，各频率年最高潮位设计成果见下表。

表 4.7-5 各频率潮位表（1985 国家高程基准）

湛江港	各级频率（%）						
	0.2	0.5	1	2	3.33	5	10
设计年最高潮(水)位	6.104	5.644	5.284	4.914	4.544	4.434	4.054

本工程防潮标准为 30 年一遇，选取 3.33%设计频率年最高潮位值，为 4.544m。

4) 安全加高

按照广东省水利厅《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）表 11.3.1 的规定选取，3 级不允许越浪的安全加高取值为 0.7m。

表 4.7-6 堤顶安全加高值

海堤工程级别	1	2	3	4	5
不允许越浪 A（m）	1	0.8	0.7	0.6	0.5
允许部分越浪 A（m）	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3

（3）堤顶高程计算成果

根据《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004），不规则波的不同累积频率波高 H_F 与平均波高 H 之比值可按下表确定：

表 4.7-7 不同累积频率波高换算

H/d	F（%）	0.1	1	2	3	4	5	10	13	20	50
0	H_F/H	2.97	4.42	2.23	2.11	2.02	1.95	1.71	1.61	1.43	0.94
0.1		2.70	2.26	2.09	2.00	1.92	1.86	1.65	1.56	1.41	0.96
0.2		2.46	2.09	1.96	1.88	1.81	1.76	1.59	1.51	1.37	0.98
0.3		2.23	1.93	1.82	1.76	1.70	1.66	1.52	1.45	1.34	1.00
0.4		2.01	1.78	1.69	1.64	1.60	1.56	1.44	1.39	1.30	1.01
0.5		1.80	1.63	1.56	1.52	1.49	1.46	1.37	1.33	1.25	1.01

南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段堤脚高程 1.1-1.7m，计算点水深 d 为 2.874m-3.474m， H/d 为 0.09-0.10。

海堤堤顶（防浪墙顶）高度应满足 30 年一遇设计最高潮水位、波浪爬高、越浪量与路面结构厚度综合要求。

本次按照防潮标准 30 年一遇不越浪设计堤顶高程，累积频率设计时取 2%，波高 $R_F(2\%) = 2.09\text{m}$ ，堤顶安全加高值选 0.7m。计算成果如下：

表 4.7-8 堤顶高程计算成果表

设计潮位 (m)	是否允许越浪	波浪爬高	安全超高	计算堤顶高程(m)
4.544	否	2.09	0.7	7.344

5. 工程布置及建筑物

5.1. 设计依据

5.1.1. 基础资料

(1) 气候特征

南三镇四面临海，北面有南三河，西临湛江港，南面是广州湾航道，东面是南海，鉴江从东北部出海。南三镇四周海域因地形的不同，潮差亦有不同。南面广州湾出海口狭隘，湾内潮差偏小，南三河出海口呈漏斗形和凹凸的海底地形而出现谐振，潮差由海湾外海的 3~5 米逐渐扩展到 7 米以上的大潮差。

南三镇由于面临海洋，属亚热带季风气候地区，主要气候特征是夏季高温多，日照时间长，气候温湿，雨量多，强度大。冬暖少霜冻，夏秋多受台风影响，雷暴发生也较频繁。

流域内无气象站，在流域外的西部有湛江市气象站，建立于 1951 年，观测年限长，实测精度高，其主要观测项目有气温、降雨、风速、风向等。

南三镇所在地的气象资料以湛江市气象站资料统计分析。其主要的气象要素为：

热带气旋即台风：据湛江市气象局 1951~2001 年共 50 年资料的统计，有影响的热带气旋（台风）共 145 次，其中较大影响的有 48 次，强台风多发生在 9 月，最大风力 ≥ 8 级的平均 0.85 年一次， ≥ 9 级的平均 1.3 年一次， ≥ 10 级的平均 2 年一次， ≥ 11 级的平均 4 年一次， ≥ 12 级的平均 7 年一次。9616 号台风 1996 年 9 月 10 日在湛江市沿海地区登陆，风力达 9~12 级。

(2) 气温、湿度

南三岛位于湛江市东侧，所在地区属亚热带季风气候，汛期气温高，降雨量大，随时可能遇上台风天气，冬季气候凉爽，雨水相对较少。根据湛江市气象台观测资料统计分析，多年平均气温 23℃，最高气温 37.5℃，最低气温 0.4℃，主要气候特征是夏季高温多雨，日照时间长，相对湿度大，冬暖少霜冻，夏季多受台风影响雷暴发生也较频繁，多年平均降雨量为 1575 毫米。

湿度：多年平均相对湿度为 85%。

(3) 降水

坡头区南三镇地处北回归线以南的低纬度地带，属亚热带海洋性季风气候，雨量较为充沛，但年内分配不均，多集中在夏秋两季，冬春雨量少而蒸发量大，地表水源的利用率较低。境内除少数季节性小河外，没有大河湖川的地表水源，降雨是主要地表水源，多年平均降雨量 1575 毫米，径流深 656 毫米，年径流量为 3.33 亿立方米。汛期台风暴雨较多，具有降雨强度大、发展猛、移动快、破坏力大的特点，汛期旱、涝、洪、潮灾害都严重。

(4) 台风、风速

本区域地处亚热带，受海洋性气候影响，是热带气旋侵袭频繁的地区之一，台风侵袭尤以 7~9 月的可能性最多。根据广东省水利厅粤水办〔1998〕5 号《广东省沿海地区年最大风速和相应年最高潮位日的最大风速频率计算成果》，黄坡、湛江港站各频率年最大风速成果见下表。

表 5.1-1 黄坡、湛江站各频率最大风速表单位：m/s

站名	重现期 (P=%)	1	3	5	10	20	平均
黄坡站	年最大风速	41	37	32	28	23	18
	相应年最高潮位日最大风速	32	28	22	17	13	9
湛江港站	年最大风速	47	43	39	35	31	25
	相应年最高潮位日最大风速	40	35	28	22	17	12

设计风速采用《广东省沿海地区年最大风速和相应年最高潮位日的最大风速频率计算成果》中湛江港站相应年最高潮位日的最大风速，30 年一遇 35m/s。

(5) 蒸发、日照

本区域日照时间长，蒸发量大。

蒸发：多年平均蒸发量 1787 毫米，最大年蒸发量为 2065.2 毫米(1955 年)。

日照：历年平均日照小时为 1843.5 小时，最多的为 2393 小时，最少的为 1456 小时。

(6) 地形地貌

湛江的陆地大部分由半岛和岛屿组成，地势大致是中轴高，东西两侧低，南北高而中间低，起伏和缓，多为平原和台地。全市土地总面积中，平原占 66%，丘陵占 30.6%，山区占 3.4%。陆地水面（包括水库、山塘、池塘、江河）占 6.4%。

湛江面向海洋,海岸线总长 2023.6km,其中大陆海岸线 1243.7km、岛岸线 779.9km,海岸线系数(海岸线长度与国土面积之比)为 0.162,即每平方公里国土的海岸线长 162m。

湛江北部低丘陵区,地势最高为廉江市北部、西北部,以海拔 80~250m 的低丘陵为主,有湛江最高点双峰嶂(海拔 384m)与数十座 100~300m 的峰岭并排,形成一道屏障。其余山地多呈扁馒头形小山丘,沟谷较宽,丘陵疏矮,起伏不大,坡度 8~15°,相对高度在 30m 以下,海拔高度在 50~100m 之间,少数达 150m。丘陵渐靠河谷,亦渐为低矮。其中穿插的沟谷,切割明显。

湛江的半岛缓坡台地,三面临海,台地略有起伏,无明显峰谷,地势较平缓,坡度 3~5°。在大片缓坡地之间有水田、小溪或冲刷沟等切割。以火山喷发遗迹的小山较高,地势向四周逐渐变低。较高的山岭有螺岗岭(海拔 223m)、仕礼岭(海拔 226m)、石卯岭(海拔 259m)、石板岭(海拔 245m)。螺岗岭以南地势平缓,东西部皆为台地,台顶平坦,周边较陡。

湛江的沿海平原区,以河流冲积的滨海平原为主,部分为滨海台地,地势平缓,起伏极微,坡度 1~4°。滨海平原海拔 0.8~3m。

湛江主要岛屿有东海岛、南三岛、硇洲岛、特呈岛、调顺岛、东头山岛、南屏岛等。东海岛面积达 289km²,为广东省最大的岛屿,是中国第五大岛屿。湛江南三岛面积 164km²,为广东省第二大岛屿,是全国第七大岛屿。

2、执行的相关标准规范:

- 1) 《防洪标准》(GB50201-2014);
- 2) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017);
- 3) 《水利水电工程初步设计报告编制规程》(SL/T619-2021);
- 4) 《海堤工程设计规范》(SL435-2014);
- 5) 《广东省海堤工程设计导则(试行)》(DB44/T182-2004);
- 6) 《堤防工程设计规范》(GB50286-2013);
- 7) 《堤防工程施工规范》(SL260-2014);
- 8) 《堤防工程地质勘察规程》(SL188-2005);
- 9) 《堤防工程管理设计规范》(SL/T171-2020);

- 10) 《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；
 - 11) 《水工建筑物抗震设计规范》（GB51247-2018）；
 - 12) 《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2019）；
 - 13) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
 - 14) 《建筑地基处理技术规范》广东省标准（DBJ/T15-38-2019）；
 - 15) 《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》（JTJ017-96）；
 - 16) 《中国地震参数区划图》（GB18306-2015）；
 - 17) 《中华人民共和国环境保护法》；
 - 18) 《设计文件编制和审批办法》；
 - 19) 《建设工程设计工作管理暂行办法》；
 - 20) 《建设项目环境保护设计规定》；
 - 21) 工程建设标准强制性条文等有关部门。
- 其他相关规范。

5.2.工程等级和标准

1、工程等别及设计标准

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程起点位于南三镇北头寮，沿规划海岸线，大致为自西向东走向，终点位于南三镇大庙，需治理在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。保护围内农田 5.8 万亩、池塘养殖面积 2.8 万亩、捍卫人口 7.8 万人。

据该工程区域的社会经济地位、人口数量和重要程度等分类指标，对照《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《海堤工程设计规范》（GB51015-2014）和《广东省生态海堤建设“十四五”规划（印发稿）》规定，确定南三联围海堤工程等别为Ⅲ等工程，南三联围堤防级别为 3 级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级。本工程设计防潮标准按 30 年一遇高潮水位进行设计；围内治涝标准按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干标准设计。

2、地震烈度

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2001)，湛江市地震动反应谱特征周期为 0.45s，地震动峰值加速度为 0.10g，对应地震基本烈度为Ⅶ度。

3、工程合理使用年限及耐久性标准

(1) 合理使用年限

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）3.0.3“水利水电工程各类永久性水工建筑物的合理使用年限，应根据其所在工程的建筑物类别和级别按表 3.0.3 的规定确定，且不应超过工程的合理使用年限。当永久性水工建筑物级别提高或降低时，其合理使用年限应不变。”

堤防建筑物级别为 3 级，穿堤涵闸主要建筑物级别为 3 级，故其永久性水工建筑物合理使用年限均为 50 年。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）3.0.5，“1 级、2 级永久性水工建筑物中闸门的合理使用年限应为 50 年，其他级别的永久性水工建筑物中闸门的合理使用年限应为 30 年”。涵闸闸门的合理使用年限为 30 年。

(2) 耐久性标准

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）中 4.1.9 节水工建筑物所处的侵蚀环境条件可按下表分为五个类别。本次工程范围处于海水浪溅区，环境类别为五类。

表 5.2-1 水工建筑物所处的侵蚀环境类别

环境类别	环境条件
一	室内正常环境
二	室内潮湿环境；露天环境；长期处于水下或地下的环境
三	淡水水位变化区；有轻度化学侵蚀性地下水的地下环境；海水水下区
四	海上大气区；轻度盐雾作用区；海水水位变化区；中度化学侵蚀性环境
五	使用除冰盐的环境；海水浪溅区；重度盐雾作用区；严重化学侵蚀性环境
注 1：海上大气区与浪溅区的分界线为设计最高水位加 1.5m；浪溅区与水位变化区的分界线为设计最高水位减 1.0m；水位变化区与水下区的分界线为设计最低水位减 1.0m；重度盐雾作用区为离涨潮岸线 50m 内的陆上室外环境；轻度盐雾作用区为离涨潮岸线 50~500m 内的陆上室外环境。	
注 2：冻融比较严重的二类、三类、四类环境条件下的建筑物，可将其环境类别分别提高为三类、四类、五类。	

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）4.3.2 中“对于合理使用年限为 50 年的水工结构，配筋混凝土耐久性的基本要求宜符合下表的要求。”

表 5.2-2 配筋混凝土耐久性基本要求

环境类别	混凝土强度等级	最小水泥用量 (kg/m ³)	最大水胶比	最大氯离子含量 (%)	最大碱含量 (kg/m ³)
一	C20	220	0.60	1.0	不限制
二	C25	260	0.55	0.3	3.0
三	C25	300	0.50	0.2	3.0
四	C30	340	0.45	0.1	2.5
五	C35	360	0.40	0.06	2.5

注 1：表中的规定适用于采用热轧钢筋的钢筋混凝土结构和采用预应力钢丝、钢绞线、螺纹钢及钢棒的预应力混凝土结构；当采用其他类别的钢筋时，其裂缝控制要求可按专门标准确定。

注 2：当结构构件的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，表列裂缝宽度限值可增加 0.05mm。

注 3：当结构构件不具备检修维护条件时，表列最大裂缝宽度限值宜适当减小。

注 4：当结构构件承受水压且水力梯度大于 20 时，表列最大裂缝宽度限值宜减小 0.05mm。

注 5：当结构构件表面设有专门可靠的防渗面层等防护措施时，最大裂缝宽度限值可适当加大。

注 6：对严寒地区，当年冻融循环次数大于 100 时，表列最大裂缝宽度限值宜适当减小。

注 7：预应力混凝土结构构件的裂缝控制等级如下。

一级—严格要求不出现裂缝的构件，应按荷载效应标准组合验算，构件受拉边缘混凝土不应产生拉应力。

二级—般要求不出现裂缝的构件，应按荷载效应标准组合验算，构件受拉边缘混凝土的拉应力不应超过混凝土轴心抗拉强度标准值的 0.7 倍。

三级—允许出现裂缝的构件，应按荷载效应标准组合进行裂缝宽度验算，构件正截面最大裂缝宽度计算值不应超过表中规定的限值。

考虑地质结论明确指出场地环境水对混凝土和钢筋有“强腐蚀性”，结合《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），水工金属结构应根据环境条件进行防腐蚀设计，提出防腐蚀措施，合理使用年限为 50 年的水工结构钢筋的混凝土保护层厚度不应小于下表所列值。

表 5.2-3 混凝土保护层最小厚度

项次	构件类别	环境类别				
		一	二	三	四	五
1	板、墙	20	25	30	45	50
2	梁、柱、墩	30	35	45	55	60
3	截面厚度不小于 2.5m 的底板及墩墙	----	40	50	60	65

注 1:直接与地基接触的结构底层钢筋或无检修条件的结构，保护层厚度应适当增大。

注 2:有抗冲耐磨要求的结构面层钢筋，保护层厚度应适当增大。

注 3:混凝土强度等级不低于 C30 且浇筑质量有保证的预制构件或薄板，保护层厚度可按表中数值减小 5mm。

注 4:钢筋表面涂塑或结构外表面敷设永久性涂料或面层时，保护层厚度可适当减小。

注 5:严寒和寒冷地区受冰冻的部位，保护层厚度还应符合 GB/T 50662 的规定。

根据《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）3.3.6 条规定，结构所需的混凝土抗渗等级应根据所承受的水头、水力梯度以及下游排水条件、水质条件和渗透水的危害程度等因素确定，并不应低于下表的规定值。结合本工程具体情况考虑要求抗渗等级不小于 W6。

表 5.2-4 混凝土抗渗等级的最小允许值

项次	结构类型及运用条件		抗渗等级
1	大体积混凝土结构的下游面及建筑物内部		W2
2	大体积混凝土结构的挡水面	H<30	W4
		30≤H<70	W6
		70≤H<150	W8
		H≥150	W10
3	素混凝土及钢筋混凝土结构构件的背水面可自由 渗水者	<19	W4
		10≤i<30	W6
		30≤i<50	W8
		50	W10
注 1:表中丑为水头(m),i 为水力梯度。			
注 2:当结构表层设有专门可靠的防渗层时，表中规定的混凝土抗温等级可适当降低			
注 3:承受侵蚀性水作用的结构，混凝土抗盗等级应进行专门的试验研究。但不应低于 W4,			
注 4:埋置在地基中的结构构件(如基础防渗墙等》,可按照表中项次 3 的规定选择混凝土抗渗等级。			
注 5 对背水面可自由渗水的素混凝土及钢筋混凝土结构构件。当水头 H 小于 10m 时，其混凝土抗渗等级可根据表中项次 3 降低一级。			
注 6:对严寒、寒冷地区且水力梯度较大的结构，其抗渗等级应按表中的规定思高一级。			

4、主要设计允许值

（1）主要建筑材料

筑堤土料按《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）有关规定严格执行，筑堤土料中不得含有草皮、树根及有机质等。1 级堤防堤身填土的压实度要求不小于 0.95，堤身高度不低于 6m 的 3 级堤防堤身填土的压实度要求不小于 0.93，堤身高度低于 6m 的 3 级堤防压实度不小于 0.91，以保证堤身沉降量、渗透性在允许范围内，并且有足

够的稳定性，本工程为 3 级堤防，堤身高度不低于 6m 的 3 级堤防堤身填土的压实度要求不小于 0.93，堤身高度低于 6m 的 3 级堤防压实度不小于 0.91。

（2）堤防整体稳定

本工程堤防工程的级别为 3 级，采用瑞典条分法进行土堤边坡抗滑稳定计算时，堤防整体抗滑稳定安全系数允许值见下表。

表 5.2-5 土堤边坡抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合	抗滑稳定安全系数 K_c
	3 级
正常运用条件	1.20
非常运用条件 I	1.10
非常运用条件 II	1.05

（3）挡墙稳定

翼墙/挡土墙为涵闸的一部分，主要为 3 级建筑物，抗滑稳定安全系数的允许值见下表。

表 5.2-6 挡墙稳定安全系数的允许值

荷载组合	抗滑稳定安全系数 K_c	抗倾稳定安全系数 K_0
	3 级	3 级
基本组合	1.25	1.50
特殊组合 I	1.10	1.40
特殊组合 II	1.05	1.30

注：特殊组合 I 适用于施工及校核水位情况；特殊组合 II 适用于地震情况。

挡土墙基底应力的最大值与最小值之比不大于下表中允许值。

表 5.2-7 挡土墙基底应力最大值与最小值之比的允许值

地基土质	基本组合	特殊组合
松软	1.50	2.00
中等坚实	2.00	2.50
坚实	2.50	3.00

（4）水闸稳定

土基上沿闸室基底面抗滑稳定安全系数允许值，见下表。

表 5.2-8 抗滑稳定安全系数及应力不均匀系数允许值表

荷载组合	抗滑稳定安全系数				基底应力不均匀系数	抗浮稳定安全系数
	1 级建筑物	2 级建筑物	3 级建筑物	4 级建筑物		

基本组合		1.35	1.30	1.25	1.20	1.5	1.10
特殊组合	I	1.20	1.15	1.10	1.05	2.0	1.05
	II	1.10	1.05	1.05	1.00	2.0	1.05

注：1、特殊组合 I 适用于施工情况、检修情况及校核洪水位情况；

2、特殊组合 II 适用于地震情况。

3、水闸抗滑选用 3 级建筑物。

（5）地基沉降值

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），第 8.3.6 节及 8.3.7 节，选取水闸地基最大沉降值不宜超过 15cm，相邻部位的最大沉降差不宜超过 5cm。

5.3.工程总体布置

1、堤线确定

（1）堤线布置原则

堤岸线布置以满足行洪纳潮，改善流态，防御风浪为首要原则，并结合南三联围的现状建设，按以下要求布置：

1）堤线走向宜选取对防浪有利的方向，避开强风和波浪的正面袭击；

2）堤线布置宜选择工程地质条件较好、滩面冲淤稳定的地基，避开古河道、古冲沟和尚未稳定的潮流沟等地层复杂的地段；

3）堤线布置宜平滑顺直，避免曲折转点过多，转折段连接应平顺；迎浪向不宜布置成凹向，无法避免时，应加强消浪防冲设施；

4）为减少征地拆迁，节省工程投资，堤型选择尽量利用原有旧堤断面，争取达到较高的原堤利用率；

5）要充分考虑堤后渔（虾）塘密集区拆迁困难，实施难度大等因素，考虑在利用旧堤基础上尽量在旧堤外侧布置堤线。

6）要与海岸（河道）的水文特征相适应。

7）综合考虑地质、地形、地貌、施工、建材等因素，合理选线。

（2）堤线布置方案

序号	堤段	起点	终点	长度	措施
		K14+325	K14+350	25	水毁修复
6	岭尾堤	K15+078	K15+173	95	背水坡加固
7	通沟堤	K34+784	K34+878	79	新建堤段
		K34+878	K35+059	196	新建堤顶路面
		K35+059	K35+505	446	迎水坡平台修复
8	南海堤	K38+000	K41+515	3515	达标加高
9	联合堤	K43+830	K48+581	4751	达标加高
10	和平堤	K49+150	K50+111	961	达标加高
11	灯塔堤	K50+111	K51+479	1368	达标加高

表 5.3-2 穿堤涵闸工程措施统计表

序号	水闸编号	所在堤段	存在问题	措施
1	1#	北头寮堤	闸板损坏，原启闭机架破损	更换闸板重建机架
2	1A#	北头寮堤	闸顶及右侧附近迎水坡掏空	更换闸板重建机架
3	1B#	北头寮堤	原启闭机架倒塌	更换闸板重建机架
4	1C#	北头寮堤	闸板破损，原启闭机架破损	更换闸板重建机架
5	1F#	北头寮堤	现状闸板破损，左侧塌陷	更换闸板
6	2#	北头寮堤	闸板损坏，外江右侧掏空	更换闸板
7	5#	李黄梁堤	闸板损坏	更换闸板
8	6#	光明堤	一侧闸孔损坏封堵	整体拆除重建
9	7#	光明堤	闸身存在裂缝	整体拆除重建
10	21#	岭尾堤	翼墙开裂	拆除重建翼墙
11	22#	岭尾堤	现状混凝土闸门破损	更换闸板
12	29#	东窖堤	堤身渗漏、闸板漏水	整体拆除重建
13	30#	西窖堤	外江翼墙破损	拆除重建翼墙，更换启闭机架
14	36#	新门口堤	涵身底板破裂、翼墙损坏	整体拆除重建
15	41#	南海堤	闸门损坏、现状无启闭机	整体拆除重建
16	47#	解放堤	水闸处堤身渗漏	灌浆加固
17	62#	灯塔堤	堤身右侧塌陷，闸板渗漏	整体拆除重建

5.4.主要建筑物设计

5.4.1.海堤设计

5.4.1.1.设计原则

1) 堤防工程的形式应根据堤段所在的地理位置、重要程度、堤址地质、筑堤材料、水流及风浪特性、施工条件、运用和管理要求、环境景观、工程造价等因素，经过技术经济比较，综合确定。

2) 加固、改建、扩建的堤防，应结合原有堤型、筑堤材料等因素选择堤型。

3) 城市防洪堤应结合城市总体规划、市政设施建设、城市景观与亲水性等选择堤型。

4) 相邻堤段采用不同堤型时，堤型变换处应做好连接处理。

5) 海堤堤型断面设计应根据堤地质情况、填筑材料、结构型式、波浪作用、施工及应用条件等，经稳定安全计算和技术经济比较最终确定。

6) 堤身断面力求简单、便于施工和维修，结构应安全、经济、耐用。

5.4.1.2.海堤断面型式拟定

海堤断面型式根据具体条件可选择斜坡式、陡墙式和混合式等型式。这几种海堤型式在广东省等沿海省份使用均较多，在设计、施工、管理等方面都有比较丰富的经验。

1) 斜坡式海堤

斜坡式海堤断面临背海边坡坡度较缓，堤身由土、石堤和护面组成，边坡护面砌体必须依附于堤身上，堤基与地基接触面积大，地基应力较小，整体沉降变形较小，沉降差较大，对地基土层承载力的要求不高，适合于软弱地基。护面结构及堤身施工技术简单，维修容易。但为满足堤身安全稳定，堤基占地面积较大，堤身填筑材料需求较多。当临海坡坡度较缓时，计算的波浪爬高值较大，相应堤身较高。其设计关注的重点为堤基不均匀沉降变形，护面结构与堤身土体的整体结合强度，护面结构的整体稳定及抗波浪压力的能力等。

斜坡式断面堤身高度大于 6m 时，背海侧坡面宜设置平台，宽度宜大于 1.5m。对波浪作用强烈的堤段，宜采用复合斜坡式断面，在临海侧设置消浪平台，高程宜位于设计高潮(水)位附近或略低于设计高潮(水)位。平台宽度应根据当地的波浪综合分析确定。

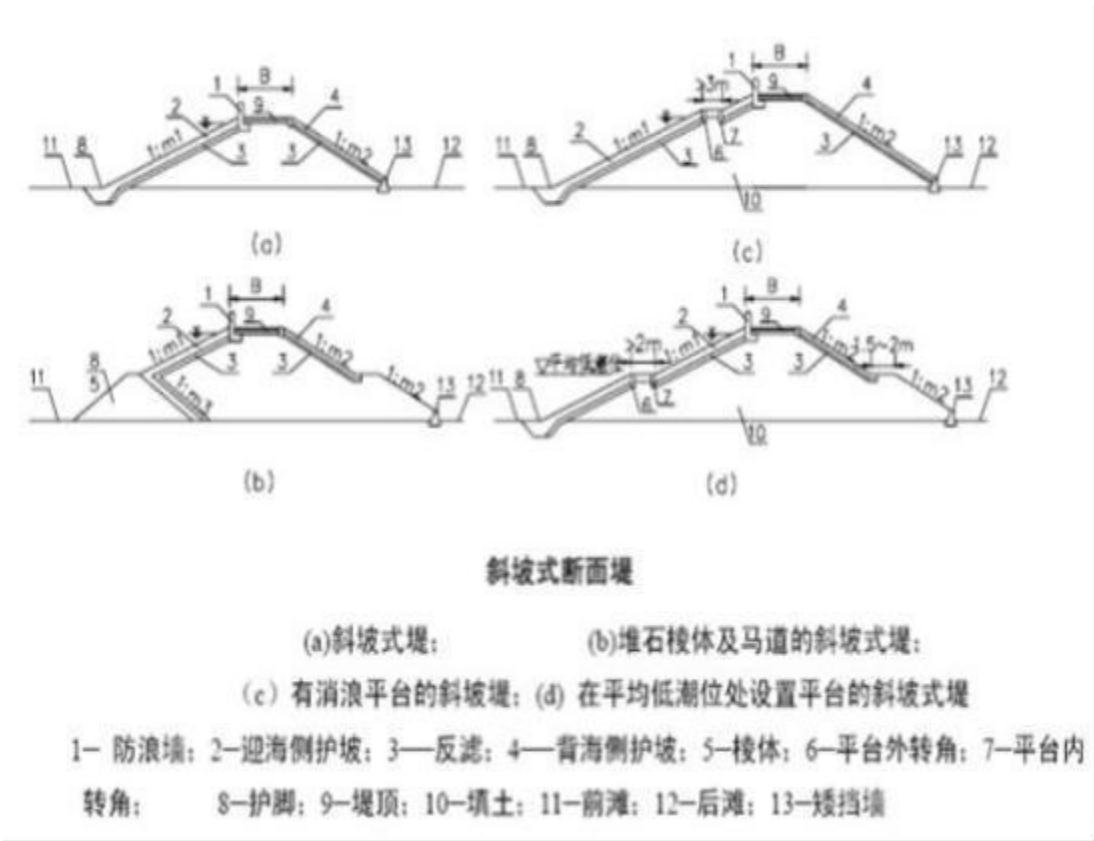


图 5.4-1 斜坡式海堤断面图

2) 陡墙式海堤

陡墙式海堤断面临海侧坡度陡立或直立，堤身由重力式防护外墙及墙后土堤所组成，堤基与地基接触面积小，地基应力较集中，沉降差较小，波浪爬高值小于斜坡式。堤顶防浪墙结合外墙体易建成反弧形式，能有效地阻止或消弱波浪翻越堤顶。堤身断面较小，工程量相对较小，但堤基对地基土层承载力的要求高于斜坡式海堤。局部地区需要进行地基加固处理，增大工程投资。因重力式防护外墙与墙后填料的不同，容易引起墙与墙后填料的沉降差增大，产生不利的后果。由于临海侧坡度陡直或直立，波浪作用力较大，波浪上壅回落易产生墙脚淘刷，需要有保护措施。其设计关注重点为墙与墙后填料的稳定、两者之间的不均匀沉降变形及波浪上壅回落引起的墙脚淘刷等。

陡墙式断面临海侧宜采用重力式或箱式挡墙，背海侧回填土料，底部临海侧基础应采用抛石等防护措施。

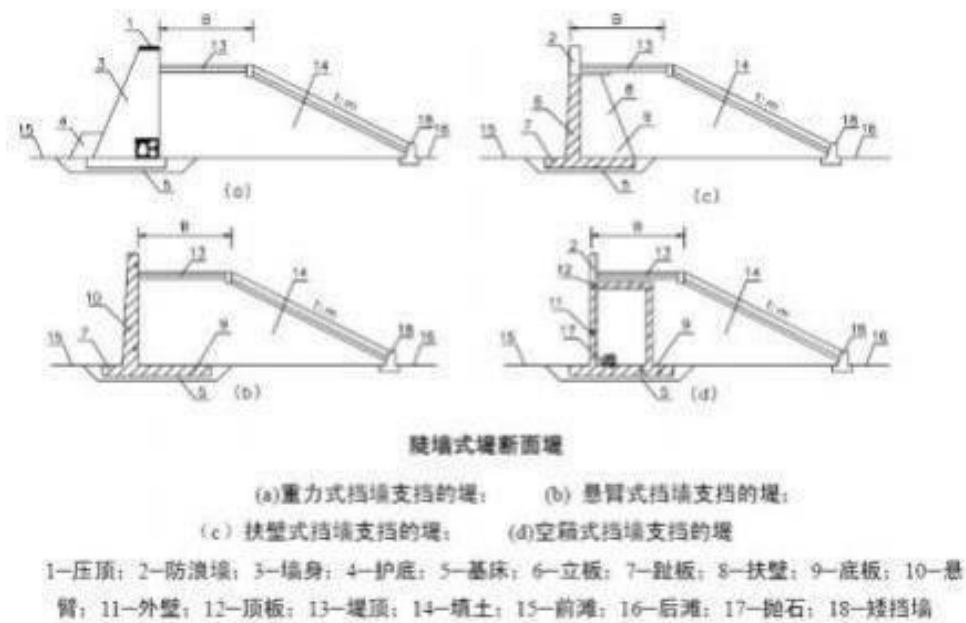


图 5.4-2 陡墙式海堤断面图

3) 混合式海堤

混合式海堤断面临海侧边坡为变化坡比结构，是斜坡式与陡墙式的结合型式。当断面组合得当，兼有两者的优点。平台面的高程，可为设计高潮水位或略低于设计高潮位。对于重要海堤，其消浪平台的高程及平台的尺寸，应该试验确定。设计关注重点为平台面与墙后的转折处受波浪冲击的能力及波浪对平台堤脚的淘刷。

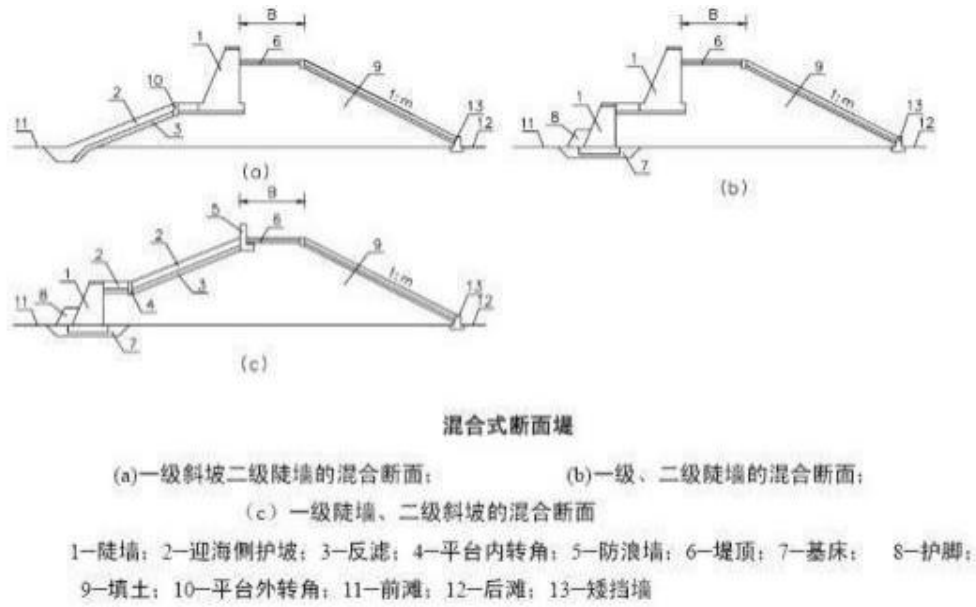


图 5.4-3 混合式海堤断面图

5.4.1.3.海堤堤型的比选

通常地质条件较差、堤身相对较高的堤段，海堤断面宜采用斜坡式。斜坡式海堤临、背海侧边坡坡度较缓，堤身由土堤和护面组成，边坡护面砌体依附于堤身土体。堤底面与地基接触面积大，地基应力较均匀，沉降差较小。对地基土层承载力的要求不高，适合于软土地基。临海侧坡面有充足的地方布置消浪设施，能消散部分波浪能量。护面结构及堤身施工技术简单，维修容易。但为满足堤身安全稳定，堤基占地面积较大，堤身填筑材料需求较多。当临海侧坡度较缓时，计算的波浪爬高值较大，相应堤身较高。其设计关注重点为堤基不均匀沉降变形、护面结构与堤身土体的整体结合强度和护面结构的整体稳定及抗波浪压力的能力。

地基条件较好、滩面较高的堤段，或虽有软弱土层存在，但经地基加固处理后在经济上合理的堤段，海堤断面可选择陡墙式。陡墙式海堤断面临海边坡坡度陡直或直立，堤身由重力式防护外墙及墙后土堤所组成，堤基与地基接触面积小，地基应力较集中。波浪爬高值小于斜坡式。堤顶防浪墙结合外墙体易建成反弧形式，能有效地阻止或削弱波浪翻越堤顶。堤身断面较小，工程量相对较小。但因重力式防护外墙与墙后填料的材料性质不同，容易引起墙与墙后填料的沉降差增大，产生不利的后果。由于临海边坡坡度陡直或直立，波浪作用力较大，波浪上壅回落易产生墙角淘刷，需要有保护措施。其设计关注重点为墙与墙后填料的稳定、两者之间的不均匀沉降变形及波浪上壅回落引起的墙角淘刷等。堤基对地基土层承载力的要求高于斜坡式海堤。

混合式海堤断面结合以上两种堤型方案的优点，相比斜坡式海堤来讲，其占地面积较小，相比陡墙式海堤来讲，其对地基承载力要求较小、工程投资较节省。

本工程根据以上海堤断面型式，对三种堤身结构型式进行比选。各种型式典型横断面图见下图：

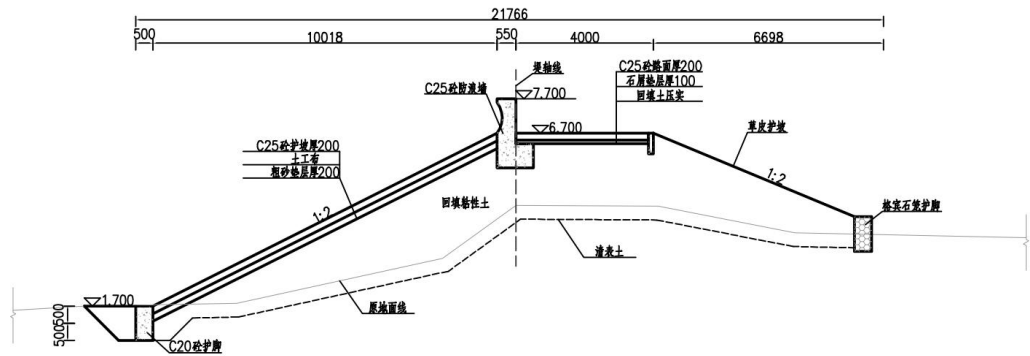


图 5.4-4 斜坡式海堤典型断面图

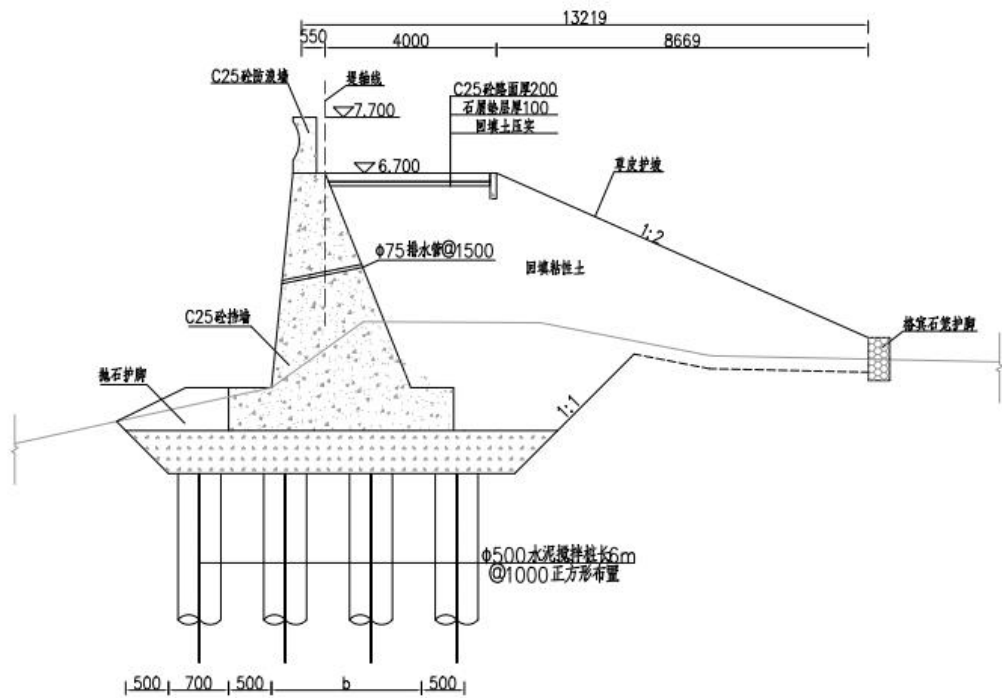


图 5.4- 5 陡墙式海堤断面

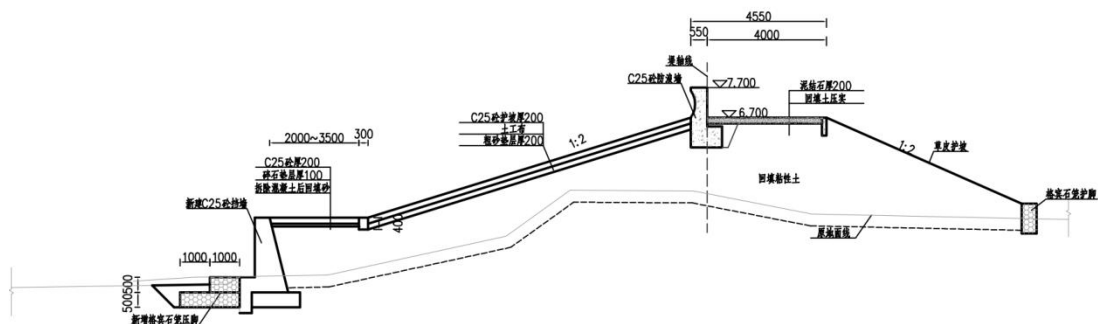


图 5.4- 6 混合式海堤典型断面图

经比较，各海堤堤型方案优缺点比较见下表。

表 5.4- 1 海堤堤型方案优缺点比较表

方案	优点	缺点
斜坡式海堤断面	1.投资造价较经济； 2.施工工艺简单，对周围环境影响小； 3.地基适应能力强。	1.地基固结期长，淤泥的后期沉降和次固结沉降相对较大，使用期维护工程量大； 2、堤身永久占地较大。
陡墙式海堤断面	1.堤身永久占地较小； 2.波浪爬高小。	1.基础承载力要求高； 2.挡墙及搅拌桩施工工期长，工艺相对复杂，需修建围堰，导致临时占地增加； 3.挡墙及堤身变形不均匀，易产生裂缝；

方案	优点	缺点
		4.投资造价最高。
混合式海堤断面	1.消浪效果好; 2.地基适应能力强	1.堤身永久占地较大; 2.投资造价高于斜坡式海堤断面

注：各堤型由于结构型式及消浪效果，其计算堤顶高程略有区别，但实际设计过程中，为保证堤防的整体性和一致性，常常进行取整处理。本工程海堤堤型比选中，即按统一堤顶高程进行比选。

结合湛江地区及当地海堤的实践经验分析认为，陡墙式堤型断面较小，堤身永久占地面积小，但由于挡墙对地基承载力要求较高，挡墙和水泥搅拌桩施工，需增设临时围堰，因此临时占地面积较大。而且由于陡墙式断面正面抗击海浪冲击，虽然风浪爬高较小，但墙身受风浪压力较大，回浪时会严重淘刷墙基，容易使陡墙失去稳定，发生倾覆、倒塌。斜坡式堤型断面较大，地基应力较小，受风浪作用较缓和，虽然风浪爬高较大，但在台风作用下破坏较少，即使破坏也容易修复。经比较，并结合南三联围海堤已建段的运行情况，考虑投资等因素推荐采用斜坡式海堤断面。

5.4.1.4.护坡设计

1) 设计原则

海堤堤型断面设计应根据堤基地质情况、填筑材料、结构型式、波浪作用、施工及应用条件等，经稳定安全计算和技术经济比较最终确定选定护坡型式。

2) 护坡选择

海堤临水侧的防护可采用斜坡式，根据堤身、堤基、堤前水深、风浪大小以及材料、施工等因素经济技术比较确定。

本项目为南三联围堤段局部的达标加固修复，南三联围全长 49.6 公里，全线堤身高差不大，堤基地质相差不大，堤前水深差别不大，仅是中间段风浪稍大，工程施工所需砂、石等材料均在当地供给，故采用何种护坡型式上述因素影响不大，下面通过主要的技术指标及经济指标比较确定护坡型式。

目前常用的护坡型式有草皮护坡、浆砌石护坡、生态框格护坡等型式，现对以上型式做生态性、抗冲性、结构稳定性、施工难易程度、投资等诸多方面做方案比选。

表 5.4-2 生态护坡方案比选表

方案	生态效果	整体性	耐久性	抗冲刷能力	施工	投资
方案一： 草皮护坡	自然生态性最优	分散型结构	一般	一般	施工简便	低
方案二： 浆砌石护坡	植被无法生长，生态效果差	砌体结构，砂浆粘结，整体性好	砂浆砌筑，耐久性好	强	施工较为复杂	较高
方案三： 生态框格护坡	植被生长空间大，生态效果好	砌块结构，柔性连接，整体性好	框格相互连接，耐久性好	较强	施工较为复杂	高
方案四： 混凝土护坡	植被无法生长，生态效果差	混凝土结构，整体性好	耐久性好	强	施工较为复杂	比浆砌石护坡高

根据上述比较分析，结合现场潮汐变化及现有堤型及护坡型式情况，考虑抗冲刷能力选定护坡型式为斜坡式结构 C30 混凝土护坡。

5.4.1.5.护脚设计

1、设计原则

- (1) 按照因地制宜、就地取材的原则，护脚型式选择应考虑充分利用当地材料，方便施工。
- (2) 护脚型式选择应考虑河段所在的位置、地形地质条件、环境景观谐调要求及现有路堤工程的利用等因素。
- (3) 在保证工程安全的前提下，尽可能做到护岸型式结构简单，节省投资。

2、护脚选择

本次就目前国内常用的护脚材料进行比选，包括：U 型板桩、生态砌块护脚、生态袋护脚、生态袋、素砼/浆砌块石护脚等。护脚型式选择应依据以下原则：以上介绍的几种护脚各有优缺点，详细对比见下表：

表 5.4-3 护脚性能一览表

类型	施工	生态性	景观效果	工程投资	耐久性
格宾石笼护脚	施工较为复杂	较好	一般	较高	一般
生态袋护脚	施工较为复杂	好	较好	较便宜	差
生态砌块护脚	施工较为复杂	好	较好	高	较好

类型	施工	生态性	景观效果	工程投资	耐久性
U 型板桩	施工简便	一般	一般	较高	好
素砼/浆砌块石护脚	施工较为复杂	一般	一般	较便宜	好

本次考虑现状素砼护脚已有冲毁情况，本次拟采用耐久性更好的预制 U 型板桩，减少施工围堰的建设，缩短施工工期，更好的在汛期来临前保护现有堤岸。

5.4.1.6.堤顶结构及护坡

1) 堤顶宽度

根据《海堤工程设计规范》（SL435-2014）第 8.4.2 条规定及《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）第 7.4.1 条规定，堤顶宽度应根据堤身整体稳定、防汛、管理、施工、构造、及其他要求确定，3 级堤防堤顶宽度不宜小于 3.0m。

结合现场实际海堤堤顶宽度，本工程设计堤顶宽度为 3.5m。

2) 堤顶结构

堤顶结构包括防浪墙、堤顶路面、错车道、上堤路、人行道口等

①防浪墙

根据《广东省海堤工程设计导则》，按不允许越浪设计的堤身，可在临海侧设置防浪墙，净高 0.8m~1m，不宜超过 1.2m，埋置深度应满足稳定要求，结构可采用干砌石勾缝，浆砌石、混凝土砌筑。应根据风浪的大小选取恰当的材料及结构型式。防浪墙底部埋深应大于 0.5m，并应进行稳定计算，当底部埋深大于 1m 时，可考虑静止土压力的作用，一般每隔 8m~12m 设置一条伸缩缝。

故本工程采用混凝土砌筑防浪墙，高 1m，每隔 10m 设置一条伸缩缝。

②堤顶路面

根据《广东省海堤工程设计导则》，堤顶路面结构应根据用途、防潮、管理的要求，结合堤身土质条件进行选择。下表列出了各种不同类型路面的单坡路拱平均横坡度。

表 5.4-4 各种不同类型路面的单坡路拱平均横坡度

路面类型	单坡路拱平均横坡度(%)
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
整齐石块	1.5~2.5

半整齐石块，不整齐石块	2~3
碎石、砾石等粒料路	2.5~3.5
炉渣土、砾石土、砂砾土等	3~4

堤顶路面结构通常可采用混凝土、泥结石、沥青混凝土、碎石等。泥结石路面具有结构简单、堤身适应沉降、造价低的优点，但易损坏，维修量大，且行车或大风时很容易产生大量灰尘，仅适合在施工期充当临时路面结构；混凝土路面优点是强度高、稳定性好、耐久性好、使用寿命长、日常养护费用少；沥青路面属于柔性路面，造价较高，能适应沉降需要。

故本次设计考虑采用 200mm 厚混凝土路面，背水坡侧设置砼路缘石，路缘石应与堤顶砼路面高程持平，单坡路拱平均横坡度 1%。

③错车道

根据《广东省海堤工程设计导则》，错车道根据防汛交通需要设置。对于宽度不大于 3.5m 的堤顶，宜在堤背海侧选择有利地点设置错车道。错车道处的路基宽度不小于 6.5m，有效长度不应小于 5m。

本次设计堤顶宽度为 6.5m，具体布置详见平面布置图。

④人行道口

根据《广东省海堤工程设计导则》，当堤围临海侧不直接临海，堤外有滩涂养殖业，或虽直接临海，但渔民生产、生活确有需要时，可考虑在堤顶防浪墙上开口，设置人行道口。人行道口宽 1m~1.2m，开口两侧防浪墙应预留装配式简易木闸门门槽，宽度 8cm~10cm。

本次设计人行道口结合当地居民需求设置，道口宽 1m，开口两侧防浪墙应预留装配式简易木闸门门槽，宽度 8cm。

⑤上堤坡道

根据《广东省海堤工程设计导则》，根据防潮、管理和群众生产的需要，应设置上堤坡道。上堤坡道的位置一般应设在堤围的背海侧，可采用加铺转角式交叉形式，道宽一般为 3.5m，最大纵坡不宜大于 8%。

坡道结构采用 20cm 厚混凝土路面，具体布置详见平面布置图。

5.4.1.7.混凝土护坡计算

对具有明缝的混凝土或钢筋混凝土板护坡，当斜坡坡率 $m=2\sim 5$ 时，满足稳定所需的面板厚度 t 可按下式（广东省海堤工程设计导则，DB/T182-2004N.0.3-1）

$$t = 0.07\eta H \sqrt[3]{\frac{L}{B} \frac{\rho_w}{\rho_c - \rho_w} \sqrt{\frac{m^2 + 1}{m}}}$$

式中 t —砼护面板厚度（m）；

η —系数，取 0.1，

H —计算波高，取 $H1\%$ ，根据 $H/d=0.62/3.09=0.2$ ，属范围 0.1~0.3，查规范表 6.1.5， $H1\%=2.08$ ，

ρ_c —砼板的重度（ kN/m^3 ）取 24kN/m^3

ρ_w —水的重度（ kN/m^3 ）取 10kN/m^3

L —波长，计算值为 10.06m

B —沿坡面方向的护面板长度，本工程取为 5m

m —坡面坡率， $m=2.0$ ，

代入公式，即 $t=0.13\text{m}$ ，取 0.2m

结合工程现状和安全本次海堤临海侧护坡设计砼厚度统一采用 200mm ，坡度 1:2。

5.4.1.8.断面设计

①北头寮堤标准断面（K1+220~K2+362）

北头寮堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对 K1+220~K2+362 段堤顶增设 3.5m 宽 C30 砼路面，长度为 1.142km 。北头寮堤 K1+570~K1+595；K2+325~K2+345 长度共 45 米的迎水坡有堤身掏空，进行水毁修复。

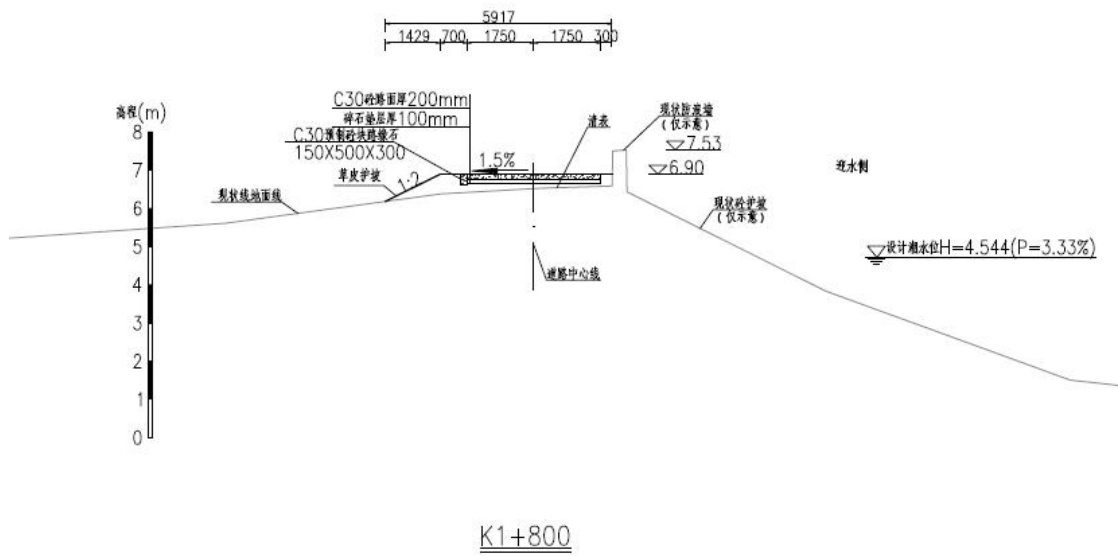


图 5.4- 7 北头寮堤断面图

②光明堤标准断面（K4+419~K5+434）

光明堤全堤达标加固长度共 1.015km，背水坡采用草皮护坡顺接现状，并铺设 200mm 厚种植土，堤身培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m。

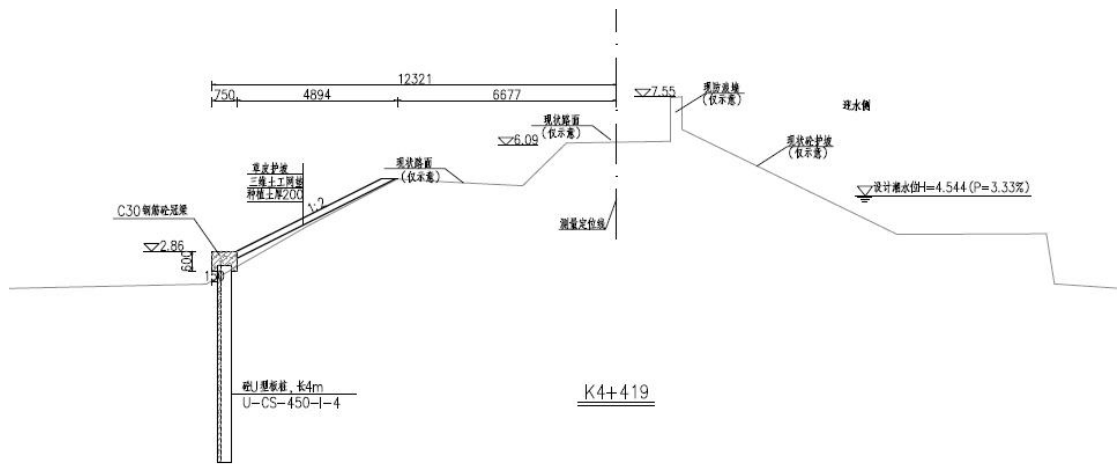


图 5.4- 8 光明堤断面图

③米捻堤标准断面（K6+175~K6+742）

米捻堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对全段堤顶增设 3.5m 宽 C30 砼路面，长度为 0.567km。

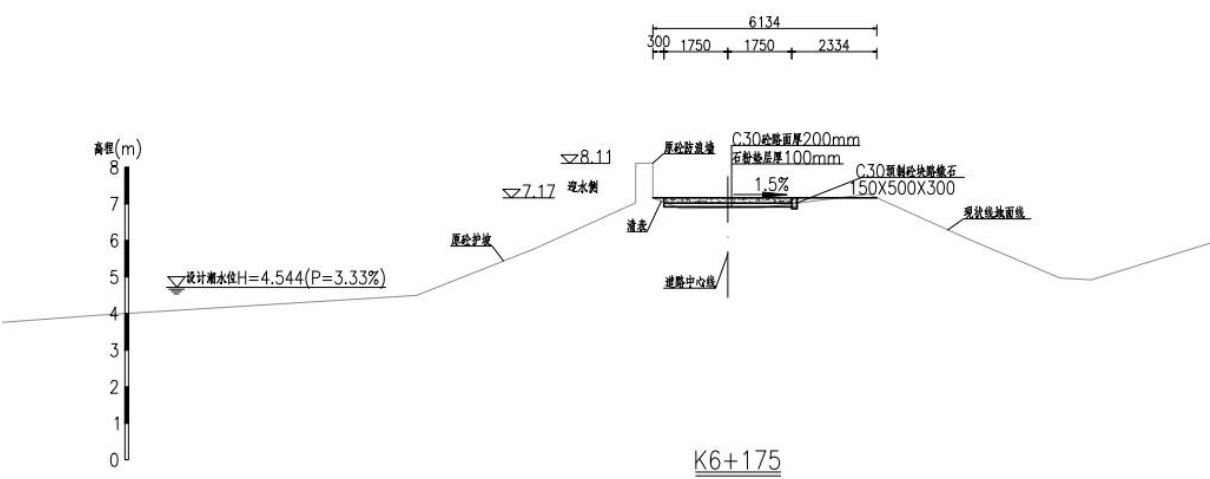


图 5.4-9 米捻堤断面图

④北灶堤、凤辇堤标准断面（K11+114~K14+842）

北灶堤、凤辇堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对全段堤顶增设 3.5m 宽 C30 砼路面，长度为 3.728km。凤辇堤 K14+325~K14+350；K14+225~K14+270 长度共 70 米的迎水坡有堤身掏空，进行水毁修复。

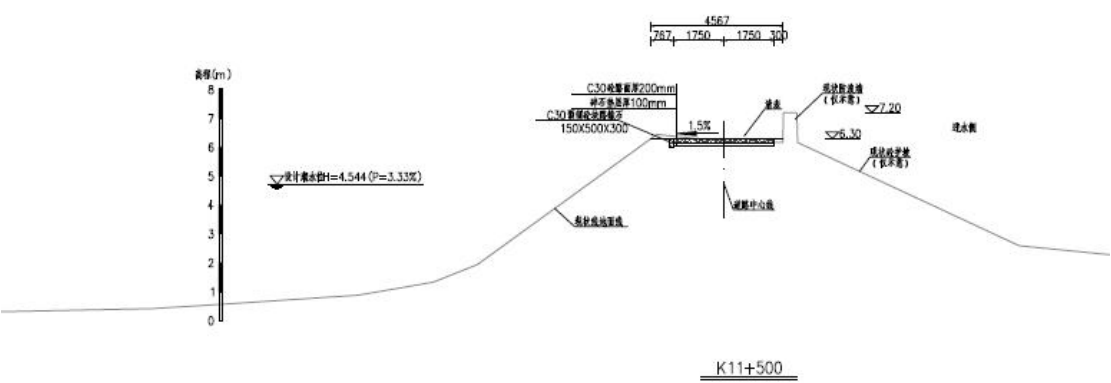


图 5.4-10 北灶堤、凤辇堤断面图

⑤岭尾堤标准断面（K15+078~K15+173）

岭尾堤全堤达标加固长度共 0.095km，全段背水坡采用草皮护坡顺接现状，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m。

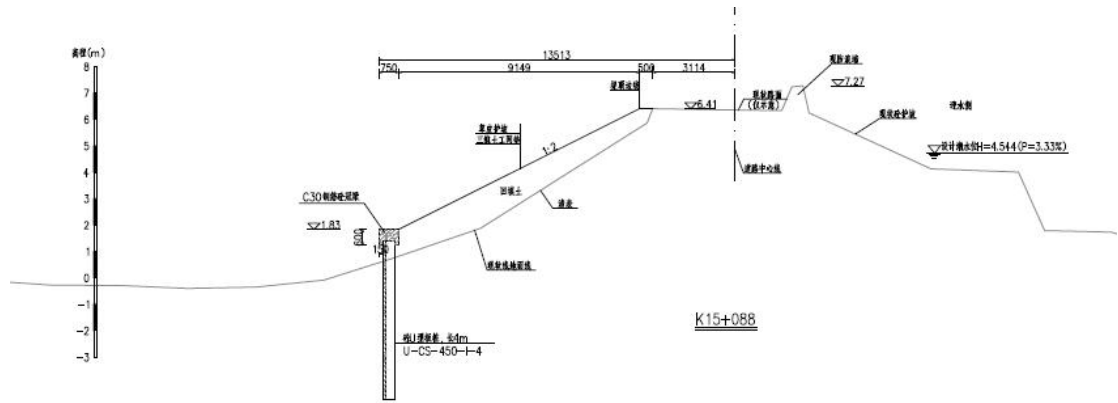


图 5.4- 11 岭尾堤断面图

⑥通沟堤标准断面（K34+784~K35+505）

通沟堤 K34+784~K34+878 段 79m 堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙，迎水坡坡脚增设 C30 砼齿墙防护，坡脚与堤顶采用 C30 砼护坡连接，堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路；通沟堤 K34+878~K35+053 段堤顶仅铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路；通沟堤 K35+053~K35+505 段 452m 迎水坡二级平台及挡墙已被掏空倒塌，拆除现状破损挡墙并进行平台修复；平台外设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 12m；堤脚设抛石护脚，堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路。

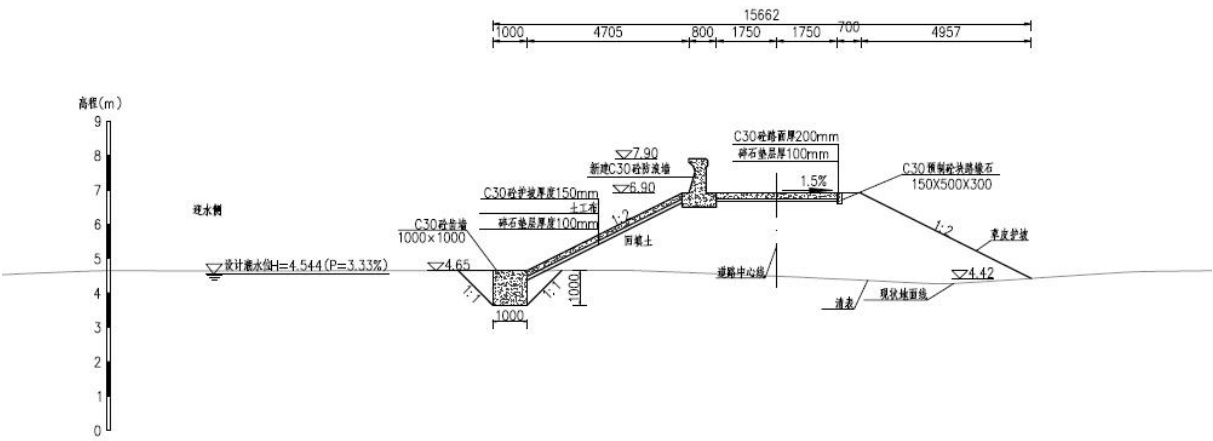


图 5.4- 12 K34+784~K34+878 段通沟堤断面图

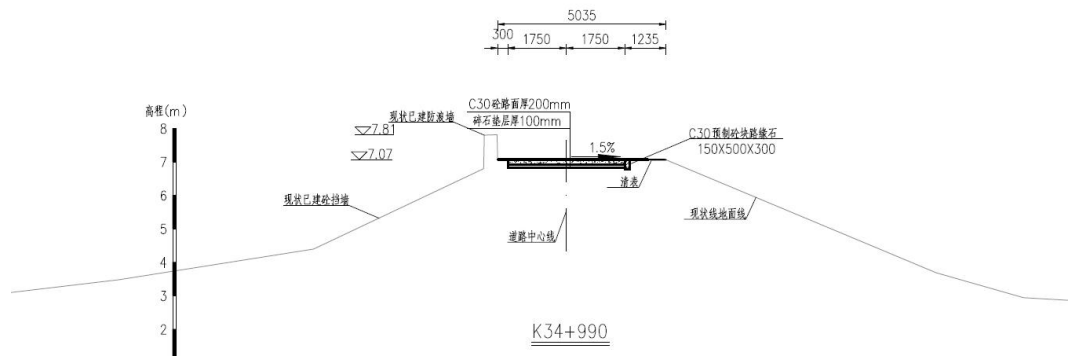


图 5.4-13 K34+878~K35+053 段通沟堤断面图

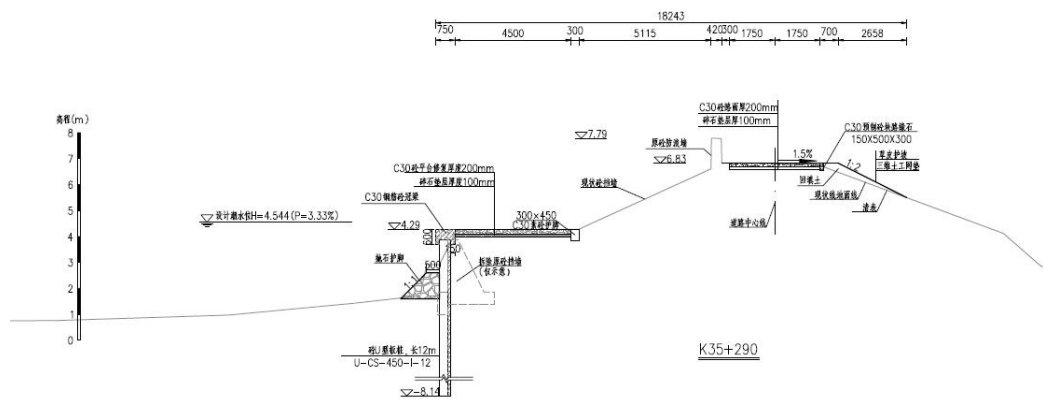


图 5.4-14 K35+053~K35+505 段通沟堤断面图

⑦南海堤标准断面（K38+000~K41+515）

南海堤全堤达标加固长度共 3.515km，堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路，堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙；背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m。

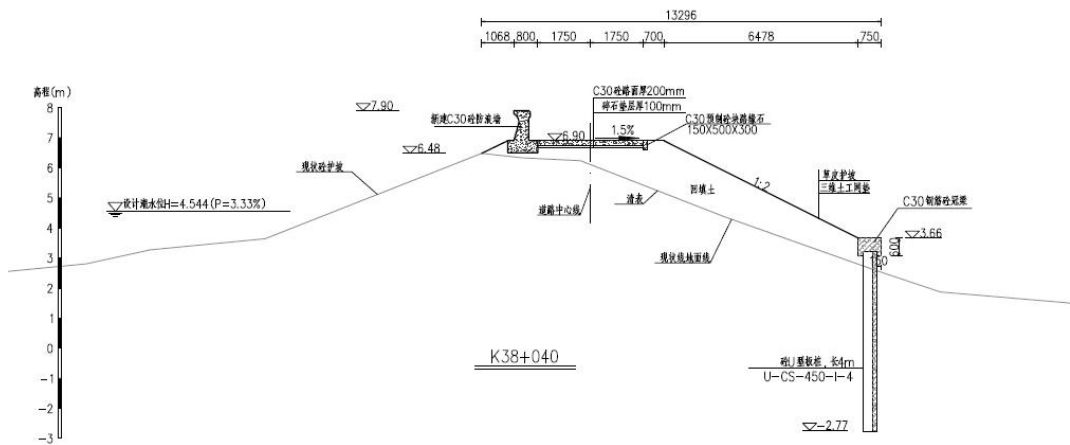


图 5.4-15 南海堤断面图

⑧联合堤标准断面（K43+830~K48+581）

联合堤全堤达标加固长度共 4.751km，全段堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路，背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 6m；K43+830~K45+540、K47+848~K48+581 段共 2.443km 迎水坡坡脚增设 C30 砼齿墙防护，堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙，坡脚与堤顶采用 C30 砼护坡连接。

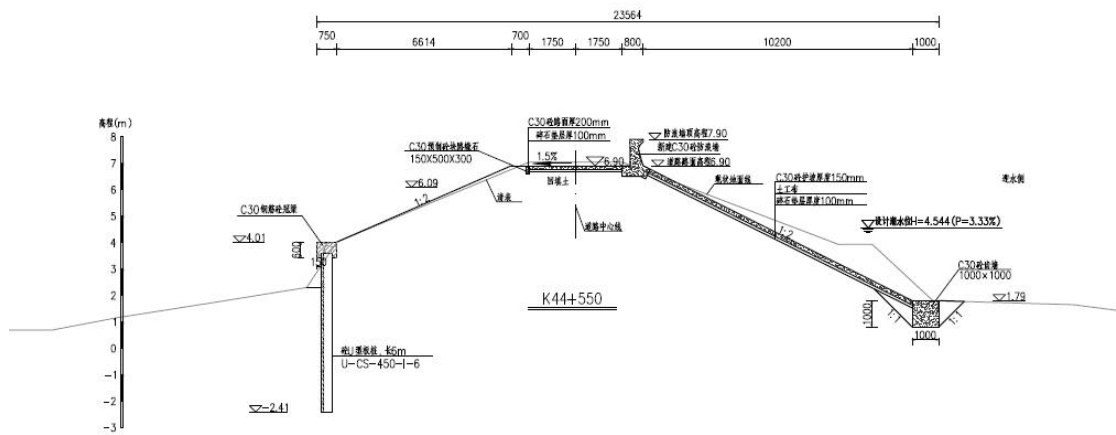


图 5.4-16 联合堤断面图

⑨和平堤标准断面（K49+150~K50+111）

和平堤全堤达标加固长度共 0.961km，全段堤顶铺设 3.5m 宽 C30 混凝土道路，堤顶临水侧增设 1m 高 C30 砼防浪墙，背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m；K49+150~K49+200、K49+800~K50+111 段共 0.361km 迎水坡坡脚增设 C30 砼齿墙防护，坡脚与堤顶采用 C30 砼护坡连接。

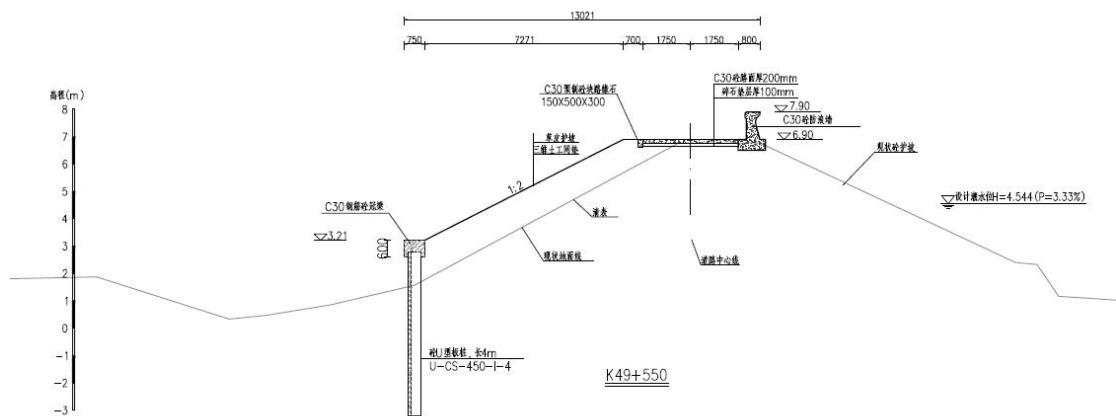


图 5.4-17 和平堤断面图

⑩灯塔堤标准断面（K50+111~K51+479）

灯塔堤由于全段堤顶未修建砼路面，故本次对全段堤顶增设 3.5m 宽 C30 砼路面，长度为 1.368km；背水坡铺设草皮护坡，培厚材料采用粘性土，坡脚设 C30 钢筋砼冠梁及 U 型板桩，桩长 4m。

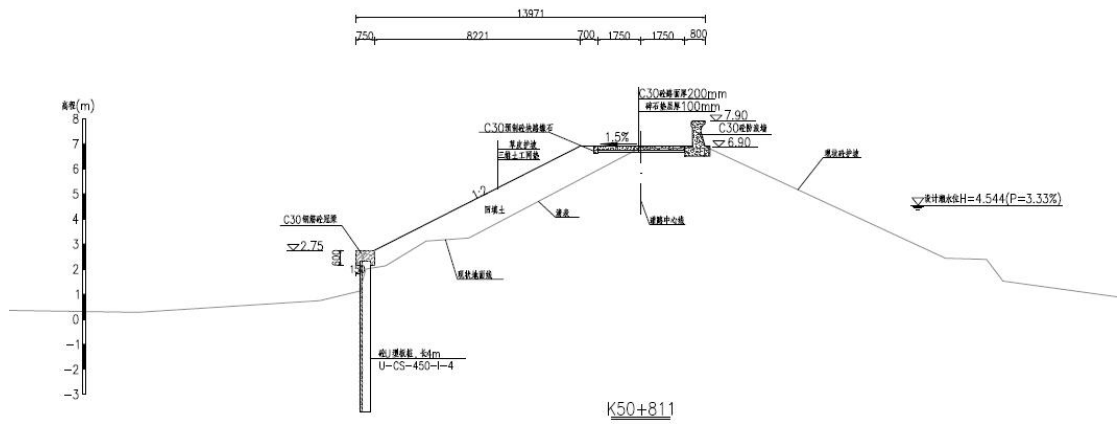


图 5.4- 18 灯塔堤断面图

5.4.1.9.堤防渗流和渗透稳定计算

按照《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）规定，进行堤防渗流及渗透稳定计算。

（1）典型断面选择及计算参数

选取联合堤、和平堤、灯塔堤、南海堤最不利断面作为典型断面进行计算，根据地质勘察结果，得出堤身土的物理力学指标如下：

表 5.4- 5 堤身土（细砂）的物理力学指标

典型代表断面	部位	土分类	凝聚力 C（kPa）	内摩擦角φ（度）	渗透系数 10 ⁻⁶ （cm/s）
联合堤	坝体	素填土	14.3	6.0	381
	坝基	③1 中粗砂		25.1	29945
		⑨中粗砂		29.7	7200
		⑨2 黏土	24.6	8.2	8.115
和平堤	坝体	素填土	24.7	8.5	20.3
	坝基	③1 中粗砂		25.1	29945
		⑧黏土	32.3	12.8	7.11

典型代表断面	部位	土分类	凝聚力 C (kPa)	内摩擦角φ(度)	渗透系数 10^{-6} (cm/s)
		⑨中粗砂		28.9	45100
灯塔堤	坝体	素填土	15.3	6.0	63.0
	坝基	③1 中粗砂		23.8	29945
		④粉质黏土	24.65	12.5	46.5
		⑨1 中粗砂		26.5	18980
南海堤	坝体	素填土	17.1	6.8	58.2
	坝基	③粉细砂		29.6	2190

(2) 渗流计算及渗透稳定分析内容

本工程海堤及护堤地基础主要为粘性筑填土、淤泥质粉细砂、中砂等。依据《海堤工程设计规范》(GB/T51015-2014)的规定渗流计算机渗透稳定分析内容如下:

- 1) 土的渗透变形类型的判别;
- 2) 堤身及堤基的渗透稳定;
- 3) 海堤背海侧渗流出逸段的渗透稳定;
- 4) 渗透量计算。

(3) 渗透变形类型判别

根据《水利水电工程地质勘察规范》附录 M 的渗透变形判别的规定, 进行对各堤段土的渗透变形判别, 详见表 2-3。

- 1) 土的渗透变形采用下列公式判别

$$\text{①流土: } PC \geq \frac{1}{4(1-n)} \times 100;$$

$$\text{②管涌: } PC < \frac{1}{4(1-n)} \times 100;$$

式中: PC——土的细粒颗粒含量, 以质量百分率计 (%);

n——土的孔隙率 (%)

- 2) 流土与管涌的临界水力比降采用下列公式确定:

$$\text{①流土型: } J_{cr} = (G_s - 1)(1 - n)$$

②管涌型： $J_{cr}=2.2^{(Gs-1)} (1-n) \frac{d_5}{2 d_{20}}$

式中：Jcr——土的临界水力比降；

Gs——土的颗粒密度与水的密度之比；

n——土的孔隙率（%）

d5、d20——分别占总土重的 5%和 20%的土粒径（mm）。具体判别结果详见下表。

表 5.4- 6 各土层渗透破坏类型及允许水力坡降

层号	土层名称	渗透破坏类型	允许水力坡降（Jcr）	
			Jcr 值	建议值 J _允
①	人工填土	流土	0.96	0.48
③	粉细砂	管涌		0.15
③1	中粗砂	管涌		0.10
④	粉质黏土	流土	1.04	0.52
⑧	黏土	流土	0.89	0.45
⑨	中粗砂	管涌		0.15
⑨1	中粗砂	管涌		0.15
⑨2	黏土	流土	0.87	0.44

（4）渗透流计算及渗透变形计算

海堤渗流分析计算采用“北京理正岩土系列计算软件”----渗流分析计算模块。求解方法采用有限元法，有限元方法是依据非饱和土理论、根据基本的渗流理论--达西定律等，采用有限元方法分析稳定流及非稳定流中多种边界条件、多种材料的堤坝的渗流分析。计算设计潮水位工况下的渗透量及渗透变形。

计算水位及计算成果详见下表。

表 5.4- 7 渗流计算成果表

部位	工况	临海侧水位（m）	背海侧水位（m）	单宽渗流量（m³/d.m）	出逸坡降	备注
联合堤	设计高潮位	4.544	正常水位	7.17	0.15	
和平堤	设计高潮位	4.544	正常水位	3.60	0.12	
灯塔堤	设计高潮位	4.544	正常水位	4.12	0.11	

部位	工况	临海侧水位（m）	背海侧水位（m）	单宽渗流量（m³/d.m）	出逸坡降	备注
南海堤	设计高潮位	4.544	正常水位	1.66	0.14	

（6）结果分析

根据以上渗流及渗透稳定计算成果可知，本工程新填筑堤段的出逸坡降小于允许水力坡降建议值，不会发生渗透稳定破坏。

5.4.1.10.堤身稳定计算

选取联合堤、和平堤段海堤作为典型断面进行计算。

1) 计算工况

堤身稳定计算根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014)选取以下组合计算，具体见下表。

表 5.4- 8 海堤结构抗滑稳定计算工况表

运用情况	计算工况	计算边坡	临海侧潮（水）位	背海侧水位
正常运用工况	设计高潮位	背海坡	设计高潮位	无水
	设计低潮位	临海坡	滩涂面高程	最高水位
	水位降落	临海坡	设计高潮位降至滩涂面高程	最高水位
非常运用工况	地震	临海坡	平均潮位	平均水位

2) 计算方法

堤防的失稳破坏形式为圆弧滑动。采用瑞典条分法计算。

$$K_s = \frac{\sum W_i \cos \alpha_i \cdot tg \varphi_i + \sum C_i L_i}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

式中：Ks——计算安全系数；

C——滑动面的凝聚力，取 C=7.6kPa；

L——滑弧总长，（m）；

r——土的重度，取 r=18.2kN/m³；

bi，hi——土条的宽度和高度，（m）；

W——土条重量，（kN/m），W=r×bi；

αi——堤身条弧边的弦与水平线夹角度；

φ ——堤身填筑的内摩擦角度。

采用理正软件电算。

3) 抗滑稳定计算

抗滑稳定计算成果见下表。

表 5.4-9 海堤稳定计算结果

计算断面	运用情况	计算工况	计算边坡	计算安全系数	规范允许值
联合堤	正常运用工况	设计高潮位	背海坡	1.205	1.15
		设计低潮位	临海坡	1.209	1.15
		水位骤降	临海坡	1.20	1.15
	非常运用工况	地震	临海坡	1.143	1.05
和平堤	正常运用工况	设计高潮位	背海坡	1.869	1.15
		设计低潮位	临海坡	1.876	1.15
		水位骤降	临海坡	1.863	1.15
	非常运用工况	地震	临海坡	1.766	1.05

从上表可看出，该段海堤临海坡及背海坡各工况都大于最小稳定安全系数，满足规范要求。

5.4.2.穿堤涵闸设计

5.4.2.1.闸室型式比选

本工程主要包括 17 处涵闸，其中 6 座需要拆除重建，11 座主要以修复为主，根据规划设计水位，结合水闸功能、设计高程及周边地形，对水闸型式进一步比选，比选方案为：开敞式、胸墙式、涵洞式。

1) 开敞式：特点是闸门全开时过闸水流具有自由水面，一般闸底板高程较高，挡水高度较小的水闸采用这种型式；当闸门全部打开时，闸室过水断面和泄流量随着水位的抬高而增加，有利于发挥水闸的泄流能力。

2) 胸墙式：特点是闸门全开时过闸水流只能通过固定孔洞下泄，自由水面受闸室上部的胸墙所阻挡，一般闸底板高程较低，挡水高度较大的水闸采用这种结构型式。

3) 涵洞式：根据水力条件不同，可分为有压涵洞水闸和无压涵洞水闸两种。涵洞式水闸具有以下特点：主要依靠洞身上的填土挡水；洞身内的流态随闸前水位变化，同一水闸，洞身内可能出现无压流、有压流或半有压流等不同流态；闸基防渗同堤身防渗统一考虑。

受闸前水位变化，涵洞式水闸洞身内可能会出现明满交替的流态，洞身内容易产生气蚀及振动现象，影响洞身及堤身安全。因此，本阶段分洪闸型式不推荐涵洞式水闸。

胸墙式水闸由于存在胸墙，闸门高度可大大降低，缩短启闭时间，部分闸门高度本身只有 1-2m 可能无法满足出水需求。

根据现状情况，最大挡水高度基本在 4m 以下，可采用开敞式水闸，但临出水箱涵侧需考虑好止水。

综上所述，本次设计水闸型式推荐开敞式。

5.4.2.2. 闸门型式比选

闸门型式通常有平面钢闸门与弧形钢闸门两种。

弧形闸门具有重量轻、受力条件好、启闭灵活、不需设门槽、过闸水流流畅等优点，但采用弧形闸门需设置较长的闸墩，土建费用较平板闸门方案高；此外弧形闸门的安装必须在基坑中进行，通常要求枯水期完成闸墩顶面以下的施工，工期紧，要求的施工强度高；而平面钢闸门的拼装可在检修平台进行，施工难度相对较低。

根据本工程水闸的功能，考虑有利于排涝顺畅，并能保证闸门运用过程中的自身安全、管理维修，本阶段选定平面钢闸门方案。

5.4.2.3. 基础处理比选

本次涵闸地质钻孔披露地基地层岩性从上而下主要由填土、淤泥质中粗砂、粉质黏土、淤泥质土、中粗砂、全风化花岗岩、强风化花岗岩、中风化砂砾岩等组成。水闸天然地基为淤泥质土，厚度不均匀，经计算知，沉降及地基承载力不满足要求，需对地基进行处理。

选择处理方案的原则是：经济简单、安全可靠、符合环保要求。适用于本工程的软基处理措施有：旋喷桩、混凝土预制桩、水泥土搅拌桩、松木桩、CFG 桩等。各种地基处理措施比选见下表。

表 5.4- 10 地基处理措施比选表

加固方法	优点	缺点
旋喷桩	1.施工方法较成熟，进度快，工期较短； 2.最大限度利用原土； 3.搅拌时无振动、无噪音、无污染，对周	1.设计计算不确定的因素较多，需要设计施工人员有经验才能取得较好的结果。 2.质量检验方法有待进一步完善。

加固方法	优点	缺点
	围原有建筑物影响较小； 可有效消除主、次固结沉降。	3、工程造价较高
混凝土预制桩	1.质量可靠、制作方便、沉桩快捷； 2.单桩承载力高、沉降量较小而且均匀； 3.桩长现在制作可达 25~30m，可打穿软土层直至持力层； 4.施工工期短。	1.对淤泥层，打桩易产生位移偏位和倾斜。 2.需要有较大的预制场和较长的预制时间，对堤岸结构、周边建筑产生挤压，影响大。 3.工程造价很高。
CFG 桩	1.施工简单 2.适应变化地质能力强	1.单桩承载力低，只能对地质进行简单的处理 2.工期较长，混凝土养护时间长 3.易受地下水、拔管速度等因素影响桩的质量，容易出现断桩、缩桩、吊脚桩等问题 4.施工环境污染严重，振动成型噪音大
松木桩	1、工期短 2、造价最低 3、施工方便，对周围原有建筑物影响较小	1、受桩长限制，处理深度受限 2、处理效果受桩体自身强度影响较大。
水泥搅拌桩	1.施工方法较成熟，进度快，工期较短； 2.最大限度利用原土； 3.搅拌时无振动、无噪音、无污染，对周围原有建筑物影响较小； 可有效消除主、次固结沉降。 4、造价低。	1、处理效果受施工工艺影响较大，施工质量控制较难

由表可知：

预制混凝土桩为端承桩，底部易产生负摩阻力，并且沉降后在闸基处易形成渗流通道，而柔性桩则不会出现。

CFG 桩适用于处理淤泥、淤泥质粘土，粘性土、粉土、人工填土等地基，由于 CFG 桩要求混凝土养护时间长，易受地下水、拔管速度等因素影响桩的质量，容易出现断桩、缩桩、吊脚桩等问题、施工环境污染严重，振动成型噪音大，本工程地下水位高且地处镇区段，对环境要求高，不建议使用 CFG 桩。

旋喷桩及水泥搅拌桩适用于处理淤泥、淤泥质粘土，粘性土、粉土、人工填土等地基；加固体强度高、质量均匀、形状可控，可大大提高地基的承载力；施工所需设备简单，施工时无振动，对周围原有建筑的影响较小，无污染，但是施工质量难以控制，施工工期较长，且两者造价均高于松木桩基础处理。而松木桩利用松木的材料特

性和桩基的工作原理来加固软土地基。将松木桩打入软弱的淤泥、粉土或填土层中，会挤压并排开桩周土体，显著提高土体的密实度和承载力。

材料的优越性：

耐腐蚀性：松木富含松脂，在地下水位以下或完全浸水的环境中，能与空气隔绝，具有“水浸万年松”的特性，非常耐腐蚀，使用寿命可达几十年甚至上百年。

经济性：相较于混凝土桩、钢桩等，松木桩成本低廉，尤其适用于林业资源丰富的地区

综合考虑以上方法的优缺点、当地成熟的施工技术及施工工期的要求，通沟堤部分迎水坡考虑兼顾堤坡防渗，本次采用搅拌桩做法；其他堤段挡墙及闸址存在松软土质，但厚度不大，适于采用松木桩基础处理，成本更为低廉。

5.4.2.4.基坑支护设计

本工程涵闸处基坑堤身开挖深度高于 7m，按规范可采用桩撑、桩锚、地下连续墙等方案。

1) 基坑等级判定

按规范《建筑基坑工程技术规程》DBJT15-20-2016，根据基坑侧壁安全等级确定条件分析，确定安全等级为三级。

2) 基坑支护方式比选

参考《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）表 3.3.2，各类支护结构的适用条件如下表。

表 5.4- 11 各类支护结构的适用条件

结构类型		适用条件		
		安全等级	基坑深度、环境条件、土类和地下水条件	
支挡式结构	锚拉式结构	一级 二级 三级	适用于较深的基坑	1.排桩适用于可采用降水或截水帷幕的基坑。 2.地下连续墙宜同时用作主体地下结构外墙，可同时用于截水。 3.锚杆不宜用在软土层和高水位的碎石土、砂土层中。 4.当临近基坑有建筑物地下室、地下构筑物等，锚杆的有效长度不足时，不应采用锚杆。 5.当锚杆施工会造成基坑周边建
	支撑式结构		适用于较深的基坑	
	悬臂式结构		适用于较浅的基坑	
	双排桩		当锚拉式、支撑式和悬臂式结构不适用时，可考虑采用双排桩	
	支护结构与主体结构结合的逆作法		适用于基坑周边环境条件很复杂的深基坑	

结构类型		适用条件		
		安全等级	基坑深度、环境条件、土类和地下水条件	
				(构)筑物的损害或违反城市地下空间规划的等规定时,不应采用锚杆
土钉墙	单一土钉墙	二级 三级	适用于地下水位以上或降水的非软土基坑,且基坑深度不宜大于 12m	当基坑潜在滑动面内有建筑物、重要地下管线时,不宜采用土钉墙
	预应力锚杆 复核土钉墙		适用于地下水位以上或降水的非软土基坑,且基坑深度不宜大于 15m	
	水泥土桩复合土钉墙		用于非软土基坑时,基坑深度不宜大于 12m; 用于淤泥质土基坑时, 基坑深度不宜大于 6m; 不宜用在高水位的碎石土、砂土层中	
	微型桩复合土钉墙		适用于地下水位以上或降水的基坑,用于非软土基坑时, 基坑深度不宜大于 12m; 用于淤泥质土基坑时, 基坑深度不宜大于 6m	
重力式水泥土墙		二级 三级	适用于淤泥质土、淤泥基坑, 且基坑深度不宜大于 7m	
放坡		三级	1.施工场地满足放坡要求 2.放坡与上述支护结构形式结合	

根据上表,考虑涵闸周边较为空旷,无重要管线,为节省投资,本次设计推荐采用放坡开挖型式,根据开挖深度适当考虑分级放坡。

5.4.2.5.涵闸设计

1) 北头寮堤 1#、1A#、1B#、1C#、1F#、2#、李黄梁苏堤 5#、岭尾堤 21#、22#、西窖堤 30#涵闸

北头寮堤 1#、1A#、1B#、1C#涵闸现状闸板及启闭机架破损,本次拟更换闸板,重建启闭机架;北头寮堤 1F#、2#、李黄梁苏堤 5#及岭尾堤 22#涵闸闸板破损,本次拟更换闸板;岭尾堤 21#涵闸现状翼墙开裂,本次拟拆除重建涵闸翼墙;西窖堤 30#现状外江翼墙及启闭机架破损,本次拟拆除重建翼墙,更换启闭机架。

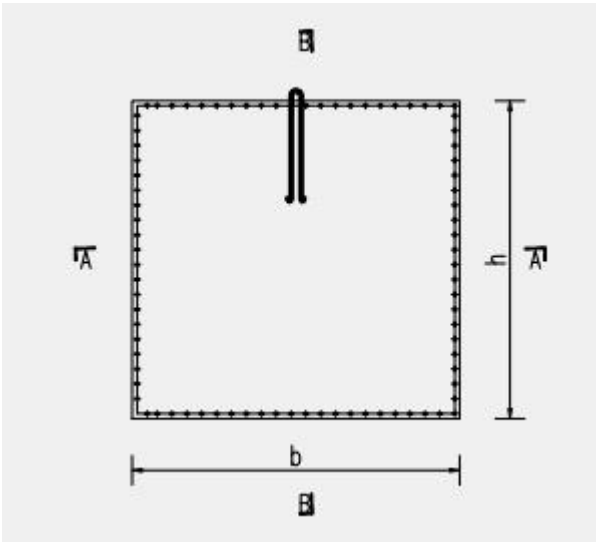


图 5.4- 19 更换闸板大样图

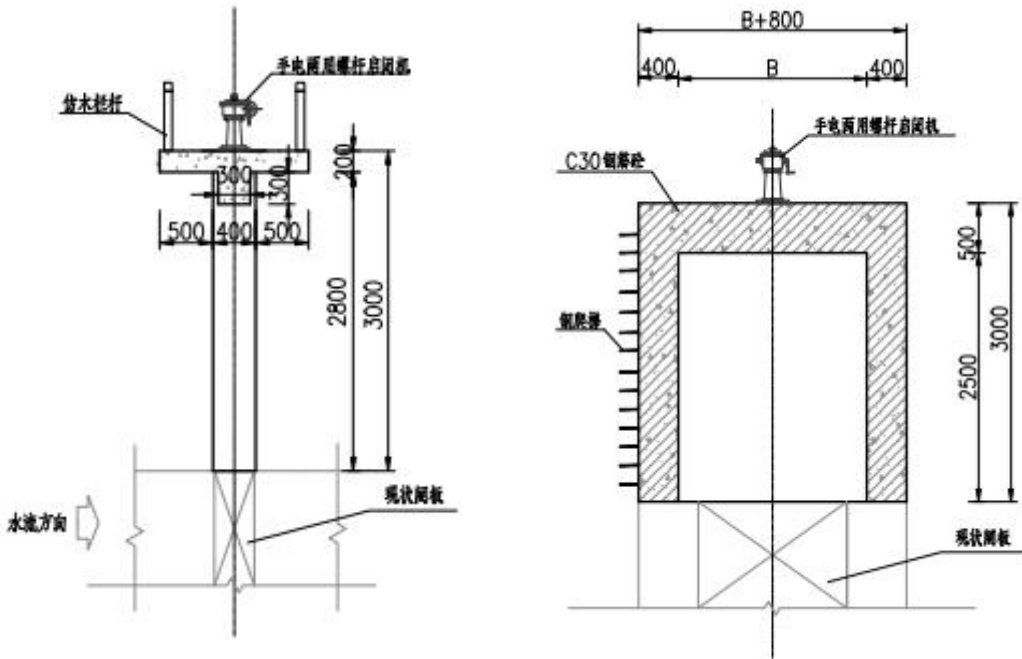


图 5.4- 20 更换启闭机大样图

表 5.4- 12 相关涵闸对应措施表

水闸编号	所在堤段	存在问题	工程措施
1#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1A#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1B#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1C#	北头寮堤	现状闸板及启闭机架破损	更换闸板重建机架
1F#	北头寮堤	现状闸板破损	更换闸板

水闸编号	所在堤段	存在问题	工程措施
2#	北头寮堤	现状闸板破损	更换闸板
5#	李黄梁堤	现状闸板破损	更换闸板
21#	岭尾堤	现状翼墙开裂	拆除重建翼墙
22#	岭尾堤	现状闸板破损	更换闸板
30#	西窖堤	外江翼墙及启闭机架破损	拆除重建翼墙，更换启闭机架

2) 光明堤 6#涵闸

光明堤现有一座 6#水闸，涵身有裂缝，一侧闸孔损坏封堵，本次拟对其进行重建。

重建 6#水闸宽 6.8m，顺水流方向长 46.60m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、箱涵、消力池、抛石护脚。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 9.22m，抛石护底顶高程为 0.40m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 5~9.22m，铺盖顶高程 0.40m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室分为两孔，每孔净宽 2.1m，闸底板厚 0.5m，高程 0.40m，闸边敦厚 0.80m，闸中敦厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接 C35 钢筋砼箱涵，箱涵顺水流方向长 20.0m，箱涵均分为两孔，每孔净宽 2.1m，净高 2.0m，顶板厚度为 500mm，底板厚度为 500mm。

箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由 0.40m 下降至 -0.14m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

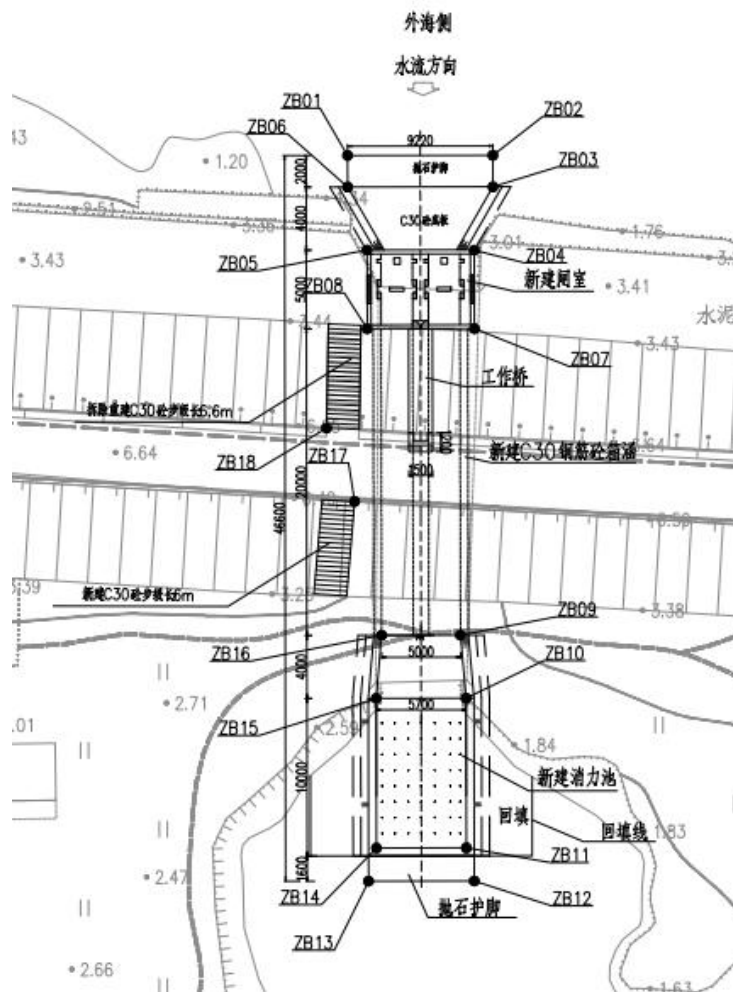


图 5.4-21 6#水闸平面布置图

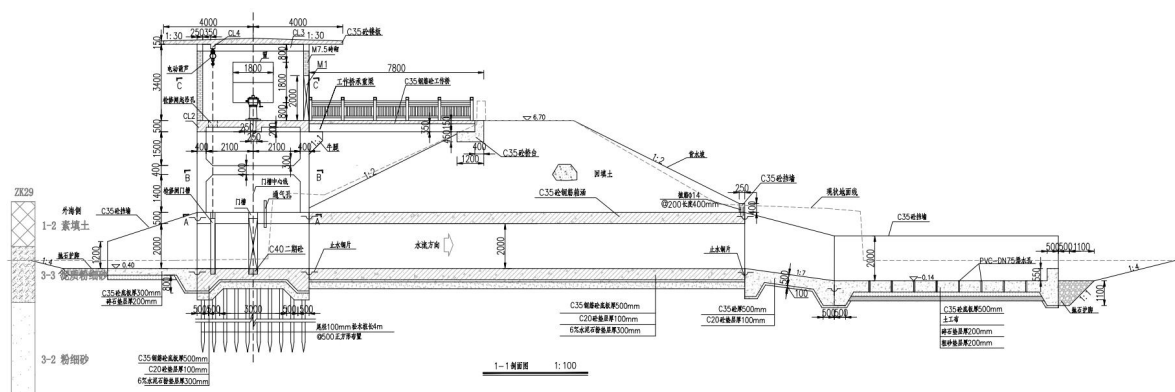


图 5.4-22 6#水闸纵剖视图

3) 光明堤 7#涵闸

光明堤现有一座 7#水闸，涵身、涵洞顶部出现多条裂缝，本次拟对其进行重建。

重建 7#水闸宽 11.10m，顺水流方向长 54.00m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、箱涵、消力池、抛石护脚。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 14.12m，抛石护底顶高程为-0.60m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 9.5~14.12m，铺盖顶高程-0.60m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室分为三孔，每孔净宽 2.5m，闸底板厚 0.5m，高程-0.60m，闸边敦厚 0.80m，闸中敦厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m,闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接 C35 钢筋砼箱涵，箱涵顺水流方向长 27.40m，箱涵均分为三孔，每孔净宽 2.5m，净高 2.5m，顶板厚度为 500mm，底板厚度为 500mm。

箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.60m 下降至-1.15m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口采用 C35 砼挡墙衔接。

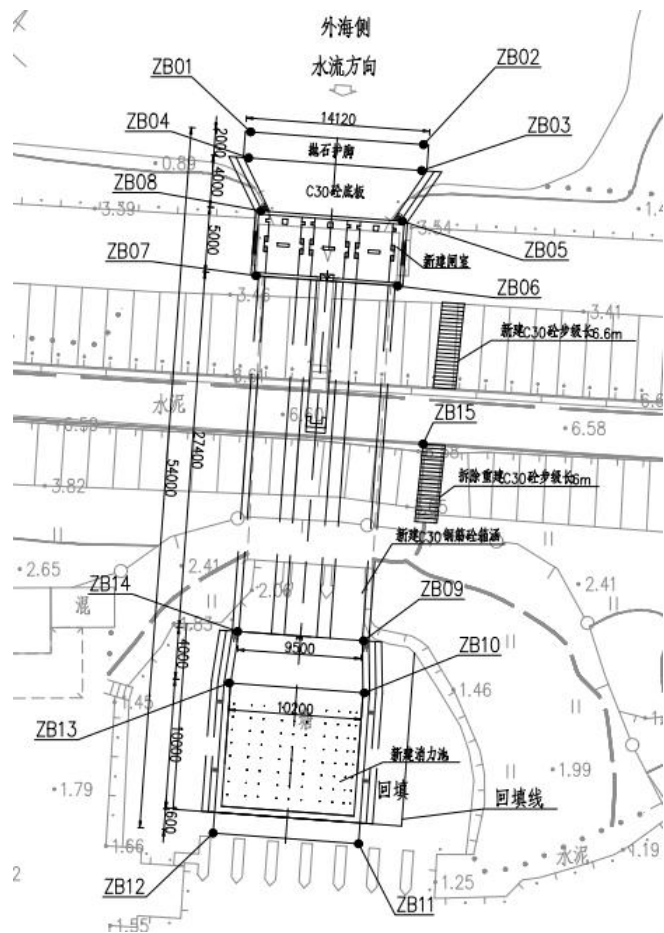


图 5.4-23 7#水闸平面布置图

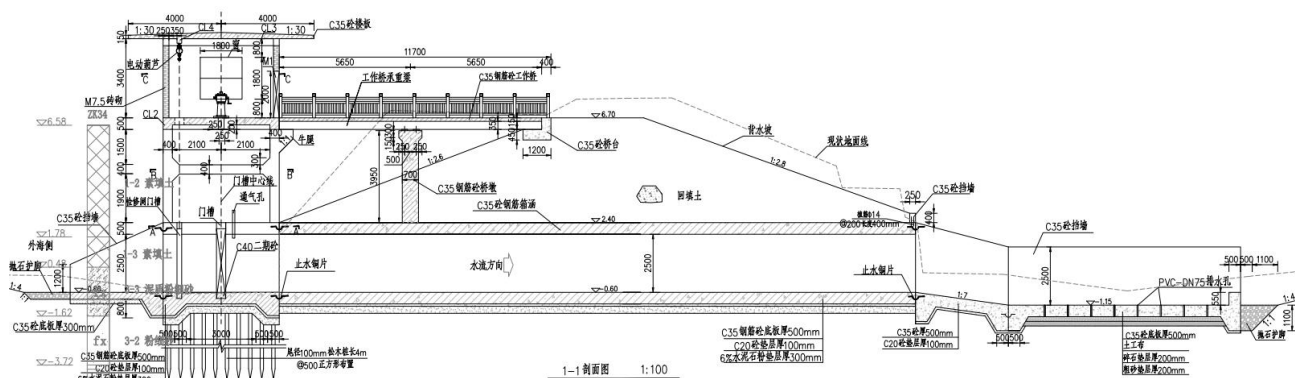


图 5.4-24 7#水闸纵剖视图

4) 东窖堤处 29#涵闸

东窖堤处 29#涵闸涵身渗漏、闸板破损，本次拟对其进行重建。

重建 29#水闸宽 3.4m，顺水流方向长 49.6m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、消力池、抛石护脚，保留原箱涵。

水闸上游布设抛石护底,厚 0.3m,长 2.0m,宽 6.42m,抛石护底顶高程为-0.50m,后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构, 厚 0.3m, 长 4.0m, 宽 1.8~6.42m, 铺盖顶高程-0.50m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室为一孔，闸孔净宽 1.8m，闸底板厚 0.5m，高程-0.50m，闸边敦厚 0.80m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m,闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接现状箱涵，箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.5m 下降至-1.05m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

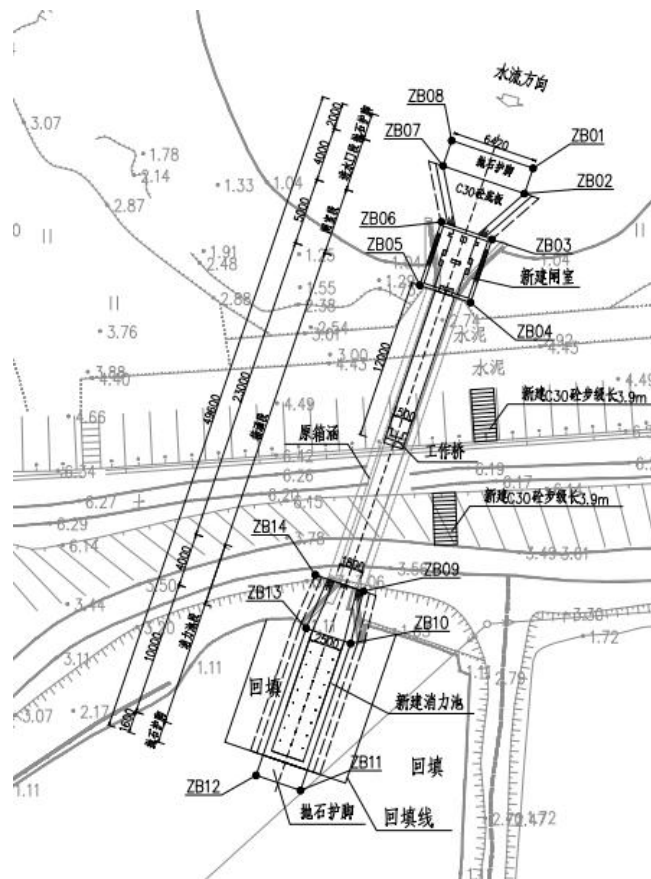


图 5.4-25 29#水闸平面布置图

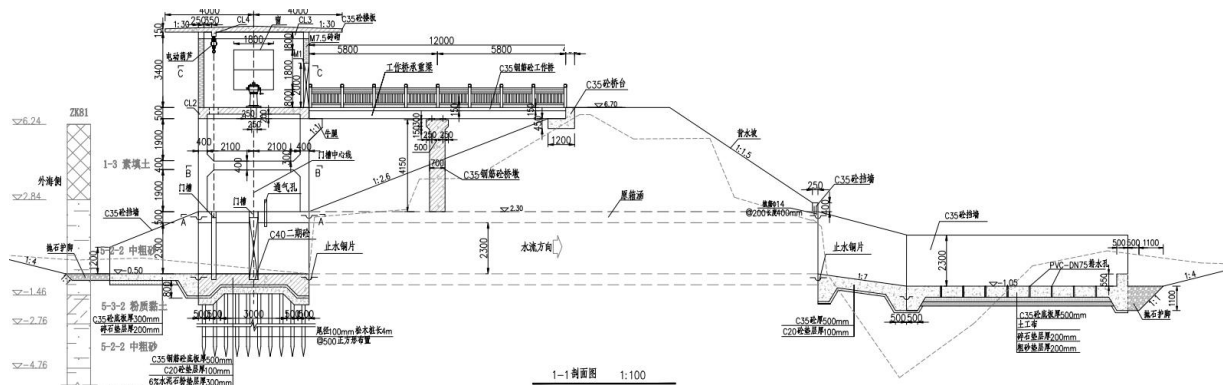


图 5.4-26 29#涵闸纵剖视图

5) 北涯堤 36#涵闸

北涯堤处 36#涵闸涵身底板破裂、翼墙损坏，本次拟对其进行重建。

重建 36#水闸宽 3.8m，顺水流方向长 44.6m，顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、消力池、抛石护脚，保留原箱涵。

水闸上游布设抛石护底，厚 0.3m，长 2.0m，宽 6.82m，抛石护底顶高程为-0.50m，后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构，厚 0.3m，长 4.0m，宽 2.2~6.82m，铺盖顶高程-0.50m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室为一孔，闸孔净宽 2.2m，闸底板厚 0.5m，高程-0.50m，闸边敦厚 0.80m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m,闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接现状箱涵，箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.5m 下降至-1.05m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

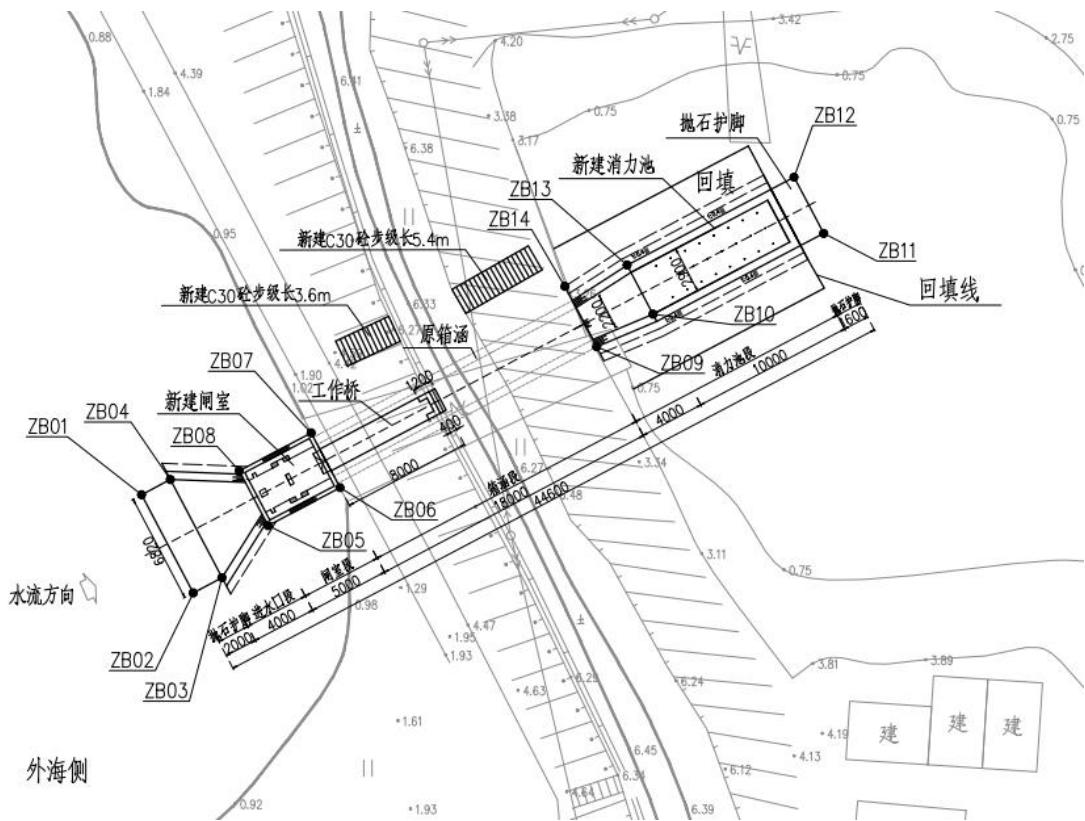


图 5.4-27 36#涵闸平面布置图

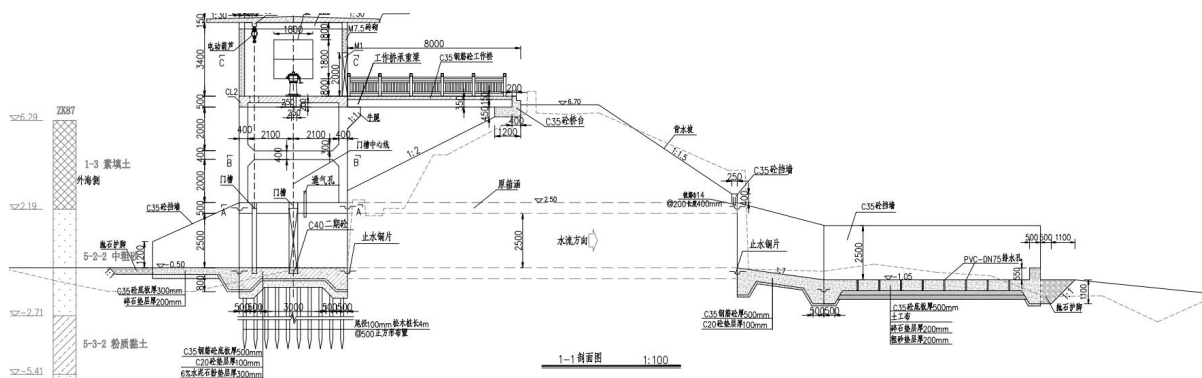


图 5.4-28 36#涵闸纵剖视图

6) 南海堤 41#涵闸

南海堤现有一座 41#涵闸，闸身老旧、涵身混凝土开裂脱落，本次拟对其进行重建。

重建 41#水闸宽 7.4m, 顺水流方向长 49.6m, 顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、箱涵、消力池、抛石护脚。

水闸上游布设抛石护底,厚 0.3m,长 2.0m,宽 10.02m,抛石护底顶高程为-0.60m,后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构,厚 0.3m,长 4.0m,宽 5.8~10.02m,铺盖顶高程-0.60m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室分为两孔，每孔净宽 2.4m，闸底板厚 0.5m，高程-0.60m，闸边墩厚 0.80m，闸中墩厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接 C35 钢筋砼箱涵，箱涵顺水流方向长 23m，箱涵均分为两孔，每孔净宽 2.4m，净高 3.5m，顶板厚度为 500mm，底板厚度为 500mm。

箱涵后接消力池，消力池 C35 砼底板厚 0.5m，底高程由-0.60m 下降至-1.15m，池深 0.55m，消力池总长 14m，其中斜坡段长 4m，水平段长 10m，尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

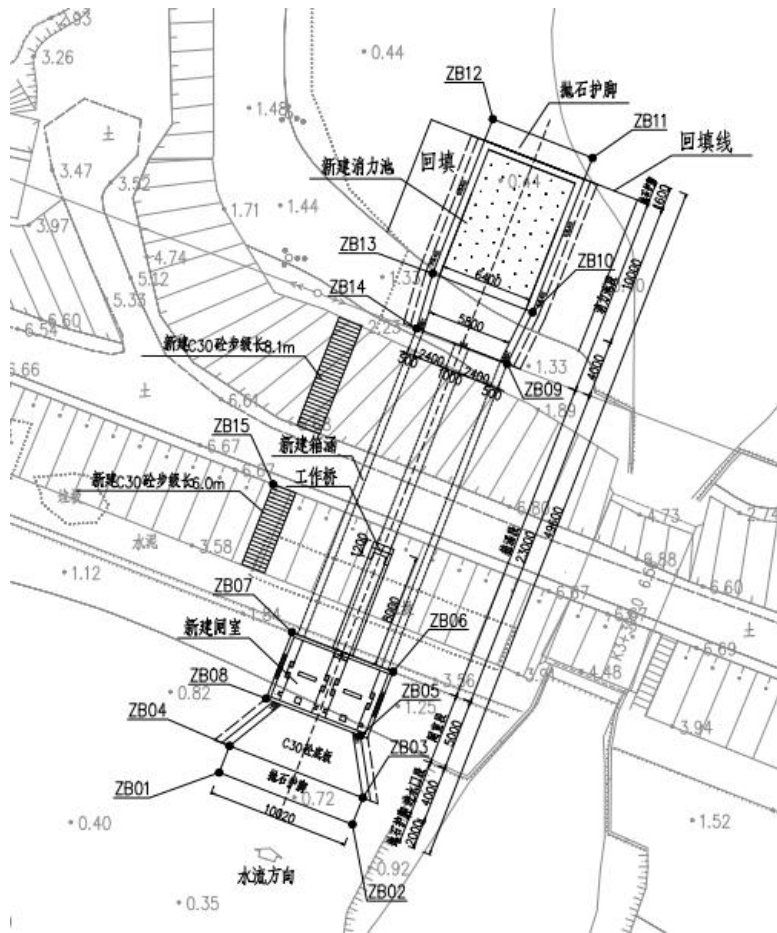


图 5.4-29 41#涵闸平面布置图

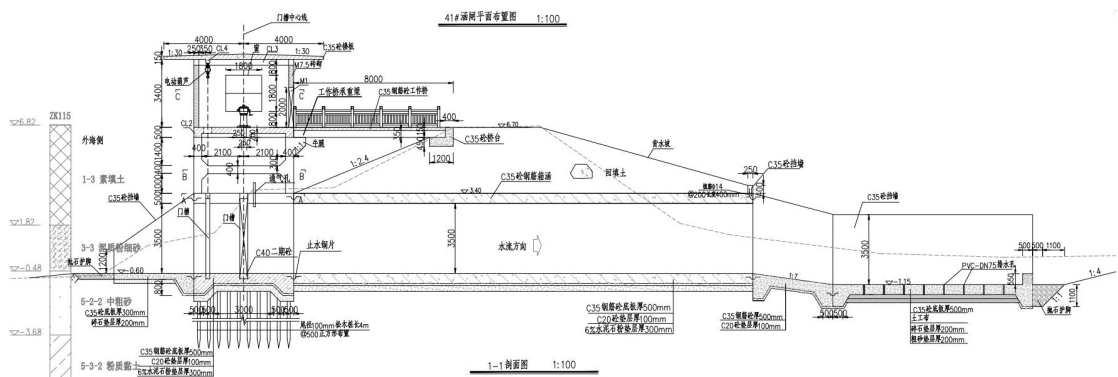


图 5.4-30 41#涵闸纵剖视图

7) 解放堤 47#涵闸

解放堤处 47#涵闸出现堤身渗漏，本次拟对其进行充填灌浆加固防渗。

水闸两侧沿堤项各布置 12m 长的三排充填灌浆作为侧向防渗，孔径为 $\Phi 50\text{mm}$ ，灌浆材料采用水泥浆，孔底进入中粗砂层以下，间距 1m 梅花形布置。

灌浆时应先灌中排孔，再灌边排孔。每排分两序孔，先灌第一序孔，再灌第二序孔。

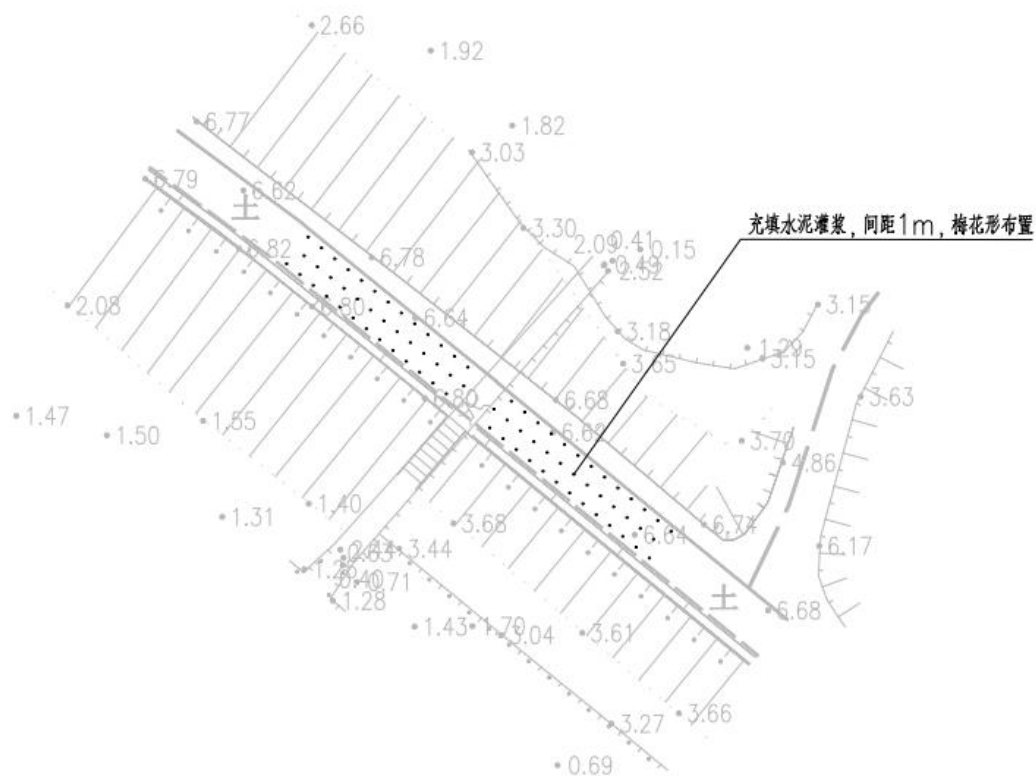


图 5.4-31 47#涵闸灌浆平面布置图

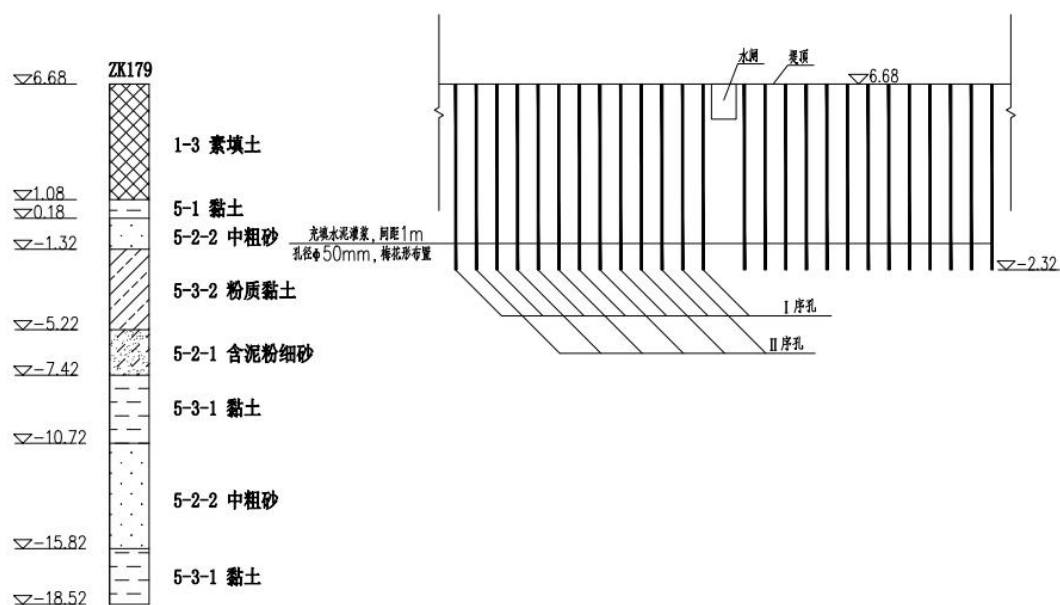


图 5.4-32 47#涵闸灌浆防渗断面图

8) 灯塔堤 62#涵闸

灯塔堤处 62#涵闸涵身渗漏、涵闸右侧出现塌陷，本次拟对其进行重建。

重建 62#水闸宽 5.6m, 顺水流方向长 42.10m, 顺水流方向依次新建抛石护脚、铺盖、闸室、消力池、抛石护脚, 保留原箱涵。

水闸上游布设抛石护底,厚 0.3m,长 2.0m,宽 8.62m,抛石护底顶高程为-0.14m,后接铺盖。

铺盖采用 C35 素混凝土结构, 厚 0.3m, 长 4.0m, 宽 4.0~8.62m, 铺盖顶高程-0.14m。

闸室段由闸室底板、闸墩、闸门、启闭机及工作桥等组成。闸室为两孔，闸孔净宽 1.5m，闸底板厚 0.5m，高程-0.14m，闸边敦厚 0.80m，闸中敦厚 1.00m。闸室顺水流方向长 5m。本工程水闸闸门采用 C35 钢筋混凝土闸门，闸槽宽 0.4m，闸槽深 0.25m。闸室上设工作桥。闸室、挡墙、启闭室、启闭柱、横梁、工作桥桥墩、桥柱、工作桥桥面及桥梁等采用 C35 砼，垫层采用 C20 砼。

闸室后接现状箱涵,箱涵后接消力池,消力池 C35 砼底板厚 0.5m,底高程由-0.14m 下降至-0.40m,池深 0.55m,消力池总长 14m,其中斜坡段长 4m,水平段长 10m,尾部设有尾坎。

水闸进出口衔接段采用 C35 砼挡墙衔接。

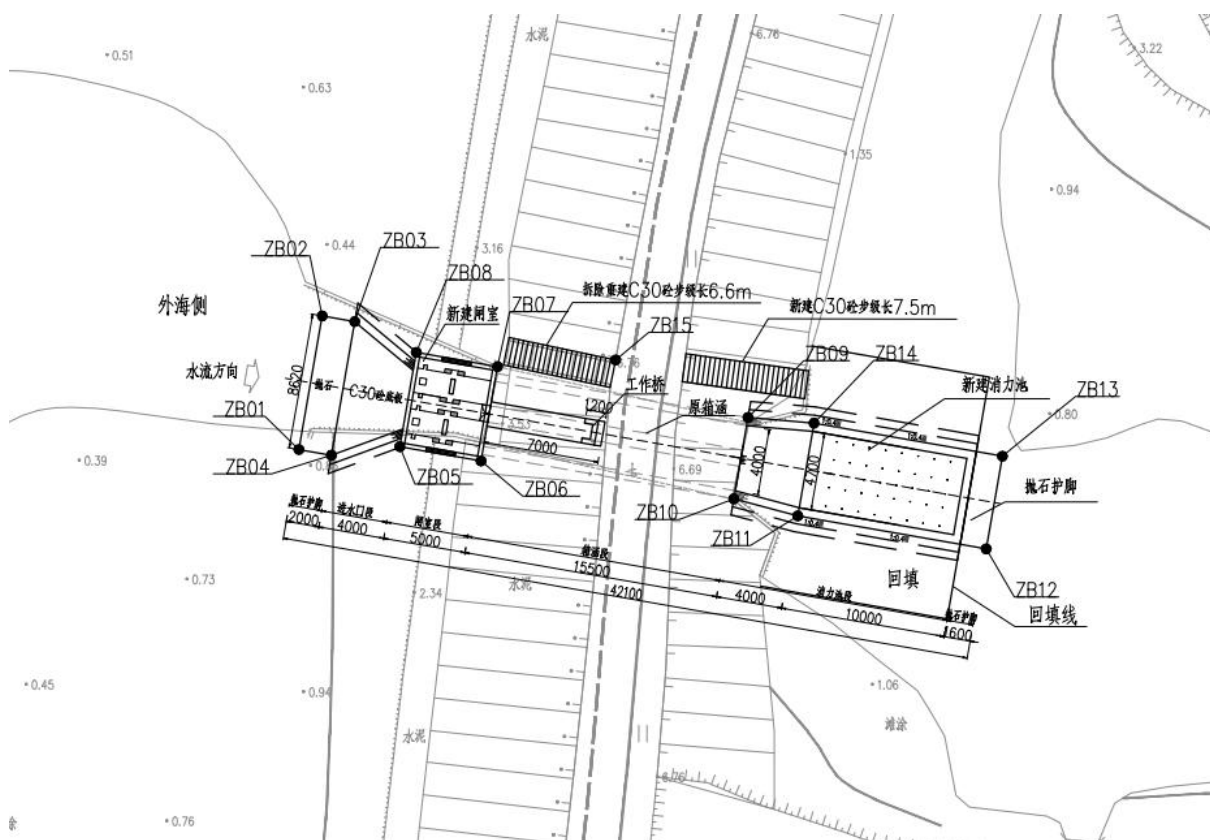


图 5.4-33 62#水闸平面布置图

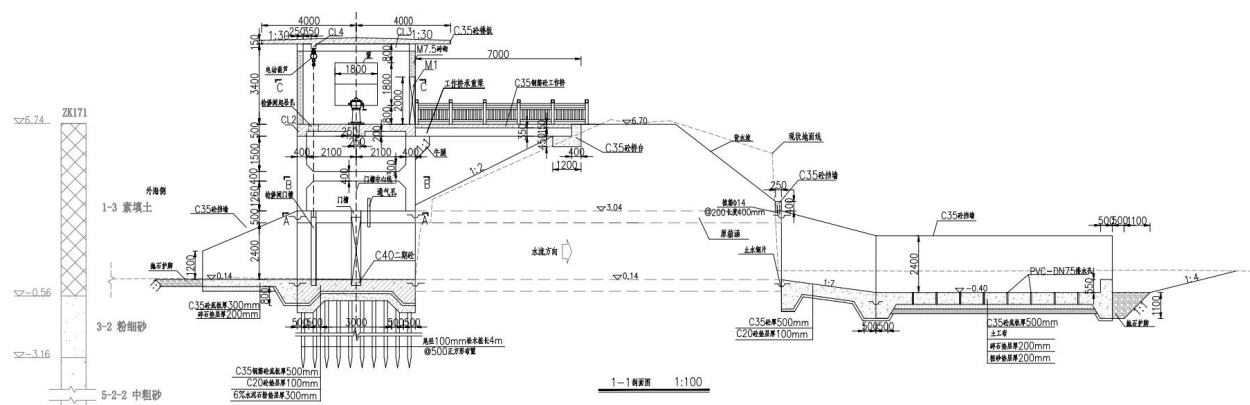


图 5.4-34 62#水闸纵剖视图

9) 管理房设计

本次对重建的 6 座涵闸新建启闭机房,结合闸门大小设置不同面积的单层管理房,总体建筑风格为简约现代风格,此外,对现状南三联围管理处两层管理房进行重新装修,采用简约现代风格,占地面积约 200m²。

5.4.2.6.渗流稳定计算

按《水闸设计规范》SL265-2016 有关规定初步拟定闸基防渗长度:

$$L=C\times\Delta H$$

其中:

ΔH -上下游水位差(m);

C-允许渗径系数,根据《水闸设计规范》表 4.3.2 取。

经计算,本次设计各重建涵闸防渗长度满足计算要求。

5.4.2.7.消能防冲计算

1) 消能计算方法

根据类似工程经验,本工程消能工采用底流消能。按照《水闸设计规范》SL265-2016 附录 B 消能防冲计算,消力池深度计算按公式(B.1.1-1)~(B.1.1-4)计算:

$$d = \sigma_0 h_c'' - h_s' - \Delta Z \quad (B.1.1-1)$$

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{8\alpha q^2}{gh_c^3}} - 1 \right) \left(\frac{b_1}{b_2} \right)^{0.25} \quad (B.1.1-2)$$

$$h_c^3 - T_0 h_c^2 + \frac{\alpha q^2}{2g\varphi^2} = 0 \quad (B.1.1-3)$$

$$\Delta Z = \frac{\alpha q^2}{2g\phi^2 h_s'^2} - \frac{\alpha q^2}{2gh_c''^2} \quad (\text{B.1.1-4})$$

式中：d—消力池深度(m)；

σ_0 —水跃淹没系数，可采用 1.05~1.10；

h_c'' —跃后水深(m)；

h_c —收缩水深(m)；

α —水流动能校正系数，可采用 1.0~1.05；

q—过闸单宽流量(m²/s)；

b1—消力池首端宽度(m)；

b2—消水池末端宽度(m)；

T0—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)。

消力池长度计算按公式(B.1.2-1)和公式(B.1.2-2)计算：

$$L_{sj} = L_s + \beta L_j \quad (\text{B.1.2-1})$$

$$L_j = 6.9(h_c'' - h_c) \quad (\text{B.1.2-2})$$

式中：L_{sj}—消力池长度(m)；

L_s—消力池斜坡段水平投影长度(m)；

β —水跃长度校正系数，可采用 0.7~0.8；

L_j—水跃长度(m)。

消力池底板厚度可根据抗冲和抗浮要求，分别按公式（B.1.3-1）和公式（B.1.3-2）计算，并取其大值。

$$\text{抗冲 } t = k_1 \sqrt{q \sqrt{\Delta H'}} \quad (\text{B.1.3-1})$$

$$\text{抗浮 } t = k_2 \frac{U - W \pm P_m}{\gamma_b} \quad (\text{B.1.3-2})$$

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 0.15~0.2。

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)。

消力池末端厚度, 可采用 $t/2$, 但不宜小于 0.5m。

海漫长度计算, 当 $\sqrt{q_s} \sqrt{\Delta H'} = 1 \sim 9$ 时, 且消能扩散良好时, 海漫长度按公式 (B.2.1) 计算:

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

式中 L_p —海漫长度(m);

K_s —海漫长度计算系数, 根据本工程地质情况, 取 10;

q_s —消力池末端单宽流量 (m³/s/m) ;

$\Delta H'$ —闸孔泄水时的上、下游水位差(m)。

海漫末端的河床刷深度可按公式 (B.3.1) 计算:

$$d_m = 1.1 \frac{q_m}{[v_0]} - h_m \quad (B.3.1)$$

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/m);

$[v_0]$ ——河床土质允许不冲流速(m/s);

h_m ——海漫末端河床水深 (m) 。

2) 计算工况

经分析采用最不利消能防冲工况, 流量取各涵闸设计流量。

3) 计算结果

根据计算，各涵闸需考虑设置消力池，具体做法详见设计图纸

5.4.2.8. 闸室稳定计算

本次设计闸室稳定计算包括地基承载力计算、地基应力计算、抗滑稳定计算、抗浮稳定计算等。

1) 主要计算公式

① 闸室基底应力

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），闸室基底应力计算按下式计算：

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

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

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

$\sum M$ —— 作用在闸室上的全部竖向荷载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 —— 闸室基底面的面积，m²；

W —— 闸室基底面对于该底面垂直水流方向的形心轴的截面距，m³。

② 闸室抗滑稳定安全系数

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），闸室抗滑稳定安全系数计算按下式计算：

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

式中： K_c —— 沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数；

—— 挡土墙基底面与地基之间的摩擦系数，可由试验或根据类似地基的工程经验确定；

$\sum H$ —— 作用在闸室上的全部水平荷载，kN。

③ 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计算按下式计算：

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

式中： K_f ——挡土墙抗倾覆稳定安全系数；

$\sum V$ ——作用在闸室上全部向下的铅直力之和，kN；

$\sum U$ ——作用在闸室基底面上的扬压力，kN。

2) 计算工况

根据水文计算结果及运行调度情况，选择以下工况进行闸室抗滑稳定计算。

工况一（完建工况）：外、内涌皆无水。

工况二（正常蓄水工况）：外江低潮位，内涌水位为常水位。

工况三（设计洪水工况）：外江高潮位，内涌水位为设计洪水位。

工况四（地震工况）：外江低潮位，内涌水位为常水位，考虑 7 度地震。

3) 计算结果

各水闸基底应力、抗滑稳定、抗浮稳定等复核均满足规范要求。但下部多为砂基需考虑基础处理设计

5.4.2.9.挡墙稳定计算

本工程的挡墙主要为素砼重力式挡墙、扶壁式钢筋砼挡墙及悬臂式钢筋砼挡墙。

1) 计算方法

①抗倾覆稳定计算：

$$K_0 = \frac{\sum M_V}{\sum M_H}$$

式中：

K_0 ——抗倾覆稳定安全系数；

M_V ——对挡土墙基底前趾的抗倾覆力矩（kN.m）；

M_H ——对挡土墙基底前趾的倾覆力矩（kN.m）。

②抗滑稳定计算：

$$K_c = \frac{f \sum W}{\sum P}$$

式中：

K_c ——抗滑稳定安全系数；

$\sum W$ ——作用于墙体上的全部垂直力的总和（kN）；

$\sum P$ ——作用于墙体上的全部水平力的总和（kN）；

f ——底板与基础之间的摩擦系数，取 $f=0.3$ 。

③基底压应力计算：

$$\sigma_{\max, \min} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{\sum W}$$

式中：

$\sigma_{\max, \min}$ ——基底的极大和极小压应力（kPa）；

$\sum G$ ——垂直荷载总和（kN）；

A ——底板面积（ m^2 ）；

$\sum M$ ——荷载对底板形心轴的力矩（kN.m）；

$\sum W$ ——底板的截面矩（ m^3 ）。

2) 主要工况组合

根据《水工挡土墙设计规范（SL379-2007）》并结合本工程实际情况，本次挡墙稳定计算主要工况组合为：

工况一（基本组合）：完建工况。

工况二（特殊组合）：设计洪水位骤降工况。

工况三（特殊组合）：地震工况

3) 计算结果

挡墙稳定计算采用理正岩土计算程序进行边坡稳定计算。经复核，挡墙稳定均满足规范要求。

5.4.2.10.基础处理计算

1) 松木桩单桩承载力计算

参考《木结构设计规范》（GB50005-2003）附录 G 及 4.2.1 条表 4.2.1-1，确定松木桩适用强度等级为 TC11B，由表 4.2.1-3 查到 $f_{cu}=10\text{Mpa}$ ，考虑松木桩在自身及使用

条件下的设计指标调整，故将其取值为 8Mpa。参考《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012 的公式（7.1.5-3）和公式（7.1.6-1）计算，承载力特征值取如下两式中较小值。

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

$$R_a = \frac{f_{cu} A_p}{4\lambda}$$

其中：

λ —单桩承载力发挥系数，可按地区经验取值；

α_p —桩端端阻力发挥系数，应按地区经验确定；

u_p —桩的周长（m）；

A_p —桩的截面积（m²）；

n —桩长范围内所划分的土层数；

q_{si} —桩周第 i 层土的侧阻力特征值，可采用钻孔灌注桩侧阻力标准值（kPa）；

l_i —桩长范围内第 i 层土的厚度（m）；

q_p —桩端天然地基土承载力标准值（kPa）。

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_{pi} + \alpha_p q_p A_p = 15.38 \text{ kN}$$

$$R_a = \frac{f_{cu} A_p}{4\lambda} = 10.05 \text{ kN}$$

松木桩单桩承载力特征值取上述计算的小值。

2) 松木桩复合地基承载力计算

松木桩复合地基承载力设计值按《建筑地基处理技术规范》JGJ79-2012 的计算和并参考了中国建筑工业出版社出版的《地基处理手册》（第二版）。

$$f_{spk} = \lambda m \frac{R_a}{A_p} + \beta(1-m)f_{sk}$$

其中：

f_{spk} —复合地基承载力特征值（kPa）；

m —面积置换率；

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）；

经计算，复合地基承载力特征值 f_{spk} 为 80.09kpa，经复核各建筑物地基承载力均满足要求。

5.5.监测设计

5.5.1.监测目的

（1）通过仪器监测等手段来了解和掌握堤防的状态，以便综合分析施工期和运行期堤防的安全状况。

（2）根据监测资料对堤防的结构特性进行分析，用以检验施工质量和验证设计，为提高设计、施工和运行水平提供科学依据。

（3）监测和掌握有关堤防的变形趋势和稳定过程，及时对其稳定性和安全度作出评价，降低工程风险。

（4）为工程安全评估和科学研究积累资料，为反馈分析提供实测数据。

5.5.2.监测设计原则

（1）监测仪器和设施布置目的明确，紧密结合工程实际，突出重点，兼顾全面，相关项目统筹安排，配合布置。

（2）保证在恶劣气候条件下仍能进行重要项目的监测。

（3）在满足精度的前提下，力求观测方便、直观，各监测值能相互对比、校核；监测方法，以自动监测为主，自动监测与人工监测相结合。

（4）仪器监测与巡视检查相结合，运行期安全监测与施工期监测结合，监测仪器和设施与主体工程施工同步实施。

（5）仪器设备要耐久、可靠、实用、有效、力求先进和便于实现现代化。

（6）安全监测自动化系统满足实时性、可靠性、开放性、可扩展性、易维护性、适应性、安全性、人工智能特性等要求。

5.5.3.监测范围和项目

根据《广东省“十五五”重要堤防安全监测实施方案》（广东省水利厅、2024 年 12 月）文件要求，本工程工程建设范围，监测项目主要包括水位监测、视频监测、变形监测、渗流监测、自动化系统以及常规的巡视检查。

工程基本信息				分项监测项目												费用合计 (万元)
堤防名称	长度(km)	堤防级别	主管部门	水位监测		视频监控		变形监测		渗流监测		自动化系 统	监测感知 网	四预系统	INSAR监测	
				测点数量	费用	测点数量	费用	测点数量	费用	断面数量	费用					
龙营围	12.05	3级	廉江市龙营围工程管理处	4	23.72	11	30.525	20	0.608	4	12.764	9.828	0	0	0	77.445
南三联围海堤	49.6	3级	南三联围水利管理所	13	77.09	44	122.1	65	1.976	13	41.483	31.941	0	0	0	274.59
南渡河海堤	21.05	3级	州市南渡河水利工程管理	7	41.51	19	52.725	35	1.064	7	22.337	17.199	134.748	100	100	469.583
鉴江吴川市区堤段	4.25	3级	吴川市河道堤防管理所	2	11.86	4	11.1	10	0.304	2	6.382	4.914	0	0	0	34.56
糖尾分洪闸下游右堤	2.9	3级	吴川市糖尾分洪工程管理所	1	5.93	3	8.325	5	0.152	1	3.191	2.457	0	0	0	20.055
糖尾分洪闸江堤右堤	0.8	3级	吴川市糖尾分洪工程管理所	1	5.93	1	2.775	5	0.152	1	3.191	2.457	0	0	0	14.505
鉴江左岸糖尾堤	8	3级	吴川市河道堤防管理所	3	17.79	7	19.425	15	0.456	3	9.573	7.371	0	0	0	54.615
鉴江右岸乌垌堤	4.95	3级	吴川市河道堤防管理所	2	11.86	5	13.875	10	0.304	2	6.382	4.914	0	0	0	37.335
糖尾分洪闸下游左堤	3	3级	吴川市糖尾分洪工程管理所	1	5.93	3	8.325	5	0.152	1	3.191	2.457	0	0	0	20.055
糖尾分洪闸江堤左堤	0.7	3级	吴川市糖尾分洪工程管理所	1	5.93	1	2.775	5	0.152	1	3.191	2.457	0	0	0	14.505
鉴江右岸糖铺堤段	19.9	3级	吴川市河道堤防管理所	7	41.51	18	49.95	35	1.064	7	22.337	17.199	134.748	100	100	466.808
鉴江左岸长岭堤段	10.65	3级	吴川市河道堤防管理所	5	29.65	10	27.75	25	0.76	5	15.955	12.285	124.82	100	100	411.22
鉴江左岸吴阳堤	18.6	3级	吴川市河道堤防管理所	5	29.65	17	47.175	25	0.76	5	15.955	12.285	0	0	0	105.825
鉴江右岸黄寮堤	15.2	3级	吴川市河道堤防管理所	4	23.72	14	38.85	20	0.608	4	12.764	9.828	0	0	0	85.77

5.5.4.监测设计内容

（1）潮（洪）水位观测

本工程对南三联围每个堤段分别在涵闸处设置水尺观测水位，水位观测设备的选型、布置及水尺零点高程的校测、改正等技术要求，按照《水位观测标准》GBJ138-90 的有关规定执行。

（2）视频检测

根据有关要求，本工程对南三联围每个堤段每 1km 设置一个视频监测点，每个点都要能够查看实时图像或视频。配置 1 台彩色摄像机，通过 4G 网络传输，电源采用太阳能电池供电。终端设置于管理房，可实时查看各堤防情况。

（3）变形监测

堤身水平位移监测采用视准线法，垂直位移监测采用精密水准法，根据工程实际情况对本工程对南三联围每个堤段堤防设置每 1km 设置一个监测断面，断面设置临海侧防浪墙顶、背河测堤肩 2 个变形观测点，水准工作基点根据现场实际情况布置并应设置观测墩。测点位移量允许中误差限值为±3.0mm。

（4）渗流监测

本工程对南三联围每个堤段选择地质条件较差、可能因洪水浸泡时间较长而发生渗透破坏的堤段，每隔 500m 设一断面，每个断面在临、背水坡堤肩、背水坡坡脚各设 1 支测压管，以观测浸润线的变化。

（5）自动化系统

在堤防重点堤段建立完善自动化系统，包括数据采集、传输、处理、存储等环节，确保监测数据的准确性、完整性和及时性。通过自动化系统，实现远程监控和预警功能。当监测数据超过预设阈值时，系统能够自动发出预警信息，提醒相关人员及时处理。这些监测设施可以自动采集和传输数据，提高监测效率和准确性，实时为堤防运行管理提供可靠的数据支持。

（6）巡视检查

巡视检查包括日常巡视检查、年度巡视检查和特殊情况下的巡视检查。日常巡视检查在施工期每周一次，正常运行期每月不少于一次，汛期特别是高水位期间应加密巡视检查次数。年度巡视检查每年 2~3 次，一般在汛前、汛后及高水位、低气温时进行。特殊巡视检查在发生有感地震或大洪水以及其他特殊情况下立即进行。

巡视检查通常用目视、耳听、鼻嗅、手摸、脚踩等直观方法，可辅以锤、钎、量尺、放大镜、望远镜、照相机、摄像机等工器具进行。如有必要，可采用坑（槽）探挖、钻孔取样或孔内电视、孔壁数字成像、注水或抽水试验，化学试剂、水下检查或水下电视摄像、超声波探测及锈蚀检测、材质化验或强度检测等特设方式进行检查，重要部位通过设置监控探头进行巡视检查。巡视检查的内容根据具体情况确定。

检查应包括以下内容：

- 1) 堤顶：是否坚实平整，堤肩线是否顺直；有无陷起伏、裂缝、残缺、积水，相邻两堤段之间有无错动，是否存在硬化堤顶与土堤或垫层脱离现象。
- 2) 堤坡：是否平顺，有无雨淋沟、滑坡、裂缝、塌坑、洞穴，有无杂物垃圾堆放，有无白蚁、灌、狐等害堤动物洞穴或活动痕迹，有无渗水；排水沟是否完好顺畅，排水孔是否顺畅，渗漏水量、水质有无变化等。
- 3) 堤脚：有无隆起、下沉，有无冲刷、残缺、洞穴等。
- 4) 砌石：是否平整、完好、紧密，有无松动、塌陷、脱落、风化、架空等。

6. 机电及金属结构

6.1. 电气

由于本工程为达标加固工程，多数闸门由已有的南三镇变电所至南三联围附近村庄农用电网 380V 输电线路供电，故供电电源仍沿用现有电源供电，直接接引农用电网线路即可满足工程需求。

6.2. 金属结构

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程金属结构设备主要为穿堤涵洞控制闸门，考虑到钢筋混凝土闸门具有耐腐蚀性，可在任何介质状态下使用，止水效果好，安装简单使用寿命长特点。维修加固涵闸工作门均采用钢筋混凝土闸门，配螺杆启闭机，动水启闭。螺杆材料为 2Cr13 不锈钢。湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程各涵闸闸孔数量不多、启闭容量小，故采用操作简单、经济实用的手电两用螺杆启闭机。其中：启闭力 10t 共 15 台、启闭力 20t 共 6 台。

7. 消防设计

7.1.设计依据和设计原则

- (1) 设计依据
- 《建筑设计防火规范》GB50016-2014;
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2010;
- 《水利水电工程设计防火规范》GB50872-2014。

- (2) 设计原则
- 预防为主，防消结合进行。

7.2.消防总体设计方案

7.2.1.工程概况

在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。本次设计管理房共 7 处，其中水闸管理房 6 处为单层结构，总管理房 1 处为二层结构。

7.2.2.工程消防设计

依据各类建筑物及场所耐火等级与火灾危险性类别，按规程要求布置建筑物和机电设备，建筑物耐火等级满足要求，各房间安全出口数量及对外交通满足规范要求。厂区消防车道满足要求。

在室内设置手提式干粉灭火器。所有进出室内、盘柜的电缆孔洞和电缆管两端均用防火材料封堵，并涂刷防火涂料。电缆桥架内的动力、控制电缆之间采用防火隔板分隔。

7.2.3.主要消防设备表

表 7.2- 1 主要消防设备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量
1	磷酸铵盐干粉灭火器	4 手提式，MF/ABC4-2A	具	16

8. 施工组织设计

8.1. 施工条件

8.1.1. 工程条件

(1) 工程概况

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的主要任务是加固沿海堤防，同时完成穿堤建筑物的维修重建，排除安全隐患，满足设计防潮标准 30 年一遇的要求，以减轻洪、潮灾害对该区的威胁，保护围内居住人口、耕地、鱼、虾塘和工农业财产，抵御设计标准风暴潮的袭击，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。建设内容为：在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

(2) 地理位置及对外交通

本工程位于坡头区南三镇。坡头区南三镇位于湛江市坡头区南部，通过南三大桥及湛江海湾大桥与湛江市市区相连，汽车车程约 30km，是湛江市的交通枢纽，对外交通比较方便，通过 G228 国道、S280 省道、乡道可达工程区附近，工程对外交通条件较好。坡头区已建成的公路项目主要有汕湛高速、海滨大道，南三大桥等。地理位置优越。通信发达，通讯电话已通全区每个角落。水电设施配套完善。

(2) 建筑材料来源

本工程所需天然建筑材料主要有砂料、块石（含骨料）及土料，砂料和石料均从南三镇附近砂场和石场采购。土料暂考虑坡头区及湛江市范围内外购，运距约 50km。主要建筑材料如水泥、钢筋（材）、木材、燃油等均由湛江市市场供应。

(3) 施工风、水、电供应及通讯

1) 施工供水

本工程施工用水包括生活用水及施工生产用水。施工生产、生活用水从周边村庄接自来水或者在施工现场就近池塘、水井等取水。

2) 施工供电

施工期间可利用现有或提前架设永久专用输电线路供施工用电,尽可能做到永久、临时相结合,并设置柴油发电机备用。

3) 施工供风

各施工区采用移动式空压机。

4) 施工通讯

目前施工区域通讯信号已覆盖,移动电话可满足通讯需求。

8.1.2.自然条件

(1) 气温、湿度

南三岛位于湛江市东侧,所在地区属亚热带季风气候,汛期气温高,降雨量大,随时可能遇上台风天气,冬季气候凉爽,雨水相对较少。根据湛江市气象台观测资料统计分析,多年平均气温 23℃,最高气温 37.5℃,最低气温 0.4℃,主要气候特征是夏季高温多雨,日照时间长,相对湿度大,冬暖少霜冻,夏季多受台风影响雷暴发生也较频繁,多年平均降雨量为 1575mm。

湿度:多年平均相对湿度为 85%。

(2) 降水

坡头区南三镇地处北回归线以南的低纬度地带,属亚热带海洋性季风气候,雨量较为充沛,但年内分配不均,多集中在夏秋两季,冬春雨量少而蒸发量大,地表水源的利用率较低。境内除少数季节性小河外,没有大河湖川的地表水源,降雨是主要地表水源,多年平均降雨量 1575mm,径流深 656mm,年径流量为 3.33 亿 m³。汛期台风暴雨较多,具有降雨强度大、发展猛、移动快、破坏力大的特点,汛期旱、涝、洪、潮灾害都严重。

(3) 台风、风速

全年主导风向为东南风,夏半年(4~9月)多为东到东南风,冬半年(10~次年3月)多北风及东北风。历年平均风力 3~4 级,极大风速达每秒 57m(1996 年)。坡头区年平均降雨量为 1598.3mm,年降雨量最少是 1955 年 743.6mm,降雨量最多是 1985 年 2411.3mm,4~9 月份为雨季,夏秋之间降雨量多,冬春之间降雨量少。月降雨量 8 月份最多,曾出现过 283.9mm,12 月份降雨量最少,曾出现过 19.10mm。在降雨量中,台风雨占很大的比重,每年 7~10 月份的雨量有 60%~68%是台风雨,历年台风雨占同

期雨量的 50.8%左右。主要分布在四至九月，且多为台风雨，其余时间则较少雨水导致春旱和秋后旱。台风为该区最大的自然灾害。每年 5~11 月最为频繁，平均每年有 2~3 个。自 1996 年以来，台风的强度和频度都在逐年下降。其次是干旱，每年的 12~4 月，旱情最为严重，在台风少的年份旱情则更加严重。

本区域地处亚热带，受海洋性气候影响，是热带气旋侵袭频繁的地区之一，台风侵袭尤以 7~9 月的可能性最多。台风登陆带来了大雨或大暴雨，常造成了灾难性的自然灾害，同时也是鉴西平原内涝成灾的主要原因。

（4）蒸发、日照

本区域日照时间长，蒸发量大。

蒸发：多年平均蒸发量 1787 毫米，最大年蒸发量为 2065.2mm（1955 年）。

日照：历年平均日照小时为 1843.5 小时，最多的为 2393 小时，最少的为 1456 小时。

8.2.施工导流

8.2.1.导流标准

本工程堤防级别为 3 级，穿堤涵闸等主要建筑物级别为 3 级，根据《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），导流建筑物确定为 5 级，采用 5 年一遇的洪水标准。

8.2.2.施工导流方式

（1）涵闸部分

重建涵闸处结合平面布置，施工时采用全段围堰法，外海侧围堰与内河围堰对施工基坑进行围护挡水，施工期间埋设一根 1m 钢管进行施工导流，满足日常过流。

（2）海堤部分

海堤部分采用纵向围堰，分段进行施工。

8.2.3.导流建筑物

8.2.3.1.涵闸部分

1) 外海侧导流建筑物

外海五年一遇水位为 3.68m，结合现状地形并考虑安全加高及波浪爬高，围堰顶高程为 4.20m，围堰高度高 4~5m 左右。外海侧附近为鱼塘，如采用土方围堰，占用鱼塘位置较宽，且土方量较大；根据地质情况，围堰地基存在较厚的砂层，存在强透水层。

结合上述原因，采用占地较小的 12m 双排拉森钢板桩围堰型式，结合现状地形并考虑堰顶超高后，围堰顶高程为 4.20m，顶宽 4m，两排钢板桩间设钢拉杆并回填土，以保证围堰的整体性。

2) 内河侧导流建筑物

内河围堰采用土包围堰填筑，结合现状地形，围堰顶高程设计与现状鱼塘顶高程持平；采用梯形断面，顶宽 0.5m，两侧边坡 1:1，在迎水侧铺设防渗土工膜，并采用土包进行压重。

8.2.3.2.海堤部分

结合现场踏勘与现状地形、水深，围堰平均高度定为 2.00m。围堰采用梯形断面的土包围堰，顶宽 0.5m，两侧边坡 1:1，在迎水侧铺设防渗土工膜，并采用土包进行压重。

8.2.4.施工排水

为保证工程质量及施工顺利进行，做好基坑施工排水，施工排水拟在地面及基坑内设置排水系统。排（截）水沟与集水井相连，及时用水泵将水抽排。

8.3.主体工程施工

主体工程主要为涵闸工程及海堤达标加固，为加快施工进度，各段可同步进行施工。

8.3.1.土方开挖与回填

(1) 土方开挖

开挖前通过测量放线确定开挖位置及范围，防止超挖。土方开挖采用 1m³ 挖掘机挖装 8t 自卸汽车运走。开挖时将符合回填要求的土料运至临时堆土场或直接运至利用

位置；不符合填筑要求的土料则外运至弃土场。开挖接近设计坡面或基坑底时改用人工开挖。

自卸汽车运输土方时不得干扰正常社会车辆的行驶，运输车在进入城市道路或县道前须清洗干净，否则不得驶入城市道路或县道；在运输及堆放土方的过程中，皆不得对环境造成污染。

（2）土方回填

回填料用自卸汽车运到工作面或附近卸料，为保证各工序能够连续共进，填筑采用分段、分层施工。施工过程中控制好每层的填筑厚度，由外向内填，并逐层夯实。施工方法采用推土机平土，履带式拖拉机碾压。拖拉机无法施工的边角部位采用人工回填土，蛙式打夯机夯实，边角部位采用夯锤夯实。

8.3.2.钢筋砼工程施工

（1）模板工程

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

（2）钢筋工程

钢筋原材料须按不同的等级、牌号、规格挂牌分别堆放，不得混堆。在运输、贮存过程中应注意防雨，尽量避免锈蚀和污染，露天堆放时须垫高并铺防雨材料，露天堆放钢材应尽快优先使用。钢筋尺寸须按设计和规范要求进行加工，对加工好的钢筋应分类挂牌堆放，专人负责，堆放场地要整齐规范，钢筋要便于取出。钢筋安装要严格按照要求进行，注意保护层垫块是否安装到位，钢筋绑扎是否符合要求，焊接和搭接钢筋长度是否达到规范要求等。

（3）混凝土工程

混凝土采用商品混凝土。边浇筑边振捣，直至浆液不再有显著下沉、不冒气泡，并开始泛浆为佳。振捣间距不大于 30cm 左右，成梅花形移动。施工缝按规范执行，不得在变截面处随意留缝。以上施工工程都必须在监理单位监督下进行，并按规范要求及时取样送质检部门检测。只有在通过合格后，才能进行下道工序施工，严格控制施工质量。

8.3.3.碎石垫层施工

铺设碎石前先清除松散土、积水、污泥、杂质，原有地基应平整。视不同条件，可选用夯实或压实的方法。大面积的砂石垫层，铺筑厚度可达 35cm，宜采用 6~10t 的压路机碾压。

铺筑的砂石应级配均匀。如发现砂窝或石子成堆现象，应将该处砂子或石子挖出，分别填入级配好的砂石。铺筑级配砂石在夯实碾压前，应根据其干湿程度和气候条件，适当地洒水以保持砂石的最佳含水量，一般为 8%~12%。夯实或碾压的遍数，由现场试验确定。用水夯或蛙式打夯机时，应保持落距为 400~500mm，要一夯压半夯，行行相接，全面夯实，一般不少于 3 遍。采用压路机往复碾压，一般碾压不少于 4 遍，其轮距搭接不小于 50cm。边缘和转角处应用人工或蛙式打夯机补夯密实。

施工时应分层找平，夯压密实，并应设置纯砂检查点，用 200cm³ 的环刀取样；测定干砂的质量密度。下层密实度合格后，方可进行上层施工。用贯入法测定质量时，用贯入仪、钢筋或钢叉等以贯入度进行检查，小于试验所确定的贯入度为合格。最后一层压（夯）完成后，表面应拉线找平，并且要符合设计规定的标高。

8.3.4.钢板桩支护施工

拟采用单桩逐根打入法静压施打钢板桩：①先由测量人员定出钢板桩围护的轴线，可每隔一定距离设置导向桩，导向桩直接使用钢板桩，然后挂绳线作为导线，打桩时利用导线控制钢板桩的轴线。②准备桩帽及送桩：打桩机吊起钢板桩，人工扶正就位。③单桩逐根连续施打，注意桩顶高程不宜相差太大。

8.3.5.松木桩支护施工

（1）测量定位：根据设计图纸要求测放每根桩的位置。

（2）按设计选用新鲜湿松木，径向凹凸不大于 0.3%。

（3）施打松木桩

对于现场施工面较开阔的采用机械打松木桩：选用锤重为 150kg 锤击桩机，打桩时控制好木桩的垂直度及每锤的进尺，最后五锤木桩进尺不大于 400mm，且控制预留桩头楔入上部结构 50~80mm。施工时按设计及有关规范严格控制锤的落距和收锤标准。

对于现场施工面狭窄，施工机械难以到达的采用人工打松木桩。

8.3.6.U 型板桩施工

(1) 准备工作：①施工基线布设。②桩机就位。③导桩、导向架制作，导桩采用 T 型结构，H 型钢拼接而成，导向架也采用钢结构，导向架与导桩之间为活动链接方便轮流打设。

(2) 沉桩施工：①混凝土板桩直立：使用履带吊或者打桩机上的吊机单点起吊单根板桩，用人工方式插入导向架中，板桩插入泥前面，检查板桩垂直度，确保板桩垂直插入滩涂泥面。②混凝土板桩沉桩：板桩夹桩使用专用液压板桩夹头。夹具位置位于板桩上翼缘中部，在振动作用及振动锤和板桩自重作用下进行沉桩，板桩沉桩是要注意控制纵横两个方面的垂直度，一般情况下，吊车钩头绳应顺轴线打桩方向的相反方向用劲，以免板桩向前进方向倾斜，垂直轴线方向则用经纬仪控制。

(3) 冠梁施工

冠梁通常在现场浇筑施工，也可根据设计要求采用预制拼接式。对于预制拼接式冠梁，冠梁在工程预制后与板桩同船运至施工地点，采用螺栓连接连接，施工完一组后，进行一次冠梁安装。

8.4.施工交通运输

工程区域周边主要为农田、鱼塘及少量民房，工程区域范围主要交通干道有汕湛高速、海滨大道、南三大桥、G228 国道、S280 省道、乡道可达工程区附近，工程对外交通条件较好，本工程对外交通较便利。本工程场内运输可以利用现状堤顶道路，可基本满足工程需要。

8.5.施工总布置

8.5.1.临时设施布置

通过现场情况和综合分析，针对结构平面布置情况及生产、生活临时措施需要，采用集中布置原则进行施工。施工平面布置以减少占地为目的，尽量利用工程原有或就近的已有设施，紧凑布置临时施工设施，同时尽量将生活区和生产区区分开来。

临时施工占地考虑仓库、办公、生活、生产临时施工用房及材料堆放场、施工机械停放场等。办公、生活等临时施工用房可考虑布置于施工区附近空地或就近临时租

用空置房、民房。本工程不设专门的机械修配厂及汽车修理厂，汽车、机械设备的维修保养可以在附近的修理加工厂进行。本工程主要临时建筑工程量为：施工仓库 800m²，工棚 800m²。

8.5.2.安全文明施工

根据建设工程文明施工标准和要求，将文明生产和环境保护工作列为施工管理的重要环节，建设工程文明施工应实现施工封闭化、围蔽标准化、现场硬地化、厨房厕所卫生化、宿舍和办公室规范化。

建设工程应减少对周围环境的污染和影响，建筑工地落实封闭施工，工地周边按要求设置围蔽和遮尘设施，材料堆放整齐有序，加标识。在工地生活区宿舍、厕所、厨房的设置和管理达到卫生要求，落实除“四害”措施。做到垃圾集中堆放，及时清理。道路畅通，排水沟渠畅通，无卫生死角，无大面积积水。

根据文件要求，本工程列入工程安全防护、文明施工措施费。

8.6.施工总进度

工程建设分工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程完建期四个阶段，工程筹建期不计入总工期，主要完成施工征地及施工招投标工作。

工程施工总工期计划为 25 个月，本工程可分段同时施工，加快施工进度。

8.7.主要技术供应

主要施工机械设备需用量见下表

表 8.7- 1 主要施工机械设备一览表

序号	设备名称	设备型号	单位	数量
一	土石方机械			
1	挖掘机	1m ³	台	8
2	推土机	功率 59kW、功率 74kW 、88kW	台	10
3	胶轮车		台	10
4	蛙式夯实机	功率 2.8kw	台	30
5	钢轮内燃压路机	工作质量 12t	台	5
6	装载机	1m ³	台	15
二	起重设备			

序号	设备名称	设备型号	单位	数量
1	汽车起重机	起重量 5t、起重量 8t	台	9
2	履带起重机	起重量 25t	台	5
三	运输设备			
1	自卸汽车	8t、10t、12t、20t	辆	20
2	混凝土输送泵	输出量 30m ³ /h	辆	8
3	载重汽车	载重量 5t	辆	8
四	砼拌和系统			
1	泥浆搅拌机		台	3
五	钢筋砼施工设备			
1	振动器	1.1kw、1.5kW、2.2kw	台	8
2	风(砂)水枪	耗风量 6.0m ³ /min	台	3
3	电焊机	交流 25~30kVA	台	8
六	砂石加工系统设备			
1	泥浆搅拌机		台	3
七	其他设备			
1	洒水车		台	2
2	地质钻机	150 型	台	2
3	灌浆泵		台	3
4	柴油打桩机		台	4
5	履带式液压单斗振动打桩机		台	5
6	湿喷机		台	5
7	水泵		台	10

9. 建设征地与移民安置

9.1.设计依据

- (1) 《中华人民共和国土地管理法》；
- (2) 《中华人民共和国农村土地承包法》；
- (3) 《中华人民共和国水法》；
- (4) 《中华人民共和国物权法》；
- (5) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》(中华人民共和国国务院令 第 471 号)；
- (6) 《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》(SL290-2024)；
- (7) 国土资源部、国家经贸委、水利部联合颁布的国土资发〔2001〕355 号文关于《水利水电工程建设用地有关问题的通知》；
- (8) 《中华人民共和国耕地占用税暂行条例》、《中华人民共和国耕地占用税暂行条例实施细则》。

9.2.建设征地范围

根据相关专业进行设计工程占地范围线成果，依据《广东省水利工程管理条例》和《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2024），确定建设征地处处理范围。湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程建设征地范围分永久占地和临时占地。

永久占地范围主要包括堤段占地范围；工程临时占地范围主要包括施工辅企和料场占地等用地范围。

(1) 永久占地

根据项目设计要求，对现有堤防进行达标加固，部分堤段砼护坡出现塌陷，背水坡水土流失严重现象，基本是在原有海堤的基础上进行达标加固，堤防达标加固后新、老堤脚线之间的范围的基础所占用的土地为永久占地。

(2) 施工临时用地

根据本工程施工布置原则、施工辅企建筑物的类别及料场等用地需要，沿堤分段进行施工，每个施工段分别布置。施工临时征地以尽量少征为原则，对耕植用地在使用完成后均要求恢复其原有用途。

9.3.建设征地实物调查

（1）调查范围

调查范围包括达标加固海堤堤段及修复加固穿堤涵闸工程的占地、护堤地和施工临时用地。

工程施工临时占地主要是用来布置临时净料堆场、砂石料临时堆放场、材料仓库、钢筋、模板加工堆放场、汽车、工程机械停放场、生活区和土料场等占地。

（2）调查组织和程序

依据《国务院关于修改〈大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例〉的决定》（2017年6月1日起施行）、《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL/T 290-2024）、《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》（SL442-2024）、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2007）、工程区 1:1000 实测地类地形图以及工程设计布置图等的要求进行调查。

（3）调查内容和方法

1) 调查内容

调查内容包括房屋及附属建筑物、土地、水利水电设施、供水设施、输变电设施、电信设施、交通设施、零星果木以及收集统计年报资料、土地详查资料等。

2) 调查方法

调查原则与组织架构：征地拆迁实物调查需遵循“依法依规、客观公正、程序规范”原则，核心在于确保数据真实性与补偿合理性。调查主体通常由地方政府、项目法人及第三方机构组成联合工作组，地方政府负责政策宣导、社会稳定协调及争议仲裁。项目法人提供资金保障，制定调查计划并监督进度。第三方机构承担现场勘测、数据录入及报告编制，确保技术中立性。

调查流程与实施要点：依据征地红线图布设临时界桩，同步发布停建通告，明确调查区域及时间节点。对争议地块（如权属模糊区域）进行标记，并协调自然资源部门复核地类性质。

人员培训：组织政策解读会，统一补偿标准（如房屋结构分类、青苗补偿系数）。开展技术培训，重点讲解测量工具使用、数据采集规范及安全防护要求。

现场调查阶段，土地与房屋采用“GPS 定位+实地丈量”结合方式，记录土地权属、面积及地上附着物（如房屋结构、装修程度）。对历史遗留建筑，需查阅档案并拍照取证。人口与户籍核对户籍信息，区分常住人口与挂靠人口，确保安置人口统计准确。对交通、电力、通信等设施，记录现状规模、迁建需求及技术参数。例如，高压线路需标注电压等级、杆塔数量及迁改方案。实行“双人复核制”，即调查员与监督员同步记录，当日汇总并签字确认。对疑似数据（如面积异常、权属争议）启动“三级审核”，由村委、乡镇、县级部门逐级认定。

成果确认与公示：数据整合将现场数据录入 GIS 系统，生成电子地图与属性数据库，确保“一图一表”对应。

公示与异议处理：调查结果在村务公开栏及政府网站公示 7 日，同步设置咨询点。对异议事项，需在 3 日内组织复核并书面反馈结果。例如，某村民对房屋面积存疑，工作组通过调取原始图纸与现场复测，最终修正数据。

技术规范与风险防控：已批未用地按建设用地调查，未批占用地需标注违法状态并移交执法部门。对“农转非”地块，需核查土地性质变更文件，避免补偿标准误用。

数据衔接机制：与林业、农业部门共享地类数据，确保“一地一档”唯一性。例如，某地块同时涉及耕地与林地，需协调两部门联合认定。

合法性监督：被征收人可全程参与调查，对关键环节（如测量、签字）进行录像取证。设立举报渠道，对违规操作（如篡改数据、胁迫签字）严肃追责。

特殊情形处理：对界线重叠或遗漏地块，由省级政府组织自然资源、公安等部门联合裁定。对历史遗留问题（如未登记祖屋），通过“村民代表大会+第三方评估”方式认定补偿标准。

动态更新要求：违法用地复耕后，需重新调查并更新地类数据，确保补偿与现状一致。对突发抢建行为，立即冻结补偿并启动执法程序。

社会经济调查：社会经济调查收集工程范围内坡头区近 3 年的统计年鉴，各涉及行政村的相关统计资料；收集坡头区地区国民经济和社会发展的近期计划和远期规划，了解其经济社会现状等资料。此外，我公司设计人员还收集了当地农副产品、林产品、人工工资、建材及运输价格等资料。

3) 农村调查

①房屋及附属建筑物调查

房屋按结构分类计列，包括钢筋混凝土结构、混合结构、砖木结构、土木结构、木结构和其他结构；附属建筑物根据不同的建筑物分类计划，包括炉灶、晒场、厕所、围墙、水井、坟墓等；房屋计量标准按建筑面积（m²）计列。

②土地调查

土地现状调查，分耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地等。

土地分市、镇、村民委员会行政区域调查，土地权属调查至村民委员会集体经济组织。土地计量标准以水平投影面积计算，计量单位为亩。土地地类的确定以 1: 1000 实测地类地形图及国土部门提供的土地利用现状图为基础，现场查清土地类别及权属。土地面积以 1: 1000 地类地形图为基础进行量算，并以工程占地的总面积进行平差。

③农村专项设施调查

农村专项设施包括水利水电设施、供水设施、输变电设施、电信设施、交通设施等。调查内容包括工程名称、权属、建成年月、规模、效益、结构类型、高程分布、固定资产投资等。

④零星树木

零星青苗为工程建设范围内的零星果树和竹林内的零星杂木，按当地果木补偿分类。以户为单位全面调查，对调查成果由产权人（户主）签字认可，各单位参加调查人员签字。分村汇总后由地方政府签字、盖章认可。

（4）实物指标调查成果

本工程建设征地涉及坡头区南三镇 11 个村委会。本次工程海堤沿线主要为滩涂、农业用地，养殖塘。主要是在原有海堤基础上进行达标加固，占地均在海堤管理范围内，因此不新增占地面积，原有堤身永久占地 622.7 亩，施工临时占用鱼塘 210.78 亩，

占用房屋建（构）筑物 182m²，主要用于堆放材料、停放施工机械、临时仓库、办公室等。

1) 堤身占地永久占地实物指标堤身永久占地 622.70 亩，均为原有海堤永久占地面积，本项目无新增永久占地。

2) 施工临时占地实物指标

①附着物补偿

施工临时占用鱼塘 210.78 亩，房屋建（构）筑物 182m²。

②主要实物指标成果精度分析

依据工程占地区的 1:1000 地类地形图，现场划定村界和核实地类，量算面积和汇总统计，调查成果符合本阶段的精度要求。

根据相关规程规范规定和要求，本工程建设占地影响的实物指标调查成果，其精度符合初步设计阶段的要求，可以作为工程占地影响处理及编制补偿投资概算的依据。

9.4.农村移民安置规划

本项目不涉及到移民安置问题。

9.5.建设征地补偿投资概算

(1) 补偿标准

1) 土地补偿费和安置补助费标准

国家和地方政府有规定的按规定执行，没有规定的，按工程影响区实际情况或参照近期类似项目执行的标准确定。

按 2025 年第四季度价格水平计算；另由于工程影响区各农作物近年产量相对稳定，故不考虑产量增长。

征（占）地补偿单价分析参照《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》和《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》计算。

2) 征收土地补偿标准和单价

土地征地补偿单价参照《湛江市人民政府关于新建广州至湛江高速铁路工程建设用地征地补偿安置公告》（湛府通[2022]7号）分析采用。具体补偿标准如下：

1、征地补偿安置标准

坡头区辖区范围内征地补偿标准为：不分地类，统一按 9.0 万元/亩标准执行。

2、安置方式

①货币安置：已纳入征收土地补偿标准内；

②留用地安置：按实际征地面积 15%划留给被征地集体，并折算货币补偿。坡头区留用地折算货币补偿为 18.0 万元/亩。

3、成片青苗补偿标准

青苗补偿单价严格按照《湛江市人民政府关于印发湛江市征收土地青苗及地上附着物补偿办法的通知》（湛府规〔2025〕4号）执行。

3) 补偿单价分析

1、永久占地

工程永久占地为水利用地。

水利用地在河道管理范围内，不属于新增占地，该部分占地仅补偿青苗费和附着物，不考虑征地补偿费。

2、临时占地

临时占地进行补偿青苗费和附着物。

土地征地补偿单价参照《湛江市人民政府关于新建广州至湛江高速铁路工程建设用地征地补偿安置公告》（湛府通[2022]7号）分析采用；

青苗补偿单价严格按照《湛江市人民政府关于印发湛江市征收土地青苗及地上附着物补偿办法的通知》（湛府规〔2025〕4号）执行。

3、房屋及附属设施

本项目施工临时占用房屋 182m²，补偿单价严格按照《湛江市人民政府关于印发湛江市征收土地青苗及地上附着物补偿办法的通知》（湛府规〔2025〕4号）执行。

（2）投资估算编制依据

1) 本工程设计估算的编制依据为《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》。

2) 征地补偿费根据广东省国土资源厅文件《广东省征地补偿保护标准》(2010 年修订调整)的补偿标准。

3) 其他各种费率的取值按《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(试行)执行。

4) 编制过程采用《广东省水利水电工程造价管理》(V13.7.8)。

5) 工程勘测设计收费按国家计委、建设部公布的《工程勘察设计收费管理规定》通知(计价格[2002]10 号文)进行计算。

6) 工程监理费收费按国家发展和改革委员会、建设部公布的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知(发改价格[2007]670 号文)进行计算。

(3) 其它费用标准

其他费用包括：前期工作费，勘测设计科研费、实施管理费、技术培训费、监理监测评估费，咨询服务费，征地管理费，勘测定界费。根据《水利水电工程建设征地移民设计规范》及移民安置工作的实际情况，本阶段取值如下：

- 1) 勘测设计科研费，按直接费的 3.0%计列；
- 2) 实施管理费，按直接费的 3.0%计列；
- 3) 技术培训费，按农村移民安置补偿费 0.5%计列；
- 4) 监理监测评估费，按直接费的 1.0%计列；
- 5) 征地管理费，按征地费的 2.0%计列；
- 6) 勘测定界费，按征地费的 1.0%计列。

(4) 基本预备费

基本预备费：按直接费用和其它费用之和的 5.0%计。

(5) 建设征地投资估算

建设征地补偿总投资为 91.64 万元，其中：工程征地直接补偿费 79.34 万元，其他费用 7.93 万元；基本预备费 4.36 万元；有关税费 0.0 万元。具体费用见地投资估算表。

表 9.5-1 征地投资估算表

序号	项目	数量		补偿标准		补偿金额（万元）
		数量	单位	单价	单位	
一	工程征地直接补偿费					79.34
一)	永久占地（不分地类）	622.7	亩	9	万元/亩	0.00（管理范围内不作补偿）
二)	临时用地	144.1	亩	6	元/m ² /	0.00（管理范围内不作补偿）

序	项目	数量		补偿标准		补偿金额（万元）
		8			月	
三)	青苗补偿	0	亩	3500	元/亩	0.00
四)	附着物补偿					79.34
2	房屋(简易棚房)	182	m ²	190	元/m ²	3.46
3	鱼塘	210.78	亩	3600	元/亩	75.88
二	其他费用					7.93
1	勘测设计科研费	直接补偿费的 3%		3.0%		2.38
2	实施管理费	直接补偿费的 3%		3.0%		2.38
3	监理监测评估费	直接补偿费的 1%		1.0%		0.79
4	征地管理费	直接补偿费的 2%		2.0%		1.59
5	征地勘测定界费	直接补偿费的 1%		1.0%		0.79
三	预备费	一+二的 5%		5.0%		4.36
四	有关税费					0.00
五	总估算额	一+二+三+四				91.64

。

10. 环境保护设计

10.1. 概述

10.1.1. 项目概述

10.1.2. 设计依据和标准

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2019 年 1 月 1 日；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日；
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2019 年 1 月 1 日；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016 年 11 月 7 日；
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》，2004 年 8 月 28 日；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日；
- (9) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日；
- (10) 《中华人民共和国文物保护法》，2017 年 11 月 4 日；
- (11) 《中华人民共和国森林法》，2017 年 11 月 4 日；
- (12) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018 年 10 月 26 日；
- (13) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，国务院令第 687 号，2017 年 10 月 7 日；
- (14) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016 年 2 月 6 日；
- (15) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月 7 日；
- (16) 《中华人民共和国森林法实施条例》，国务院令第 698 号，2018 年 3 月 19 日；
- (17) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日；
- (18) 《广东省建设项目环境保护管理条例》（2012.7.26 修订并施行）。

10.2. 水环境保护

工程施工期水污染源主要包括施工生产废水和生活污水。生产废水主要来源于工

程区机械车辆冲洗废水、含油废水等；生活污水主要来源于施工期施工人员生活用水。

1) 生活污水

参照《城市居民生活用水量标准》并类比相似工程，施工人员生活用水量取 $0.06\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{d}$ ，生活污水产生量为用水量的 80%，未经处理的生活污水成分中 COD、BOD₅、氨氮和 SS 的浓度值约为 300mg/L、200mg/L、50mg/L 和 300mg/L。

施工期水环境保护措施如下：

- ①各个施工区对生产生活污水进行集中式管理排放，杜绝施工期间污水的乱排；
- ②建立系统的污水处理设施，保证污水处理后出水达标排放；
- ③节约用水，减少污水排放量；
- ④制定重大水污染紧急应对措施，以防止突发污染事故发生对水环境的影响；
- ⑤定期进行水域水质监测，分析施工期间水质动态变化。

2) 生产废水

本工程主要的生产废水包括砼拌合系统冲洗水、施工机械设备维修和汽车冲洗含油废水以及施工围堰产生的基坑废水。本工程所需砂石料

均为外购，不产生砂石料冲洗废水。

a. 含油废水

本工程施工期含油废水主要来自施工机械的修理及冲洗，含有泥沙和石油类等污染物，其中 SS 最大浓度约为 1000mg/L，石油类浓度约为 50mg/L。本工程施工期间仅设置简易机械修配汽车维修保养站。每台水电施工机械产生冲洗废水 $3\text{m}^3/\text{d}$ 。

b. 涵闸施工围堰基坑废水

本工程在施工过程中需修筑围堰，将产生基坑排水。基坑排水包括初期排水和经常性排水，初期排水包括基坑积水、渗水和降水；经常性排水包括围堰和基坑的渗水、降水、地层含水、基岩冲洗及砼养护弃水等。基坑废水 pH 值达 11~12，悬浮物浓度高约 2000mg/L。

施工生活污水及有的施工工序生产废水污染物浓度较高，如不经过处理直接排放，会对所涉海域的水质产生一定程度的不利影响，但在施工生活污水和施工中生产污染物浓度较高的废水经处理达标排放或回用的情况下，施工期不会对工程区周边海域水质造成明显影响。

10.2.1.机械车辆冲洗废水处理措施

1、机械车辆冲洗废水特点

施工区内不设置机械修配厂，仅进行机械保养，因此施工过程中亦不产生施工机械、汽车检修废水，但会产生汽车冲洗废水，各施工区车辆同时清洗，采用高压水枪冲洗。

2、处理目标

机械维护及汽车冲洗废水污染物以石油类为主，石油类浓度一般为5mg/L~20mg/L。处理出水中石油类浓度控制在5mg/L以下，废水经处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GBT18920-2002）洒水标准后，全部回用于施工场区和施工道路洒水、绿化用水。

3、处理方案

废水处理采用隔油池处理。含油废水经隔油池后，可大幅降低废水含油浓度，一般情况下出水石油类浓度可达5mg/L以下，其余指标符合《城市杂用水水质标准》，就近全部回用于场地道路洒水抑尘和绿化用水。

（1）推荐方案流程说明

将机械和汽车的冲洗含油废水汇流处修建一个矩形池，含油废水通过集水沟自流进入矩形池。在矩形池的入口处设置隔油材料，含油废水经过隔油材料自流进入水池，蓄满并投加混凝剂进行混凝吸附，回收浮油，停留24小时到第二天排放进入蓄水池，并考虑循环利用。该处理构筑物简单，没有机械设备维护的问题，在运行的过程中只需要注意定时清洗、更换隔油材料及清池，按时回收浮油。

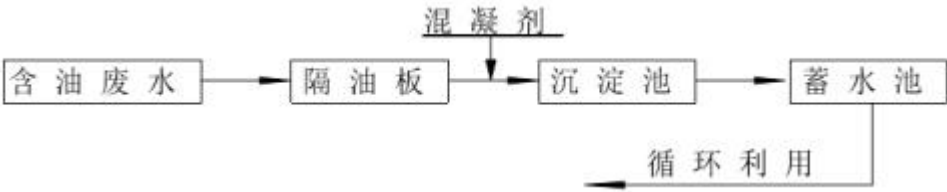


图 10.2-1 含油废水处理工艺流程图

（2）运行管理与维护

由于本工程含油废水量较小，处理构筑物简单，没有机械设备维护的问题，在运行过程中主要注意定时清理。管理工作纳入机械修配厂统一安排，不另设机构和人员。

（3）含油废水循环利用的可行性

含油废水经过处理后，石油类浓度≤5mg/L，经过处理的含油废水进入蓄水池，

采用水泵抽取废水与新鲜水混合，满足水质标准要求；所以含油废水循环利用、实现零排放是可行的。隔油池应该每天安排人员清除漂于上面的浮油与其他杂物。浮油统一收集后，外委有危险废物处理资质的单位处理。

10.2.2.含油废水处理措施

含油废水处理系统主要设备为小型隔油池，设计处理量为 $20.0\text{m}^3/\text{h}$ ，停留时间 10min ，设备尺寸 $3.0\text{m} \times 2.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高），隔油池排油除泥周期为 7 天。隔油池运行过程中，应注意加强废油和含油沉淀物的清理，清理出的废油和含油沉淀物妥善进行保存，避免发生泄漏，并委托有危险废物处理资质的单位及时收集清运。施工材料如油料不宜堆放在河流水体附近，应选择远离河道的合适地点，并备有临时遮挡的帆布，必要时设围栏，防止大风暴雨冲刷而进入水体。注意场地清洁，及时维护和修理施工机械，避免施工机械机油的跑冒滴漏，若出现漏油现象，应及时采取措施，用专用装置收集并妥善处理。加强对污水处理系统的设备维护和管理，定期监测排放水质，加强对隔油油脂的外运处理，不得随意丢弃。施工场地加强管理，尽量保持场地平整，土石方堆放坡面应平整，以减少土石方等进入河道。含油废水处理后上清液回收用于施工场地洒水降尘、周围区域绿化浇洒等环节。

10.2.3.生活污水处理措施

本工程施工生活污水可结合各租住的居民房现有的污水收集设施进行收集，进入市政管网后通过污水厂处理达标后排放，工程不考虑单独设置生活污水处理设施。建设施工单位要加强对施工人员的教育，贯彻文明施工的原则，严格按施工操作规范执行，对施工期污水的排放进行严格管理，严禁施工污水乱排、乱流而污染水体及周围环境。

10.3.生态保护

10.3.1.陆生生态保护措施

1、陆生生态影响的避免和消减措施

为减免施工活动对植被和土壤的影响，要求施工单位细化施工组织设计的同时，应严格划定施工范围，不得随意征占土地以外的土地；在做好施工组织设计的同时，应该严格划定工程征地范围，在施工区设置植被保护宣传牌和警示牌，进行土壤、植被的保护宣传，并标明施工活动区，严禁超范围砍伐和进入非施工区活动。

施工过程中注意保护好表层土壤，用于施工地生态恢复，施工结束后及时清理场地，恢复土层，对临时占地、裸地进行平整绿化。

施工期要规范施工人员的行为，爱护花草树木，严禁砍伐、破坏施工区以外的作物和植被，严禁采摘花果，攀折苗木。

施工过程中，尽量减少对周边表土及植被的破坏，在道路临时堆料应采取拦挡，不能阻碍交通，阻碍沟道排洪，禁止产生阻水、堵路、堵沟及产生次生水土流失危害等现象。施工过程及时恢复扰动的土壤植被，禁止超过一年时间的裸露。

2、陆生生态影响的恢复和补偿措施

(1) 工程施工结束后，应及时对施工便道、临时生活区、施工场地等临时占地植被恢复。工程周边植被恢复除考虑水土保持外，还应适当考虑景观及环保作用（如降低噪声、防止空气污染等），使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

(2) 进行植被恢复需要遵守“适地适树、适地适草”的原则，树种、草种的选择当地优良的乡土树种草种为主，适当引进新的优良树种草种，保证绿化栽植的成活率。把剥离的表层熟土回填至周围的植被恢复区内，用作绿化带的覆土改造。

(3) 植被恢复设计应尽可能与本地风光带自然景观相协调，如植被恢复绿化所选择树种应与项目所在地风光带植被景观相协调。

(4) 尽可能采取生态护坡的方式，通过种植植物，利用植物与岩、土体的相互作用对边坡表层进行防护、加固，使之既能满足对边坡表层稳定的要求，又能恢复被破坏的自然生态环境。

3、水生生物保护措施

(1) 工程应合理安排各河段施工组织，相邻工段施工应错开施工高峰，避免出现同堤段大规模施工的情形。

(2) 施工期间，严禁在施工河段进行捕鱼或从事其它有碍生态环境保护的活动；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。

10.3.2.水生生态保护措施

1、工程应合理安排各河段施工组织，相邻工段施工应错开施工高峰，避免出现同堤段大规模施工的情形。

2、施工期间，严禁在施工河段进行捕鱼或从事其它有碍生态环境保护的活动；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。

3、要求在枯水期完成涉水施工。

10.4.人群健康保护

施工期应加强传染病的预防与监测工作。具体措施如下：

(1) 进驻前对施工生活区进行石灰粉消毒处理或喷洒消毒剂。

(2) 生活用水应采用集中式消毒处理供水设施，开工前应对饮用水质进行检测，确保水质达标。

(3) 加强工地食堂及餐饮服务业的卫生管理，食堂炊事人员须取得卫生健康证方可上岗作业，并做好食堂的消毒工作。食品物资采购人员应严格把好食品质量关，严防过期食物流入食堂。

(4) 工程进场前和施工高峰期对施工人员健康状况进行抽检，抽检人数为高峰期施工人数的 10%，体检不合格人员严禁进场，防止传染疫情的发生。

(5) 对生活管理区进行防疫灭鼠、灭蚊工作，施工期间灭鼠、灭蚊蝇频率为 1 次/月；在施工高峰期以及夏季，灭蚊灭蝇频率为 1 次/周。

(6) 施工区各施工单位和工程管理部门应明确卫生防疫责任人，负责管理范围内的卫生防疫工作，并通过广播、墙报等多种形式，对施工人员进行饮食卫生宣传教育，提高施工人员自我预防疾病的意识。

10.5.大气及声环境保护

10.5.1.大气环境保护措施

本工程对大气环境的影响主要体现在施工期。环保措施主要是对于施工工区附近的敏感点应采取切实可行的措施，使施工场地及运输线沿线附近的粉尘污染控制在最低限度。

10.5.1.1.扬尘、粉尘影响防护措施

1、施工作业区、土料场、弃渣场扬尘

(1) 每个工区周围必须设置不低于 2.5m 的遮挡围墙。围墙应用混凝土预制板、砖砌筑或者彩钢复合板，封闭严密，并粉刷涂白，保持整洁完整。

(2) 施工现场应设专人负责保洁工作，配备清扫扫帚、铁锹等清扫、清理工具。必须保持现场周边环境整洁，所产生的废弃物必须日产日清，工程竣工后必须做到工完场净。

(3) 为保护施工人员工作环境，在开挖和填筑较集中的工程区、临时堆土场、弃渣场等地，非雨日采取洒水措施防，防止扬尘产生和加速尘土沉降，以缩小扬尘影响时长和影响范围。洒水次数及洒水量根据天气情况和场地扬尘情况等确定，正常情况下每天洒水不少于 2 次，遇干燥或大风天气，每天可增加至洒水 3~4 次。对于临近居民点的施工区，应酌情增加洒水量和洒水次数。

(4) 对于需要临时堆置的回填土、用于后期覆土的表土以及多尘物料应堆放整齐以减少起尘面积，并适当采用加湿或加盖草苫、彩条布等措施以减少扬尘和飘尘，装卸、堆放过程中防止物料流散，尽量降低运输过程中起尘量。

(5) 对于施工产生的废石、废土应集中、分类堆放并及时清运，运输过程中、废土应集中、分类堆放并及时清运，运输过程中应采取措施防止建筑垃圾沿途掉落。

2、车辆运输扬尘

车辆运输扬尘主要产自车辆碾压道路起尘和运输物料的泄露，可通过以下措施加以控制：

(1) 定期对施工道路进行养护、清扫，保持路面平整；路两侧设限速标志，控制车速不得超过 30km/h。

(2) 正常情况下每天洒水不少于 2 次，遇干燥或大风天气，每天可增加至洒水 3~4 次。对于临近居民点的施工区，应酌情增加洒水量和洒水次数。洒水应结合路面掉落的泥土清扫开展，避免出现道路泥泞、影响居民正常出行的情况发生。

(3) 运输多尘料时，应用篷布遮盖或对物料适当加湿；水泥等细颗粒材料应用密封罐储车运输；物料装卸过程中防止物料流散；应经常清洗物料运输车辆。

(4) 工地出入口设置车辆冲洗设施，运输车辆必须经过冲洗后出场。

3、混凝土拌和系统粉尘

(1) 合理进行施工布置，混凝土拌合站和料场应位于施工生活区常年主导风向下风向。

(2) 拌和机在运行过程中需安装除尘设备，并在混凝土搅拌机四周设置屏蔽棚，避免在干燥、大风天气进行混凝土拌和，以减少扬尘污染环境。

(3) 在混凝土拌和系统操作区、水泥堆放区附近辅以洒水降尘措施。正常情况下

每天洒水不少于 2 次，遇干燥或大风天气，每天可增加至洒水 3~4 次。必要时对堆场采用草苫、彩条布进行覆盖。

10.5.1.2.燃油、燃料废气控制措施

(1) 选用符合国家有关机械、机动车标准的施工机械和运输工具，使用符合标准的油料或清洁能源，使其排放的废气能够达到国家标准。

(2) 加强燃油机械设备的维护和保养，使发动机处于正常、良好的工作状态；执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆，及时更新。

(3) 在施工招标时，将车辆使用标准及燃油、燃料使用标准，纳入招标文件予以明确。施工期环境监理单位应将施工单位施工车辆、燃油、燃料的使用情况纳入环境监理工作中。

10.5.1.3.施工人员劳动保护

按照国家有关劳动保护的规定，为施工人员发放防尘用具，特别对土石方作业、混凝土拌和作业、砂石加工作业、水泥装卸作业的施工人员，应配发防护标准高的防尘器具，施工过程中应及时清洗、更换。

10.5.2.声环境保护措施

10.5.2.1.噪声源和传播途径控制措施

1、合理安排施工计划和施工机械设备组合，严格控制施工时间，严格禁止在夜间（22:00-8:00）和午间（12:00-14:00）施工。避免在同一时间内集中使用大量的动力机械设备。施工抢修、抢险作业和施工因生产工艺上的要求或者其他特殊需要必须连续作业的，必须提前向行政主管部门办理相关手续，并提前向周围民众进行公告后方可进行施工。同时，要求施工单位严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的规定。

2、采用先进的低噪声施工机械，并加强施工机械的维护保养，使机械处于最佳工作状态，对一些固定的、噪声强度较大的施工设备单独搭建隔音棚，或建一定高度和宽度的空心墙来隔声降噪。机械施工地点应尽量远离敏感点布设，尽量减少对其的影响。对一些施工机械，如推土机、挖掘机等采取安装减震基座的措施来实现降噪的目的。

3、机械设备应适时维修，特别对因松动部件的震动或降低噪声部件的损坏而产生

很强噪声的设备，更应经常检查维护。根据实际需要可在局部施工区建立临时性隔声屏障，以确保施工场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

4、加强施工管理，进出施工场界的物料运输车辆需限制行驶速度，并禁鸣喇叭，以最大程度减小运输车辆噪声对周边敏感目标的影响。

5、项目区一侧敏感点较多，施工前，应在一些无法回避的敏感点靠施工区一侧设置连续、密闭的围挡，高度不得低于 2.5m，既可防治本项目扬尘影响，也可在一定程度上起到降噪作用。

10.5.2.2.劳动保护措施

对于强噪声源，尽量提高作业的自动化程度，实现远距离的监视操作。当施工人员进入强噪声环境中作业时，如凿岩、钻孔、开挖、机械检修等，应给每位上岗施工人员佩戴防噪声耳塞、耳罩、防声棉、防噪声头盔等个人防护工具，具体防护工具根据不同岗位择优选取使用。

10.6.固体废物处理措施

10.6.1.弃渣处理措施

本项目施工开挖弃渣、弃土应及时运至指定临时堆存场进行堆存，按照水土保持要求弃土弃渣应配套设置渣场挡护、截排水等工程措施，弃土结束后及时覆土恢复植被。

10.6.2.建筑垃圾处理措施

施工期应加强施工组织管理，提高施工技术和施工工艺，减少建筑垃圾的产生，并规范和分类堆存建筑垃圾。此外，开发利用建筑垃圾中可以重新回收利用的部分，既可以减少垃圾对环境的污染，又充分提高建筑材料的使用效率。例如机械修理及汽车保养厂等产生的垃圾含有较多的金属类废品，其中部分仍具有一定的回收价值，但其产生量相对较少，可由各个工程标负责回收利用处理，在保护环境的同时也可创造一定的经济效益。工程结束时，场地清理的部分建筑垃圾可至附近的渣场堆弃。

10.6.3.生活垃圾处理措施

施工期施工人员生活垃圾集中收集，各施工区域人员生活集中的地方设置垃圾桶，在每个施工区营地设置一座生活收集池，作为垃圾中转站，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。本工程高峰期施工人数为 350 人，按每人每天产生 1kg 生活垃圾，可分别产生垃圾 0.35t/d，按主体施工期 8 个月计，可产生垃圾 70t。

10.6.4.运行期固体废物处理措施

运行期固体废物主要为管理站产生的生活垃圾，可委托环卫部门进行清运。

10.7.环境风险防范

10.7.1.燃油风险防范措施

本工程不设置油库，避免了现场设置油库所带来的环境风险，但本工程需要用到燃油，在运输油料的过程中必须严格遵守危险废物运输的有关规定，运输油料的运输车辆必须采用密闭性能优越的储油罐，确保不造成环境危害；采用专用合格车辆进行运输，并配备押运人员，车辆不得超装、超载；在运输车辆明显位置贴士‘危险’警示标记；不断加强对运输人员及押运人员的技能培训。

10.7.2.施工期溢油事故防范措施

(1) 合理安排施工作业面，减少各类施工车辆、机械碰撞几率，加强机械设备的检修维护；

(2) 工程施工前与河道管理、防汛等部门沟通，获得施工许可；未经同意，不得擅自开工；加强施工质量和进度管理，严格按照既定的施工要求和施工进度进行施工，尽量避免汛期施工；

(3) 加强对施工机械设备操作人员和车辆驾驶人员的技术培训，提高施工人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，避免人为操作失当引起溢油事故发生；

(4) 建立避台防汛应急预案，预案应包括应急事故组织机构、应急救援队伍、应急设施及物质的配备、应急报警系统、应急处理措施、应急培训计划等内容；施工场所张贴应急报警电话。

10.7.3.施工期生产、生活废水事故性排放的防范措施

施工期污废水处理装置正常运行情况下不会发生事故排放，一旦发生事故，需要

采取应急防范措施，控制和减小事故危害。

为防范施工废水事故排放，应加强施工废污水的处理，处理后的废水应全部回用和再生综合利用。一旦发生事故，应立即停止砂石料加工等各施工生产，从源头上控制废污水的产生，待环保设施恢复正常后才可进行施工，同时设废水事故排放池。废污水处理系统运行管理人员应加强对处理系统的巡视和水质监控，及时发现问题。

(1) 加强对生产、生活污废水处理设施的日常管理，定期进行维护，保证废水处理设施的稳定、正常运行，确保废水处理尾水水质达到相关标准后方可回用；

(2) 定期对施工期生产、生活污废水排放口水质进行监测；

(3) 加强对生产、生活污废水处理设施的管理人员进行技术培训，增强管理人员的业务能力，避免因人为操作失误引起的生产、生活污废水处理设施发生故障；

(4) 生产、生活污废水处理设施的管理人员严格按照操作流程进行操作，如遇问题及时上报并立即进行排除。

10.8.环境管理及监测

10.8.1.环境管理

本着“谁污染谁治理”的原则，应建立以建设单位为责任主体的环境管理体系。在建设单位内部运行管理上，应由建设单位专门部门负责，对于工程建设过程中所产生的环境问题应建立报告制度，并及时得到处理，使环境问题得到有效控制。并接受国家和地方环境保护、水土保持部门的监督检查。

建设单位应设置环境管理机构，负责组织、落实、监督本工程的环境保护工作。环境保护机构的职责主要是：接受建设单位环境管理委员会的直接领导，负责本工程建设期间环保、水保项目管理和监理、环境监测、相关设施设备运行和维护上的协调工作等。

根据本工程环境影响、水土保持报告书和环境保护设计文件，编制本工程环保、水保管理方案、制度和工作计划（根据实际情况工作计划可按年或季、月进行编制），及时落实环保、水保施工、运行和维护经费。

10.8.2.环境监测

本工程施工期的环境监测项目包括施工废水、地表水、环境空气、噪声、人群健康等。

1、水质监测

1) 监测断面

在施工期间，定期监测施工对堤防临近水域水质的影响，在 2 个施工区污水集中排放口临近的外海水域各设置一个监测点。

3) 监测周期

施工高峰期间每年监测一次。

2、大气环境监测

1) 监测点位

在周边离村庄近，人群集中部位，各布置一个大气监测，共 4 个监测点。

2) 监测项目

根据施工期产生主要污染物和空气质量控制指标，施工期的主要监测项目为：总悬浮物、SO₂、NO₂、PM₁₀，同时实测主要气象要素气温、风速和风向。

3) 监测周期

施工前在各监测点监测一次作为背景值，施工期间每年监测一次。

3、声环境监测

1) 监测点位

在周边离村庄近，人群集中部位，各布置一个大气监测，共 4 个监测点。

2) 监测项目

昼间和夜间等级声效。

3) 监测周期

施工期间每年监测一次。

10.9.环境保护投资概算

本工程环境保护投资概算为 94.96 万元。

类别	项目		单位	单价（元）	数量	金额（元）
一	环境保护措施费					155500
(一)	污水处理措施					54500
1	旱厕及化粪池	基建费	个	5000	4	20000
		清理费	次	2500	2	5000
2	含油	基建费	m ³ /d	5000	4	20000

类别	项目		单位	单价（元）	数量	金额（元）
	废水处理	运行费	m ³	2500	1	2500
3	高峰期生活 废水处理	基建费	m ³ /d	300	4	1200
		运行费	m ³	1	2000	2000
4	移动搅拌 机冲洗水	土建费	元 /(m ³ /d)	300	6	1800
		运行费	元/m ³	2000	1	2000
(二)	施工期噪声控制		人	50	350	17500
(三)	施工期大气质量控制					20000
1	降尘措施					0
2	洒水车		辆	5000	2	10000
3	洒水车汽油及维修费		年	5000	2	10000
(四)	固体废物处理					40000
1	垃圾车		辆	5000	2	10000
2	垃圾车汽油及维修费		年	5000	2	10000
3	施工期生活垃圾及处理		t	200	100	20000
(五)	施工期卫生防疫		人	50	350	17500
(六)	宣传教育		年	3000	2	6000
二	报告编辑基准价					112000.00
三	监测费用					456000.00
四	公众参与					40000.00
五	专家评审会议费					50000.00
六	管理费		(二~五) *15%			98700.00
七	税金		(二~六) *6%			45400.00
八	总计		(一~八)			949600.00

11. 水土保持设计

11.1. 概述

11.1.1. 工程概况

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程，主要建设内容是对海堤进行加固和新建及维修或重建穿堤建筑物。主要施工项目有边坡清理、堤身土方填筑、迎水堤坡面混凝土防护、堤顶泥化石路面，部分堤顶人流、车流量大的堤段堤顶做混凝土路面、背水坡草皮护坡、增设转车台、涵闸维修重建等，以达到防洪挡潮的目的。该海堤建设年代久远。本次加固达标堤轴线不作大变动，基本保持现有堤轴线。从水土保持角度来看，保持原轴线进行加固达标，可以减少扰动地表和破坏植被的面积，减少扰动土石方量，工程布置合理，对水土流失影响不大。

坡头区位于我国大陆南部，属于北热带海洋性季风气候，热量充足，光源丰富，年日照时间 1814.7 小时。两面临热带海洋，受季风气候影响强烈，夏季盛吹偏南风，冬季盛吹偏北风；夏热冬凉，一年间暑热天气过半，气温偏高，湿度大，雨量和日照偏多，雨热同季，雨量分布不均，干湿季明显；夏秋季雨多，有干旱、台风和雷击等自然灾害，给土壤带来严重冲蚀，有机质分解快。

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试验区，项目区不属于生态脆弱区和国家划定的水土流失重点预防保护区，无影响工程建设的不良地质。工程建设在水土保持方面无绝对或严格限制性因素。

11.1.2. 水土流失概况

近年来，坡头区针对人为水土流失严重区域，投入专项资金，开展了综合治理，遏制了人为水土流失恶化的局面，改善了区域生态环境和农村生产条件，促进了经济的持续发展。特别是近几年来，坡头区水土保持事业在机构建设、统筹规划、综合治理、预防监督等方面取得了显著成效。

根据现场查勘，结合国家、广东及湛江两区划分资料，项目区不属于国家级、广东省和湛江市水土流失重点预防区和重点治理区，容许土壤流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

水土流失形式以地表径流冲刷为主，土壤侵蚀主要为水力侵蚀，以面蚀为主；人为侵蚀主要为开发建设项目引起的水土流失。项目区主要是海堤、海滩涂、养殖塘等，区内气候温和、热量丰富、雨量充沛，植被生长良好林木生长快速，水土保持情况较好。

11.2.水土流失防治责任范围及防治分区

11.2.1.水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），项目防治责任范围包括项目永久占地、临时占地以及其他使用与管辖区域。根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），涉及江河湖库水域或滩涂用地的工程，项目建设区应计入取料和施工占用、季节性淹没滩地，但不计入水下疏浚、抛石护岸、取料等扰动水域面积。

根据上述水土流失防治责任范围确定原则，结合实际情况，本工程防治责任范围面积为工程总占 13.52hm²。

11.2.2.水土保持治理分区

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，一级分区应具有控制性、整体性、全局性。根据分区原则，结合该工程的特点、项目建设施工工艺以及工程区实际情况和可能造成水土流失的特点等，结合水土流失防治责任范围的划分，遵照治理措施布局合理、技术指标可行、方案实施后经济有效的原则，该项目二级分区划分为堤防工程区、穿堤涵闸工程区和施工营造地区等 3 个区进行防治，重点防治对象为主体工程建设区。

11.3.水土流失影响分析与预测

水土流失预测的主要内容有：扰动原地貌、损坏土地和植被的面积；弃土、弃石、弃渣量；损坏水土保持设施的面积和数量；可能造成水土流失的面积及流失总量；定性预测可能造成水土流失危害。

（一）扰动原地貌与面积预测

根据建设活动类别、工程布局、防治责任、水土流失特点，结合本工程实际，将本项目水土流失划分为 3 个分区：主体工程区、施工生产生活区、临时堆土区。

(二) 工程弃渣量预测

本工程弃方部分考虑利用于周边工程回填，弃渣场位置由业主指定。

(三) 可能造成水土流失危害预测

(1) 工程建设过程中，扰动、破坏原地貌，降低了地表的抗蚀、抗冲能力，生态环境遭到一定的破坏，影响了项目建设区的生态平衡。

(2) 工程施工过程中对原有地形地貌破坏后，在暴雨洪水作用下，将会使大量的表土以悬移质和推移质的形式冲往下游，对生态环境生产造成影响；

(3) 对水域的影响。施工中若不注重土石方防护措施，施工结束不进行施工迹地的恢复，将增加河流泥沙，污染地表水质。

(4) 对周边道路及村庄的影响。在施工过程中必然对周边的道路和社区产生影响，对居民的生产生活会带来一定的不便。

11.4.水土流失防治标准和总体布局

本工程位于广东省湛江市，不属于国家、广东省及湛江市划定的水土流失重点预防区和重点治理区范围内，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）规定，结合实际情况，本工程执行南方红壤区二级标准，并依据项目区降水量等自然条件进行防治目标值的修正。本工程防治目标取值修正情况见下表。

表 11.4-1 水土流失防治标准

指标	二级标准规定	
	施工期	自然恢复期
水土流失治理度（%）	-	95
土壤流失控制比	-	1.0
渣土防护率（%）	90	91
表土防护率（%）	87	87
林草植被恢复率（%）	-	95
林草覆盖率（%）	-	23

根据主体工程施工总体布局方案和施工特点，以及项目建设区新增水土流失预测结果和防治目标，结合各区域的地形、地质、地貌类型、土壤条件等，在对主体工程中具有水土保持功能措施全面评价的基础上，拟定本工程水土保持措施的总体布局。

(一) 水土保持措施布置和设计原则

(1) 预防为主，保护优先原则。加强临时性措施的布设，减少建设与运行过程中的人为扰动和弃土（石）的数量和占地。

(2) 因地制宜，因害设防原则。根据对工程主体设计的水土保持分析评价和预测结论，本着宜林则林、宜草则草、宜工程防护则工程防护的原则，合理布置工程措施、植物措施和临时措施，形成综合防护体系。

(3) 分类布局，分区防治原则。在认真分析主体工程设计资料基础上，结合野外现场调查，根据各防治分区的差异性和功能的不同，分类布局、分区设计，力求使各项措施布置、设计更加合理、可行。

(4) 尊重自然，生态优先原则。在措施布局上，尽可能考虑项目区周边的自然环境，尽量用植物措施替代防护标准较低的工程措施，减少工程防护的数量，使新增水土保持措施与周边环境浑然一体，协调一致。

(5) 统筹安排，整体防护原则。在分析主体工程设计资料的基础上，从全面、系统的角度，统筹考虑新增水土保持措施与主体设计的衔接，互为补充，形成一个整体的综合防治系统。

(二) 水土保持措施布置

根据以上分区，项目水土保持总体布局布置如下，河道建设区布置工程措施和植物措施，施工营造地区布置临时措施和植物措施，施工临时道路区布置植物措施，弃渣场布置临时措施和植物措施。具体的水土流失防治体系布置如下表所示。

表 11.4-2 水土流失防治措施体系表

防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
堤防工程区	排水沟（主体已列）	岸坡绿化（主体已列）	临时彩条布
穿堤涵闸工程区	无	岸坡绿化（主体已列）	临时彩条布
施工营造地区	无	土地整治；撒播草籽	简易排水沟

11.5.弃渣场设计

本工程弃方部分考虑利用于周边工程回填，弃渣场位置由业主指定。

11.6.表土保护与利用设计

(1) 在施工过程中，应文明施工，不得随意开挖、堆放和硬化地面，尽量减少对地表及植被的破坏，保护水土资源；

(2) 对主体工程占地区域，将清基时的表层耕作土保存起来，用作工程后期绿化用土。

11.7.水土保持措施设计

(1) 堤防工程区防治措施

主体工程的护坡和排水沟等具有很好的水土保持功能，水土流失主要时段在工程建设期，土石方挖填面及工程建设过程中散落废弃的建筑材料、土石渣料等因受洪水和雨水的冲刷产生水土流失。在施工过程中需要做好预防措施；施工后期，对堤围需要草皮护坡的区段，及时回填堤围清基表层土，种植草皮；对管理范围填筑施工道路区域进行绿化。

1) 堤防区

堤防段由河道向围内，堤围横断面依次布置：护脚齿墙、护面挡墙、堤顶、背水坡、堤后排水沟和等。堤身迎水面为护脚抛石区、护面挡墙，堤顶顶宽 4.0m，背水面为坡降 1:2 草皮护坡，大部分堤段草皮护坡坡脚为排水沟。因本堤围段主体部分从堤防自身安全角度出发，已经考虑了护面挡墙、排水沟和背水坡草皮防护等防护工程，有利于工程水土流失的防治。因此，本堤围段水土保持的重点在于做好施工过程中的预防保护。

a) 预防保护措施及临时防护工程

在施工过程中，不得随意开挖、堆放和硬化地面，减少对地表、植被的破坏，保护水土资源。对作业过程中排弃的开挖方，直接用于回填或运到管理范围，与市政建设和景观要求结合，就近筑路处理。由于本区段外侧直接利用旧堤的浆砌石消浪平台和浆砌石挡土墙，基本不会受到扰动，其外侧不再考虑临时拦挡措施。

为防止开挖土方进入周边鱼塘和海域，在基础清理开挖时，对裸露的施工面，用彩条布进行遮盖，面积约 15000m²。

b) 工程措施

主体部分布设排水沟等，具有一定的水土保持作用。

c) 植物措施

根据堤型断面设计，背水坡植物防护一起绿化。整个绿化由主体工程设计同时实施。在水土保持方面，要求堤身植物防护设计在结合规划进行布设、满足乡村景观布设要求的同时，不对周边产生水土流失危害。

①堤围草皮护坡

堤围绿化按园林标准设计，遵循自然生态景观的理念铺设各类草坪，美化环境。草坪设计可对照新建堤防区的指导性设计进行。(本部分投资已在工程主体部分考虑。)

(2) 穿堤涵闸工程区防治措施

穿堤涵闸在土石方挖填面及工程建设过程中散落废弃的建筑材料、土石渣料等因受洪水和雨水的冲刷产生水土流失。在施工过程中需要做好预防措施；施工后期，对堤围需要草皮护坡的区段，及时回填堤围清基表层土，种植草皮；对管理范围填筑施工道路区域进行绿化。

a) 预防保护措施及临时防护工程

在施工过程中，不得随意开挖、堆放和硬化地面，减少对地表、植被的破坏，保护水土资源。对作业过程中排弃的开挖方，直接用于回填或运到管理范围，采取措施进行保护。每个水闸对破堤后裸露的施工面，用彩条布进行遮盖，面积约 2850m²。

(3) 施工生产生活区防治措施

为防止冲刷和场地积水，在各场地周边布置临时排水设施；对砂石料临时堆放场、土石料堆放场周边布置临时拦挡设施，并用无纺布等进行遮盖，防水冲刷。施工后期对所有临时用地进行清理，采取植物措施恢复植被，绿化美化环境。

1) 预防保护措施及临时防护工程

施工场地在使用前要做好临时排水，临时堆放场要做好拦护和覆盖。

在各场地周边 3m 范围内设置临时排水沟，防止场地积水和受到雨水冲刷流失。排水沟为梯形过水断面，渠底平均坡降 i 为 0.01。设计修建临时排水沟约 4200m。工程量为：挖掘机挖渠道土方 4200m³。

2) 植物措施

在工程完工后，对施工场地进行平整，恢复其原利用类型：对原利用类型为道路的区域保留道路；对原利用类型为耕地或果园的区域整地后恢复为耕地或果园；对于其他地类整地后，如林地、荒草地等，整地后，植树种草恢复植被。种植葛藤 300 株、毛竹 220 株、坡面植草草籽 1500m²。

11.8.水土保持工程施工组织设计

11.8.1.施工总布置

(1) 施工布置

场内施工道路主要利用主体工程场内交通道路。水土保持工程施工在主体工程完成之前或完工后施工，场地布置尽量利用工程管理范围、施工临时用地等现有空地，不再另征施工用地。

(2) 物质以及施工期间水、电供应条件

本水土保持工程所需要的汽油、柴油及生活用品由当地供应。

施工及生活用水靠主体工程提供的水源点供给。

水保工程用电与主体工程施工用电相同。

(3) 天然建筑材料

本水土保持工程天然建筑材料与主体工程使用的料源基本一致，砂、石料采用外购形式。

(4) 树苗供应

本工程种植物措施所需树苗可从当地购进，利用汽车运输到现场。

(5) 草籽供应

草籽可从当地购进。

11.8.2.施工方法

11.8.2.1.工程措施

(1) 土石方开挖

土方开挖主要为临时排水沟、沉沙池开挖。

对于底宽小于 0.5m 的截排水沟道采用人工开挖，底宽不小于 0.5m 的则采用机械作业；属于基础开挖类型的采用人工开挖，就近堆放开挖土料并及时运走。

对于高边坡开挖类型的采取自上而下的施工程序，避免二次削坡；对于有支护要求的高边坡，开挖后形成的坡面采取坡面防护措施。

为减少施工期间的水土流失量，土方开挖应避免大风和下雨天气。

(2) 土石方回填及弃渣堆置

对于施工道路、施工生产生活区等土方回填，采用 74kW 推土机推平并压实。堆渣采用自卸汽车运输，74kW 推土机推平，并辅以机械设备压实。

11.8.2.2.临时措施

编织袋从当地购买，运输汽车拉运至施工现场，人工填装。袋装土土源利用开挖土料，填土前将草根、垃圾等杂物清除干净。

施工末期袋装土拆除，土料就地平整或绿化覆土。

11.8.2.3.植物措施

草种经生物学及生态学特性比较后选择当地适生的植物等，草籽撒播量为 60kg/hm²，按 1:1 混播。

11.8.3.施工进度安排

水土保持方案的实施进度，初步安排为：土方开挖、场地填筑和施工临时用地的排水工程与主体工程施工同步进行；土地整治工程与植物工程略滞后于主体工程，但要尽可能紧跟实施或交叉进行。水土保持工程实施进度安排总工期与主体工程相同。

11.9.水土保持监测与管理设计

11.9.1.水土保持监测范围、分区、时段

(1) 监测范围

监测范围为项目水土流失防治责任范围。

(2) 监测分区

本项目监测区域包括主体工程建设区、施工营造区及施工便道区，鉴于各个临时堆土场区由于使用周期为 3-5 天，使用周期极短，故不纳入水土保持监测范围。根据水土流失预测结果，主体工程建设区是水土流失严重区域，因此监测的重点地段为主体工程建设区。

(3) 监测时段

该项目水土保持监测分 3 个时段，即施工准备期、施工期和植被恢复期，监测总时间为 25 个月，以施工期、植被恢复期为重点监测时段。

11.9.2.2.水土保持监测内容、方法、频次

(1) 监测内容

监测的主要内容有主体工程建设进度、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。

(2) 监测方法

水土保持监测方法按水利部《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）进行，根据工程施工特征，本方案对各个内容的监测均采用定点、定时监测与定期巡查相结合的方法。在注重最终观测结果的同时，对其发生、发展变化的过程进行全面定位监测，以保证监测结果的可靠性和适用性，实现监测资料的连续性。

(3) 监测频次

背景监测：在开工前进行 1 次全面的调查；

工程施工期：在整个建设期内必须全程开展监测。其中，正在使用的堆渣场、正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次；扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次；主体工程建设进度、水土流失影响因子、水土保持植物措施生长情况等至少每 3 个月监测记录 1 次；遇暴雨、大风等情况应及时加测。如遇水土流失灾害事件发生应在一周内完成监测。

试运行期：工程完工后，监测 2 次。

综上所述，各时期水土保持监测的内容及监测频次见下表，水土保持监测主要设备汇总下表。

表 11.9-1 水土保持监测表

监测时段	项目分区	监测主要内容	监测方法	监测频次
施工前期	整个项目区	植被状况、水土流失背景值、水土流失面积、土壤侵蚀方式、水土保持设施和质量、水土保持工程设计	调查监测	1 次

监测时段	项目分区	监测主要内容	监测方法	监测频次
施工建设期		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、水土流失防治效果等以及水土保持工程设计、水土保持管理等方面情况	调查监测、地面监测	全程开展监测
植被恢复期		护坡工程效果、土地整治效果、水土保持设施和质量、植被生长情况	调查监测	植被恢复期5次

11.9.3.监测点位布设

该工程建设区扰动地表范围内水土流失量主要来源于主体工程建设区，该项目监测的重点是水土保持方案落实情况，水土保持措施（含临时防护措施）实施状况，水土保持责任的落实情况等。

布设监测站点的主要目的是测算不同时期该地块的水土流失量，从而掌握整个项目区的水土流失动态变化情况，结合水土保持设施的建设情况，分析水土保持措施的防治效果。本次方案监测采用实地调查和定位观测相结合的方法，实地调查主要针对扰动治理情况和林草措施的成活率、保存率、生长情况等。

11.9.4.管理设计

（1）管理机构及管理人员

水土保持方案报水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。在工程筹建期，建设单位需结合项目监理工作，配备相关水土保持兼职管理员。

（2）建设期管理

1) 水土保持工程建设监理的内容以及初步构想方案

工程建设期间，根据水土保持方案中各项防护措施的设计，自行监测或委托具有相应水土保持监理能力的单位，进行水土保持工程监理工作。

2) 水土保持工程建设招标投标制、建设项目合同管理制度

建设单位在主体工程招标技术文件中，按水土保持工程技术要求，将水土保持工程各项内容纳入招标文件的正式条款中。

3) 水土保持实施监测制度

水土保持监测应由建设单位监测或委托具有水土保持监测能力的单位进行，监测单位需在工程施工准备期（四通一平）开始时，选派监测人员进场确定监测点位、布设水土保持监测设施。

4) 水土保持设计变更管理要求

水土保持方案和工程设计如有变更，按规定程序进行报批。

5) 水土保持工程建设检查督查制度

建设单位应接受各级水行政主管部门的监督、检查。

6) 水土保持设施专项验收的要求

水土保持设施验收的内容、程序等按照水利部令第 16 号《开发建设项目水土保持设施验收规定》和有关规定执行。

水土保持设施验收合格并交付使用后，建设单位应当加强水土保持设施的管理和维护，确保水土保持设施安全、有效运行。

(3) 运行期管理

1) 工程运行期水土保持管理

①工程运行期间，管理单位需负责工程永久征地内的水保设施管护与维修；向临时占地内的水保设施土地权属单位或个人提出预防性的管理维护措施。

②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，同时，制定水土流失突发事件的应对处理方案，如遇险情和事故，需有应对预案和补救措施。

2) 运行期工程管理设施与设备

运行期建设单位需负责水土保持工程运行管理设施及相关数量；需满足运行期水土保持工程管理单位需要的各类交通工具数量。

11.10.水土保持工程概算

本工程水土保持投资 94.44 万元，其中工程措施费 37.87 万元、植物措施费 10.15 万元、监测措施费 4.95 万元，施工临时工程费 23.82 万元、独立费用 13.15 万元、预备费 4.50 万元。

表 11.10-1 水土保持投资概算表

序号	分区	单位	主体工程区	施工工厂区	交通道路区	弃渣场区	小计	单价(元)	合计(万元)
I	第一部分工程措施								37.87
一	排水工程								22.15
1	排水沟土方开挖	m ³				450	450	15	6.75
2	M7.5 浆砌排水沟	m ³				300	300	500	15
3	沉沙池(砖砌)	座				2	2	2000	0.4
二	土地整治工程								15.72
1	表土开挖	m ³		770.8	3500	975.55	5246.35	15	7.86
2	表土回填	m ³		770.8	3500	975.55	5246.35	15	7.86
II	第二部分植物措施								10.15
一	恢复植被工程								10.15
1	撒播草籽	h m ²		0.35	2.1	0.45	2.9	35000	10.15
III	第三部分监测措施								4.95
一	监测设施费	项							0.35
二	安装费	项					0.5	20%	0.1
三	观测人工费	项							4.5
IV	第四部分施工临时工程								23.82
一	拦挡工程								22.73
1	编织袋土挡墙	m ³	1051.45	74	181.7	57.2	1364.35	120	16.37
2	防雨布铺面	m ²	11187.6	757	3233.45	719.4	15897.45	4	6.36
二	排水工程								0.69
1	排水沟土方开挖	m ³		183			183	15	0.27
2	防雨布铺面	m ²		1061.8			1061.8	4	0.42
三	沉沙工程								0.4
1	沉沙池(租用)	座		4			4	1000	0.4
四	其他临时工	%	(第一部分+第二部分) 的 1~2%				53.21	2.00%	1.06

序号	分区	单	主体工	施工工	交通道	弃渣场	小计	单价	合计
	程								
V	I 至IV部分 合计								76.79
VI	独立费用								13.15
一	建设单位管 理费	项	第一~四部分之和的 3%				76.79	3%	2.3
二	招标业务费	项	按《招标代理服务收费管理暂行办法》				76.79	0.70%	0.54
三	经济技术咨 询费	项							4.76
1	技术咨询费	项	第一~四部分之和的 0.5~2%				76.79	1%	0.76
2	方案编制费	项	根据编规表 4-2-3						4
四	工程建设监 理费	项	按《编规》附录 9				76.79	3%	2.3
五	工程造价咨 询服务费	项	按《编规》附录 10				76.79	0.33%	0.25
六	勘测设计费	项							3
1	勘察费	项	计价格[1999]1283 号、发改价格 [2006]1352 号						1
2	设计费	项							2
VII	基本预备费						89.94	5%	4.5
VIII	水土保持总 投资								94.44

12. 劳动安全与工业卫生

12.1. 危险与有害因素分析

12.1.1. 自然灾害危险因素分析

(1) 台风、暴雨、洪涝

区域常见的自然灾害主要包括台风、暴雨、洪涝等。台风灾害影响包括引发的风灾、强降雨造成洪涝以及风暴潮、滑坡、泥石流等次生灾害，易造成重大经济和人员损失。台风过境期间还常出现较大范围的暴雨，台风风暴潮若同时遭遇江河洪水入海，会进一步加剧潮水位抬升，在与海浪共同作用下对沿海水乡片堤防产生严重危害，极端情况下导致大面积漫堤或堤防溃决，严重威胁堤后陆域生命财产安全。

(2) 不良地质作用

据本次勘察，拟建场地沿线及附近未发现岩溶、滑坡、崩塌与泥石流等不良地质作用，也未发现有古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对基础不利的埋藏物，场地稳定性良好。

12.1.2. 施工期危险有害因素分析

本工程施工期可能存在的危险有害因素主要包括：车辆伤害、起重伤害、机械伤害、高处坠落及物体打击、触电、火灾、淹溺、中毒和窒息、坍塌、基坑涌水、作业环境不良和社会突发事件等。

(1) 车辆伤害

本工程施工期间需临时占用现有乡镇道路或巡堤路，道路宽窄不等且车流量和人流较大，以及在主体工程施工中使用到大量的施工车辆，主要包括挖掘机、自卸汽车、推土机或其他大型运输车辆。若交通导行方案缺陷、交通标志设置不齐全或存在缺陷等，均可能发生车辆伤害事故。

(2) 起重伤害

本工程在起重作业中所用的起重机械常见的事故有挤压、撞击、钩挂、吊钩坠落、折断、物体打击等。

施工现场的指挥失误、起重司机和挂吊工配合失误、起吊物重量超过吊车起吊重量均易发生起重伤害事故；另外，吊装不规范、保险或信号装置有缺陷、吊装作业机械操作半径内有人员活动、操作人员注意力不集中、安全意识不强等，也易导致发生事故。

（3）机械伤害

本工程在基坑开挖、钢筋制安、混凝土浇筑、土方回填等施工时，现场存在各类施工机械设备、设施。机械传动或转动部位的护罩防护设施缺陷、违章作业、安全操作规程及监护制度未落实、工作场所环境不良等，都可能引发机械伤害。

（4）高处坠落及物体打击

施工现场存在各种高度超过 2m 的梯子、平台、脚手架、高处通道，以及深度超过 2m 的基坑等，安全标志和防护栏杆缺陷、脚手架搭设不规范、个人安全防护措施不到位等均易引发高处坠落事故。

（5）触电

施工用电设备、设施存在漏电危险。电气设备无防护或无隔离，工人带电作业无防护、操作不当、管理缺陷等，均可能引发电伤害事故。同时施工用电需架设供电线路，若架设不合理或保护不当，易造成漏电或触电，也有可能造成人员电伤害事故。

（6）火灾

本工程在施工期存在焊接和切割等作业操作或管理不当；土建和安装施工现场，施工人员安全意识淡薄，在堆放木材、油料和火工产品等易燃物品的场所或附近，动用明火或随处吸烟，乱扔烟头；以及施工用电电缆临时架设，施工现场电源线破损、绝缘老化、接头杂乱等现象，均可能引发火灾事故。

（7）淹溺

本工程大部分作业属于涉水作业，有些需要进行围堰施工。施工组织设计不当或临水面安全防护措施缺陷、围堰方式不当、施工作业人员违章作业等都有可能发生淹溺事故。

（8）坍塌

本工程存在的土方开挖、护坡防护以及脚手架作业。基坑开挖放坡不够、基坑边坡顶部超载、护坡防护措施缺陷、安全防护设施投入不足、未编制脚手架和基坑开挖

专项施工方案、违章施工等原因都可能导致边坡失稳、基坑坍塌；脚手架支撑设置不当或拆除失误，可能发生脚手架局部甚至整体坍塌，造成人员伤亡事故。

12.1.3.运行期危险有害因素分析

运行期可能存在的危险有害因素主要包括：火灾、高处坠落、淹溺、电伤害和安全标志缺失等。

（1）火灾

本工程可能发生火灾事故的部位有：柴油发电室、高压开关柜室、低压配电室等。引发火灾的危险因素主要有：明火、电火花、静电、易燃固体、易燃液体、高温物质、设备缺陷、标志缺陷、防护距离不够、恶劣气候以及违章作业、管理缺陷等。

（2）高处坠落

高处检修作业过程中，安全保护防护措施不到位易发生高处坠落事故。

（3）淹溺

本工程堤防临水面安全防护措施、安全警示标志缺陷、作业人员安全意识差等均易引发淹溺事故。特别是景观建设涉及临水面安全防护栏杆缺陷、安全警示标志缺失，更易引发坠落淹溺事故。

（4）电伤害

本工程电气设备设施未接地或未可靠接地、安全防护不到位、漏电保护措施以及个人防护不当、过载或短路等原因都有可能发生人员触电的危险。

（5）机械伤害

机械伤害有可能发生在设备的安装、运行及维修的各个环节，其中负荷超限、指挥失误、操作错误、监护失误、其他行为性危险和有害因素以及设备、设施、工具、附件缺陷，防护缺陷、作业场地狭窄、作业场地杂乱、作业场地光照不良、强迫体位等因素都有可能导致机械伤害。

（6）安全标志缺陷

安全标志缺陷包括无标志、标志不清晰、标志不规范、标志选用不当、标志位置缺陷和其他标志缺陷。本工程河道临水和临空面、高处检修作业等场所的安全标志缺陷，可能造成淹溺、高处坠落、电伤害等事故。

12.2.劳动安全措施

12.2.1.自然灾害安全对策措施

- (1) 建立防台防汛领导小组，明确领导小组职责。
- (2) 充分利用监测预报预警系统和防汛通信系统，加强与地方气象部门联系。
- (3) 合理安排基坑施工导排水方案，尽量避免雨期施工。
- (4) 制定并完善防台风、防暴雨、防地质灾害等应急预案，并配备相应的应急物资。台风来临前，安排专人 24h 值班。
- (5) 针对特殊性岩土存在地基承载力不满足要求等问题，浅埋的薄层软土宜挖除；当软土厚度较大难以挖除或挖除不经济时，可采用复合地基法、排水垫层法、土工织物铺垫法、抛石挤淤法等进行处理，也可采用多种方法结合进行处理。

12.2.2.主要建筑物、设施及设备事故安全对策措施

1、护岸建筑物缺陷安全对策措施

对有渗漏的护岸进行防渗加固；对护岸垮塌的坡面进行修整。有针对性的进行断面设计以及地基防渗处理，并对护岸采取稳定防护措施。

2、防主要电气设备及系统缺陷安全对策措施

选择技术先进、有资质的生产厂家，并按技术要求选择电气设备；严把质量和检查关，发现有破损、漏油或其他异常现象及时处理，保证各部绝缘良好；在安装、运行、检修时对电气设备进行各种电气试验，掌握其性能，并做好防雷接地措施。

12.2.2.1.施工期安全对策措施

1、防车辆伤害

- 1) 施工期间严禁无证驾驶，严禁酒后驾车。
- 2) 现场配备专人进行交通疏导，施工人员一律穿反光背心，并加强教育培训。应做好交通导行方案，并设置警示标志。
- 3) 定期对车辆进行维护、保养，每次使用之前应对车辆的刹车、方向、轮胎进行检查等。

- 4) 夜间施工时，设置夜间照明、信号、警示灯，以保证行人、车辆安全。

2、防起重伤害

1) 起吊前应检查起重设备及其安全装置。吊物应绑牢, 应有防止倾倒措施。

2) 核实起重器械的最大起重重量, 严禁超载; 起吊的重物不得在空中长时间停留。

3) 施工现场要安排好起吊前的监护、指挥, 避免失去监护、多头指挥。起重机械在工作中如遇机械发生故障或有异常现象时, 应放下吊物、停止运转后进行排除, 不应在运转中进行调整或检修。

4) 施工中遇 5 级以上大风天气, 禁止起重作业。

3、防机械伤害

1) 严禁施工机械在运转中进行维修、保养、紧固等作业。机械操作人员必须经过专业培训, 经考试合格后持证上岗。

2) 机械设备的外露转动部位必须有可靠防护装置, 如防护罩或防护套, 并设置安全警示标志。

3) 机械设备在进行安装后, 加强对机械设备的故障检测, 并定期对机械设备进行巡检、维护, 确保设备的正常运行。

4) 加强施工期机械设备运行的安全管理, 操作人员应严格执行机械设备的操作规程, 严禁违规作业, 并应按照相关要求配置劳保用品。

4、防高处坠落和物体打击

1) 凡距下方相邻地板或地面 2m 及其以上的工作平台、通道或工作面所有敞开边缘设置不低于 1.05m 的防护栏杆, 并采取防滑措施。

2) 高处作业面下设置安全网, 高处施工人员均应穿防滑劳保用品。

3) 施工现场设置醒目的安全警示标志或安全警示线; 作业人员应佩戴安全帽, 禁止在作业场所抛掷物件, 不在易发生坠物掉落的部位长时间逗留。

4) 在易发生材料、设备、工具及其它杂物滑落场所设置安全网等安全设施。作业层脚手架的脚手板应铺设严密, 脚手架外侧应采用密目式安全网作全封闭。

5) 施工中遇 5 级以上大风天气, 禁止高处作业。

5、防触电

1) 根据施工总平面布置和现场临时用电需求量, 制定相应的安全用电技术和电气防火措施, 编制临时用电组织设计方案。

2) 使用标准配电箱, 动力箱与照明箱分开设置, 并应装设在干燥、通风场所。配电箱内的破损电器应及时更换, 箱内接线应符合相关规范标准的规定。

3) 各类电气线路不应直接架设在钢管脚手架、钢筋网等导电体上。临时用电线路使用电缆线, 绝缘良好, 无破损, 沿边角设置, 禁止乱拉乱放。

4) 焊接作业人员应经专门培训、合格并取得相应资格证书才能上岗操作。

5) 对于有可能触电危险的部位, 应保持足够的安全距离。施工中的固定带电设备应有良好的接地; 使用手持电动工具时, 应装设漏电保护装置。

6) 加强临时用电管理, 不准乱拉临时线, 临时工作电源线绝缘应良好, 一般不准有接头。禁止在高压线附近进行有可能触碰到线路的吊装或机械作业。

7) 潮湿环境下电气设备使用前应检查绝缘电阻, 电气安装工作人员必须戴工作帽、穿绝缘鞋, 并站在绝缘垫上进行检修作业。对可能引起触电的部位均应设置明显安全警示标志。

6、防火灾

加强施工现场管理, 禁止随意吸烟; 对易燃材料进行分类管理; 定期检查施工用电线路的安全状况, 发现隐患及时处理; 在主要机电设备等危险性较大的场所配备专用的消防设施; 焊接切割等作业场所应彻底清理周围易燃物质; 对施工人员进行岗前安全培训, 增强消防安全意识。

7、防淹溺

围堰施工应确保围堰结构的稳定, 防止因围堰失稳导致基坑、沟槽进水; 同时加强沟槽排水措施。临水作业还应做好安全防护措施。

加强施工区的安全管理, 在危险部位设置醒目的安全警示标志, 并在临水危险区域设置警戒线或护栏, 严禁无关人员进入危险作业区。

8、防中毒和窒息

1) 做好施工前充分准备工作, 通风措施和安全防范措施到位, 必须使用安全电压等级用具。

2) 杜绝违章作业, 做好技术交底和安全交底工作。

3) 派遣专人在外监护, 保证在有限空间场所作业期间保持通讯良好; 并加强监测, 保证氧含量浓度在安全允许范围内。

4) 严禁安全措施不全、不完善情况下进入有限空间作业。

9、防坍塌

1) 应根据地层性质，设置合理的开挖边坡角，同时在边坡顶部设置截排水沟，且应避免加载，对于无放坡条件，应采取有效的支护措施。

2) 对于填方边坡应设置合理的边坡角，采用合格填料，按照有关规定分层碾压夯实，坡面应采取护坡措施。填方作业区边缘应设置明显的警示标志，及时施做边坡临时排水设施，并进行位移监测。

3) 开挖应按施工方案执行，并宜按规定监测土体稳定性，采取临时排水措施，应及时排除地表水、清除不稳定孤石。

4) 支架、模板的强度、刚度和稳定性，应按照相关标准进行设计并验算，支架基础应根据所受荷载、搭设高度、搭设场地地质等情况进行设计及验算。

5) 模板、支架的拆除应遵循先拆非承重模板、后拆承重模板、自上而下、分层分段拆除的顺序和原则。

10、防社会突发事件

做好工程宣传，严格按照施工组织设计布置施工场地，并做好施工期的降噪、防尘、交通导行等措施，最大限度降低对周边居民生产、生活的影响；制定突发群体性事件应急预案，预防可能出现的群体事件。

12.2.2.2.运行期安全对策措施

1、防火灾

在可能引发火灾的设备场所，设置“禁止吸烟”、“小心火灾”等安全警示标志，并在设备周围设置安全警戒线；加强设备维护，保持电气设备处于良好状态；设备周围禁止堆放易燃物质；编制电气设备火灾事故现场处置方案。

2、防高处坠落

所有检修孔、洞均应设置盖板，并在显眼位置设置安全警示标志。凡距下方相邻地板或地面 2m 及其以上的工作平台、通道或工作面所有敞开边缘设置不低于 1.05m 的防护栏杆，并加强安全防护栏杆的维护。高处检修作业时采取有效的个人安全防护措施，系好安全绳等。

3、防淹溺

按照《图形符号安全色和安全标志》（GB/T2893.5-2020）等规范要求，在工程区域设置齐全的安全警示标志、标语，临水面易发生坠落淹溺部位设置防护栏杆和安全警示标志，加强安全宣传教育；汛期抢险时，做好人员的安全防护工作。

4、防触电

在人员经常通行、工作或易于接触电气设备的部位，保持足够的安全距离，并在这些部位周围设置醒目的“小心触电”等安全标志。

潮湿环境下电气设备使用前检查绝缘电阻，电气安装工作人员必须戴工作帽、穿绝缘鞋，并站在绝缘垫上进行检修作业。定期对劳保防护用品进行检查，并及时进行更新。

5、防机械伤害

机械设备的布置设计须满足《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离》（GB/T23821-2009）中规定的防护安全距离要求。

定期检查机械传动、转动部位的防护罩和机械本身的使用情况，对没有防护罩的部位应设置防护措施。同时，保证作业场所光照充足，制定机械设备安全操作规程并严格执行，加强安全培训等。

6、防安全标志缺陷

按照《图形符号安全色和安全标志第5部分：安全标志使用原则与要求》（GB/T2893.5-2020）的有关要求，结合工程情况设置安全标志的符号、图形、含义、补充文字、配置规范等。多个标志牌在一起设置时，按照警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右，先上后下地排列。

12.3.工业卫生措施

12.3.1.防噪声及振动

（1）在工程设计中考虑减振、降噪措施。

（2）尽量缩短高噪音设备的使用时间。选用符合相关规范和标准的施工机械，配备、使用减振座垫和隔音装置，降低噪声源的声级强度。

（3）强化工程管理，严格控制作业时间，特殊情况需连续夜间作业的，需提前办好夜间施工许可证，并报有关部门备案后方可施工。

(4) 加强设备的维护和保养，保持机械润滑，做好机械设备使用前的检修工作，使设备性能处于良好状态，降低运行噪声。

(5) 加强劳动保护，改善工作人员作业环境，主要办公场所空调装置采取消声、减振措施；施工人员需按照相关规范要求佩戴劳动保护用品，如耳塞等。

12.3.2.防温湿度不适

施工期应注意防暑、降温，并采取防暑降温措施。为减少潮湿对人员和设备的影响，对工作场所进行通风除湿、防潮处理。

当通风无法保障相关设备工作要求时，宜设置空调。

12.3.3.防采光和照明不良

人工照明设计应力求创造良好的视觉作业环境，工地照明在施工场地四周设高灯柱，架设高压卤素灯，以满足施工照明的需要。

办公作业场所的照明按照《建筑照明设计标准》(GB50034-2013)标准规定的要求进行设计，选择合适的灯具，并合理布置灯具。

12.3.4.防尘与防污

运行期粉尘影响较小，工作场所及设备间地面采用不易起尘埃的硬质材料；机械通风系统进风口设置在室外空气比较洁净的地方，并设置在排风口的上风侧；门窗做密闭处理，具有防尘、防水、隔热效果。

施工期改进施工工艺，采取湿式作业，配备除尘设备，加强通风管理；采取有效的施工扬尘污染控制措施，在施工现场道路和堆土实施洒水防尘；加强施工人员劳动安全和卫生保护措施，按照相关规范要求佩戴合格的防护口罩。

12.4.安全卫生管理

12.4.1.安全、卫生管理机构

本工程施工期安全、卫生管理机构由建设方、施工方、监理方组成，设施配置待后期施工阶段由工程项目部落实、发放。

12.4.2.劳动安全管理措施

1、运行期劳动安全及制度建设要求

运行期为保障劳动安全和卫生的运行要求，特建立以下管理制度措施：

- 1) 建立安全生产责任制。
- 2) 制订安全检查制度，不断改进安全生产条件。
- 3) 制订安全措施专项经费管理制度，保证安全投入的有效实施。
- 4) 制订安全生产培训制度，不断提高员工安全素质。
- 5) 制订设备设施维修保养制度，保证其完好率。
- 6) 制订劳动保护用品发放使用制度。
- 7) 制订应急救援管理制度。
- 8) 制订安全监测检查制度。

2、安全卫生宣传、培训

安全卫生宣传措施主要包括购买安全生产教材、图书、有关事故案例影像资料，印发安全生产规章制度手册、安全操作方法手册等。主要负责人和安全生产管理人员作为企业安全生产的直接管理者，应当接受安全培训，具备与本单位所从事的生产经营活动相适应的安全生产知识和管理能力；对新员工要切实落实三级安全教育制度，对老员工也要定期进行安全规程的培训考核，考试合格后方可上岗工作。运行人员必须经严格培训及考试，持合格证上岗。

3、防汛抢险措施

1) 防汛工作要紧密依靠地方政府的支持和领导，加强与当地气象部门的协调沟通工作，及时了解和掌握雨情和水情，为安全度汛提供信息保障。

2) 建立健全防汛组织，落实防汛任务和岗位职责，并设防汛办公室，及时反映气象、水情、雨情、传达上级的有关指示、命令，并搞好调度和险情监测，汛前开展日常检查和观测工作。

3) 成立安全防洪度汛领导小组，按照小组管理层顺序逐级落实，各负其责。安排专人做好雨情和水情预报并与项目部防洪小组即时联络，保证道路和通讯畅通。

4) 应急预案管理

为能迅速而有效地将事故损失减少至最低程度，运维单位应根据《生产安全事故应急预案管理方法》（中华人民共和国应急管理部令第2号）及《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）等标准规程，按照危险有害因素辨

识结果编制相应的应急预案，如防台风、防暴雨、防车辆伤害、防起重伤害、防机械伤害、防高处坠落和物体打击、防触电、防淹溺、防社会突发事件等应急预案。

13. 节能设计

13.1. 设计依据

13.1.1. 国家相关法律法规及政策

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》(2016 年 7 月修订);
- (2) 《中华人民共和国可再生能源法》(修正案)(国家主席令[2009]第 23 号);
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月修订);
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月修订);
- (5) 《中华人民共和国电力法》(国家主席令 2015 年修正版);
- (6) 《中华人民共和国建筑法》(2019 年 4 月修订);
- (7) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(国家主席令[2012]第 54 号);
- (8) 《中华人民共和国循环经济促进法》(国家主席令 2008 第 4 号);
- (9) 《中华人民共和国计量法》(国家主席令 2015 第 26 号);
- (10) 《国务院关于加强节能工作的决定》(国发[2006]28 号);
- (11) 《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》(国发[2005] 65 号);
- (12) 《固定资产投资项目节能审查办法》(国家发改委令 2016 年第 44 号);
- (13) 《促进产业结构调整暂行规定》的决定(国家发改委[2005]第 40 号);
- (14) 《能源效率标识管理办法》(国家发展改革委、国家质检总局 2016 年。

13.1.2. 节能中长期规划和节能目标

为服务国家碳达峰、碳中和目标实现,2021 年 3 月 18 日,南方电网公司发布服务碳达峰、碳中和工作方案,提出五大方面 21 项重点举措,将更大规模推动新能源发展、更大力度推进“新电气化”进程、更大范围推动跨省区能源资源优化配置等,勇当绿色生态发展先行者,构建以新能源为主体的新型电力系统。具体目标是,到 2025 年,推动南方五省区新能源新增装机 1 亿千瓦左右,达到 1.5 亿千瓦;非化石能源装机占比由 2020 年的 56%提升至 60%,发电量占比由 2020 年的 53%提升至 57%。到

2030 年，推动南方五省区新能源再新增装机 1 亿千瓦左右，达到 2.5 亿千瓦；非化石能源装机占比提升至 65%，发电量占比提升至 61%。

13.2.能耗分析

13.2.1.项目建设期及运行期用能总量及用能品种

（1）项目建设期能耗指标

主体工程施工主要能耗有：

1) 土石方机械能耗：主要有挖掘机、装载机、推土机等，主要能耗为燃油，其次为电能。

2) 起重运输机械能耗：主要有起重机、自卸汽车、载重汽车等，主要能耗为燃油。

3) 混凝土机械能耗：混凝土入仓机械、混凝土振捣机械等，主要能耗为电能，其次为燃油。

（2）项目运行期能耗指标

运行期能耗包括消耗的原材料、辅助材料、备品配件、燃料及动力费用等，针对本工程，运行期能耗主要是电力消耗。工程建成后产生的供水经济效益可以看作能源消耗的产出。

13.2.2.项目建设期及运行期能耗指标

本工程建设期及运行期能耗指标均符合国家有关节能要求。本工程的建设和运行期不会消耗大量能源，能源消耗总量相对较少，因此本工程的建设不会对当地能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

13.3.节能措施

工程在总体布置及主要建筑物设计过程中，结合工程地形、地质、施工等条件，始终坚持合理利用资源，提高资源利用效益的原则，贯彻节能降耗设计思想，进行技术方案论证，选择合理的布局，提高资源的利用效益。在设计中节能减耗措施主要体现在以下几个方面：

13.3.1.设计节能设计

(1) 工程规划和布置应满足城市规划红线要求，并与城市总体规划相协调；工程建设规模和运行方式应符合节能降耗要求，并应经济、环保。

(2) 应体现节约土地资源、少拆迁房屋的原则，以减少永久征地。

(3) 水工建筑物设计根据不同功能要求，在条件相当的情况下采用节省或降低能源消耗的建筑物型式；建筑材料应耐久、可靠、并应考虑减小运距及土石方平衡利用原则。

(4) 在满足河道功能和生态环保需求的前提下，控制建设成本和管理成本。

(5) 针对现状实际不同情况，提出最优方案，减少不必要的工程量，减少建筑材料的消耗。

13.3.2. 施工过程中的节能设计

根据本工程的具体情况，将节能管理纳入工程建设的全过程，还可有效地控制施工过程中的能耗。在施工组织设计中，尽量使施工设备满负荷、高效率运转；加强水、电和气的管理，并进行现场定额计量。

施工组织设计充分利用装配方便、可循环利用的材料，有效减少建筑垃圾。

(1) 主要施工设备选型

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

- 1) 合理搭配机械，提高了机械利用效率，减少了能耗；
- 2) 施工中选用效率高、能源消耗低的机械设备；
- 3) 加强机械设备的维护检修，使机械设备运转良好，提高机械设备的效率。

(2) 主要施工技术和工艺选择

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

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

2) 混凝土浇筑中多利用钢模板取代传统的木模板，提高重复利用次数。

(3) 施工辅助生产系统及其施工工厂设计

场内交通结合工程永久交通布置统筹规划，合理布线，减少路线长度，缩短运输距离，减少土石方施工对交通运输带来的干扰。

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

（4）施工营地建筑设计

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

（5）施工期建设管理节能措施

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

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

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

3) 完善工效挂钩的考核机制，利用经济杠杆调动职工抓指标、降消耗的主动性；

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

13.4.节能效果评价

13.4.1.符合国家、行业和地方节能设计的要求情况

（1）项目运行期能耗种类为电力，项目用能总量及用能品种选择合理，符合广东省相关能源发展规划要求。

(2) 本工程建设期及运行期能耗指标符合国家有关节能要求。

本工程的建设和运行期不会消耗大量能源，能源消耗总量相对较少，因此本工程建设不会对当地能源消耗结构及能源利用产生不利影响。

13.4.2.工程总体节能评价

(1) 在项目设计阶段，从项目选址与总平面布置、工艺及工艺设备、辅助及辅助设备以及节能管理等方面提出相应的针对性措施，起到了节能的效果。

(2) 水工建筑物设计根据不同功能要求，在条件相当的情况下采用节省或降低能源消耗的建筑物型式；建筑材料应耐久、可靠、并应考虑减小运距及土石方平衡利用原则。

(3) 项目严格执行国家明令推广和淘汰的设备、产品目录，设计采用积极采用国内外先进节能新技术、新工艺、新设备、新材料；设备选型符合节能要求；水处理工艺是同行业相对先进的工艺；主要用电设备选用高节能电动机 YE3 系列电机，属于国家推广使用的设备，是国内最先进的生产设备。

(4) 项目选用的主要能源种类是电力、水种类，用能数量、能源消费结构比较合理，项目所在地能源供应条件满足要求。

13.4.3.工程采用的节能措施及节能效果评价

本工程建设期及运行期能耗指标符合国家有关节能要求，是一个符合国家能源开发政策的节能型工程，有利于生态环境的保护和能源资源的节约与合理开发，环境效益和经济效益都十分显著。

综上所述，本项目节能效果较好，项目的实施能够对地方降低能耗水平做出贡献，具有较好的经济效益和社会效益。

14. 工程管理设计

14.1. 设计依据

- (1) 《河道管理条例》（1988 年国务院令第 3 号）；
- (2) 《堤防工程管理设计规范》（SL171-2020）；
- (3) 《水利工程管理单位编制定员试行标准》（SLJ705—81）；
- (4) 《广东省水利工程管理条例》（2019 年省十三届人大第十五次会议第 50 号文）；
- (5) 《广东省水库、堤防防汛器材储备标准》（广东省三防办）。

14.2. 工程管理体制

14.2.1. 管理体制

为了海堤工程安全完整、正常运用和确保海堤有效地抵御风暴潮灾害，根据《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）及《广东省海堤工程设计导则（试行）》的要求，海堤工程应成立专门的管理机构，由水行政主管部门坡头区农业农村局对工程实行统一领导、统一管理。

管理机构的任务是进行工程的日常管理与维护，确保工程安全、完整；进行工程调度与抢险，充分发挥堤防和附属涵闸工程的防潮、行洪、排涝、抗风浪的能力和效益；负责防潮（洪）维护管理经费的管理及使用，不断提高管理水平。

14.2.2. 管理机构设置和人员编制

本项目为南三联围部分海堤达标加固及穿堤涵闸维修或重建。南三联围堤防较长，堤段多，工程由南三联围水利管理所统一管理，水利管理所属镇政府内设机构，业务主管单位为坡头区农业农村局，参照《水利工程管理单位编制定员试行标准》（SL705-81）中的有关规定，应配定编人员专门负责南三联围工程日常管理工作。

14.3. 工程运行管理

14.3.1. 工程管理规章制度

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例》、《广东省河道堤防管理条例》等有关法律法规，以及主管部门批准的设计文件，制定完备的河道防汛、河道管理和工程管理等有关管理制度，使河道管理工作正规化、规范化、制度化，已达到高效、有序、低成本的管理目标。

(1) 制定防汛管理制度

- 1) 制定汛前、汛期、汛后防汛检查制度；
- 2) 制定防汛物资储备制度；
- 3) 制定防汛抢险制度，建立健全防汛险情报告处理方法及除险责任人制度。

(2) 制定河道管理制度

- 1) 制定岸线利用制度；
- 2) 制定河道清障计划。

(3) 制定有关工程管理制度

1) 建立健全河道管理由专业管理与群众管理相结合的管理制度。在保护范围内进行建设或开展影响河道工程保护的活动，必须经管理单位同意。较大的建设项目或者活动必须按管理权限上报主管机关同意。在河道管理范围内，一切工程、工程管理、工程监测和维护设施，必须依法严加保护，使上述设施随时处于良好的工作状态。

2) 制定河道巡查制度，发现河道堤岸存在的各种险情及时向上级报告并及时组织清除或修复。

3) 严格按有关技术规程规范制定有关观测制度，对工程进行全面监测。做好记录和资料整理工作，掌握和了解工程各部位和主要建筑物的运行情况，并据监测资料分析后对工程安全作出评价，一旦发现异常要立即进行研究，分析原因，提出处理意见。

14.3.2.安全运用的管理办法和措施

根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》、《广东省重大安全事故行政责任追究规定》、《广东省安全生产条例》等有关法律、法规，制定安全运用的管理办法和措施。

管理单位要做到安全生产管理，坚持安全第一，预防为主，综合治理的方针。建立安全管理机构，制定完善的安全管理制度和操作规程；危险作业必须有安全措施和安全负责人；定期召开安全会议，研究布置有关安全事宜，并做好记录。

工作人员安全职责：

- (1) 明确岗位责任制。
- (2) 熟悉有关安全生产规章制度和操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。
- (3) 努力学习安全技术知识，提高自我保护能力。
- (4) 遵章守纪，持证上岗，不违章作业，不伤害他人，有权拒绝违章指挥。
- (5) 班前、班后必须检查使用工具、设备是否安全可靠，发现不安全因素及时处理。保持作业场所整洁，正确穿戴劳动保护用品。
- (6) 参加安全培训和教育，合理提出改进安全工作的意见和建议。
- (7) 发生安全事故时应当立即向机（班）组长报告，同时保护好现场，并如实向事故调查人员讲明事故原因。

管理单位应当定期组织开展安全检查，重点检查：作业现场、施工现场、档案记录、防护设施与劳动保护、消防器材、简易药箱、驻地安全等情况，对存在安全隐患，应当采取措施，限期整改。

工作人员玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的，由其所在单位或者上级主管部门给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

14.3.3.工程运行维护费用

年运行费是指项目运行初期和正常运行期每年所需支出的全部运行费用，包括职工工资及福利费、材料和燃料及动力费、维护费和其他费用。

本工程属于社会公益性质的建设项目，工程现状基本没有财务收入，年运行费用需由政府财政补贴。

14.4.工程管理范围和保护范围

14.4.1.工程管理范围和保护范围

1、工程管理范围

《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）规定工程管理范围包括

以下工程和设施的建筑场地和管理用地。

(1) 海堤堤身、堤内外平台以及护堤地。

(2) 与海堤交叉、连接的涵闸、泵站、管道筹建（构）筑物的覆盖范围。

(3) 护堤房、界碑、里程碑、观测站点等其他附属工程及设施的用地。

(4) 防汛仓库、管理单位的办公及生活用房及其他附属设施用地。具体范围如下：

本工程现状管理范围为堤防范围，穿堤建筑物除个别以外，多数为当地村民因生产需要自行建设管理。

本工程完工后的管理范围应包括：海堤堤防，挡潮闸，观测、交通通信设施、测量控制标点及其他维护管理设施，管理机构的生产区、生活区建筑。

为保证工程安全，根据《堤防工程管理设计规范》SL/T171-2020，并参照《广东省海堤工程设计导则（试行）》，海堤的管理护堤地范围，临海侧为堤身及坡脚起向外延伸 50m~100m；背海侧为坡脚起向外延伸 30m~50m。挡潮闸等穿堤建筑物管理范围为主体工程上下游各延伸 100m~400m，左右侧边墩翼墙向外各延伸 30m~100m。

工程管理范围内，土地使用权归管理机构，任何单位和个人不得侵占；禁止进行任何危害工程安全的活动。

2、工程保护范围

海堤工程保护范围，临海侧为堤身及坡脚起向外延伸 50m~200m；背海侧为坡脚起向外延伸 30m~50m。工程管理范围和保护范围应根据堤防工程管理和保护工程安全的要求，报请当地人民政府批准，明确边界、树立标志，发给证明。

14.4.2.管理范围的管理要求和相应管理办法

任何单位和个人不得侵占工程管理范围内的土地和水域。国家建设需要征用管理范围内的土地，应当征得有管辖权的水行政主管部门同意。在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) 围库造地；

(3) 爆破、打井、采石、取土、挖矿、葬坟以及在输水渠道或管道上决口、阻水、挖洞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、水库水域内炸鱼、毒鱼、电鱼和排放污染物；
- (6) 损毁、破坏水利设施及其附属设施和设备；
- (7) 在坝顶、堤顶、闸坝交通桥行驶履带拖拉机、硬轮车及超重车辆；
- (8) 其他有碍水利工程安全运行的行为。

如果有违反以上规定的行为，责令其停止违法行为，赔偿损失，采取补救措施，对造成严重危害后果的，将按照《广东省水利管理条例》和相关的法律、法规处罚。

14.4.3.保护范围的限制要求和相应管理办法

工程管理范围和保护范围的边界埋设永久界桩，任何单位和个人不得移动和破坏所设界桩。在工程保护范围内，不得从事危及工程安全及污染水质的爆破、打井、采石、取土、开矿、堆放或排放污染物等活动。

如果有违反以上规定的行为，责令其停止违法行为，赔偿损失，采取补救措施，对造成严重危害后果的，将按照《广东省水利管理条例》和相关的法律、法规处罚。

14.5.管理设施与设备

14.5.1.工程管理单位管理区

本次拟不新增管理单位管理区。

14.5.2.生产、生活区建设

本次不增加办公面积。

14.5.3.工程管理设施项目和数量

14.5.3.1.工程管理单位管理区

本工程不新增管理单位管理区。

14.5.3.2.生产、生活区建设

本次不增加办公面积。

14.5.3.3.工程管理设施项目和数量

- (1) 工程观测

1) 潮（洪）水位观测

本工程对南三联围每个堤段分别在涵闸处设置水尺观测水位，水位观测设备的选型、布置及水尺零点高程的校测、改正等技术要求，按照《水位观测标准》GBJ138-90的有关规定执行。

2) 视频检测

根据有关要求，本工程对南三联围每个堤段每 1km 设置一个视频监测点，每个点都要能够查看实时图像或视频。配置 1 台彩色摄像机，通过 4G 网络传输，电源采用太阳能电池供电。终端设置于管理房，可实时查看各堤防情况。

3) 变形监测

堤身水平位移监测采用视准线法，垂直位移监测采用精密水准法，根据工程实际情况对本工程对南三联围每个堤段堤防设置每 1km 设置一个监测断面，断面设置临海侧防浪墙顶、背河测堤肩 2 个变形观测点，水准工作基点根据现场实际情况布置并应设置观测墩。测点位移量允许中误差限值为 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

4) 渗流监测

本工程对南三联围每个堤段选择地质条件较差、可能因洪水浸泡时间较长而发生渗透破坏的堤段，每隔 500m 设一断面，每个断面在临、背水坡堤肩、背水坡脚各设 1 支测压管，以观测浸润线的变化。

5) 自动化系统

在堤防重点堤段建立完善自动化系统，包括数据采集、传输、处理、存储等环节，确保监测数据的准确性、完整性和及时性。通过自动化系统，实现远程监控和预警功能。当监测数据超过预设阈值时，系统能够自动发出预警信息，提醒相关人员及时处理。这些监测设施可以自动采集和传输数据，提高监测效率和准确性，实时为堤防运行管理提供可靠的数据支持。

6) 巡视检查

巡视检查包括日常巡视检查、年度巡视检查和特殊情况下的巡视检查。日常巡视检查在施工期每周一次，正常运行期每月不少于一次，汛期特别是高水位期间应加密巡视检查次数。年度巡视检查每年 2~3 次，一般在汛前、汛后及高水位、低气温时进行。特殊巡视检查在发生有感地震或大洪水以及其他特殊情况下立即进行。

巡视检查通常用目视、耳听、鼻嗅、手摸、脚踩等直观方法，可辅以锤、钎、量尺、放大镜、望远镜、照相机、摄像机等工器具进行。如有必要，可采用坑（槽）探挖、钻孔取样或孔内电视、孔壁数字成像、注水或抽水试验，化学试剂、水下检查或水下电视摄像、超声波探测及锈蚀检测、材质化验或强度检测等特设方式进行检查，重要部位通过设置监控探头进行巡视检查。巡视检查的内容根据具体情况确定。

检查应包括以下内容：

a) 堤顶：是否坚实平整，堤肩线是否顺直；有无陷起伏、裂缝、残缺、积水，相邻两堤段之间有无错动，是否存在硬化堤顶与土堤或垫层脱离现象。

b) 堤坡：是否平顺，有无雨淋沟、滑坡、裂缝、塌坑、洞穴，有无杂物垃圾堆放，有无白蚁、灌、狐等害堤动物洞穴或活动痕迹，有无渗水；排水沟是否完好顺畅，排水孔是否顺畅，渗漏水量、水质有无变化等。

c) 堤脚：有无隆起、下沉，有无冲刷、残缺、洞穴等。

d) 砌石：是否平整、完好、紧密，有无松动、塌陷、脱落、风化、架空等。

（2）交通、通信设施

a) 交通设施

对外交通，应根据工程管理和抗潮、洪抢险需要，沿堤线分段修建与区域性水陆交通系统相连接的上堤公路，以保证对外交通的畅通；对内交通，应利用堤顶或背水坡顺堤戗台作为交通工道，连接各挡潮闸等附属建筑物、附属设施、险工险段、土石料场、仓库等，以满足各管理点之间的交通联系。

b) 通信设施

通信主要利用国家现有的电信通信网络，包括有线通信线路和无线移动通信网，其网络功能可满足堤防管理单位与防汛指挥部门及其它部门之间的信息传输要求，为了及时了解流域水文情势的变化并迅速反馈工程运行情况，随着工程的进展，应建立为堤防工程的维修、抗潮抢险的专用通信网络，其通讯建设应纳入市三防办防汛通讯网规划，统一部署。

（3）生物工程和其他维护管理设施

本工程保护堤防安全和生态环境的生物工程主要有：防浪林带、草皮护坡等项目。在临海（江）侧堤脚至海（江）岸线之间现有防护林的堤段，本次加固达标堤轴线适

当往背水坡方向移，以尽量保留迎水侧防护林。现状没有防护林的，按省政府工作会议纪要（2011）58号“关于研究千里海堤加固达标工程建设问题的会议纪要”，由省林业部门牵头会同省有关部门负责完成沿海防护林、红树林种植等海岸线林业建设规划。同时也可以分期分批在每年的堤防管理费中安排种植防浪林带费用，以消浪防冲，防御风暴潮及海浪对堤防工程的侵蚀破坏，并起到拦砂固滩、涵养水土资源、绿化堤容堤貌、优化生态环境的效果，防浪林带主要种植木麻黄、红树林等宜生植物。

按不允许越浪设计的堤防背水坡采用草皮护坡，草皮护坡尽可能种植适合当地土壤气候条件的草种。在堤后（背水侧）工程管理和保护范围内种植适宜于当地气候条件、材质好、生长快、经济效益高的树种。

本工程的其他维护管理设施包括：里程碑、交通管理标志牌和拦车卡等，里程碑结合堤顶防浪墙一起布置。

15.工程信息化

15.1.工程概况

本次工程为海堤加固改造工程，通过工程的实施，改善区域整体环境。

随着信息时代的到来，工程项目管理必将走向信息化管理，项目的核心竞争力也越来越依赖于信息技术。只有充分利用包括信息技术在内的高新技术推进工程项目管理信息化，才能增强项目管理能力和技术手段，提升竞争力，实现跨越式发展，与国际建筑业接轨。

本工程信息化主要围绕建设工程管理和运行维护核心业务，在各项工作中全方位、全过程、一体化利用信息技术，逐步建立和完善计算机网络平台管理体系和计算机应用体系，使得工程的建设更加高效、便捷。

15.2.感知系统现状

工程周边基本无雨量、自动水位、流量（量测水）、墒情、水质、视频、工程安全监测、设备自控和其他监测监测内容。

15.3.存在的问题

工程所在区域，水利信息化建设比较落后，重要的水情、工情、防洪安全、水资源综合利用等方面的信息监测、采集、处理、传输、控制缺失。

15.4.需求分析

工程项目实施过程中涉及业主、监理、设计、地方政府和上级管理机关等多方利益关系人，涉及到合同管理、现场施工管理、财务管理、概预算管理、材料设备管理等多个环节。因此，工程项目信息化建设应充分考虑不同参与方的需求，建立一个涵盖施工现场管理、项目远程监控、项目多方协作、企业知识和情报管理等多层次的软件系统和网络信息平台，能够自动生成面向不同主体的数据，实现各种资源的信息化。

15.5.总体设计

信息化系统设计，遵循系统性、安全性、实用性、可靠性、先进性、灵活性、开放性等基本原则；工程信息化平台架构包含信息集成平台、项目信息分类层、信息检索平台、项目信息发布与传递层、工作流程支持层、项目协同工作层、个性化设置层、数据安全层。本工程具体设计内容包括硬件部分及软件部分，具体如下：

15.5.1.硬件部分

（1）潮（洪）水位观测

本工程对南三联围每个堤段分别在涵闸处设置水尺观测水位，水位观测设备的选型、布置及水尺零点高程的校测、改正等技术要求，按照《水位观测标准》GBJ138-90的有关规定执行。

（2）视频检测

根据有关要求，本工程对南三联围每个堤段每 1km 设置一个视频监测点，每个点都要能够查看实时图像或视频。配置 1 台彩色摄像机，通过 4G 网络传输，电源采用太阳能电池供电。终端设置于管理房，可实时查看各堤防情况。

（3）变形监测

堤身水平位移监测采用视准线法，垂直位移监测采用精密水准法，根据工程实际情况对本工程对南三联围每个堤段堤防设置每 1km 设置一个监测断面，断面设置临海侧防浪墙顶、背河测堤肩 2 个变形观测点，水准工作基点根据现场实际情况布置并应设置观测墩。测点位移量允许中误差限值为 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

（4）渗流监测

本工程对南三联围每个堤段选择地质条件较差、可能因洪水浸泡时间较长而发生渗透破坏的堤段，每隔 500m 设一断面，每个断面在临、背水坡堤肩、背水坡坡脚各设 1 支测压管，以观测浸润线的变化。

15.5.2.软件部分

自动化系统：在堤防重点堤段建立完善自动化系统，包括数据采集、传输、处理、存储等环节，确保监测数据的准确性、完整性和及时性。通过硬件部分采集的数据经传输至自动化系统处理，实现远程监控和预警功能。当监测数据超过预设阈值时，系

统能够自动发出预警信息，提醒相关人员及时处理。这些监测设施可以自动采集和传输数据，提高监测效率和准确性，实时为堤防运行管理提供可靠的数据支持。

15.5.3.工程建设清单

表 15.5-1 工程信息化建设清单

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
1.	水位监测	套	13.	59300.	770900.
2.	视频监控	套	44.	27750.	1221000.
3.	变形监测	套	65.	304.	19760.
4.	渗流监测	套	13.	31910.	414830.
5.	自动化系统	项	1.	319410.	319410.

15.6.信息资源共享

工程项目的信息化集成是项内容复杂的系统性工作，牵涉到工程建设的方方面面，进行管理工作必须依托先进的集成管理理论，以信息技术为主要工具，构建高效的项目管理信息系统，将建筑工程建设相关工作纳入到信息系统的管理范畴中，实现各相关单位和个人的信息共享，加强相互之间的动态关联，提高工程项目管理的整体性。

15.7.网络信息安全

《信息安全等级保护管理办法》规定，国家信息安全等级保护坚持自主定级、自主保护的原则。信息系统的安全保护等级应当根据信息系统在国家安全、经济建设、社会生活中的重要程度，信息系统遭到破坏后对国家安全、社会秩序、公共利益以及公民、法人和其他组织的合法权益的危害程度等因素确定。

本次工程为堤防工程，关乎该区域防汛排涝安全，一旦出现问题会对公民、法人和其他组织的合法权益产生严重损害，或者对社会秩序和公共利益造成损害因此，本工程网络信息系统的安全保护等级定为第二级。

本次网络系统的安全目标是按照国家有关法律法规、政策和电子政务相关的技术规范要求，针对平台业务实现防泄密、防窃取、防毁坏、防假冒、防篡改、抗抵赖，

以及防止拒绝服务和网络攻击，保障平台的安全、需要针对平台业务寻求相应对策，制定相应措施，达到防范业务，风险的目的。制定相关措施如下：

（1）制定相关的《网络安全管理制度》，规范其使用及管理，各入网用户需得到领导审批。

（2）需配备专业的网络防火墙，进一步防范网络上的各种病毒。

（3）及时更新数据库及各计算机的防病毒软件病毒库。定期对所有数据库进行漏洞扫描、补丁修复。对有重要资料的数据库及各计算机数据定期进行备份理，从而在相应计算机出现问题能及时修复，保证重要数据的安全。

（4）提高用于网络上的电子印章的保密性。

（5）建立网络安全管理机构，负责网络安全。

16. 设计概算

16.1. 工程概况

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的主要任务是加固沿海堤防，同时完成穿堤建筑物的维修重建，排除安全隐患，满足设计防潮标准 30 年一遇的要求，以减轻洪、潮灾害对该区的威胁，保护围内居住人口、耕地、鱼、虾塘和工农业财产，抵御设计标准风暴潮的袭击，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。建设内容为：在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

16.2. 主要投资指标

工程项目总投资 12845.95 万元，其中工程部分投资 12564.91 万元；建设征地移民补偿投资 91.64 万元；水土保持工程投资 94.44 万元；环境保护工程投资 94.96 万元。

工程部分投资 12564.91 万元，其中建筑工程费 9297.19 万元；金属结构设备及安装工程费 46.02 万元；施工临时工程费 1045.81 万元；独立费用 1577.55 万元；预备费 598.33 万元。

16.3. 编制原则和依据

（1）工程量计算根据相应设计阶段图纸、中华人民共和国水利部发布《水利水电工程设计工程量计算规定》及有关文件规定进行计算。

（2）工程投资概算编制执行广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文《关于发布我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的通知》。

依据文件及定额包括：《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》、《广东省水利水电建筑工程预算定额》、《广东省水利水电设备安装工程预算定额》、《广东省水利水电工程施工机械台班费定额》、广东省水利水电工程造价定额站发布《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）和有关行业主管部门颁发的现行定额。

(3) 基础单价:

1) 人工单价

根据《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》，本工程人工工资为四类工资区，普工单价为 65.1 元/工日，技工单价为 90.9 元/工日。

2) 材料价格

主材价格按湛江市 2025 年 12 月份建筑工程信息价，次要材料价格按粤水建设函[2025]721 号《广东省水利厅关于公布 2025 年水利水电工程定额次要材料预算指导价格及房屋工程造价指标指导价格的通知》。

表 16.3-1 主要材料基价表

材料名称	钢筋 (t)	水泥 (t)	商品混凝土 (m³)	砂 (m³)	块石 (m³)	碎石 (m³)	柴油 (t)	汽油 (t)
基价(元)	3000	300	230	65	70	75	5100	5100
本工程预 算价(元)	3560	484	按标号	178	93	142	6690	8030

3) 施工用电、风、水价格

电：按 0.80 元/kW·h 计。

风：按 0.16 元/m³ 计。

水：按 4.05 元/m³ 计。

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》及人工单价和动力燃料价格进行计算。

(4) 其他直接费费率

表 16.3-2 其他直接费费率表

序号	项目	计算基数	建筑工程费 率(%)	安装工程费 率(%)	备注
1	冬雨季施工增加费	基本直接费	0.5	0.5	
2	夜间施工增加费	基本直接费	0.5	0.7	
3	小型临时设施费	基本直接费	2.1	2.1	
4	其他	基本直接费	1.0	1.5	

(5) 间接费费率

表 16.3-3 间接费费率表

序号	项目	计算基数	费率(%)	备注
----	----	------	-------	----

序号	项目	计算基数	费率 (%)	备注
1	土方开挖工程	直接费	8	
2	石方开挖工程	直接费	11	
3	土石方填筑工程	直接费	9.5	
4	混凝土工程	直接费	9.5	
4.1	钢筋加工安装工程	直接费	6	
5	模板工程	直接费	9.5	
6	基础处理及锚固工程	直接费	8.5	
7	疏浚工程	直接费	7	
8	管道工程	直接费	8.5	
9	植物措施工程	直接费	7	
10	其他工程	直接费	10	
11	设备安装工程	人工费	70	

(6) 利润、税金、基本预备费取费标准

依据广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文《关于发布我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的通知》规定，企业利润 7%，基本预备费 5%。

增值税销项税税率按《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 号文），税金 9%。

(7) 安全生产措施费及其他临时工程费

依据广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文《关于发布我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的通知》、粤水建管[2018]58 号文《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》及水利部《水利部办公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》（办水总函〔2023〕38 号）规定，安全生产措施费（含扬尘污染防治费）取为工程第一至第四部分建筑安装工作量之和的 3.0%，其他临时工程费取为工程第一至第四部分建筑安装工作量之和的 1.3%。

(8) 施工方法根据施工组织确定。

16.4.独立费依据

(1) 依据广东省水利厅粤水建管[2017]37 号文《关于发布我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的通知》规定，工程质量检测费按工程第一至第四部

分建筑安装工作量的 0.6% 计算，工程保险费按工程第一至第四部分建筑安装工作量的 0.45% 计算。

(2) 招标业务费根据《关于印发<招标代理服务收费管理暂行办法>的通知》（计价格[2002]1980 号）计算。

(3) 建设管理费、经济技术咨询费按粤水建管[2017]37 号文计列并计算。

(4) 工程建设监理费根据《国家发展和改革委员会、建设部关于印发<建设工程监理与相关服务收费管理规定>的通知》（发改价格〔2007〕670 号）计算。

(5) 工程勘测设计费按《国家计委、建设部关于发布<工程勘察设计收费管理规定>的通知》（计价格[2002]10 号）计算。

16.5.独立费计算过程

(1) 施工监理服务收费计算

表 16.5-1 施工监理服务收费计算表

序号	项目	金额（万元）	备注
1	计费额	10389.03	
2	专业调整系数	0.9	水电、水库工程为 1.2，其他水利工程为 0.9
3	工程复杂程度调整系数	1.00	按对应《复杂程度系数表》
4	高程调整系数	1.00	高程 2001m 以下为 1
5	施工监理服务收费基价	225.40	按《施工监理服务收费基价表》线性插值
6	施工监理服务收费基准价	202.8602	

(2) 工程设计收费计算

表 16.5-2 工程设计收费计算表

序号	项目	金额（万元）	备注
1	计费额	10389.03	
2	专业调整系数	0.8	水电、水库工程取 1.2，其他水利工程取 0.8
3	工程复杂程度调整系数	1.00	按对应《复杂程度系数表》
4	附加调整系数	1.00	按总则和相关章节计算
5	工程设计收费基价	314.99	按《工程设计收费基价表》线性插值
6	基本设计收费	251.9940	
7	基本设计收费合计	251.9940	
8	施工图预算编制费	25.1994	按建设项目基本设计收费的 10% 计算
10	工程设计收费基准价	277.1934	

(3) 工程勘测收费计算

表 16.5-3 工程勘测收费计算表

序号	项目	数量	备注
1	计费额	7705.31	
2	专业调整系数	0.84	查《水利水电工程勘察专业调整系数表》
3	工程复杂程度调整系数	1.00	
4	附加调整系数	1.0	两条以上线路勘察按 1.05~1.5
5	工程勘察收费基价	314.99	
7	基本勘察收费	264.5938	
8	作业准备费	39.6891	按 15%
9	工程勘察收费基准价	304.2828	

(4) 招标代理服务收费计算

表 16.5-4 招标代理服务收费计算表

序号	项目	本工程 计费基 数	分段取费（万元）							招标代理 服务收费 （万元）
1	计费基础		0	100	500	1000	5000	10000	50000	
2	货物招标			1.500%	1.100%	0.800%	0.500%	0.250%	0.05%	
3	服务招标			1.500%	0.800%	0.450%	0.250%	0.100%	0.05%	
4	工程招标			1.000%	0.700%	0.550%	0.350%	0.200%	0.05%	
5	工程勘察设 计（按服务）	581.48		1.50	3.20	0.37	0.45	0.00	0.00	5.0666
6	工程监理（按 服务）	202.86		1.50	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	2.3229
7	工程施工（按 工程）	10389.03		1.00	2.80	2.75	14.00	10.00	0.19	30.7445

17. 经济评价

17.1. 评价依据及基本参数

(1) 评价依据

本工程效益主要是以社会公益性质为主，本次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》（SL72-2013），《已建防洪工程经济效益分析计算及评价规范》（SL206-2014），《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-2008），并参照国家计委、建设部《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）以及国家现行的财税制度进行。

(2) 基本参数

按照《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）的要求，本工程国民经济评价以项目经济内部收益率（EIRR）和经济净现值（ENPV）为经济评价指标。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。

1) 计算期

根据《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）有关规定，计算期包括建设期和生产运行期。本工程施工期 2 年，运行期按 30 年计算，则经济评价计算期共 32 年。

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，因此本次评价影子价格换算系数取 1.0。

3) 社会折现率

根据《建设项目经济评价方法与参数》（第三版），对社会公益性质的防洪、灌溉、水土保持等水利项目，采用较低的社会折现率有利于项目的优选和方案优化。本项目属社会公益性项目，工程社会折现率取 6%。

4) 计算基准年

资金时间价值计算的基准年选在计算期的第一年，并以第一年年初作为折现计算的基准点。投入的费用和产出的效益均按年末发生和结算。计算基准年为 2025 年。

17.2.投资费用

(1) 固定资产投资

工程项目总投资 12845.95 万元，其中工程部分投资 12564.91 万元；建设征地移民补偿投资 91.64 万元；水土保持工程投资 94.44 万元；环境保护工程投资 94.96 万元。

工程部分投资 12564.91 万元，其中建筑工程费 9297.19 万元；金属结构设备及安装工程费 46.02 万元；施工临时工程费 1045.81 万元；独立费用 1577.55 万元；预备费 598.33 万元。

在工程投资估算中，定额、单价、利润等已考虑现行市场价格，估算中的投资基本反映了工程的影子投资，因而进行国民经济评价时，不作影子价格调整，投资调整只考虑扣除企业利润和税金等内部转移部分，扣除后为 11946.73 万元，作为影子投资，工程拟一个施工年完成固定资产投资。

(1) 年运行管理费

年运行费用包括工资及福利费、材料和燃料及动力费、维护费和其他费用。由于本工程由坡头区水利管理所管理，管理人员及其工资及福利费由当地政府安排。参照同类工程的运行情况 and 有关规定，本次国民经济评价年运行费暂按工程总投资的 0.5% 计算，经计算年运行费为 59.73 万元。

(2) 流动资金

流动资金按总年运行费的 10% 计算，为 5.972 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.效益计算

(1) 防洪效益

湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程项目包括堤围和涵闸等建筑物，工程完成后，将明显减轻风暴潮对海堤堤围内工农业生产和人民生命财产的危害。本工程建设后能确保围内农田 5.8 万亩、池塘养殖面积 2.8 万亩、捍卫人口 7.8 万人。2023 年湛江市 GDP 为 3793.59 亿元，坡头区 GDP 为 398.48 亿元。南三镇作为坡头区下辖的一个镇，其 GDP 数据并未直接给出，但可以从坡头区的整体经济情况推测南三镇的经济状况相对良好，本工程属于公益性建设项目，该类项目属于

国民经济的基础产业和基础设施，工程的建成将对国家和地区的社会经济发展产生深远的影响，其效益渗透到国民经济的各部门和人民生活的各个方面。

防护范围内的 2023 年坡头区总产值 398.48 亿元，2024 年总产值为 407.42 亿元，南三镇经济数据未单独列出。根据南三镇实际情况，南三镇人口、面积及农业产值均占坡头区 30~35%，从宏观角度分析，南三镇地区生产总值按坡头区总量的 30%初步估算，则 2024 年南三镇 GDP 约 122 亿。

防洪效益是指项目建成后可减免的损失，应计算多年平均效益。经洪潮洪灾的损失分析，受灾损失大多与致灾洪水、淹没水深、时间、范围成正比，由于缺乏实际统计资料，在调查堤围现状以及历史洪涝灾害范围和损失程度的基础上，估算防风暴潮经济效益，参考其他地区情况及同类工程，效益按生产保护区范围内的总产值 0.8‰估算，则保护区内的堤防工程多年平均防洪总效益为 976 万元。

（2）社会效益

海堤作为重要的海岸防护工程，在保障沿海地区社会经济稳定和可持续发展方面发挥着关键作用。沿海地区频繁遭受台风、风暴潮等自然灾害的侵袭，南三联围海堤的建设有效抵御了海浪和洪水的冲击，为当地居民构筑起一道坚固的安全屏障，促进了当地经济发展。同时，项目工程本身在施工期间也为当地创造了就业机会，增加了居民收入。

本工程对生态环境的改善也具有积极的社会效益。通过有效的水土保持措施，大大减少当地水土流失，保护堤内养殖塘和居民的生命财产安全。提升了社会防灾减灾能力。使得沿海地区在面对自然灾害时有了更强的应对能力，减少了灾害救援的压力。同时，海堤工程通常伴随着相关的监测和预警系统的建设，提高了灾害预警的准确性和及时性，为居民疏散和救援工作争取了宝贵时间，增强了社会的安全感和稳定性。

综上所述，本工程在保护生命财产安全、促进经济发展、改善生态环境、提升防灾减灾能力以及丰富文化生活等方面都产生了显著的社会效益。

17.4.国民经济评价指标

经济分析成果表明，本项目各指标均较好，工程的内部回收率 $EIRR=9.56\%$ ，按 $Is=6\%$ 时，则经济效益费用比 $EBCR=1.47>1$ ，经济净现值 $ENPV=5659.60$ 万元，说明本项目有较好的投资效果，在经济上是可行的。

表 17.4-1 工程经济评价指标成果表

项目	单位	指标
工程影子投资	万元	11946.73
社会折现率 Is	%	6
经济内部回收率 $EIRR$	%	9.56
经济净现值 $ENPV$	万元	5659.60
经济效益费用比 $EBCR$	/	1.47

17.5.国民经济敏感性分析

由于水利建设项目的投资和效益均存在一些不确定的因素，为分析项目的抗风险能力，进行国民经济敏感性分析。本次敏感性分析考虑以下不利方案：

- 1) 投资增加 10% 且效益不变；
- 2) 投资减少 10% 且效益不变；
- 3) 投资不变且效益增加 10%；
- 4) 费用不变且效益减少 10%；

经计算，国民经济敏感性分析成果见下表。

表 17.5-1 国民经济敏感性分析成果表

指标方案		经济净现值 $ENPV$ (万元)	经济效益费用比 $EBCR$	经济内部回收 率 $EIRR(\%)$
基本方案	$Is=6\%$	5659.60	1.47	9.56
投资增加 10%	$Is=6\%$	2475.62	1.34	8.61
投资减少 10%	$Is=6\%$	4848.10	1.63	10.68
效益增加 10%	$Is=6\%$	5214.28	1.62	10.57
效益减少 10%	$Is=6\%$	2109.43	1.32	8.51

通过敏感性分析，当工程受不利因素影响时，效益指标将有所下降，当投资增加和效益减少时工程有一定风险，但风险相对较小。社会折现率 Is 为 6%，当投资增加或减少 10% 和效益增加或减少 10% 时，工程的经济内部收益率 $EIRR$ 稳定在

8.51%~10.68%之间，均大于社会折现率 6%，经济效益费用比 EBCR 为 1.32~1.63，均大于 1。说明工程有较强的抗风险能力，工程建设经济合理、可行，建议尽快兴建。

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

18. 结论与建议

18.1. 结论

(1) 项目建设目标和任务：湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程的主要任务是加固沿海堤防，同时完成穿堤建筑物的维修重建，排除安全隐患，满足设计防潮标准按 30 年一遇，以减轻洪、潮灾害对该区的威胁，保护围内居住人口、耕地、鱼、虾塘和工农业财产，抵御设计标准风暴潮的袭击，为南三镇的经济健康、持续发展提供良好的外部环境，保障人民生命财产的安全。

(2) 建设内容与规模：在原有海堤基础上进行加固 17.863 公里（对其中 12.23 公里海堤进行全面达标加固，对其中 5.633 公里堤段堤顶道路进行修复加固），同时根据穿堤涵闸状况，维修加固涵闸共计 17 座。

(3) 工程项目总投资 12845.95 万元，其中工程部分投资 12564.91 万元；建设征地移民补偿投资 91.64 万元；水土保持工程投资 94.44 万元；环境保护工程投资 94.96 万元。

工程部分投资 12564.91 万元，其中建筑工程费 9297.19 万元；金属结构设备及安装工程费 46.02 万元；施工临时工程费 1045.81 万元；独立费用 1577.55 万元；预备费 598.33 万元。

18.2. 建议

(1) 湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程是非常必要的，建成后防洪效益非常显著，建议加快各审批工作进程；

(2) 堤防建设涉及征拆，为确保项目的顺利完成，业主单位应协调当地政府尽早开展征拆调查，制定可行的征拆方案；

湛江市坡头区发展和改革局文件

湛坡发改投审〔2025〕41号

湛江市坡头区发展和改革局关于湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程项目可行性研究报告的批复

湛江市坡头区南三联围水利管理所：

《关于批复<南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程可行性研究报告>的请示》及有关材料收悉。经研究，现就项目可行性研究报告函复如下：

一、为了防御台风风暴潮灾害，促进南三镇经济社会发展和保障人民群众生命财产安全，我局同意批准该项目可行性研究报告。

二、项目代码：2412-440804-19-01-615952。

三、项目建设地点位于湛江市坡头区南三镇（南三联围）。

四、项目建设规模及内容：建设内容与规模：本项目主要建设内容及规模为对坡头区南三联围在原有海堤基础上进行达标加固18.25 公里，其中对12.23 公里堤段进行全面达标加固（内容包括：堤顶增设防浪墙、混凝土路面；迎水坡增设混凝土护坡；背水坡加高培厚、草皮护坡），另外6.02 公里堤段只增设堤顶混凝土路面，修复穿堤涵闸 16 座。

五、项目拟建设工期：25个月。

六、项目估算总投资12939.88万元，其中建筑工程费8291.93万元，金属结构设备及安装工程费102.74万元，施工临时工程1755.47万元，独立费用1538.38万元，基本预备费935.08万元，专项部分投资316.28万元（征地补偿费126.88 万元，环境保护费94.96 万元，水土保持费94.44 万元）。项目建设所需资金50%由省级补助，其余部分争取债券资金、市级补助，项目单位自筹等资金解决。

七、项目的招标范围、招标组织形式及招标方式须按审批部门招标核准意见执行（见附件）。

八、请严格遵守招标投标法规定，严格按照已经批准的投资规模、建设规模、建设内容和标准等进行建设，严禁擅自变更项目的建设内容、建设标准、建设规模和投资规模等，严格执行《政府投资条例》。严格执行湛江市坡头区财政局《对<关于出具湛江市坡头区南三联围联合堤、和平堤等十三条堤段达标加固工程资金证明的函>的复函》（湛坡财函【2025】54号），落实项目建设资金后才

能开展项目招投标、施工报建及动工建设。

请据此文开展下一步工作，并按照规定办理有关手续，落实项目资金后及时将项目启动建设的请示报区政府研究，在项目建设施工期间，应采取有效措施，切实做好环境保护和安全防护工作，并按照规定接受相关部门监督。

附：广东省工程招标核准意见表



公开方式：主动公开

抄送：区纪委监委、区财政局、区自然资源局、区农业农村局、
区统计局、生态环境局坡头分局