玉环市海塘安澜工程

（漩门三期坎门段海塘）

可行性研究报告

（送审稿）

黄河勘测规划设计研究院有限公司

YellowRiverEngineeringConsultingCo.,Ltd.

二〇二三年二月

玉环市海塘安澜工程

（漩门三期坎门段海塘）

可行性研究报告

（送审稿）

郑重声明

黄河勘测规划设计研究院有限公司拥有本报告的知识产权。其他单位和个人未经许可，不得翻印、传播或他用，否则我公司保留追究其法律责任的权利。

黄河勘测规划设计研究院有限公司

YellowRiverEngineeringConsultingCo.,Ltd.

二〇二三年二月

批　　准：　杨顺群

审　　核：　耿　莉　　刘增强　　李国保

审　　查：　王新奇　　蔡仲银　　王为福　　仇道健　　袁国芹
　　丁正忠

校　　核：　刘增强　　尚晓燕　　刘　恒　　李红亮　　何建锋
　　李正华　　毛明令　　马鹏飞

编　　写：　李国保　　陈文森　　赵梦婷　　王国栋　　褚　丽
　　乔　璐　　徐伟栋　　禹　晴　　张　凯　　杨易青
　　栗浩洋　　王逍遥　　姬胜昔　　王心雨

目　录

1 综合说明.....1
1.1 绪言.....1
1.2 水文.....3
1.3 工程地质.....6
1.4 工程任务与规模.....16
1.5 工程布置及建筑物.....17
1.6 机电及金属结构.....25
1.7 施工组织设计.....41
1.8 建设征地与移民安置.....56
1.9 环境影响评价.....57
1.10 水土保持.....58
1.11 劳动安全与工业卫生.....59
1.12 节能评价.....59
1.13 工程管理.....60
1.14 工程信息化.....61
1.15 投资估算.....62
1.16 经济评价.....66
1.17 社会稳定风险分析.....66
1.18 工程特性表.....66
2 水文.....68
2.1 流域概况.....68

2.2 气象.....69
2.3 水文基本资料.....71
2.4 洪水.....72
2.5 设计风速.....78
2.6 设计潮位.....78
2.7 设计波浪.....85
2.8 塘前冲积分析.....97
2.9 海堤内侧设计波浪.....104
2.10 自动测报系统.....106
3 工程地质.....107
3.1 概述.....107
3.2 区域地质.....111
3.3 提标加固海塘工程地质条件及评价.....119
3.4 天然建筑材料.....139
3.5 结论与建议.....142
4 工程任务与规模.....151
4.2 工程任务.....200
4.3 工程规模.....201
4.4 工程实施影响分析及处理.....208
5 工程布置及建筑物.....210
5.1 设计依据.....210
5.2 工程等别和标准.....213

5.3 工程现状.....224
5.4 工程选址及选线.....235
5.5 建筑物选型.....237
5.6 工程总布置.....261
5.7 海堤工程.....263
5.8 水闸工程.....305
5.9 融合提升工程.....334
5.10 工程监测.....348
5.11 标准化建设.....351
5.12 主要工程量.....353
6 机电及金属结构.....359
6.1 电气.....359
6.2 金属结构.....379
6.3 采暖通风与空气调节.....385
6.4 消防设计.....386
7 施工组织设计.....388
7.1 施工条件.....388
7.2 料场的选择与开采.....391
7.3 施工导流.....392
7.4 主体工程施工.....397
7.5 施工交通运输.....413
7.6 施工工厂设施.....415

7.7 施工总进度.....419
7.8 主要危险源辨识及防范措施.....423
7.9 文明标化工地建设.....433
7.10 “以工代赈”.....435
8 建设征地与移民安置.....438
8.1 概述.....438
8.2 工程征地范围.....439
8.3 征地补偿投资估算.....439
9 环境影响评价.....442
9.1 概述.....442
9.2 环境现状调查与评价.....443
9.3 环境影响预测评价.....444
9.4 环境保护措施与对策.....447
9.5 环境保护管理及监测.....454
9.6 环境保护投资估算.....457
10 水土保持.....458
10.1 编制依据.....458
10.2 水土流失及水土保持现状.....461
10.3 水土保持措施设计.....462
10.4 水土保持监测与监理.....467
10.5 水土保持投资估算.....468
10.6 效益分析.....469

11 劳动安全与工业卫生 470
11.1 设计依据.....470
11.2 劳动安全.....471
11.3 工业卫生措施.....475
11.4 安全卫生评价.....477
12 节能评价.....478
12.1 设计依据.....478
12.2 能耗分析.....478
12.3 节能措施.....480
12.4 节能效果评价.....483
13 工程管理.....485
13.1 工程管理体制.....485
13.2 工程运行管理.....490
13.3 工程管理范围和保护范围 501
13.4 管理设施与设备.....502
14 工程信息化.....503
14.1 概述.....503
14.2 需求分析.....507
14.3 总体设计方案.....511
14.4 分项设计.....515
14.5 网络信息安全.....549
14.6 系统集成与运行维护-智慧平台建设 578

14.7 信息化投资估算.....598
15 投资估算.....601
15.1 工程概况.....601
15.2 编制原则及依据.....601
15.3 投资主要指标.....602
15.4 基础单价.....602
15.5 工程取费标准.....604
15.6 有关费用计算说明.....605
15.7 独立费用.....606
15.8 预备费.....607
15.9 资金筹措方式.....607
15.10 总估算表.....608
16 经济评价.....622
16.1 概述.....622
16.2 国民经济评价.....622
16.3 财务评价.....627
17 社会稳定风险分析 628
17.1 编制依据.....628
17.2 风险调查.....628
17.3 风险识别.....633
17.4 风险估计.....639
17.5 风险防范和化解措施 645

17.6 风险等级.....652
17.7 风险分析结论.....655
18 结论与建议.....657
18.1 主要结论.....657
18.2 建议.....657

附件：《玉环市海塘安澜工程（漩门三期海塘）风浪潮沙专项审核意见》

1 综合说明

1.1 绪言

1.1.1 工程地理位置

玉环市名源于海岛奇观，古志记载“晨雾绕岛，形状如环；上有流水，洁白如玉”，由此得名。玉环市位于东经121°05′38″～121°32′29″，北纬28°01′32″～28°19′24″，地处浙江省东南部，台州市东南端，东濒东海，南临洞头洋，西望乐清市，北接温岭市。市域由楚门半岛、玉环本岛和135个外围岛屿组成，地势北高南低，丘陵平原相间，总面积405.5平方公里，其中陆地378.5平方公里，水域27平方公里，海域面积1930平方公里。

玉环市下辖3个街道、6个镇及2个乡，常住人口64.4万。2021年，玉环全年实现生产总值711.39亿元，按可比价格计算，比去年同期增长10.9%。

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）位于玉环市漩门湾，主要建设内容包括坎门海堤以及目鱼排涝闸提标加固，防潮标准由原有50年一遇提升至100年一遇；加固海堤长2486m，加固水闸1座，并对海堤沿线进行融合提升。

1.1.2 工程建设的必要性

（1）本工程是提高防潮标准，保障人民生命财产安全的需要

玉环市位于浙东沿海，面向开敞式海域，沿海风浪较大，风暴潮灾害频发，漩门三期海塘是保护玉环全市人民生命和财产安全、维护社会经济发展的重要屏障。漩门三期围区未来功能定位为玉环市极为重要的行政及公共服务中心、高端商贸核心区、战略性新兴产业发展区。现状海塘防潮能力与漩门三期围区未来城市核心区定位不相匹配，防潮标准偏低。玉环市漩门湾拓浚扩排工程实施后，漩门二期与漩门

三期海堤后方水系将串联贯通，漩门三期海堤将直接保护玉环市超过80%的人口、经济产业以及土地资源，提高海堤防潮标准，对保障人民生命财产安全是至关重要的。

（2）本工程是促进生态景观提升，建设美丽玉环的需要

浙江省委省政府发布多项文件，提出加强海洋生态保护与修复，开展美丽黄金海岸带建设工作，本工程有助于漩门三期海塘沿线风景线打造，打造滨海集“人文”、“休闲”、“观景”、“交通”为一体的贯通走廊，对建设漩门湾美丽玉环，推动我省大湾区、大都市、大通道、大花园、大平台建设有重要意义。

（3）本工程是促进区域经济社会发展的需要

漩门三期靠近现有城市中心，用地较为完整，将成为未来城市功能疏解的重要区域，是城市内部配套功能补充、完善、升级的平台，重点承接玉城中心转移的职能，布置办公、教育科研、体育、居住等城市对内服务功能。

漩门三期规划上要求注重功能、景观等方面的衔接与协调，通过本工程建设东西向的水上廊道，使得玉环这座美丽的海岛城市更添灵性。同时城中有山，城外有海，滨海湖泊，风情海峡，玉环城市的品质也将会大大地提升。因此本工程建设是向玉环现代化海湾城市建设的关键环节，是促进区域经济社会发展的需要。

1.1.3 编制过程

2022 年 7 月，受玉环市交通投资集团有限公司委托，黄河勘测规划设计研究院有限公司（以下简称“我公司”）承担玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）可行性研究报告编制任务，我公司随即开展工程可行性研究阶段相关工作，7 月底，完成现场踏勘及前期资料收集；10 月中旬，完成测量及地勘作业；与建设单位进行

多次对接后，于 2022 年 11 月下旬完成《玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）可行性研究报告》（咨询稿）。12 月初，浙江省水利水电技术咨询中心完成技术咨询并出具了咨询意见，我公司根据咨询意见对玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）可行性研究报告进行了修改和完善，于 2023 年 2 月上旬形成《玉环市海塘安澜工程(漩门三期坎门段海塘)可行性研究报告(送审稿)》。

1.2 水文

1.2.1 气象条件

玉环市属亚热带季风气候区，具有明显的海洋性气候特征，多年平均气温为 16.9℃，多年平均水汽压 17.6hPa，多年平均相对湿度 80%，多年平均雨日为 158 日，多年平均降水量 1448.7mm。

1.2.2 水文基本资料

玉环市域内无水文站，雨量站有玉环、楚门等站，潮位站有坎门、分水山等站。玉环站观测资料起始于 1933 年，1951 年开始至今为连续序列；楚门站起始于 1962 年。坎门潮位站观测资料起始于 1958 年，至今为连续序列。

1.2.3 设计洪水

流域设计洪水采用实测暴雨频率分析成果。产流计算采用蓄满产流原理的简易扣损法。山区设计洪水采用浙江推理公式法，平原分区仅计算产水过程。

1.2.4 设计潮位

设计潮位采用坎门潮位站 1958 年~2020 年资料排频计算，计算得到设计潮位成果见表 1.2.4-1。

表 1.2.4-1　　坎门站设计潮位成果表　　单位：m

站点	重现期（年）					
	200	100	50	20	10	5
设计高潮位	6.03	5.69	5.34	4.89	4.59	4.25
设计低潮位	-3.71	-3.67	-3.63	-3.58	-3.54	-3.50

1.2.5 设计波浪

根据“风浪潮沙专题”，设计波浪采用 SWAN 模型计算，针对各海塘朝向分别设置计算条件及计算网格。计算波向为主风向并验算左右各 22.5 度、45 °方向，即 E、ESE、SE、SSE、S 共 5 个方向，采用大陈站、南麂站设计波浪要素为外海边界起波条件，计算得到塘前设计波浪要素详见下表。

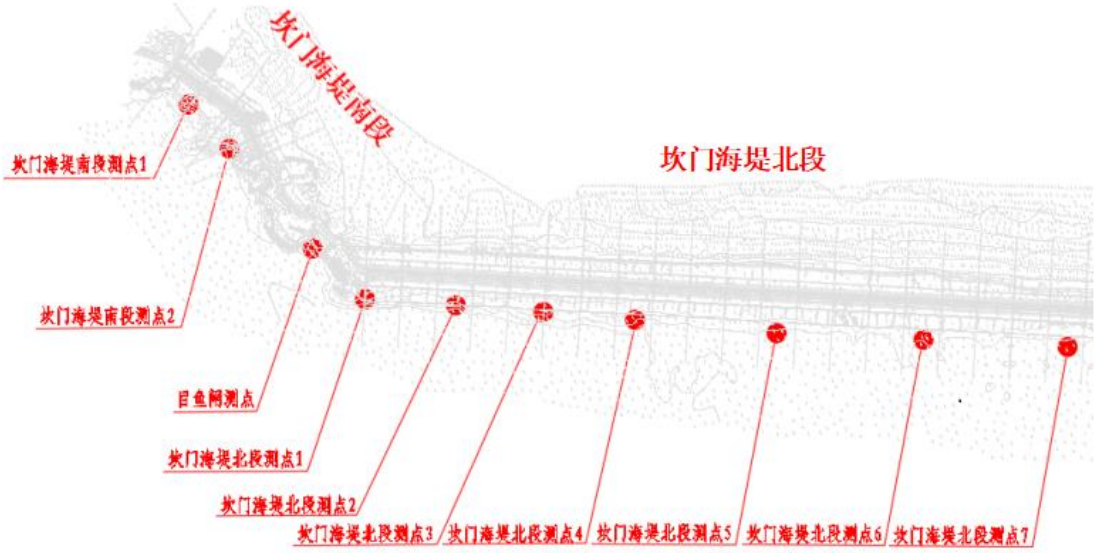


图 1.2.5-1　　波浪测点位置图

表 1.2.5-1　　100 年一遇波浪组合 100 年一遇高潮位堤前不利设计波要素

位置	方向组	来波角度	测点	水深(m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
坎门海堤南段	SE~SSE	158°	1#	9.65	3.47	5.98*	5.83	5.50	5.39	4.81	5.98	15.5	147	155
			2#	9.69	3.47	5.91*	5.91*	5.57	5.45	4.85	5.91	15.5	147	153
坎门海堤北段	E~ESE	113°	1#	9.32	3.64	5.87	5.87*	5.87*	5.87*	5.20	5.87	15.9	148	141
			2#	10.06	3.58	6.04	6.04*	5.92	5.78	5.10	6.04	15.9	154	141
			3#	8.88	3.54	5.59	5.59*	5.59*	5.59*	5.03	5.59	15.9	145	140
			4#	9.04	3.48	5.60	5.60*	5.60*	5.59	4.94	5.60	15.9	146	140
			5#	9.04	3.47	5.51	5.51*	5.51*	5.45	4.85	5.51	15.9	146	140
			6#	8.63	3.30	5.18	5.18*	5.18*	5.18*	4.68	5.18	15.9	143	142
			7#	8.87	3.19	5.32	5.32*	5.30	5.17	4.56	5.32	15.9	145	141
目鱼闸	SE~SSE	158°	目鱼闸	9.79	3.53	5.87	5.87*	5.80	5.67	5.01	5.87	15.5	148	155

备注：*表示波浪已破碎，该波高为破波波高。

1.2.6 淤积分析

漩门湾外侧海域总体呈淤积状态，坎门段淤积幅度基本为0.2～0.5m。坎门附近区域在三期工程实施前为落潮流影区，工程实施后围堤导流致使该区域流速增大，故而发生冲刷，但冲刷区离坎门堤有一段距离，对坎门堤无影响。

1.3 工程地质

1.3.1 区域地质构造与地震

工程区位于华南褶皱系（I2）浙东南褶皱带（II3）温州～临海拗陷（III8）黄岩～象山断拗（IV11）东部。地质构造以断裂为主，褶皱不发育。区内地质构造表现为主要有北北东向、北东向和南北向断裂为主，其中北东向最发育。其余各组断裂分布比较零星，规模较小。

区内地质构造主要受温州-镇海大断裂和泰顺-黄岩大断裂两条构造形迹影响。工程区内无大规模断裂构造通过，且区域内断裂构造不发育，偶有地区性小规模断层通过，受地区性断层构造影响，区内构造以小规模陡倾角断层为主，节理、裂隙较发育。

据查《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版），设防水准为 50 年超越概率 10％的地震动参数，基本地震动峰值加速度 0.05g，相应抗震设防烈度 6 度，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，设计地震分组第二组。

1.3.2 工程地质条件及评价

1.3.2.1 坎门海堤南段工程地质条件及评价

1.3.2.1.1 坎门海堤南段工程地质条件

工程区地层在勘探深度范围内可划分为3个工程地质层组6个工程地质层，由新至老分述如下：

0_0层：混凝土层

灰色，为混凝土浇筑形成。该层分布于海堤堤身、防浪墙等位置。场地全线均有分布。

0_3层：闭气土（淤泥质粉质粘土）

灰色、灰黄色，为人工填筑形成，以淤泥质粉质粘土为主，软可塑。土质不均匀，部分地段为粉质粘土、淤泥质粘土，含少量碎砾石。该层主要为堤后闭气土方。沿海塘背水侧呈条带状分布。

0_4层：堤基填土（碎、块石）

杂色，稍密状，为人工填筑形成，主要由块石、碎石堆填组成，碎块石含量约占 70～90%，块石最大粒径大于 80cm，少量粘性土和砂砾石，碎块石母岩以凝灰岩为主，土质均匀性较差。钻进困难，孔壁易坍塌。

⑤层：卵砾石

杂色，稍密为主，粒径一般 3～6cm，最大 8cm 以上，卵含量 50～60%，砾石含量 20%左右，其余为砂和粘性土充填，胶结较差，分选性一般，磨圆度较好，以亚圆形～次棱角状为主，土质不均，局部为碎块石，低压缩性。钻进时有漏浆现象。

⑥$_2$层：强风化凝灰岩

灰黄色、灰黑色，凝灰质结构，块状构造，矿物风化强烈，节理裂隙发育，裂隙面水锈渲染，岩芯以碎块状、砂状为主，锤击声闷，钻进较快。

⑥$_3$层：弱风化凝灰岩

灰紫色、青灰色，凝灰质结构，块状构造，节理裂隙较发育，岩性以长柱状、短柱状为主，新鲜岩石致密坚硬。锤击声脆，钻进平稳，较缓慢。

1.3.2.1.2堤身填筑土工程地质特性评价

坎门海堤南段堤身为埋石混凝土挡墙，钻探取芯，岩芯呈长柱状，完整性良好，岩芯光滑，未见麻面、孔洞。海堤现状一般。

1.3.2.1.3地基土工程地质特性评价

根据野外钻探、原位测试结合室内土工试验成果，场地中部地基土上部为⑤层卵砾石，下伏风化基岩，根据《堤防工程地质勘察规程》附录C综合判定：堤基地质结构分类为双层结构。

⑤层卵砾石：稍密，低压缩性，承载力较高，抗变形能力强，强透水～极强透水性，埋藏浅，厚度小，可与下部风化基岩联合使用，做为海堤建筑物的基础持力层。

⑥$_2$强风化凝灰岩：工程性质较好，厚度不大，工程性质好。

⑥$_3$弱风化凝灰岩：厚度巨大，工程性质好，是良好的堤基持力层。

1.3.2.2 坎门海堤北段工程地质条件及评价

1.3.2.2.1坎门海堤北段工程地质条件

工程区地层在勘探深度范围内可分为7个大层，细划为18个亚层，2个夹层，现自上而下分述如下：

0$_0$层：混凝土层

灰色，为混凝土浇筑形成。该层分布于海堤堤身、防浪墙等位置。场地全线均有分布。

0_2层：塘泥

灰黑～深灰，流塑，饱和，主要为湖中浮泥，高压缩性；局部地段被填土覆盖，厚度不大。海堤内侧新城湖沿线内分布较广。

0_3层：闭气土（淤泥质粉质粘土）

灰色、灰黄色，为人工填筑形成，以淤泥质粉质粘土为主，流塑～软塑。土质不均匀，部分地段为粉质粘土、淤泥质粘土地，含少量砾石。该层主要为堤后闭气土方。沿海塘内侧呈条带状分布。

0_4层：爆填堤心、镇压层、子堤（碎、块石）

杂色，松散～稍密状，为人工填筑形成，主要由块石、碎石组成，碎块石含量约占70～90%%，块石最大粒径大于80cm，含少量砾石和粘性土，粘性含量小于10%，碎块石母岩以凝灰岩为主，土质均匀性差。钻进困难，孔壁易坍塌。沿海塘呈条带状分布。

0_{4j}层淤泥

灰色，流塑，饱和，厚层状，土质较均一，物理力学性质差，无摇振反应，切面光滑，有光泽，干强度高、韧性高，高压缩性。该层呈透镜体状分布于0-4抛石挤淤层内。本次勘探仅CZK3号孔中揭示。

①层：淤泥质粉质粘土

灰色、黄灰色，流塑为主，局部软塑，饱和，厚层状，含少量有机质，局部夹少量粉土、粉砂极薄层；切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等，韧性中等，高灵敏度，高压缩性，该层为海涂表层土体。

$②_1$层：淤泥质粘土

灰色，流塑，饱和，鳞片状、厚层状，含有机质；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高灵敏度，高压缩性。土质均一，厚度不大。场地内局部地段分布。

②$_2$层：淤泥

灰色，流塑，饱和，细鳞片状构造，夹少量薄层粉土，偶见贝壳，局部为淤泥质土，土质较均一；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高灵敏度，高压缩性。该层厚度大。除丘陵区，沿线广泛分布。

②$_{2a}$层：淤泥质粘土

灰色，流塑为主，局部软塑，饱和，细鳞片状、厚层状，夹少量薄层粉土，偶见贝壳，土质较均一；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高灵敏度，高压缩性。该层厚度变化较大，沿线分布于海堤堤身及镇压层下部。

②$_{s1}$层：粘质粉土

灰色，稍密，粘粒含量较高，局部近粉质粘土，土质不均，无光泽，摇振反应缓慢，干强度低，韧性低；该层呈透镜体状分布于淤泥层中。

③$_1$层：淤泥质粉质粘土

灰色，流塑为主，局部软塑，饱和，鳞片状构造，夹粉土薄层，局部较多贝壳碎屑，土质不均匀，局部为淤泥质粘土；切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等～高，韧性中等～高，高灵敏度，高压缩性。该层厚度大，场地沿线广泛分布。

③$_{1a}$层：粉质粘土

灰色，软塑为主，局部流塑，饱和，鳞片状构造，厚层状，夹粉土薄层，含较多贝壳碎屑，土质不均匀，局部为淤泥质粉质粘土；切

面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等～高，韧性中等～高，高压缩性。该层厚度变化大，沿线分布于海堤堤身下部。

③$_2$层：粘土

灰色，软塑为主，局部流塑，饱和，鳞片状构造。土质均匀，局部为淤泥质粘土或粉质粘土；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高压缩性。该层厚度变化大，局部地段缺失。

③$_{2a}$层：粘土

灰色，软塑，饱和，鳞片状构造，切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，中等～高压缩性。该层厚度变化大，沿线分布于海堤堤身下部。

③$_3$层：粉质粘土夹粉土

灰色、灰黄色，软塑～软可塑为主，饱和，鳞片状构造，薄层状，土质不均匀，含大量粉土粉砂薄层及团块，局部夹较多贝壳碎屑及少量腐殖质，土质不均，局部以淤泥质粘土夹粉砂或粉细砂为主。切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等～低，韧性中等～低，中偏高压缩性，该层厚度变化大，场地内大部分地段分布。

④$_1$层：粉质粘土

灰色，软可塑为主，夹粉土、粉砂，土质不均匀，局部为粘土；切面较光滑，无摇振反应，稍有光泽，干强度中等、韧性中等，中偏高压缩性。场地大部分地段均有分布。

④$_{1a}$层：粉质粘土

灰色，软可塑为主，夹粉土、粉砂，土质不均匀，局部为粘土；切面较光滑，无摇振反应，稍有光泽，干强度中等、韧性中等，中偏高压缩性。场地大部分地段均有分布。

④$_2$层：粘土

灰色、青灰色，可～软塑，饱和，鳞片状构造，厚层状，局部夹粉土薄层或团块，，土质较均匀；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高、韧性高，高压缩性。该层厚度大，沿线广泛分布。

④$_{SL}$层：粘质粉土、粉砂

灰色，灰黄，湿，中密，含云母碎屑及少量贝壳，土质不均匀，局部地段为砂质粉土、粉细砂、粉质粘土。切面粗糙，无光泽反应，摇振反应中等，干强度低，韧性低，中压缩性。该层呈透镜体分布于4大层中。

⑤层：卵砾石

杂色，稍密～中密为主，粒径一般3～6cm，最大8cm以上，卵含量50～60%，砾石含量20%左右，其余为砂和粘性土充填，胶结较差，分选性一般，磨圆度一般，以亚圆形～次棱角状为主，低压缩性。钻进时有漏浆现象。

⑥$_2$层：强风化凝灰岩

灰黄色、浅青灰色、灰紫色，凝灰质结构，块状构造，矿物风化强烈，节理裂隙发育，裂隙面水锈渲染，岩芯以碎块状、砂状为主，锤击声闷，钻进较快。

⑥$_3$层：弱风化凝灰岩

青灰色、灰紫色、紫红色，凝灰质结构，块状构造，节理裂隙较发育，岩性以长柱状、短柱状为主，新鲜岩石致密坚硬，属坚硬岩。锤击声脆，钻进平稳，较缓慢。

1.3.2.2.2堤身填筑土工程地质特性评价

坎门海堤北段堤身为埋石混凝土挡墙，钻探取芯，岩芯呈长柱状，完整性良好，岩芯光滑，未见麻面、孔洞。

堤基采用爆破挤淤处理，抛石母岩以弱风化凝灰岩为主，呈碎石、块石状，抛石层稍密状，填筑不均。经现场调查结合钻探成果，海堤大部分地段为软土地基，现状海堤不均匀沉降变形明显。

根据钻探和物探成果，抛石及混凝土层厚度约 41.3～50.8m,其中堤顶混凝土厚度约 5.90～7.60m，堤基抛石层厚度约 35.6～41.3m；抛石体厚度变化较大，形状不规则。

1.3.2.2.3 镇压层填筑土工程地质特性评价

镇压层以碎块石为主，块石直径最大 1.0m 以上，表层理砌，外侧筑有防浪堤，镇压层沉降变形明显。依据钻探和物探成果，扭王块外侧镇压层范围抛石厚度受爆破挤淤抛石影响，抛石层厚度约 2.0～14.0m,镇压层总体呈靠堤侧较厚靠海侧较薄分布，厚度不均。

1.3.2.2.4 子堤筑土工程地质特性评价

子堤位于龙口段内侧，距离堤轴线约 75m,对应桩号 K0+336.11～K1+856.11。根据钻探成果，子堤抛石主要为碎块石，最大厚度约 14.2～16.7m，宽度约 12m，现状地形上表现为桩号 K0+336.11～K1+856.11 护塘地靠湖侧泥结石道路部位，该层厚度不均。

1.3.2.2.5 地基土工程地质特性评价

根据野外钻探、原位测试结合室内土工试验成果，场地海积平原区地基土为深厚的淤泥及淤泥质土，下部为软可塑粘性土；近海岛段上部为厚度不大的淤泥及淤泥质土，下部为卵石及风化基岩，根据《堤防工程地质勘察规程》附录 C 综合判定：堤基地质结构分类为多层结构。

海塘堤基影响范围内地层主要为：①淤泥质粉质粘土、②$_1$ 淤泥质粘土、②$_2$ 淤泥、②$_{2a}$ 淤泥质粘土、③$_1$ 淤泥质粉质粘土、③$_{1a}$ 粉质

粘土、③$_2$粘土、③$_{2a}$粘土、③$_3$粉质粘土夹粉土粉砂、④$_1$粉质粘土、④$_{1a}$粉质粘土、④$_2$粘土。

①淤泥质粉质粘土、②$_1$淤泥质粘土、②$_2$淤泥、②$_{2a}$淤泥质粘土、③$_1$淤泥质粉质粘土，流塑，为高含水量、高压缩性、高灵敏度、低抗剪强度、排水固结条件差、变形量大的软弱土层，工程性质差，沿海塘广泛分布，厚度大，是海堤沉降和岸坡稳定的主要控制层，建议设计进行变形验算和抗滑稳定性验算，必要时应采取有效的措施进行处理。

③$_{1a}$粉质粘土、③$_2$粘土、③$_{2a}$粘土、③$_3$粉质粘土夹粉土粉砂，高压缩性，工程性质较差，埋深较大，对海塘沉降变形影响较大。

④$_1$粉质粘土、④$_{1a}$粉质粘土、④$_2$粘土，中～高压缩性，工程性质较差，埋深较大，对海塘稳定性影响不大，可作为桩周摩擦层。

④$_{SL}$粘质粉土，中密，中压缩性，层位不稳定，呈透镜体状分布于④层粘性土中，厚度变化大，工程性质一般。仅可做为桩周摩擦土层。

⑤层卵砾石，中密状，工程性质较好，但其埋深变化大，厚度不均，不宜作为桩基持力层使用。

⑥$_2$强风化凝灰岩：工程性质较好，厚度变化大，埋深浅时可作为海堤基础持力层使用。

⑥$_3$弱风化凝灰岩：厚度大，工程性质好，埋深浅时是良好的堤基持力层。

1.3.2.3 目鱼排涝闸工程地质条件及评价

1.3.2.3.1 地形地貌

目鱼排涝闸周边为岛屿和海涂，目鱼屿山顶高程 15.71m；海侧涂面高程一般-4.0m 左右，湖侧涂面高程一般-1.0～-2.0m 左右，滩涂

涂面较稳定。工程区潮汐作用较强，潮差大，海潮流速急，最大潮差达 7m 左右，工程区微地貌为海岛丘陵地貌，下游左岸山体坡度 60 度左右，右岸坡度 25～40 度左右。

1.3.2.3.2 地层岩性

闸址段出露的基岩为侏罗系上统中酸性、酸性火山碎屑岩，岩性以青灰色、紫灰色流纹质晶屑熔结凝灰岩为主，凝灰结构，块状构造，为坚硬岩，岩体裂隙较发育，岩体完整性较差～一般。鲜岩石致密坚硬。覆盖层及全强风化岩厚度不大。

1.3.2.3.3 工程地质评价

目鱼排涝闸座于弱风化基岩上，根据《堤防工程地质勘察规程》附录 C 综合判定：堤基地质结构分类为单一结构。

现状排涝闸下游山体弱风化凝灰岩出露，表层岩体风化裂隙发育，且受波浪冲蚀作用影响，岩体较破碎，偶有掉块，下部岩体质密坚实，岸坡稳定，无发生较大规模崩塌或滑坡的地质问题。目鱼闸两侧山体卸荷裂隙发育，岩体破碎，临空面陡峭，局部存在危岩，存在小规模崩塌。弱风化凝灰岩，厚度巨大，新鲜岩石致密坚硬，工程性质好。

建议参数：砼/弱风化岩 f′=0.9，C′=0.8MPa，砼/微风化岩 f′=1.1～1.2 ，C′=1.0～1.2MPa。

1.3.3 天然建筑材料

（1）石料

本工程所需石料包括抛石料、砌石料、土石混合料、碎石料及景观叠石，共计 27.23 万 m^3，其中抛石料 8.44 万 m^3，各类砌石料 9.56 万 m^3，土石混合料 4.72 万 m^3，碎石料 4.42 万 m^3，景观叠石 0.09 万 m^3，其中堤身、连接道路开挖料 2.64 万 m^3、镇压层大石块拆除料 7.57 万 m^3 作为利用料；另外，混凝土路面、混凝土灌砌块石挡墙及混凝

土预制块等混凝土结构拆除 2.21 万 m^3，破碎后可作为土石混合料利用料；其余不足部分均为外购石料。

经调查，本项目可选用料场位于三门县芦浦镇（料场目前正在申报），石料由陆运运至项目所在地。区内交通便利。

（2）填筑土料

工程共需土方回填 11.04 万 m^3，其中闭气土 8.09 万 m^3，种植土 2.95 万 m^3。本项目闭气土开挖 1.42 万 m^3 可作为利用料，另有 1.78 万 m^3 闭气土清基料，不易利用。本工程所需土料建设议外购。

土料场位于玉环市区以东，新城湖西侧，交通便利，由本料场运至工程场地，运距约 10 公里。

（3）砂料

本项目所需砂料较少，工程区砂料缺乏，交通便利，建议到当地建材市场购买。

1.4 工程任务与规模

1.4.1 工程任务

工程主要任务以挡潮排涝为主，兼顾改善提升滨海生态环境等综合利用。

1.4.2 工程规模

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）主要建设内容为海堤工程、水闸工程和融合提升工程等三部分。

（1）海堤工程

海堤工程主要是坎门段海堤提标加固，长 2486m，防潮标准从 50 年一遇提升至 100 年一遇，包括堤顶加固、海堤地基处理、迎潮面结构加固，围内侧结构加固等。

（2）水闸工程

目鱼排涝闸闸孔净宽为 5 孔×8m，采用平底板胸墙式结构。水闸工程包括闸门及埋件更换、外海侧挡墙加高、增设消浪堤、上部建筑改造、信息化设备改造等。

（3）融合提升工程

融合提升工程依托景观设计结合现状周边环境与景观主题，在本工程范围内形成“一带两心三区段”的景观结构。

表 1.4.2-1　　工程规模表

序号	建设类别	工程建设内容
1	海堤工程	坎门海堤南段提升加固长度 336m
		坎门海堤北段提升加固长度 2150m
2	水闸工程	维持原闸孔净宽为 5 孔×8m，保留水闸主体，闸门及埋件更换、外海侧挡墙加高、增设消浪堤、上部建筑改造、信息化设备改造等
3	融合提升工程	现状周边环境与景观主题，工程设计范围内形成“一带两心三区段”的景观结构

1.5 工程布置及建筑物

1.5.1 工程等级及标准

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 版）》，海塘安澜工程的防护对象应包括整个闭合区内受到潮（洪）水威胁的需要进行保护的对象，确定玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）的保护对象为玉环经济开发区、玉城街道、坎门街道、干江镇、清港镇、楚门镇、芦蒲镇及龙溪镇等，根据第七次人口普查，保护范围内常住人口约为 57.0 万，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）保护人口大于等于 50 万且小于 150 万，等别为

Ⅱ等；根据《防洪标准》（GB50201-2014），按城市防护区常驻人口大于等于 50 万且小于 150 万为重要防护区，工程等别应为Ⅱ等。综上所述，本工程等别确定为Ⅱ等。

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）为海塘安澜工程，防洪（潮）标准应根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》确定，浙江沿海县（市）域中心城市县城城区防潮标准为 100 年一遇；根据《台州市玉环市海塘安澜建设规划暨玉环市海塘安澜“一县一方案”（2020-2030）》，漩门三期海塘规划防潮标准为 100 年一遇；因此确定本工程防潮标准为 100 年一遇。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），Ⅱ等工程主要建筑物级别为 2 级，对于防洪标准重现期≥100 年的堤防建筑物级别为 1 级；根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 版）》防潮（洪）标准≥100 年的海塘工程建筑物级别为 1 级；因此确定本工程主要建筑物级别为 1 级。综上所述，玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）海堤防潮标准为 100 年一遇；目鱼排涝闸与海堤形成防潮闭合圈，防潮标准不应低于海堤，确定水闸防潮标准也相应提升为 100 年一遇。海堤及水闸等主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物为 3 级，临时建筑物为 4 级。

根据《玉环市总体规划》和《玉环市防洪规划》，漩门三期排涝标准为 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹。

1.5.2 工程总布置

本工程对坎门海堤进行提标加固，总长 2486m；对海堤沿线目鱼排涝闸提标加固，水闸规模为 5 孔×8m；并对沿线进行融合提升。

1.5.3 海堤工程

本工程对坎门海堤进行提标加固，总长 2486m，分为南、北两段，其中南段长 336m，北段长 2150m。

1.5.3.1 坎门海堤南段

1.5.3.1.1海堤布置

坎门海堤南段自坎门街道东北角向北偏东基本沿直线布置至鸟笼屿南侧，再向东转 30°28′13″后沿直线布置至目鱼屿西侧山嘴，总长 336m。

1.5.3.1.2海堤结构设计

（1）堤顶结构

坎门海堤南段提标加固后堤顶高程 10.0m，防浪墙顶高程 11.0m，堤顶净宽 14.0m。

海堤堤顶采用钢筋混凝土空箱进行加高拼宽，海堤现状防汛道路路面及道路内侧挡墙墙身拆除至高程 6.0m，并在现状海堤外海侧混凝土挡墙内侧设 C40W4F100 钢筋混凝土矩形空箱。空箱顶高程 10.0m，底高程 6.0m，下设 10cm 厚 C15 混凝土垫层，底板厚 0.6m，侧墙厚 0.5m，顶板厚 0.4m，空箱新城湖侧外表面高程 6.90m 以上直立，高程 6.90m 以下坡度 1：0.1；高程空箱内截面净尺寸为 6.0m×3.0m（宽×高），内侧底脚设 40cm×40cm 排水沟，其他内角设 15cm×15cm 倒角。现状外海侧挡墙顶部采用 C20 混凝土加高至 9.9m，挡墙与空箱

之间设橡胶止水带。堤顶设露骨料混凝土，顶高程 10.0~10.3m，并以 2%坡度倾向外海侧。空箱顶部每隔 500m 设 1 处吊物孔，孔口尺寸 7.0m×2.0m，并设 C40W4F100 钢筋混凝土预制盖板；空箱内坡侧每隔 500m 设 1 处进出通道。

现状防浪墙顶采用 C40W4F100 钢筋混凝土加高至高程 11.0m，防浪墙迎潮面竖直，并保持与现状防浪墙齐平，防浪墙顶宽 1.3m，顶面以 1：3 倾向内侧，防浪墙内侧坡比为 1:0.2。

（2）迎潮面结构设计

坎门海堤南段现状迎潮面采用混凝土扭王字块体规则摆放 1 层，单块重 10t。现状扭王字块体安装整齐、完整、基本完好，未见冲刷滑移及破损现象，本次提标加固保持海堤迎潮面结构保持现状不变。

（3）新城湖侧结构设计

拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清楚表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高至高程 6.50m，闭气土体顶平台宽 3.0m，自平台顶以 1:4 向下布置至现状闭气土顶，闭气土表面设 40cm 厚种植土，坡面进行绿化。

1.5.3.2 坎门海堤北段

1.5.3.2.1海堤布置

本次提升加固坎门海堤北段海堤布置不变，自目鱼屿东侧山嘴向北偏东 34°1′14″沿直线布置 2150m 至坎门街道行政区划线，总长 2150m。

1.5.3.2.2海堤结构设计

（1）堤顶结构设计

提标加固后堤顶高程10.0m，防浪墙顶高程11.0m，堤顶宽14.0m，采用C40W4F100钢筋混凝土空箱拼宽加固，堤顶结构设计与坎门海堤南段一致。

（2）迎潮面结构设计

坎门海堤北段现状迎潮面现状混凝土扭王字块体护面整齐、完整，未见冲刷滑移及破损现象，保持现状混凝土扭王字块体护面不变。根据加固方案分为堤脚保护堤段和一般堤段。

①堤脚保护堤段：桩号K0+336~1+336，长1000m，海堤运行过程中堤脚受冲刷较严重。

将现状海堤堤脚外侧将镇压层延长20m，先现状抛石体理坡至高程-2.0m，不足部分采用抛石挤淤填筑至高程-2.0m，外海侧以1:2坡度向下延伸至涂面，表面采用大石块理砌，大石块单块重≮1000kg，表面设C40混凝土扭王字块体护面消浪，高程-2.0m以上采用规则勾连摆放一层；高程-2.0m以下斜坡面和堤脚采用定点随机摆放二层，摆放密度为数量41个/100m^2，扭王字块体单块重均为13t。

拆除现状镇压层表面大石块理砌混凝土灌缝护面，并对现状镇压层沉降部位采用抛石填筑，保持镇压层顶宽40.0m不变，镇压层末端顶高程-2.0m，顺接至现状镇压层内侧混凝土地梁，镇压层顶部设1层C40混凝土扭王字块体护面消浪，单块重4t，镇压层末端设C40F100混凝土地梁，截面尺寸2.0m×1.0m（宽×高）。

考虑该段海堤外海侧风浪大，本次设计将迎潮面现状规则摆放的混凝土扭王字块体护面拆除，按规则勾连重新摆放，以提高扭王字块体的整体性，提高抗风浪能力。

②一般堤段：桩号 K1+336~2+486，长 1150m。

拆除现状镇压层表面大石块理砌混凝土灌缝护面，并对现状镇压层沉降部位采用抛石填筑，保持镇压层顶宽 40.0m 不变，镇压层末端顶高程-2.0m，顺接至现状镇压层内侧混凝土地梁，镇压层表面设大石块理砌护面，厚 60cm，并采用 C35 细骨料混凝土灌缝。

（3）新城湖侧结构设计

根据现状海堤施工龙口布置，分为龙口段和非龙口段。

①龙口段：桩号 K1+336~K1+856，长 1520m。

拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清楚表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高至高程 6.50m，闭气土体顶平台宽 3.0m，自平台顶以 1:4 向下布置至高程 3.40m 平台，闭气土表面设 40cm 厚种植土，坡面进行绿化。高程平台宽 36.5m，设 26.5m 宽防汛道路，道路中心线距闭气土坡脚 21.0m，平台新城湖侧设干砌块石挡墙，挡墙顶高程 3.00m，顶宽 0.5m，挡墙新城湖侧直立，外海侧坡比 1:0.4，墙脚高程 2.00m，下设 20cm 厚 C40F100 混凝土底板。挡墙墙脚新城湖侧为高程 2.00m 宽 11.0m 镇压平台，其中平台末端为抛石护脚，抛石护脚顶宽 4.0m，两侧分别自顶以 1:2 向下延伸至现状子堤，表面采用大石块理砌，单块重≮

300kg。抛石护脚与闭气土之间采用 20cm 厚碎石垫层和 1 层 380g/m^2 复合土工布反滤。

②非龙口段：桩号 K1+856~2+486，长 730m。

该堤段新城湖侧镇压平台末端抛石护脚底部采用 D70cm 水泥搅拌桩处理，处理宽度 17.9m，桩长 7.0m，桩间距 1.6m，梅花形布置；其余结构与龙口段相同。

（4）地基处理设计

根据现状海堤施工龙口布置，分为龙口段和非龙口段。

①龙口段

龙口段（桩号 K1+336~K1+856），长 1520m。

拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清楚表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高至高程 6.50m，闭气土体顶平台宽 3.0m，自平台顶以 1:4 向下布置至高程 3.40m 平台，闭气土表面设 40cm 厚种植土，坡面进行绿化。高程平台宽 36.5m，设 26.5m 宽防汛道路，道路中心线距闭气土坡脚 21.0m，平台新城湖侧设干砌块石挡墙，挡墙顶高程 3.00m，顶宽 0.5m，挡墙新城湖侧直立，外海侧坡比 1:0.4，墙脚高程 2.00m，下设 20cm 厚 C40F100 混凝土底板。挡墙墙脚新城湖侧为高程 2.00m 宽 11.0m 镇压平台，其中平台末端为抛石护脚，抛石护脚顶宽 4.0m，两侧分别自顶以 1:2 向下延伸至现状子堤，表面采用大石块理砌，单块重≮300kg。抛石护脚与闭气土之间采用 20cm 厚碎石垫层和 1 层 380g/m^2 复合土工布反滤。

②非龙口段

非龙口段（桩号 K1+856~2+486），长 730m。

该堤段新城湖侧镇压平台末端抛石护脚底部采用 D70cm 水泥搅拌桩处理，处理宽度 17.9m，桩长 7.0m，桩间距 1.6m，梅花形布置；其余结构与龙口段相同。

（5）防汛道路设计

海堤内侧闭气土体经水泥搅拌桩和高压旋喷桩处理，大大改善了地基物理力学指标，为防汛道路安全，因此，坎门海堤北段防汛道路布置于海堤内侧地基处理范围内。

根据地基处理范围，防汛道路宽 26.5m，路面顶高程 3.6m~6.2m，采用 20cm 厚 C40 混凝土路面结构，为了减少工后沉降，采用泡沫混凝土轻质路基，下设 50cm 厚碎石垫层，作为路基水平排水通道。

1.5.3.3 海堤连接道路

本次提标加固对连接道路进行改造，改造后连接道路基本沿现状道路布置，并向南侧拓宽至 14.0m，路面采用沥青混凝土路面结构，连接道路长 411m。

1.5.4 水闸工程

海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）布置有 1 座水闸，为目鱼排涝闸。目鱼排涝闸位于目鱼屿上，水闸建基面为基岩，水闸闸孔尺寸为 5 孔×8m。

本次对目鱼排涝闸主要提标加固措施包括：外海测挡墙加高，下部结构混凝土进行补强，破损混凝土修复，工作闸门更换，外海侧增

设消浪堤，工作及检修闸门埋件更换，金属结构设备除锈防腐，上部建筑外立面改造及自动化控制系统更新。

1.5.5 融合提升工程

1.5.5.1 设计理念

1.5.5.1.1 设计定位

根据上位规划及现状分析，本工程融合提升的总体定位为：

醉美玉环鱼情海岛风景线

设计将玉环海岛渔文化、船只文化演绎，与帆船训练中心、信号塔等结合，综合南北侧现状绿地风貌，打造“一条醉美玉环鱼情海岛风情线。



图 1.5.5-1 设计定位

1.5.5.1.2 设计目标

设计在满足水利功能的前提下，结合防汛通道及海堤沿线融合提升设计、数字化系统，推动海堤提标加固的同时融合交通、景观、休闲等功能，建设“安全+”功能融合海堤，打造“浪漫风情、自然生态、悠品生活、人文休闲”的宜居、宜游、宜业的美丽海湾。



图 1.5.5-2 设计目标

1.5.5.1.3 设计理念

依托“醉美玉环鱼情海岛风景线”的设计定位，将滨海绿带与周边环境系统有机衔接，营造出丰富多样的海湾景观，为居民和游客提供集休闲娱乐、健身运动、观光游览、体验科普多功能活动区域，打造标准生态海塘，建设新城湖海塘生态廊道，推进“蓝色海湾、金色海域、绿色海岛”示范工程建设，推进海岛和岸线生态修复，提升海岸、海域和海岛生态环境工程。



图 1.5.5-3 设计理念

1.5.5.1.4 文化背景

渔民画：玉环渔民画起源于东海之滨的玉环，因其发达的渔业生产、船饰习俗而衍生发展，作者大多渔家子弟出生，作品反映玉环当地渔业生产和渔民生活。主要分布在玉环坎门一带，并延伸至玉城、干江、鸡山等地，受众面在逐步扩大。

渔民号子：玉环渔民号子是伴随着海洋渔业生产活动产生和发展的民间音乐形式，其以粗犷雄壮的旋律，鲜明独特的个性而著称。使用方言，由一人领唱，众人应和。字数以三字句、七字句为多。

坎门花龙：坎门花龙随着闽籍渔民的迁徙而传入，是一种富有渔乡风格的布龙。初只作为一种观赏灯，后发展为花龙绕柱、花龙拼字、龙鱼混舞，以大幅度跳跃和“龙绕柱”为其主要特色。

帆船基地：玉环漩门湾附近海域宽阔，气候宜人，风向风力稳定，非常适宜大型海洋运动比赛和常年开展海洋运动集训，帆船运动员开展体能、技术、文化课等方面的训练。



图 1.5.5-4 文化背景分析图

1.5.5.1.5 设计元素

该工程是环岛景观带上的重要段落之一，是连接南北城市休闲组团的重要景观通廊，场地周边分布帆船训练基地，根据规划，设计中融合渔民画、渔民号子、坎门花龙、帆船、治水过程等文化，通过雕塑、文化小品、浮雕景墙、剪影等不同的形式展示出来，重点突出渔岛文化、帆船文化，进一步加强文化品位。



图 1.5.5-5 设计元素分析图

1.5.5.2 总体设计

1.5.5.2.1 总体结构分析

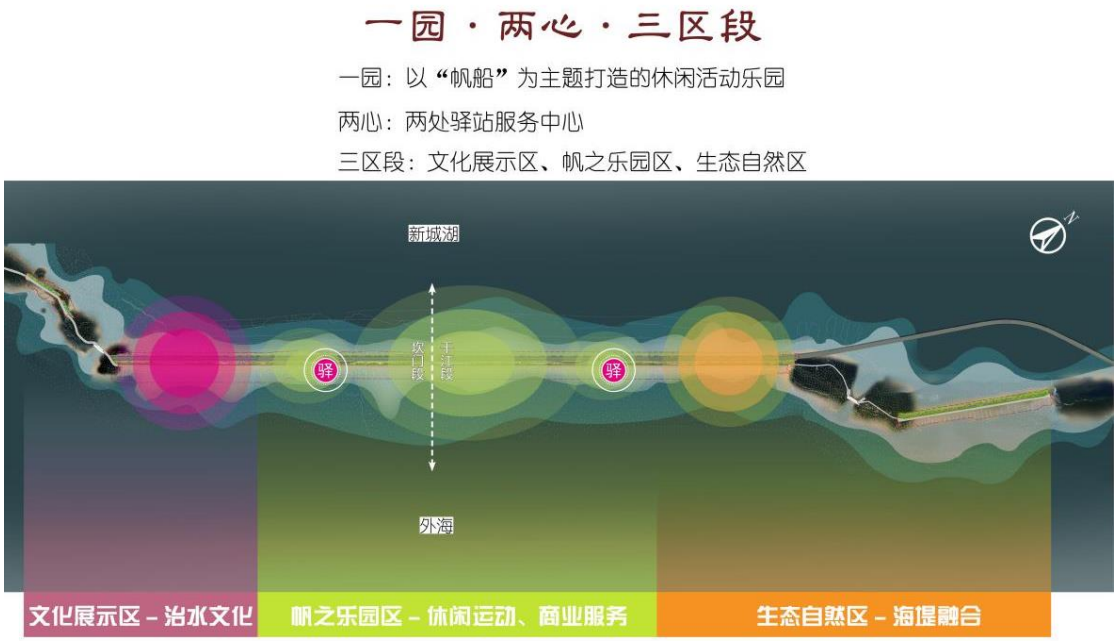


图 1.5.5-6 总体结构分析图

防汛通道及沿线景观绿带总体结构为：

一园 • 两心 • 三区段

一园：以“帆船”为主题打造的休闲活动乐园

两心：以绿道驿站为主的服务中心

三区段：文化展示区、帆之乐园区、生态自然区

1.5.5.2.2功能分析

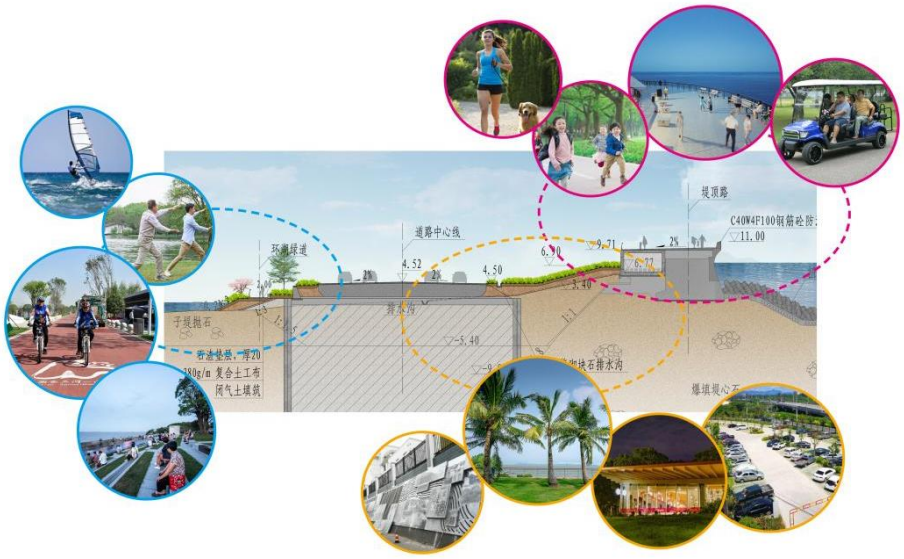


图 1.5.5-7 功能分析图

塘顶路：宽 14.5m，观海，观潮，活动，游览，可人行，游览车行，是重要的观海长廊。

护塘地景观带：宽 22m，与塘顶高差约 3.4m，防汛通道平行而建，设计打造休闲、商业、驿站、停车、文化展示、科普宣传的生态活力景观带，打造重要的海岛风貌生态廊道。

海湾景观带：设计连贯的海湾绿道，成为慢赏，活力运动，帆船赛事重要的配套服务连廊。

1.5.5.2.3总平面图设计

（1）总平面图

玉环市海塘安澜工程(漩门三期坎门段海塘)，位于玉环市漩门湾，海塘总长约 2486m，海塘西侧为新城湖，东侧为外海。

该工程融合提升的主要内容是利用场地地形、礁石海岛、帆船训练中心等现状风貌对塘顶、护塘地景观带、海湾景观带进行重点打造。

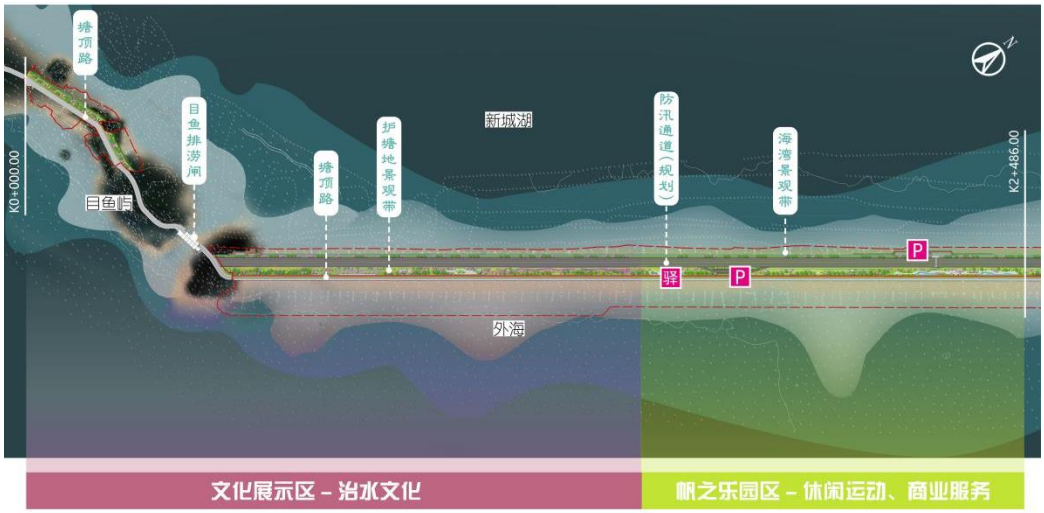


图 1.5.5-8 总平面图

（2）典型断面图

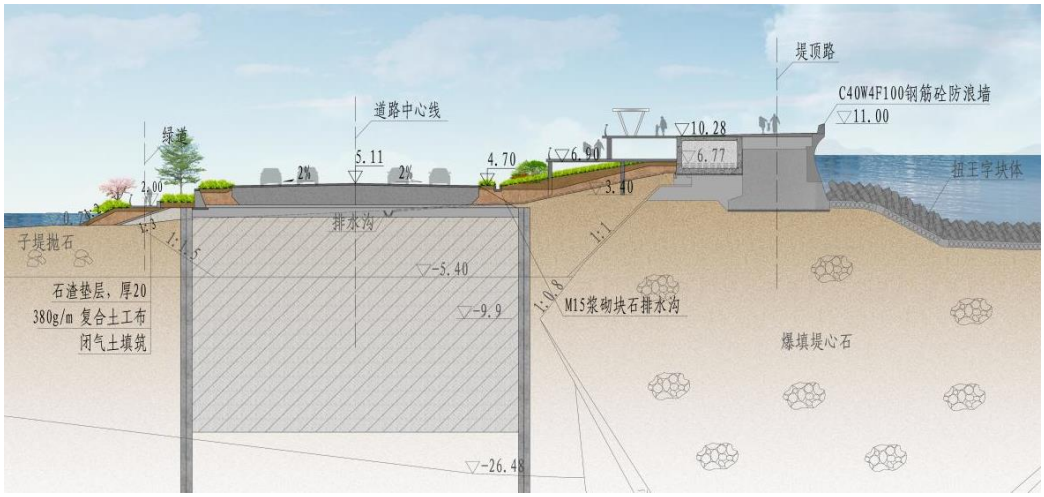


图 1.5.5-9 典型断面图二

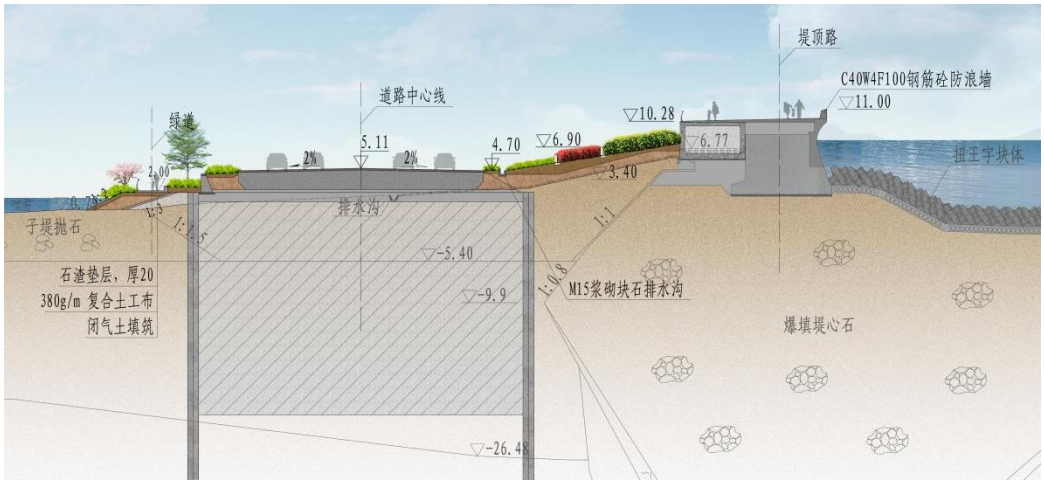


图 1.5.5-10 典型断面图二

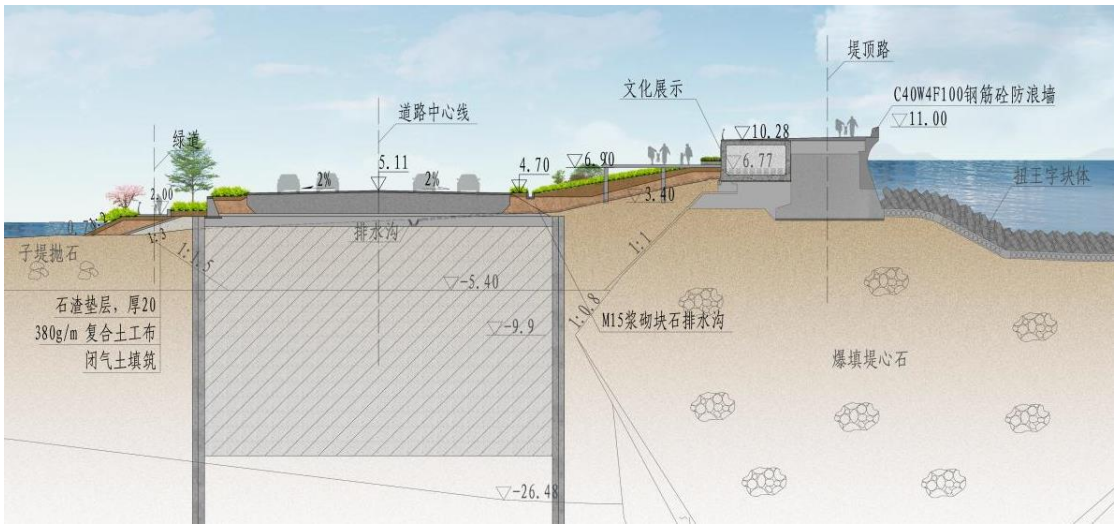


图 1.5.5-11 典型断面图三

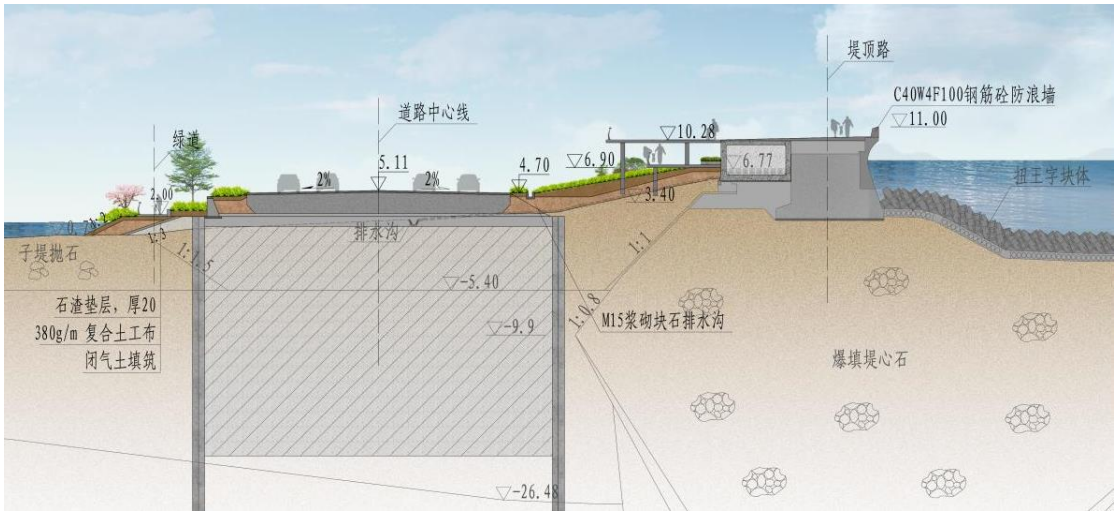


图 1.5.5-12 典型断面图四

1.5.5.2.4 交通分析

设计打造开放，连贯的护塘地景观带游览步道，与塘顶共设置 5 处连接通道，场地约 3.4m 的高差，通过景观挑台的旋转楼梯、转折台阶等连接方式。设计在该段设置防汛通道开口位置，通过人行横道可将海湾景观带与塘顶道路进行连接，使新城湖与外海有机联系。

海湾景观带打造宽 3m 的连贯绿道，结合栈道，平台等，使其成为新城湖景观重要的连接通道及游赏步道。

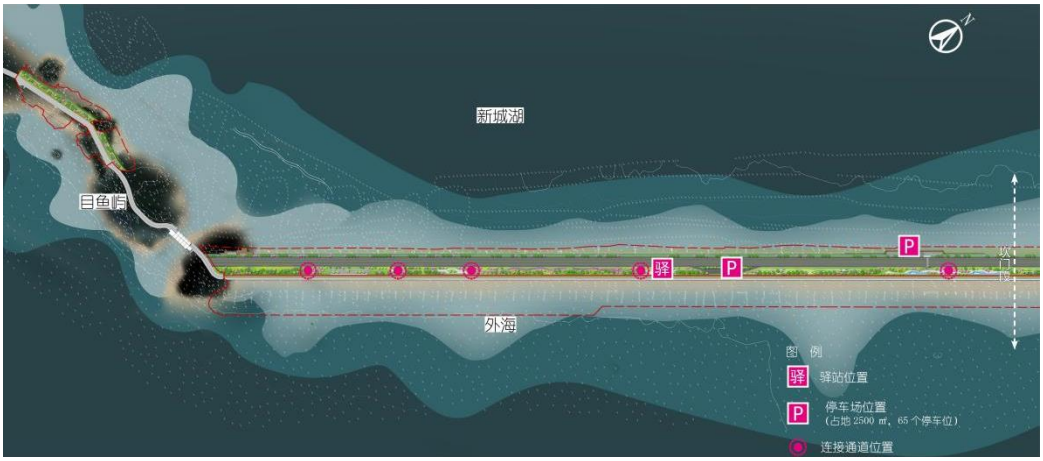


图 1.5.5-13 交通分析图

1.5.5.3 具体设计

1.5.5.3.1 塘顶路设计

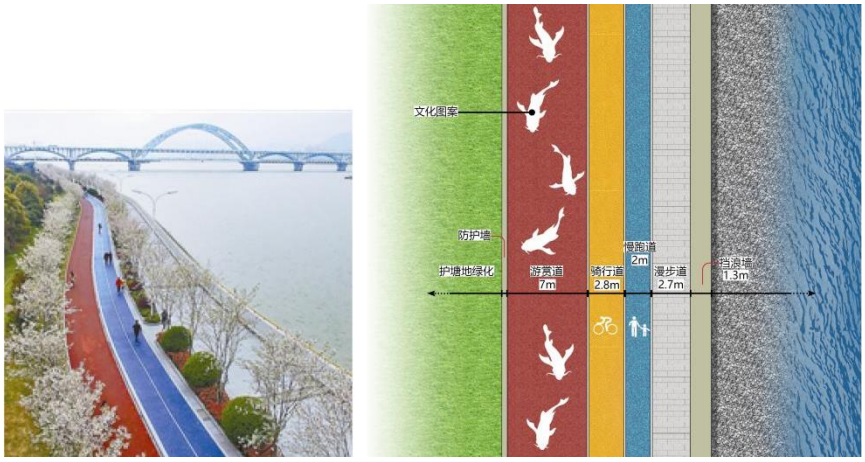


图 1.5.5-14 塘顶路平面设计图



图 1.5.5-15 塘顶路效果图

设计通过塘顶路将各个景观节点串联起来，塘顶路利用铺装面层材料不同，打造红黄蓝三种颜色结合的生态绿道，融入海洋元素、帆船元素、运动元素使得塘顶景观充满美感，给人以视觉上的冲击力，全力打造一条美丽生动的大堤景观。

塘顶路采用“7+2.8+2+2.7”的平面布置模式，即 7m 游赏道（兼用观光车）、2.8m 骑行道、2m 慢跑道、2.7m 漫步道。塘顶绿道材料：石材+露骨料彩色混凝土。

1.5.5.3.2 文化展示区

该区为文化展示区，依托“水利”特色，充分挖掘“治水”文化，利用现有的丰富的治水历史资源塑造地方文化景观。设计通过不同的休闲广场、观景挑台、文化浮雕景墙、文化小品等形式彰显文化特点，在设计上重点展示水利文化、科普展示展览为主题，营造一段集休闲娱乐与教育于一体的的护塘地景观带，铸就文脉延续，将该区域打造成浓情重彩的新城湖治水文化名片。



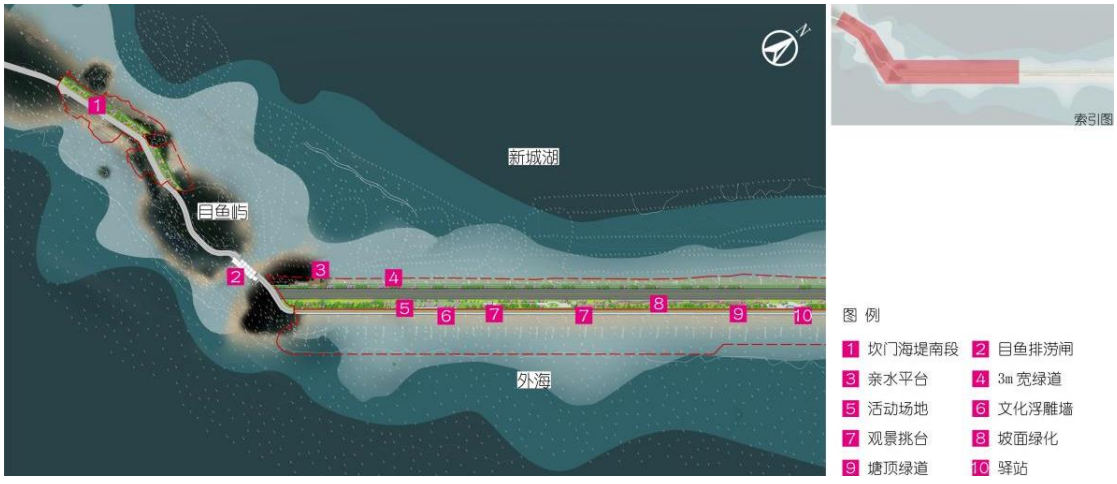


图 1.5.5-16 文化展示区平面图



图 1.5.5-17 文化展示区效果图

1.5.5.3.3帆之乐园区

该区为帆之乐园区，设计在该区域内设置一处防汛通道开口位置，可将海湾景观带与塘顶道路进行连接，使内海，外海有机联系，因此作为沿线重点节点之一，规划充分利用自然景观资源，将用地布局结构与土地使用的生态性相结合，与该城市的功能相融合，合理安排功能分区与景观体系，布置驿站、商业建筑、休闲廊架、文化小品、亲水台阶、木平台、停车场、非机动车停车位，设计最大化营造充满活力、生态的护塘地景观空间，着重彰显“帆船”文化，打造帆船主题的活动乐园。





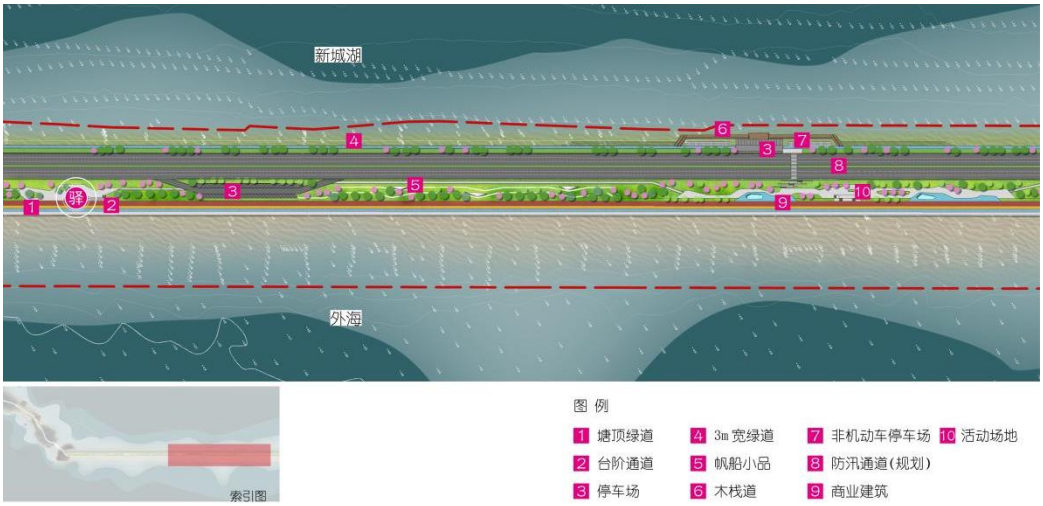


图 1.5.5-18 帆之乐园区平面图



图 1.5.5-98 帆之乐园区效果图一



图 1.5.5-20 帆之乐园区效果图二

1.5.5.4 专项设计

1.5.5.4.1绿化设计

绿化设计理念：通过绿化营造的效果是自然生态的绿化氛围，疏密有秩的空间格局、起伏有秩的林冠变化，开合有序的林缘节奏，总体构成一条连续的，流动、开畅的现代生态绿轴。

设计做到区段联系紧密，过渡自然，突出节点空间设计。在以玉环乡土植物为主的同时，一般区段注重植物群体美的大尺度变化；节点空间、步行赏景空间多侧重静态赏景，以植物的个体美 、组团美为主，同时加大多年生地被、灌木的布置，以创造自然意境。



图 1.5.5-21 帆之乐园区效果图二

植物设计品种：

植物树种主要以抗风能力较强、具有一定耐盐碱性为主，实现乔灌草结合，打造四季有景可观的植物景观，突出海岛风情。

上层植物：加拿利海枣、华盛顿棕榈、羊蹄甲、黄山栾树、无患子、乌桕、落羽杉、

中层植物：蒲葵、紫薇、红枫、鸡爪槭、海棠、樱花、红叶石楠树、红叶李、海滨木槿

下层植物：二月兰、黄金菊、大花萱草、鸢尾、银边草、紫娇花、蓝色鼠尾草



图 1.5.5-22 植物品种意向图

1.5.5.4.2 铺装设计

根据不同场地的需求、不同的高程、不同的空间布置形式，本案采用不同的色彩与拼装铺装形式，以表现海航文化主题。材料主要以彩色混凝土、石材、露骨料铺装为主，做到与周边环境与主题的融合。



图 1.5.5-23 铺装样式意向图

1.5.5.4.3 小品设计

运用现代艺术设计手法，将各式各样的小品通过搭配和组合，与周围环境巧妙融合，彰显园林主题，表达文化内涵，进而为人们营造更加舒适的人文环境。



图 1.5.5-24 帆船主题小品意向图



图 1.5.5-25 海洋主题小品意向图

1.6 机电及金属结构

1.6.1 电气

本工程用电负荷主要为目鱼排涝闸 5 扇闸门液压启闭机油泵电动机、检修闸门启闭机电动机、管理房用电及附近海堤照明。

工程运行工况最大用电负荷约 150.7kVA，最大单个用电设备容量为 30kW，按负荷性质为二级负荷。根据负荷等级及用电容量，10kV 供电采用原 10kV 进线，引至排涝闸高压开关室降压供电。另为保证排涝闸供电的可靠性，自配备 1 台 150kW 柴油发电机作为备用电源。

1.6.2 金属结构

为满足玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）整体设计要求，同时有利于排涝闸正常运行，需要对目鱼排涝闸金属结构进行相应改造。

（1）工作闸门门叶

由于现状工作闸门外表面覆着大量藤壶等海洋生物，影响闸门正常启闭，本次设计对 5 扇工作闸门门叶进行整体更换，闸门按原图纸进行重新制作，每扇工作闸门共重 62498kg，其中包括金属结构件重量 1498kg（含 1Cr18Ni9Ti 不锈钢 430kg）。

（2）工作闸门门槽

工作闸门门槽包括主轨、反轨、底坎、顶坎、侧轨、油缸护管以及相应调整用螺栓和螺母。本次设计建议除油缸套管以外对工作闸门门槽埋件进行更换，所有轨道的材料均为 STNi2Cr 合金铸铁，油缸护管材料为 Q235B。每孔需要更换的闸门埋件重量为 7265kg。

（3）工作闸门启闭机

工作闸门启闭机目前运行正常，主要液压设备情况良好。但是与闸门配套启闭的金属结构件均存在不同程度的锈蚀现象，本次设计需要对这些构件全部进行防腐处理，金属结构构件包括：锁定梁、拉杆、锁定装置、导轨、启门梁、调整板等等，相关连接用螺栓，螺母应全部更换。

（4）内河侧及外海侧检修闸门

检修闸门总体情况良好，本次设计将内河侧检修闸门按照原施工图设计要求进行全面防腐处理。

（5）内河侧及外海侧检修闸门门槽

内河侧检修闸门门槽主要包括主轨、反轨和底坎，与工作闸门一样，受环境因素影响，闸门轨道锈蚀严重，本次设计建议对所有轨道进行更换，每孔轨道重量为3390kg。

（6）外海侧检修闸门启闭机

外海侧检修闸门启闭机为台车，设备可以正常运行，局部金属结构构件有损坏情况，轨道、压板也存在锈蚀现象，本次设计建议对台车进行保养，对轨道等部件进行重新防腐。

1.7 施工组织设计

1.7.1 施工条件

1.7.1.1 对外交通条件

本工程位于浙江省玉环市境内，水陆交通均较为发达。

公路：G1523 甬莞高速公路、G228 国道、S76 省道等均通过工程区附近；

铁路：玉环市无铁路过境，周边有杭绍台铁路经过，设有温岭站、雁荡山站和乐清站；

水路：玉环临海，海运便利。

工程区内县级及各镇公路发达，工程所需外来建筑材料及大型机械设备可由高速、国道、省道或水路运至工程区附近，再经区内县道、各镇道路运至各施工点。

本工程对外交通条件便利。

1.7.1.2 水、电及材料供应条件

施工用水及生活用水：施工用水和生活用水均从附近管网申请接入。

施工用电及生活用电：施工用电在施工区设置 1 台变压器并在海堤沿线设置 3 台柴油发电机；生活用电可就近接入。

建筑材料来源：玉环市芦蒲镇有可用石料场，储量和质量均满足设计要求，运距约 28km；工程区附近漩门湾内有可用土料场，储量和质量均满足设计要求，运距约 15km。本工程所需水泥、钢材、骨料及土工布等建筑材料均可由当地市场供应。

1.7.2 施工导流

1.7.2.1 导流方式

本工程海堤工程和融合提升工程无需施工导流，水闸下部结构混凝土表面补强需要施工导流。

在目鱼排涝闸进、出水渠内分别设置横向围堰。

1.7.2.2 导流建筑物设计

外海侧围堰采用土石结构，围堰顶宽 6.72m，堰顶高程 3.0m。围堰两侧为石方填筑，外侧边坡为 1:1~1:2，中部采用淤泥掺水泥浆防渗墙（水泥掺量 20%），石方和泥浆防渗墙分层填筑，每层填筑后待泥浆防渗墙固结后再进行下一层填筑。

新城湖侧围堰堰顶宽 8.0m，堰顶高程 0.7m，结构型式与外海侧相同。

若遇超标准潮水，围堰可采用编织袋装土临时加高。

1.7.2.3 施工排水

施工过程中用水泵将基坑内的水排出，并将基坑冲洗干净。水泵可配置 WQB160-15-15 潜水泵，水泵台数按实际需要配置。

1.7.3 主体工程施工

1.7.3.1 海堤工程施工

（1）抛石开挖

采用 1~2m^3 挖掘机开挖，配合 10~15t 自卸车出渣，运至堤后用于防汛道路路基、堤脚抛石护脚以及外海侧堤脚等利用料填筑，多余石料运至临时弃渣场，再根据业主协调运至其他项目进行利用。

（2）混凝土及钢筋混凝土施工

砼浇筑前，应将模板内的杂物等清除干净，合理留设施工缝。模板表面应光洁平整、接缝严密，同时具有足够的强度、刚度和稳定性；模板和支架宜尽量用钢材，制作和安装的允许偏差按有关规定执行。

混凝土在拌合站拌制生产，采用混匀土罐车运送至浇筑点，配合溜槽入仓浇筑。钢筋混凝土结构施工时，将钢筋上的泥土和油污，模板内的杂物等消除干净，缝间堵严。

混凝土及钢筋混凝土合理留设工作缝，浇筑完成后，12~18h 开始洒水养护，炎热天气时施工应提前养护，保持表面湿润，同时避免阳光的暴晒，上面覆盖草袋加以养护；气温低时采取保温措施，覆盖保温膜加强保温。

为避免施工干扰和施工损坏，防汛道路砼路面在其他工序基本完成后进行浇筑。

（3）抛石填筑

抛石料由 10~15t 自卸车自临时中转料场运至填筑点进行抛填。自海堤侧向海侧单向车抛，采用 1~2m^3 挖掘机进行理坡。

（4）大石块理砌

石料选用强度高、质地新鲜坚硬、耐风化、具有良好抗水性、无裂缝的大石块。经拣选后的大石块由 10~15t 自卸汽车运至施工点。采用人工配合 1~2m^3 挖掘机运送至施工作业面进行理砌，大石块应大面朝下，摆放稳定，单重较小的石块可用于塞缝。

（5）混凝土预制块体安装

本工程主要有扭王字块体，混凝土扭王字块体在项目部预制场预制，采用 150t 履带吊装车，再由 50t 拖板车从预制场运至施工点，150t 履带吊并配合人工安装到位。

（6）闭气土填筑

闭气土方施工前需对填筑范围内进行清基，清除现状护面预制六角块、杂草、垃圾等。

闭气土方取自土料场，由自卸车 15t~20t 自卸车运至填筑点，再用抓斗式取土机将运来的闭气土料抓取至填筑点进行抛填。闭气土方应预留足够沉降固结量，待固结达到一定承载力后，采用人工进行修坡。

（7）浅层固化

大规模施工前应选取典型路段进行固化试验，试验路段面积不低于 30m^2。该试验路段的另一个目的在于将就地固化层的强度指标（不排水抗剪强度或静力触探锥尖阻力）与承载力建立一个经验公式，以根据承载力要求确定合适的强度检测指标应用于大规模施工中。

①选定固化剂施工形式。含水率高于 50%，则建议采用粉剂或浆剂施工，对于严格控制扬尘的区域建议采用浆剂施工。

②划分区域。将欲进行固化处理的区域进行放样并划分区域，划分尺寸一般为 5m×5m 左右的处理区域，并根据该处理区域的处理厚度计算固化剂用量的配比和调制，并用固化剂自动定量供料系统设置固化剂含量。

③根据现场土样含水率的高低以及固化剂形式，施工采用垂直上下搅拌固化的方式（如下图），搅拌设备直插式对原位土进行搅拌，搅拌设备正向运行逐渐深入搅拌并喷射固化剂，直至达到固化设计底部，然后搅拌设备反向运行缓慢提升搅拌并喷固化剂，搅拌提升或下

降的速率控制在 10～20s/m，固化剂的喷料速率控制在 100～200kg/min（粉剂）和 80～150kg/min（浆剂）。

④碾压和养护。固化搅拌完毕后，采用压路机碾压表面，固化土体养护 28 天至承载力达到搅拌桩施工设备进场要求时方可进行水泥搅拌桩施工，一般固化后养护 7～14 天可进行水泥搅拌桩或旋喷桩施工。

（8）高压旋喷桩

①定孔位：高喷灌浆前，对灌浆孔统一编号，钻孔孔位与设计孔位误差控制在 50mm 以内。

②造孔：钻孔施工时，钻机安放要平稳牢固，钻进过程中随时检查钻机水平状况，钻孔偏斜率不超过孔深的 1%。在钻进过程中，经检查发现孔斜过大，应及时调整桩机水平度及钻杆垂直度，终孔后校量钻具，孔深精度控制在±10cm 以内。

③地面试喷：将喷射管下至设计深度，经现场质检人员检查认可后方可进行高喷灌浆施工，喷射过程中如遇特殊情况，如浆压过高或喷嘴堵塞等，应将喷射管提出地面进行处理，处理好后再进行施工。

④浆液配置：

水泥采用 42.5R 及以上普通硅酸盐水泥，水泥浆水灰比为 1：1，在制作水泥浆时，可适当掺入防沉淀外加剂（陶土、碱）2%~3%，速凝早强剂水玻璃、氯化钙等，掺入不小于 5%的粉煤灰或采用矿碴硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥防腐蚀。浆液密度为 1.67～1.70g/cm^3，每孔高喷灌浆结束后要统计该孔的材料用量。搅拌灰浆时，先加水，

然后加水泥，每次灰浆搅拌时间不得少于 2 分钟，水泥浆应在使用前一小时制备，浆液在灰浆拌和机中要不断搅拌，直到喷浆前。喷浆时，水泥浆从灰浆拌和机倒入集料斗时，过滤筛，把水泥硬块剔出。水泥浆通过胶管送到旋转振动钻机的喷管内，最后射出。

⑤旋喷注浆：当喷管达到预定深度后，喷嘴就可同时喷射出高压浆液和空气两种介质的喷射流冲击破坏土体，即以高压泥浆泵等高压发生装置喷射出 20Mpa 左右压力的浆液，从内喷嘴中高速喷出。并用 0.7MPa 左右压力把压缩空气，从外喷嘴中喷出。喷嘴一面喷射一面旋转和提升，由下而上进行喷射作业。值班人员时刻注意检查浆液初凝时间、注浆流量、压力、旋转提升速度等参数是否符合设计要求，并随时做好记录，绘制作业过程曲线。

⑥回填灌浆：喷射结束后，随即在喷射孔内进行静压充填灌浆，直到浆面不再下沉为止，保证高喷防渗墙固结后墙顶标高，回灌浆液一般采用邻孔高喷冒浆静压充填。喷射施工完毕后，将注浆管等机具设备用清水冲洗干净，管内不得残存水泥浆。

（9）水泥搅拌桩施工

水泥搅拌桩施工工艺流程为定位→搅拌下沉→提升、喷浆、搅拌→再搅拌下沉→提升、喷浆、搅拌→移位。

搅拌桩采用 42.5 号普通硅酸盐水泥，水灰比为 0.45～0.55。搅拌桩桩身水泥掺入比应根据单桩承载力、通过室内配比确定，设计水泥用量 65kg/m，水泥掺入量宜为被加固湿土质量的 20%以上。桩体

28 天无侧限抗压强度平均值应不小于 1.0MPa，最小值不应不小于 0.5MPa。预压期应不少于 6 个月。单桩承载力要求不小于 200kN。

桩体采用 4 搅 2 喷工艺施工。喷浆压力不小于 5.0MPa。搅拌桩施工设备应配有自动记录施打深度，水泥浆液泵送设备必须配置浆液自动计量装置，并记录浆液的瞬时喷入量和累计喷入量，保证送浆管路不得大于 50m。配置双台电机，单台电机功率不低于 45kw。当施工电流或转速发生突变时，应首先与设计桩长及地质资料对比分析，合理确定终孔深度。

大规模施工前必须先选取典型路段，通过试打获得合理的施工工艺参数，试桩数量不得少于 6 根，分别对试桩进行桩长、成桩质量、桩身强度、单桩承载力进行检测。当试桩路段检测完成，且提交试桩报告并分析确定各施工路段参数后，方可开始搅拌桩大面积施工。路基填筑须在水泥搅拌桩施工完养护 1 个月后进行。

（10）泡沫混凝土施工

水泥及外加剂的各项指标除应符合其产品标准外，还应满足泡沫混凝土的抗压强度、流动度及气泡稳定性等对原材料的要求，水泥应采用 42.5 及以上强度等级的硅酸盐水泥。

①发泡剂应满足如下要求：

a.稀释倍率≥60，发泡倍率≥20；

b.产生的气泡应均匀、细密，直径应小于 1.0mm；

c.产生的气泡泌水率低，稳定性好，且互不连通。

②模板

泡沫砼浇筑需要采用模板或保护壁。为了防止流体泡沫混凝土溢出，壁板之间、壁板与地基之间要严密，防止漏浆。应采用纵横肋或柱进行加固，接头应该牢靠。另外保护壁定位应以设计线放样为准，避免路基宽度不足。

③泵送

泡沫混凝土浇注施工宜采用配管泵送方式。就目前泡沫混凝土的配合比，在确保材料不离析、气泡的稳定性等的前提下，允许泵送最大距离为 500m。泡沫混凝土中的气泡要保持其独立细微而分布均匀的特性。因此施工过程中要避免过度振动。

④养生

泡沫砼顶层浇筑好后应及时覆盖塑料薄膜或土工布，并禁止机械在上部行走，路面施工必须在顶层泡沫砼养护不少于 28 天以后进行。遇到大雨应停止泡沫砼的浇筑，并对未终凝的泡沫砼采取遮雨措施；夏季施工应避免在中午高温时段施工。泡沫砼浇筑最小宽度及最小厚度均不得小于 1m。

（11）沥青混凝土路面施工

沥青混凝土路面主要施工工序为：拌合→运输→摊铺→摊铺层碾压→成品保护。

①拌和

沥青混凝土拌和时要控制其温度、油石比及材料级配，工地试验室要随时抽检油石比及级配。拌和过程中常见的缺陷是混合料油石比不准确或温度不一致，下雨没有覆盖碎石及砂，也会造成混合料含有

较高的水分。不合格的混合料是不能出场的。严格控制沥青拌和料的出厂温度在 140-165 度之间。

②运输

沥青混凝土运输时宜用 10t 以上的自卸汽车，装料前在汽车翻斗内抹一层柴油与水的混和物，以防止粘料。另外，装好料的汽车要用保温布覆盖，然后可以出场。控制运输时间满足相关规范要求。

③摊铺

运料车辆到达摊铺机作业面时，摊铺机要调好初始状态。摊铺机熨平板的仰角要准确，行走速度要稳定，找平装置能正常的工作。摊铺机正常作业时，方向的调整很重要。另外，对履带底部下面的基层上的杂物要清除干净。摊铺机要连续作业，如因故停止时间超过 1h，就要设置横缝。沥青混凝土摊铺正常温度应控制在 110-130 度，不低于 110 度。

④摊铺层碾压

摊铺成型后及时进行碾压，碾压前技术人员要认真检查，发现有局部离析及边缘不规则时要进行人工修补。轻型双钢轮压路机先稳压一遍，稳压时尤其要注意起步及停车的速度。碾压时力求速度均衡、行走要直、工作面长度不要大于 50m。稳压完成后即可进行复压，复压完毕后用轮胎压路机进行终压。压路机的行走速度控制在 4km/h，必须带有碾压轮洒水功能。

⑤成品保护（早期养护）

a.沥青混凝土碾压压实成型后的路面应进行早期的养护，并封闭交通 2-6 小时。开放交通初期，应设置专人指挥，车速不得超过 20 公里每小时，并不得刹车或掉头。在未稳定成型的路段上，严禁兽力车和铁轮车通过。当路面有损坏时，应及时修补。

b. 养生方法应将透水无纺土工布湿润，然后人工覆盖在碾压完成的基层顶面。覆盖 2h 后，再用洒水车洒水。在养生期内应保持基层处于湿润状态。养生结束后，应将覆盖物清除干净。在养生期间应采取硬隔离措施封闭交通，严格禁止施工车辆通行。

⑥质量控制

a. 基层和面层结合应良好，基层表面应平整、稳定、结构均匀，无松散颗粒，具有一定的粗糙度。沥青混凝土面层各层宜连续施工，各层之间必须洒粘层油。

b. 沥青路面施工加强施工过程质量控制，实行动态质量管理，进行沥青混合料的“过程控制”（在线监测）和总量检验。

c. 沥青混凝土施工时应严格控制生产和施工质量，特别注意施工温度和压实。施工温度包括拌和、摊铺、压实温度，都必须严格按照有关规范控制。

b. 沥青面层不得在雨天施工，当施工中遇雨时，应停止施工，改性沥青混凝土摊铺施工气温不得低于 10℃以下。

e. 碾压后的路面在冷却前，任何车辆机械不得在路面上停放，并防止矿料、杂物、油料等落在新铺的路面上，路面冷却至 50℃后才开放交通。

（12）种植土填筑及坡面绿化

选择根系发达，植株健壮的植物，施工中严格按照《城市园林绿化工程施工及验收规范》进行。

①种植土填筑

由土料场开采表土供应，用 1m³挖土机挖，10t 自卸汽车运至工地，人工铺土，土层厚度：草坪不小于 30cm，小灌木不小于 30cm，大灌木不小于 45cm，浅根性乔木不小于 60cm，深根性乔木不小于 90cm。

②草皮营造

采用纵横向后退播种，播种后应轻耙土镇扭使种子入土 0.2cm。播种后根据天气情况每天或隔天喷水，待幼苗长至 3cm～6cm 时可停止喷水，但应经常保持土壤湿润。

③灌木栽植

a.回填底部植土

拌有基肥的土为底部植土，在接触根部的地方应铺放一层没有拌肥的干净植土，使沟深与土球高度相符。

b.排放苗木

将苗木排放到沟内，土球较小的苗木应拆除包装材料再放入沟内；土球较大的苗木，宜先排放沟内，把生长姿势好的一面朝外竖直看齐后垫上固定土球，再剪除包装材料。

c.填土插实

填入好土至树穴的一半时，用木棍将土球四周的松土插实，然后继续用土填满种植沟并插实。

d.淋定根水

栽植后，必须在当天对灌木淋透定根水。

④乔木栽植

a.回填底部植土

以拌有基肥的土为树坑底部植土，使穴深与土球高度相符；尽量避免深度不符来回搬动。

b.摆放苗木

将苗木土球放到穴内，土球较小的苗木应拆除包装材料再放穴内；土球较大的苗木，宜先放穴内，把生长势好的一面朝外，竖直看齐后垫土固定土球，再剪除包装材料。行列树一般要求按从粗到细、从高到低进行排列。

c.填土插实

在接触根部的地方应铺放一层没有拌肥的干净植土，填入好土至树穴的一半时，用木棍将土球四周的松土插实，然后继续用土填满种植沟并插实，使种植土均匀、密实地分布在土球的周围。

d.淋定根水、立支架

栽植后，必须在当天淋透定根水。

e.支柱保护

乔木必须要求每株支柱保护，支柱材料以长度为 2m～3m 的竹竿、杉杆为主，采用三角支撑，并捆绑拧紧，随时注意加固，同时，对绿地边沿要设置围栏，加强围护。

f.坡面植物种植时间宜安排在每年的 3~6 月和 10 月~次年 1 月份，并尽量避开恶劣极端天气，以提高植物成活率。

1.7.3.2 水闸工程施工

（1）门槽埋件更换

采用手持式风镐将需要更换的埋件进行人工拆除，拆除现状锈蚀严重的金属埋件，清洗干净后再进行埋件安装。

埋件安装和二期砼采用搭设脚手架进行施工，按先埋设底槛，后埋设主机轨、反轨、侧轨及门楣的顺序进行。

（2）闸门更换

待门槽埋件检查、测量合格后，再进行闸门安装。

闸门在项目部预制场预制，强度达到安装要求后，采用 100t 汽车吊装车，由 50t 平板车运至水闸，由启闭机或扒杆将闸门吊入门槽内进行启闭试验。

（3）混凝土表面涂层施工

涂层施工主要施工工序为：清理→涂刷→养护。

①清理

清理干净需要施工的区域，对混凝土表面浮浆、反碱、尘土、油污以及表面涂层等杂物必须清除干净，确保混凝土表面洁净。

②涂刷

a.人工涂刷渗透结晶材料浓缩剂：在施工区域涂刷浓缩剂，按体积配合比渗透结晶材料浓缩剂：水=1:0.4，将经过计量的粉和水倒入搅拌容器内充分搅拌均匀，待处理的混凝土表面用水湿润，用半硬性鬃毛刷均匀用力往返涂刷。一般涂刷一层的用量为 0.65~0.8kg/m^2。

b. 再次涂刷渗透结晶材料浓缩剂：涂刷第二层渗透结晶材料浓缩剂时，可在第一层涂料达到初凝后仍呈潮湿状态时进行，一般在第一层施工后 3～4h 后 48h 内进行，当发现第一层涂料干燥太快时，应稍浇水湿润，但不允许有明水，再刷第二层涂料。二次涂刷后应确保用量在 0.8～1kg/m^2，厚度约在 1～1.2mm。

③养护

当渗透结晶材料涂层固化到不会因洒水而流淌时，即应开始用雾状净水喷洒养护，养护频率以渗透结晶材料表面不干燥为准，养护 3～7 天。

1.7.4 施工交通运输

本工程现状海堤及水闸等主要建筑物之间已有交通道路，宽 7.0m，满足施工要求。

根据工程施工程序及地形条件，本工程的施工临时设施布置在坎门海堤西南侧空地上，根据施工布置，设置 2 条施工临时道路，总长 400m，设置 1 座贝雷桥，长 50m。

（1）下海堤通道

在坎门海堤北段南侧设置堤顶下镇压平台通道，长约 100m，道路采用泥结碎石路面，路面宽 6.0m。

（2）项目部通道

在项目部与现状道路之间布置临时道路，道路采用混凝土路面，路面宽 6.0m，长约 300m。

1.7.5 施工总布置

本工程主要施工辅助工厂设施包括拌合站、砂石骨料堆场、辅助企业加工厂、仓库、临时办公及生活福利设施等临时设施。

施工占地主要包括临时施工道路、拌合站、砂石骨料堆场、辅助企业加工厂、预制场、仓库、临时办公及生活福利设施等临时设施，其中临时设施房屋、料场及拌合场总面积 22.50 亩，根据施工设施布置情况，共需占地 30.00 亩，另外临时施工道路占地 2.70 亩，施工临时设施共占地 32.70 亩。

1.7.6 施工总进度

本工程施工分四个阶段，即工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程完建期。工程筹建期不包括在总工期内，计划为3个月，主要进行政策处理及施工招投标等工作；施工准备期2个月，主要完成临时生产、生活、文化福利用房、仓库、辅助企业等设施，为主体工程开工创造有利条件；本工程主体工程施工计划27个月，主要完成主体工程施工；完建期1个月。本工程施工总工期30个月。

1.8 建设征地与移民安置

本工程沿现有漩门三期海塘修建，不对堤线做修改，本工程主体不涉及对房屋的征用，不涉及移民安置。按照推荐方案，本工程涉及新增海域面积47.39公顷，其中主体建筑物海堤及水闸新增占用海域

46.35公顷（含景观平台及廊架等占用面积0.94公顷），消浪堤、连接道路及预制场新增占用海域1.04公顷。本工程临时占地约32.7亩，不涉及移民安置。

根据《浙江省人民政府关于印发浙江省海域使用金征收管理办法的通知》（浙政发〔2009〕8号）第六条，本工程属防灾减灾工程，经依法批准，主体建筑物海堤及水闸可免缴海域使用金（除景观平台及廊架等占用面积）。

本工程征地补偿由海域使用金和临时占地补偿两部分组成，总投资估算 253.74 万元。

1.9 环境影响评价

1.9.1 环境保护措施

（1）水质保护措施：加强施工区生产废水管理与处理、施工生活区卫生设施的建设及避免临时堆放土方的水土流失。

（2）环境空气质量保护：加强挖掘机、推土机等燃油设备和运输车辆的维护，加强车辆运输的合理调配，尽量压缩工区汽车数量与行车密度，以减少汽车尾气的排放；对施工便道、物料堆场应洒水抑尘，每天3～4 次，减少扬尘。

（3）噪声控制：选用低噪声的施工机械和施工方式。加强对施工机械和运输车辆的保养维修，淘汰不合格的施工机械车辆；对施工机械或施工场地边界设置临时隔声围护；在居民点附近夜间停止施工，必须连续作业的，应告知居民。

（4）人群健康保护：做好施工区卫生清理，采取控制蚊蝇滋生地，杀灭蚊、蝇、鼠等措施，控制自然疫源性疾病和虫媒传染病的传染源，定期对施工人员进行健康抽取检查，一旦发现疫情，及时采取治疗、隔离、观察等措施，对易感人群采取预防措施。

（5）其他环境保护：①加强生活垃圾处置，及时由城区环卫部门统一清运，防止垃圾腐败，滋生各种有害物质，产生二次污染；②加强土壤环境保护，施工工区垃圾管运及含污染源废渣的控制；③做好文物、旅游保护，如果挖到地下埋藏物，应按照文物保护应急预案，妥善处理，勿致损坏或流失；④做好生态保护，尽量缩短施工时间，及时将临时占地恢复原状。

1.9.2 环境保护工程投资估算

本工程环境保护投资主要是施工期的环保监理费，本阶段暂列100万元。

1.10 水土保持

根据《生产建设项目水土流失防治标准》，项目水土流失防治标准执行建设类项目二级标准。项目在设计水平年应达到以下目标：水土流失治理度为95%，土壤流失控制比为1.67，渣土防护率为95%，林草植被恢复率为95%，林草覆盖率为22%。表土保护率暂不计列。

工程水土保持防治共划分为主体工程防治区和施工临时设施防治区2个防治分区。

主体工程防治区新增水土保持措施工程量为排水沟2876m，沉沙池14座，密目网苫盖约52200m^2。

施工临时设施时防治区新增水土保持措施工程量为场地平整2.18hm^2，覆土0.65万m^3，撒播草籽2.18hm^2，排水沟1370m，沉沙池3座，填土编织袋160m^3，密目网苫盖1500m^2。

工程新增水土保持投资213.82万元。

1.11 劳动安全与工业卫生

1.11.1 劳动安全

工程建设及管理过程中要抓好用电安全管理、土石方开挖防坍塌伤害安全管理、施工场地与设施安全达标建设、雨季施工及汛期施工安全管理以及交通运输安全管理。

1.11.2 工业卫生

工程建设及管理过程中做好防噪声及防振动、温度与湿度控制及采光与照明管理，并成立安全管理小组，配置专职安全员，制定相关安全工作细则，负责工程日常安全检查和管理。

1.12 节能评价

根据本工程的建设任务和条件，在工程布置和设计中充分体现了节能理念，设计从技术、经济、社会、环境等方面进行了多方案技术经济比较。本阶段的工程布置和结构型式为下阶段进一步推广节能技术，实现技术节能打下了良好基础。

在设备选择设计中，按照节能优先、技术和工艺先进并符合国家行业政策规定的原则选用设备。设计中合理选择了护岸型式，减少了电能损耗，选用的机电设备均符合国家节能产业政策推荐设备。

在施工组织设计中，施工总布置本着有利于生产、方便生活、快速安全、经济可靠、易于管理的原则进行，选择技术先进合理可行的施工方案，施工机械设备选择能耗低、符合国家节能要求的产品。在施工总进度编排上，能合理安排施工工期。

根据本工程经济寿命内的能源消耗总量和产生的经济效益分析计算，本项目能耗指标为 0.044t 标准煤/万元生产总值，低于经济寿命期 0.4t 标准煤/万元生产总值的评价指标，符合国家有关节能要求。

本项目依据合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从设计理念、工程布置、设备选择、施工组织设计等方面已采用节能技术，选用了符合国家政策的节能机电设备和施工设备，合理安排了施工总进度，符合国家固定资产投资项目节能设计要求。本工程不存在能耗过大的建筑物和设备，项目的建设和运行期亦不会消耗大量能源，能源消耗总量相对合理，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 工程管理

1.13.1 管理机构

建设期本工程项目法人单位为玉环市交通投资集团有限公司，运行期管理单位为玉环海洋经济开发投资有限公司，负责工程日常管理和维护工作。台汛期间由玉环市防汛指挥部统一调度指挥。

1.13.2 人员编制

根据《浙江省水利工程管理单位定岗标准》，计算定员人数为 12 人，其中单位负责人员 2 人，行政管理人员 1 人，技术管理人员 4

人，财务与资产管理人员 1 人，档案管理人员 1 人，巡查人员 1 人，水政监察人员 1 人，辅助人员 1 人。

1.13.3分标方案

根据建筑物布置情况，将本工程建设初步规划分标方案如下：监理标为 1 个监理标段，完成施工监理任务；施工标为 2 个标段，完成施工任务，建议招标时根据各级施工企业的年生产能力，设置合理的投标资质要求。

1.13.4管理范围和保护范围

（1）海堤

管理范围：海塘的管理范围为塘身以及迎水坡脚起（有镇压层的从镇压层的坡脚起，下同）向外延伸 70 米，背水坡脚起向外延伸 30 米。

保护范围：海塘的保护范围为背水坡管理范围向外延伸 20 米。

（2）水闸

管理范围：水闸的管理范围为水闸主体工程向上下游各延伸 200 米，左右侧边墩翼墙起各向外延伸 70 米。

保护范围：沿塘水闸的保护范围为管理范围向外延伸 20 米。

1.14 工程信息化

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）与玉环市海塘安澜工程（漩门三期干江段段海塘）信息化考虑统一建设，控制中心集中设置在干江段冲坦排涝闸设置。因此坎门段海塘安澜信息化仅包括感

知监测体系设备投资，估算设备费 292.31 万元，安装费 173.10 万元，共投资 465.41 万元。

1.15 投资估算

1.15.1 基础单价

（1）人工预算单价

根据“编制规定”，人工预算单价为 128 元/工日。

本工程主要材料价格参考台州市玉环县 2023 年 1 月份信息价，材料原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费分别以不含相应增值税进项税额的价格计算。主要材料预算价格超过标准规定的主要材料预算价限价时，按预算价限价计算直接费、间接费和利润，超过限价部分作为材料预算价差，计取税金后列入相应单价内。其中抛石料、土石混合料、碎石垫层料、块石料等从玉环石子岙料场采购，车运 29 公里到施工现场。主要材料预算价格及最高限价见下表。

表 1.15-1　　主要材料预算价格

编号	材料名称	单位	单价	限价	价差	备注
1	人工	工日	128.00			
2	水泥	t	460.00	300.00	160.00	
3	钢筋	t	3953.00	3000.00	953.00	
4	板枋材	m3	1770.00			
5	柴油	kg	7.58	3.00	4.58	
6	汽油	kg	9.00			
7	碎石	m3	105.60	30	75.6	
8	块石	m3	149.36	30	119.36	
9	抛石料	m3	64.8	30	34.8	
10	土石混合料	m3	25.5			
11	大石块	m3	131.36	30	101.36	

12	闭气土	m3	47.85	30.00	17.85	
13	中砂	m3	276.00	60.00	216.00	
14	电	kWh	0.87			
15	风	m3	0.15			
16	水	m3	7.07			
17	细粒式沥青混凝土	m3	1634.00	450.00	1184.00	
18	中粒式沥青混凝土	m3	1262.00	450.00	812.00	
19	泡沫混凝土	m3	197.27			

（3）施工用电、风、水价格

施工用电预算单价：按电网供电 95%、自备柴油发电机供电 5%考虑，经综合计算，施工用电电价为 0.87 元/kW·h；

施工用水预算单价：根据施工组织设计，采用自来水，施工用水预算单价为 7.07 元/m^3 。

施工用风预算单价：根据施工组织设计确定的设备配置，按“编制规定”和有关定额分析计算后确定施工用风预算单价为 0.15 元/m^3 。

（4）施工机械台时费

按照《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额（2021）》计算机械台班费。

（5）混凝土预算单价

混凝土强度等级、龄期、级配按设计规定选用，混凝土配合比参考《浙江省水利水电建筑工程预算定额（2021 年）》附录九确定。

1.15.2取费标准

根据“编制规定”，工程单价由直接费、间接费、利润、人工补差、材料补差和税金组成。工程单价取费标准按《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定（2021）》执行，按二类工程标准计取。

根据编制规定，本次设计阶段采用预算定额编制单价，乘以 1.05 扩大系数。单价取费标准见下表。

表1.15-2　　工程单价取费标准表

序号	项目及费用名称	计算基础	费率
一	措施费	直接工程费	3.5%
二	间接费		
1	土方工程	直接费	7.5%
2	石方工程	直接费	11%
3	混凝土工程	直接费	10.5%
4	钢筋制作安装工程	直接费	6.3%
5	基础处理工程	直接费	10.0%
6	疏浚工程	直接费	7.5%
7	安装工程	人工费	55%
三	利润	直接费+间接费	6%
四	税金	直接费+间接费+利润	9%

1.15.3投资估算

工程投资估算按台州市玉环市 2023 年 1 月份信息价进行编制。工程总投资 79993.51 万元，其中工程部分投资为 76062.36 万元，专项部分投资为 313.82 万元，征地移民补偿部分投资为 253.74 万元，建设期融资利息为 3363.58 万。

表 1.15-3　　总估算表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	建筑安装工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	**工程部分**				
一	建筑工程	63462.81			63462.81
二	机电设备及安装工程	311.88	402.15		714.03
三	金属结构设备及安装工	112.02	179.00		291.01

序号	工程或费用名称	建筑安装工程费	设备购置费	独立费用	合计
	程				
四	施工临时工程	2617.01			2617.01
五	独立费用			5355.48	5355.48
	一～五项合计	66503.71	581.15	5355.48	72440.34
	基本预备费（5%)				3622.02
	静态投资(6+7)				**76062.36**
II	**专项部分**				
一	环境保护工程				100.00
二	水土保持工程				213.82
三	送出工程				
四	交通专项工程				
五	专项提升工程				
	一～五项合计				**313.82**
III	**征地移民补偿部分**				
一	农村部分补偿费				19.62
二	城(集)镇部分补偿费				
三	企(事)业单位补偿费				
四	专业项目补偿费				198.00
五	防护工程费				
六	库底清理费				
七	其他费用				13.06
	一～七项合计				**230.68**
	基本预备费(10%)				23.07
	有关税费				
	其他专项费用				
	静态投资(22+23+24+25)				**253.74**
	工程总投资合计				

序号	工程或费用名称	建筑安装工程费	设备购置费	独立费用	合计
	静态总投资(8+14+26)				**76629.92**
	价差预备费				
	建设期融资利息				3363.58
	工程总投资(27+28+29)				**79993.51**

1.16 经济评价

本工程经济内部收益率为 9.44%，大于社会折现率（8%）。经济净现值为 10797 万元，大于零。经济效益费用比为 1.16，大于 1.0。由上述指标可以看出，该工程具有较好的国民经济效益，工程建设在经济上是合理可行的。

1.17 社会稳定风险分析

经综合分析，本工程社会稳定风险程度为低风险，但有发生个体矛盾冲突的可能。拟定的风险防范措施，在一定程度上会起到降低以致消除社会风险的效果。但其效果的好坏，取决于这些防范措施执行力度大小的影响。

建议在做好与各级政府的衔接工作，对各类风险情况设立相关处理机构，编制相关应急预案。由于本阶段采用文献法，建议在下一阶段进一步开展风险调查，分析及评估工作。

1.18 工程特性表

表 18-1　　工程主要特性表

序号及名称	单 位	数　量	备　　注
一、水文			
1、潮位			1985国家高程基准
（1）设计高潮位	m	5.69	P=1%
（2）设计低潮位	m	-2.13	P=1%
（3）多年平均高潮位	m	2.19	
（4）多年平均低潮位	m	-1.90	
（5）多年平均潮位	m	0.12	
2、洪水位			
（1）设计洪水位	m	1.20	新城湖侧P=5%
（2）常水位	m	0.20	
二、主要建筑物			
1、海堤			
（1）提标加固长度	m	2486	
（2）堤顶/防浪墙顶高程	m	10.0/11.0	
（3）堤顶宽度	m	14.50	不含防浪墙
（4）断面型式		混合式	
（5）地基类型		淤泥/淤泥质粘土/卵砾石/基岩	
（6）海堤原地基处理方式		爆炸挤淤法	
（7）新增地基处理方式		高压旋喷桩/水泥搅拌桩	
2、目鱼闸			
（1）闸宽	m	5孔×8.0	
（2）闸底槛高程	m	-3.0	
（3）消浪堤	m	131.9	
三、施工			
施工工期	月	30	
四、投资估算			
总投资	万元	79993.51	
五、经济评价			
经济内部收益率	%	9.44	
经济净现值	万元	10797	

2 水文

2.1 流域概况

玉环市位于浙江省东南沿海，本工程位于玉环岛与楚门半岛间的漩门湾，与坎门镇相距 3km，与玉环城区相距 7km。

本工程位于玉环市漩门湾水系内，水系内控制集水面积 296.2km^2，其中漩门二期流域面积 166.2 km^2，漩门三期流域面积 130km^2。漩门三期流域属浙东南沿海诸小河水系，主要河流有玉坎河与龙溪河等。



图 2.1-1　　玉环市河流水系图

2.2 气象

玉环市属亚热带季风气候区，具有明显的海洋性气候特征，气候温和湿润，四季分明，雨量丰沛，日照充足，无霜期长。

工程区附近有玉环气象站，站址位于玉环市坎门街道东山头岛上，东经 121°16′，北纬 28°05′，观测场地面海拔高程 95.9m。据玉环气象站资料统计，多年平均气温为 16.9℃，极端最高气温 34.7℃，极端最低气温-5.4℃；多年平均水汽压 17.6hPa，多年平均相对湿度 80%，多年平均蒸发量 1392.2mm(20cm 蒸发皿观测值)；多年平均风速 5.3m/s，最大风速 40.0m/s，相应风向 E。多年平均无雨日为 158 日，多年平均降水量 1448.7mm，其中最大年为 2004.1mm（1952 年），最小年 889.5mm（1986 年）。玉环气象站地面气候特征值见表 2.2-1。

工程区降水量年际变化较大，且年内分配不均。冬季受北方冷空气控制，低温少雨。春季大陆冷高压衰退，副热带高压北进，冷暖气团交绥，形成绵绵春雨。春末夏初，太平洋高压渐向大陆推进，造成连续降水，俗称梅雨季节。7 至 10 月间，受太平洋副热带高压控制，天气炎热；台风活动频繁，常出现狂风暴雨。工程区的主要雨季分为梅汛期（4 月 16 日至 7 月 15 日）和台汛期（7 月 16 日至 10 月 15 日）两个，降水量相对集中于 5 月至 9 月，累计雨量占年雨量的 79%。其中 8、9 两月合计雨量占年雨量的 22%。形成本地区洪涝灾害的主要暴雨为台风雨，其来势猛、总量大、强度高，所造成的洪涝灾害特别严重。

表 2.2-1　　玉环气象站气候特征值表

项目	1 月	2	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
平均气温(℃)	6.9	6.9	9.9	14.5	19.0	22.9	26.6	27.2	24.5	19.9	15.0	9.6	16.9
极端最高气温(℃)	23.3	22.3	24.0	26.2	28.7	31.6	33.1	34.7	34.0	30.3	26.4	24.2	34.7
极端最低气温(℃)	-5.3	-5.4	-0.6	1.6	9.3	12.8	19.5	19.7	12.2	7.1	1.3	-3.5	-5.4
平均水汽压(hPa)	7.4	8.0	10.1	14.4	19.6	25.7	31.1	30.7	25.0	17.7	12.6	8.7	17.6
平均相对湿度(%)	71	77	81	85	88	91	89	85	80	75	71	68	80
平均蒸发量(mm)	73.4	60.5	74.9	87.4	99.6	108.0	171.1	185.1	167.1	155.2	118.7	91.2	1392.2
平均风速(m/s)	5.6	5.8	5.0	4.2	4.1	4.5	5.4	5.2	5.7	6.0	6.0	5.6	5.3
最大风速(m/s)及风向	22.0 NNW	18.4 ENE	20.0 ENE	18.0 3G	19.0 ENE	25.0 SSE	35.0 NE	40.0 E	34.3 SE	22.0 NNW	20.8 NNW	19.8 NNE	40.0 E

2.3 水文基本资料

玉环市域内无水文站，雨量站有玉环、楚门等站，潮位站有坎门、分水山等站。其中玉环站观测资料起始于 1933 年，1951 年开始至今为连续序列；楚门站起始于 1962 年；靠近设计流域的雨量站还有温岭市的桐岭站。

坎门潮位站观测资料起始于 1958 年，至今为连续序列；分水山潮位资料系列为 1976 年 9 月～1980 年 3 月。设计流域及附近地区有关水文测站概况见表 2.3-1。流域水系、测站位置、设计流域分区图，见图 2.3-1。

表 2.3-1　　水文测站概况一览表

站名	设立年份	观测项目	备注
玉环	1933	降水量	连续系列始于 1951 年
坎门	1958	潮水位、降水量	
楚门	1962	降水量	
分水山	1976	潮水位	连续系列有 3 年
桐岭	1965	降水量	
温岭	1933	水位、降水量	水位观测始于 1960 年

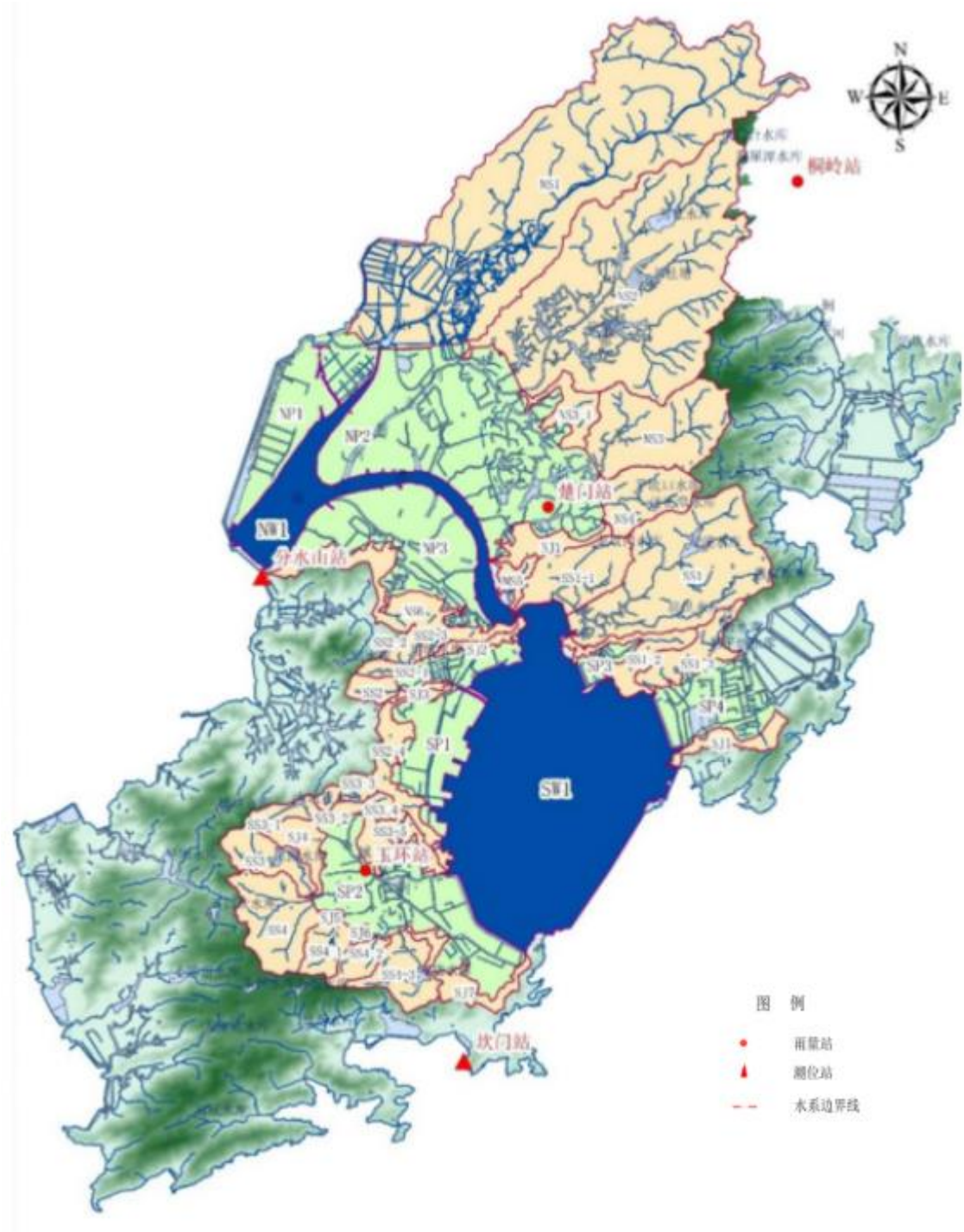


图 2.3-1　　设计流域分区图

2.4 洪水

本工程位于玉环市漩门湾水系内，2018 年由浙江省水利水电勘测设计院编制的《玉环市漩门湾拓浚排涝工程可行性研究报告》（以下简称《拓浚排涝可研》）已对该流域的设计暴雨、设计洪水等进行

了详细的计算，成果已获得水行政主管部门的认可，并于 2020 年 6 月获得了浙江省发展改革委的批复（浙发改农经〔2020〕211 号），目前玉环市拓浚排涝工程正在施工。考虑到《拓浚排涝可研》成果距现在较近，下垫面等情况基本未发生变化，故本次可研的设计暴雨和设计洪水直接引用《拓浚排涝可研》成果。

2.4.1 设计暴雨

玉环观测站资料从起始于 1933 年，1951 年开始至今为连续序列，楚门站实测系列为 1962 开始至今，桐岭站实测系列为 1961，1965-1995 年。设计采用暴雨系列为 1933-2018 年（1951 年以前为不连续），其中部分缺测年份与温岭站相关插补得。暴雨取样采用年最大值法，统计时段为一日与三日，排频计算得到设计暴雨成果见下表 2.4.1-1。

表 2.4.1-1　　各站设计暴雨成果表

站名	暴雨历时	均值(mm)	Cv	Cs/Cv	各频率 P（%）设计暴雨(mm)			
					2	5	10	20
桐岭	一日	147	0.55	3	373	306	254	201
	24h	H24h=H 一日×1.13			421	346	287	227
	三日	220	0.5	3	522	435	367	296
楚门	一日	135	0.55	3	343	281	233	185
	24h	H24h=H 一日×1.13			388	318	263	209
	三日	191	0.5	3	453	377	318	257
玉环	一日	137	0.55	3	348	285	237	187
	24h	H24h=H 一日×1.13			393	322	268	211
	三日	196	0.55	3	498	408	339	268

2.4.2 产流计算

本次将玉环站暴雨资料系列延长至 2021 年，经计算，一日暴雨均值为 136mm，三日暴雨均值为 194mm，多年系列均值变化不大，本次采用《拓浚排涝可研》成果。

楚门-玉环、楚门和玉环年最大设计净雨成果见表 2.4.2-1。

表 2.4.2-1　　各站年最大设计净雨成果表

站名	项目	各频率 P(%)雨量（mm）			
		2%	5%	10%	20%
楚门-玉环	三日毛雨	476	393	329	263
	水面净雨	461.7	378.4	314.2	248.7
	山区净雨	413.1	329.9	266.1	201.6
楚门	三日毛雨	453	377	318	257
	水面净雨	438.5	362.4	303.5	242.8
	山区净雨	390.2	314.3	255.9	197.1
玉环	三日毛雨	498	408	339	268
	水面净雨	483.3	393.8	324.8	253.7
	山区净雨	434	345.2	276.2	205.7

2.4.3 设计洪水

山区设计洪水采用推理公式法，平原分区仅计算产水过程。流域主要分区年最大设计洪水成果见表 2.4.3-1。

表 2.4.3-1　　设计流域分区年最大设计洪水成果表

分区	面积（km^2）	项目	各频率(%)设计值			
			2%	5%	10%	20%
NS1	47.99	洪峰(m^3/s)	516	412	333	248
		洪模（$m^3/s/km^2$）	10.7	8.6	6.9	5.2
		洪量(万 m^3)	2099	1704	1495	1158
NS2	36.24	洪峰(m^3/s)	466	374	302	227
		洪模（$m^3/s/km^2$）	12.9	10.3	8.3	6.3
		洪量(万 m^3)	1558	1262	1036	805
NS3	8.88	洪峰(m^3/s)	157	127	103	78
		洪模（$m^3/s/km^2$）	17.6	14.2	11.6	8.8
		洪量(万 m^3)	353	287	235	181
NS4	4.18	洪峰(m^3/s)	118	96	79	60
		洪模（$m^3/s/km^2$）	28.1	23	18.9	14.3
		洪量(万 m^3)	166	135	111	86
SS1	15.42	洪峰(m^3/s)	192	154	124	93
		洪模（$m^3/s/km^2$）	12.4	10	8.1	6.1
		洪量(万 m^3)	612	497	407	314
SS2	1.05	洪峰(m^3/s)	31	25	21	16
		洪模（$m^3/s/km^2$）	29.2	23.9	19.8	14.9
		洪量(万 m^3)	43	35	28	21
SS3	2.73	洪峰(m^3/s)	67	55	45	34
		洪模（$m^3/s/km^2$）	24.6	20	16.6	12.4
		洪量(万 m^3)	122	97	78	60
SS4	5.33	洪峰(m^3/s)	132	108	89	67
		洪模（$m^3/s/km^2$）	24.8	20.2	16.7	12.5
		洪量(万 m^3)	235	187	150	114

其余分区洪水由附近面积相近分区，面积比的 0.8 次方类比得到。各子分区年最大洪水成果见表 2.4.3-2。

表 2.4.3-2　　设计流域各子分区年最大设计洪水成果表

分区	面积（km^2）	项目	各频率(%)设计值			
			2%	5%	10%	20%
NS3-1	2.2	洪峰(m^3/s)	63.81	51.99	42.75	32.36
		洪模（$m^3/s/km^2$）	29.01	23.63	19.43	14.71
		洪量(万 m^3)	87.37	70.86	57.95	44.81
NS5	0.89	洪峰(m^3/s)	29.39	23.90	19.61	14.84
		洪模（$m^3/s/km^2$）	33.02	26.85	22.03	16.67
		洪量(万 m^3)	35.26	28.58	23.37	18.04
NS6	4.91	洪峰(m^3/s)	112.88	92.03	76.17	57.16
		洪模（$m^3/s/km^2$）	22.99	18.74	15.51	11.64
		洪量(万 m^3)	206.78	166.10	135.38	103.67
SS1-1	4.8	洪峰(m^3/s)	113	92	75	57
		洪模（$m^3/s/km^2$）	24	19	16	12
		洪量(万 m^3)	190	154	126	97
SS1-2	2.57	洪峰(m^3/s)	59	48	39	30
		洪模（$m^3/s/km^2$）	23	19	15	11
		洪量(万 m^3)	103	84	69	53
SS1-3	2.85	洪峰(m^3/s)	64	52	42	32
		洪模（$m^3/s/km^2$）	22	18	15	11
		洪量(万 m^3)	114	93	76	59
SS2-1	0.54	洪峰(m^3/s)	17.98	14.74	12.22	9.16
		洪模（$m^3/s/km^2$）	33.29	27.31	22.63	16.97
		洪量(万 m^3)	22.32	17.85	14.45	10.95
SS2-2	0.9	洪峰(m^3/s)	27.05	22.19	18.39	13.79

分区	面积（km^2）	项目	各频率(%)设计值			
			2%	5%	10%	20%
		洪模（$m^3/s/km^2$）	30.06	24.65	20.43	15.32
		洪量(万 m^3)	37.20	29.74	24.09	18.26
SS2-3	0.34	洪峰(m^3/s)	12.42	10.18	8.44	6.33
		洪模（$m^3/s/km^2$）	36.52	29.95	24.82	18.62
		洪量(万 m^3)	14.05	11.24	9.10	6.90
SS2-4	2.69	洪峰(m^3/s)	64.95	53.28	44.15	33.11
		洪模（$m^3/s/km^2$）	24.14	19.80	16.41	12.31
		洪量(万 m^3)	111.19	88.90	71.99	54.57
SS3-1	1.17	洪峰(m^3/s)	34.07	27.77	23.00	17.21
		洪模（$m^3/s/km^2$）	29.12	23.74	19.66	14.71
		洪量(万 m^3)	52.07	41.57	33.51	25.50
SS3-2	0.41	洪峰(m^3/s)	14.72	12.00	9.94	7.44
		洪模（$m^3/s/km^2$）	35.91	29.28	24.24	18.14
		洪量(万 m^3)	18.25	14.57	11.74	8.94
SS3-3	0.67	洪峰(m^3/s)	21.81	17.78	14.72	11.02
		洪模（$m^3/s/km^2$）	32.55	26.54	21.98	16.45
		洪量(万 m^3)	29.82	23.81	19.19	14.60
SS3-4	0.56	洪峰(m^3/s)	18.89	15.40	12.76	9.55
		洪模（$m^3/s/km^2$）	33.74	27.51	22.78	17.05
		洪量(万 m^3)	24.92	19.90	16.04	12.21
SS3-5	0.55	洪峰(m^3/s)	18.62	15.18	12.57	9.41
		洪模（$m^3/s/km^2$）	33.86	27.60	22.86	17.11
		洪量(万 m^3)	24.48	19.54	15.75	11.99
SS4-1	1.92	洪峰(m^3/s)	58.37	47.54	39.37	29.47
		洪模（$m^3/s/km^2$）	30.40	24.76	20.50	15.35
		洪量(万 m^3)	84.54	67.29	54.07	40.89

分区	面积（km^2）	项目	各频率(%)设计值			
			2%	5%	10%	20%
SS4-2	1.43	洪峰(m^3/s)	46.11	37.56	31.10	23.28
		洪模（$m^3/s/km^2$）	32.24	26.26	21.75	16.28
		洪量(万 m^3)	62.97	50.12	40.27	30.45
SS4-3	3.25	洪峰(m^3/s)	88.93	72.43	59.98	44.90
		洪模（$m^3/s/km^2$）	27.36	22.29	18.46	13.82
		洪量(万 m^3)	143.11	113.90	91.52	69.21

2.5 设计风速

工程附近的长期气象站为坎门站。坎门站自 1957 年开始测量至今，其中 1957 年~1977 年为非自记资料，1977 年后为自记资料。收集坎门站 1957 年~2020 年的各方向年极值风速资料，用皮尔逊III型曲线拟合求得坎门站的各重现期设计风速列于表 2.5-1。本工程设计风速采用坎门站的设计风速值。

表 2.5-1　　坎门站各方向组的设计风速　　单位：m/s

风向组 频率(%)	N- NNE	NE- ENE	E- ESE	SE- SSE	S- SSW	SW- WSW	W- WNW	NW- NNW
0.5	36.54	48.84	43.78	47.00	42.08	32.91	35.21	34.18
1	33.91	44.51	40.22	42.75	38.25	30.47	31.94	31.96
2	31.22	40.15	36.58	38.43	34.39	27.98	28.63	29.68
5	27.54	34.32	31.60	32.57	29.19	24.59	24.15	26.52
20	21.49	25.27	23.41	23.15	21.01	19.07	17.03	21.20

2.6 设计潮位

2.6.1 潮汐特性

工程区附近海域属正规半日潮，平均涨、落潮时间 6h 左右，近岸线海区涨潮历时略长于落潮历时；潮差平均 4m 左右，最大潮差近

7m。多年平均潮位 0.23m，平均潮位具明显的季节性变化，月平均最大变幅 0.30m，9 月最高、3 月最低；历史最高潮位 5.34m，低潮位在-3.66m，平均高潮位 2.19m，平均低潮位-1.77m。台风暴潮主要在 6~10 月，年均 4~5 次。统计坎门站和周边洞头站、海门站潮汐特征值见表 2.6.1-1。

表 2.6.1-1　　潮位站潮汐特征值一览表

站名 / 特征值	坎门	洞头	海门
最高潮位（m）	5.34（1994）	4.48（1994）	5.64（1997）
最低潮位（m）	-3.66	-3.54	-2.88
多年平均高潮位（m）	2.19	2.20	2.39
多年平均低潮位（m）	-1.90	-1.83	-1.63
多年平均最高高潮位（m）	3.82	3.78	4.00
多年平均最低高潮位（m）	0.79	0.79	0.87
多年平均最高低潮位（m）	-0.10	0.03	-0.02
多年平均最低低潮位（m）	-3.47	-3.40	-2.38
平均潮位（m）	0.12	0.18	0.30
最大潮差（m）	6.85	6.83	6.87
平均潮差（m）	3.96	4.06	4.02
平均涨潮历时（h：m）	6h 19min	6h 17min	5h 10min
平均落潮历时（h：m）	6h 06min	6h 08min	7h 15min

注意：本工程潮汐特性参照坎门站。

2.6.2 设计潮位

工程附近潮位测站主要为坎门站，建于 1958 年，由海军东海舰队建站观测至 1978 年，以后移交给国家海洋局东海分局管辖，一直观测至今。坎门潮位站距漩门三期工程南端约 2km，其潮位分析成果可以直接用于本工程设计，测站位置见图 2.6.2-1。



图 2.6.2-1　工程附近潮位站位置图

（1）设计高潮位

收集到坎门站 1958 年~2020 年年极值潮位资料，该站的各重现期高潮位经 P-III型频率曲线适线后，各重现期高潮位值与《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》一致。

表 2.6.2-1　　坎门站设计高潮位表　　单位：m

站点	重现期（年）					
	200	100	50	20	10	5
设计高潮位	6.03	5.69	5.34	4.89	4.59	4.25

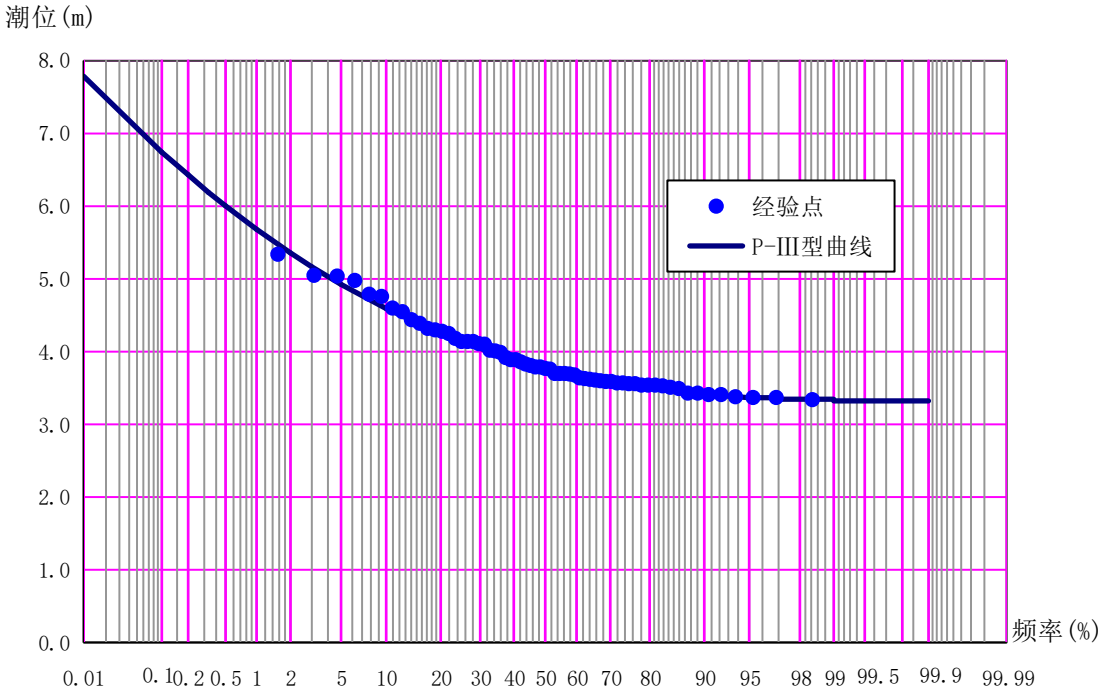


图 2.6.2-2　　坎门站设计高潮位 PIII 型频率曲线图

（2）设计低潮位

统计坎门站的前 10 个年最低潮位的分布显示，坎门站年最低潮位的差异较小，仅为 0.21m，在前 10 个年最低潮位中，不仅由寒潮和台风等异常气候条件减水引起的低潮位，也有天文潮产生的低潮位，但由于其量值相差甚小，因此基本上可以认为该地区异常气候条件的减水不显著。

收集坎门站 1958 年~2020 年年极值潮位资料，采用极值 I 型（耿贝尔型）曲线拟合，得到各重现期设计低潮位列于表 2.6.2-2。

表 2.6.2-2　　坎门站设计低潮位表　　单位：m

站点	重现期（年）					
	200	100	50	20	10	5
设计低潮位	-3.71	-3.67	-3.63	-3.58	-3.54	-3.50

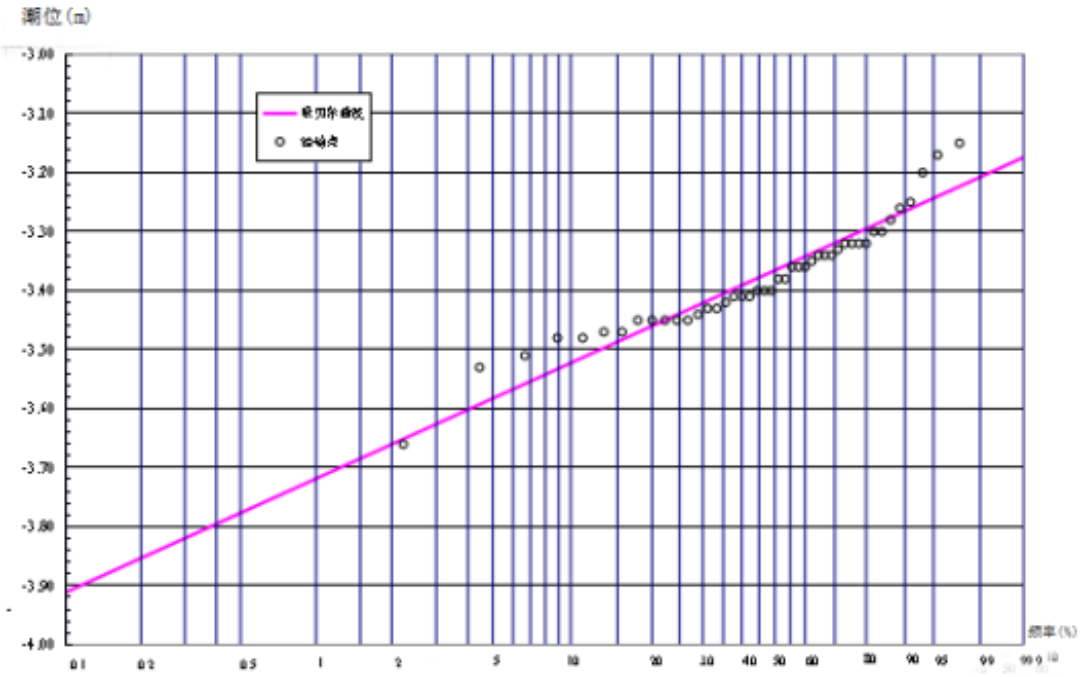


图 2.6.2-3　　坎门站设计低潮位耿贝尔型频率曲线图

根据《玉环县漩门三期围垦工程初步设计报告》（浙江省水利水电勘测设计院，2003.12），海堤设计挡潮标准为 50 年一遇，其 50 年一遇设计高潮位为 5.34m，50 年一遇设计低潮位为-3.63m，与本次计算成果一致。本次 100 年一遇高潮位为 5.69m，100 年一遇低潮位-3.67m。

2.6.3 洪潮遭遇

参考《拓浚排涝可研》，洪潮遭遇分析，暴雨洪水选用玉环站雨量为代表，潮水以坎门站潮位为代表。由两站资料表明，洪、潮为各自独立的样本，具有极强的随机性。

从洪潮遭遇的量级上来看，年最大暴雨多数年份未与年最高潮位相遇。而在年最大暴雨与年最高潮位相遇的年份中，小暴雨与大、中、小高潮遭遇有之，中暴雨与大、中、小高潮遭遇有之，大暴雨与大、中、小高潮遭遇也有之。其中，较大暴雨与较高潮位相遇的年份有1974年、1994年、1997年等。

从洪潮遭遇的时间上来看，绝大多数暴雨的雨峰与高潮的潮峰是前后错开的。其中较为多见的是，大潮峰在前，主雨峰在后。两者之间相互错开的时间有几小时的，也有十几小时的，各次遭遇的时间均无定数。

根据洪潮实际遭遇年份统计，选用较有代表性的1997年8月17日～20日的洪潮过程为设计的典型遭遇。该典型遭遇为暴雨的潮峰在前，雨峰在后，主雨峰与大潮峰之间相互错开7小时。

2.6.4 设计潮型

1997年8月18日最高潮位4.98m，位居实测系列第二高。1997年8月平均高潮位2.49m，比多年平均高潮位2.19m高出0.35m；月平均低潮位-1.81m，比多年平均低潮位-1.90m高出0.09m；月平均潮位0.34m，比多年平均潮位0.23m高出0.11m。

表 2.6.4-1　　设计排涝典型潮位过程表

时序（h）	潮位（m）			
	第 1 日	第 2 日	第 3 日	第 4 日
1	2.36	2.00	1.10	-0.40
2	3.07	3.07	2.45	1.17
3	3.30	3.74	3.46	2.62
4	2.70	4.06	4.07	3.44
5	1.79	3.09	4.06	3.61
6	0.58	1.88	2.83	3.06
7	-0.48	0.68	1.50	1.92
8	-1.09	-0.32	-0.01	0.44
9	-1.13	-0.79	-1.33	-1.10
10	-0.59	-0.60	-1.79	-2.20
11	0.30	0.11	-1.49	-2.40
12	1.48	1.20	-0.67	-1.82
13	2.34	2.32	0.74	-0.60
14	2.82	4.18	2.01	1.00
15	3.02	4.56	2.96	2.27
16	2.44	4.72	3.32	3.14
17	1.46	3.48	3.20	3.30
18	0.29	1.96	2.24	2.98
19	-0.98	0.84	0.76	1.86
20	-1.83	-0.54	-0.77	0.41
21	-2.06	-1.53	-2.08	-1.18
22	-1.66	-1.48	-2.83	-2.45
23	-0.68	-1.17	-2.78	-2.88
24	0.62	-0.16	-1.86	-2.64

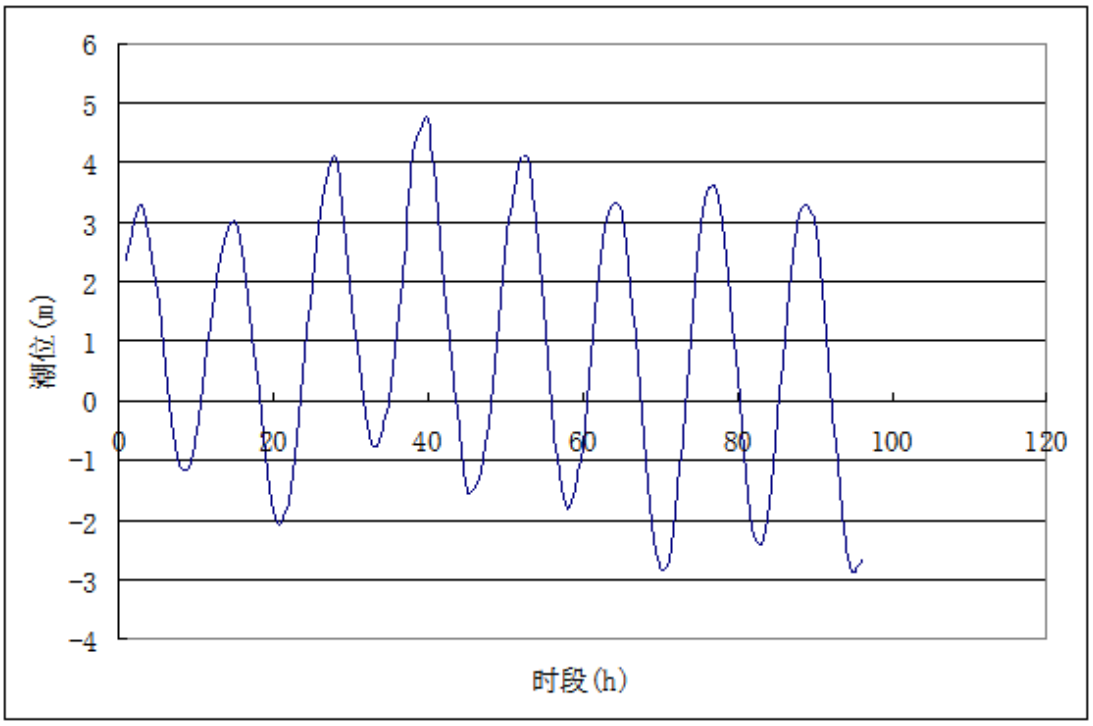


图 2.6.4-1　　设计排涝典型潮位过程线图

2.7 设计波浪

为合理确定设计波浪要素，我公司委托浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院)开展风浪潮沙专题研究，为本次工程设计提供技术支撑，于 2022 年 11 月编制完成了《玉环市漩门三期海塘安澜工程风浪潮沙专题》（以下简称“风浪潮沙专题”），该成果已通过省水利厅海塘专班审查。

2.7.1 波浪模型

根据“风浪潮沙专题”，设计波浪采用 SWAN 模型计算。SWAN 模型是第三代浅水波浪成长数学模型，其基于波作用量守衡方程（无流时简化为谱能量平衡方程），可以用来计算近岸海域风浪的产生、成长以及传播，历年来不断改进。该模型可以用来计算近岸海域风浪

的产生、成长以及传播，在模型中充分考虑摩阻、浅水变形、折射、绕射、反射、破碎、白浪损耗、波浪再生等问题。

SWAN 模式能够描述在浅水区特定的风、流和水下地形条件下的波浪场的演化。控制方程如下：

$$\frac{\partial}{\partial t}N+\frac{\partial}{\partial x}C_xN+\frac{\partial}{\partial y}C_yN+\frac{\partial}{\partial \sigma}C_\sigma N+\frac{\partial}{\partial \theta}C_\theta N=\frac{S}{\sigma}$$

式中 N 为波作用量，σ为波的相对频率，θ为波向，S 项为源汇项。式中左端第一项为波作用量的局地变化；第二、三项为波作用量在地理空间上的传播，其中 C_x 和 C_y 分别为波作用量在 x 和 y 方向上的传播速度；第四项为由于水深和水流变化造成的相对频率变化，其中 C_σ 为波作用量在频率空间中的传播速度；第五项为水深和流产生的波浪折射，其中 C_θ 为波作用量在波向空间中的传播速度。波作用量方程的离散基于迪卡尔坐标下的隐式差分，对于波的传播和源项采用固定的时间步长。

2.7.2 计算条件与模型范围

漩门三期海塘由坎门海堤、干江海堤组成，各海塘朝向略有差异，因此针对各海塘朝向分别设置计算条件及计算网格。

（1）坎门海堤南段

坎门海堤南段由两段组成，西段朝向 SSE（约 158°），东段朝向 S（约 188°），该堤位于开敞海区，受外海涌浪和风浪作用。计算波向为主风向并验算左右各 22.5 度、45°方向，即 ESE、SE、SSE、S、SSW、SW 共 6 个方向。

综合考虑测站波浪大小及起波点与测站距离远近，ESE、SE、SSE向采用大陈站设计波浪要素为外海边界起波条件，S向采用南麂站设计波浪要素为外海边界起波条件，同时以相应方向组同频率设计风速为风能输入条件，并假定风速在计算范围内均匀分布。模型采用矩形网格，按二重嵌套计算，大区网格尺寸DX=DY=100m，小区网格尺寸DX=DY=20m，模型范围见图2.7.2-1。

（2）坎门海堤北段

坎门海堤北段朝向SE（约125°），该堤位于开敞海区，受外海涌浪和风浪作用。计算波向为主风向并验算左右各22.5度、45°方向，即E、ESE、SE、SSE、S共5个方向。

其中E、ESE、SE、SSE向采用大陈站设计波浪要素为外海边界起波条件，S向采用南麂站设计波浪要素为外海边界起波条件，同时以相应方向组同频率设计风速为风能输入条件，并假定风速在计算范围内均匀分布。模型采用矩形网格，按二重嵌套计算，大区网格尺寸DX=DY=100m，小区网格尺寸DX=DY=20m，模型范围见图2.7.2-1。

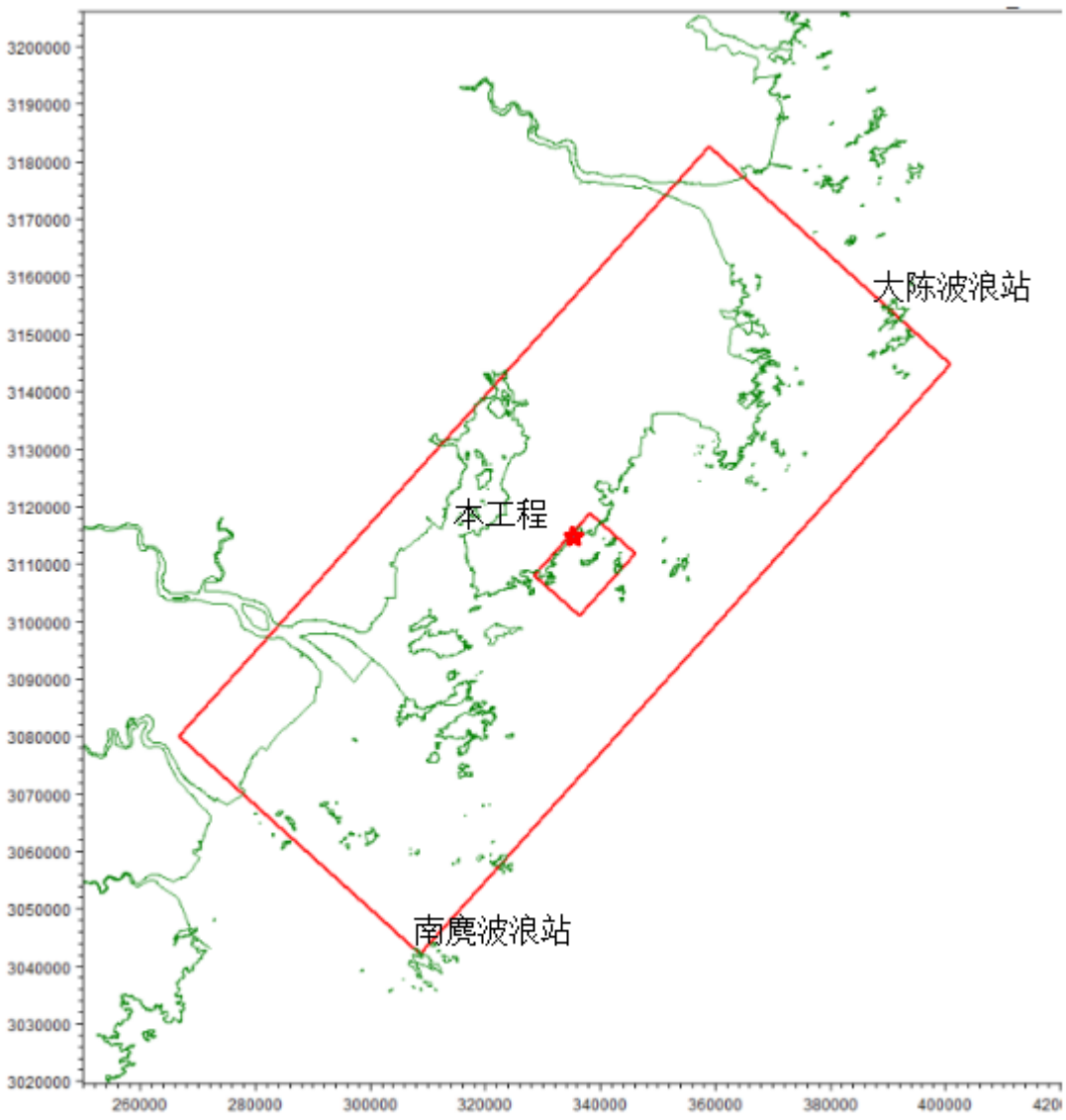


图 2.7.2-1　本工程（ENE~S 向）波浪模型网格范围示意图

2.7.3 外海波浪要素

工程附近的外海长期波浪观测站为大陈站和南麂站，根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》，大陈、南麂不同重现期波要素参见表 2.7.3-1、表 2.7.3-2。由表可见，大陈站波高大于南麂站，因此 ENE、E、ESE、SE、SSE 向外海波要素选用大陈站的值，S 向外海波要素选用南麂站的值。

表 2.7.3-1　　大陈站重现期波要素表

重现期	波要素	N-NNE	NE-ENE	E-ESE	SE-SSE	S-SSW	SW-WSW
200	$H_{1/10}$(m)	13.4	15	14.4	11.4	9.2	7.7
	T(s)	17.1	18.3	16.6	16.1	16.1	12
100	$H_{1/10}$(m)	12.2	13.5	12.8	10.5	8.5	7.1
	T(s)	16.2	17.3	15.9	15.5	15.2	11.5
50	$H_{1/10}$(m)	10.9	11.8	11.1	9.5	7.7	6.4
	T(s)	15.2	16.2	15.1	14.8	14.2	11
20	$H_{1/10}$(m)	9.3	9.7	9	8.2	6.7	5.4
	T(s)	13.9	14.7	14	13.9	12.9	10.2
10	$H_{1/10}$(m)	7.9	8	7.3	7.1	5.8	4.6
	T(s)	12.8	13.4	13.1	13	11.8	9.5

表 2.7.3-2　　南麂站重现期波要素表

重现期	波要素	N-NNE	NE-ENE	E-ESE	SE-SSE	S-SSW	SW-WSW
200	$H_{1/10}$(m)	8.7	11.6	14.7	8.7	7.1	5
	T(s)	14.5	17.7	17.8	14.9	14.3	9.2
100	$H_{1/10}$(m)	7.9	10.7	13.2	8.1	6.4	4.6
	T(s)	13.3	16.2	16.8	14.1	13.1	8.7
50	$H_{1/10}$(m)	7	9.7	11.5	7.4	5.6	4.2
	T(s)	12	14.5	15.7	13.2	11.8	8.2
20	$H_{1/10}$(m)	5.8	8.3	9.3	6.4	4.7	3.7
	T(s)	10.3	12.2	14	12	10.1	7.6
10	$H_{1/10}$(m)	4.9	7.2	7.6	5.5	3.9	3.2
	T(s)	9.1	10.4	12.7	11	8.7	7.1

2.7.4 计算结果

在漩门三期坎门段海塘前沿半波长位置设 10 个波浪测点，从模型中提取各工况下的设计波要素，其中坎门海堤南段 2 个、坎门海堤北段 7 个、目鱼闸 1 个，测点位置见图 2.7.4-1。

海塘前沿海床坡度分别为坎门海堤南段约 1/380，坎门海堤北段约 1/300~1/400 局部小于 1/500，破波参数分别取 0.61~0.62、0.6~0.636。

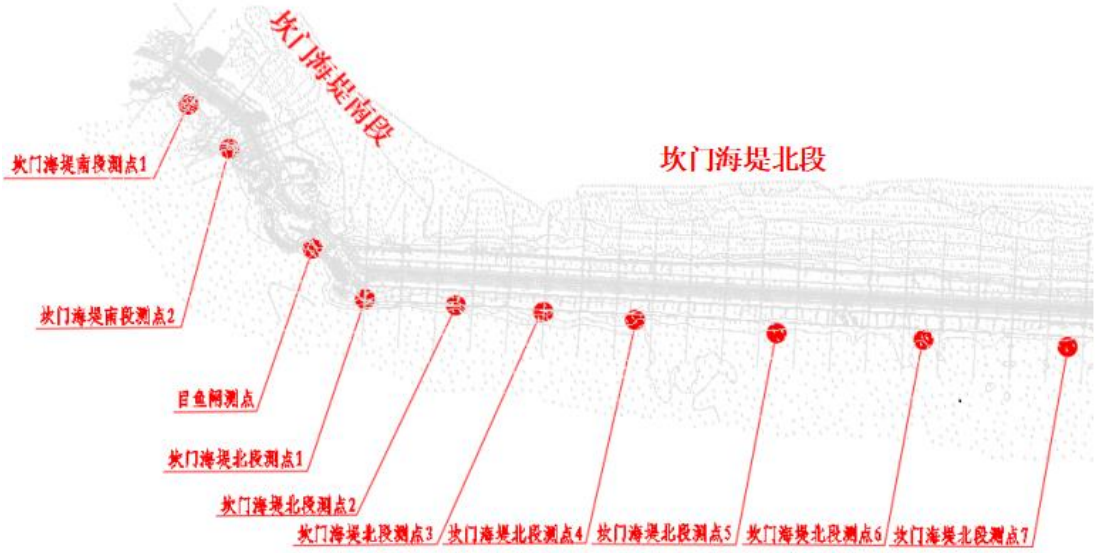


图 2.7.4-1　　波浪测点位置图

表 2.7.4-1　　坎门海堤南段 100 年一遇波浪组合 100 年一遇高潮位堤前设计波要素表

方向组	来波角度	测点	水深(m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
E~ESE	113°	1#	9.65	3.35	5.98*	5.70	5.37	5.26	4.68	5.98	15.9	151	149
		2#	9.69	3.32	5.91*	5.74	5.40	5.28	4.68	5.91	15.9	151	147
SE~SSE	135°	1#	9.65	3.47	5.98*	5.83	5.50	5.39	4.81	5.98	15.5	147	154
		2#	9.69	3.47	5.91*	5.91*	5.57	5.45	4.85	5.91	15.5	147	152
	158°	1#	9.65	3.47	5.98*	5.83	5.50	5.39	4.81	5.98	15.5	147	155
		2#	9.69	3.47	5.91*	5.91*	5.57	5.45	4.85	5.91	15.5	147	153
S~SSW	180°	1#	9.65	3.28	5.89	5.60	5.28	5.16	4.59	5.98	13.1	123	161
		2#	9.69	3.31	5.91*	5.73	5.39	5.27	4.67	5.91	13.1	123	158
	203°	1#	9.65	3.11	5.69	5.40	5.08	4.97	4.40	5.98	9.9	90	163
		2#	9.69	3.18	5.86	5.56	5.22	5.10	4.51	5.91	9.9	90	160
SW~WSW	225°	1#	9.65	2.25	4.48	4.22	3.92	3.82	3.32	5.98	9.1	82	165
		2#	9.69	2.38	4.72	4.44	4.14	4.03	3.50	5.91	9.1	82	163

备注：*表示波浪已破碎，该波高为破波波高。

表 2.7.4-2　　坎门海堤北段 100 年一遇波浪组合 100 年一遇高潮位堤前设计波要素表

方向组	来波角度	测点	水深(m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
E~ESE	90°	1#	9.32	3.49	5.87*	5.87*	5.85	5.71	5.02	5.87	15.9	148	124
		2#	10.06	3.41	6.04*	6.04*	5.69	5.56	4.89	6.04	15.9	154	124
		3#	8.88	3.40	5.59*	5.59*	5.59	5.52	4.86	5.59	15.9	145	125
		4#	9.04	3.36	5.60*	5.60*	5.57	5.44	4.80	5.60	15.9	146	124
		5#	9.04	3.30	5.51*	5.51*	5.36	5.24	4.65	5.51	15.9	146	125
		6#	8.63	3.13	5.18*	5.18*	5.18	5.07	4.47	5.18	15.9	143	125
		7#	8.87	3.01	5.32*	5.32*	5.07	4.94	4.34	5.32	15.9	145	123
	113°	1#	9.32	3.64	5.87*	5.87*	5.87	5.87	5.20	5.87	15.9	148	141
		2#	10.06	3.58	6.04*	6.04*	5.92	5.78	5.10	6.04	15.9	154	141
		3#	8.88	3.54	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	5.03	5.59	15.9	145	140
		4#	9.04	3.48	5.60*	5.60*	5.60*	5.59	4.94	5.60	15.9	146	140
		5#	9.04	3.47	5.51*	5.51*	5.51*	5.45	4.85	5.51	15.9	146	140
		6#	8.63	3.30	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.68	5.18	15.9	143	142
		7#	8.87	3.19	5.32*	5.32*	5.30	5.17	4.56	5.32	15.9	145	141

方向组	来波角度	测点	水深(m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
SE~SSE	135°	1#	9.32	3.69	5.87*	5.87*	5.87*	5.87*	5.26	5.87	15.5	144	150
		2#	10.06	3.65	6.04*	6.04*	6.01	5.87	5.19	6.04	15.5	150	150
		3#	8.88	3.60	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	5.10	5.59	15.5	141	148
		4#	9.04	3.54	5.60*	5.60*	5.60*	5.60*	5.01	5.60	15.5	142	149
		5#	9.04	3.52	5.51*	5.51*	5.51*	5.51*	4.91	5.51	15.5	142	149
		6#	8.63	3.37	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.76	5.18	15.5	139	150
		7#	8.87	3.27	5.32*	5.32*	5.32*	5.27	4.65	5.32	15.5	141	151
	158°	1#	9.32	3.67	5.87*	5.87*	5.87*	5.87*	5.24	5.87	15.5	144	155
		2#	10.06	3.64	6.04*	6.04*	5.99	5.85	5.17	6.04	15.5	150	155
		3#	8.88	3.58	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	5.08	5.59	15.5	141	153
		4#	9.04	3.51	5.60*	5.60*	5.60*	5.60*	4.98	5.60	15.5	142	154
		5#	9.04	3.51	5.51*	5.51*	5.51*	5.49	4.89	5.51	15.5	142	153
		6#	8.63	3.35	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.73	5.18	15.5	139	155
		7#	8.87	3.26	5.32*	5.32*	5.32*	5.26	4.64	5.32	15.5	141	156

方向组	来波角度	测点	水深(m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
S~SSW	180°	1#	9.32	3.56	5.87*	5.87*	5.87*	5.80	5.10	5.87	13.1	121	164
		2#	10.06	3.53	6.04*	6.04*	5.85	5.72	5.04	6.04	13.1	125	165
		3#	8.88	3.49	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	4.97	5.59	13.1	118	162
		4#	9.04	3.41	5.60*	5.60*	5.60*	5.51	4.86	5.60	13.1	119	163
		5#	9.04	3.37	5.51*	5.51*	5.46	5.34	4.74	5.51	13.1	119	163
		6#	8.63	3.25	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.62	5.18	13.1	116	166
		7#	8.87	3.19	5.32*	5.32*	5.30	5.17	4.56	5.32	13.1	118	168

备注：*表示波浪已破碎，该波高为破波波高。

表 2.7.4-3　　水闸 100 年一遇波浪组合 100 年一遇高潮位堤前设计波要素表

方向组	来波角度	测点	水深(m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
E~ESE	113°	目鱼闸	9.79	3.37	5.87*	5.87*	5.60	5.47	4.82	5.87	15.9	152	146
SE~SSE	135°	目鱼闸	9.79	3.51	5.87*	5.87*	5.78	5.65	4.99	5.87	15.5	148	154
	158°	目鱼闸	9.79	3.53	5.87*	5.87*	5.80	5.67	5.01	5.87	15.5	148	155
S~SSW	180°	目鱼闸	9.79	3.44	5.87*	5.87*	5.69	5.55	4.90	5.87	13.1	123	162
	203°	目鱼闸	9.79	3.36	5.87*	5.87*	5.58	5.45	4.80	5.87	9.9	90	165
SW~WSW	225°	目鱼闸	9.79	2.74	5.40	5.09	4.74	4.62	4.02	5.87	9.1	82	168

备注：*表示波浪已破碎，该波高为破波波高。

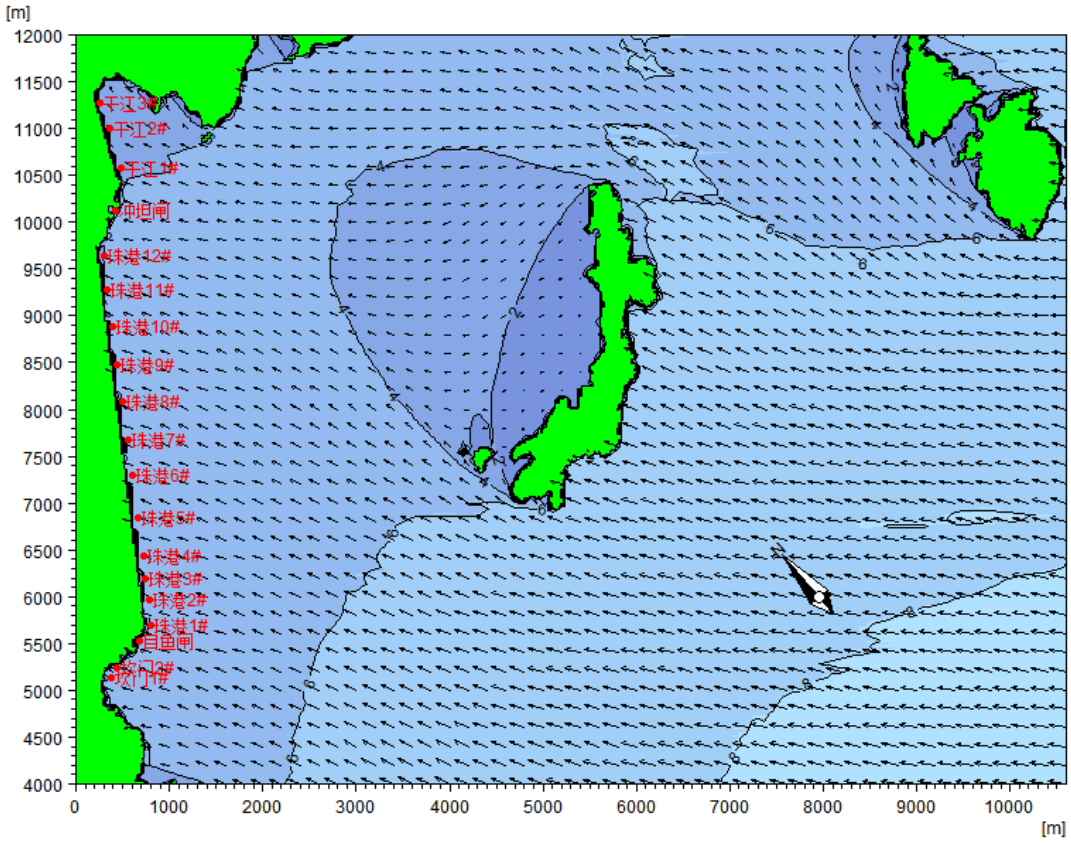


图 2.7.4-2　SE～SSE 方向组漩门三期海塘前沿海域 Hs 分布图

本工程处海塘以 SE~SSE 来波方向组的波高最大，其中坎门海堤南段前沿的有效波高 Hs 为 4.81m~4.85m，波周期为 15.5s，波长 147；坎门海堤北段前沿的有效波高 Hs 为 4.64m~5.26m，波周期为 15.5s，波长 139~142m。目鱼闸前沿的有效波高 Hs 为 5.01m，波周期为 15.5s，平均波长分别为 148m。

有效波高换算为各累积率波高后，如不考虑破碎坎门海堤北段 $H_{1\%}$最大可达 6.7m，但由于坎门海堤堤前水深不大，海床坡度平缓，破波参数较小，受破碎波高限制，$H_{1\%}$最大为 6.04m。

2.8 塘前冲积分析

2.8.1 泥沙

工程水域平均含沙量为 0.180kg/m³，其中大、小潮期间平均含沙量分别为 0.206kg/m³和 0.154kg/m³。

工程水域总体涨、落潮含沙量较为接近。相比之下，涨潮含沙量大于落潮含沙量。大潮期间，工程水域平均涨、落潮含沙量分别为 0.225kg/m³和 0.192kg/m³。小潮期间，工程水域平均涨、落潮含沙量分别为 0.161kg/m³和 0.138kg/m³。

2.8.2 冲淤分布

“波浪潮沙专题”收集了工程海域 1988 年海图（1：2.5 万）、2011 年测图（1：1 万）、2014 年海图（1：3.5 万）、2019 年测图（1：2.5 万）等 4 次历史水下地形资料，结合本工程 2022 年 9 月实测资料对工程所在海域近年来的海床冲淤情况进行分析。

绘制工程附近 1988～2011 年、2011～2014 年、2014～2019 年、1988～2019 年冲淤变化分布见图 2.7.2-1～图 2.7.2-4，分析 30 多年来漩门三期海堤外侧海床冲淤变化情况。其中 1988 年基本可代表本工程前地形，2011 年基本可代表工程实施后初期地形，2014 年、2019 年基本可代表工程实施后中后期地形。

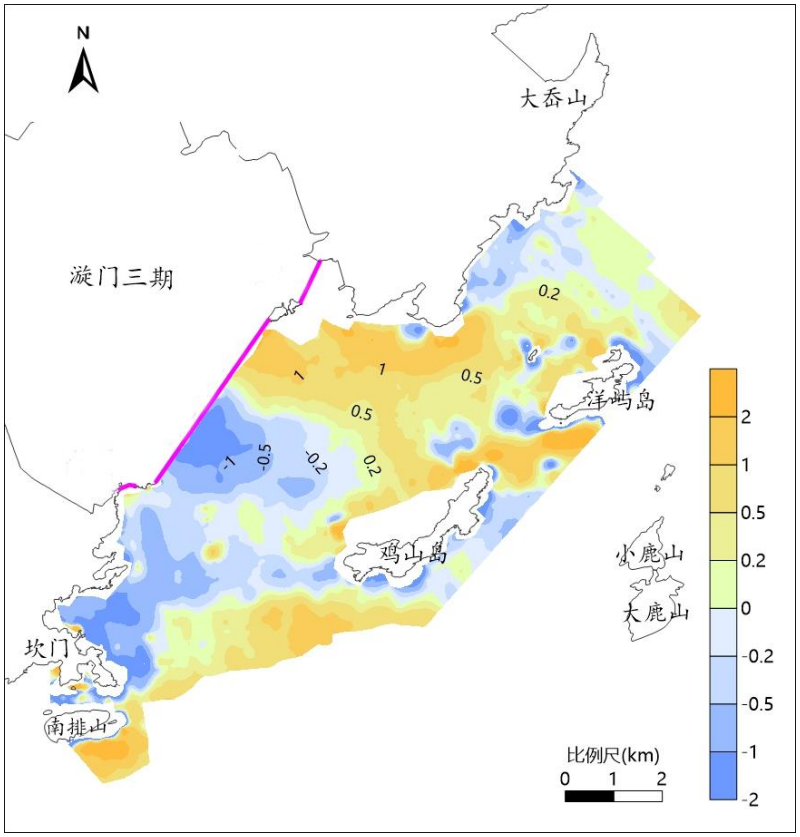


图 2.8.2-1　1988-2011 年漩门三期海堤外侧海域冲淤分布图(m)

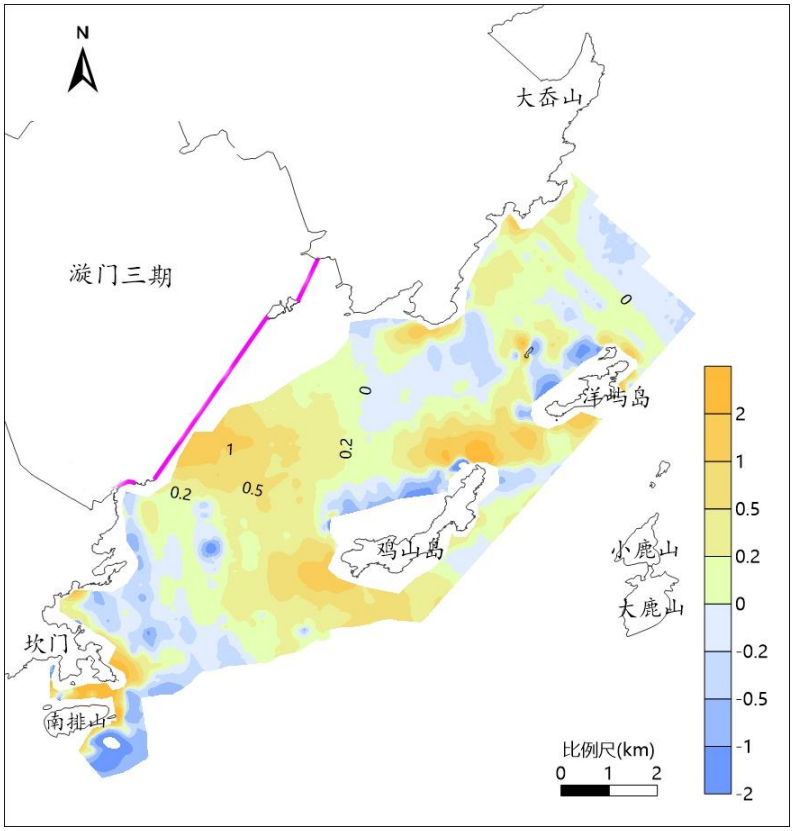


图 2.8.2-2　2011-2014 年漩门三期海堤外侧海域冲淤分布图(m)

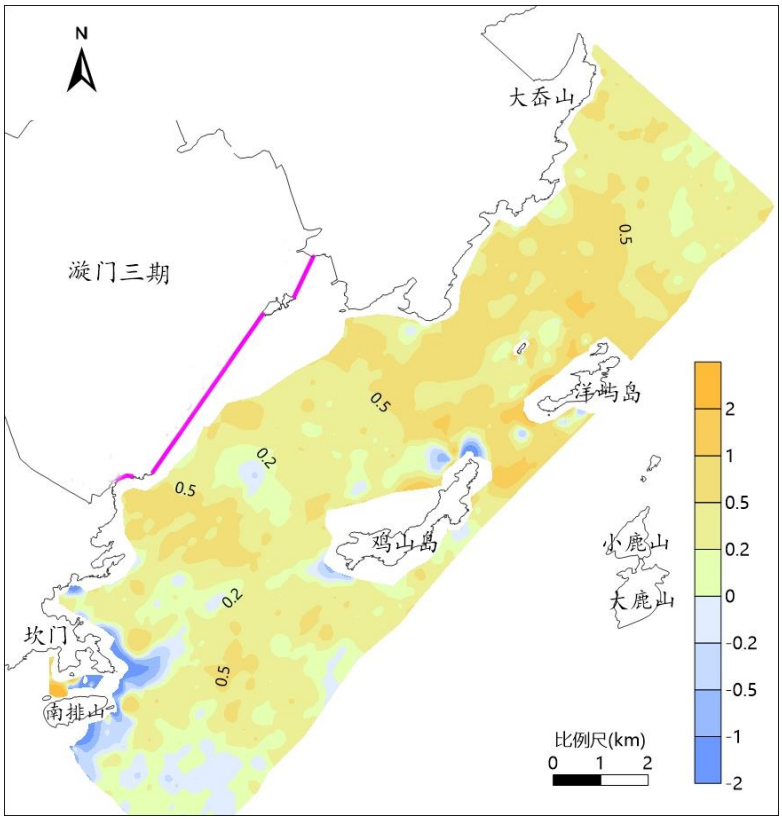


图 2.8.2-3　2014-2019 年漩门三期海堤外侧海域冲淤分布图(m)

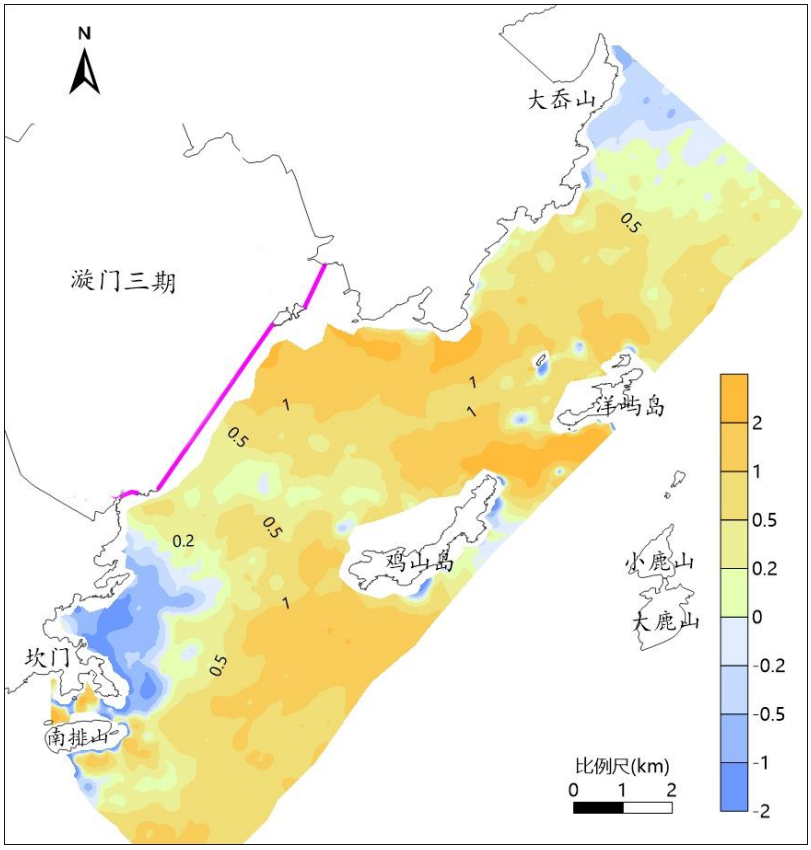


图 2.8.2-4　1988-2019 年漩门三期海堤外侧海域冲淤分布图(m)

由冲淤变化图来看，该海域海床变化受漩门三期工程影响很大。漩门三期围堤于 2006 年 5 月 29 日开工建设，2010 年 11 月 24 日大坝实现龙口合龙，2016 年 6 月 28 日完工。龙口长 1.5km，位于坎门海堤北段，在其余堤段建成后，龙口仍保留了约 1 年时间。从 1988～2011 年冲淤分布图来看，期间海堤外侧北部受围堤影响明显淤积，近堤区域最大淤积幅度达 2m 以上，海堤外侧坎门段则因施工期龙口流速增大，明显呈冲刷态势，近堤区最大冲刷幅度约为 1.7m；2011～2014 年，南部区域则明显呈淤积态势，最大淤积幅度约 1.9m；2014～2019 年，漩门三期外侧海域普遍淤高，最大淤积幅度超过 0.5m。

从 1988～2019 年总体冲淤分布图来看，西南侧坎门附近略有冲刷，冲刷幅度大部分在 0.5m 以内，其余区域总体呈淤积状态。坎门附近区域在三期工程实施前为落潮流影区，工程实施后围堤导流致使该区域流速增大，故而发生冲刷，但冲刷区离坎门堤有一段距离，对坎门堤无影响。

2.8.3 冲淤分析

根据资料情况，在坎门海堤南北段布设 KM1、Km^2、KM3 共 3 条剖面（图 2.8.3-1），分别绘制各剖面 1988 年以来断面形态变化情况。断面自岸向海布置，其断面形态变化见图 2.8.3-2、图 2.8.3-3、图 2.8.3-4。

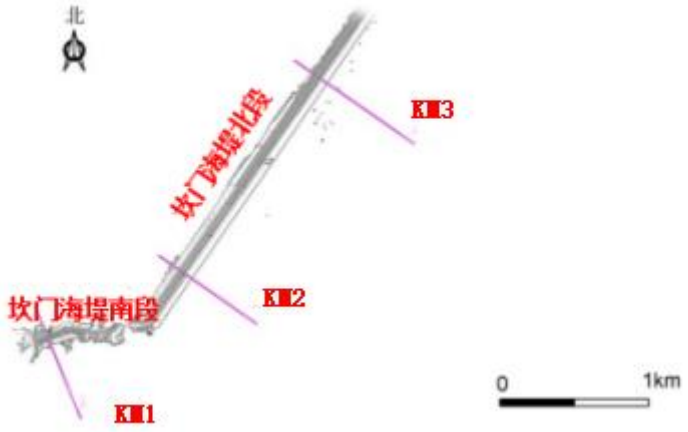


图 2.8.3-1　断面位置图

坎门海堤南段沿线礁岩基本出露，局部堤段有淤泥覆盖，海堤坡脚线基本位于基岩上。1988 至 2011 年间，坎门海堤南段外侧近区涂面高程变幅很小，2011 年后略有淤高，KM1 断面位置 2011 至 2019 年淤幅基本在 0.3m 以内，2019 至 2022 年淤幅基本在 0.2m 以内。

坎门海堤北段位置沿线均为淤泥。坎门海堤北段曾为龙口位置，其近区 1988 至 2011 年发生冲刷，代表断面 Km^2、KM3 最大冲刷幅度分别约 0.6m、1.1m，2011 年之后逐渐淤高，2011 至 2022 年代表断面 Km^2、KM3 海堤近区最大淤积幅度分别约 0.7m、1.2m。

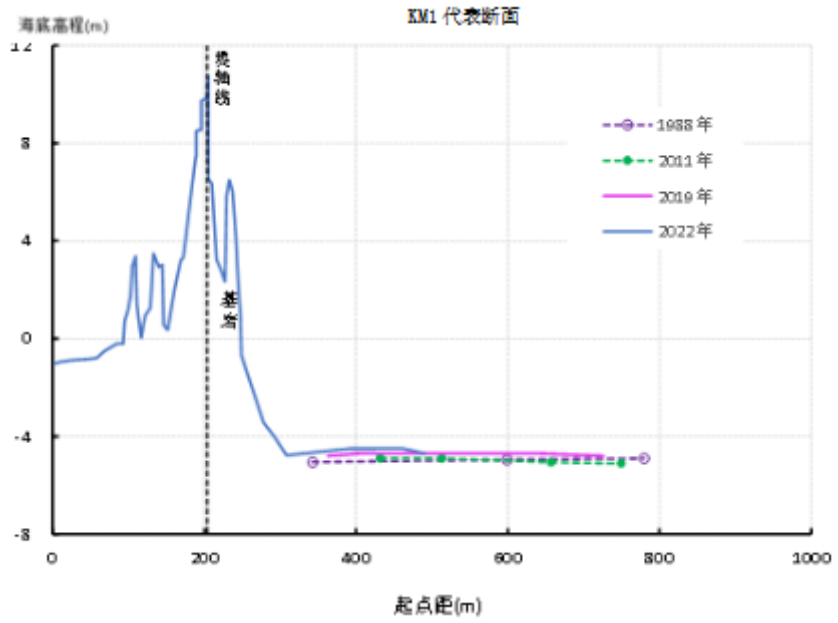


图 2.8.3-1　坎门海堤北段代表断面剖面形态变化图

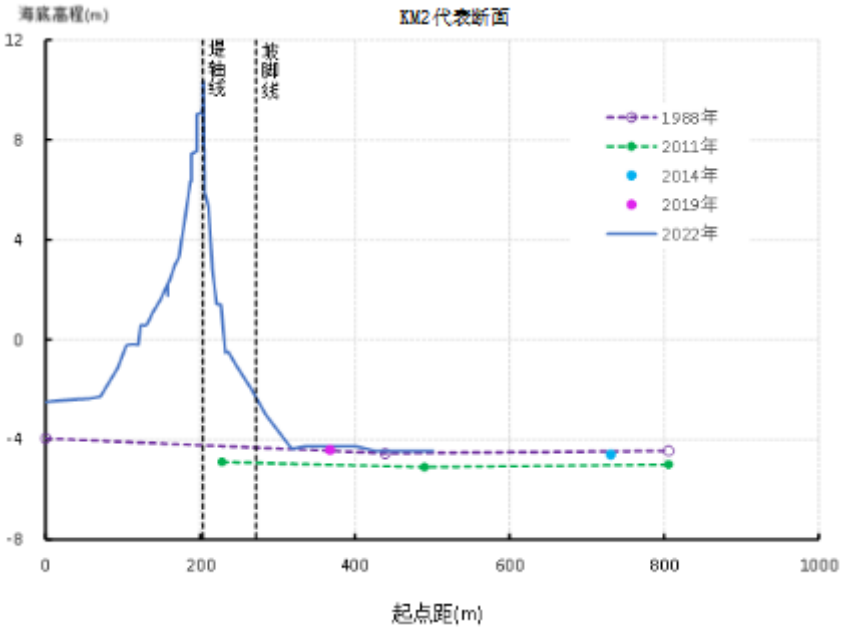


图 2.8.3-2　坎门海堤南段代表断面剖面形态变化图

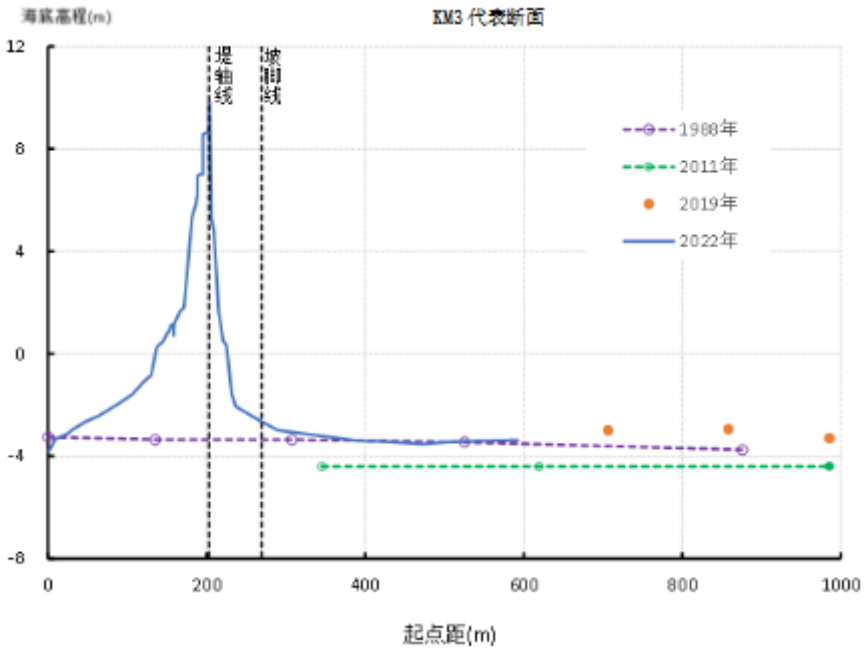


图 2.8.3-3　坎门海堤南段代表断面剖面形态变化图

总体来说，漩门湾外侧海域受三期工程影响总体呈淤积状态，坎门段淤积幅度基本为 0.2～0.5m。

工程海区淤积包括两方面原因，一是该海区位于浙闽泥质沉积带中，冬季从长江口输出的大部分悬浮泥沙在潮流的作用下经杭州湾和近岸区域向南输运，使浙闽泥质带整体上呈现出淤涨的态势。二是漩门三期海堤的建设造成工程海区局地流态和流速的改变，调整了工程海区局地的冲淤演变格局。由于围堤的建设，围堤附近的流向和流速均有较大改变。工程实施前，堤坝位置的潮水流向基本垂直于堤线，海堤建成后，由于海堤的阻隔，流向在海堤前沿基本平行于堤线，海堤前沿流速总体减小。由于流速的减小，水流的挟沙能力降低，而含沙量在围垦前后基本保持不变，因此海堤附近床面总体淤积。工程后，坎门东侧流速有所增加，导致此处海域呈现侵蚀态势，但冲刷区离坎门堤有一段距离，对坎门堤无影响。值得注意的是，由于工程前后测

图间隔 22 年，海域海床变化受制的因素较多，测图水深的比较仅大致反映漩门三期工程实施对海域影响的基本面貌。海堤建成对局地海域冲淤演变格局的调整是暂时的，当海域流场和地貌形态相互匹配后，海域地貌将达到新的平衡状态。

本处波浪较大，特别是坎门海堤南段直面外海，在台风来临时由于大浪侵袭塘脚存在淘刷风险，应注意波浪冲深问题，建议加强观察，险情出现时及时采取抛填块石等应急保滩措施。

2.9 海堤内侧设计波浪

本次对坎门海堤北段桩号位置 K0+336、K0+586、K1+086、K1+486、K2+286 六个典型位置处新城湖侧波浪参数进行计算，》根据《拓浚排涝可研》综合考虑，新城湖常水位为 0.2m。断面桩号位置如下图所示。

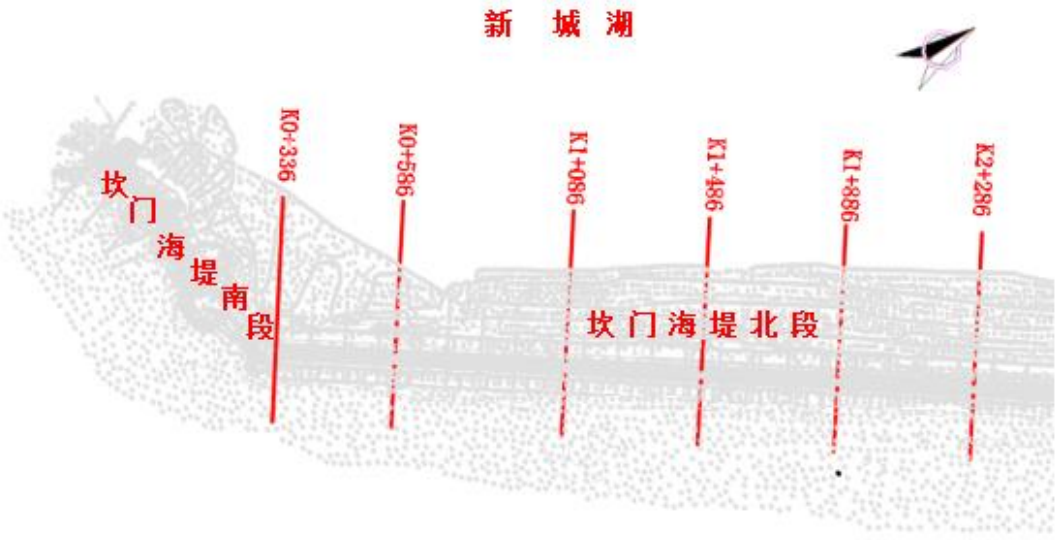


图 2.9-1　海堤内侧波浪要要素计算桩号位置图

根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014），进行相关计算，计算公式如下：

$$\frac{gh_m}{W^2}=0.13th\left[0.7\left(\frac{gH_m}{W^2}\right)^{0.7}\right]th\left\{\frac{0.0018\left(\frac{gD}{W^2}\right)^{0.45}}{0.13th\left[0.7\left(\frac{gH_m}{W^2}\right)^{0.7}\right]}\right\}$$

$$T_m=4.438h_m^{0.5}$$

$$L_m=\frac{gT_m^{\ 2}}{2\pi}\tanh\frac{2\pi H}{L_m}$$

式中：h_m—平均波高（m）；

T_m—平均波周期（s）；

W—计算风速采用百年一遇风速，m/s；

D—风区长度（m）；

H_m—水域平均水深（m）；

g—重力加速度，取 9.81m/s^2；

L_m—平均波长（m）；

表 2.9-1　　海堤内侧波浪要素计算成果表

位置	桩号	水域平均水深 Hm	计算风速 W	风区长度 D（m）	波高（m）	平均波周期（s）	波长（m）
坎门北段海堤内侧	K0+336	3.10	40.22	3000	0.77	3.89	23.64
	K0+586	4.07	40.22	3200	0.86	4.11	26.37
	K1+086	4.58	40.22	3500	0.91	4.23	27.97
	K1+486	4.60	40.22	3500	0.91	4.23	28.01
	K2+286	4.55	40.22	3950	0.94	4.29	28.77

2.10 自动测报系统

本次项目区无波浪观测系统，为满足海洋部门防灾减灾的需要，初步考虑在坎门海堤处设置一处波浪观测站，波浪观测站与玉环市水利系统和坎门潮位站衔接共享数据。

波浪观测站依据技术先进、运行可靠、维护方便、经济合理的原则，拟采用压力式潮位仪测波与雷达波潮仪相结合的方式，在海塘前沿开展波浪观测，以期获取连续的波浪观测数据。

该系统主要采用压力测波潮位仪和雷达波潮仪数据采集系统，其中压力式潮位仪主要用于测量水体的水深，根据水深变化计算出潮汐变化，再通过雷达波潮仪数据采集系统生成数据报文，再通过 4G 信号传回岸基，通过手机移动网络进行数据传输，数据实时传回服务器。

初步估测该观测系统投资为 58 万元。

3 工程地质

3.1 概述

玉环市海塘安澜工程(漩门三期坎门段海塘)包含 2 段海堤和一座水闸，海塘分别为：坎门海堤南段（K0+000～K0+336）、坎门海堤北段（K0+336～Z2+486），总长 2486m。

3.1.1 勘察内容、目的和任务

3.1.1.1 目的

本阶段勘察是在前期勘察设计工作的基础上，通过资料收集、工程地质调查与测绘、钻探、原位测试、水文地质试验及室内试验等综合勘察方法，基本查明海堤沿线场地的水文地质条件与工程地质条件，提供相应的地质参数，为本海塘提标加固工程方案比选、方案设计和可行性研究阶段编制设计文件提供可靠的工程地质资料。按相关规程完成地质勘察工作，提供满足设计要求的地质勘察报告。

3.1.1.2 任务

本阶段具体勘察任务如下：

（1）查明工程区的区域地质构造，区域地质稳定性，确定场地地震动参数，并对工程场地的构造稳定性作出评价。

（2）查明堤线区地貌单元与微地貌类型、特征，为设计方案的选择提供地质依据。

（3）查明工程区地基土层的的成因类型和分布规律；查明各岩土层的主要物理力学性质，特别是工程地质性质不良的特殊土层（如软土、粉砂土）、夹层或透镜体的分布、性质和特点，分析与评价岩土层工程地质性质。

（4）查明工程沿线各工程地质单元（段）及邻近区的工程地质条件，并对海堤岸坡抗滑稳定等主要工程地质问题作出评价，提出相应的处理措施。

（5）查明拟建海堤、水闸各建筑物地基工程地质与水文地质条件，对存在的主要工程地质问题进行评价，提出地基加固处理建议。

（6）查明场地地下水类型、埋藏条件、岩土层渗透特性，评价环境水和土对建筑材料的腐蚀性。基本查明建设场地环境地质问题，预测工程建设后环境地质变化。

（7）针对场地工程地质和水文地质条件，提出可能存在的问题，以及处理方案建议。

（8）结合本工程特点，评价工程建设期间和工程建设后可能诱发的工程地质问题，以及处理方案建议。

（9）进行天然建筑材料勘察与调查，简述天然建筑材料的类别，料场的产地位置、地质条件、开采运输条件，评价各料场的储量和质量。

3.1.2 勘察所依据的技术标准

3.1.2.1 国家标准

（1）《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008）

（2）《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）

（3）《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）

（4）《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）(2016 年版)

（5）《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)

（6）《工程测量规范》（GB50026-2016）

（7）《海堤工程设计规范》（GB/T 51015-2014）

（8）《地基动力特性测试规范》(GB/T 50269-2015)

（9）《工程岩体分级标准》（GB/T 50218-2014）

（10）《土工试验方法标准》(GB/T50123-2019)

（11）《岩土工程勘察安全规范》（GB50585-2019）

（12）《水利工程建设标准强制性条文（2020 年版）》。

3.1.2.2 行业标准

（1）《中小型水利水电工程地质勘察规范》（SL 55-2005）

（2）《堤防工程地质勘察规程》（SL 188-2005）

（3）《水闸与泵站工程地质勘察规范》（SL704-2015）

（4）《水电水利工程钻孔土工试验规程》（DL/T 5354-2006）

（5）《水工建筑物抗震设计规范》(DL5073-2018)

（6）《水利水电工程注水试验规程》(SL345-2007)

（7）《软土地区工程地质勘察规范》（JGJ83-2011）

（8）《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2018）

（9）《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）

（10）《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T87-2012）

（11）《水利水电工程制图标准 勘测图》（SL 73.3-2013）

（12）《水利水电工程钻探规程》（SL291-2020）

（13）《水利水电工程地质测绘规程》（SL 299-2020）

（14）《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）

（15）《静力触探技术标准》（CECS04:88）

（16）《电测十字板剪切试验规程》(YS 5220-2000)

（17）《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011)

（18）《公路路基设计规范》(JTG D30-2015)。

3.1.2.3 浙江省标准

（1）《工程建设岩土工程勘察规范》（DB33/T1065-2019）

（2）《建筑地基基础设计规范》（DB33/1001-2017）

（3）《建筑基坑工程技术规程》（DB33/T1096-2014）。

3.1.2.4 其他相关文件等

（1）《工程地质手册》（第五版）

（2）《浙江省区域地质志》

（3）《区域地质图（黄岩幅）》（1：20 万）

（4）《玉环县漩门三期围垦工程初步设计报告》（浙江省水利水电勘测设计院，2003.09）

3.1.3 勘察工作方法及工作量情况

3.1.3.1 勘察方法

本次勘察采用地质钻探、静力触探、十字板剪切试验、物探以及野外地质调查等方法进行。地质钻探进行孔内钻探取芯、标准贯入试验、重型动力触探试验、水文试验与取样室内试验相结合的方法进行；静力触探采用双桥探头测定锥尖阻力和侧壁摩阻力；十字板剪切试验测定报和软土不排水剪切强度和灵敏度；物探采用微动探测方法进行。各勘探孔外业施工按相关施工规程执行。

3.1.3.2 工作经过及完成实物工作量

野外钻探于 2022 年 7 月 15 日进场，野外共开动钻机设备 8 台，静力触探及十字板剪切试验仪各一套，物探设备 1 套。2022 年 10 月 15 日完成外业钻探。完成工作量见表 3.1.3.5-1《勘察完成实物工作量表》。

表 3.1.3-1　　勘察完成实物工作量表

项　　目	单 位	数 量	备　　注
工程地质测绘	km^2	1.75	复核
钻探孔/进尺	个	20	XY-1 型和 GXY-1 钻机共 8 台（含水上钻探）
	m	930.5	
探坑	个	2	
十字板剪切试验孔	个	5	CLD-3 型十字板剪切试验仪
静力触探/进尺	个	6	WYC 型轻便整体式静探车
	m	301.4	
物探剖面	条	2	微动探测
波速	孔	1	单孔波速
取原状土样	件	362	常规+特殊
取扰动土样	件	8	颗粒分析
勘探点测放	个	66	含复测
引用钻孔	个	4	

3.2 区域地质

3.2.1 自然地理条件

3.2.1.1 地理位置

玉环市位于东经 121°05′38″～121°32′29″，北纬 28°01′32″～28°19′24″。地处浙江省东南部，台州市东南端，东濒东海，南濒洞头洋与温州市洞头区相连，西、西北隔乐清湾与乐清市相望，北、东北

与温岭市接壤。玉环市辖区东西最大距离 33.6 公里，南北最大距离 33.9 公里，总面积 405.5 平方公里，其中陆地 378.5 平方公里，海域面积 1930 平方公里。

3.2.1.2 地形地貌

玉环市地处华南褶皱系华夏褶皱带泰顺——温州断坳区，地势北高南低，丘陵平原相间，山丘面积 248 平方公里。地形分为海岛丘陵、滩涂冲积小平原。玉环市境内岛屿林立，海礁棋布，全境由楚门半岛和玉环本岛以及鸡山、披山、洋屿、大鹿、茅埏、横床等 135 个外围岛屿组成。玉环本岛面积 170 平方公里，是浙江省第二大岛。

玉环市最高峰位于楚门半岛北部清港镇的大雷山，系北雁荡山余脉，海拔 443 米，最低点位于大麦屿街道大岩头前沿水域-104 米。

工程位于玉环市东部沿海，属浙东南沿海丘陵及岛屿区。工程区南、北侧为丘陵，东侧为东海，海塘地貌单元众多，主要为海岛丘陵地貌和滩涂冲积小平原。海塘主要为填海而建，部分修建于丘陵洼地，两侧接山凹海岸，中部多为滩地，海积、坡积、崩积在工程区均有分布，且各种沉积作用交互进行，并伴有冲蚀、淘蚀、剥蚀作用，具有基岩起伏大，软土厚度变化大，碎石类分布规律性差等特点。

3.2.2 地层

工程区位于浙江东南沿海，东濒东海，南濒洞头洋与温州市洞头区相连，西、西北隔乐清湾与乐清市相望，北、东北与温岭市接壤。依据 1：20 万《区域地质图》（黄岩幅），结合工程地质测绘及野外地质调查成果分析，工程区及附近出露地层有前第四纪地层和第四纪地层，现就工程区及附近的出露主要地层分述如下。

3.2.2.1 前第四纪地层

工程区附近出露的前第四纪地层主要为侏罗系上统，岩性为酸性火山碎屑岩，局部夹沉凝灰岩，工程区广泛分布。

（1）侏罗系上统黄尖组 b 段（J_3h^b）：中酸性、酸性火山碎屑岩，岩性以青灰色、紫灰色流纹质晶屑熔结凝灰岩、流纹质晶屑玻屑凝灰岩为主，凝灰结构，流纹及块状构造，为较硬岩，岩体裂隙较发育，岩体完整性较差～一般，深部岩体完整。工程区主要分布在海堤西南侧坎门镇一带。

（2）侏罗系上统诸暨组 a 段（J_3z^a）：岩性主要为中酸性、酸性火山碎屑岩，岩性以灰色、紫灰色流纹质晶屑熔结凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩为主，凝灰结构，流纹及块状构造，为较硬岩，岩体裂隙较发育，浅部岩体完整性较差～一般，深部岩体完整。工程区主要分布在海堤东北侧干江镇一带。

3.2.2.2 第四系

根据收集资料及本次勘察钻探成果分析，工程区及周边地区第四系地层广泛分布。

（1）残坡积、坡洪积层（el-dl-plQ）：残坡积层在低山丘陵区缓坡或坡脚地表普遍发育，主要为灰黄、浅灰、灰色的含碎（块）石粘性土，稍湿～湿，松散～稍密状，碎石粒径一般 2～30cm，碎石含量一般 40%，最大可达 80%。厚度一般 0.0～1.0m 左右。土质不均匀，粗颗粒分布不均匀，厚度变化大，层板顶、底板起伏大。

（2）冲洪积层（al-plQ）：冲洪积层主要为灰黄色的砂砾石层，厚度不均，分布不均。

（3）冲海积层（al-mQ_4）:冲海积层主要为灰色、灰黄色粉细砂层，厚度不大，分布不均，主要呈透镜体状分布于海积层中。

（4）海积层（mQ_4）：上部以淤泥为主，中部为淤泥质土，下部为软塑状为主的粉质黏土、粘土，局部夹粉细砂。厚度大，工程内内广泛分布。

3.2.2.3 侵入岩

工程区附近侵入岩多呈北东呈展布，规模不等，岩性主要为酸性、中酸性钾长花岗岩、钾长花岗斑岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等，呈岩株、岩枝产出，基时代以燕山晚期为主。主要分布于干江镇东部炮台顶及栈头一带，此外在坎门附近少量出露。

燕山晚期酸性侵入岩（$\xi\gamma_5^3$）:岩性为浅肉红色、浅黄色钾长花岗岩，半自形中细粒等粒结构，巨块状构造，岩株状产出，为坚硬岩，岩体完整性较好。

燕山晚期中性侵入岩（$\gamma\pi$）:岩性为灰色石英闪长岩，细粒半自形柱粒或自形柱粒结构，块状构造，岩枝状产出，为坚硬岩，岩体完整性较好。

3.2.3 区域地质构造与地震

3.2.3.1 区域地质构造

工程区位于华南褶皱系（I_2）浙东南褶皱带（II_3）温州～临海拗陷（III8）黄岩～象山断拗（IV_{11}）东部。地质构造以断裂为主，褶皱不发育。区内地质构造表现为主要有北北东向、北东向和南北向断裂为主，其中北东向最发育。其余各组断裂分布比较零星，规模较小。

区内地质构造主要受温州-镇海大断裂和泰顺-黄岩大断裂两条构造形迹影响。工程区内无大规模断裂构造通过，且区域内断裂构造不发育，偶有地区性小规模断层通过，受地区性断层构造影响，区内构造以小规模陡倾角断层为主，节理、裂隙较发育。

3.2.3.2 地震

工程区位于华南沿海地震带东北部， 区域的地震大多数都发生在工程区域北部和南部，地震活动主要受大断裂控制。第四纪以来，工程区地壳以缓慢上升为主，断裂活动微弱，属温州～黄岩稳定亚区。从区域地震历史资料来看，本区近代地震活动少；据历史地震记载，最大的有感地震为 4 级，其余均为微震，区域地质构造稳定性良好。据查《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版），设防水准为 50 年超越概率 10％的地震动参数，基本地震动峰值加速度 0.05g，相应抗震设防烈度 6 度，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s，设计地震分组第二组。

根据场地土层结构及单孔波速试验成果，各土层平均剪切波速和地基土的类型见表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1　　各土层剪切波速表

土层编号	土层剪切波速				土的类型
	范围值（m/s）	平均值（m/s）	范围值（m/s）	平均值（m/s）	
	JZ5			JZ9	
0-3	121～137	130	122～129	126	软弱土
②-2	107～121	117	106～118	113	软弱土
Vse	117		115		

根据现场波速试验结果，地面下 20.0m 深度范围内各土层等效剪切波速 Vse 分别为 115～117 m/s。

根据钻探成果及搜集的资料，区内场地地貌以山间海积平原地块和海积小平原为主，土类型和建筑场地类别可按海岛丘陵地貌和滩涂冲积小平原进行分类。

（1）山前、山间海积平原地块

距离低山丘陵区较近的场地，场地覆盖层厚度小于 3 米的地段，覆盖层以坡洪积卵砾石层或海积的淤泥为主，场地类别属I_0类；I_0类场地条件下，地震动加速度反应谱特征周期值的调整系数 Fn 为 0.8，对应的地震动峰值加速度 a_{max} 为 0.04g。

距离低山丘陵区较远的场地，场地覆盖层厚大于 3m 小于 15m 地段，场地覆盖层以海积的淤泥及淤泥质土为主，场地覆盖土层等效剪切波速 V_{se}≤150 m/s，场地类别属II类。II类场地条件下，地震动加速度反应谱特征周期值的调整系数 Fn 为 1.0，对应的地震动峰值加速度 a_{max} 为 0.05g，对应的建筑场区地震列度为 6 度。确定地震动加速度反应谱特征周期 Tg≤0.40s。

低山丘陵与其相距较近的海岛之间海积的场地，覆盖层厚度一般为 15～80m，场地内 20 米以内主要为软弱的淤泥或淤泥质土，场地覆盖土层等效剪切波速 V_{se}≤150 m/s，场地类别属III类。III类场地条件下，地震动加速度反应谱特征周期值的调整系数 Fn 为 1.3，对应的地震动峰值加速度 a_{max} 为 0.065g，对应的建筑场区地震列度为 6 度。确定地震动加速度反应谱特征周期 Tg=0.55s。

（2）海积小平原

海积小平原区 20 米以内以流塑状淤泥及淤泥质土为主，依据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)表 4.1.3 判定场地土的类型属软弱土；根据本工程钻探资料，测区海积平原区部分地段覆盖层厚度 15～80m,场地覆盖土层等效剪切波速 V_{se}≤150 m/s，确定建筑场地类别为III类。 III类场地条件下，地震动加速度反应谱特征周期值的调整系数 Fn 为 1.3，对应的地震动峰值加速度

a_{max}为 0.065g，对应的建筑场区地震列度为 6 度。确定地震动加速度反应谱特征周期 Tg=0.45s。

测区海积平原区大部分地段覆盖层厚度大于 80 米，场地覆盖土层等效剪切波速 V_{se}≤150 m/s,确定建筑场地类别为IV类, IV类场地条件下，地震动加速度反应谱特征周期值的调整系数 Fn 为 1.25，对应的地震动峰值加速度 a_{max}为 0.0625g，对应的建筑场区地震列度为 6 度。确定地震动加速度反应谱特征周期 Tg=0.65s。

3.2.3.3 区域稳定性

测区新构造运动主要表现为大面积间歇性整体抬升，区内地震主要受东南沿海地震带的影响，地震活动强度和频度均较低，属温州～黄岩稳定亚区。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011—2010）（2016 年版）、《中国地震动参数区划图（GB 18306-2015）》，本场地抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第二组。

综上所述，工程区域新构造运动不明显，工程区及周边地区近代地震皆为微震。近场区构造活动微弱，地震震级小，强度弱，频度低，区域构造稳定。

3.2.4 不良地质作用与特殊岩土

3.2.4.1 不良地质作用

工程区域内场地开阔，地势相对较平坦，不存在岩溶、泥石流、采空区、地面塌陷等地质现象，工程区不良地质现象主要为小规模滑塌、崩塌。

滑塌主要发生在海塘堤身位置及两侧海岸地段。海塘局部地段主要存在不同程度的不均匀沉降和过量沉降，局存在因冲蚀而造成的小规模的塌坍的潜在因素。

海岸地貌段由于海浪的淘蚀作用、卸荷作用，往往形成陡坡，岩体浅部裂隙发育，部分地段存在危岩体，危岩体沿强风化裂隙或卸荷裂隙

3.2.4.2 特殊性岩土

场地内特殊性土主要为软土、填土，以及风化岩和残积土。

3.2.5 水文地质条件

工程区为沿海丘陵及岛屿区地貌，根据地下水的赋存条件，分布特征，可将地下水划分为松散岩类孔隙潜水、承压水和基岩裂隙水三类。地下水接受大气降水和地表水体的补给，向河谷或或地势低洼处排泄。地下水一般径流途径短，循环交替迅速，受气候、季节影响地下水动态变化大。区域水文地质条件简单。

勘察场地地下水主要有孔隙潜水、孔隙承压水和基岩裂隙水，孔隙潜水赋存于上部填土层中，水量较贫乏，渗流条件差，主要接受大气降水和海水的补给，以蒸发和向地势低洼处排泄。孔隙承压水主要分布于3_{sl}层细砂、4_{SL}粉土、⑤层卵砾石，含水层厚度小，且分布连续性差，水量较贫乏，渗流条件一般，承压水头低，主要接受上游补给，以向下游排泄为主。基岩裂隙水赋存于岩石风化与构造裂隙中，一般呈网状、树叉状分布，其总体水量不大，赋水性较差，主要接受大气降水及上覆残坡积层孔隙潜水的入渗补给，水位受松散层厚度及地貌形态影响较大，无稳定地下水位。

工程区内海水对混凝土具有硫酸盐型强腐蚀性。干湿交替作用的湿润、半湿润环境条件下对钢筋混凝土结构中的钢筋具有强腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。

新城湖水对混凝土无腐蚀性。干湿交替作用的湿润、半湿润环境条件下，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。

地下水对混凝土具有硫酸盐型强腐蚀性。干湿交替作用的湿润、半湿润环境条件下对钢筋混凝土结构中的钢筋具有强腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性；

地下水与土相互作用、相互融合，场地地下水水位较高，沿线多为水域及滩涂，环境水污染较少，地基土对建筑材料的腐蚀性与水对建筑材料相近。

3.3 提标加固海塘工程地质条件及评价

3.3.1 坎门海堤南段工程地质条件及评价

3.3.1.1 地形地貌

工程区周边为海岛丘陵和滨海平原，滩涂涂面较稳定，海侧涂面高程一般-1.0～-4.0m 左右，湖侧涂面高程一般-0.5～-1.5m 左右。工程区潮汐作用较强，潮差大，海潮流速急，最大潮差达 7m 左右，坎门海堤南段所处微地貌为海岛丘陵地貌。

3.3.1.2 地层岩性

根据钻探、工程地质测绘、原位测试结合土工试验成果，地基土在勘探深度范围内可划分为 3 个工程地质层组 6 个工程地质层。各孔地层分布情况详见工程地质剖面图，现由新至老分述如下：

0_0 层：混凝土层

灰色，为混凝土浇筑形成。该层分布于海堤堤身、防浪墙等位置。场地全线均有分布。

0_3层：闭气土（淤泥质粉质粘土）

灰色、灰黄色，为人工填筑形成，以淤泥质粉质粘土为主，软可塑。土质不均匀，部分地段为粉质粘土、淤泥质粘土，含少量碎砾石。该层主要为堤后闭气土方。沿海塘背水侧呈条带状分布。

0_4层：堤基填土（碎、块石）

杂色，稍密状，为人工填筑形成，主要由块石、碎石堆填组成，碎块石含量约占 70～90%，块石最大粒径大于 80cm，少量粘性土和砂砾石，碎块石母岩以凝灰岩为主，土质均匀性较差。钻进困难，孔壁易坍塌。

⑤层：卵砾石

杂色，稍密为主，粒径一般 3～6cm，最大 8cm 以上，卵含量 50～60%，砾石含量 20%左右，其余为砂和粘性土充填，胶结较差，分选性一般，磨圆度较好，以亚圆形～次棱角状为主，土质不均，局部为碎块石，低压缩性。钻进时有漏浆现象。

$⑥_2$层：强风化凝灰岩

灰黄色、灰黑色，凝灰质结构，块状构造，矿物风化强烈，节理裂隙发育，裂隙面水锈渲染，岩芯以碎块状、砂状为主，锤击声闷，钻进较快。

$⑥_3$层：弱风化凝灰岩

灰紫色、青灰色，凝灰质结构，块状构造，节理裂隙较发育，岩性以长柱状、短柱状为主，新鲜岩石致密坚硬。锤击声脆，钻进平稳，较缓慢。

场地内勘探揭示各土层分布情况详见坎门海堤《工程地质剖面图》。

3.3.1.3 工程地质评价

3.3.1.3.1 堤身填筑土工程地质特性评价

海堤堤顶为埋石混凝土挡墙，钻探取芯，岩芯呈长柱状，完整性良好，岩芯光滑，未见麻面、孔洞。海堤现状一般。

3.3.1.3.2 地基土工程地质特性评价

根据野外钻探、原位测试结合室内土工试验成果，场地中部地基土上部为⑤层卵砾石，下伏风化基岩，根据《堤防工程地质勘察规程》附录 C 综合判定：堤基地质结构分类为双层结构。

⑤层卵砾石：稍密，低压缩性，承载力较高，抗变形能力强，强透水～极强透水性，埋藏浅，厚度小，可与下部风化基岩联合使用，做为海堤建筑物的基础持力层。

$⑥_2$ 强风化凝灰岩：工程性质较好，厚度不大，工程性质好。

$⑥_3$ 弱风化凝灰岩：厚度巨大，工程性质好，是良好的堤基持力层。

3.3.1.4 主要工程地质问题评价

3.3.1.4.1 抗滑稳定性评价

坎门海堤堤身为埋石混凝土，堤基为抛石层，厚度较大，抛块石主要为弱风化～微风化碎块石，结构相对较密实，堤后道路采用抛石，抛石外侧为闭气土方，海堤总体稳定性强。堤基以下为⑤层卵砾石，两端为弱风化基岩。地基土力学性质较好。

海堤提标后，堤身加高加宽，建议对海塘进行抗滑稳定性验算。

地基土对海塘挡墙基底的摩擦系数建议值：

0_4层堤基填土（碎、块石）μ=0.55；⑤层卵石μ=0.45；⑥-3层弱风化基岩μ=0.65-0.70。

3.3.1.4.2渗透性评价

坎门海堤南段地基土为⑤层卵砾石、⑥层风化凝灰岩。卵石属强透水～极强透水层，强风化凝灰岩属中等透水层，弱风化凝灰岩属弱～微透水层。场地土主要为粗颗粒土或基岩，无形成渗透变形的土层，本场地可不考虑渗透变形。

3.3.1.4.3抗冲刷性评价

海塘的冲刷主要表现为潮汐对堤身及地基的冲蚀，海堤沿线以基岩为主，局部为砂卵石。基岩抗冲刷能力强，砂卵石层抗冲刷性能较好，但其为强透水～极强透水层，在往复水流作用下，存在地基土中细颗粒被携带出的可能，该段采用扭王块抗冲刷。海堤总体抗冲刷性能较强。

3.3.1.4.4沉降变形评价

地基土为卵砾石及风化基岩，卵砾石及风化基岩强度高，抗变形能力好，海堤沉降变形不明显。

3.3.1.5 各岩土层物理力学参数

根据野外钻探、原位测试、现场试验和室内土工试验成果，经综合分析，统计计算出各土层物理力学性质指标，结合地区经验，查阅相关规范提出各岩土层物理力学指标建议值。

表 3.4.1-1　　坎门海堤南段各岩土层设计指标建议值

项目层号	地层名称	容重	压缩模量	承载力特征值	抗剪强度（快剪）		抗剪强度（固快）	
		γ	E_s	f_{ak}	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角
		(kN/m^3)	（MPa）	（kPa）	c（kPa）	φ（°）	c（kPa）	φ（°）
0_0	混凝土层	［27.0］				［55］		［55］
0_3	闭气土（淤泥质粉质粘土）	17.7	3.0	75	5.8	4.1	13.5	10.2
0_4	堤基填土（碎、块石）	［22.5］	［20.0］	240		［45］		［45］
⑤	卵砾石	［20.5］	［15.0］	300		［36］		［36］
$⑥_2$	强风化凝灰岩	［24.5］		500				
$⑥_3$	弱风化凝灰岩	［26.0］		3000				

说明：①表中带［ ］为经验值，②抗剪强度指标为峰值的标准值，建议按地区经验折减使用。

3.3.2 坎门海堤北段工程地质条件及评价

3.3.2.1 地形地貌

工程区周边为海岛和滨海平原，北侧冲担屿山顶高程 25.18m,南侧目鱼屿 15.17m，滩涂涂面较稳定，海侧涂面高程一般-3.0～-4.0m 左右，湖侧涂面高程一般-0.5～-5.0m 左右，涂面平缓。工程区潮汐作用较强，潮差大，海潮流速急，最大潮差达 7m 左右，海堤微地貌为滩涂小平原地貌。

3.3.2.2 地层岩性

根据勘探孔揭露的地层情况，场区表层为填土，上部为海积为主的淤泥、淤泥质粘土和淤泥质粉质粘土；下部为冲洪积的含泥砂砾卵石和粘性土。下伏基岩为侏罗系上统凝灰岩。

本次勘察中最大钻探深度为 80.0m，钻探深度范围内的地层按地质时代、成因类型及工程特性，可分为 7 个大层，细划为 18 个亚层，2 个夹层，现自上而下分述如下：

0_0 层：混凝土层

灰色，为混凝土浇筑形成。该层分布于海堤堤身、防浪墙等位置。场地全线均有分布。

0_2 层：塘泥

灰黑～深灰，流塑，饱和，主要为湖中浮泥，高压缩性；局部地段被填土覆盖，厚度不大。海堤内侧新城湖沿线内分布较广。

0_3 层：闭气土（淤泥质粉质粘土）

灰色、灰黄色，为人工填筑形成，以淤泥质粉质粘土为主，流塑～软塑。土质不均匀，部分地段为粉质粘土、淤泥质粘土地，含少量砾石。该层主要为堤后闭气土方。沿海塘内侧呈条带状分布。

0_4 层：爆填堤心、镇压层、子堤（碎、块石）

杂色，松散～稍密状，为人工填筑形成，主要由块石、碎石组成，碎块石含量约占 70～90%%，块石最大粒径大于 80cm，含少量砾石和粘性土，粘性含量小于 10%，碎块石母岩以凝灰岩为主，土质均匀性差。钻进困难，孔壁易坍塌。沿海塘呈条带状分布。

0_{4j}层淤泥

灰色，流塑，饱和，厚层状，土质较均一，物理力学性质差，无摇振反应，切面光滑，有光泽，干强度高、韧性高，高压缩性。该层呈透镜体状分布于 0-4 抛石挤淤层内。本次勘探仅 CZK3 号孔中揭示。

①层：淤泥质粉质粘土

灰色、黄灰色，流塑为主，局部软塑，饱和，厚层状，含少量有机质，局部夹少量粉土、粉砂极薄层；切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等，韧性中等，高灵敏度，高压缩性，该层为海涂表层土体。

②$_1$层：淤泥质粘土

灰色，流塑，饱和，鳞片状、厚层状，含有机质；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高灵敏度，高压缩性。土质均一，厚度不大。场地内局部地段分布。

②$_2$层：淤泥

灰色，流塑，饱和，细鳞片状构造，夹少量薄层粉土，偶见贝壳，局部为淤泥质土，土质较均一；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高灵敏度，高压缩性。该层厚度大。除丘陵区，沿线广泛分布。

②$_{2a}$层：淤泥质粘土

灰色，流塑为主，局部软塑，饱和，细鳞片状、厚层状，夹少量薄层粉土，偶见贝壳，土质较均一；切面光滑，有光泽，无摇振反应，

干强度高，韧性高，高灵敏度，高压缩性。该层厚度变化较大，沿线分布于海堤堤身及镇压层下部。

②$_{s1}$层：粘质粉土

灰色，稍密，粘粒含量较高，局部近粉质粘土，土质不均，无光泽，摇振反应缓慢，干强度低，韧性低；该层呈透镜体状分布于淤泥层中。

③$_{1}$层：淤泥质粉质粘土

灰色，流塑为主，局部软塑，饱和，鳞片状构造，夹粉土薄层，局部较多贝壳碎屑，土质不均匀，局部为淤泥质粘土；切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等～高，韧性中等～高，高灵敏度，高压缩性。该层厚度大，场地沿线广泛分布。

③$_{1a}$层：粉质粘土

灰色，软塑为主，局部流塑，饱和，鳞片状构造，厚层状，夹粉土薄层，含较多贝壳碎屑，土质不均匀，局部为淤泥质粉质粘土；切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等～高，韧性中等～高，高压缩性。该层厚度变化大，沿线分布于海堤堤身下部。

③$_{2}$层：粘土

灰色，软塑为主，局部流塑，饱和，鳞片状构造。土质均匀，局部为淤泥质粘土或粉质粘土；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，高压缩性。该层厚度变化大，局部地段缺失。

③$_{2a}$层：粘土

灰色，软塑，饱和，鳞片状构造，切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高，韧性高，中等～高压缩性。该层厚度变化大，沿线分布于海堤堤身下部。

③$_{3}$层：粉质粘土夹粉土

灰色、灰黄色，软塑～软可塑为主，饱和，鳞片状构造，薄层状，土质不均匀，含大量粉土粉砂薄层及团块，局部夹较多贝壳碎屑及少量腐殖质，土质不均，局部以淤泥质粘土夹粉砂或粉细砂为主。切面较光滑，稍有光泽，无摇振反应，干强度中等～低，韧性中等～低，中偏高压缩性，该层厚度变化大，场地内大部分地段分布。

④$_{1}$层：粉质粘土

灰色，软可塑为主，夹粉土、粉砂，土质不均匀，局部为粘土；切面较光滑，无摇振反应，稍有光泽，干强度中等、韧性中等，中偏高压缩性。场地大部分地段均有分布。

④$_{1a}$层：粉质粘土

灰色，软可塑为主，夹粉土、粉砂，土质不均匀，局部为粘土；切面较光滑，无摇振反应，稍有光泽，干强度中等、韧性中等，中偏高压缩性。场地大部分地段均有分布。

④$_{2}$层：粘土

灰色、青灰色，可～软塑，饱和，鳞片状构造，厚层状，局部夹粉土薄层或团块，，土质较均匀；切面光滑，有光泽，无摇振反应，干强度高、韧性高，高压缩性。该层厚度大，沿线广泛分布。

④$_{SL}$层：粘质粉土、粉砂

灰色，灰黄，湿，中密，含云母碎屑及少量贝壳，土质不均匀，局部地段为砂质粉土、粉细砂、粉质粘土。切面粗糙，无光泽反应，摇振反应中等，干强度低，韧性低，中压缩性。该层呈透镜体分布于4大层中。

⑤层：卵砾石

杂色，稍密～中密为主，粒径一般3～6cm，最大8cm以上，卵含量50～60%，砾石含量20%左右，其余为砂和粘性土充填，胶结较差，

分选性一般，磨圆度一般，以亚圆形～次棱角状为主，低压缩性。钻进时有漏浆现象。

⑥$_2$层：强风化凝灰岩

灰黄色、浅青灰色、灰紫色，凝灰质结构，块状构造，矿物风化强烈，节理裂隙发育，裂隙面水锈渲染，岩芯以碎块状、砂状为主，锤击声闷，钻进较快。

⑥$_3$层：弱风化凝灰岩

青灰色、灰紫色、紫红色，凝灰质结构，块状构造，节理裂隙较发育，岩性以长柱状、短柱状为主，新鲜岩石致密坚硬，属坚硬岩。锤击声脆，钻进平稳，较缓慢。

场地内勘探揭示各土层分布情况详见《工程地质剖面图》。

3.3.2.3 工程地质评价

3.3.2.3.1堤身填筑土工程地质特性评价

坎门海堤北段堤身为埋石混凝土挡墙，钻探取芯，岩芯呈长柱状，完整性良好，岩芯光滑，未见麻面、孔洞。

堤基采用爆破挤淤处理，抛石母岩以弱风化凝灰岩为主，呈碎石、块石状，抛石层稍密状，填筑不均。经现场调查结合钻探成果，海堤大部分地段为软土地基，现状海堤不均匀沉降变形明显。

根据钻探和物探成果，抛石及混凝土层厚度约 41.3～50.8m,其中堤顶混凝土厚度约 5.90～7.60m，堤基抛石层厚度约 35.6～41.3m；抛石体厚度变化较大，形状不规则。

3.3.2.3.2镇压层填筑土工程地质特性评价

镇压层以碎块石为主，块石直径最大 1.0m 以上，表层理砌，外侧筑有防浪堤，镇压层沉降变形明显。依据钻探和物探成果，扭王块

外侧镇压层范围抛石厚度受爆破挤淤抛石影响，抛石层厚度约 2.0～14.0m,镇压层总体呈靠堤侧较厚靠海侧较薄分布，厚度不均。

3.3.2.3.3子堤筑土工程地质特性评价

子堤位于龙口段内侧，距离堤轴线约 75m,对应桩号 K0+336.11～K1+856.11。根据钻探成果，子堤抛石主要为碎块石，最大厚度约 14.2～16.7m，宽度约 12m，现状地形上表现为桩号 K0+336.11～K1+856.11 护塘地靠湖侧泥结石道路部位（详见工程地质平面图）。该层厚度不均。

3.3.2.3.4地基土工程地质特性评价

根据野外钻探、原位测试结合室内土工试验成果，场地海积平原区地基土为深厚的淤泥及淤泥质土，下部为软可塑粘性土；近海岛段上部为厚度不大的淤泥及淤泥质土，下部为卵石及风化基岩，根据《堤防工程地质勘察规程》附录 C 综合判定：堤基地质结构分类为多层结构。

海塘堤基影响范围内地层主要为：①淤泥质粉质粘土、②$_1$淤泥质粘土、②$_2$淤泥、②$_{2a}$淤泥质粘土、③$_1$淤泥质粉质粘土、③$_{1a}$粉质粘土、③$_2$粘土、③$_{2a}$粘土、③$_3$粉质粘土夹粉土粉砂、④$_1$粉质粘土、④$_{1a}$粉质粘土、④$_2$粘土。

①淤泥质粉质粘土、②$_1$淤泥质粘土、②$_2$淤泥、②$_{2a}$淤泥质粘土、③$_1$淤泥质粉质粘土，流塑，为高含水量、高压缩性、高灵敏度、低抗剪强度、排水固结条件差、变形量大的软弱土层，工程性质差，沿海塘广泛分布，厚度大，是海堤沉降和岸坡稳定的主要控制层，建议设计进行变形验算和抗滑稳定性验算，必要时应采取有效的措施进行处理。

③$_{1a}$粉质粘土、③$_{2}$粘土、③$_{2a}$粘土、③$_{3}$粉质粘土夹粉土粉砂，高压缩性，工程性质较差，埋深较大，对海塘沉降变形影响较大。

④$_{1}$粉质粘土、④$_{1a}$粉质粘土、④$_{2}$粘土，中～高压缩性，工程性质较差，埋深较大，对海塘稳定性影响不大，可作为桩周摩擦层。

④$_{SL}$粘质粉土，中密，中压缩性，层位不稳定，呈透镜体状分布于④层粘性土中，厚度变化大，工程性质一般。仅可做为桩周摩擦土层。

⑤层卵砾石，中密状，工程性质较好，但其埋深变化大，厚度不均，不宜作为桩基持力层使用。

⑥$_{2}$强风化凝灰岩：工程性质较好，厚度变化大，埋深浅时可作为海堤基础持力层使用。

⑥$_{3}$弱风化凝灰岩：厚度大，工程性质好，埋深浅时是良好的堤基持力层。

3.3.2.4 主要工程地质问题评价

3.3.2.4.1抗滑稳定性评价

经现场调查，坎门海堤北段沿线均采用爆破挤淤法对地基土进行处理，海堤沿线抛石层一般置于②$_{2}$层淤泥或③$_{1}$层淤泥质粉质粘土中，这两层地基土强度低，抗剪切性能差，建议设计根据海塘结构、地层条件、地基土物理力学参数进行抗滑稳定性验算。

堤后道路存在多处明显的顺堤向裂缝，裂缝宽度 3～7cm；堤顶沉降变形明显；堤外镇压层及扭王块处沉降变形及不均匀沉降明显；部分堤身伸缩缝处沉降变形及水平位移明显，伸缩缝填塞材料老化；堤后道路出现多处顺堤向裂缝、错位，裂缝宽度 3～7cm，主要为向背水侧开裂。海堤存在竖向沉降变形及水平位移。

海堤现状总体稳定，但应对海堤分段进行抗滑稳定性分析，特别是对海堤变形明显地段。海堤提标后，堤身加高加宽，建议对镇压层补抛至原设计高程，并对海塘进行抗滑稳定性验算。如海堤稳定性不满足相关规范要求时，建议采用加宽加厚抛石镇压层或设置抗滑桩等措施进行加固处理。

地基土对海塘挡墙基底的摩擦系数建议值：

0_4层堤基填土（碎、块石）μ=0.55；②$_2$层淤泥、②$_{2a}$层淤泥质粘土和③$_1$淤泥质粉质粘土 μ=0.20； ③$_{1a}$粉质粘土 μ=0.25，④$_{1a}$粉质粘土 μ=0.25。

3.3.2.4.2渗透性评价

坎门海堤北段沿线地段以②$_2$层淤泥、②$_{2a}$层淤泥质粘土、③$_1$淤泥质粉质粘土、③$_{1a}$粉质粘土和④$_{1a}$粉质粘土做为堤基土层，依据土工知：淤泥、淤泥质土和粉质粘土竖向及水平向均属极微～微透水层，渗透性差。场地土主要为粘性土，其渗透变形主要为流土，土的临界水利比降 Jcr=0.418～0.656。

3.3.2.4.3抗冲刷性评价

海塘的冲刷主要表现为潮汐对堤身、镇压层及地基的冲蚀以及新城湖水对护塘地的冲蚀。海塘沿线地段地基土为淤泥层，抗冲刷能性差，在往复水流作用下，地基土直接被冲蚀。建议:堤身采取必要的防冲措施，海塘外堤脚和镇压层外侧采取必要的防冲措施。海堤背水侧护塘地主要为回填的闭气土方（淤泥质粉质粘土），新城湖湖面大风浪大，风浪冲蚀能力强，护塘地闭气土方经常被冲蚀，建议对内侧护塘地采取必要的防冲措施。

3.3.2.4.4沉降变形评价

海塘地基土为②$_2$层淤泥、②$_{2a}$层淤泥质粘土、③$_1$淤泥质粉质粘土、③$_{1a}$粉质粘土和④$_{1a}$粉质粘土，属高压缩性土层，现状海堤不均匀沉降明显，海堤存在竖向及水平向不均匀变形问题。

提标加固后需对海堤进行加高、加宽，建议对老堤进行修复加固处理，并且对新加高、加宽地段，特别是对堤后抛石回填或素土回填的过渡段的地基进行处理，或采取适当的衔接措施，以控制不均匀变形。

3.3.2.5 各岩土层物理力学参数

根据野外钻探、原位测试和室内土工试验成果，经综合分析，统计计算出各土层物理力学性质指标，结合地区经验，查阅相关规范提出各岩土层物理力学指标建议值。原位测试成果见坎门海堤北段附表。

表 3.3.2-1　　坎门海堤北段各岩土层设计指标建议值

项目 / 层号	地层名称	容重	压缩模量	承载力特征值	抗剪强度（快剪）		抗剪强度（固快）	
		γ	E_s	fak	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角
		(N/cm^3)	（MPa）	（kPa）	c（kPa）	φ（°）	c（kPa）	φ（°）
0_0	混凝土层	[27.0］				［55］		［55］
0_1	新近填土							
0_3	闭气土(淤泥质粉质粘土)	17.7	3.0	75	5.8	4.1	13.5	10.2
0_4	堤基填土（碎、块石）	[22.5］	［20］	240		［45］		［45］
0_{4j}	淤泥	16.3	2.1					
①	淤泥质粉质粘土	17.6	2.8	70	6.0	4.4	14.1	9.5
$②_1$	淤泥质粘土	16.9	2.4	65	7.1	3.6	11.6	8.9
$②_2$	淤泥	16.2	2.1	50	6.1	3.1	12.0	8.6
$②_{2a}$	淤泥质粘土	17.0	2.4	65	6.8	3.5	11.7	9.0
$②_{sl}$	粘质粉土	19.8	7.0	100	6.0	15.0	10.0	20.0
$③_1$	淤泥质粉质粘土	17.3	2.8	70	10.9	4.1	14.1	10.7
$③_{1a}$	粉质粘土	18.0	3.2	75	14.1	7.3	18.7	13.2
$③_2$	粘土	17.3	3.0	70	14.9	8.7	24.2	12.7

项目 / 层号	地层名称	容重	压缩模量	承载力特征值	抗剪强度（快剪）		抗剪强度（固快）	
		γ	E_s	fak	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角
		(N/cm^3)	（MPa）	（kPa）	c（kPa）	φ（°）	c（kPa）	φ（°）
③$_{2a}$	粘土	17.8	3.3	75	15.5	11.0	25.7	13.5
③$_3$	粉质粘土夹粉土	18.1	4.3	100	18.9	11.9	22.6	14.4
④$_1$	粉质粘土	18.1	4.1	105	16.8	12.1	25.7	15.3
④$_{1a}$	粉质粘土	18.6	4.5	110	16.3	11.4	24.0	17.1
④$_2$	粘土	17.5	3.1	90	16.1	11.0	25.5	13.5
④$_{SL}$	粘质粉土	19.1	6.0	130	26.6	15.5	28.0	20.2
⑤	卵、砾石	[20.5］	［20］	300		［36］		［20.5］
⑥$_2$	强风化凝灰岩	[24.5］		500				［24.5］
⑥$_3$	弱风化凝灰岩	[26.0］		3000				［26.0］

说明：①表中带［ ］为经验值，②抗剪强度指标为峰值的标准值，建议按地区经验折减使用。

桩基承载力参数根据野外钻探、静力触探成果、土工试验成果资料，钻孔内原位测试及成果，并按国家标准《建筑地基基础设计规范》、《建筑桩基技术规范》及浙江省标准《建筑地基基础设计规范》《工程建设岩土工程勘察规范》等有关规范计算和查表，并结合当地类似地层的工程经验，综合确定各地基土层的地基土承载力特征值 f_{ak}，提供桩极限侧阻力标准值 q_{sik} 和桩端极限端阻力标准值 q_{pk}。

表 3.3.3-2　　坎门海堤北段各岩土层桩端端阻力、桩侧阻力建议值

项目 / 层号	地层名称	水泥搅拌桩	预制桩		灌注桩	
		桩侧土的摩阻力特征值（kPa	极限侧阻力标准值（kPa）	极限端阻力标准值（kPa）	极限侧阻力标准值（kPa）	极限端阻力标准值（kPa）
0_0	混凝土层					
0_3	闭气土（淤泥质粉质粘土）					
0_4	堤基填土（碎、块石）					
0_{4j}	淤泥					
①	淤泥质粉质粘土	10	11		9	
$②_1$	淤泥质粘土	8	10		8.5	
$②_2$	淤泥	5	9		8	
$②_{2a}$	淤泥质粘土	7	11		9	
$③_1$	淤泥质粉质粘土	9	16		13	
$③_{1a}$	粉质粘土	11	34		27	
$③_2$	粘土	10	36		28	
$③_{2a}$	粘土	11	38		29	
$③_3$	粉质粘土夹粉土	12	40		32	
$④_1$	粉质粘土	13	42	1500	33	500

项目 层号	地层名称	水泥搅拌桩	预制桩		灌注桩	
		桩侧土的摩阻力特征值（kPa	极限侧阻力标准值（kPa）	极限端阻力标准值（kPa）	极限侧阻力标准值（kPa）	极限端阻力标准值（kPa）
④$_{1a}$	粉质粘土	15	46		34	
④$_{2}$	粘土	12	40		32	
④$_{SL}$	粘质粉土、粉砂		48		36	
⑤	卵、砾石		80		65	
⑥$_{2}$	强风化凝灰岩			8000	150	2000
⑥$_{3}$	弱风化凝灰岩			12000	220	6000

说明：选用表中 q_{pk} 值时，桩端全截面进入砂类土、粘性土持力层的深度不宜小于 4D（D 为桩径或边长），卵石持力层的深度不宜小于 0.5D，桩端以下持力层厚度不小于 4D，并控制桩端沉渣厚度小于 50mm。

3.3.3 海堤连接道路工程地质条件与评价

本次提标加固对连接道路进行改造，改造后连接道路基本沿现状道路布置，并向南侧拓宽至 14.0m，路面采用沥青混凝土路面结构，连接道路长 410.83m。

连接道路位于目鱼屿，沿线基岩裸露，道路直接置于弱风化凝灰岩上，道路沿线未见褶皱，也未见明显破碎带发育，岩体节理裂隙发育，较破碎~较完整。组成路基的岩石坚硬质密，抗风化能力强，满足道路建设要求，道路可采用弱风化基岩作为持力层。

3.3.4 目鱼排涝闸工程地质条件及评价

3.3.4.1 地形地貌

目鱼排涝闸周边为岛屿和海涂，目鱼屿山顶高程 15.71m；海侧涂面高程一般-4.0m 左右，湖侧涂面高程一般-1.0～-2.0m 左右，滩涂涂面较稳定。工程区潮汐作用较强，潮差大，海潮流速急，最大潮差达 7m 左右，工程区微地貌为海岛丘陵地貌，下游左岸山体坡度 60 度左右，右岸坡度 25～40 度左右。

3.3.4.2 近场地地质构造

根据区域地质图和现场地质调查，工程区附近地质构造以北东向和北西向断层为主，规模较小，对本工程建设场地基影响不大。受地质构造及施工影响闸站周边岩体节理、裂隙和卸荷裂隙发育，局部发育微小破碎带，根据地质测绘调查岩体主要发育以下节理裂隙，详见表 3.3.3-1.

表 3.3.3-1　　节理裂隙统计表

点位	节理裂隙编号	倾向∠倾角（°）	延伸情况	密度（条/米）	特性
D6、D7、D8、D9	①	25~30∠54~60	长	1～3	较平直
	②	75~78∠50~55	长	2～4	较平直

	③	290~330∠63~84	长	3~4	较平直
	④	115∠80	较长	小破碎带	岩屑充填

3.3.4.3 地层岩性

闸址段出露的基岩为侏罗系上统中酸性、酸性火山碎屑岩，岩性以青灰色、紫灰色流纹质晶屑熔结凝灰岩为主，凝灰结构，块状构造，为坚硬岩，岩体裂隙较发育，岩体完整性较差～一般。鲜岩石致密坚硬。覆盖层及全强风化岩厚度不大。

3.3.4.4 工程地质评价

目鱼排涝闸座于弱风化基岩上，根据《堤防工程地质勘察规程》附录 C 综合判定：堤基地质结构分类为单一结构。

现状排涝闸下游山体弱风化凝灰岩出露，表层岩体风化裂隙发育，且受波浪冲蚀作用影响，岩体较破碎，偶有掉块，下部岩体质密坚实，岸坡稳定，无发生较大规模崩塌或滑坡的地质问题。目鱼闸两侧山体卸荷裂隙发育，岩体破碎，临空面陡峭，局部存在危岩，存在小规模崩塌。弱风化凝灰岩，厚度巨大，新鲜岩石致密坚硬，工程性质好。

建议参数：砼/弱风化岩 f′=0.9，C′=0.8MPa，砼/微风化岩 f′=1.1～1.2 ，C′=1.0～1.2MPa。

3.4 天然建筑材料

本工程所需建筑材料为石料、土料和砂料，其中石料包括块石料（砌筑）和抛石料，工程所需石方量大。天然建筑场地的选择本着由近及远、利于开采、方便运输的原则，勘察期间，我公司勘察技术人员对工程区周边的场地进行踏勘，在确定的料场位置并对天然建筑材料场地建材储量及质量进行评价。

本项目工程期长、天然建筑材料需求量大，由于料场受开采期限、开采储量等条件的限制，本次天然建筑材料调查，共调查到两处料场：

一处位于工程区 30 公里范围内。另一处位于苍南县沿浦镇。料场位置见下图。“★”为料场位置。



图 3.5-1　　料场位置图

3.4.1 *石料*

（1）石料

本工程所需石料包括抛石料、砌石料、土石混合料、碎石料及景观叠石，共计 27.23 万 m^3，其中抛石料 8.44 万 m^3，各类砌石料 9.56 万 m^3，土石混合料 4.72 万 m^3，碎石料 4.42 万 m^3，景观叠石 0.09 万 m^3，其中堤身、连接道路开挖料 2.64 万 m^3、镇压层大石块拆除料 7.57 万 m^3 作为利用料；另外，混凝土路面、混凝土灌砌块石挡墙及混凝土预制块等混凝土结构拆除 2.21 万 m^3，破碎后可作为土石混合料利用料；其余不足部分均为外购石料。

经调查，本项目可选用料场位于玉环市芦浦镇（料场目前正在申报）。芦浦镇石料场位于芦浦镇西北，疏港公路东南，石料储量大于

600 万方，石料岩性为弱风化凝灰岩，岩石容重 rd=26kN/m3，岩石单轴饱和抗压强度 Rb 大于 50MPa，软化系数≥0.75，经分选后，有用方量按 40%～50%考虑，石料储量、质量能满足设计需要。区内交通便利，石料开采后可经坎门镇运至施工现场，运距离约 20 公里；或经干江镇运至施工现场运距约 28 公里。区内交通便利。

3.4.2 填筑土料

工程共需土方回填 11.04 万 m^3，其中闭气土 8.09 万 m^3，种植土 2.95 万 m^3。本项目闭气土开挖 1.42 万 m^3 可作为利用料，另有 1.78 万 m^3 闭气土清基料，不易利用。本工程所需土料建设议外购。

经调查，土料场位于玉环县城以东，新城湖西侧，土料储量大于 50 万方，本工程在土料场不同位置采取 2 组土样，按照规范《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）确定进行相应室内试验项目，按照相应规范进行室内试验，测得最优含水量、最优干密度及最优状态下回填土的渗透系数。

依据土样混和击实试验成果及开采量估算结果：塑性指数为 16.1～16.3 的黏性土，土层黏粒含量为 35.3%～36%，无分散性。击实试验成果如表 3.4.2-1。料场中粘性土中下部天然含水量偏大，施工填筑前需进行翻晒处理后，其质量能满足设计要求。区内交通便利，由本料场运至工程场地，运距约 10 公里。

表 3.4.2-1　　土样混合击实试验成果

位置	土层名称	最优含水量	最大干密度	塑性指数	渗透系数
		ω(%)	ρ_d(g/cm^3)	Ip	K(cm/s)
样 1	粉质粘土	24.6	1.59	16.1	6.34×10^{-7}
样 2	粉质粘土	21.4	1.65	16.3	2.68×10^{-7}

3.4.3 砂料

本项目所需砂料较少，工程区砂料缺乏，交通便利，建议到当地建材市场购买。

3.5 结论与建议

（1）工程区域新构造运动不明显，工程区及周边地区近代地震皆为微震。近场区构造活动微弱，地震震级小，强度弱，频度低，区域构造稳定。

（2）本次勘察，查明场地内工程地质条件，场地内勘察深度范围内涉及的地层可分为 7 个大层，勘察成果满足勘察招标要求。

（3）拟建场地稳定性差、适宜性差。当采用有效的地基处理措后，能够满足拟建（构）筑物的荷载及变形要求，可进行本工程建设。

（4）工程区局部位于山间冲洪积相与海积平原过渡地段和海积平原区。经调查，工程区域内不存在岩溶、泥石流、采空区、地面塌陷等物理地质现象，工程区不良地质现象主要为小规模滑塌崩塌、地面沉降和软土变形。

（5）场地存在的特殊性岩土主要为软土、填土、风化岩和残积土。

（6）工程区内海水对混凝土具有硫酸盐型强腐蚀性，干湿交替作用环境条件下对钢筋混凝土结构中的钢筋具有强腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性；新城湖水对混凝土无腐蚀性，干湿交替作用环境条件下，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性；地下水对混凝土具有硫酸盐型强腐蚀性，干湿交替作用环境条件下对钢筋混凝土结构中的钢筋具有强腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。

（7）场地地层及各海堤基础工程地质条件和建议见相应章节。

（8）场地内坎门海堤南段地基土为二元结构，坎门海堤北段为多元结构,影响海堤岸坡稳定的主要控制层为②-2 层淤泥或③-1 层淤泥质粉质粘土，建议设计时进行抗滑稳定验算。

（9）工程所需块石料可在当地购买，或向苍南县马站镇三澳核电项目购买。工程所需土料可在当地购买。块石料、土料贮量和质量可满足工程需要。工程所需砂料匮乏，建议外购。

（10）海涂面表部存在新近淤积的流泥分布，其工程特性极差，工程设计时应予重视。

（11）施工期应分段、分期控制加荷速率，严禁大型机械近海塘过往，严禁控制海塘内侧堆填土高度，确保海塘稳定。

表 3.5-1　　坎门海堤北段地基土物理力学指标设计参数表

地层编号	地层名称	含水量	土的密度	土的重度	孔隙比	土的比重	液限	塑限	塑性指数	液性指数	渗透系数		固结				粒径范围								固快法		快剪法		三轴试验				无侧限抗压强度	原位测试				
																													UU		CU							
											水平	垂直	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	>20(mm)	20～10(mm)	10～2(mm)	2～0.5(mm)	0.5～0.25(mm)	0.25～0.075(mm)	0.075～0.005(mm)	<0.005(mm)	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角		锥头阻力	侧壁摩阻力	摩阻比	标准贯入击数	重型动探击数
		ω_0	ρ_0	γ	e_0	G_S	ω_L	ω_P	I_P	I_L	k_h	k_v	a_{1-2}	E_{s1-2}	P_c	C_c									c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c		q_u	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$
		(%)	(g/cm³)	(N/cm³)			(%)	(%)			(cm/s)	(cm/s)	(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(KPa)	(°)	(KPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(KPa)	(MPa)	(KPa)	(%)	(击/50cm)	(击/10cm)
0-0	砼																																				
0-1	杂填土																																				
0-2	淤泥																																				
0-3	闭气土（淤泥质粉质粘土）	38.5	1.80	17.7	1.098	2.73	36.60	22.00	14.00	1.15	6.09E-07	5.50E-07	0.64	3.0											13.5	10.2	5.8	4.1	18.7	0.20			22.4	0.4	16.0	4.12		
0-4	爆填堤心石																									[45.0]		[45.0]									36.1
0_{4J}	淤泥	56.2	1.67	16.3	1.570	2.74	50.70	31.00	19.80	1.28	4.28E-07	3.49E-07	1.22	2.1																							
①	淤泥质粉质粘土	37.4	1.80	17.6	1.087	2.73	35.20	20.50	14.70	1.15	1.28E-07	1.135E-07	0.77	2.8											14.1	9.5	6.0	4.0					12.8					
$②_1$	淤泥质粘土	46.1	1.73	16.9	1.316	2.74	41.40	23.30	18.30	1.28	2.02E-07	2.26E-07	1.01	2.4											11.6	8.9	7.1	3.6	18.6	0.18	12.0	23.4	25.9	0.4	13.3	2.99		
$②_2$	淤泥	56.6	1.66	16.2	1.599	2.75	49.00	27.80	21.20	1.36	4.32E-07	4.125E-07	1.24	2.1	61.4	0.462									12.0	8.6	6.1	3.1	15.2	0.11	12.9	15.3	22.7	0.6	11.1	2.00		
$②_{2a}$	淤泥质粘土	47.0	1.74	17.0	1.323	2.74	43.80	23.90	20.30	1.16	5.25E-08	7.12E-08	1.01	2.4	32.5	0.397									11.7	9.0	6.8	3.5	17.0	0.10	31.3	15.0						
$②_{z1}$	粘质粉土	22.9	2.02	19.8	0.649	2.71							0.15	7.0								5.5	80.2	14.3	10.0	20.0	6.0	15.0						0.6	17.9	3.14		
$③_1$	淤泥质粉质粘土	40.4	1.77	17.3	1.169	2.73	38.30	22.70	15.10	1.13			0.80	2.8											14.1	10.7	10.9	4.1	20.6	0.70			32.3	0.9	15.9	1.70		
$③_{1a}$	粉质粘土	33.6	1.84	18.0	0.986	2.73	34.80	20.10	13.90	0.91			0.64	3.2											18.7	13.2	14.1	7.3									10.0	
$③_2$	粘土	39.2	1.77	17.3	1.138	2.74	42.60	23.10	20.10	0.85			0.75	3.0	106.0	0.395									24.2	12.7	14.9	8.7						1.1	21.3	1.89	9.5	
$③_{2a}$	粘土	34.2	1.82	17.8	1.023	2.74	39.70	21.50	18.70	0.71			0.63	3.3											25.7	13.5	15.5	11.0										
$③_3$	粉质粘土夹粉砂	29.7	1.85	18.1	0.911	2.71	33.70	19.60	13.20	0.71			0.48	4.3								6.1	60.1	26.5	7.3	22.6	14.4	18.9	11.9						2.4	34.4	1.63	12.7	
$③_{z1}$	细砂	23.6	1.96	19.2	0.715	2.68							0.19	8.3								8.6	88.0	3.4		[5.0]	[22.0]	[3.0]	[22.0]									23.9	
$④_1$	粉质粘土	30.0	1.85	18.1	0.920	2.73	33.80	19.70	13.50	0.71			0.49	4.1									20.8	54.4	24.8	25.7	15.3	16.8	12.1						1.4	24.2	1.68	9.4	
$④_{1a}$	粉质粘土	31.5	1.90	18.6	0.896	2.73	36.80	20.50	16.30	0.67			0.47	4.5											24.0	17.1	16.3	11.4										
$④_2$	粘土	35.9	1.79	17.5	1.090	2.74	40.80	21.80	19.00	0.74			0.68	3.1	164.4	0.316									25.5	13.5	16.1	11.0						1.2	20.7	1.80	4.7	
$④_{z1}$	粘质粉土	23.9	1.95	19.1	0.723	2.72	26.60	15.90	10.60	0.49			0.28	6.0								26.4	59.2	14.4	28.0	20.2	26.6	15.5						3.6	63.1	1.64		
⑤	卵砾石、碎石					2.63											60.6	11.1	12.2	5.2	3.0	2.4	5.5			[36.0]		[36.0]						5.6	17.8	0.33		23.7
$⑥_2$	强风化凝灰岩																																				
$⑥_3$	弱风化凝灰岩																																				

表 3.5-2　　坎门海堤北段地基土物理力学指标统计表

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标													水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒组成(mm)								固结				直剪试验				三轴试验				无侧限			静力触探			原位测试		岩石		
			含水率	密度	干密度	重度	干重度	比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	液性指数	塑性指数				碎石	砾石		砂粒			粉粒	粘粒	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	固快		快剪		UU		CU		原状土抗压强度	重塑土抗压强度	灵敏度	锥头阻力	侧壁摩擦力	摩阻比	标准贯入	重型动力触探	单轴饱和抗压强度	单轴干燥抗压强度	软化系数
																		>20	20~10	10~2	2.0~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005					粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角											
			ω_0	ρ	ρd	γ	γd	G_S	e	S_r	ω_L	ω_P	I_L	I_P		K_h	K_v									$\alpha_{1\text{-}2}$	$E_{S1\text{-}2}$	P_c	C_c	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	q_u	q_u'	S_t	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$	Rb		
			(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(kN/m³)	(kN/m³)			(%)	(%)	(%)		(%)		(cm/s)	(cm/s)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)		(MPa)	(MPa)	(%)	(击/50cm)	(击/10cm)	(MPa)	(MPa)	
Q_3	团气土（淤泥质粉质粘土）	统计频数	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55		8	10									55	55			14	14	10	10	5	5			2	2	2	15	15	15					
		最大值	47.1	1.85	1.56	18.1	15.5	2.76	1.296	99.7	46.0	27.4	1.69	17.60		9.66E-07	7.67E-07									0.78	4.5			16.0	13.0	8.9	5.0	27.0	0.50			52.6	10.2	5.2	0.5	21.2	4.99					
		最小值	32.1	1.75	1.19	17.0	11.7	2.72	1.010	82.0	30.0	18.1	0.72	11.30		7.47E-08	6.99E-08									0.45	2.7			12.0	9.1	5.6	5.6	9.0	0.10			12.5	4.7	2.6	0.3	9.6	5.20					
		平均值	38.6	1.80	1.50	17.6	12.8	2.75	1.098	96.8	36.6	22.0	1.16	14.00		4.64E-07	3.45E-07									0.64	5.3			14.0	10.8	6.8	4.5	18.7	0.20			22.4	7.4	2.9	0.4	16.0	4.12					
		大值平均值	45.0	1.84	1.54	18.0	12.9	2.76	1.206	97.8	40.9	24.9	1.41	16.00		7.25E-07	5.66E-07									0.75	5.9			14.6	12.0	7.4	4.8															
		小值平均值	37.2	1.79	1.28	17.4	12.2	2.73	1.066	89.0	33.5	20.1	0.96	12.70		2.97E-07	2.06E-07									0.55	5.1			13.1	10.0	4.8	4.1															
		标准差	3.5	0.05	0.06	0.5	0.4	0.01	0.077	5.6	5.6	2.2	0.16	1.67		3.43E-07	3.25E-07									0.08	0.4			0.9	1.2	1.5	0.5								0.1	5.5	0.66					
		变异系数	0.086	0.018	0.056	0.018	0.035	0.005	0.070	0.057	0.096	0.100	0.152	0.112		0.767	0.947									0.125	0.107			0.061	0.111	0.268	0.109								0.172	0.206	15.575					
		修正系数	1.026	0.996	0.990	0.996	0.989	0.999	1.021	1.011	0.971	0.970	1.040	1.054		1.618	1.654									1.057	0.963			0.971	0.947	0.845	0.945								0.914	0.897	93.510					
		标准值	39.6	1.79	1.29	17.6	12.6	2.73	1.121	96.8	36.6	21.5	1.20	14.47		6.89E-07	5.03E-07									0.66	5.2			13.6	10.2	4.8	4.1								0.4	14.4	5.86					
Q_4	抛、块石	统计频数																																									66				
		最大值																																									67.0				
		最小值																																									18.0				
		大值平均值																																									56.1				
		小值平均值																																													
		平均值																																													
		标准差																																													
		变异系数																																													
		修正系数																																													
		标准值																																													
Q_{4l}	淤泥	统计频数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		1	1									2	2			2	2																	
		最大值	56.4	1.67	1.07	16.4	10.5	2.74	1.682	93.5	50.9	31.5	1.50	19.90		4.25E-07	3.49E-07									1.29	2.2			11.0	8.5																	
		最小值	55.9	1.66	1.06	16.3	10.4	2.74	1.668	97.7	50.5	30.6	1.26	19.60		4.25E-07	3.49E-07									1.15	2.0			11.0	8.1																	
		平均值	56.2	1.67	1.07	16.3	10.4	2.74	1.670	93.0	50.7	31.0	1.28	19.75		4.25E-07	3.49E-07									1.22	2.1			11.0	8.2																	
		大值平均值	56.3	1.67	1.07	16.3	10.5	2.74	1.676	93.2	50.8	31.1	1.29	19.85		4.25E-07	3.49E-07																															
		小值平均值	56.0	1.66	1.06	16.3	10.4	2.74	1.664	97.9	50.6	30.8	1.27	19.68		4.25E-07	3.49E-07																															
		标准差																																													
		变异系数																																													
		修正系数																																													
		标准值																																													
①	淤泥质粉质粘土	统计频数	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		2	6									7	7			5	5	4	4					5	5	5								
		最大值	39.4	1.86	1.36	18.1	13.2	2.73	1.225	99.6	37.6	21.7	1.19	16.80		1.45E-07	1.42E-07									0.89	3.6			14.4	10.9	5.7	5.5					17.4	4.7	3.7								
		最小值	34.6	1.70	1.23	16.7	12.0	2.72	1.029	85.7	32.2	19.2	1.12	13.00		1.15E-07	6.31E-08									0.67	2.6			13.8	9.9	5.4	5.9					10.1	3.2	3.0								
		平均值	37.4	1.80	1.31	17.6	12.8	2.73	1.087	94.0	35.2	20.5	1.16	14.74		1.29E-07	1.15E-07									0.70	3.1			14.1	10.3	4.8	4.4					12.8	3.7	3.4								
		大值平均值	38.6	1.83	1.33	17.9	13.1	2.73	1.164	96.6	36.6	21.2	1.18	16.30		1.45E-07	1.31E-07									0.73	3.4					5.1	4.9															
		小值平均值	35.9	1.74	1.26	17.2	12.5	2.72	1.060	90.0	33.9	20.0	1.14	13.88		1.25E-07	8.91E-08									0.64	2.9					4.1	4.1															
		标准差	1.5	0.05	0.04	0.5	0.4	0.00	0.073	5.2	1.6	0.8	0.05	0.88			2.92E-08									0.11	0.4																			
		变异系数	0.040	0.030	0.034	0.030	0.034	0.001	0.068	0.056	0.046	0.037	0.025	0.060			0.268									0.151	0.115																			
		修正系数	1.029	0.978	0.976	0.978	0.975	0.999	1.060	1.041	0.966	0.972	1.018	1.044			1.213									1.112	0.916																			
		标准值	38.5	1.76	1.28	17.2	12.5	2.73	1.142	97.9	34.0	19.9	1.17	15.39			1.37E-07									0.77	2.8																			

续表 3.5-2　　坎门海堤北段地基土物理力学指标统计表

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标													水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒组成(mm)								固结				直剪试验				三轴试验				无侧限			静力触探			原位测试		岩石		
			含水率	密度	干密度	重度	干重度	比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	液性指数	塑性指数				碎石	砾石		砂粒			粉粒	粘粒	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	固快		快剪		UU		CU		原状土抗压强度	重塑土抗压强度	灵敏度	锥头阻力	侧壁摩擦力	摩阻比	标准贯入	重型动力触探	单轴饱和抗压强度	单轴干燥抗压强度	软化系数
																		>20	20~10	10~2	2.0~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005					粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角											
			ω_0	ρ	ρd	γ	γd	G_S	e	S_r	ω_L	ω_P	I_L	I_P		K_h	K_v								a_{1-2}	E_{S1-2}	P_c	C_c	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	q_u	q_u'	S_t	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$	Rb		
			(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(kN/cm²)	(kN/cm²)			(%)	(%)	(%)		(%)		(cm/s)	(cm/s)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)		(MPa)	(kPa)	(%)	(击/50cm)	(击/10cm)	(MPa)	(MPa)	
②₁	淤泥质粘土	统计频数	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22		4	5									22	22			7	7	7	7	4	4	2	2	7	7	7	5	5	5					
		最大值	62.0	1.81	1.28	17.7	12.6	2.76	1.469	100.0	46.9	26.4	1.90	21.40		5.21E-07	4.45E-07									1.21	5.2			17.8	10.5	8.6	4.7	26.6	0.40	12.0	24.7	56.8	11.5	6.7	0.6	18.2	5.51					
		最小值	59.0	1.68	1.12	16.5	11.0	2.72	1.132	97.8	56.0	21.2	1.04	16.00		2.08E-08	1.14E-07									0.70	2.0			11.0	8.6	5.0	1.8	14.6	0.10	12.0	22.0	12.7	4.2	5.0	0.5	7.8	2.76					
		平均值	46.1	1.75	1.18	16.9	11.6	2.74	1.516	96.9	41.4	25.5	1.28	18.34		2.02E-07	2.26E-07									0.96	2.6			13.2	9.4	6.8	5.6	18.6	0.18	12.0	23.4	26.9	6.9	5.9	0.4	13.5	2.99					
		大值平均值	49.5	1.77	1.24	17.4	12.2	2.74	1.407	98.0	44.0	26.0	1.60	19.38		5.66E-07	5.41E-07									1.09	2.9			15.4	9.9	7.5	4.1	22.7	0.29			51.2	9.1	4.9								
		小值平均值	42.6	1.71	1.15	16.8	11.5	2.75	1.264	91.9	38.2	22.5	1.16	16.67		1.12E-07	1.72E-07									0.82	2.1			12.2	8.9	4.4	2.7	16.6	0.14			19.4	6.6	5.4								
		标准差	5.6	0.05	0.06	0.5	0.6	0.01	0.096	2.8	5.5	1.8	0.20	1.86												0.15	0.5			2.2	0.6	2.4	0.9					7.7	2.5	1.0								
		变异系数	0.079	0.019	0.040	0.019	0.040	0.005	0.072	0.029	0.079	0.077	0.164	0.101												0.140	0.121			0.164	0.065	0.419	0.262					0.296	0.366	0.267								
		修正系数	1.029	0.995	0.986	0.995	0.986	0.999	1.027	1.011	0.971	0.971	1.067	1.058												1.062	0.966			0.979	0.965	0.690	0.942					0.781	0.750	1.190								
		标准值	47.6	1.72	1.17	16.8	11.4	2.74	1.561	97.0	40.1	22.6	1.56	19.05												1.01	2.4			11.6	8.9	4.0	2.9					20.3	5.1	4.6								
②₂	淤泥	统计频数	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150		1	2									132	132	21	21	43	43	41	41	55	55	13	11	29	29	24	15	15	15					
		最大值	66.8	1.75	1.15	17.2	11.2	2.76	1.898	100.0	57.6	34.7	1.65	26.8		4.52E-07	4.61E-07									1.68	5.2	108.1	0.657	14.5	9.7	11.0	5.7	29.2	0.70	22.0	17.4	48.7	16.7	10.0	0.6	14.2	2.57					
		最小值	63.5	1.56	0.95	15.3	9.5	2.74	1.599	90.5	40.5	22.6	1.11	17.7		4.52E-07	5.74E-07									0.70	1.7	44.9	0.537	10.0	8.0	2.6	2.1	10.0	0.00	7.0	12.8	2.4	1.6	2.0	0.6	9.5	1.81					
		平均值	66.6	1.66	1.06	16.2	10.4	2.76	1.699	97.2	49.0	27.8	1.36	21.2		4.52E-07	4.125E-07									1.21	2.1	68.7	0.479	12.2	8.7	5.6	2.7	16.6	0.18	15.5	16.1	22.7	6.6	5.6	0.6	11.1	2.00					
		大值平均值														4.52E-07	4.55E-07									1.44	2.7							25.0	0.44	18.8	16.7	56.8	11.2	6.8								
		小值平均值														4.42E-07	3.95E-07									0.96	2.0							15.4	0.09	11.2	14.6	12.6	5.6	2.8								
		标准差	5.9	0.05	0.04	0.5	0.4	0.01	0.112	2.0	5.2	2.6	0.11	1.8												0.22	0.5	18.9	0.048	1.1	0.4	5.0	0.6	4.6	0.21	4.6	1.4	10.0	5.6	1.6	0.0	1.6	0.19					
		变异系数	0.070	0.021	0.042	0.021	0.042	0.002	0.070	0.021	0.066	0.091	0.084	0.085												0.178	0.145	0.275	0.095	0.068	0.047	0.642	0.179	0.269	1.182	0.301	0.068	0.440	0.667	0.451	0.079	0.159	9.287					
		修正系数	1.010	0.997	0.994	0.997	0.994	1.000	1.010	1.005	0.991	0.987	1.012	1.012												1.025	0.982	0.894	0.964	0.978	0.908	0.864	0.966	0.919	0.644	0.842	0.961	0.868	0.789	1.154	0.960	0.950	96.364					
		标准值	57.2	1.65	1.06	16.2	10.5	2.75	1.614	97.6	48.6	27.4	1.37	21.5												1.24	2.1	61.4	0.462	12.0	8.6	4.8	2.6	16.2	0.11	12.9	15.5	19.6	4.5	4.1	0.6	10.5	1.91					
②₂ₐ	淤泥质粘土	统计频数	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		1	1									25	25	2	2	6	6	6	6	1	1	3	3											
		最大值	52.8	1.90	1.56	18.6	15.5	2.76	1.478	100.0	49.7	27.9	1.29	22.40		5.25E-08	7.12E-08									1.15	5.6	56.40	0.401	25.5	12.6	8.9	4.4	17.0	0.10	42.0	18.6											
		最小值	40.1	1.67	1.11	16.4	10.9	2.75	1.015	91.7	37.4	21.0	0.86	17.30		5.25E-08	7.12E-08									0.66	2.2	29.60	0.395	15.1	9.0	5.4	2.6	17.0	0.10	25.0	14.7											
		平均值	47.0	1.74	1.18	17.0	11.6	2.74	1.523	97.1	43.8	25.9	1.16	20.29		5.25E-08	7.12E-08									0.93	2.6	52.50	0.397	16.1	10.1	4.6	3.4	17.0	0.10	31.5	16.0											
		大值平均值	49.9	1.85	1.28	17.9	12.5	2.76	1.401	98.7	46.7	26.9	1.25	21.5		5.25E-08	7.22E-08									1.04	5.2			19.4	11.4																	
		小值平均值	45.7	1.69	1.15	16.7	11.2	2.74	1.188	94.4	40.7	22.6	1.02	18.8		5.27E-08	7.12E-08									0.74	2.4			14.1	9.5																	
		标准差	4.1	0.05	0.06	0.5	0.6	0.01	0.126	2.5	2.9	1.7	0.13	1.55												0.14	0.5			4.1	1.4	2.1	0.6															
		变异系数	0.087	0.029	0.054	0.029	0.054	0.002	0.094	0.026	0.066	0.071	0.112	0.066												0.148	0.128			0.272	0.157	0.471	0.176															
		修正系数	1.052	0.989	0.980	0.989	0.980	0.999	1.054	1.009	0.976	0.974	1.041	1.024												1.054	0.954			0.776	0.887	0.611	0.866															
		标准值	48.5	1.72	1.16	16.9	11.4	2.74	1.569	98.0	42.7	25.5	1.21	20.77												0.93	2.4			11.7	9.0	2.8	2.9															
②s1	粘质粉土	统计频数	1	1	1	1	1	1	1	1													1	1	1	1	1													1	1	1						
		最大值	22.9	2.02	1.64	19.3	16.1	2.71	0.649	95.7													6.5	30.2	14.5	0.15	11.0													0.6	17.9	5.14						
		最小值	22.9	2.02	1.64	19.3	16.1	2.71	0.649	95.7													6.5	30.2	14.5	0.15	11.0													0.6	17.9	5.14						
		平均值	22.9	2.02	1.64	19.3	16.1	2.71	0.649	95.7													6.5	30.2	14.5	0.15	11.0													0.6	17.9	5.14						
		大值平均值	22.9	2.02	1.64	19.3	16.1	2.71	0.649	95.7																0.15	11.0																					
		小值平均值	22.9	2.02	1.64	19.3	16.1	2.71	0.649	95.7																0.15	11.0																					
		标准差																																														
		变异系数																																														
		修正系数																																														
		标准值																																														

续表 3.5-2　　坎门海堤北段地基土物理力学指标统计表

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标													水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒组成(mm)								固结				直剪试验				三轴试验				无侧限			静力触探			原位测试	岩石			
			含水率	密度	干密度	重度	干重度	比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	液性指数	塑性指数				碎石	砾石		砂粒			粉粒	粘粒	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	固快		快剪		UU		CU		原状土抗压强度	重塑土抗压强度	灵敏度	锥头阻力	侧壁摩擦力	摩阻比	标准贯入	重型动力触探	单轴饱和抗压强度	单轴干燥抗压强度	软化系数
			ω_0	ρ	ρ_d	γ	γ_d	G_s	e	S_r	ω_L	ω_P	I_L	I_P		k_h	k_v	>20	20~10	10~2	2.0~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005	$a_{1\text{-}2}$	$E_{s1\text{-}2}$	P_c	C_c	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	q_u	q_u'	S_t	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$	Rb		
			(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(kN/cm²)	(kN/cm²)			(%)	(%)	(%)				(cm/s)	(cm/s)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)				(MPa)	(kPa)	(%)	(击/50cm)	(击/10cm)	(MPa)	(MPa)	
③₁	淤泥质粉质粘土	统计频数	52	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55											51	51			20	20	16	16	6	6			2	2	2	11	11	11					
		最大值	47.8	1.86	1.40	18.1	15.7	2.76	1.384	99.4	49.2	28.0	1.42	21.40											1.07	4.0			25.7	15.0	15.0	5.0	24.0	0.30			59.7	15.7	5.5	1.0	20.0	1.98					
		最小值	35.9	1.66	1.15	16.3	11.5	2.71	0.961	78.8	32.1	19.0	0.81	11.70											0.55	2.2			13.0	9.2	4.8	3.0	20.0	0.00			26.0	4.6	2.9	0.8	12.6	1.30					
		平均值	40.4	1.77	1.26	17.5	12.4	2.75	1.169	94.0	38.5	22.7	1.15	15.09											0.77	2.9			16.6	11.2	12.4	4.4	21.8	0.17			32.5	9.1	4.2	0.9	16.9	1.70					
		大值平均值	44.1	1.82	1.34	17.7	13.1	2.74	1.286	96.8	45.8	26.2	1.28	18.24											0.92	3.5			19.8	13.1	15.8	4.8	25.0	0.25													
		小值平均值	37.5	1.71	1.21	16.7	11.8	2.72	1.060	86.5	36.2	20.8	0.97	13.40											0.66	2.6			14.5	10.5	8.7	5.7	20.9	0.08													
		标准差	3.6	0.04	0.06	0.4	0.6	0.01	0.103	4.5	4.3	2.5	0.16	2.45											0.15	0.5			3.8	1.5	3.4	0.6	1.5	0.12						0.1	1.9	0.20					
		变异系数	0.089	0.024	0.046	0.024	0.045	0.004	0.088	0.046	0.115	0.101	0.144	0.162											0.201	0.170			0.244	0.135	0.276	0.157	0.067	0.727						0.064	0.118	11.718					
		修正系数	1.021	0.994	0.989	0.994	0.989	0.999	1.021	1.011	0.975	0.976	1.054	1.058											1.048	0.969			0.904	0.982	0.977	0.959	0.944	0.400						0.965	0.955	95.627					
		标准值	41.3	1.76	1.26	17.2	12.2	2.73	1.195	95.0	37.3	22.1	1.16	16.66											0.80	2.8			14.1	10.7	10.9	4.1	20.6	0.07						0.9	14.9	1.69					
③₁ₐ	粉质粘土	统计频数	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30											30	30			15	15	15	15										1					
		最大值	37.6	1.95	1.50	18.9	14.7	2.74	1.070	98.8	39.9	22.8	1.26	18.20											0.79	4.7			23.4	16.5	18.5	12.6									10.0					
		最小值	28.5	1.78	1.32	17.4	12.9	2.72	0.810	85.7	27.0	16.3	0.70	10.70											0.40	2.6			15.0	11.6	12.5	4.4									10.0					
		平均值	33.6	1.84	1.38	18.0	13.5	2.73	0.906	92.8	34.8	20.1	0.91	15.91											0.61	3.5			21.5	13.9	15.4	10.1									10.0					
		大值平均值	35.5	1.87	1.45	18.6	14.1	2.73	1.058	96.8	37.6	21.4	1.08	16.16											0.71	4.0			22.7	15.3	17.0	11.5															
		小值平均值	31.0	1.82	1.36	17.7	13.2	2.72	0.902	89.4	30.9	18.5	0.80	12.51											0.51	2.9			18.5	12.8	14.1	7.5															
		标准差	2.9	0.05	0.05	0.5	0.5	0.01	0.067	3.9	5.0	1.4	0.20	1.90											0.08	0.4			5.7	1.5	1.7	2.9															
		变异系数	0.087	0.013	0.035	0.018	0.035	0.003	0.060	0.042	0.086	0.060	0.216	0.156											0.129	0.129			0.262	0.107	0.110	0.287															
		修正系数	1.028	0.994	0.989	0.994	0.989	0.999	1.022	1.015	0.975	0.978	1.060	1.045											1.041	0.969			0.869	0.947	0.960	0.860															
		标准值	34.5	1.85	1.36	17.9	13.3	2.75	1.008	94.0	35.9	19.6	0.97	14.61											0.64	3.2			18.7	13.2	14.6	8.8															
③₂	粘土	统计频数	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27											27	27	5	5	12	12	12	12								4	4	4	2					
		最大值	44.5	1.89	1.42	18.5	15.9	2.75	1.352	99.2	47.6	26.2	1.20	23.40											0.89	4.5	118.1	0.441	31.0	14.8	18.6	12.2								1.5	27.0	2.11	10.0					
		最小值	32.8	1.65	1.14	16.0	11.2	2.73	0.911	85.9	36.4	20.1	0.69	17.80											0.48	2.5	84.9	0.330	20.7	12.5	15.8	4.7								1.0	17.2	1.48	9.0					
		平均值	39.2	1.77	1.28	17.5	12.5	2.74	1.138	92.8	42.6	25.1	0.86	20.11											0.71	3.1	106.0	0.395	25.7	13.1	15.8	10.0								1.1	21.5	1.89	9.5					
		大值平均值	41.9	1.85	1.37	18.0	15.5	2.75	1.245	96.0	46.1	24.6	1.05	21.66											0.81	3.8			28.4	15.9	17.5	11.2															
		小值平均值	36.1	1.71	1.21	16.7	11.8	2.74	1.024	89.6	39.6	21.7	0.77	18.96											0.69	2.8			23.2	12.7	14.9	7.5															
		标准差	3.0	0.05	0.06	0.5	0.6	0.01	0.102	3.6	5.0	1.4	0.13	1.54											0.12	0.5			2.9	0.8	1.6	2.5															
		变异系数	0.076	0.028	0.048	0.028	0.048	0.005	0.090	0.037	0.071	0.055	0.159	0.087											0.172	0.159			0.112	0.063	0.099	0.251															
		修正系数	1.025	0.990	0.984	0.990	0.984	0.999	1.030	1.015	0.976	0.979	1.053	1.022											1.057	0.947			0.941	0.970	0.948	0.860															
		标准值	40.2	1.75	1.26	17.2	12.5	2.74	1.172	94.0	41.6	22.6	0.89	20.66											0.75	3.0			24.2	12.7	15.0	8.7															
③₂ₐ	粘土	统计频数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20											20	20			10	10	10	10															
		最大值	40.1	1.92	1.49	18.8	14.6	2.75	1.214	99.1	44.1	25.6	0.84	21.60											0.75	5.4			34.6	16.8	21.8	15.6															
		最小值	29.1	1.75	1.24	17.0	12.2	2.72	0.836	84.4	32.6	19.0	0.69	14.40											0.54	2.9			23.4	15.0	15.0	10.5															
		平均值	34.2	1.82	1.36	17.8	13.3	2.74	1.025	91.8	39.7	21.6	0.71	18.68											0.69	3.6			27.8	14.2	18.4	11.6															
		大值平均值	37.2	1.87	1.42	18.5	14.0	2.75	1.128	95.6	41.9	22.6	0.77	20.16											0.68	4.6			31.5	15.6	25.1	12.6															
		小值平均值	31.7	1.78	1.30	17.6	12.7	2.73	0.929	88.1	36.2	20.3	0.66	16.84											0.46	3.2			25.6	13.6	16.7	11.0															
		标准差	2.8	0.06	0.07	0.6	0.6	0.01	0.102	4.1	5.1	1.5	0.07	1.72											0.12	0.7			5.6	1.2	4.8	0.9															
		变异系数	0.085	0.031	0.048	0.031	0.048	0.005	0.099	0.044	0.078	0.069	0.095	0.092											0.197	0.197			0.179	0.086	0.261	0.076															
		修正系数	1.052	0.988	0.981	0.988	0.981	0.999	1.059	1.017	0.969	0.977	1.057	1.036											1.078	0.923			0.926	0.960	0.947	0.966															
		标准值	35.5	1.80	1.33	17.6	13.1	2.74	1.062	93.4	38.6	21.0	0.73	19.35											0.65	3.5			25.7	13.6	15.5	11.0															

续表 3.5-2　　坎门海堤北段地基土物理力学指标统计表

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标													水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒组成(mm)								固结				直剪试验				三轴试验				无侧限			静力触探			原位测试		岩石		
			含水率	密度	干密度	重度	干重度	比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	液性指数	塑性指数				碎石	砾石		砂粒			粉粒	粘粒	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	固快		快剪		UU		CU		原状土抗压强度	重塑土抗压强度	灵敏度	锥头阻力	侧壁摩擦力	摩阻比	标准贯入	重型动力触探	单轴饱和抗压强度	单轴干燥抗压强度	软化系数
																		>20	20~10	10~2	2.0~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005					粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角											
			ω_0	ρ	ρd	γ	γd	G_S	e	S_r	ω_L	ω_P	I_L	I_P	K_h	K_v										a_{1-2}	E_{s1-2}	P_c	C_c	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	q_u	q_u'	S_t	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$	R_b		
			(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(kN/cm²)	(kN/cm²)			(%)	(%)	(%)		(%)	(cm/s)	(cm/s)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)		(kPa)	(kPa)		(MPa)	(kPa)	(%)	(击/30cm)	(击/10cm)	(MPa)	(MPa)	
③₂	粉质粘土夹粉砂	统计频数	28	28	28	28	28	56	28	28	25	25	25	25							20	20	20	20	28	28			15	15	9	9			1	1				10	10	10	12				
		最大值	36.1	1.96	1.67	19.1	16.4	2.74	1.126	98.3	39.7	21.6	0.80	16.20							15.7	89.2	96.1	26.4	0.67	7.0			37.0	32.8	35.1	16.9			9.0	28.4				6.1	65.2	2.54	18.0				
		最小值	25.6	1.75	1.29	17.0	12.6	2.60	0.711	78.8	29.2	17.4	0.66	11.20							0.5	9.5	1.6	2.8	0.26	3.0			4.0	12.6	14.8	10.5			9.0	28.4				1.0	17.8	0.68	8.0				
		平均值	29.7	1.85	1.45	18.1	14.0	2.71	0.911	88.9	33.7	19.6	0.71	13.16							6.1	60.1	26.6	7.3	0.44	4.6			26.6	16.6	25.9	13.1			9.0	28.4				2.4	34.4	1.65	14.6				
		大值平均值	33.0	1.91	1.61	18.7	14.7	2.75	1.028	95.6	36.7	20.6	0.8	14.5											0.60	5.8			31.8	24.7	29.6	14.5											15.7				
		小值平均值	26.6	1.79	1.56	17.6	15.4	2.66	0.821	85.9	31.6	18.6	0.6	12.2											0.35	3.8			15.2	14.7	19.6	11.8											11.2				
		标准差	3.0	0.06	0.07	0.6	0.7	0.05	0.100	5.4	3.0	1.2	0.07	1.10											0.13	1.1			8.3	4.7	8.0	1.9								1.4	16.1	0.64	3.6				
		变异系数	0.100	0.055	0.049	0.055	0.049	0.010	0.110	0.060	0.089	0.069	0.096	0.084											0.286	0.246			0.315	0.284	0.555	0.146								0.605	0.467	55.470	0.241				
		修正系数	1.055	0.989	0.984	0.989	0.984	0.997	1.056	1.020	0.967	0.979	1.056	1.050											1.094	0.919			0.865	0.869	0.791	0.909								0.647	0.726	80.599	0.872				
		标准值	30.6	1.85	1.41	17.9	15.8	2.71	0.944	90.7	32.7	19.2	0.75	15.66											0.48	4.5			22.6	14.4	18.9	11.9								1.6	25.0	1.51	12.7				
③s1	细砂	统计频数	9	10	10	10	10	10	10	10											10	10	10		8	8																6				
		最大值	29.8	2.07	1.72	20.5	16.8	2.68	0.967	99.2											12.0	91.0	4.2		0.25	15.0																28.0				
		最小值	18.4	1.85	1.56	18.1	15.4	2.68	0.663	83.8											6.6	85.8	3.0		0.12	6.6																22.0				
		平均值	23.6	1.96	1.67	19.2	15.4	2.68	0.716	92.8											8.6	88.0	3.4		0.16	9.9																25.6				
		大值平均值	26.8	2.02	1.64	19.8	16.2	2.68	0.861	96.1															0.20	11.5																26.9				
		小值平均值	21.1	1.90	1.47	18.6	14.4	2.68	0.642	88.5															0.15	8.2																25.9				
		标准差	3.3	0.07	0.11	0.7	1.1	0.00	0.126	5.2															0.04	2.4																2.0				
		变异系数	0.141	0.036	0.071	0.036	0.071	0.000	0.176	0.056															0.275	0.257																0.077				
		修正系数	1.088	0.979	0.968	0.979	0.969	1.000	1.102	1.055															1.186	0.940																0.956				
		标准值	25.6	1.91	1.61	18.8	14.8	2.68	0.788	95.9															0.19	8.5																25.9				
④₁	粉质粘土	统计频数	109	109	109	109	109	109	109	109	100	100	101	100										11	11	11	102	102			49	49	43	43			1	1				5	5	5	12				
		最大值	36.5	2.01	1.62	19.7	15.8	2.74	1.208	100.0	40.9	24.6	0.85	18.10										38.0	67.2	44.0	0.71	6.9			36.0	25.2	29.1	15.6			50.0	19.6				1.7	28.8	2.06	15.0				
		最小值	23.0	1.68	1.24	16.5	12.2	2.71	0.682	76.8	26.9	16.6	0.40	10.40										4.7	34.8	12.7	0.25	2.9			19.4	12.6	13.0	10.5			50.0	19.6				1.2	16.8	1.31	7.0				
		平均值	30.0	1.85	1.42	18.1	14.0	2.75	0.920	89.1	33.8	19.7	0.71	15.49										20.8	54.4	24.8	0.47	4.5			26.8	15.7	18.0	12.4			50.0	19.6				1.4	24.2	1.68	10.6				
		大值平均值	33.5	1.94	1.62	19.0	14.9	2.75	1.064	94.6	37.5	22.2	0.78	16.80													0.69	5.7			31.4	20.7	25.6	14.0											11.2				
		小值平均值	26.5	1.75	1.34	17.5	13.2	2.72	0.805	85.0	29.9	17.6	0.66	11.97													0.37	3.6			23.1	14.2	16.5	11.5											8.9				
		标准差	3.3	0.07	0.08	0.7	0.8	0.01	0.112	5.7	3.6	1.8	0.09	1.67													0.11	0.9			4.6	1.8	4.5	1.2											2.3				
		变异系数	0.109	0.037	0.057	0.037	0.057	0.005	0.122	0.064	0.105	0.092	0.124	0.124													0.252	0.209			0.172	0.116	0.265	0.098											0.220				
		修正系数	1.018	0.994	0.991	0.994	0.991	1.000	1.020	1.010	0.982	0.984	1.021	1.021													1.059	0.966			0.968	0.971	0.937	0.976											0.984				
		标准值	30.6	1.84	1.41	18.0	15.8	2.72	0.959	90.0	33.2	19.4	0.75	15.78													0.49	4.1			25.7	15.5	16.8	12.1											9.4				
④₂	粉质粘土	统计频数	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4													4	4			2	2	2	2															
		最大值	36.6	1.99	1.61	19.6	15.7	2.74	1.011	98.9	42.6	22.7	0.80	19.90													0.60	8.9			24.7	18.6	16.4	11.6															
		最小值	25.9	1.86	1.56	18.2	15.4	2.72	0.694	92.3	30.1	18.0	0.49	12.10													0.19	5.1			23.3	15.6	16.1	11.2															
		平均值	31.6	1.90	1.45	18.6	14.2	2.73	0.896	95.8	36.8	20.6	0.67	16.28													0.47	4.9			24.0	17.1	16.3	11.4															
		大值平均值	34.1	1.94	1.54	19.1	15.2	2.74	0.973	97.4	39.7	21.7	0.74	18.09													0.54	6.9			24.4	17.7	16.3	11.5															
		小值平均值	27.7	1.89	1.40	18.4	15.8	2.73	0.796	94.2	33.6	19.2	0.60	14.29													0.33	4.1			23.7	16.3	16.2	11.3															
		标准差																																														
		变异系数																																														
		修正系数																																														
		标准值																																														

续表 3.5-2　　坎门海堤北段地基土物理力学指标统计表

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标													水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒组成(mm)								固结				直剪试验				三轴试验				无侧限			静力触探			原位测试		岩石		
			含水率	密度	干密度	重度	干重度	比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	液性指数	塑性指数				砾石	砾石		砂粒			粉粒	粘粒	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	固快		快剪		UU		CU		原状土抗压强度	重塑土抗压强度	灵敏度	锥头阻力	侧壁摩擦力	摩阻比	标准贯入	重型动力触探	单轴饱和抗压强度	单轴干燥抗压强度	软化系数
																		>20	20~10	10~2	2.0~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005					粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角											
			ω_0	ρ	ρd	γ	γd	G_S	e	S_r	ω_L	ω_P	I_L	I_P	k_h	k_v										a_{1-2}	E_{s1-2}	P_c	C_c	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	q_u	q_u'	S_t	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$	fb		
			(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(kN/cm²)	(kN/cm²)			(%)	(%)	(%)		(%)	(cm/s)	(cm/s)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)		(MPa)	(kPa)	(%)	(击/50cm)	(击/10cm)	(MPa)	(MPa)	
④$_2$	粘土	统计频数	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67												56	56	4	4	26	26	28	28								5	5	5	5				
		最大值	44.1	1.88	1.44	18.4	14.1	2.76	1.525	98.7	49.6	27.7	0.87	21.90												0.82	4.2	185.6	0.371	32.5	17.5	26.0	12.8								1.4	22.0	2.10	5.0				
		最小值	29.9	1.68	1.18	16.5	11.6	2.74	0.899	81.8	38.1	20.1	0.65	17.60												0.45	2.6	140.2	0.269	22.8	12.6	15.1	10.0								1.0	18.9	1.60	4.0				
		平均值	35.9	1.79	1.31	17.5	12.9	2.74	1.090	90.6	40.8	21.8	0.74	18.97												0.66	3.2	164.4	0.316	26.5	15.9	17.1	11.5								1.2	20.7	1.80	4.7				
		大值平均值	40.1	1.85	1.59	18.1	13.6	2.75	1.027	94.7	45.5	24.8	0.81	20.49												0.74	3.8	175.7	0.350	29.6	15.7	21.6	12.0															
		小值平均值	32.9	1.74	1.26	17.0	12.2	2.74	0.994	86.5	39.6	21.1	0.64	18.29												0.67	2.9	165.2	0.335	24.5	15.2	15.1	10.6															
		标准差	3.1	0.05	0.06	0.5	0.6	0.00	0.093	5.9	2.7	1.6	0.08	1.15												0.09	0.4			2.2	1.2	2.9	0.7															
		变异系数	0.086	0.027	0.044	0.027	0.044	0.001	0.086	0.044	0.066	0.073	0.103	0.069												0.136	0.111			0.083	0.089	0.167	0.062															
		修正系数	1.019	0.994	0.990	0.994	0.990	1.000	1.019	1.010	0.986	0.985	1.025	1.015												1.051	0.976			0.972	0.970	0.946	0.980															
		标准值	36.6	1.77	1.50	17.4	12.8	2.74	1.111	91.4	40.2	21.6	0.76	19.25												0.60	3.1			25.5	15.5	16.1	11.0															
④s1	粘质粉土	统计频数	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3								2	2	2		5	5			3	3	2	2								2	2	2					
		最大值	29.4	1.98	1.64	19.4	16.1	2.72	0.826	96.4	27.0	16.2	0.61	10.80								33.4	66.9	14.8		0.59	7.5			33.5	25.6	26.2	15.8								5.1	97.7	1.91					
		最小值	20.8	1.92	1.48	18.8	14.5	2.71	0.669	85.0	26.5	15.7	0.47	10.40								19.5	62.5	14.0		0.25	4.7			18.0	17.4	17.0	15.2								2.1	28.5	1.36					
		平均值	25.9	1.95	1.58	19.1	15.5	2.72	0.723	89.4	26.6	15.9	0.49	10.65								26.4	69.2	14.4		0.38	6.4			23.0	20.2	26.6	15.5								3.6	65.1	1.64					
		大值平均值	26.8	1.97	1.62	19.3	15.7	2.72	0.776	95.0	26.8	16.1	0.60	10.75												0.54	6.9			30.8	22.9	51.4	15.7															
		小值平均值	22.4	1.94	1.55	19.0	15.0	2.71	0.691	87.2	26.4	15.8	0.48	10.62												0.25	5.5			25.0	18.8	21.8	15.4															
		标准差																																													
		变异系数																																													
		修正系数																																													
		标准值																																													
⑤	卵砾石	统计频数						15										15	15	15	15	15	15	15																				9				
		最大值						2.64										76.6	32.1	28.6	10.4	4.7	5.7	8.7																				51.0				
		最小值						2.65										50.6	4.8	6.0	5.0	1.6	1.6	2.9																				17.0				
		平均值						2.65										60.6	11.1	12.2	6.2	3.0	2.4	5.5																				25.7				
		大值平均值						2.64																																				27.5				
		小值平均值						2.65																																				20.8				
		标准差						0.00																																				4.9				
		变异系数						0.002																																				0.207				
		修正系数						0.999																																				0.870				
		标准值						2.65																																				20.5				
⑥$_2$	强风化凝灰岩	统计频数																																													
		最大值																																													
		最小值																																													
		平均值																																													
		大值平均值																																													
		小值平均值																																													
		标准差																																													
		变异系数																																													
		修正系数																																													
		标准值																																													

续表 3.5-2　　坎门海堤北段地基土物理力学指标统计表

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标														水平渗透系数	垂直渗透系数	颗粒组成(mm)								固结				直剪试验				三轴试验				无侧限			静力触探			原位测试		岩石		
			含水率	密度	干密度	重度	干重度	比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	液性指数	塑性指数					碎石	砾石		砂粒			粉粒	粘粒	压缩系数	压缩模量	先期固结压力	压缩指数	固快		快剪		UU		CU		原状土抗压强度	重塑土抗压强度	灵敏度	锥头阻力	侧壁摩擦力	摩阻比	标准贯入	重型动力触探	单轴饱和抗压强度	单轴干燥抗压强度	软化系数
																			>20	20~10	10~2	2.0～0.5	0.5～0.25	0.25～0.075	0.075～0.005	<0.005					粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角											
			ω_0	ρ	ρd	γ	γd	G_S	e	S_r	ω_L	ω_P	I_L	I_P			K_h	K_v									a_{1-2}	E_{S1-2}	P_c	C_c	c	ϕ	c	ϕ	c	ϕ	c		q_u	q_u'	S_t	q_c	f_s	R_f	N	$N_{63.5}$	R_b		
			(%)	(g/cm³)	(g/cm³)	(kN/m³)	(kN/m³)			(%)	(%)	(%)		(%)			(cm/s)	(cm/s)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(MPa⁻¹)	(MPa)	(kPa)		(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)		(kPa)	(kPa)		(MPa)	(kPa)	(%)	(击/50cm)	(击/10cm)	(MPa)	(MPa)	
$\textcircled{6}_3$	斑风化凝灰岩	统计频数																																											5	1	1
		最大值																																											115.0	91.2	0.88
		最小值																																											0.9	91.2	0.88
		平均值																																											94.1	91.2	0.88
		大值平均值																																														
		小值平均值																																														
		标准差																																														
		变异系数																																														
		修正系数																																														
		标准值																																														
		统计频数																																														
		最大值																																														
		最小值																																														
		平均值																																														
		大值平均值																																														
		小值平均值																																														
		标准差																																														
		变异系数																																														
		修正系数																																														
		标准值																																														
		统计频数																																														
		最大值																																														
		最小值																																														
		平均值																																														
		大值平均值																																														
		小值平均值																																														
		标准差																																														
		变异系数																																														
		修正系数																																														
		标准值																																														

4 工程任务与规模

4.1.1 区域概况

4.1.1.1 地理位置

玉环市位于浙江省东南沿海黄金海岸中段（介于东径 121°05′～121°32′，北纬 28°01′～28°19′之间）瓯江口北侧，居台州市南端，与温州市隔海相望。东濒东海，南连洞头洋，西嵌乐清湾，北接温岭市，是台州、温州的海上门户。全市陆域面积 378.50km²，全境由楚门——玉环半岛及鸡山、披山、洋屿、大鹿、茅埏、横床等 55 个岛屿组成，海域面积 1930km²。

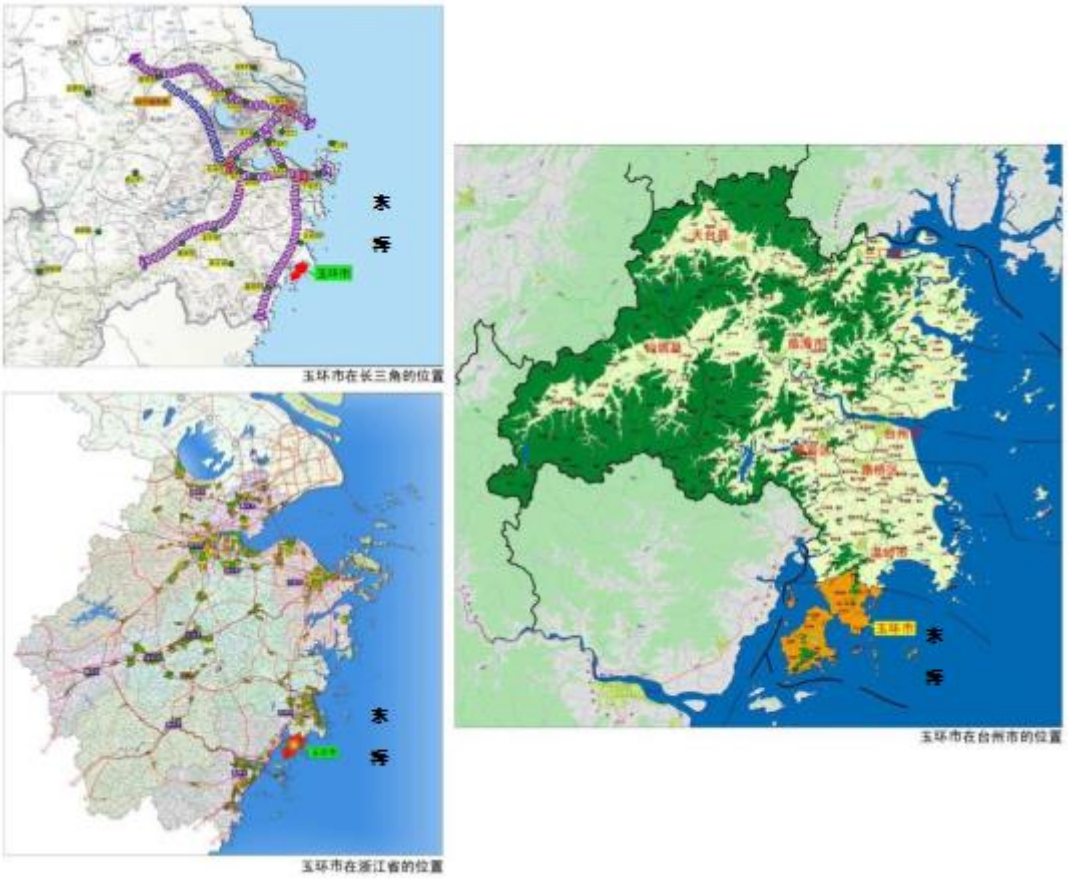


图 4.1.1-1　玉环市地理位置示意图

4.1.1.2 行政区划

玉环市下辖玉城街道、坎门街道、大麦屿街道、楚门镇、清港镇、芦浦镇、干江镇、沙门镇、龙溪镇、鸡山乡、海山乡 3 街道 6 镇 2 乡，

185 个行政村、36 个社区、1 个居委会。2021 年末，玉环常住人口 64.8 万人，城镇化率 72.9%。全市户籍人口共有 14.35 万户，人口总数 43.73 万人。

其中坎门街道陆域面积 24.17km²；海岸线长 44km，拥有大小港口 10 余个，辖 12 个社区、6 个行政村，常住人口 8.85 万人。

玉城街道位于玉环市域中心，是玉环市市政府所在地，辖地面积 65.92km²；下辖 61 个行政村、9 个社区，常住人口 19.43 万人。

4.1.1.3 社会经济

多年来，玉环市围绕打造“工业强市”目标，坚持把经济发展着力点放在实体经济上，加速推进产业基础高级化、产业链现代化，促进先进制造业与现代服务业深度融合，形成了汽摩配、阀门水暖、家具、眼镜配件、药械包装、机床等六大特色产业集群。拥有中国阀门之都、中国汽车零部件产业基地、中国新古典家具精品生产(采购)基地、中国欧式古典家具生产基地等 10 大国字号区域品牌。



图 4.1.1-2　　玉环市工业发展图

此外，依托天然的深水良港和广阔腹地优势，玉环市紧抓港口发展机遇，以推进港、产、城、湾一体化发展为主抓手，纵深推进港口建设，全力搭建对外开放的“大平台”，努力打造浙东南区域的物流中心，玉环现有外贸企业 1500 多家，是台州出口企业数量最多、外贸依存度最高的市（县、区）。



图 4.1.1-3　玉环市港口对外贸易发展港口图

2021 年玉环全市实现生产总值 711.39 亿元，按可比价格计算，比上年增长 10.9%。其中，第一产业增加值 40.92 亿元，增长 2.4%；第二产业增加值 380.14 亿元，增长 11.7%；第三产业增加值 290.33 亿元，增长 11.0%。三次产业结构比例为 5.8:53.4:40.8。

全市户籍人均生产总值为 162709 元，比上年增长 12.4%，按 2021 年美元对人民币的平均汇率 6.4515 折算，人均生产总值约合 25220 美元。全市常住人均生产总值为 110122 元，比上年增长 11.9%。

其中坎门街道 2021 年全年 GDP 达到 83.3 亿元，增长 10%；完成工业总产值 213.2 亿元，增长 15.6%；规上工业总产值 108.6 亿元，增长 17.2%。

玉城街道 2021 年 1-9 月工业产值完成 145.88 亿元，同比增长 29.33%。工业性投资完成 7.5 亿元，同比增长 34.1%。城镇、农村居民“两个收入”分别达到 7.09 万元、5.40 万元，分别同比增长 15.2%、12.4%。

4.1.1.4 地形地貌

玉环市主要地貌类型为丘陵和平原，丘陵与山地面积约占陆域面积的 68.23%，其余为平原。市域地势受北东、东西、北东东走向三组断裂构造与气候、溪流、潮汐、海浪及人力围垦等因素影响，形成以丘陵为主，北高南低，丘陵平原相间，河流依山脉走向自成体系的海岛丘陵地势。楚门半岛北部大雷山，系北雁荡山余脉，主峰海拔 443m，为全市最高峰。玉环岛最高峰为城关镇西面的田螺山，海拔 375.5m。



图 4.1.1-4　玉环市地形地貌

4.1.1.5 河流水系

玉环市境内河流多为浦港疏浚而成，依山脉走向自成水系。河流水系呈源短流急，河道浅窄，单独入海或进入围垦区，洪枯径流变化大等特点。玉环水系各具特色，且具有多样的河湖形态（溪、河、江、湖、海），上游为山溪性河流，下游为平原河网。部分河系汇入漩门港，最后汇入大海；部分独流入海。河湖沿岸自然元素丰富（山、林、村、田），共同构成了玉环市独特的河湖风貌。

主要河系包括：玉坎河系、青沙河系、人民塘河系、庆澜河系、普竹河系、楚门河系、芳清河系、九眼河系、芦浦河系、干江河系、桐丽河系、龙溪河系和茅埏河系。根据全省河道 2019 年名录表中数据显示，玉环市共 35 条县级河道。



图 4.1.1-5　玉环市河流水系图

4.1.1.6 风景名胜

玉环位于浙江东海之滨，属于长三角城市群南翼，既是台州地域的“好望角”，又是温州隔湾的延伸港。辖地东海西湾，海门隔地，海湾交流，海陆兼融，造就了玉环地域海陆文化融汇并蓄。玉环地理位置特殊，海岛奇观独居风情，晨雾绕岛，形状如环，上有流水，洁白如玉—玉环由此得名。

玉环旅游资源十分丰富，境内 55 座岛屿星罗棋布，329km 海岸线蜿蜒绵长。玉环现有国家 A 级旅游景区 10 个，其中国家 4A 级旅游景区 3 个、国家 3A 级旅游景区 7 个；有省级旅游风情小镇、省 4A 级景区镇 1 个；省 3A 级景区镇 3 个；有省 A 级景区村庄 64 个，其中省 3A 级景区村庄 12 个。



图 4.1.1-6　　玉环市自然风光

漩门湾湿地景区是国家 AAAA 级旅游景区。位于玉环县西北部的乐清湾内，与雁荡山隔海而相望，总面积 31.48km²；其中水域面积 7.06km²；内陆湿地 21.54km²；2011 年经国家林业局批准建立的国家湿地公园，是浙江省首个滨海型国家湿地公园。园内有鸟类 137 种，主要经济鱼类 106 种，野生和栽培植物 475 种，其中列入《国家重点保护野生植物名录》的植物有 15 种，列入浙江省重点以上保护鸟类的有 31 种，该区是世界濒危物种黑嘴鸥在中国的最主要越冬区之一。



图 4.1.1-7　　漩门湾湿地景区图

近些年，玉环市“岩雕艺术”、“渔乡漫岛”、“渔文化”、“生态湿地”、“乡村乐园”、“百县千碗·玉环东海之宴”等品牌形象鲜明，市场影响力增强，旅游产品供给逐渐丰富，目前，玉环旅游业已逐渐成为经济发展的重要产业，在服务业发展中的地位更加突出，对经济与社会发展的引领作用更加显著，旅游业发展呈现稳健态势。

4.1.2 项目建设依据

4.1.2.1 总体规划

4.1.2.1.1《台州市城市总体规划（2004-2020 年）》（2017 年修改版）

《台州市城市总体规划（2004-2020 年）》（2017 年修改版）使用范围为台州市行政区范围，该规划提出台州市域空间结构计划形成“一核、两副、四极，三带、三片、网络化”的市域城镇空间结构。其中“四极”为以玉环市区、天台县城、仙居县城、三门县城四个地区发展极；“三片”为三大市域发展功能片区，即由市区、临海市、温岭市组成的市域协同片，玉环市、三门县、天台县、仙居县组成的市域联动片。

规划提出玉环市区防洪（潮）标准为 50-100 年一遇；重要建制镇防洪标准为 20 年一遇。农村防洪标准为 10-20 年一遇；千亩以上成片农田防洪标准为 5-20 年一遇；排涝方面，玉环市区排涝标准为 20 年一遇 24 小时暴雨一日排干，其他城镇的的排涝标准为 10-20 年一遇 24 小时暴雨一日排干。

4.1.2.1.2《玉环县域总体规划（2006-2020）》（2014 年调整完善版）

《玉环县域总体规划（2006-2020）》（2014 年调整完善版）遵照国土资源部《土地利用总体规划调整完善工作方案》和浙江省国土资源厅《浙江省土地利用总体规划调整完善工作方案》的最新指示，对原《玉环县土地利用 规划（2006-2020）》进行调整完善。

本规划对玉环市提出了“海上都市、美丽玉环”的定位，明确以漩门三期与玉城街道、坎门街道、大麦屿街道组成玉环市中心城区，其中漩门三期定位为玉环市域公共服务中心，浙江省对台服务基 地和温台地区产业服务基地，是集对台商贸服务、生产性服务、旅游休闲服务、海岛特色居住服务等多功能为一体的服务中心。

本规划要求逐步推进土地整治，加强以漩门二期、三期滩涂资源为主的后背土地资源开发，有效增加玉环市域滩涂建设及耕种用地面积。随着对漩门三期围区滩涂资源的开发利用，漩门三期作为玉环市中心城区，需要加强漩门三期海堤挡潮设防标准，以保障未来玉环中心城区发展建设。

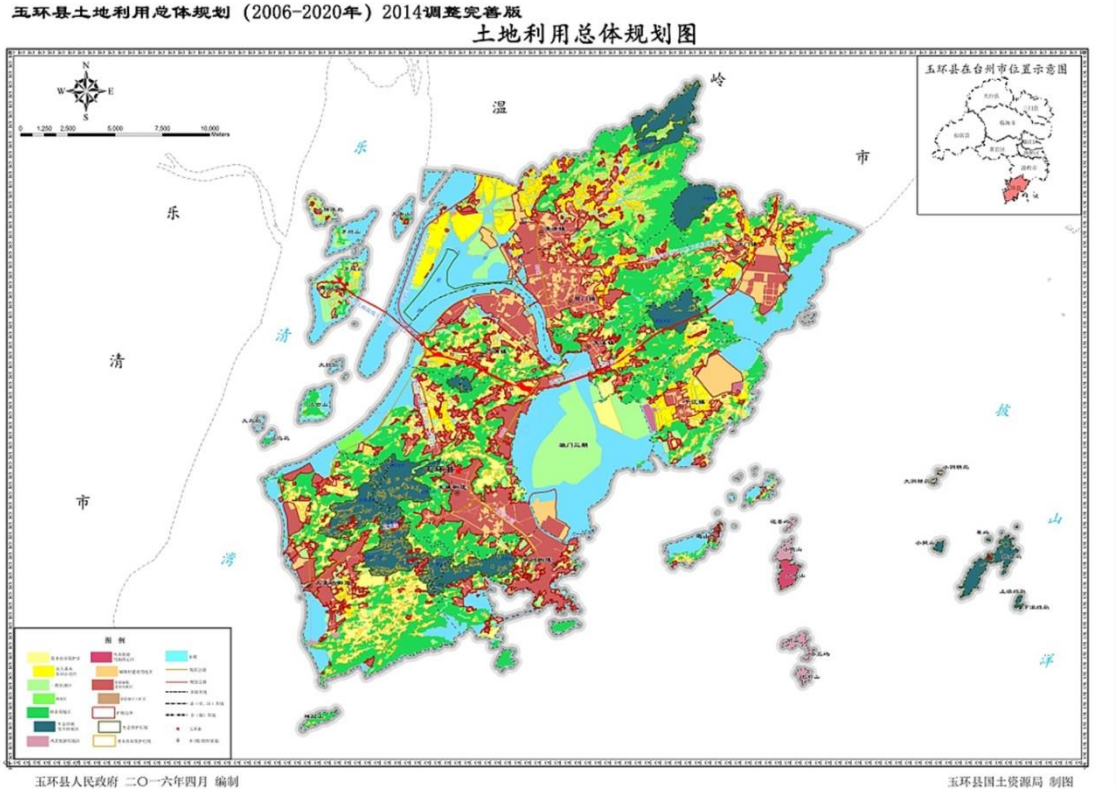


图 4.1.2-1　　玉环市土地利用总体规划图

4.1.2.1.3《浙江玉环市国土空间规划（2019-2035）》（2019 年）

玉环市是我国少有的海岛城市，是温台经济的典型代表。2019 年，玉环市作为浙江省国土空间规划编制试点县市，展开规划编制工作，为浙南地区县级国土空间规划的探索工作做出积极贡献。统筹“山、水、林、田、海、城”等要素，划定三条红线，科学配置支撑体系要素，优化公共服务设施体系，强化交通设施体系建设，保留城市历史的空间记忆，着力提升玉环城市品质；结合生态修复，突出土地全域整治，节约集约利用空间资源。

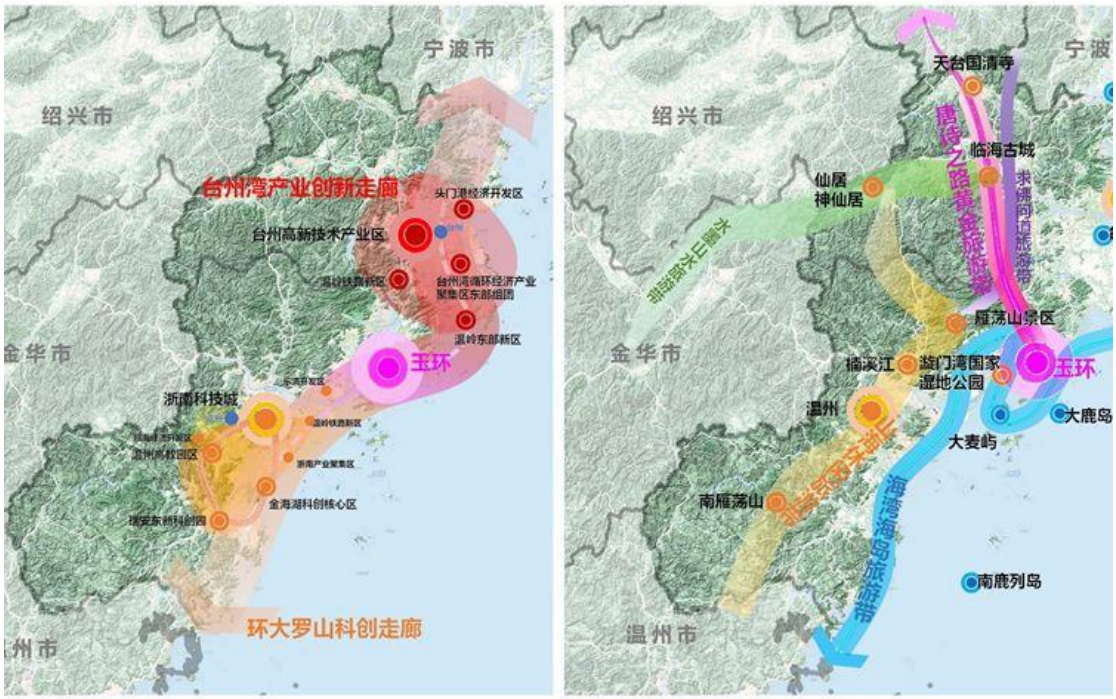


图 4.1.2-2　　玉环市国土空间规划图

4.1.2.1.4《玉环市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（简称《规划纲要》

《规划纲要》提出，立足新起点、开拓新路径。面向未来五年，拉高标杆、找准定位、扛起使命、勇于担当，乘势而上开启高水平推进社会主义现代化新征程，努力在全省“重要窗口”建设中彰显玉环独特的美丽篇章。

规划谋划东拓，部署未来城市空间，向东围绕漩门三期建设，拓展未来城市空间布局。“十四五”时期重点做好前期谋划和战略部署，加快推进公共服务功能配套，加强与漩门二期、高铁新城等区块的交通联系，做好未来城市中心建设的基础支撑，强化乐清湾和漩门湾联动发展，建好玉环湖和海湾滨水空间，傍水兴城全面拉开城市框架，加快提升港产城一体化功能，融合发展高铁经济、数字经济和开放经济，全力打破县域格局，实现“本岛时代”向“环漩门湾时代”跨越。

玉环市规划 2035 年“一心两区三带四域”为空间部署，“一心”，即“一湾两岸”带状城市中心。以沿漩门湾两岸的漩门二期、高铁新区、漩门三期为连续空间，承载城市级公共服务、产业创新服务，彰显海岛特色的带状城市中心。加强漩门三期融合发展，育强城市级服务功能，深化旧城改造和城市微更新，改善人居环境，打造海岛特色服务集中展示区。

谋划在漩门三期储备部门仓储基地，建设陆岛旅游码头和水上旅游集散中心，实现渡运公交化，优化对台直航水上客运航线，实施港口美化、亮化、绿化工程，树立美丽港区形象。

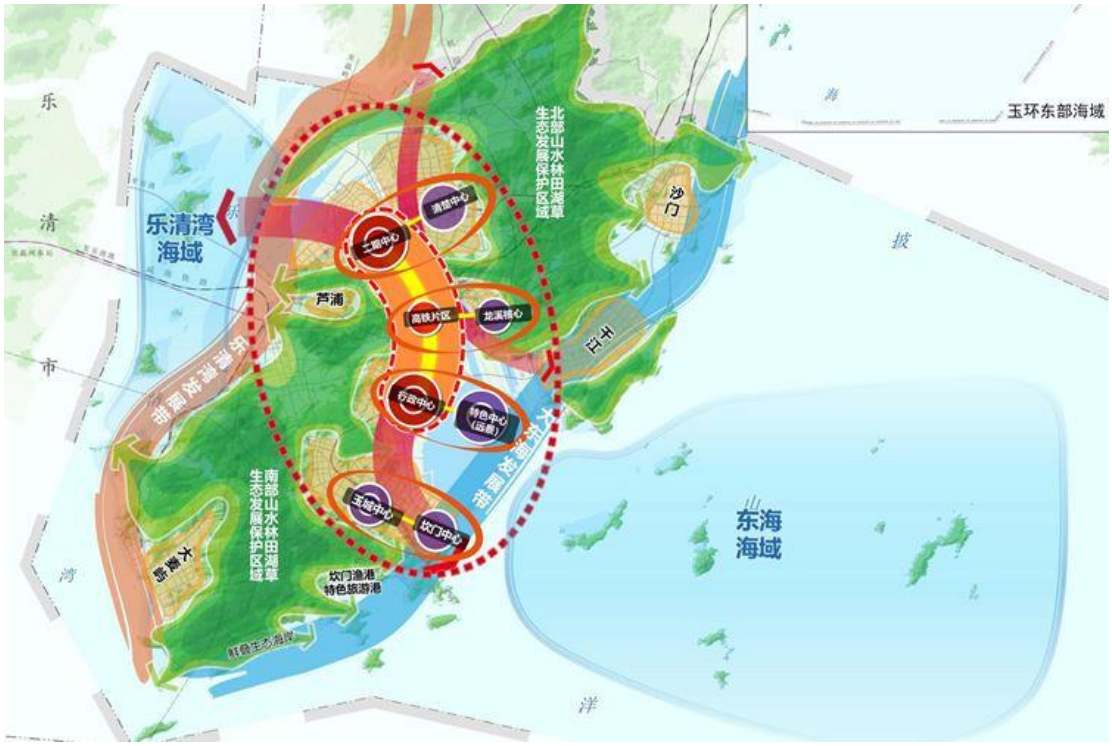


图 4.1.2-3　玉环市国民经济十四五及远景规划图

4.1.2.1.5《美丽玉环建设规划纲要（2020-2035 年）》

《美丽玉环建设规划纲要（2020-2035 年）》贯彻落实党中央、国务院关于推进生态文明建设和美丽中国目标的要求，做好新时代美丽玉环建设总体战略谋划的重要规划文件。本规划提出位于漩门三期高新技术制造与研发区的规划，孵化培育高端装备制造、电子信息、

新材料和航空航天等战略性新兴产业。建成集科技创新、产业发展、生态宜居等功能于一体的现代科技产业新城培育“研产一体”的企业集群。同时规划还提出要提升漩门三期周边地区生态环境质量，贯通漩门二期及三期水系， 积极推进漩门三期等海塘安澜工程建设，打造标准生态海塘，建设漩门湾海塘生态廊道，推进“蓝色海湾、金色海域、绿色海岛”示范工程建设，推进海岛和岸线生态修复，提升海岸、海域和海岛生态环境工程。



图 4.1.2-4　玉环市产业空间布局图

4.1.2.2 水利专项规划

4.1.2.2.1《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》

《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》 是指导全省有序推进海塘安澜千亿工程建设的纲领性文件，规划以建设“安全、生态、融合”的“安全+”高标准生态海塘为目标，谋划提出“安全+”海塘安澜千亿工程建设思路和总体布局。规划提出要实施海塘安全提标工程，提高海

塘防御标准，提高海塘安全性能，统筹协调河口海塘与江堤建设；实施海塘生态提质工程，沿塘岸带生态资源保护和修复，海塘人工岸线与海岸线有机结合，沿塘岸带环境整治；实施海塘融合提升工程，打造沿塘绿道慢行网络、各美其美的文化长廊、体验多元的活力珠链、功能统筹的岸线高地。规划提出玉环市漩门三期海塘提标改造的要求，提标改造后能够满足 100 年一遇防潮标准。

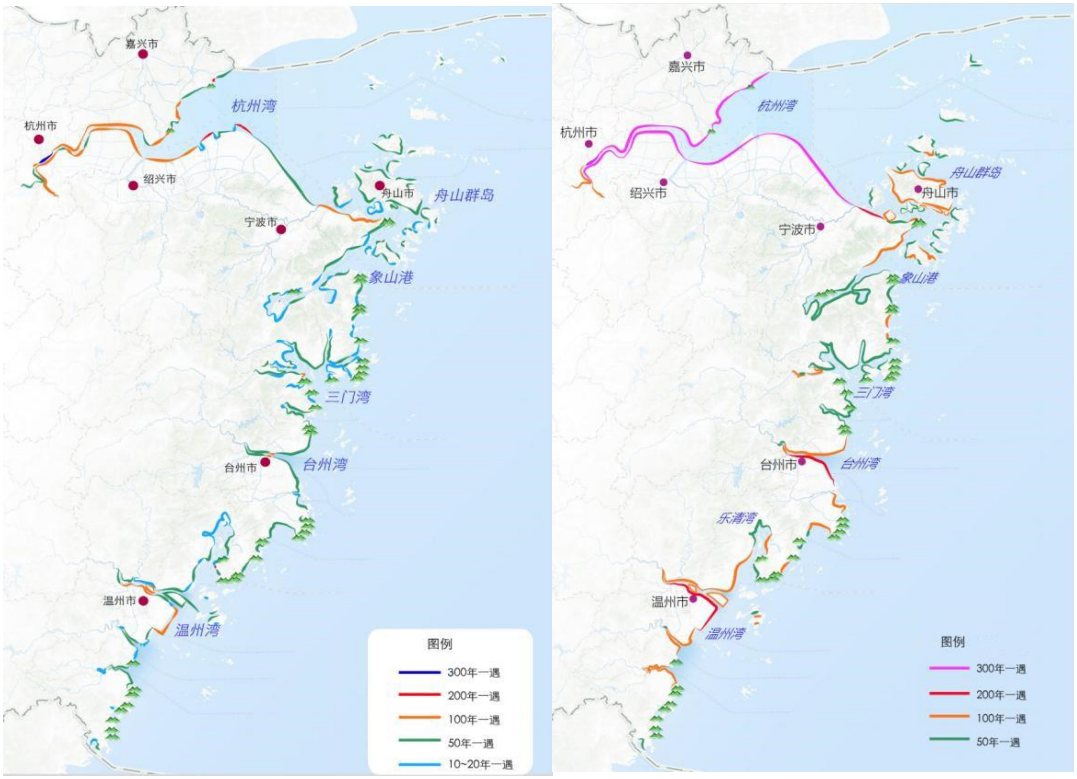


图 4.1.2-5 浙江省海塘安澜千亿工程海塘现状防御标准分布图（左）及规划防御标准分布图（右）

4.1.2.2.2《台州市海塘提标保护规划》

《台州市海塘提标保护规划》 由台州市水利局委托进行编制，规划基准年为 2019 年，水平年为近期 2025 年，远期 2030 年。本规划指出随着台州三大湾区：北部湾区、台州湾区、南部湾区的现代化建设发展，现状海塘防御能力及功能单一的问题已经不能满足湾区经济发展的需要，海塘提标加固工程实施迫在眉睫。围绕台州的“大湾

区”战略，提出了建设台州黄金海塘海湾花园的目标，推动台州三大湾区高标准景观海塘建设。遵循“安全、生态、融合”三大策略， 本规划提出漩门三期海塘从防潮标准、景观休闲、管理提标三方面进行提标加固。规划中漩门三期海塘防潮标准提升至 100 年一遇，全线设置蓝色绿道提升海塘休闲功能。

4.1.2.2.3《玉环市海塘安澜建设规划（2020-2030）》

《玉环市海塘安澜建设规划（2020-2030）》提出对漩门三期海塘提标改造和生态融合改造，提标改造长度 5.35km，提标改造后能够满足 100 年一遇防潮标准，同时建设海塘数字化设施，在设置漩门三期海塘监测波浪要素，波浪爬高、越浪，波压力，滩地冲淤观测等水情监测系统。

4.1.2.2.4《玉环市防洪规划》

《玉环市防洪规划》确定本工程区域的防洪（潮）标准定为 50 年一遇，排涝标准为 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹；农业地块防洪排涝标准为 10 年一遇。

该规划对玉环全市范围内的 13 个水系进行了防洪排涝规划，包括芳清河系、九眼河系、楚门河系、芦浦河系、玉坎河系、人民塘河系、龙溪河系、干江河系、桐丽河系、青沙河系、庆澜河系、普竹河系、茅埏河系，含漩门二期与三期围垦区。

4.1.2.3 其他相关规划

4.1.2.3.1《玉环市“十四五”文化和旅游发展规划》

《玉环市“十四五”文化和旅游发展规划》围绕“新时代美丽玉环建设”的城市定位，发挥海洋海岛文化的资源优势，拓展“一城两翼多节点”的文化产业新空间，构建“一核一带四组团”全域旅游发展空间。

其中南翼以坎门东沙渔村为中心，发展多节点以坎门、干江等地，结合优势、统筹布局，依托旅游开发，发展海岛经济，推进文旅融合，探索具有非遗特色的展示体验项目。

4.1.2.3.2《玉环市“十四五”美丽城市建设（有机更新）专项规划》

《玉环市“十四五”美丽城市建设（有机更新）专项规划》 提出推动城市高质量发展，建设美丽海湾生态城，实现城美、镇美、村美“三美共进”，建设美丽海岛大花园，成为全省现代化美丽城市建设标杆。

该规划优化中心城区格局，大力推进漩门二期、漩门三期等重点区块建设，进一步拉开城市框架。整治提升城区风貌，建设城市高品质形象窗口，以入城门户、特色街道、中心广场、滨水空间、历史地段、未来社区、城乡结合部等为重要节点，塑造城市风貌标志性空间场所。

4.1.2.3.3《玉环市城市色彩研究专项规划》

《玉环市城市色彩研究专项规划》编制立足城市文化历史积淀和自然地理特征，以“明丽轻快、素雅淡彩”为城市色彩主题，突出玉环“山城一体、蓝海环抱”的海湾城市特征，营造城市人文景观与自然景观和谐共存的氛围，创造玉环“生态宜居、绿岛蓝湾”花园港口城市面貌。

玉环作为海岛城市，坐拥中明度、高彩度的绿岛、蓝海天然背景色，宜运用高明度、低彩度的淡黄白色、蓝灰色作为城市色谱中的主色调，打造靓丽的浙南海湾风光。

4.1.2.3.4《玉环市“十四五”港航口岸和渔业高质量发展规划》

《玉环市“十四五”港航口岸和渔业高质量发展规划》提出：依托海岛及渔村资源，积极发展生态渔业观光旅游，建设美丽渔乡小镇，

扩展休闲度假项目，增设参与性海岛游乐健身设施，开发游艇旅游、商务度假、休闲健身等黄金海岸度假产品，打造“游海边、观海景、吃海鲜、住渔家”的个性旅游品牌，开展自然观光、海上垂钓、海上运动、捕捞生产、海鲜品尝、生活体验等项目。

4.1.2.4 项目建设外部条件

（1）本次方案设计存在新增占用海域，但总用海面积未超过 50 公顷，依据《中华人民共和国海域使用管理法》、《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》和《浙江省人民政府办公厅关于审批项目用海有 关问题的通知》，本项目需上报至省人民政府审批，用海审批上无重大制约因素。

（2）本工程主要包括海塘提标加固，背水坡防汛道路建设，堤身绿化美化等。主要改造范围位于现状海堤管理范围内。根据与海洋管理部门对接就海域确权审批结果，目前干江海堤段堤前堤后确权审批范围较小，本工程实施会涉及新增使用海域面积审批，但总体海域新增海域使用面积未超过 50 公顷，且无新增用岛和生态红线占用，审批上无重大制约因素。

（3）本工程为标准海塘提升工程，永久建设用地主要为原海塘断面结构范围，无新增永久占用土地，临时占用土地均为村集体用地，未占用基本农田，海域和土地审批上无重大制约因素。

4.1.3 工程现状及存在问题

4.1.3.1 历史洪涝灾害

玉环市形成洪涝灾害的主要暴雨为台风雨，其来势猛、雨量大，所造成的洪涝灾害特别严重。近些年，对玉环市影响较大的 2002 年 16 号台风“森拉克”、2005 年“麦莎”台风降雨和 2009 年“莫拉克”台风降雨和 9 月 29~30 日强降雨、2019 年 09 号台风“利奇马”。

2002 年 9 月，16 号台风“森拉克”登陆台州，台风登陆后，出现了狂风、巨浪、暴雨、高潮位等四大异常现象，玉环县最大风力超过 12 级，海面浪高超过 25m。经过 20 多个小时的巨浪冲击，部分海塘出现险情，坎门渔港防波堤防浪墙被冲开两个各 30 多米长的缺口，部分堤坝被淘空。





图 4.1.3-1　坎门渔港遭受台风“森拉克”破坏图

“麦莎”台风于 2005 年 8 月 6 日在玉环市干江镇登陆，台风“麦莎”给玉环市工农业生产、海塘养殖造成巨大的损失。据统计，玉环市受灾人口达 33 万人，倒塌房屋 73 间，城区全面积水，全市直接经济损失 3.6 亿元。其中，工业交通运输业直接经济损失 2.16 亿元：停产企业 3600 多家，毁坏公路路基 19km，损坏输电线路 15km，损坏通讯线路 139km；农林牧渔业直接经济损失 1.19 亿元：农作物受灾面积 6.9 万亩，水产养殖受灾面积 1.8 万亩，损失 0.72 万 t；水利设施直接经济损失 0.15 亿元：损坏堤防 5 处、护岸 25 处、水文设施 3 个。





图 4.1.3-2 玉环市遭受台风“麦莎”图

2009 年受“莫拉克”台风影响，从 8 月 6 日 20 时开始，全市普降暴雨，至 10 日 8 时，全市平均降雨量为 244.3mm，最大降雨量达 337.5mm（小陈岙测站）。11 个乡镇均出现险情，并不同程度受灾。其中，城关、坎门、陈屿、楚门、清港、龙溪等乡镇受淹严重，最大淹没深度达到 1m 以上。全市水果、蔬菜、粮食等农作物受灾面积达到了 8.48 万亩，成灾面积 6.21 万亩，其中绝收面积 0.81 万亩。





图 4.1.3-3 玉环市遭受台风“莫拉克”图

2013 年 10 月受强台风“菲特”袭击，浙江台州玉环坎门最高潮位已经达到了 8.3m，超过警戒潮位 0.9m，最大风力 12 级以上，受此影响，坎门渔港防波堤全线受损严重，渔港西堤堤身其中一段被涌浪冲击破损断肢，而内坡掺石方格已有两格被涌浪贯穿。



图 4.1.3-4 坎门渔港遭受台风“菲特”修复图

2019 年 09 号台风“利奇马”正面袭击玉环，玉环市面雨量达 392mm，据统计，玉环市受灾村庄 117 个，受灾人口 49.03 万人，倒塌房屋 521 间，直接经济损失 35.7 亿元。工业受灾企业达 8166 家，直接经济损失超过 12.8 亿元；农作物受灾面积超过 12.3 万亩，3.1 万亩文旦严重受淹，1 万亩葡萄遭受毁灭性损害，钢架大棚等农业设施受损 1.32 万亩；水利设施损坏山塘 3 座、堤防 30 处 12.18km、护岸 41 处、水闸 10 座、灌溉设施 34 处、机电泵站 20 座、水文设施 2 座。





图 4.1.3-5 玉环市遭受台风“利奇马”图

4.1.3.2 漩门湾治理沿革

玉环市中部原为漩门港，将玉环市一分为二，南北岛隔海相望，玉环面对地少、人多等要素制约，用智慧和力量不断改造自然、改善自己的生存环境，玉环人以精卫填海的方式堵港截流，1977 年漩门

一期堵坝工程建成后，连接了南北岛，使得玉环由原来的海岛城市变成半岛城市，成为玉环市历史的里程碑漩门筑坝堵港截流后，改变了漩门内外的海水（潮汐）运动状态，使漩门湾内滩涂得以相对稳定地淤涨。



图 4.1.3-6　　漩门一期大坝建设图

1999 年正式动工漩门二期蓄淡围垦工程，该工程位于玉环市本岛北面的漩门港，工程新建海堤 6.2km、堵坝 1.08km、水闸 2 座，加高加固海堤 573m；围垦面积 5.6 万亩，其中可供开发利用滩涂资源 3.2 万亩，蓄淡水库水面面积 2.4 万亩。2001 年堵坝合龙，2005 年底五大主体工程全面完成，该项目建设增加了土地资源，解决玉环水土资源供需矛盾，同时建设了 50 年一遇的标准海塘，提高了围区及周边地区的防洪挡潮能力。目前漩门二期片区已完成了漩门湾生态湿地公园（部分）、农业观光区和南片工业园区的开发。

为充分利用丰富的滩涂资源，提供第三产业、工业、高效农业园区用地，涵养淡水和改善水环境，进一步增强防洪防台能力，促进该县国民经济的持续、快速发展，玉环市启动漩门三期围涂工程建设，

围涂规模 6.795 万亩，主体工程主要由海堤、排涝水闸及围区配套工程组成。海堤总长 5380m。目鱼排涝闸坐落在目鱼屿，冲坦排涝闸坐落在冲坦屿，两闸基础均为岩基。

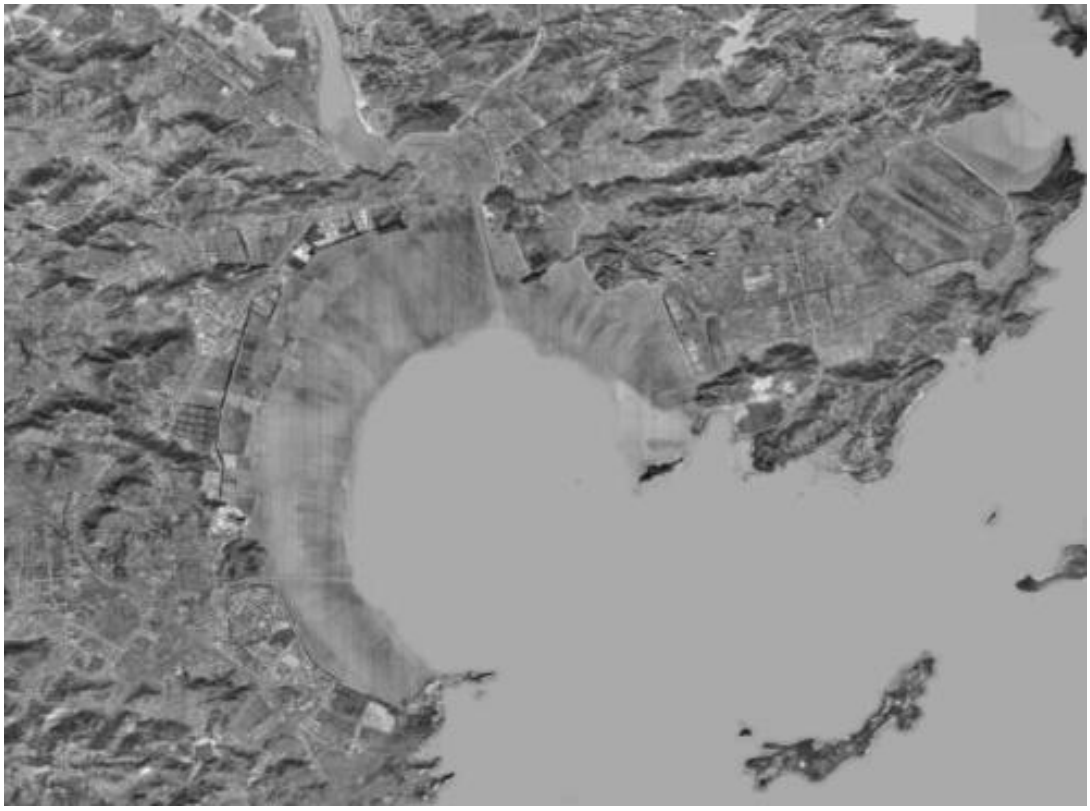


图 4.1.3-7　　漩门三期围涂工程建设前现状图



图 4.1.3-8　　漩门三期围涂工程建设后图

《玉环市漩门湾拓浚排涝工程可行性研究报告》于 2020 年 6 月获得了浙江省发展改革委的批复（浙发改农经〔2020〕211 号），目前拓浚工程正在施工。玉环市漩门湾拓浚排涝工程位于漩门湾二期、三期围区内，主要包括湖泊及河道拓浚工程、闸站工程、水闸工程、农业区块圩堤工程、一期堵坝拆除工程等。其中拓浚湖泊面积约 8.17km²、拓浚河道长度约 27.2km、新建苔山闸站 1 座、改建节制闸 4 座、新建圩堤 7.20km。工程实现漩门二、三期水系贯通，充分发挥漩门二、三期工程的联动优势，构建漩门湾防洪排涝体系，改善区域水环境，提高水资源调蓄能力。

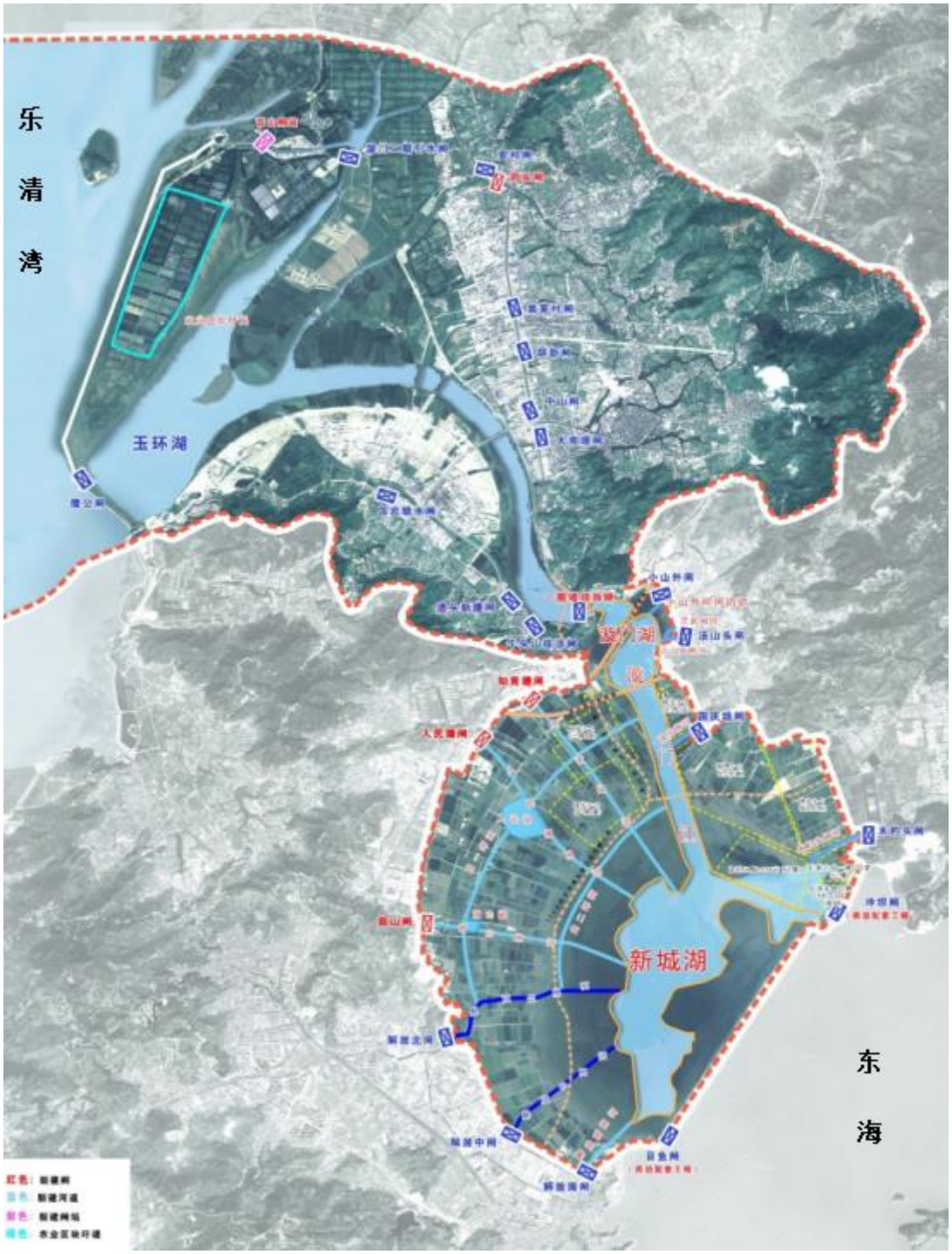


图 4.1.3-9　　玉环市漩门湾拓浚排涝工程图

《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》规划以建设“安全、生态、融合”的“安全+”高标准海塘为目标，规划提出要实施海塘安全提标工程，提高海塘防御标准，提高海塘安全性能，统筹协调河口海塘与江堤建设；实施海塘生态提质工程，保护和修复沿塘岸带生态资源，有

机结合海塘人工岸线与海岸线，整治沿塘岸带环境；实施海塘融合提升工程，打造沿塘绿道慢行网络、各美其美的文化长廊、体验多元的活力珠链、功能统筹的岸线高地。漩门三期海塘提标后达到 100 年一遇防潮标准，规划融合景观提升，结合现状周边环境与景观主题，以海滨渔乡文化、海滨风光等为主题进行改造。



图 4.1.3-10　漩门三期海塘安澜工程效果示意图

4.1.3.3 工程现状及存在问题

由于漩门三期海塘安澜工程涉及坎门街道和干江镇，为便于管理，以行政区划为界，将安澜工程分为坎门段和干江段。

漩门三期坎门段海塘工程包括坎门海堤南段（K0+000~K0+336），坎门海堤北段（K0+336~K2+486）和目鱼排涝闸。

根据现场踏勘、相关资料及有关计算，查找本工程存在问题并采取相关措施，其中相关资料包含浙江广川工程咨询有限公司编制完成的 2018 年~2020 年度《玉环市漩门三期运行期安全监测分析报告》、漩门三期海塘提标坎门段工程地质勘探报告和工程测量数据；有关计算包含堤顶高程计算、海堤地基稳定抗滑计算，护面块体复核、水闸闸门顶高程复核等，本章节针对相关计算只放相关计算结果，具体计算详见第五章工程布置及建筑物。

4.1.3.3.1 坎门海堤南段工程现状存在问题及采取措施

（1）工程原设计情况

坎门海堤南段设计防潮标准为 50 年一遇，原设计堤顶高程为 9.50m，堤顶结构采用 C20 埋石混凝土整体重力式挡墙，堤顶宽度为 7.00m。防浪墙采用反弧挑浪式断面，顶高程为 10.50m。外边坡设有消浪平台和镇压平台，堤脚设 4.00m 宽的爆填堤心石平台，平台和边坡布设 10t 的扭王字消浪块。内侧用海涂泥填筑土方进行闭气，内边坡上部采用防越浪冲刷较好的 30cm 厚现浇 C25 混凝土板护坡。围区侧布置 7.00m 宽顶高程 8.00m 高程的防汛道路，地基处理采用自然挤淤法处理，挤淤深度至基岩或卵砾石。

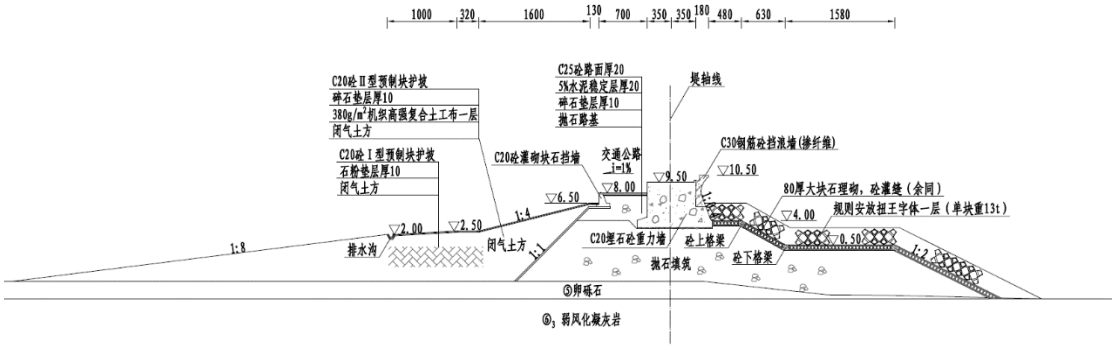


图 4.1.3-11　　坎门海堤南段断面竣工图

（2）工程现状存在问题

本次查看现场、查阅地质报告坎门海堤南段现状如下：

坎门海堤南段未见整体滑动、倾斜、严重破碎、大裂缝等现象；地质报告显示坎门海堤南段堤基分布有⑤层卵砾石，防渗较差。

堤顶及行车路面大致完好，无异常变形、架空、积水、植物 滋生等现象。局部混凝土路面存在轻微裂缝；

防浪墙混凝土整体结构大部分区段较完好，无挤碎、架空、错断、倾斜等现象，局部存在混凝土开裂、脱落等现象；



图 4.1.3-12　　坎门海堤南段顶防汛道路现状图

迎水坡及镇压层：迎水坡现状较好，整体结构基本完整，扭王块安放整齐、完整，未见冲刷滑移、破坏现象；

背水坡：坡面完整，无明显裂缝、滑动、隆起、雨淋沟等现象。未见蚁穴、兽洞等隐患，背水坡预制混凝土块护坡完整，局部区域存在较多杂草；



图 4.1.3-13　　坎门海堤南段围内侧边坡现状图



图 4.1.3-14　　坎门海堤南段迎潮面图

（3）相关计算复核

1）工程等级及设计标准复核

本次工程建筑物现状防潮标准为 50 年一遇，工程等别为III等，主要建筑物海堤级别为 3 级，围区道路、河道等次要建筑物为 4 级，围堰、施工道路等临时性建筑物为 5 级，现状防汛道路为 7m。海塘提标以后，防潮标准为 100 年一遇，工程等别为 II 等，海堤建筑物级别为 1 级，次要建筑物为 3 级，提标以后海堤堤顶宽度不含防浪墙应满足≥12m 的要求。经复核，现状堤顶道路宽度不满足要求。

2）堤顶高程复核

对现状堤顶高程进行复核计算，具体计算详见 5.7.4 章节，现状坎门海堤南段堤顶高程 9.50m，防浪墙顶高程为 10.50m，允许越浪量在公式计算下为 0.075m^3/s.m，模型计算为 0.007m^3/s.m，本次按照 100

年一遇防潮标准进行计算，经计算，计算防浪墙高程为 11.19~11.51m，现状防浪墙顶高程不满足 100 年一遇防潮要求。

3）结构抗滑稳定计算

本次对坎门海堤南段原结构采用瑞典圆弧法计算，具体计算详见 5.7.4 章节，计算中不考虑地基固结引起的强度增长，经计算，坎门海堤南段结构整体满足抗滑稳定。

4）海堤沉降计算

结合《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2020 年度）》沉降观测，坎门海堤南段由于大部分堤基为岩基，堤顶沉降量和沉降速率极小，2020 年度 4 月~12 月，总沉降量为 1.04mm，沉降速率为 0.004mm/d。

5）护面稳定计算

坎门海堤南段消浪平台和斜坡面设置有混凝土扭王字体消浪块，镇压平台上设有混凝土四脚空心块、扭王块保护。根据《玉环市漩门三期围垦工程竣工图》，坎门海堤南段现状扭王块单块重量为 10t，本次安澜工程对现状扭王块重量进行复核，具体计算详见 5.7.4 章节，坎门海堤南段计算单块混凝土扭王块重 4.21~4.32t，现状单块重量为 10t，现状满足设计要求。

（4）采取相关措施

针对上述问题，本次对坎门海堤南段采取如下措施：

1）坎门海堤南段提标加固后堤顶高程 10.0m，防浪墙顶高程 11.0m，加固将内侧防汛道路加高拼宽为堤顶，提标后堤顶净宽 14.5m，总宽度为 15.8m，海堤堤顶采用钢筋混凝土空箱进行加高拼宽。

2）现状扭王字块体安装整齐、完整、基本完好，未见冲刷滑移及破损现象，本次提标加固保持海堤迎潮面结构保持现状不变。

3）本次海堤提标加固在围区侧内坡下部地基中布置防渗帷幕，帷幕中心线距海堤轴线 35m，帷幕采用淤泥水泥注浆（水泥参量 10%），注浆孔深至基岩，共布置 3 排，注浆孔间排距 80cm×80cm，梅花形布置。

4）拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清除表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高，坡面进行绿化。

4.1.3.3.2 坎门海堤北段现状存在问题及采取措施

（1）工程原设计情况

坎门海堤北段地基为深厚的淤泥层，基础处理采用爆炸挤淤置换法。设计防潮标准为 50 年一遇，上部结构采用抗风浪能力好、牢固可靠的整体重力式墙，坎门海堤北段原设计堤顶高程为 9.50m，堤顶宽度为 7.00m。防浪墙采用反弧挑浪式断面，顶高程为 10.50m。外边坡设有消浪平台和镇压平台，堤脚设 4.00m 宽的爆填堤心石平台，平台和边坡布设 13t、10t 的扭王字消浪块。内侧用海涂泥填筑土方进行闭气，内边坡上部采用防越浪冲刷较好 30cm 厚现浇 C25 混凝土板护坡。围区侧布置 7.00m 宽高程 8.00m 防汛公道路。

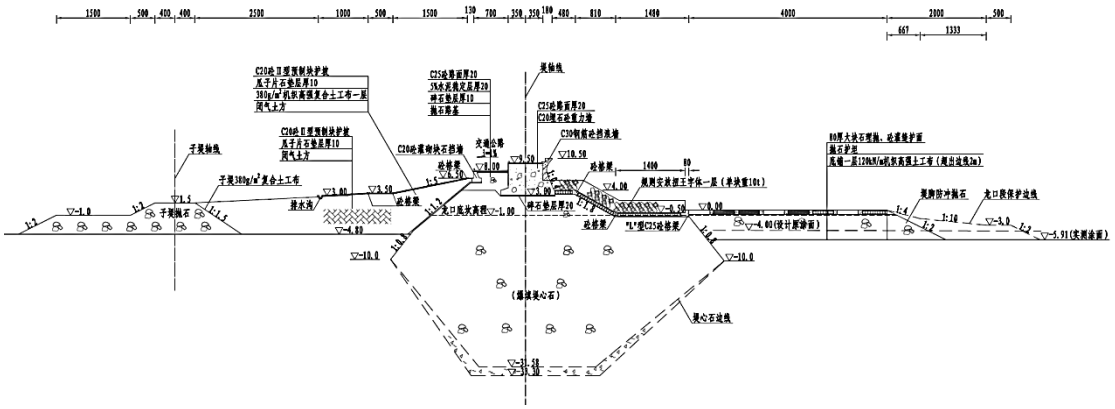


图 4.1.3-15　坎门海堤北段断面竣工图（龙口段）

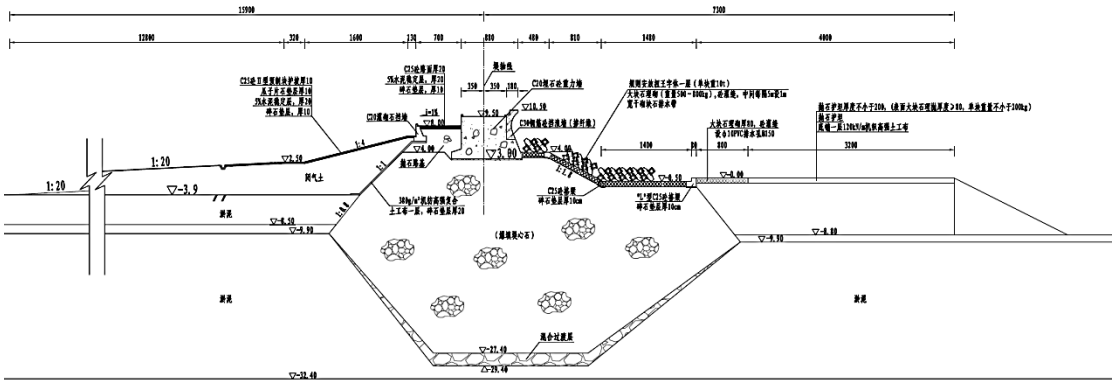


图 4.1.3-16　坎门海堤北段断面竣工图（非龙口段）

（2）工程现状存在问题

本次查看现场、查阅地质报告坎门海堤北段现状如下：

坎门海堤北段未见整体滑动、倾斜、严重破碎、大裂缝等现象。

堤顶及行车路面：海堤基础以深厚软基为主，海堤堤顶存在不均匀沉降，大部分堤段堤顶高程不满足原设计顶高程，

防浪墙：海堤不均匀沉降导致防浪墙顶起伏，局部存在混凝土开裂脱落、伸缩缝略扩张等现象，但未见防浪墙混凝土层贯穿性裂缝发育。



图 4.1.3-17　　坎门海堤北段堤顶防汛道路现状图



图 4.1.3-18　　坎门海堤北段防汛道路裂缝图

迎水坡及镇压层：迎水坡现状较好，整体结构基本完整，扭王块安放整齐、完整，未见冲刷滑移、破坏现象。镇压层因不均匀沉降呈

近堤侧高、远堤侧低，局部灌砌块石因冲刷出现裂缝，镇压层表面存在较多碎石。

海外堤脚：经运行管理单位反应，由于坎门海堤北段靠南侧风浪很大，海堤运行过程中发现部分堤段堤脚受冲严重，加抛了大量大块石。



图 4.1.3-19　　坎门海堤北段迎潮面图

背水坡：坡面完整，无明显裂缝、隆起等现象，未见蚁穴、兽洞等隐患。背水坡混凝土预制块护坡完整，大部区域存在较多杂草；1+750～2+150 段坡脚闭气土方受围区水流冲刷严重，呈 90°直立状态，坡脚 10m 范围内水域水质浑浊。



图 4.1.3-20　　坎门海堤北段内侧边坡现状图



图 4.1.3-21　　坎门海堤北段围内侧图

（3）相关计算复核

1）工程等级及设计标准复核

本次工程建筑物现状防潮标准为50年一遇，工程等别为III等，主要建筑物海堤级别为3级，围区道路、河道等次要建筑物为4级，围堰、施工道路等临时性建筑物为5级，现状防汛道路为7m。海塘提标以后，防潮标准为100年一遇，工程等别为II等，海堤建筑物级别为1级，次要建筑物为3级，提标以后海堤堤顶宽度不含防浪墙应满足≥12m的要求。经复核，现状堤顶道路宽度不满足要求。

2）堤顶高程复核

对现状堤顶高程进行复核计算，具体计算详见5.7.4章节，现状坎门海堤北段堤顶高程9.50m，防浪墙顶高程为10.50m，允许越浪量在公式计算下为0.086m^3/s.m，模型计算为0.007m^3/s.m，本次按照100年一遇防潮标准进行计算，经计算，计算防浪墙高程为10.45~11.54m，现状防浪墙顶高程不满足100年一遇防潮要求。

3）结构抗滑稳定计算

本次对坎门海堤北段原结构采用瑞典圆弧法计算，具体计算详见5.7.4章节，计算中不考虑地基固结引起的强度增长，经计算，坎门海堤北段结构整体不满足抗滑稳定。

4）海堤沉降计算

结合《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2020年度）》沉降观测，坎门海堤北段堤基为深厚软土层，堤顶沉降量及沉降速率均较南段大，2020年度4月~12月，堤顶最大总沉降量为49.30mm，沉降速率为0.21mm/d，且沉降速率略有降低趋于稳定。

5）护面稳定计算

坎门海堤北段消浪平台和斜坡面设置有混凝土扭王字体消浪块，镇压平台上设有混凝土四脚空心块、扭王块保护。根据《玉环市漩门三期围垦工程竣工图》，坎门海堤北段现状扭王块单块重量为 10~13t。本次安澜工程对现状扭王块重量进行复核，具体计算详见 5.7.4 章节，坎门海堤北段计算单块混凝土扭王块重量为 4.08~5.51t，现状单块重量为 10t~13t，现状满足设计要求。

（5）采取相关措施

针对上述问题，本次对坎门海堤北段采取如下措施：

1）坎门海堤南段提标加固后堤顶高程 10.0m，防浪墙顶高程 11.0m，加固将内侧防汛道路加高拼宽为堤顶，提标后堤顶净宽 14.5m，总宽度为 15.8m，海堤堤顶采用钢筋混凝土空箱进行加高拼宽。

2）现状扭王字块体安装整齐、完整、基本完好，未见冲刷滑移及破损现象，本次提标加固保持海堤迎潮面结构保持现状不变，针对部分镇压层不均匀沉降、部分镇压层护面底部架空和部分堤段堤脚受冲刷较严重的问题，采用层 C40F100 砼四脚空心块护面或 60cm 厚大石块理砌护面。

3）本次海堤提标加固在围区侧结构设计，其中龙口段拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清除表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高，非龙口段该围区侧镇压平台末端抛石护脚底部采用 D70cm 水泥搅拌桩处理，处理宽度 17.9m，桩长 7.0m，桩间距 1.6m，梅花形布置。

4）由于坎门海堤北段结构稳定计算不满足要求，地基为深厚的淤泥层，防渗性能较差，结合现状防汛道路现状不满抢灾救灾要求，本次对地基处理宽度为 38m，设置防汛道路宽度 26.50m 宽，分为高压旋喷桩处理堤段和水泥搅拌桩处理堤段，其中高压旋喷桩处理堤采用 D70cm 桩径，间、排距 1.6m×1.6m，桩长 18m，梅花形布置，水泥搅拌桩处理堤段采用 D70cm 桩径，间、排距 1.4m×1.4m，桩长 18m，梅花形布置，为减少地基沉降对堤身稳定的影响，在地基处理范围两侧分别布置 2 道高压旋喷桩密封墙进行封闭。

4.1.3.3.3 目鱼排涝闸现状存在问题及处理措施

（1）工程原设计情况

目鱼排涝闸闸孔净宽为 5 孔×8 m，现状水闸按 50 年一遇挡潮标准和 20 年一遇排涝标准设计，闸底高程-3.0m，设计流量为 538m³/s，水闸建设于弱风化基岩上，地基承载力良好。排涝闸由闸室、消力池及围区和外海侧的护坦、护底等组成。闸室采用平底板胸墙式结构，闸底槛高程-3.0m，闸室段长 22m，闸室围区侧还设有净宽 7.0m 的交通桥，桥面高程 6.0m，与两侧海堤内坡交通道相接，闸室围区侧设 15 m 长砼护底，后接 10 m 长钢筋砼护坦与闸室相连，护坦护底两侧均为砼直立式挡墙，并向两侧延伸入海堤内坡。

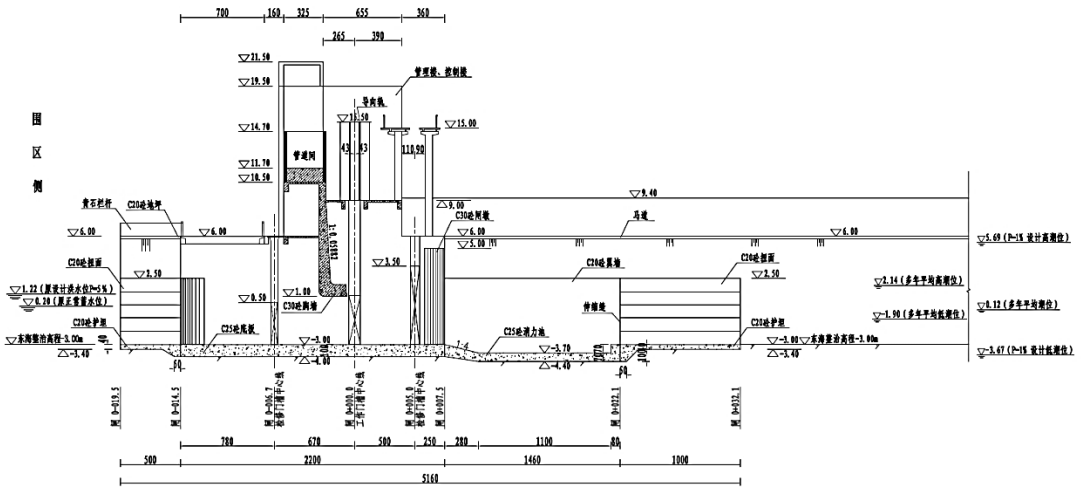


图 4.1.3-22　目鱼排涝闸纵剖面竣工图

（2）工程现状存在问题

本次查看现场、查阅地质报告目鱼排涝闸现状如下：

目鱼排涝闸为岩基闸，水闸外观较整洁；左右岸、上下游基本完好无损；有 1 扇工作闸门顶部横梁开裂、工作平台栏杆损坏

混凝土结构：结构总体状态良好，仅局部有混凝土破损，检修门槽盖板部分起翘；交通桥路面存在裂缝破损现象；工作间墙面存在裂纹，表面涂料鼓包剥落；闸室混凝土表面部分剥落侵蚀。

闸门及启闭机：受海洋环境的影响，目鱼闸工作闸门和检修闸门门槽埋件锈蚀非常严重，其他金属构件锈蚀情况相对较好。

电器设备及配套设备：现状机电设备基本完好，计算机监控系统、图像监视系统等自动化设备已损坏。

水闸现状防潮标准偏低，无法与规划海堤形成防潮闭合圈，需要提高防潮标准，复核闸顶高程、翼墙顶高程是否满足设计要求。



图 4.1.3-23　　目鱼排涝闸现状图



图 4.1.3-24　　目鱼排涝闸现状图



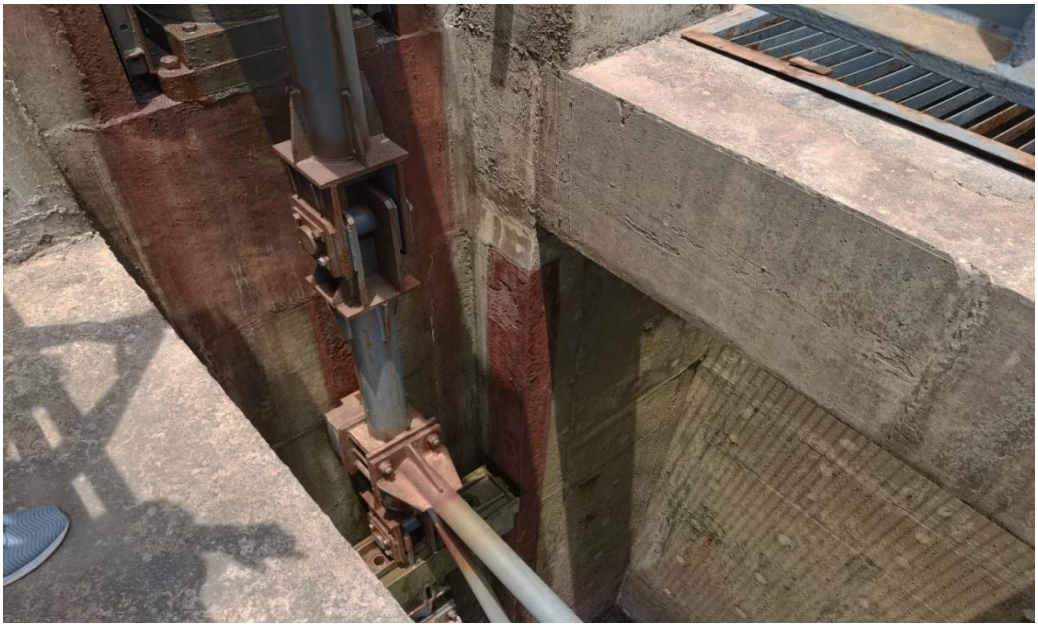


图 4.1.3-25　　门槽埋件锈蚀图



图 4.1.3-26　　闸室内墙面装修曾开裂、损坏照片图

（3）相关计算复核

①工程等级及设计标准复核

本次工程建筑物现状防潮标准为 50 年一遇，工程等别为III等，主要建筑物水闸级别为 3 级，围区道路、河道等次要建筑物为 4 级，围堰、施工道路等临时性建筑物为 5 级。海塘提标以后，防潮标准为 100 年一遇，工程等别为 II 等，水闸建筑物级别为 1 级，次要建筑物为 3 级。

②闸顶高程复核

本次对目鱼排涝闸防潮标准提标至 100 年一遇，根据闸顶高程计算复核，具体计算详见 5.7.4 章节，计算闸门顶高程 13.55m，根据《玉环市漩门三期围垦工程竣工图》目鱼闸图纸，目鱼闸现状闸门顶高程为 10.50m，闸门顶建设有 1.2m 钢筋砼挡墙，计算高度为 11.70m，现状闸门顶高度不满足 100 年一遇防潮标准。

（4）采取相关措施

针对上述问题，本次对目鱼排涝闸采取如下措施：

①外海侧挡墙均座落在山体岩基上，本次采用 C40F100 混凝土，在现状挡墙顶部直接加高至 11.20m，左岸外海侧加高挡墙长度为 39.64m；右岸外海侧挡墙加高长度为 23.95m，总长为 63.59m。新老挡墙接触面采用凿毛处理。

②水闸底板、闸室、闸墩等临水面下部混凝土，高程 2.5m 至-3.0m 范围内采用双组分（脂肪族）聚脲涂层进行喷涂，提高其耐久性。

③针对目鱼排涝闸工作闸门围区侧的砼梁破损，采用 C40F100 钢筋砼对该梁重筑，对交通桥桥面铺装层凿除重铸。

④现状工作闸门表面覆着大量藤壶等海洋生物，且存在局部埋件锈蚀砼老化现象，本次对 5 孔工作闸闸门进行更换，对全部工作闸门及两侧检修闸门门槽埋件进行更换。

⑤针对闸门顶高程不满足计算，本次在目鱼排涝站外侧设置透空式消浪堤，采用双侧挡浪板。

⑥排涝闸的计算机监控系统、图像监视系统等自动化设备已损坏，结合工程信息化设计要求，本次更新排涝闸自动化控制系统。

⑦项目整体位于玉环市目鱼屿上，四面临海，景观资源得天独厚，本次提标加固对水闸外立面进行提升改造。

4.1.4 项目建设必要性

4.1.4.1 本工程是提高防潮标准，保障人民生命财产安全的需要

2018 年，习近平总书记在中央财经委员会第三次会议上指出，要针对关键领域和薄弱环节，推动建设若干重点工程，实施海岸带保护修复，建设生态海堤，提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力。党的十九届五中全会要求提升洪涝干旱等自然灾害防御工程标准，实施国家水网等重大项目建设。浙江省委财经委专题研究十大领域补短板工作时指出，水利基础设施是短板中的短板，亟需补齐；浙江省委十四届八次全会要求完善自然灾害防治体系，加快海塘安澜千亿工程等重大基础设施建设。海塘是保护人民群众生命财产安全作用最为突出的水利基础设施，是浙江水网的基本架构，浙江省坚持人民至上、生命至上，从实际出发，系统谋划，整体提升防范台风暴潮风险的能力。

玉环市位于浙东沿海，面向开敞式海域，沿海风浪较大，风暴潮灾害频发，漩门三期海塘是保护玉环全市人民生命和财产安全、维护社会经济发展的重要屏障。现状坎门海堤防潮标准为 50 年一遇，达

不到海塘安澜千亿工程的标准，同时由于坎门海堤为软土地基，海塘工程经过多年运行之后，出现了不同程度的沉降，坎门海堤段部分断面已经低于设计堤顶高程，海塘的实际防潮能力已达不到设计标准，坎门海堤北段海塘堤身结构单薄，堤顶宽度和堤身结构没有考虑抢险与周边环境的综合需要，使得海塘抵御风暴潮的能力仍然不足。本工程根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》对坎门海堤进行提标，防潮标准从 50 年一遇提升至 100 年一遇，采取堤顶加固及地基处理等措施，对堤防后防汛道路进行加宽，满足防汛抢险要求，同时对目鱼排涝闸采取更换闸门及埋件等措施，通过上述措施从实际出发，系统规划设计，提高坎门海堤的防潮标准，确保人民生命财产安全是至关重要的。

4.1.4.2 本工程是加快生态文明建设，海岸带保护修复的重要保障

中共中央国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》把生态文明建设放在突出的战略位置，要求优化国土空间开发格局，全面促进资源节约利用，加大自然生态系统和环境保护力度，弘扬生态文化，加快建设美丽中国。浙江省着眼长远、对标先进，贯彻生态海堤建设理念，实施海塘安澜千亿工程，对海塘岸带生态进行系统性保护和修复，是沿海地区生态文明建设的重要内容。同时，浙江省委省政府发布多项文件，提出加强海洋生态保护与修复，开展美丽黄金海岸带建设工作。《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》提出了漩门三期海塘贯通塘顶车道及沿塘绿道的要求，并要求重视海塘沿线生态修复，提升海堤绿化率及生态属性。《浙江省生态海岸带建设方案》也重点强调了以海塘提标加固工程为基础，修复绿色生态，贯通塘顶绿道，激发海塘沿线生机活力，建设生态海岸带。

坎门海堤现状采用复合式断面，护面不透空，建筑材料为土石混合堤，堤身结构的生态化程度较低，围垦海堤工程后，使原有自然岸线硬化为混凝土质人工岸线，塘前滩涂湿地面积减少，开敞海区塘前中、高滩缺失，导致海洋净化能力减弱，损害了滩涂生物的栖息环境，海岸带既是海洋开发集中的区域，又是生态保护的重点区域，直立、硬质的海塘隔断了海陆连通，割裂了生物栖息繁衍空间。此外，玉环市海塘多建于淤泥质海岸，塘前滩面较高的区域适合芦苇等滩涂植被生长，对固堤护岸、消浪弱流有明显作用，现状海塘未能充分考虑生态系统的保护和修复，未能充分发挥滨海植被的固滩消浪效果。漩门三期坎门段海塘安澜工程对依托“醉美玉环鱼情海岛风景线”的设计定位，将滨海绿带与周边环境系统有机衔接，营造出丰富多样的海湾景观，打造标准生态海塘，建设漩门湾海塘生态廊道，推进“蓝色海湾、金色海域、绿色海岛”示范工程建设，提高玉环市海塘生态修复整治，促进海岛和岸线生态修复，提升海岸、海域和海岛生态环境工程。

4.1.4.3 本工程是海塘“安全+”功能统筹融合的重要手段

玉环市沿海海岸线是建设大湾区、大花园、大通道、大都市区，体现“重要窗口”的主阵地，是蓝色海湾、绿道网、交通网、渔港、海岛花园等建设规划的重要组成。沿海地区的经济社会发展对海塘岸带的开放共享贯通、历史文化传承、休闲观景多元体验、功能岸线统筹等需求日益突出，通过海塘安澜千亿工程，合理融合交通、文化、景观、休闲、健身、旅游等需求，实现海塘“安全+”综合功能。

为相应省政府海塘“安全+”综合功能，本次漩门三期坎门海塘安澜工程实现防汛道路与海塘观海绿岛建设融合，实现可观海，观潮，活动，游览，可人行，游览车行的堤顶路，此外，堤后防汛道路设置

26.50m 宽，与堤顶平行而建，打造休闲、商业、驿站、停车、文化展示、科普宣传的生态活力景观带，结合玉环市海塘相关海塘相关的历史人物、历史环境，融入玉环市特色文化、挖掘地域特色，注重延续历史文脉，设计中融合渔民画、渔民号子、坎门花龙、帆船、治水过程等文化，通过景观雕塑、文化小品、浮雕景墙、剪影等不同的形式展示出来，为沿海居民和游客提供多彩滨海文化空间，打造玉环市更丰富更有品质的美丽体验地。

4.1.4.4 本工程是促进区域经济社会发展的需要

玉环新城（漩门三期）位于玉环市地理中心区位，连接本岛与半岛的多个镇街，并通过漩门湾与漩门二期新城贯通。在国土空间规划中，玉环新城（漩门三期）将与漩门二期、高铁新区共同构建带状城市中心，承载城市级公共服务、产业创新服务，彰显海岛特色。作为打造“一极三城”、建设“四个玉环”的重要片区及玉环未来 15 年城市建设的主战场，玉环新城（漩门三期）是玉环聚力城市蝶变“提级”，优化城市功能，联动新老城，辐射周边板块的战略空间。同时，也是构筑玉环海湾城市“新形态”，提升城市形象和品质，打造具有玉环特色风情的海上花园之城的特色空间。

漩门三期规划上要求注重功能、景观等方面的衔接与协调，本次通过漩门三期坎门段海塘安澜工程建设，使漩门水系形成整体，在城市中形成东西向的水上廊道，犹如一条巨龙横卧其中，使得玉环这座美丽的海岛城市更添灵性。同时城中有山，城外有海，滨海湖泊，风情海峡，玉环城市的品质也将会大大地提升。因此，本工程是向玉环现代化海湾城市建设的关键环节。

4.1.4.5 本工程是海塘提档赋能的重要彰显

玉环市海岸线景色宜人，有丰富的海岛旅游资源，本工程建设段尚未进行有效的开发利用，具有较大的发展潜力。虽然沿线人口较多，但是在人气活力彰显上尚有不足。本次通过漩门三期坎门段海塘提升工程，对现有海塘采取堤顶加固、基础处理等措施，在满足结构安全情况下优化设计断面，并融合景观改造，打造玉环市最美旅游线。

为充分利用海塘断面结构设计，本次打造堤顶路为重要的观海长廊，设置宽度 15m，可进行观海、观潮、活动、游览、可人行、游览车行等活动，堤后护坡宽度约为 20m，高程约为 2.8~5.7m，加固地基处理同时设置堤后防汛道路，防汛道路宽度 26.5m，合理利用海堤结构，将堤后护坡和防汛道路设置成护塘景观带，设计休闲、商业、驿站、停车、文化展示、科普宣传的生态活力景观展示区域，通过本次海塘提升工程，全面建设、完善生态海岸带衍生工程、景观设计、便民惠民工程等，积极在集聚人气中展现活力，在广泛参与中提升居民品质生活，满足人民日益增长的美好生活需求，提高玉环市海塘的生机活力，本工程是海塘提档赋能的重要彰显。

4.1.4.6 本工程是实现智慧水利、标准化水利建设的需求

《浙江省水利发展“十三五”规划》（浙发改规(2016) 448 号）规划的主要任务是完善水利基础设施网络和深化重点领域管理改革。文件中提出“依规依标，推行水利工程标准化管理”、“加快完善水利管理体系”等内容。规划中八项重点管理改革举措为:防汛防台抗旱管理规范化;最严格水资源管理制度化;节约用水社会管理常态化;水利投入体制机制多元化;水利工程建设管理市场化;水利工程管理标准化(开展海塘管理和保护范围划界确点试点);涉水事务行政管.理法制化;水利行业能力建设信息化(主动适应“互联网+”和大数据

发展趋势，大力推进智慧水利建设，以水利信息化带动水利现代化发展。加强水文基础设施建设，拓展水文水资源监测服务领域和范围，提高水文信息安全保障水平。推进水利科技创新载体建设,开展重大水利科技问题研究,继续实施工程带科研,加强水利应用技术研发与.推广，提升科技创新能力和成果转化水平。

本工程的建设，通过对现状海塘管护设备进行提升改造，以实现海塘管理标准化,同时，也进一步推进我省水利工程实现“产权化”、“物业化”“数字化”管理模式。

综上所述，本工程实施后可提升漩门湾区域的防洪标准由 50 年提高至 100 年，是提高防御标准、改善生态景观、实现“安全+”融合、促进区域经济发展、彰显海塘提档赋能的重要举措，是玉环市向“现代化海湾城市”发展的重要台阶。

4.2 工程任务

4.2.1 工程任务

工程主要任务以挡潮排涝为主,兼顾改善提升滨海生态环境等综合利用。

4.2.2 建设标准

（1）防洪（潮）标准

根据《防洪标准》（GB 50201-2014）及《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》（浙发改规划〔2021〕188 号）等要求，确定本工程防潮标准为 100 年一遇。

（2）排涝标准

根据《玉环市总体规划》和《玉环市防洪规划》，漩门三期排涝标准为 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹。

4.3 工程规模

4.3.1 工程规模

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）主要建设内容分为海堤工程、水闸工程和融合提升工程等三部分。

（1）海堤工程

海堤工程主要是海堤提标加固，防潮标准从50年一遇提升至100年一遇，其中坎门海堤南段长度336m，坎门海堤北段长度2150m，包括堤顶加固、海堤地基处理、迎潮面结构加固，围内侧结构加固等。

（2）水闸工程

目鱼排涝闸闸孔净宽为5孔×8 m，采用平底板胸墙式结构。水闸工程包括闸门及埋件更换、外海侧挡墙加高、增设消浪堤、上部建筑改造、信息化设备改造等。

（3）融合提升工程

将玉环海岛渔文化、船只文化演绎，与帆船训练中心、信号塔等结合，综合南北侧现状绿地风貌，打造“一条醉美玉环鱼情海岛风情线”，工程设计范围内形成“一带两心三区段”的景观结构，其中一园：以“帆船”为主题打造的休闲活动乐园；两心：两处驿站服务中心；三区段：文化展示区，帆之乐园去，生态自然区；

表 4.3.1-1　　工程规模表

序号	建设类别	工程建设内容
1	海堤工程	坎门海堤北段提升加固长度336m
		坎门海堤南段提升加固长度2150m
2	水闸工程	维持原闸孔净宽为5孔×8m，保留水闸主体，闸门及埋件更换、外海侧挡墙加高、增设消浪堤、上部建筑改造、信息化设备改造等

3	融合提升工程	现状周边环境与景观主题，工程设计范围内形成“一带两心三区段”的景观结构



图 4.3.1-1　本工程建筑物分布图

4.3.2 防洪排涝能力复核

本工程位于玉环市漩门港水系内，2018 年由浙江省水利水电勘测设计院编制的《玉环市漩门湾拓浚排涝工程可行性研究报告》（以下简称《拓浚排涝可研》），于 2020 年 6 月获得了浙江省发展改革委的批复（浙发改农经〔2020〕211 号），目前玉环市拓浚排涝工程正在施工。本次排涝能力复核主要参考该项目排涝成果计算。

4.3.2.1 水利计算

本次水利计算范围为漩门湾水系，流域面积近 300km²。其中漩门二期片区主要包括新建苔山闸站、泗头节制闸改造、农业区块圩堤等工程；漩门三期片区主要包括湖泊及河道拓浚工程、节制闸改造工程以及一期堵坝拆除工程等；漩门二期和漩门三期流域均有水闸控制，涉及水闸共有 20 座，其中漩门三期为排泄围涂区外进入本围区及围

区内自身的涝水，在冲坦屿和目鱼屿分别设置目鱼排涝闸和冲坦排涝闸，为使围区上游及围区内的涝水及时泄入新城湖经排涝闸入海，于围区上游各内河排水闸至新城湖之间布置排水河道，两座闸承担与区内河道的排涝任务。

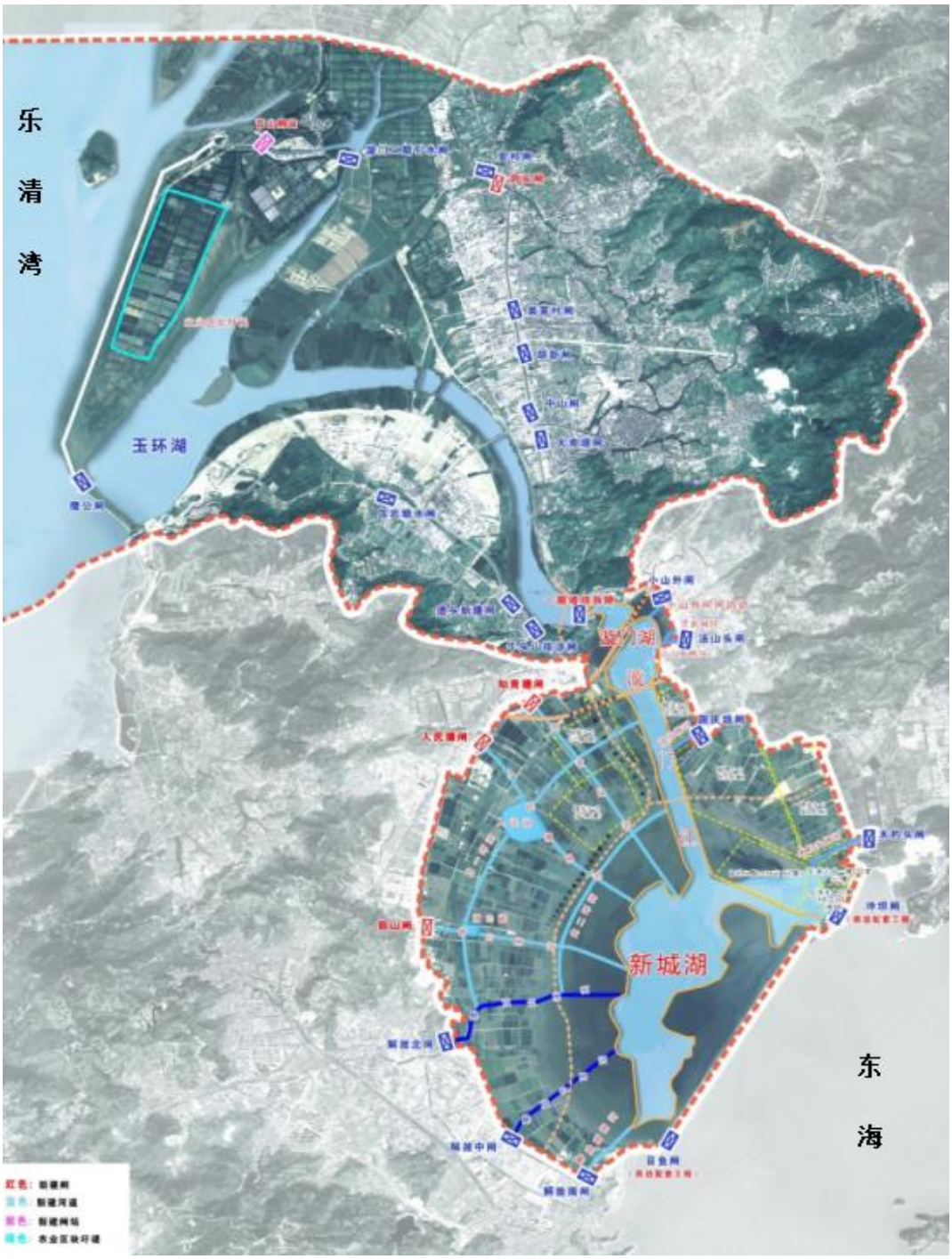


图 4.3.2-1　玉环市漩门湾拓浚排涝工程平面布置图

（1）计算方法

本次防洪水利计算方法采用圣维南明渠非恒定流偏微分方程组，用隐式差分法化为差分方程，再与河汊方程、闸汊方程、边界条件及初始条件构成一大型非线性方程组，采用牛顿迭代及高斯列主元消去法求解，从而得出各计算断面的水位和流量过程。

计算采用一维非恒定流方法，其基本方程圣维南偏微分方程组为：

$$B\frac{\partial z}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial s}=q \qquad (1)$$

$$\frac{1}{g}\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial s}\left(z+\frac{v^2}{2g}\right)+\frac{Q|Q|}{F^2K^2}=0 \qquad (2)$$

式中：

Z、Q、F、V 和 K 分别表示某一时刻 t 及在某一空间位置 S 断面的水位、流量、相应过水断面积、断面平均流速和流量模数；q 为单位河长旁侧入流

（2）计算模型

根据流域情况、地形、水系，构建了河网概化模型，针对漩门湾存在的排涝和河道整治问题，模型考虑了规划工程布局。

河网与湖泊概化图见图 4.3.2-2。

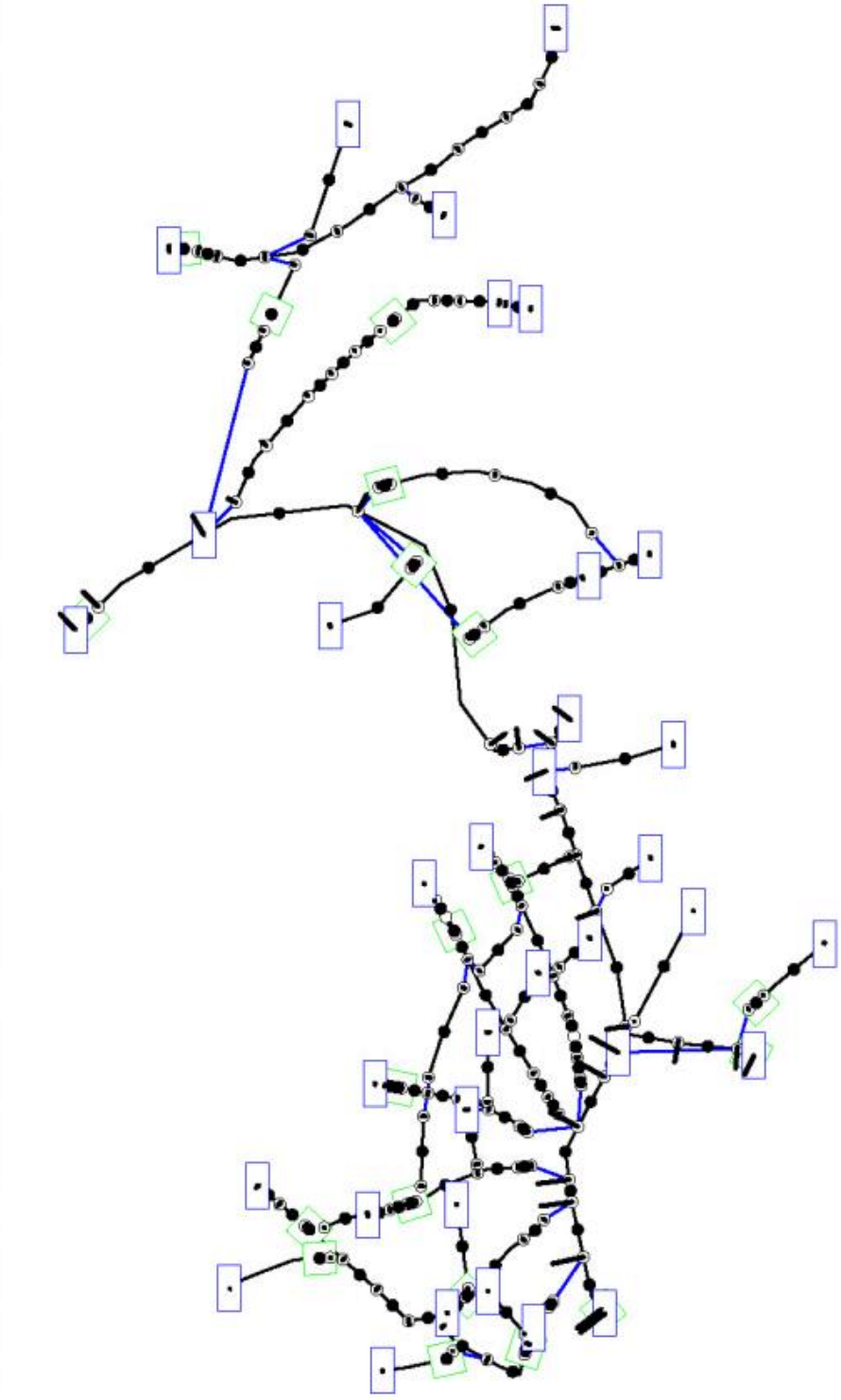


图 4.3.2-2　计算模型图

（3）边界

模型上边界采用流量边界，下边界为水位边界，目鱼排涝闸孔净宽取 5 孔×8 m，冲坦排涝闸孔净宽取 5 孔×8 m。

洪潮组合，根据水文分析设计排涝潮型采用平均偏不利潮型。

4.3.2.2 推荐排涝工程规模

（1） 常水位选择

根据《拓浚排涝可研》综合考虑，新城湖常水位为 0.2m。

（2）设计排涝标准

漩门二期与漩门三期城建区排涝标准为 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹；上游乡镇与街道城建区防洪排涝标准为 20 年一遇；农业地块防洪排涝标准为 10 年一遇。

（3）推荐工程规模

表 4.3.2-1　　漩门三期河道规模表

序号	河道名称	起点	终点	规划长度（m）	最小面宽（m）	规划底高程（m）	20 年一遇水位（m）	50 年一遇水位（m）
1	漩门江	一期堵坝	冲坦闸	3330	340	-3.5	1.20~1.26	1.42~1.46
2	解放南闸河	解放南闸河	三期	940	50	-1.2~-2.0	2.29~1.20	2.43~1.42
3	人民塘闸河	人民塘闸河	三期	3800	50	-1.2~-2.0	2.12~-1.20	2.29~-1.42
4	知青闸河	知青闸河	三期	4000	50	-1.2~-2.0	1.84~1.20	2.00~1.42
5	前山闸河	前山闸河	三期	2670	50	-1.2~-2.0	2.25~1.20	2.40~1.42
6	内一环河	漩门河	前山闸河	5630	50	-1.2~-2.0	1.71~1.81	1.93~2.00
7	内二环河	漩门河	解放南闸河	4140	50	-1.2~-2.0	1.45~1.55	1.68~1.75

表 4.3.3-2　　漩门三期湖泊规模表

序号	湖泊名称	面积（km^2）	底高程（m）
1	新城湖	1.2	-3.5m
2	新城湖泊	8.5	-3.5m
3	人民湖	0.45	-1.2m
4	前山湖	0.05	-1.2m

（4）各频率水位

整治后各频率水位见表 4.3.3-3。

表 4.3.3-3　　漩门三期各频率水位表　　单位：m

序号	河道名称	10 年一遇	20 年一遇	50 年一遇
1	漩门湾处（漩门三期）	1.05	1.26	1.46
2	新城湖泊（漩门三期）	1.01	1.20	1.42

4.3.2.3 水闸排涝能力复核

目前玉环市漩门湾拓浚排涝工程正在施工，漩门三期范围内排涝工程布局包括冲坦闸、目鱼闸、6km^2 的调蓄湖泊和“六横四连”的排水河道，该工程实现漩门二、三期水系沟通贯通，充分发挥漩门二、三期工程的联动优势，构建漩门湾防洪排涝体系，提高水资源调蓄能力。

根据《浙江玉环新城（漩门二期）控制性详细规划》、《浙江玉环新城（漩门三期）概念性规划》，漩门三期发展定位，漩门三期围垦区为未来城市中心，目前正在开展城建、水利等规划设计工作。玉环市漩门湾拓浚排涝工程建设后，基于目鱼排涝闸、冲坦排涝闸规模不变，通过湖泊及河道拓浚、闸站、一期堵坝拆除等措施，使漩门湾水系满足排涝标准的要求，故本次安澜工程维持冲坦排涝闸净宽 5 孔×8 m 规模，闸底高程-3.0m，设计流量为 538m^3/s 等不变，水闸 100 年一遇挡潮标准和 20 年一遇排涝标准。

4.3.2.4 工程调度运行原则

（1）常水位

新城湖常水位 0.2m。

（2）工程调度原则

冲坦闸、目鱼闸调度原则如下：

①日常维持上游河道形态及生态景观的需要，保持冲坦闸、目鱼闸关闭；

②洪水期当新城湖水位超过 0.3m 时，且闸上水位高于外海潮位时，冲坦闸、目鱼闸开闸排水；

③当洪峰过后，新城湖回落至 0.2m 时，关闭闸门。

④当预测区域遭遇较大暴雨时，应灵活调度，可适当降低开闸水位，预泄一部分水量。

4.4 工程实施影响分析及处理

本次漩门三期坎门段海塘提升工程防潮标准从 50 年一遇提升至 100 年一遇，主要开展海堤提升、水闸提升和功能融合，其中海堤加固在现状海堤基础上对海堤堤顶进行加固加宽，新城湖侧护面进行提标加固，工程建设前后主体工程只进行提标加固，不改变原有的形式状态，本次设计闸址及闸轴线不变，保留水闸主体结构，仅对不满足防潮标准的结构进行提标加固，根据工程建设内容，分析工程前后对内侧河道流量和水位变化情况及对海塘外侧的影响。

（1）对围内河道流量和水位变化

根据《浙江玉环新城（漩门三期）概念性规划》以及《拓浚排涝可研》，本次设计不改变围内侧的流域水系形式及围内面积，此外，现有目鱼排涝闸满足排涝要求，本次设计闸址及闸轴线不变，保留水闸主体结构，仅对不满足防潮标准的结构进行提标加固，建设前后不

影响河道上游河道行洪排涝，工程实施后新城湖常水位维持 0.2m，保持不变，调度运行原则不变。

（2）对海塘外侧影响

工程所处海域为浅海弱潮流区，属正规半日潮型，本次只在目鱼排涝闸外海侧增设消浪堤，无增加其他建筑物，不改变海塘外海水（潮汐）运动状态，不改变海塘外滩涂稳定地淤涨。

综上，本项目实施对对内侧河道流量和水位变化情况及对海塘外侧无影响。

5 工程布置及建筑物

5.1 设计依据

5.1.1 设计基本资料

5.1.1.1 水文气象

（1）气象

玉环市属亚热带季风气候区，多年平均风速 5.3m/s，最大风速 40.0m/s，多年平均气温为 16.9℃。

（2）潮（洪）水位

①外海侧

设计高潮位（P=1%）：5.69m；

设计低潮位（P=1%）：-3.67m；

多年平均潮位：0.12m

多年平均高潮位：2.19m

多年平均低潮位：-1.90m

②新城湖侧

常水位：0.20m

设计洪水位（P=5%）：1.20m

5.1.1.2 地质条件

（1）地形地貌

场地属滨海平原区、海岛、丘陵地貌，地形总体为西高东低、南北两侧高中间低，海堤沿线外海侧涂面高程在-4.5～2.0m 之间，新城湖侧涂面高程-1.5~0.5m。

（2）地质条件

坎门海堤南段地基为⑤层卵砾石和⑥$_3$层弱风化凝灰岩。

坎门海堤北段地基为①$_1$层淤泥质粉质粘土、②$_2$层淤泥、②$_{2a}$层淤泥质粘土、③$_1$层淤泥质粉质粘土、④$_1$层粉质粘土、④$_{1a}$层粉质粘土及④$_2$层粘土为主，物理力学性能差。

表 5.1.1-1　　主要地基土层物理力学指标表

地基土层	容重（kN/m^3）	快剪	
		粘聚力 c（kPa）	摩擦角 φ（°）
②$_1$淤泥质粘土	16.9	7.1	3.6
②$_2$淤泥	16.2	6.1	3.1
②$_{2a}$淤泥质粘土	17.0	6.8	3.5
③$_1$淤泥质粉质粘土	17.3	10.9	4.1
④$_1$粉质粘土	18.1	16.8	12.1
④$_{1a}$粉质粘土	18.6	16.3	11.4
④$_2$粘土	17.5	16.1	11.0
⑤层卵砾石	20.5	0	36.0

目鱼排涝闸建基面为弱风化凝灰岩，物理力学指标为 f′=0.9，C′=0.8MPa

5.1.2 技术标准

设计依据的主要技术标准：

（1）《水利工程建设标准强制性条文部分（2020 年版）》；

（2）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（3）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；

（4）《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》；

（5）《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》；

（6）《海堤工程设计规范》（GB51015-2014）；

（7）《水闸设计规范》（SL265-2016）；

（8）《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

（9）《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）；

（10）《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；

（11）《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）；

（12）《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

（13）《水土挡土墙设计规范》（SL379-2007）；

（14）《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）；

（15）《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；

（16）《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；

（17）《水利水电工程安全监测设计规范》（SL 725-2016）；

（18）《土工合成材料应用技术规范》（GB50290-2014）；

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

（20）《水利水电工程设计工程量计算规定》（SL328-2005）；

（21）《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL/618-2021）；

（22）《风景园林工程设计文件编制深度规定》；

（23）其它现行有关的技术标准、规程和规范等。

技术标准若有新版本颁布，应按技术标准最新版本执行。

5.2 工程等别和标准

5.2.1 工程等别、建筑物级别和洪水标准

5.2.1.1 工程等别

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 版）》，海塘安澜工程的防护对象应包括整个闭合区内受到潮（洪）水威胁的需要进行保护的对象，确定玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）的保护对象为玉环经济开发区、玉城街道、坎门街道、干江镇、清港镇、楚门镇、芦蒲镇及龙溪镇等，根据第七次人口普查，保护范围内常住人口约为 57.0 万，根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）保护人口大于等于 50 万且小于 150 万，等别为Ⅱ等；根据《防洪标准》（GB50201-2014），按城市防护区常驻人口大于等于 50 万且小于 150 万为重要防护区，工程等别应为Ⅱ等。

综上所述，本工程等别确定为Ⅱ等。

5.2.1.2 建筑物级别和洪水标准

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）为海塘安澜工程，防洪（潮）标准应根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》确定，浙江沿海县（市）域中心城市县城城区防潮标准为 100 年一遇；根据《台州市玉环市海塘安澜建设规划暨玉环市海塘安澜“一县一方案”（2020-2030）》，漩门三期海塘规划防潮标准为 100 年一遇；因此确定本工程防潮标准为 100 年一遇。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），Ⅱ等工程主要建筑物级别为 2 级，对于防洪标准重现期≥100 年的堤防建筑物级别为 1 级；根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 版）》防潮（洪）标准≥100 年

的海塘工程建筑物级别为 1 级；因此确定本工程主要建筑物级别为 1 级。

综上所述，玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）海堤防潮标准为 100 年一遇；目鱼排涝闸与海堤形成防潮闭合圈，防潮标准不应低于海堤，确定水闸防潮标准也相应提升为 100 年一遇。海堤及水闸等主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物为 3 级，临时建筑物为 4 级。

根据《玉环市总体规划》和《玉环市防洪规划》，漩门三期排涝标准为 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹。

5.2.2 地震动参数及抗震设计烈度

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011—2010）（2016 年版）、《中国地震动参数区划图（GB18306-2015）》，本场地抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第二组。根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）的有关规定，本工程的抗震设防烈度为 6 度，可不进行抗震计算，可按抗震标准采取抗震措施。

5.2.3 设计合理使用年限

5.2.3.1 设计合理使用年限

本工程为II等工程，根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），工程合理使用年限为 50 年，主要建筑物海堤、排涝闸设计合理使用年限为 50 年，闸门合理使用年限为 50 年。

5.2.3.2 耐久性设计

（1）混凝土强度等级

①海堤

根据《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）和《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），本工程海堤迎潮面自下而上分别属海水水位变动区、浪溅区和海上大气区，为四、五类环境，本次设计统一按五类环境设计；海堤堤顶结构及新城湖侧结构属重度盐雾区，属五类环境，钢筋混凝土最低强度等级为 C35；根据《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T50476-2019），本工程环境条件为Ⅲ-D 类，钢筋混凝土最低强度等级为 C40；结合参考《水运工程结构耐久性设计标准》（JTS153-2015），海水浪溅区钢筋混凝土最低强度等级为 C40。因此，综合考虑后，本次设计新建混凝土构件强度等级采用 C40。

本工程为提标加固工程，现状海堤外海侧扭王字块强度等级为 C30，不满足设计要求，根据本工程竣工验收资料，水闸闸室段及交通桥混凝土实际强度均高于原设计混凝土强度等级，如图 5.2.3-1~2 所示；同时鉴于现状海堤外海侧扭王字块体运行情况良好，无冲损、变形、破坏等现象，本次设计保留外海侧混凝土扭王字块体，在后续运行中根据损坏情况逐步替换更新。

②目鱼排涝闸

根据《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）和《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），水闸闸底板

属海水水位变动区，为四类环境，钢筋混凝土最低强度等级为 C30；闸墩、胸墙及检修平台等属水位变动区和浪溅区，统一按五类环境考虑，钢筋混凝土最低强度等级为 C35，预应力钢筋混凝土最低强度等级为 C40。

本工程为提标加固工程，现状目鱼排涝闸闸底板混凝土强度等级为 C25，胸墙和闸墩混凝土强度等级为 C30，强度等级不满足设计要求。根据本工程竣工验收资料，水闸闸室段及交通桥混凝土实际强度均高于原设计混凝土强度等级，如图 5.2.3-3 所示；同时鉴于本工程完工运行至今，现状水闸主体结构基本完好，本次设计中保留现状水闸主体结构，在水闸下部主体结构表面增设防腐处理以提高其耐久性。

水闸现状工作闸门为 C40 预应力钢筋混凝土，闸门现状表面覆着大量藤壶等海洋生物，影响闸门正常启闭，本次设计更换工作闸门，由于闸门尺寸较大，更换不便，为了进一步提高闸门耐久性，降低闸门更换概率，本次更新工作闸门采用 C45 预应力钢筋混凝土闸门。

工程名称：玉环漩门三期围垦工程海堤二标段　　施工单位：中国水利水电第十二工程局玉环漩门三期工程项目部

监理单位：浙江广川工程咨询有限公司玉环漩门三期工程监理部

试块编号	设计强等级	取样部位桩号	制作日期	制作人	抗压强度（MPa）	达到设计强度百分率	测试时间	测试报告编号	备注
07031	C30	扭王（8-59）	07.07.27	杨六	41.1	137	07.08.24	HNT200707499号	
07032	C30	扭王（8-01）	07.08.01	杨六	36.1	120	07.08.29	HNT200707685号	
07033	C30	扭王(8-39)	07.08.05	杨六	33.7	112	07.09.03	HNT200707827号	
07034	C30	扭王(8-27)	07.08.12	杨六	32.1	107	07.09.10	HNT200708116号	
07035	C30	扭王(8-15)	07.08.21	杨六	32.7	109	07.09.18	HNT200708378号	
07036	C30	扭王(8-63)	07.08.28	杨六	32.1	107	07.09.25	HNT200708639号	
07037	C30	扭王(8-36)	07.09.03	杨六	35.5	118	07.10.03	HNT200708901号	
07038	C30	扭王(8-72)	07.09.10	杨六	35.9	120	07.10.08	HNT200709037号	
07039	C30	扭王(8-48)	07.09.17	杨六	33.4	111	07.10.15	HNT200709365号	
07040	C30	扭王(8-41)	07.09.24	杨六	36.0	120	07.10.22	HNT200709536号	
07041	C30	扭王(8-40)	07.10.02	杨六	37.0	123	07.10.30	HNT200709802号	
07042	C30	扭王(8-47)	07.10.13	杨六	40.2	134	07.11.12	HNT200710114号	
07043	C30	扭王(8-16)	07.10.18	杨六	36.2	121	07.11.15	HNT200710214号	
07044	C30	扭王(8-39)	07.10.22	杨六	39.2	131	07.11.19	HNT200710339号	
07045	C30	扭王(8-41)	07.10.26	杨六	38.6	129	07.11.23	HNT200710555号	
07046	C30	扭王(8-61)	07.11.01	杨六	40.0	133	07.11.29	HNT200710744号	
07047	C30	扭王(8-54)	07.11.05	杨六	36.5	122	07.12.03	HNT200710851号	
07048	C30	扭王(8-08)	07.11.09	杨六	41.5	138	07.12.07	HNT200710993号	
07049	C30	扭王(8-16)	07.11.16	杨六	42.1	140	07.12.14	HNT200711281号	

注：截图自漩门三期围垦工程竣工验收资料。

图 5.2.3-1　海堤扭王字块体混凝土强度检测成果统计表（一）

07050	C30	扭王(8-44)	07.11.23	杨六	41.3	138	07.12.21	HNT200711525号	
07051	C30	扭王(8-02)	07.12.02	杨六	39.9	133	07.12.31	HNT200711928号	
07052	C30	扭王(8-77)	07.12.09	杨六	37.9	126	08.01.07	HNT200800254号	
07053	C30	扭王(8-48)	07.12.14	杨六	39.7	132	08.01.11	HNT200800421号	
07054	C30	扭王(8-59)	07.12.19	杨六	31.6	105	07.01.16	HNT200800597号	
07055	C30	扭王(8-18)	07.12.25	杨六	32.2	107	08.01.22	HNT200800799号	
07056	C30	扭王(8-6)	07.12.30	杨六	31.7	106	08.01.28	HNT200800994号	
08001	C30	扭王（8-8）	08.01.03	杨六	34.5	115	08.01.31	HNT200801125号	
08002	C30	扭王（8-70）	08.01.07	杨六	33.8	113	08.02.05	HNT200801281号	
08003	C30	扭王（8-61）	08.01.13	杨六	32.6	109	08.02.11	HNT200801451号	
08004	C30	扭王（8-39）	08.03.03	杨六	36.3	121	08.03.31	HNT200802315号	
08005	C30	扭王（8-22）	08.03.08	杨六	39.1	130	08.04.07	HNT200802473号	
08006	C30	扭王（8-32）	08.04.01	杨六	41.6	139	08.04.29	HNT200803133号	
08007	C30	扭王（8-33）	08.04.05	杨六	34.7	116	08.05.04	HNT200803265号	
08008	C30	扭王（8-67）	08.04.10	杨六	39.5	132	08.05.08	HNT200803405号	
08009	C30	扭王（8-44）	08.04.18	杨六	34.8	116	08.05.16	HNT200803658号	
08010	C30	扭王（8-51）	08.04.24	杨六	36.7	122	08.05.22	HNT200803839号	
08011	C30	扭王（8-75）	08.04.27	杨六	36.5	122	08.05.26	HNT200803945号	
08012	C30	扭王（8-67）	08.04.30	杨六	45.2	151	08.05.28	HNT200804051号	
08013	C30	扭王（8-41）	08.05.03	杨六	33.8	113	08.06.02	HNT200804177号	
08014	C30	扭王（8-9）	08.05.13	杨六	37.5	125	08.06.10	HNT200804494号	
08015	C30	扭王（8-24）	08.05.17	杨六	38.8	129	08.06.16	HNT200804674号	
08016	C30	扭王（8-73）	08.05.25	杨六	38.2	127	08.06.23	HNT200804917号	
08017	C30	扭王（8-54）	08.06.04	杨六	34.7	116	08.07.02	HNT200805146号	

注：截图自漩门三期围垦工程竣工验收资料。

图 5.2.3-2　海堤扭王字块体混凝土强度检测成果统计表（二）

施工单位:安徽水利开发股份有限公司

	分部工程名称	施工部位	设计值(MPa)	组数	平均强度(mpa)	最大值(mpa)	最小值(mpa)	标准差(mpa)	变异系数(Cv)	保证率(%)	判别式	评定结果
目鱼屿排涝闸	上游连接段	上游护坦	C25	6	35.3	39.8	33	2.62			Mfcu-0.7Sfcu.k=33.5≥fcu,k=25 Mfcu-1.6Sfcu.k=31.15≥0.83fcu,k=20.75	合格
		上游翼墙	C20	6	28.3	31.2	23.9	2.48			Mfcu-0.7Sfcu.k=26.58≥fcu,k=20 Mfcu-1.6Sfcu.k=24.34≥0.83fcu,k=16.6	合格
	下游连接段	下游护坦消力池	C25	12	35.2	43.5	30.7	4.4			Mfcu-0.7Sfcu.k=32.11≥fcu,k=25 Mfcu-1.6Sfcu.k=28.15≥0.83fcu,k=20.75	合格
		下游翼墙	C20	12	26.1	29.1	22.8	1.81			Mfcu-0.7Sfcu.k=24.68≥fcu,k=20 Mfcu-1.6Sfcu.k=22.88≥0.83fcu,k=16.6	合格
	闸室段	底板	C25	3	31.6	32.9	29				Mfcu≥1.15fcu.k=28.75 fcu.min≥0.95fcu.k	合格
		闸墩	C30	15	40.8	42.9	37.7	0.68			Mfcu-0.7Sfcu.k=39.43≥fcu,k=30 Mfcu-1.6Sfcu.k=37.63≥0.83fcu,k=24.9	合格
		二期砼	C35	24	42.8	47.5	34.3	3.59			Mfcu-0.7Sfcu.k=40.29≥fcu,k=35 Mfcu-1.6Sfcu.k=37.07≥0.83fcu,k=29.05	合格
		闸门	C40	6	46.5	52.2	40.9	4.46			Mfcu-0.7Sfcu.k=43.36≥fcu,k=40 Mfcu-1.6Sfcu.k=39.35≥0.83fcu,k=33.2	合格
	交通桥	桥面板	C30	39	40.8	47.1	34.9	3.28	0.081	99.9	fcu.min=34.9 0.9fcu.k=27.0	优良
		地坪、挡墙	C20	12	29.4	34.2	24.2	3.11			Mfcu-0.7Sfcu.k=27.27≥fcu,k=20 Mfcu-1.6Sfcu.k=24.47≥0.83fcu,k=16.6	合格
	房建	梁、柱、板	C25	22	32.9	36	29.7	2.18			Mfcu-0.7Sfcu.k=31.3≥fcu,k=25 Mfcu-1.6Sfcu.k=29.4≥0.83fcu,k=20.75	合格
		砌筑	M10	9	15.1	16.4	12.9	1.05			Mfcu=14.14≥fcu,k=10 fcu.min=12.9≥0.80fcu,k=8.0	合格

注：截图自漩门三期围垦工程竣工验收资料。

图 5.2.3-3　目鱼排涝闸混凝土强度检测成果统计表

（2）混凝土抗冻指标

本工程位于玉环市漩门湾内，属温和地区，根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），本工程新建混凝土扭王字块及透空式消浪堤等结构重要且维修较困难，因此本工程新建混凝土结构抗冻等级取 F100。

5.2.3.3 建筑材料要求

a.水泥

工程中水泥采用普通硅酸盐水泥，强度等级为 42.5，水泥用量不应小于 360kg/m^3，水胶比不应大于 0.40。

b.砂和骨料

砂应采用质地坚硬、清洁、级配良好的中粗砂，含泥量不应大于 3.0%，严禁使用海砂。

粗骨料应级配合理、粒形良好、清洁、质地均匀坚硬、线胀系数小、吸水率低，氯离子含量不应大于 0.06%，不得采用碱活性骨料，碱含量不应大于 2.5kg/m^3。

c.钢筋

钢筋采用 HPB300 钢筋及 HRB400 钢筋。

d.水

混凝土拌和与养护用水均应采用淡水，并不得含有影响混凝土正常凝结与硬化的有害杂质。

e.块石料

块石料应采用质地坚硬、无风化剥落和裂纹现象且有良好地抗风化能力的石料，厚度不小于 20cm，单轴饱和抗压强度≮50MPa，软化系数≮0.75。

叠石应选用新鲜、坚硬卵石，单块重宜采用 200～400kg，单轴饱和抗压强度≮50MPa，软化系数≮0.75。

f.混凝土保护层

混凝土钢筋保护层厚度不小于 60mm。

g.钢筋混凝土表面裂缝宽度允许值

钢筋混凝土构件正截面的表面最大裂缝宽度计算值不大于 0.15mm。

5.2.4 设计允许值

5.2.4.1 安全超高

（1）海堤

本工程海堤建筑物级别为 1 级，根据《海堤工程设计规范》（GB 51015-2014），海堤堤顶安全加高值见下表。

表 5.2.4-1　　堤顶安全加高值表

建筑物级别		1 级
安全加高值（m）	不允许越浪	1.0
	允许越浪	0.5

本次海堤提标加固工程按 100 年一遇允许部分越浪设计，堤顶安全加高值为 0.5m。

（2）排涝闸

目鱼排涝闸建筑物级别为 1 级，根据《水闸设计规范》（SL265-2016），水闸闸顶高程应根据挡水和泄水运用情况确定，水闸安全加高下限值见下表，同时排涝闸位于海堤上，闸顶高程不应低于相邻海堤堤顶高程。

表 5.2.4-2　　闸顶高程安全加高值

运用情况		安全加高值（m）
挡水时	正常蓄水位	0.7
	最高挡水位	0.5
泄水时	设计洪水位	1.5
	校核洪水位	1.0

（3）挡墙墙顶安全加高

本工程挡墙位于海堤及水闸上、下游，挡墙级别为 1 级，根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007），墙顶高程安全加高值如下表。

表 5.2.4-3　　墙顶高程安全加高值

运用情况		安全加高值（m）
挡水时	正常蓄水位	0.7
	最高挡水位	0.5
泄水时	设计洪水位	1.5
	校核洪水位	1.0

5.2.4.2 安全系数

（1）海堤整体抗滑稳定安全系数

本工程海堤建筑物级别为 1 级，整体抗滑稳定安全系数见下表。

表 5.2.4-4　　海堤整体抗滑稳定安全系数

计算方法	运用情况	安全系数
瑞典圆弧法	正常运行条件	1.30
	完建期	1.20
简化毕肖普法	正常运行条件	1.50
	完建期	1.30

（2）闸室稳定安全系数

目鱼排涝闸位于岩基上，根据《水闸设计规范》（SL265-2016），岩基上沿闸室基底面抗滑稳定按抗剪断公式计算，安全系数见下表。

表 5.2.4-5　　沿闸室基底面抗滑稳定安全系数

荷载组合	安全系数
基本组合	3.00
特殊组合Ⅰ（校核工况）	2.50

（3）挡墙稳定安全系数

根据《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007），海堤挡墙及水闸上、下游挡墙稳定包括沿基底抗滑稳定、抗倾覆稳定以及挡墙基底应力计算，安全系数允许值见下表。

表 5.2.4-6　　挡墙稳定安全系数表

项目		挡墙级别	规范允许安全系数	
			基本组合	特殊组合
沿基底面抗滑稳定	土基	1 级	1.35	1.20
	岩基		1.10	1.05
抗倾覆稳定安全系数	土基		1.60	1.50
	岩基		1.50	1.30
墙底应力最大值与最小值之比	土基		2.50	3.00
	岩基		特殊组合基底拉应力不大于100kPa，基本组合不出现拉应力	

5.3 工程现状

5.3.1 海堤现状

5.3.1.1 海堤原设计

5.3.1.1.1 坎门海堤南段

（1）海堤布置

坎门海堤南段自坎门街道东北角向北偏东基本沿直线布置至鸟笼屿南侧，再向东转沿直线布置至目鱼屿西侧山嘴，长 336m。

（2）海堤断面

①堤顶结构

海堤为土石结构，堤顶宽 7.0m，堤顶高程 9.5m，防浪墙顶高程 10.5m。

堤顶结构采用 C20 埋石混凝土整体重力式挡墙，挡墙顶宽 7.0m，顶高程 9.5m，墙底高程 1.0m，底宽 11.0m。挡墙迎潮侧设 1.80m 宽 C30 钢筋混凝土反弧形防浪墙（掺纤维），反弧半径为 4.0m，反弧角度为 48.33°。

②迎潮面结构

外海侧在高程 4.0m 设有 4.8m 宽的消浪平台，平台外侧以 1:1.8 消浪斜坡向下布置至高程 0.50m 宽 15.8m 消浪平台，平台外侧以 1:2 消浪斜坡向下布置至涂面，消浪平台及斜坡面采用大石块理砌护面并灌缝，上设 C30 混凝土扭王字块，规则摆放 1 层，单块重 10t。

③内坡结构

在主堤内侧，为海涂泥填筑的闭气土体，闭气土顶部平台高程为 6.5m，顶宽为 1.3m，平台内侧以 1:4 斜坡向下布置至高程 2.5m 二级

平台，平台宽 3.2m，平台以下以 1:20 斜坡布置至高程 2.0m，再以 1:8 斜坡向下布置至新城湖涂面，并在高程 2.0m 处设有 1 道排水沟。

闭气土表面自顶部平台至排水沟范围内设 10cm 厚 C25 混凝土预制六角块护面，下设 10cm 厚瓜子片垫层。

④防汛道路

在堤顶整体式直立墙内侧设 1 条防汛道路，路面顶高程 8.0m，宽 7.0m。防汛道路采用抛石路基，路面采用 20cm 厚 C25 混凝土路面结构，下设 20cm 厚 5%水泥稳定层和 10cm 厚碎石垫层，道路内侧为 C20 混凝土灌砌块石挡墙。

⑤地基处理

海堤地基采用自然挤淤法处理，挤淤深度至基岩或卵砾石。

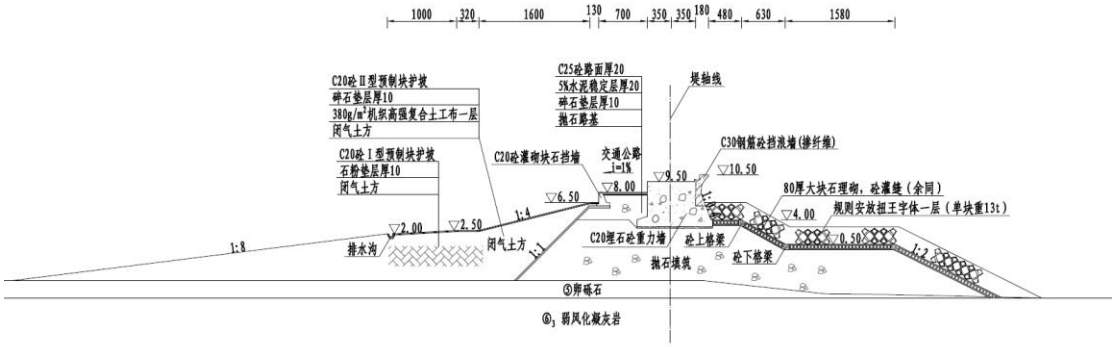


图 5.3.1-1　　坎门海堤南段断面竣工图

5.3.1.1.2 坎门海堤北段

（1）海堤布置

坎门海堤北段自目鱼屿东北侧山嘴向北偏东沿直线布置 2150m 至坎门街道行政区划线，长 2150m，其中南侧 1520m 为龙口段。

（2）海堤断面

①堤顶结构

海堤为土石结构，堤顶宽 7.0m，堤顶高程 9.5m，防浪墙顶高程 10.5m。

堤顶结构采用 C20 埋石混凝土整体重力式挡墙，挡墙顶宽 7.0m，顶高程 9.5m，墙底高程 1.0m，底宽 11.0m。挡墙迎潮侧设 1.80m 宽 C30 钢筋混凝土反弧形防浪墙（掺纤维），反弧半径为 4.0m，反弧角度为 48.33°。

②迎潮面结构

外海侧在高程 4.0m 设有 4.8m 宽的消浪平台，平台外侧以 1:1.8 消浪斜坡向下布置至高程-0.50m 宽 14.8m 消浪平台，消浪平台及斜坡面采用大石块理砌护面，上设 C30 混凝土扭王字块，规则摆放 1 层，单块重 10~13t。消浪平台外侧设 40cm 宽抛石镇压平台，平台顶高程 0.0m，平台表面设 1 层 80cm 厚大石块理砌护面并设混凝土灌缝。

③内坡结构

内坡结构根据海堤施工龙口布置，分为龙口段和非龙口段。

a.龙口段

在主堤内侧，为海涂泥填筑的闭气土体，闭气土顶部平台高程为 6.5m，顶宽为 1.3m，平台内侧以 1:5 斜坡向下布置至高程 3.5m 二级平台，平台宽 5.0m，平台以下以 1:20 斜坡向下布置至高程 3.0m，再以 1:16.7 下坡向下布置至高程 1.5m 抛石子堤堤顶内侧，并在高程 3.0m 处设有 1 道排水沟。

抛石子堤堤顶高程 1.5m，顶宽 8.0m，外海侧自堤顶以 1:1.5 坡度向下布置至涂面，漩门湾侧自堤顶以 1:2 坡度向下布置至高程 1.0m 宽 15m 镇压平台，平台内侧以 1:2 坡度向下布置至新城湖涂面。

主堤与子堤之间因海堤施工期间涨落潮冲刷龙口，导致部分抛石散落于主堤内侧。

b.非龙口段

在主堤内侧，为海涂泥填筑的闭气土体，闭气土顶部平台高程为 6.5m，顶宽为 1.3m，平台内侧以 1:4 斜坡向下布置至高程 2.5m 二级平台，平台宽 3.2m，平台以下以 1:25 斜坡向下布置至新城湖涂面，并在平台内侧 10m 处设有 1 道排水沟。

闭气土表面自顶部平台至排水沟范围内设 10cm 厚 C25 混凝土预制六角块护面，下设 10cm 厚瓜子片垫层。

④防汛道路

在堤顶整体式直立墙内侧设 1 条防汛道路，路面顶高程 8.0m，宽 7.0m。防汛道路采用抛石路基，路面采用 20cm 厚 C25 混凝土路面结构，下设 20cm 厚 5%水泥稳定层和 10cm 厚碎石垫层，道路内侧为 C20 混凝土灌砌块石挡墙。

⑤地基处理

海堤地基采用爆炸挤淤置换法处理，爆填堤心石落底高程为 -25.90~-31.9m，底宽 23m，基础最大宽度 65.1m。

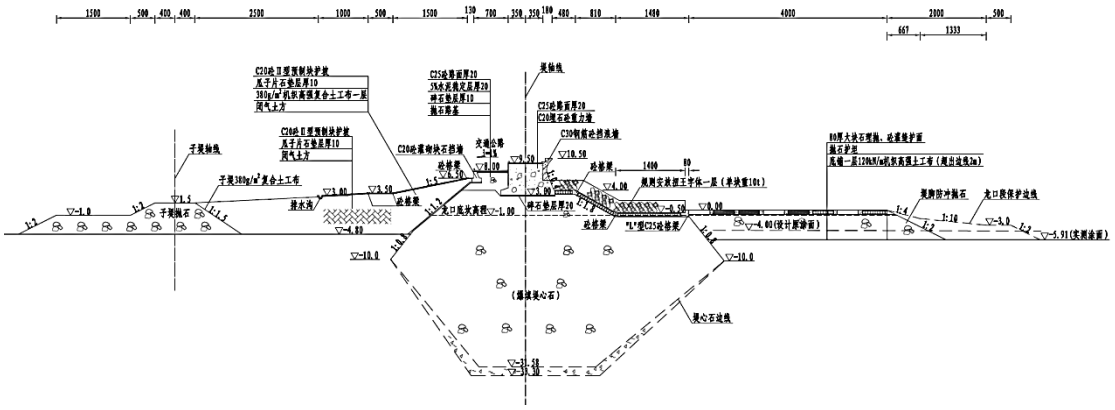


图 5.3.1-2　坎门海堤北段断面竣工图（龙口段）

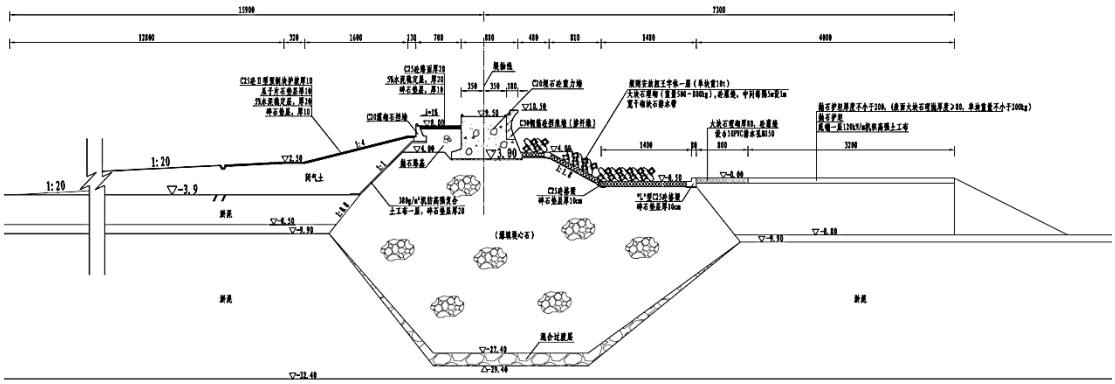


图 5.3.1-3　坎门海堤北段断面竣工图（非龙口段）

5.3.1.2 海堤现状问题

海堤建成运行至今多年，根据 2022 年现场测量成果和《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2020 年度）》，结合现场踏勘分析，坎门海堤现状存在以下问题：

（1）坎门海堤南段

闭气土体由海涂泥填筑而成，由于闭气土自称固结沉降，造成现状闭气土顶高程低于原设计闭气土体顶高程，且现状闭气土顶杂草丛生，影响海堤防渗安全和沿线景观，本次设计对闭气土表面进行清基加高，并设置绿化措施。



图 5.3.1-4　坎门海堤南段内坡照片

（2）坎门海堤北段

①堤顶不均匀沉降

由于海堤基础以深厚软基为主，海堤堤顶存在不均匀沉降，大部分堤段堤顶高程不满足原设计顶高程，现状堤顶高程低于原设计顶高程 0.1~1.0m，影响海堤防潮能力，本次设计对堤顶进行加高加固。



图 5.3.1-5　坎门海堤北段堤顶照片

②镇压不均匀沉降

由于海堤基础以深厚软基为主，且镇压层底部采用自然挤淤处理，镇压层存在不均匀沉降，绝大部分镇压层顶高程低于原设计顶高程0.5~2.0m，影响海堤整体抗滑稳定和堤脚防护能力，本次设计对外海侧镇压层进行加固。



图 5.3.1-6　坎门海堤北段镇压层照片

③外海侧堤脚受冲

由于坎门海堤北段风浪很大，据运行管理单位反映，坎门海堤北段南侧 1000m 海堤，运行过程中受冲严重，每年需要加抛 5000~8000t 大石块；结合《环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）风浪潮沙专题》成果，坎门海堤北段南侧堤脚风浪为本工程最大的区域。因此，本次设计对该堤段进行堤脚保护措施。



图 5.3.1-7　坎门海堤北段堤脚抛石照片

④防汛道路开裂

堤后防汛道路受大量车辆通行影响，造成防汛道理路基不均匀沉降，导致现状路面开裂，裂缝宽度 1~5cm，影响通行安全。本次设计中将现状防汛道路加高拼宽为堤顶，防汛道路内移。



图 5.3.1-8　坎门海堤北段防汛道路开裂照片

⑤闭气土沉降、杂草丛生

闭气土体由海涂泥填筑而成，由于闭气土自称固结沉降，造成现状闭气土顶高程低于原设计闭气土体顶高程，且现状闭气土顶杂草丛

生，影响海堤防渗安全和沿线景观，本次设计对闭气土表面进行清基加高，并设置绿化措施。



图 5.3.1-9　坎门海堤北段闭气土体照片

5.3.2 水闸现状

5.3.2.1 水闸原设计

目鱼排涝闸位于目鱼屿西侧岩基上，设计泄水流量 538m^3/s，校核泄水流量 594m^3/s。排涝闸由闸室、消力池及围区和外海侧的护坦、护底等组成。

（1）闸室结构布置

闸室采用平底板胸墙式结构，共 5 孔，每孔净宽 8m，闸底槛高程-3.0m，闸室段长 22m。闸室按两侧 2 孔一段、中间 1 孔一段分缝，中墩厚 2.0m，缝墩厚 2.0m（2×1.0m），水闸总宽 48m。闸室内设有钢筋砼工作闸门一道及围区、外海侧检修门槽各一道，工作门槽新城湖侧设胸墙，胸墙顶高程 10.5m，底高程 1.0m。工作闸门采用预应力钢筋砼结构，液压启闭机启闭。管道间设在胸墙顶部，管道间外海侧

设工作闸门及检修门启闭排架、检修平台等，检修平台高程 6.5m。闸室右岸布置中控室、油处理室及配电间等，值班（休息）室及检修门库置于左岸，下为砼空箱式岸墙。闸室新城湖侧还设有净宽 7.0m 的交通桥，桥面高程 6.0m，与两侧海堤内坡交通道相接。

（2）新城湖侧及外海侧建筑物布置

闸室新城湖侧设 5 m 长钢筋砼护坦，护坦两侧均为砼直立式挡墙。

闸室外海侧设钢筋砼消力池底流消能，池深 0.7m，池长 14.6m，池底宽由 48m 渐扩至 55.65m，池底设有排水孔；消力池后接砼护坦，长 10m，底高程-3.0m，长约 50m，水流由此泄入大海。消力池及护坦两侧亦采用砼直立式挡墙，顶高程 6.0m，在 6.0m 高程平台铺设细骨料砼灌砌石护面，6.0m 至 10.5m 高程设细骨料砼灌砌石挡墙伸入两岸山坡。

（3）基础处理

水闸建基面为微风化基岩，局部海浪冲蚀洞和小断层进行回填砼和固结灌浆处理。

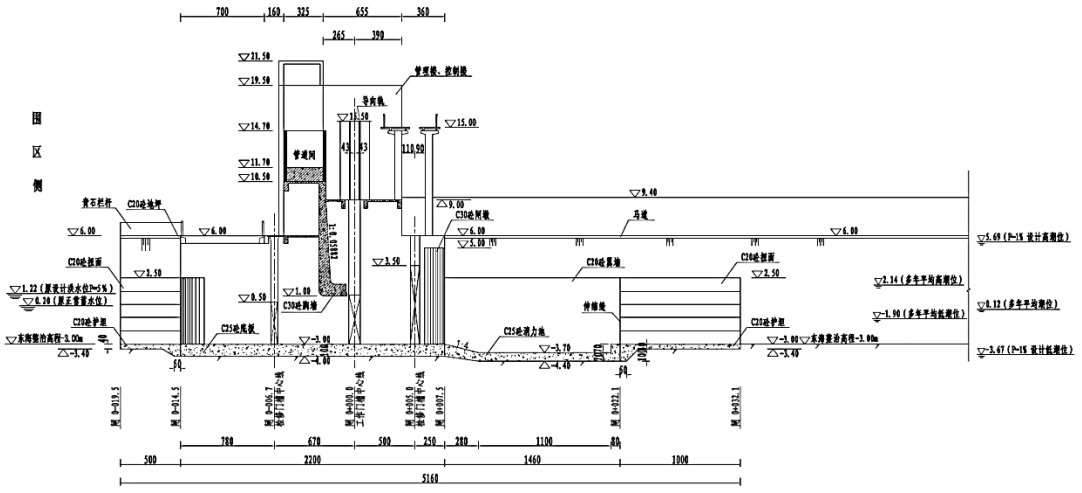


图 5.3.2-1　　目鱼排涝闸纵剖面竣工图

5.3.2.2 水闸现状问题

目鱼排涝闸外海侧为无限风区，风浪很大，在运行期历次台风中局部结构受到一定程度损伤，存在以下问题。

（1）水闸主体结构混凝土强度等级不足

现状水闸主体结构混凝土强度等级不满足耐久性设计要求，本次对水闸下部结构混凝土表面增设涂层，隔绝氯离子入侵，提高混凝土耐久性。

（2）水闸水下部分表面海洋覆着物

水闸经多年运行，由于部分结构长期处于水下，工作闸门及水闸下部结构混凝土表面覆着大量藤壶等海洋生物，影响工作闸门正常启闭和混凝土耐久性，本次设计对下部混凝土表面进行清理并更换工作闸门。



图 5.3.2-2　工作闸门及下部混泥土现状照片

（3）金属构件锈蚀

受海洋环境的影响，目鱼闸工作闸门和检修闸门门槽埋件锈蚀非常严重，其他金属构件锈蚀情况相对较好。本次设计对所有门槽埋件进行更换，其他金属构件进行除锈防腐处理。



图 5.3.2-3　门槽埋件现状照片

（4）水闸局部损坏

目鱼排涝闸外海侧为无限风区，风浪很大，在运行期历次台风中有 1 扇工作闸门顶部横梁开裂、工作平台栏杆损坏。本次设计对损坏部位进行修复，并在外海侧增设消浪堤，降低风浪对水闸的影响。

5.4 工程选址及选线

5.4.1 海堤轴线

本工程为海堤提标加固工程，现状坎门海堤分南、北两段，其中坎门海堤南段自坎门街道东北角向北偏东基本沿直线布置至鸟笼屿南侧，再向东转沿直线布置至目鱼屿西侧山嘴；坎门海堤北段自目鱼屿东侧山嘴向北偏东沿直线布置至坎门街道行政区划线。现状海堤轴线位于堤顶中心线。

根据《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2020年度）》结合现场踏勘情况分析，现状海堤堤顶、镇压层及闭气土体均存在不均匀沉降，部分堤段堤脚受冲较严重，外海侧护面结构整体

情况良好，海堤总体运行正常。因此，本次海堤加固在现状海堤基础上对海堤堤顶进行加固加宽，外海侧及新城湖侧护面进行提标加固。

由于海堤堤顶加宽，提标加固后海堤轴线由原设计海堤堤顶中心线外移至防浪墙外边线。

5.4.2 水闸闸址

本工程沿线设 1 座水闸，为目鱼排涝闸，目鱼排涝闸布置于目鱼屿基岩上，水闸规模为 5 孔×8m，根据《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2020 年度）》结合现场踏勘情况分析，目鱼排涝闸沉降量和沉降速率极小，水闸主体结构基本完好。根据现场踏勘调查得知，目鱼排涝闸外海侧为无限风区，风浪很大，水闸外海侧工作闸门顶部横梁、工作平台栏杆等部位曾在历次台风中受到一定损伤。

本次设计闸址及闸轴线不变，保留水闸主体结构，仅对不满足防潮标准的结构进行提标加固。



图 5.3.2-1　　目鱼排涝闸现场照片

5.5 建筑物选型

5.5.1 地基处理型式选择

坎门海堤主堤地基采用爆炸挤淤法处理，其中坎门海堤北段堤基为深厚的软土层，以①$_1$层淤泥质粉质粘土、②$_2$层淤泥、②$_{2a}$层淤泥质粘土及③$_1$层淤泥质粉质粘土为主，物理力学性能差，根据海堤整体抗滑稳定复核，该段海堤新城湖侧整体抗滑稳定无法满足提标后设计要求，因此对海堤内坡进行地基处理。

5.5.1.1 海堤内坡地基处理型式比选

坎门海堤闭气土体为淤泥质土，根据本工程地质特点及类似工程经验，适合坎门海堤地基处理方式有真空预压浅层处理+塑料排水板

排水固结法、水泥搅拌桩复合地基法和高压旋喷桩复合地基法等，本次设计对该三种地基处理型式进行比选。

5.5.1.1.1方案一：真空预压浅层处理+塑料排水板排水固结法

（1）方案设计

海堤新城湖侧内坡下部土层处理范围内插设塑料排水板，排水板插入闭气土以下 25m，排水板布置间距 1.2m×1.2m，梅花形布置。排水板顶部设置 70cm 厚碎石层作为基础排水通道，并在碎石垫层顶部铺设一层 80kN/m 的土工格栅，顶部为防汛道路，路基采用泡沫砼填筑。

为保证真空预压效果以及减少地基沉降对两侧抛石堤堤身稳定的影响，在地基处理范围两侧分别布置 2 道高压旋喷桩密封墙进行封闭，密封墙由密排 D60cm 双管桩高压旋喷桩组成，桩间距 40cm，桩长 30m。

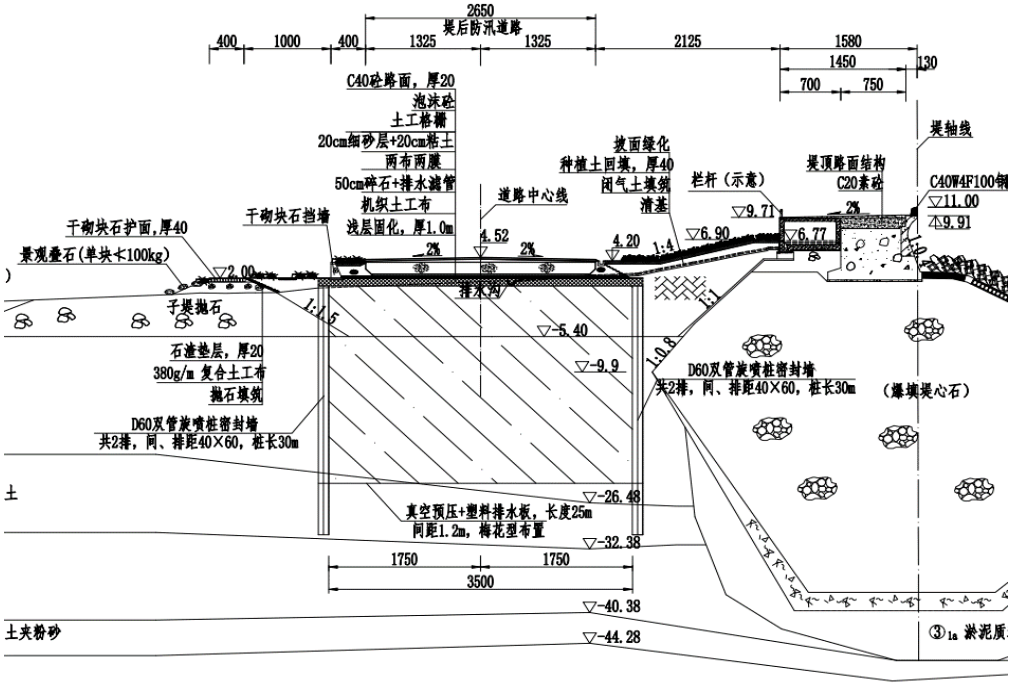


图 5.5.1-1　　方案一典型断面图

（2）投资估算

方案一每延米投资估算为 119341 元/延米。

表 5.5.1-1　　方案一每延米投资估算表

项目	单位	主要工程量	单价（元）	价格（元）
真空预压面积	m^2	38.00	114.3	4229
塑料排水板	m	1068.13	5.26	5618
密排高压旋喷桩	m	300.00	167	50100
碎石垫层	m^3	35.30	251.1	4645
沉降+超载土方	m^3	65.12	188.6	12282
泡 沫 砼	m^3	53.00	650	34450
浅层固化	m^3	37.00	77	2849
土工格栅	m^2	42.64	19.58	835
合计				**119341**

5.5.1.1.2方案二：水泥搅拌桩复合地基法

（1）方案设计

海堤新城湖侧内坡下部土层范围内采用 D70cm 双轴水泥搅拌桩进行处理，间、排距 1.4m×1.4m，桩长 18m，梅花形布置，为减少地基沉降对堤身稳定的影响，在闭气土体靠近主堤爆填堤心石和抛石子堤侧分别布置 2 道高压旋喷桩密封墙进行封闭，密封墙由密排 D60cm 双管桩高压旋喷桩组成，新城湖侧桩长 35m，主堤侧 20m。顶部为防汛道路，为减少工后沉降，路基采用泡沫混凝土轻质路基，并在防汛道路路基底部 1.0m 深度范围内采用淤泥浅层固化处理。

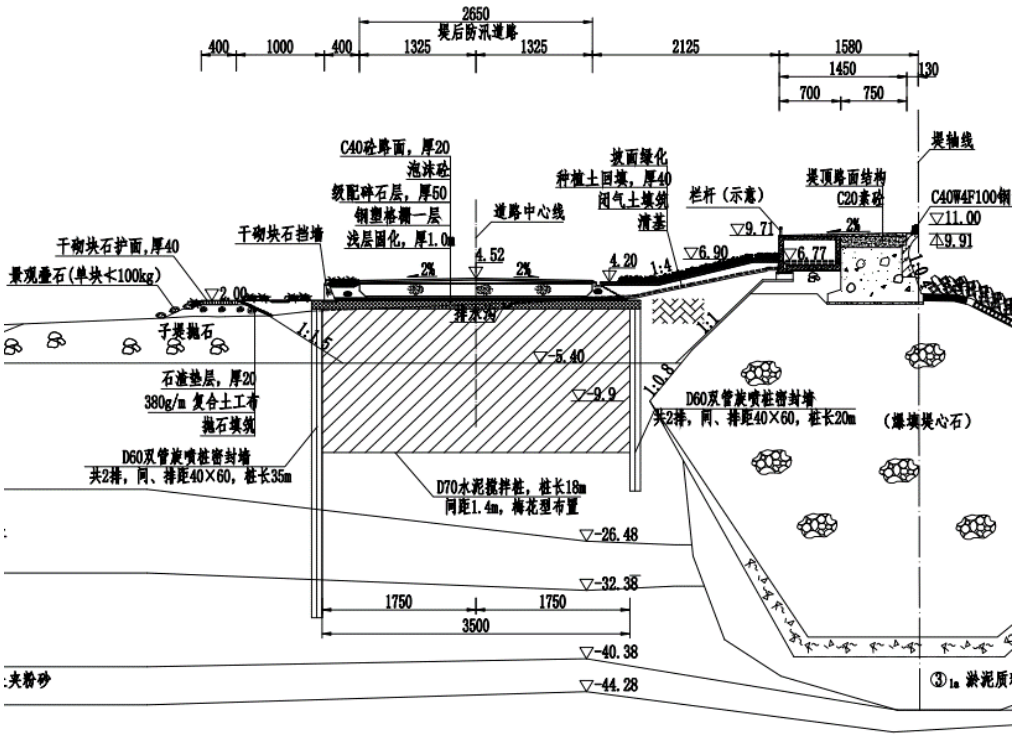


图 5.5.1-2　　方案二典型断面图

（2）投资估算

方案二每延米投资估算为 128649 元/延米。

表 5.5.1-2　　方案二每延米投资估算表

项目	单位	主要工程量	单价（元）	价格（元）
水泥搅拌桩	m	392.37	90	35313
密排高压旋喷桩	m	275.00	167	45925
碎石垫层	m^3	18.50	251.1	4645
沉降+超载土方	m^3	24.15	188.6	4555
泡 沫 砼	m^3	53.00	650	34450
浅层固化	m^3	38.00	77	2926
土工格栅	m^2	42.64	19.58	835
合计				**128649**

5.5.1.1.3方案三：高压旋喷桩复合地基法

（1）方案设计

海堤新城湖侧内坡下部土层范围内采用 D70cm 高压旋喷桩进行处理，间、排距 1.6m×1.6m，桩长 18m，梅花形布置，为减少地基沉降对堤身稳定的影响，在地基处理范围两侧分别布置 2 道高压旋喷桩密封墙进行封闭，密封墙由密排 D60cm 双管桩高压旋喷桩组成，桩间距间距 40cm，新城湖侧桩长 35m，主堤侧 20m。顶部为防汛道路，为减少工后沉降，路基采用泡沫混凝土轻质路基。

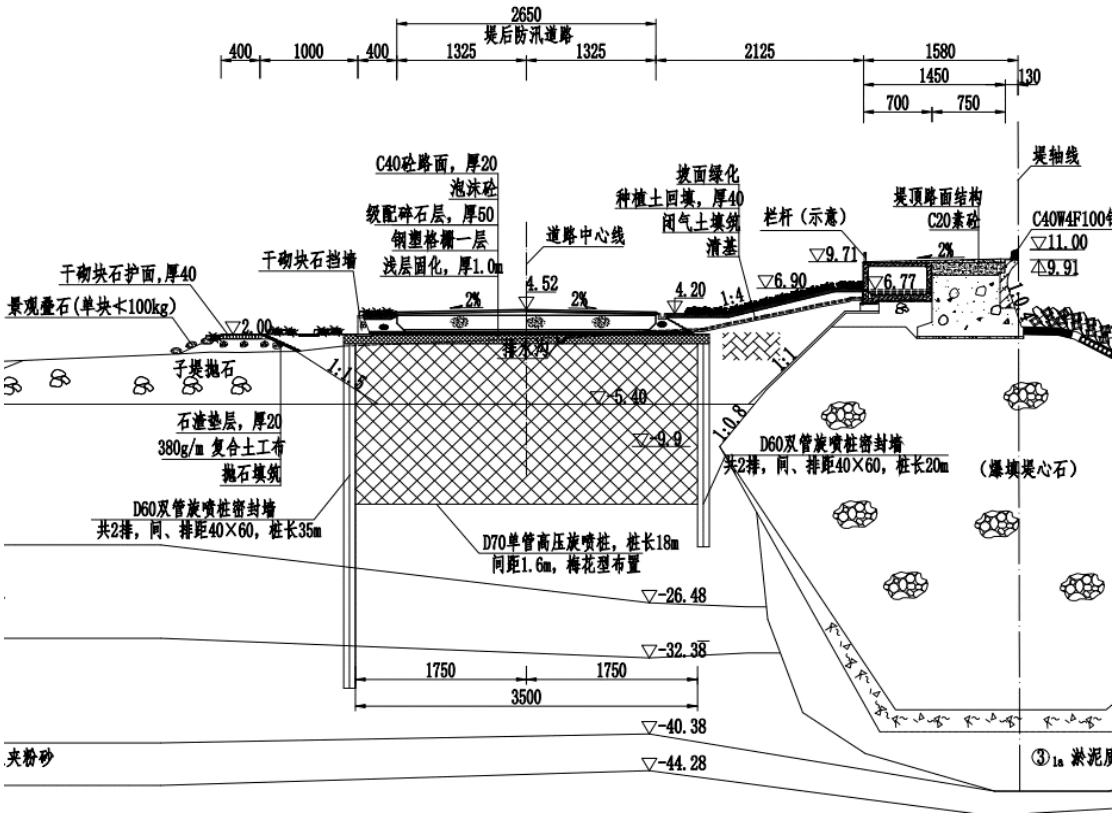


图 5.5.1-3　　方案三典型断面图

（2）投资估算

方案三每延米投资估算为 139641 元/延米。

表 5.5.1-3　　方案三每延米投资估算表

项目	单位	主要工程量	单价（元）	价格（元）
高压旋喷桩	m	300.41	157.00	47164
密排高压旋喷桩	m	275.00	167.00	45925
碎石垫层	m^3	18.50	251.10	4645
沉降+超载土方	m^3	20.00	188.60	3772
泡沫砼	m^3	53.00	650.00	34450
浅层固化	m^3	38.00	77.00	2849
土工格栅	m^2	42.64	19.58	835
合计				**139641**

5.5.1.1.4方案比选

表 5.5.1-4　　海堤内坡地基处理方式综合比较表

项目	方案一：真空预压浅层处理+塑料排水板排水固结法	方案二：水泥搅拌桩复合地基法	方案三：高压旋喷桩复合地基法
地基处理宽度（m）	38	38	38
地基处理深度（m）	25	20	20
工程投资（元/延米）	119341	128649	139641
优点	投资较省	1.施工期沉降小； 2.地基强度增长快； 3.施工工艺简单。	1.施工期沉降小； 2.地基强度增长快； 3.施工工艺简单； 4.对地基类型适应性强，可用于含石料地基处理。
缺点	1.施工期和工后沉降大，施工中大量沉降可能导致主堤内坡滑移； 2.工艺复杂，施工难度大； 3.不适用于含石料地基； 4.排水固结速率慢，地基强度增长慢。 5.由于路基填方高度低、荷载小，排水板深层处理效果难以保障，施工质量控制难度大。	1.投资较大； 2.不适用于含石料地基； 3.如果地基处理深度较深，地基深部处理效果较难保障。	投资大。
结论	不推荐	推荐	推荐

方案一虽然投资较省，但是施工工艺复杂，施工质量控制难度大，而且施工期及工后沉降大，施工中可能造成海堤内坡开裂、滑移、坍塌，故本次设计不推荐。

方案二和方案三投资较大，但是施工工艺简单，地基增长快，沉降量小，对主堤影响小，本次设计根据海堤内坡处理范围内抛石分布情况进行择优采用。根据坎门海堤抛石体检测报告，坎门海堤桩号K0+336~K1+131 主堤抛石体宽度较大，闭气土体范围内存在大量石料，采用方案三，即高压旋喷桩复合地基法；其他堤段桩号K1+131~K2+486 采用方案二，即水泥搅拌桩复合地基法。

5.5.1.2 场地预处理

新城湖侧现状闭气土体强度较低，无法满足施工机械设备所需承载力要求，需进行场地预处理。常见预处理方案有抛石、浅层真空预压、浅层固化及石渣加土工布四种处理方式进行比较。因施工期紧张，根据海堤实际情况，

推荐造价适中、施工便捷快速的的浅层固化进行场地预处理。

表 5.5.1-6　　场地预处理处理方案比较表

处理方式	抛石换填法	浅层固化	浅层真空预压	石渣+土工布
作用机理	通过抛石，挤排软土置换层，提高地基承载力	利用固化剂对软土等土体就地进行固化，使部分软土层达到一定强度形成人工硬壳层。	通过抽真空加速表层软土的排水固结速度，形成一定强度的硬壳层。	铺设土工布定位，通过填石渣置换地基处理范围土层，提高地基承载力。
适用范围	软土深度较浅，含水量不高的路段。	软土深厚且无硬壳层路段。可单独浅层处理也可与排水预压方法或复合地基方法组合应用进行深层处理	无硬壳层软土路段。可一般与二次真空预压或复合地基方法组合应用进行深层处理。	无硬壳层软土路段。
处理方式	抛石厚度 2m，宽度为地基处理范围外 2m，抛石底部设两层土工格栅。	浅层固化深度 1m，宽度为地基处理范围外 2m。	插设塑料排水板，铺设无纺布及真空膜，真空预压 3 个月。塑板长 3m，间距 1.0m，宽度为处理范围外 2m	铺设基底土工布一层、填筑石渣层厚 1m，宽度为处理范围外 2m。
造价	1.65 万元/延米	0.65 万元/延米	1.90 万元/延米	0.75 万元/延米
优点	施工工艺简单。	就地利用，基本无需采购原料，节约了国家自然资源；材料强度可根据要求调整，粘聚力高，摩擦角较高，防渗透，水稳定性强。	处理范围较深，有利于填筑层稳定性。	造价较低，施工工艺简单。
缺点	土层含水量较高时，抛填石块易往两侧滑动；抛填质量无法很好的进行控制；抛石路段无法采用桩体等处理。	要求采用专用的施工机械，为专利技术项目。	施工工序较复杂，质量控制严格，施工时间相对较长，造价高。	对深厚软基路段对地基承载力以及路基稳定性的提高不明显。
结论	不推荐	**推荐**	不推荐	不推荐

5.5.2 堤顶加固方案比选

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》的要求，堤顶应进行拓宽加固，结合现状海堤堤顶结构，选用石方填筑拓宽和钢筋混凝土空箱拓宽的两种加固方案进行比选。

5.5.2.1 方案一：石方填筑加固方案

（1）方案设计

海堤堤顶高程 10.0m，堤顶净宽 14.0m，防浪墙顶高程 11.0m。

拆除海堤现状防汛道路混凝土路面及道路内侧混凝土灌砌块石挡墙墙身，在堤顶内侧设重力式C35F100混凝土挡墙，墙顶高程11.0m，墙顶宽 0.5m。挡墙新城湖侧直立，外海侧坡比 1:0.4，墙底高程 6.2m。挡墙与现状堤顶混凝土挡墙之间采用抛石混合料填筑，现状堤顶混凝土挡墙顶部采用 C20 混凝土加高。堤顶设沥青混凝土路面，顶高程 10.0~10.3m，表面设 2%坡度倾向外海侧。

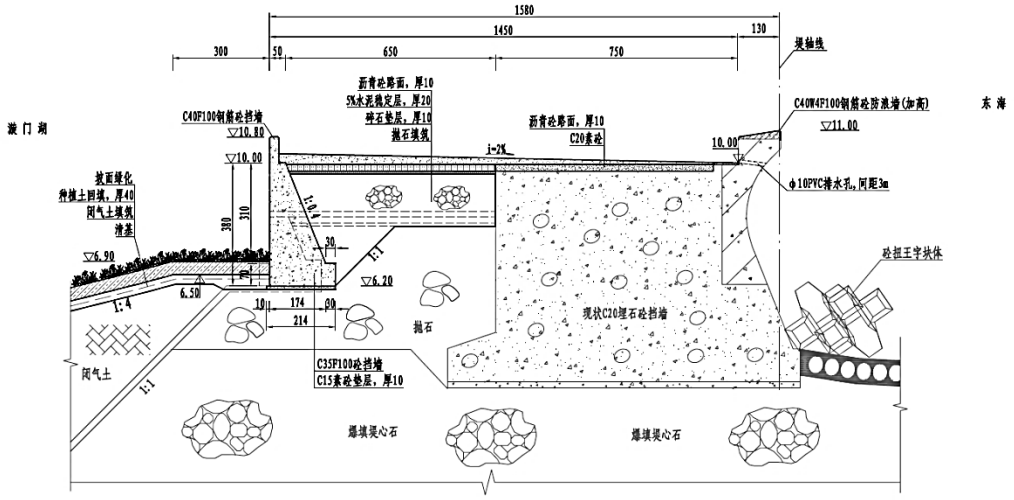


图 5.5.2-1　方案一石方填筑方案断面图

（2）投资估算

方案一投资估算约 5806.51 万元。

表 5.5.2-1　　方案一每延米投资估算表

序号	项目名称	单位	工程量	单价	小计（万元）
1	石方开挖	m^3	10911	23.77	25.94
2	砼挡墙及路面拆除	m^3	3828	129.01	49.39
3	碎石垫层拆除	m^3	1914	21.42	4.10
4	石方填筑	m^3	51000	206.55	1053.41
5	C40F100 砼挡墙	m^3	11813	928.43	1096.80
6	沥青砼路面	m^3	3965	1962.2	778.05
7	C20 素砼	m^3	26061	703.63	1833.71
8	水泥稳定层	m^3	3500	393.64	137.79
9	碎石垫层	m^3	1750	238.72	41.78
10	闭气土填筑	m^3	40472	81.04	327.99
11	C25 砼回填	m^3	3446	757.34	260.95
12	C40W4F100 钢筋砼防浪墙	m^3	1969	998.6	196.62
13	钢筋制安	t	197	6709.19	132.10
	合计				**5806.51**

5.5.2.2 方案二：钢筋混凝土空箱加固方案

（1）设计方案

海堤堤顶高程 10.0m，堤顶净宽 14.0m，防浪墙顶高程 11.0m。

拆除海堤现状防汛道路混凝土路面及道路内侧混凝土灌砌块石挡墙墙身，并在现状海堤堤顶混凝土挡墙内侧设置 C40W4F100 钢筋混凝土空箱，空箱顶高程 10.0m，底高程 6.0m，底板厚 0.6m，侧墙厚 0.5m，顶板厚 0.4m，空箱内截面净尺寸为 6.0m×3.0m（宽×高），内侧底脚设 40cm×40cm 排水沟，其他内角设 15cm×15cm 倒角。现状外海侧挡墙顶部采用 C20 混凝土加高至 9.6m，挡墙与空箱之间设橡

胶止水带。堤顶设露骨料混凝土路面，顶高程 10.0~10.3m，表面设 2%坡度倾向外海侧。堤顶内侧设 C40F100 钢筋混凝土挡墙，墙顶高程 11.0m，顶宽 0.5m，挡墙两侧直立。

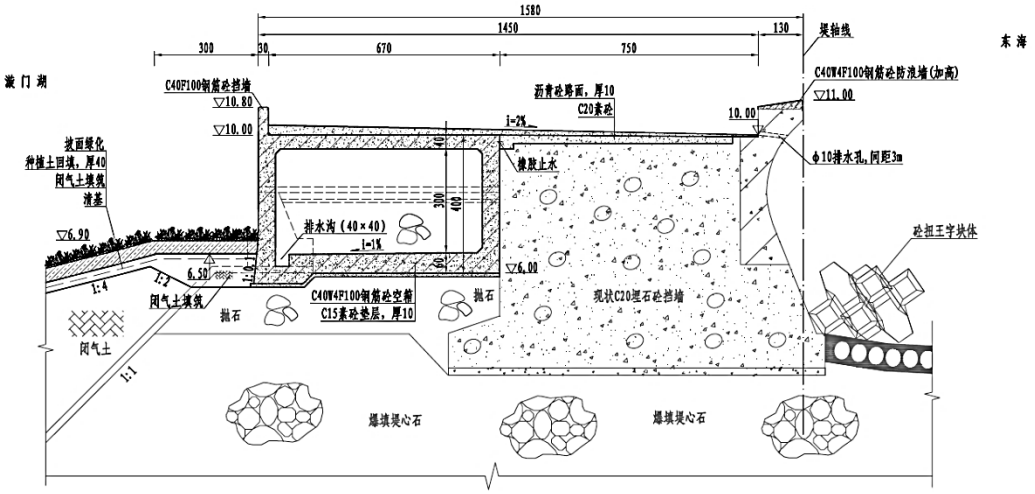


图 5.5.2-2　方案二钢筋混凝土空箱方案断面图

（2）投资估算

方案二投资估算约 7350.32 万元。

表 5.5.2-2　　方案二投资估算表

序号	项目名称	单位	工程量	单价	小计（万元）
1	石方开挖	m^3	18995	23.77	45.15
2	砼挡墙及路面拆除	m^3	3828	129.01	49.39
3	碎石垫层挖除	m^3	1914	21.42	4.10
4	C40W4F100 钢筋砼空箱	m^3	26442	945.43	2618.98
5	沥青砼路面	m^3	3965	1962.2	778.05
6	C20 素砼	m^3	22014	703.63	1548.94
7	闭气土填筑	m^3	40472	81.04	327.99
8	C40F100W4 钢筋砼防浪墙	m^3	1969	998.6	196.62
9	钢筋制安	t	2832	6709.19	1900.16
	合计				**7350.32**

5.5.2.3 方案比选

表 5.5.2-3　　堤顶加固方案综合比较表

项目	方案一：石方填筑方案	方案二：钢筋混凝土空箱方案
石方（万 m^3）	5.10	/
砼及钢筋砼（万 m^3）	1.18	2.77
钢筋（t）	197	2832
建筑工程投资（万元）	5806.51	7350.32
优点	1.投资较省； 2.施工工艺简单。	1.堤顶荷载较小，工后沉降小； 3.空箱可为将来各类管线布设提供空间，有利于后续漩门湾区建设。
缺点	1.石方用量大； 2.堤顶荷载较大，工后沉降大。	1.投资较大。
结论	不推荐	推荐

虽然方案二投资比方案一多 1543.81 万元，但是该方案由于空箱结构堤顶荷载较小，工后沉降较小，同时堤顶空箱可为将来各类管线布设提供空间，有利于后期湾区开发建设中南北侧各类管线等敷设；而且方案二无新增石料填筑，减少了石料消耗量，有利于生态保护。因此，本次设计海堤堤顶加固方案采用钢筋混凝土空箱加固方案。

5.5.3 海堤堤脚保护方案选择

根据《环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）风浪潮沙专题》成果，坎门海堤北段南侧堤脚风浪为本工程最大的区域；据运行管理单位反映，海堤桩号 K0+336~1+336 运行过程中受冲严重，每年需要补抛 5000~8000t 大石块。因此，本次设计对该堤段进行堤脚保护措施。

根据海堤外海侧主风向，本次设计选择顺堤保护方案和斜向消浪堤保护方案两种方案进行比选。

5.5.3.1 方案一：顺堤保护方案

（1）方案设计

在桩号 K0+336~1+336 范围将现状海堤堤脚外侧将镇压层延长 20m，现状抛石体理坡至高程-2.0m，不足部分采用抛石挤淤填筑至高程-2.0m，外海侧以 1:2 坡度向下延伸至涂面，表面采用大石块理砌，大石块单块重≮1000kg，表面设 C40 混凝土扭王字块体护面消浪，高程-2.0m 以上采用规则勾连摆放一层；高程-2.0m 以下斜坡面和堤脚采用定点随机摆放二层，摆放密度为数量 41 个/100m^2，扭王字块体单块重均为 13t。

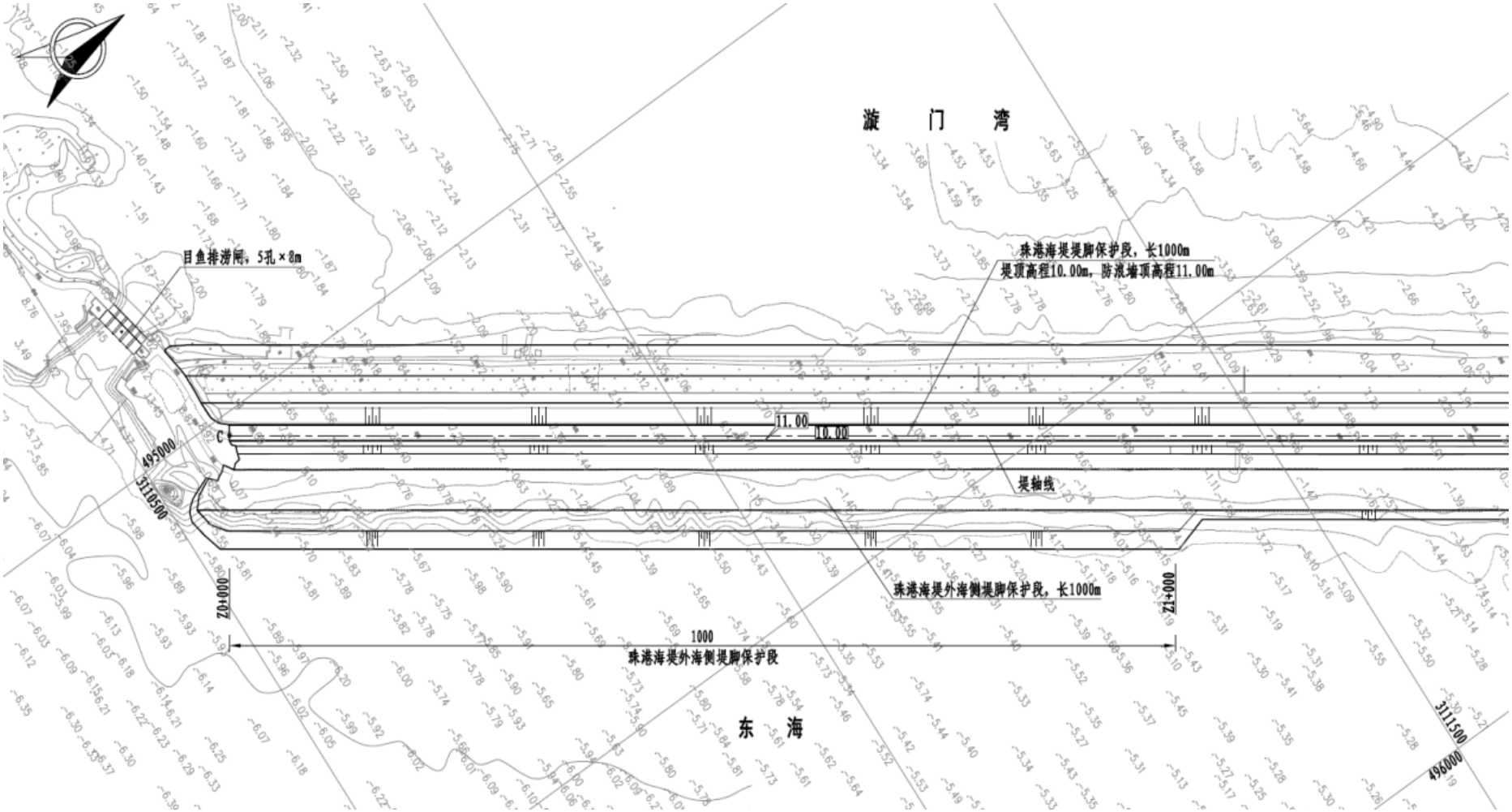


图 5.5.3-1　　方案一顺堤保护方案平面图

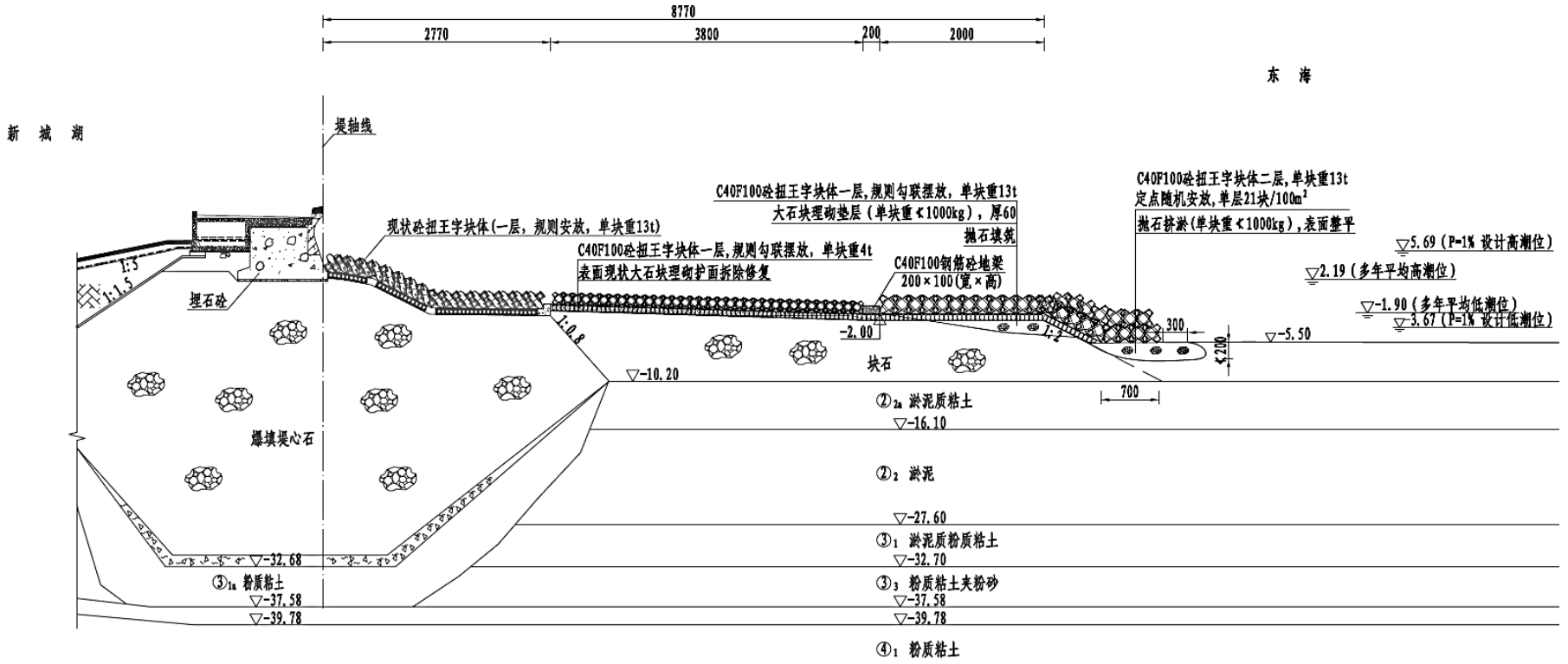


图 5.5.3-2　　方案一顺堤保护方案断面图

（2）投资估算

方案一投资估算为 12120 万元。

表 5.4.3-1　　方案一投资估算表

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合价（万元）
1	C40F100 砼扭王字块	m^3	67200	1198.85	8056.28
2	大石块理砌护面	m^3	17765	394.23	700.35
3	抛石挤淤	m^3	24512	186.12	456.22
4	C35F100 砼四脚空心方块	m^3	22351	1207.81	2699.61
5	C40F100 钢筋砼地梁	m^3	2200	942.18	207.28
	合计				**12119.75**

5.5.3.2 方案二：斜向消浪堤保护方案

（1）方案设计

自坎门海堤现状外海侧堤脚布置 8 条斜向抛石消浪堤，总长 875m，8 条消浪堤堤轴线均为东偏北 22°，分别位于桩号 K0+336、K0+546、K0+666、K0+786、K0+906、K1+026、K1+146 及 ZK1+266，其中最南端消浪堤 1 长 175m，其余消浪堤长度均为 100m。消浪堤抛石顶宽 7.5m，顶高程-2.0m，消浪堤两侧均以 1:2 向下延伸至涂面，表面采用大石块理砌，大石块单块重≮1000kg，表面设 C40 混凝土扭王字块体护面消浪，高程-2.0m 以上采用规则勾连摆放一层，外海侧斜坡面和堤脚采用定点随机摆放 2 层，摆放密度为数量 41 个/100m^2，海堤侧高程-2.0m 以下采用定点随机摆放 1 层，摆放密度为数量 21 个/100m^2，扭王字块体单块重均为 13t。消浪堤之间现状镇压层护脚石块顶部理坡至高程-2.0m，并以 1:2 坡度向下理坡至堤脚抛石体，表面理砌一层。

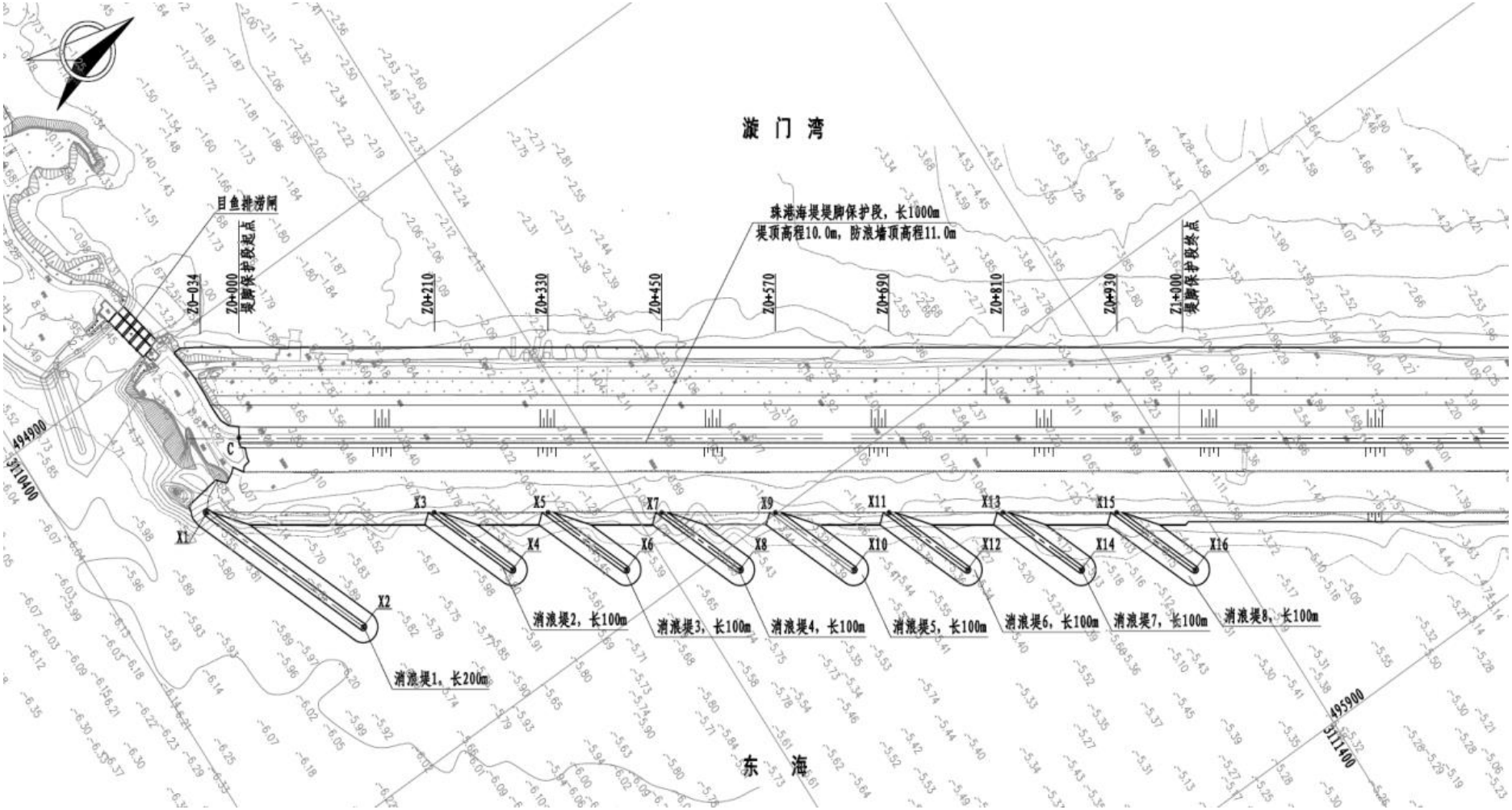


图 5.5.3-3　方案二斜向消浪堤保护方案平面图

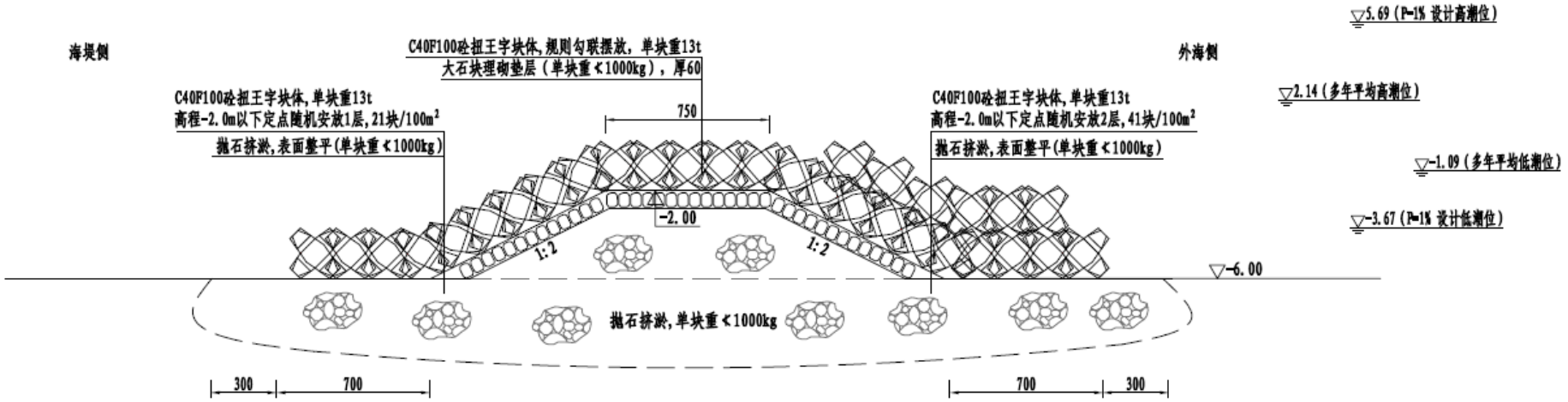


图 5.4.3-4　方案二斜向消浪堤断面图

（2）投资估算

方案二投资估算为16765万元。

表5.4.3-2　　方案二投资估算表

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	小计（万元）
1	C35F100砼四脚空心方块	m^3	22351	1207.81	2699.61
2	C40F100钢筋砼地梁	m^3	2200	942.18	207.28
3	C40F100砼扭王字块	块	83466	1235.24	10310.03
4	大石块理砌护面	m^3	15741	394.23	620.56
5	抛石挤淤	m^3	157300	186.12	2927.67
	合计				**16765.15**

5.5.3.3 方案比选

表5.4.3-3　　坎门堤堤脚保护方案综合比选表

项目	方案一：顺堤保护方案	方案二：斜向消浪堤保护方案
石方（万m^3）	2.45	15.73
混凝土扭王字块体（个）	6.72	8.35
海域使用面积（亩）	30.0	95.4
建筑工程投资（万元）	12120	16765
优点	1.投资较小； 2.施工方便； 3.运行维护较方便； 4.海域使用面积较小。	主风向消浪效果较好，较有利于固脚。
缺点	涂面处下部抛石可能冲刷引起上部混凝土扭王字块体变形损坏。	1.投资较大； 2.海域使用面积较大； 3.运行维护相对不便。
结论	推荐	不推荐

从上表可知，方案一投资相对较小，而且海域使用面积小，运行期间对损坏的混凝土扭王字块体的更换和补抛等维护更方便，因此本次设计坎门堤堤脚加固方案推荐采用方案一，即顺堤加固方案。

5.5.4 水闸消浪措施比选

目鱼排涝闸现状水闸防潮标准为50年一遇，本次将水闸提标至防潮标准100年一遇。经复核，目鱼排涝闸闸顶高程不满足100年一遇防潮标准，而且目鱼排涝闸外海侧为无限风区，风浪很大，在历次台风中受到一定程度的损坏。因此，根据水闸的运行条件和现状条件，本次提标加固在水闸外海侧增设消浪堤，根据类似工程经验，结合工程现场地形条件，本次设计对增设透空式消浪堤方案和斜坡式消浪堤等2种方案进行比选。

5.5.4.1 方案一：透空式消浪堤方案

（1）方案设计

消浪堤布置于目鱼排涝闸外海侧，自水闸出水渠左岸山嘴以转弯半径63.5m向东偏南转90°布置至水闸出水渠右岸山嘴，全长99.75m，堤顶宽7.5m，堤顶高程5.0m。

消浪堤整体采用C40F100钢筋混凝土透空平台结构，堤顶平台宽7.5m，平台厚60cm，平台设2排透气孔，孔口尺寸3.0m×0.3m（长×宽），间、排距4.0m×3.3m。堤顶外侧设C40F100钢筋混凝土挡墙，墙顶高程6.2m，墙顶宽1.0m，堤顶内侧设C40F100钢筋混凝土防护栏杆，栏杆顶高程6.2m。平台底部设2排C40F100钢筋混凝土圆柱，柱直径1.2m，间、排距为4.0m×5.0m，柱子嵌入弱风化岩深度不小于3.0m。每排柱子顶部分别设C40F100钢筋混凝土消浪梁，梁顶高程5.0m，消浪梁截面尺寸均为2.0m×2.0m（宽×高）。

消浪梁和外海侧挡墙水平方向分别设 2 排透水孔，孔口尺寸 2.0m×0.3m，间距 4.0m。

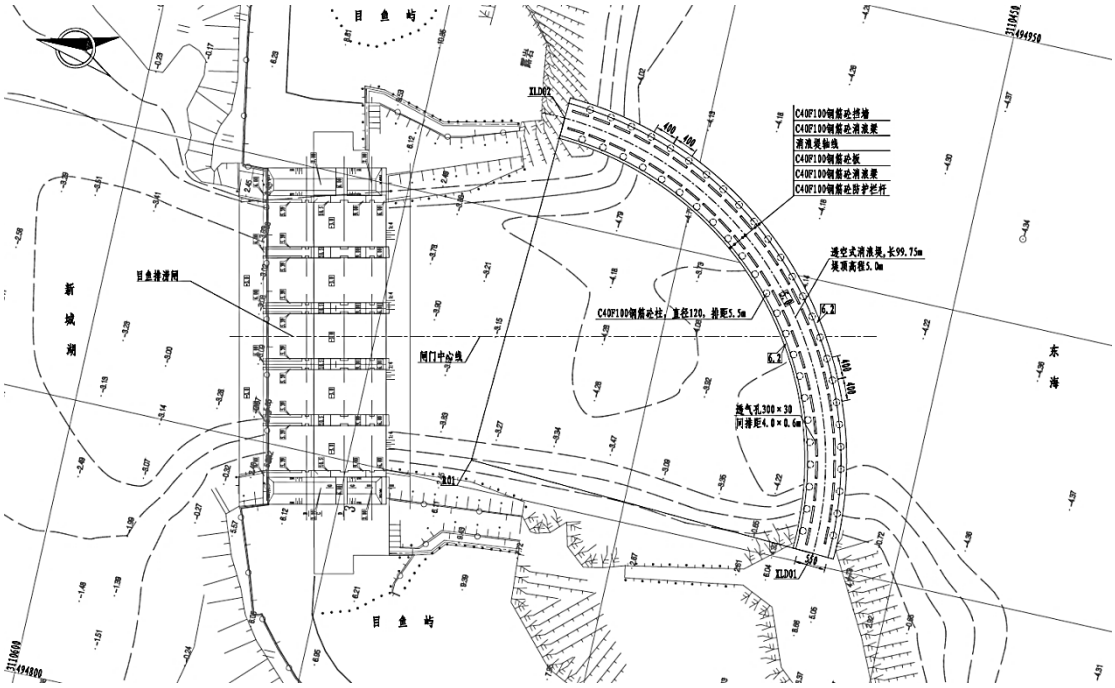


图 5.4.4-1　　透空式消浪堤布置图

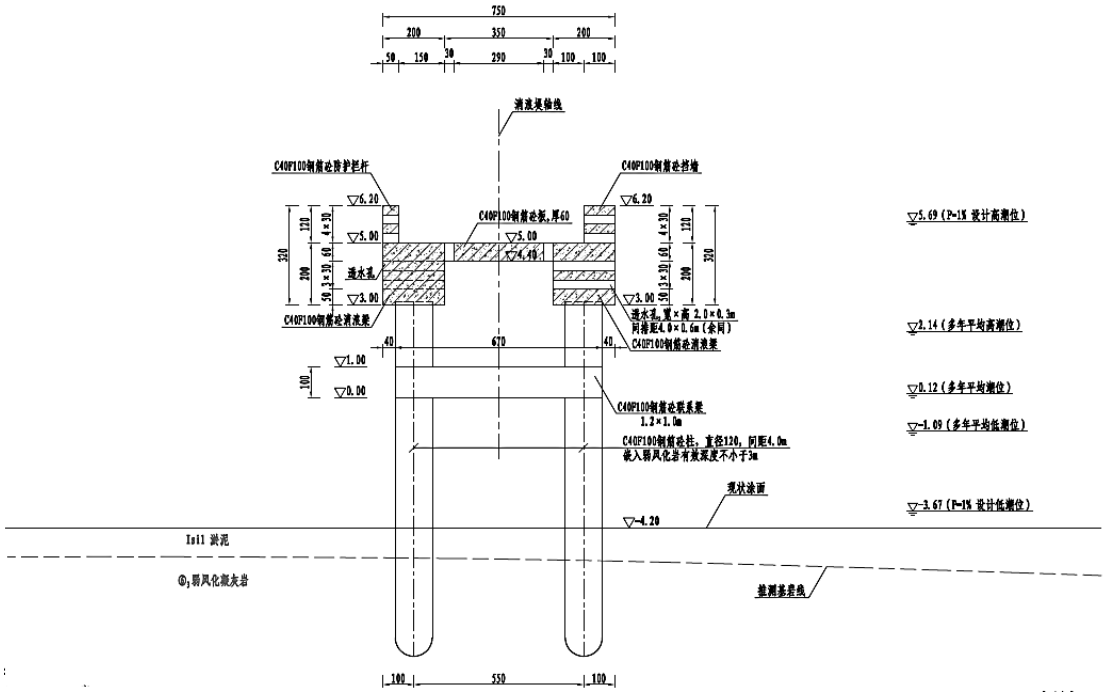


图 5.4.4-2　　透空式消浪堤断面图

（2）投资估算

透空式消浪堤建筑工程投资估算为 469 万元。

表 5.4.4-1　　透空式消浪堤投资估算表

序号	项目	单位	工程量	单价（元）	价格（元）
1	C40F100 钢筋砼板	m^3	476	1297.57	617928
2	C40F100 钢筋砼消浪梁	m^3	1166	931.16	1085733
	C40F100 钢筋砼柱	m^3	661	1116.95	738785
3	C40F100 钢筋砼挡墙	m^3	176	931.16	164089
4	C40F100 钢筋砼防护栏杆	m^3	40	981.49	38867
5	钢筋制安	t	302	6709.19	2028433
	合计				**4685836**

5.5.4.2 方案二：增设斜坡式消浪堤方案

（1）方案设计

消浪堤布置于目鱼排涝闸外海侧，自水闸出水渠右岸山嘴向东偏南 24°25′11″沿直线向前布置，全长 110m，堤顶宽 7.5m，堤顶高程 5.6m。

消浪堤采用土石结构，堤身采用抛石填筑，填筑顶高程 3.0m，两侧自顶部均以 1:2 向下布置至涂面，并在高程 0.0m 处设 7.5m 宽消浪平台，抛石填筑堤身表面设大石块理砌 1 层，单块重＜1000kg，并采用 C40 混凝土扭王字块体护面，高程-2.0m 以上采用规则勾连摆放 1 层，高程-2.0m 以下采用定点随机摆放，其中外侧摆放 1 层，摆放密度为数量 41 个/100m^2，水闸侧摆放 1 层，扭王字块体单块重均为 13t。

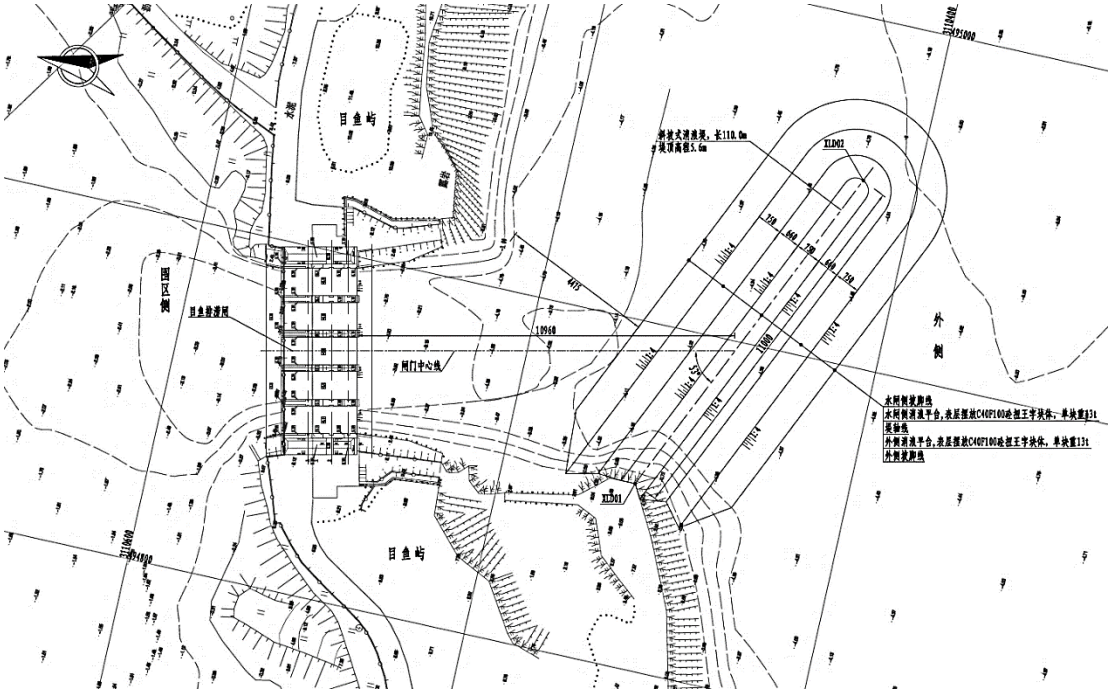


图 5.4.4-1　　斜坡式消浪堤布置图

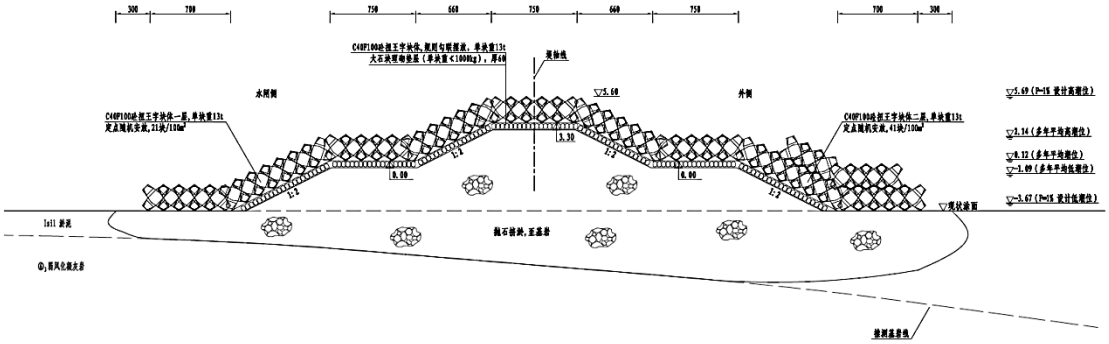


图 5.4.4-1　　斜坡式消浪堤断面图

（2）投资估算

透空式消浪堤建筑工程投资估算为 3335 万元。

表 5.4.4-2　　斜坡式消浪堤投资估算表

序号	项目	单位	工程量	单价（元）	**价格（元）**
1	抛石挤淤	m^3	68039	209.82	14276006
2	大石块理砌垫层	m^3	4189	288.89	1210017
3	C40F100 砼扭王字块体	m^3	14904	1198.85	17867571
	合计				**33353594**

5.5.4.3 方案比选

表 5.4.4-1　　消浪方案比较表

项目	方案一（透空式消浪堤）	方案二（斜坡式消浪堤）
石方（万 m^3）	/	6.80
混凝土（万 m^3）	0.22	1.49
钢筋（t）	258	/
占用海域（亩）	1.43	13.47
投资（万元）	469	33354
优点	1、投资省。 2、整体采用钢筋混凝土浇筑，整体性和耐久性好，养护频率低。 3、占用海域面积小。	1、由于为实体堤，对各潮位情况下的消浪效果均较好。
缺点	1、由于底部透空，对低潮位情况下消浪效果相对较差。	1、投资大。 2、整体性差，养护频率高，养护费用高。 3、占用海域面积大。
结论	**推荐**	**不推荐**

综上分析，透空式消浪堤虽然在低潮位时消浪效果相对较差，但是由于目鱼闸闸顶高程受高潮位下波浪控制，低潮位下影响不大。透空式消浪堤比斜坡式消浪堤不仅投资小得多、占用海域面积小得多，而且消浪堤整体采用钢筋混凝土结构，整体性和耐久性都比斜坡式消浪堤好，有利于运行维护。因此本阶段推荐采用方案一，即透空式消浪堤方案。

5.6 工程总布置

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）对现状坎门海堤及沿线目鱼排涝闸进行提标加固至 100 年一遇防潮标准，并相应对海堤沿线进行融合提升。

5.6.1 海堤工程

本工程位于玉环市坎门街道新城湖南侧，对现状坎门海堤进行提标加固，总长 2486m，根据现状地形，分为南、北两段，其中南段长 336m，北段长 2150m。

（1）坎门海堤南段

坎门海堤南段自坎门街道东北角向北偏东基本沿直线布置至鸟笼屿南侧，再向东转 30°28′13″后沿直线布置至目鱼屿西侧山嘴，总长 336m。

该段海堤原设计采用自然挤淤地基处理，海堤断面型式为混合式，外海侧采用混凝土扭王字块体消浪；本次提标加固内容包括堤顶加高加宽，闭气土加高、内侧防渗处理以及沿线融合提升。

（2）坎门海堤北段

本次提升加固坎门海堤北段布置不变，自目鱼屿东侧山嘴向北偏东 34°1′14″沿直线布置 2150m 至坎门街道行政区划线，总长 2150m。

该段海堤原设计采用爆炸挤淤法地基处理，海堤断面型式为混合式，外海侧采用混凝土扭王字块体消浪并设镇压层；本次提标加固内容包括堤顶加高加宽，外海侧堤脚保护，外海侧镇压层加固，内侧地基处理、闭气土加高以及沿线融合提升。

5.6.2 水闸工程

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）布置有 1 座排涝水闸，为目鱼排涝闸。目鱼排涝闸位于目鱼屿上，水闸建基面为弱风化

岩，水闸闸孔尺寸为 5 孔×8m，闸底槛高程为-3.0m，工作闸门为钢筋混凝土预应力闸门，启闭方式为液压启闭。本次提标加固内容包括外海侧挡墙加高，下部混凝土补强，破损混凝土修复，工作闸门更换，增设消浪堤，金属结构修复，自动化控制系统更新以及上部建筑外立面改造。

5.6.3 融合提升工程

本工程融合提升工程主要布置于坎门海堤内侧，将玉环海岛渔文化、船只文化演绎，与帆船训练中心、信号塔等结合，综合南北侧现状绿地风貌，打造“一条醉美玉环鱼情海岛风情线”，工程设计范围内形成“一带两心三区段”的景观结构。

5.7 海堤工程

5.7.1 坎门海堤南段

5.7.1.1 海堤布置

坎门海堤南段（桩号 K0+000~0+336）堤轴线由现状堤顶中心外移至防浪墙外边线，海堤自坎门街道东北角向北偏东沿直线 35°14′52″布置 13m，再以折线向东转 31°40′53″后沿直线布置 204m 至鸟笼屿南侧约 18m 处，再以转弯半径 10m 向东转 30°28′13″，然后沿直线布置 113m 至目鱼屿西侧山嘴，长 336m。

5.7.1.2 海堤结构设计

5.7.1.2.1 堤顶结构

（1）堤顶宽度

根据《海堤工程设计规范》（GB51015-2014）的规定，不包括防浪墙的堤顶宽度应根据堤身整体稳定、防汛、管理、施工的需要确

定 1 级海堤堤顶宽度不应小于 5m；根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 版）》的要求，对于海塘安澜工程防潮标准为 100 年一遇的 1 级海堤，不含防浪墙的堤顶宽度不应小于 12m。

海堤为海塘安澜工程 1 级建筑物，依据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 版）》进行设计，本工程海堤建筑物级别为 1 级，海堤堤顶宽度不含防浪墙应满足≥12m 的要求。

坎门海堤南段现状堤顶含防浪墙宽度 8.8m，堤顶内侧设有 7.0m 宽防汛道路，本次提标加固将内侧防汛道路加高拼宽为堤顶，提标后堤顶净宽 14.0m，总宽度为 15.8m。

（2）堤顶结构设计

坎门海堤南段提标加固后堤顶高程 10.0m，防浪墙顶高程 11.0m，堤顶净宽 14.0m。

海堤堤顶采用钢筋混凝土空箱进行加高拼宽，海堤现状防汛道路路面及道路内侧挡墙墙身拆除至高程 6.0m，并在现状海堤外海侧混凝土挡墙内侧设 C40W4F100 钢筋混凝土矩形空箱。空箱顶高程 10.0m，底高程 6.0m，下设 10cm 厚 C15 混凝土垫层，底板厚 0.6m，侧墙厚 0.5m，顶板厚 0.4m，空箱新城湖侧外表面高程 6.90m 以上直立，高程 6.90m 以下坡度 1：0.1；高程空箱内截面净尺寸为 6.0m×3.0m（宽×高），内侧底脚设 40cm×40cm 排水沟，其他内角设 15cm×15cm 倒角。现状外海侧挡墙顶部采用 C20 混凝土加高至 9.9m，挡墙与空箱之间设橡胶止水带。堤顶设露骨料混凝土，顶高程 10.0~10.3m，并以 2%坡度倾向外海侧。堤顶内侧设 C40F100 钢筋混凝土挡墙，墙顶高

程 11.0m，顶宽 0.5m，挡墙两侧直立。空箱顶部每隔 500m 设 1 处吊物孔，孔口尺寸 7.0m×2.0m，并设 C40W4F100 钢筋混凝土预制盖板；空箱内坡侧每隔 500m 设 1 处进出通道。

现状防浪墙顶采用 C40W4F100 钢筋混凝土加高至高程 11.0m，防浪墙迎潮面竖直，并保持与现状防浪墙齐平，防浪墙顶宽 1.3m，顶面以 1：3 倾向内侧，防浪墙内侧坡比为 1:0.2。

5.7.1.2.2迎潮面护面结构设计

坎门海堤南段现状迎潮面采用混凝土扭王字块体规则摆放 1 层，单块重 10t。现状扭王字块体安装整齐、完整、基本完好，未见冲刷滑移及破损现象，本次提标加固保持海堤迎潮面结构保持现状不变。

5.7.1.2.3新城湖侧护面结构设计

拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清除表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高至高程 6.50m，闭气土体顶平台宽 3.0m，自平台顶以 1:4 向下布置至现状闭气土顶，闭气土表面设 40cm 厚种植土，坡面进行绿化。

5.7.1.2.4地基防渗处理设计

根据本阶段地勘成果，结合漩门三期围垦工程初步设计阶段地勘成果，坎门海堤南段堤基分布有⑤层卵砾石，为形成封闭的防渗系统，本次海堤提标加固在新城湖侧内坡下部地基中布置防渗帷幕，帷幕中心线距海堤轴线 35m，帷幕采用淤泥水泥注浆（水泥参量 10%），注浆孔深至基岩，共布置 3 排，注浆孔间排距 80cm×80cm，梅花形布置。

5.7.1.2.5防汛道路设计

现状坎门海堤南段防汛道路布置于堤顶重力式挡墙内侧，由于现状防汛道路部位加高拼宽为堤顶，因此需另行布置防汛道路。

提标加固后海堤新城湖侧闭气土体为未经地基处理的淤泥质土，物理力学指标差，承载力底，沉降大，不适宜布置防汛道路，因此，坎门海堤南段防汛道路布置于堤顶，路面净宽 14.0m，采用 10cm 厚沥青混凝土路面。

5.7.2 坎门海堤北段

5.7.2.1 海堤布置

坎门海堤北段（桩号 K0+336~2+486）堤轴线由现状海堤堤顶中心线外移至防浪墙外边线，自目鱼屿东侧山嘴向北偏东 34°1′14″沿直线布置 2150m 至坎门街道行政区划线，总长 2150m。

5.7.2.2 海堤结构设计

5.7.2.2.1堤顶结构

（1）堤顶宽度

堤顶宽度确定原则与坎门海堤南段一致，现状堤顶含防浪墙宽度 8.8m，堤顶内侧设有 7.0m 宽防汛道路，本次提标加固将内侧防汛道路加高拼宽为堤顶，提标后堤顶净宽 14.0m，总宽度为 15.8m。

（2）堤顶结构设计

提标加固后堤顶高程 10.0m，防浪墙顶高程 11.0m，堤顶宽 14.0m，采用 C40W4F100 钢筋混凝土空箱拼宽加固，堤顶道路采用露骨料混凝土路面，其他堤顶结构设计与坎门海堤南段一致。

5.7.2.2.2 迎潮面护面结构设计

海堤存在镇压层不均匀沉降、部分镇压层护面底部架空和部分堤段堤脚受冲刷较严重的问题，根据加固方案分为堤脚保护堤段和一般堤段。

（1）堤脚保护堤段

堤脚保护堤段桩号 K0+336~1+336，长 1000m，海堤运行过程中堤脚受冲刷较严重。

将现状海堤堤脚外侧将镇压层延长 20m，先现状抛石体理坡至高程-2.0m，不足部分采用抛石挤淤填筑至高程-2.0m，外海侧以 1:2 坡度向下延伸至涂面，表面采用大石块理砌，大石块单块重≮1000kg，表面设 C40 混凝土扭王字块体护面消浪，高程-2.0m 以上采用规则勾连摆放一层；高程-2.0m 以下斜坡面和堤脚采用定点随机摆放二层，摆放密度为数量 41 个/100m^2，扭王字块体单块重均为 13t。

拆除现状镇压层表面大石块理砌混凝土灌缝护面，并对现状镇压层沉降部位采用抛石填筑，保持镇压层顶宽 40.0m 不变，镇压层末端顶高程-2.0m，顺接至现状镇压层内侧混凝土地梁，镇压层顶部设 1 层 C40 混凝土扭王字块体护面消浪，单块重 4t，镇压层末端设 C40F100 混凝土地梁，截面尺寸 2.0m×1.0m（宽×高）。

考虑该段海堤外海侧风浪大，本次设计将迎潮面现状规则摆放的混凝土扭王字块体护面拆除，按规则勾连重新摆放，以提高扭王字块体的整体性，提高抗风浪能力。

（2）一般堤段

一般堤段桩号 K1+336~2+486，长 1150m。

拆除现状镇压层表面大石块理砌混凝土灌缝护面，并对现状镇压层沉降部位采用抛石填筑，保持镇压层顶宽 40.0m 不变，镇压层末端顶高程-2.0m，顺接至现状镇压层内侧混凝土地梁，镇压层表面设大石块理砌护面，厚 60cm，并采用 C35 细骨料混凝土灌缝。

该段海堤迎潮面风浪相对较小，且现状迎潮面现状混凝土扭王字块体护面整齐、完整，未见冲刷滑移及破损现象，保持现状混凝土扭王字块体护面不变。

5.7.2.2.3新城湖侧结构设计

根据现状海堤施工龙口布置，分为龙口段和非龙口段。

（1）龙口段

龙口段（桩号 K1+336~K1+856），长 1520m。

拆除现状闭气土表面混凝土预制六角块护面及其垫层，并清除表面垃圾和杂草等，采用经过一定固结处理的淤泥质土将闭气土体顶加高至高程 6.50m，闭气土体顶平台宽 3.0m，自平台顶以 1:4 向下布置至高程 3.40m 平台，闭气土表面设 40cm 厚种植土，坡面进行绿化。高程平台宽 36.5m，设 26.5m 宽防汛道路，道路中心线距闭气土坡脚 21.0m，平台新城湖侧设干砌块石挡墙，挡墙顶高程 3.00m，顶宽 0.5m，挡墙新城湖侧直立，外海侧坡比 1:0.4，墙脚高程 2.00m，下设 20cm 厚 C40F100 混凝土底板。挡墙墙脚新城湖侧为高程 2.00m 宽 11.0m 镇压平台，其中平台末端为抛石护脚，抛石护脚顶宽 4.0m，两侧分别自顶以 1:2 向下延伸至现状子堤，表面采用大石块理砌，单块重≮

100kg。抛石护脚与闭气土之间采用 20cm 厚碎石垫层和 1 层 380g/m^2 复合土工布反滤。

（2）非龙口段

非龙口段（桩号 K1+856~2+486），长 730m。

该堤段新城湖侧镇压平台末端抛石护脚底部采用 D70cm 水泥搅拌桩处理，处理宽度 17.9m，桩长 7.0m，桩间距 1.6m，梅花形布置；其余结构与龙口段相同。

5.7.2.2.4地基处理设计

根据本阶段地勘成果与海堤竣工资料，坎门海堤北段根据海堤抛石体宽度分为抛石段和一般软土段，采用不同的地基处理方式，分为高压旋喷桩处理堤段和水泥搅拌桩处理堤段。

（1）高压旋喷桩处理堤段（抛石段）

高压旋喷桩处理堤段桩号 K0+336~1+131，长 795m，地基处理宽度为 38.0m。

对地基处理范围内进行清基，局部高程较低部位采用闭气土回填并整平；再对地基处理范围内闭气土表层进行浅层固化处理，处理深度 1.0m；海堤新城湖侧防汛道路中心线两侧 19m 处采用 D70cm 高压旋喷桩进行处理，间、排距 1.6m×1.6m，桩长 18m，梅花形布置，为减少地基沉降对堤身稳定的影响，在地基处理范围两侧分别布置 2 道高压旋喷桩密封墙进行封闭，密封墙由密排 D60cm 双管桩高压旋喷桩组成，桩间距间距 40cm，新城湖侧桩长 35m，主堤侧 20m。当旋喷桩桩体施工范围遇大直径漂块石采用预先引孔后施工桩体。

（2）水泥搅拌桩处理堤段（一般软土段）

水泥搅拌桩处理堤段桩号 K1+131~2+486，长 1355m，地基处理宽度为 38.0m。

对地基处理范围内进行清基，局部高程较低部位采用闭气土回填并整平；再对地基处理范围内闭气土表层进行浅层固化处理，处理深度 1.0m；在防汛道路中心线两侧 19m 处采用 D70cm 双轴水泥搅拌桩进行处理，间、排距 1.4m×1.4m，桩长 18m，梅花形布置，为减少地基沉降对堤身稳定的影响，在地基处理范围两侧分别布置 2 道高压旋喷桩密封墙进行封闭，密封墙由密排 D60cm 双管桩高压旋喷桩组成，桩间距 40cm，围侧桩长 35m，堤坝侧 20m。局部水泥搅拌桩桩体施工范围，遇大直径漂块石采用预先引孔后施工桩体。

5.7.2.2.5防汛道路设计

现状坎门海堤南段防汛道路布置于堤顶重力式挡墙内侧，由于现状防汛道路部位加高拼宽为堤顶，因此需另行布置防汛道路。

海堤内侧闭气土体经水泥搅拌桩和高压旋喷桩处理，大大改善了地基物理力学指标，防汛道路可布置于堤顶或堤后，由于本工程海堤采用允许越浪设计，防汛道路布置于堤后更加安全，因此，坎门海堤北段防汛道路布置于海堤内侧地基处理范围内。

防汛道路宽度根据地基处理范围确定为 26.5m，路面顶高程 3.6m~6.2m，采用 20cm 厚 C30 混凝土路面结构，为了减少工后沉降，采用泡沫混凝土轻质路基，下设 50cm 厚碎石垫层，作为路基水平排水通道。

5.7.3 海堤连接道路

坎门海堤南段、北段及目鱼排涝闸之间有连接道路，现状连接道路路面为混凝土路面结构，路面宽约 7.0m，长 411m。

本次提标加固对连接道路进行改造，改造后连接道路基本沿现状道路布置，并向南侧拓宽至 14.0m，长度不变，为 411m。

5.7.3.1 连接道路布置

连接道路以目鱼排涝闸为界，分为东、西两段，总长 411m，其中西段连接道路 280m，东段连接道路 131m。

西段连接道路自坎门海堤南段东侧堤头向东偏北 10°23′22″沿直线布置 41m，再以转弯半径 131m 向南转 21°54′59″后再以直线向前布置 31m，再以转弯半径 55m 向东转 28°44′29″后再以直线向前布置 33m，再以转弯半径 58m 向北转 37°51′31″后再以直线向前布置 17m，再以转弯半径 40m 向东转 45°26′8″后再以直线向前布置 11m 与目鱼排涝闸交通桥西侧，长 280m。

东段连接道路自水闸交通桥向东偏北 14°37′2″沿直线布置 20m，再以折线向南转 5°24′8″后继续沿直线布置 30m，再以折线向南转 10°20′43″后继续沿直线布置 44m，并与坎门海堤北段堤后防汛道路相接，再以转弯半径 33m 向北转 54°6′19″后再以直线向前布置 10m 与坎门海堤北段南侧堤头相接，长 131，连接道路全长 411m。

5.7.3.2 连接道路结构设计

连接道路路基为基岩，路面宽 14.0m，路面结构采用 10cm 厚沥青混凝土，下设 20cm 厚 5%水泥碎石稳定层，道路拓宽部分开挖边坡为 1：0.75，表面采用 8cm 厚客土喷播进行绿化处理，坡脚设 C35 混凝土排水沟，沟内尺寸 40cm×40cm（宽×深），道路路面自中心线向两侧设 2%散水。

5.7.4 设计计算

5.7.4.1 堤顶高程计算

5.7.4.1.1 波浪爬高计算

海堤提标加固后的断面型式与现状海塘在迎潮面上基本一致，参考《玉环县漩门三期围垦工程初步设计报告》中计算过程，本次波浪仍然采用《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）中单坡海塘的波浪爬高计算公式，计算公式为：

$$R_{F\%}=K_{\triangle}K_{V}R_{O}H_{1\%}K_{F}$$

式中：

$R_{F\%}$—波浪爬高累积频率为 F 的波浪爬高值（m）；

$K_{\triangle}$—与护面结构型式有关的糙率及渗透性系数（m），按上部为砼面同时考虑下部扭王字体护面的影响，本次计算取 0.68；

K_{V}—与风速及塘前水深有关的系数；

R_{O}—不透水光滑坡上的相对爬高，取 m=0.4，查表得 1.32；

K_{F}—爬高累积频率换算系数，允许越浪海堤，KF =0.77。

对各海堤不同波向的波浪爬高分别进行了计算，当波浪斜向作用时，还应将上述波浪爬高计算值乘以修整系数 K_{β}。

5.7.4.1.2堤顶高程计算

根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014），堤顶（防浪墙顶）高程按下式计算：

$$Z_p = H_p + R_{F\%} + \Delta H$$

式中：

Z_p —设计频率的防浪墙顶设计高程（m）；

H_p —设计频率高潮位，100 年一遇设计高潮位 5.69m；

$R_{F\%}$ —波浪爬高值（m），允许部分越浪 F＝13；

ΔH —安全加高（m），I 级海塘工程允许部分越浪取 ΔH ＝0.5m。

根据《海堤工程设计规范》8.3.3 条，当堤顶临海侧设有稳定坚固的防浪墙时，堤顶高程可算至防浪墙顶面，但不计防浪墙的堤顶高程仍应高出设计高潮位以上 0.5 倍百分之一大波波高。

表5.7.4-1　　堤顶高程计算表

海塘位置	风向	桩号	设计高潮位（m）	堤前水深（m）	设计波高	设计风速	K_V	K_Δ	k_β	波浪爬高值（m）	超高	计算防浪墙高程	计算堤顶高程	设计防浪墙顶高程（m）	设计堤顶高程（m）
					$H_{1\%}$（m）	（m）					（m）	（m）	（m）		
坎门海堤南段	SE-SSE-135°	K0+100	5.69	9.65	5.98	42.75	1.29	0.68	0.94	5	0.5	11.19	8.68	11.0	10.0
	SE-SSE-158°		5.69	9.65	5.98	42.75	1.29	0.68	1.00	5.32	0.5	11.51	8.68		
坎门海堤北段	E-ESE-90°	K0+586	5.69	10.06	6.04	40.22	1.28	0.68	0.90	4.81	0.5	11.00	8.71	11.0	10.0
		K1+736	5.69	9.04	5.51	40.22	1.29	0.68	0.90	4.41	0.5	10.60	8.45		
		K2+486	5.69	8.87	5.32	40.22	1.29	0.68	0.90	4.26	0.5	10.45	8.35		
	E-ESE-113°	K0+586	5.69	10.06	6.04	40.22	1.28	0.68	1.00	5.35	0.5	11.54	8.71		
		K1+736	5.69	9.04	5.51	40.22	1.29	0.68	1.00	4.90	0.5	11.09	8.45		
		K2+486	5.69	8.87	5.32	40.22	1.29	0.68	1.00	4.73	0.5	10.92	8.35		

结合玉环县漩门三期围垦工程模型试验的经验，综合反弧挑浪式防浪墙、块体的消浪作用，本阶段推荐坎门海堤设计防浪墙顶高程11.0m、设计堤顶高程10.0m。

5.7.4.1.3堤顶高程合理性分析

本阶段收集到工程北面大门坝、南面坎门中心渔港防波堤的设计塘顶成果来进行合理性分析。该两处塘坝朝向与本工程接近，均为SE向，属于开敞式海域，易受外海涌浪影响，具体位置详见下图。

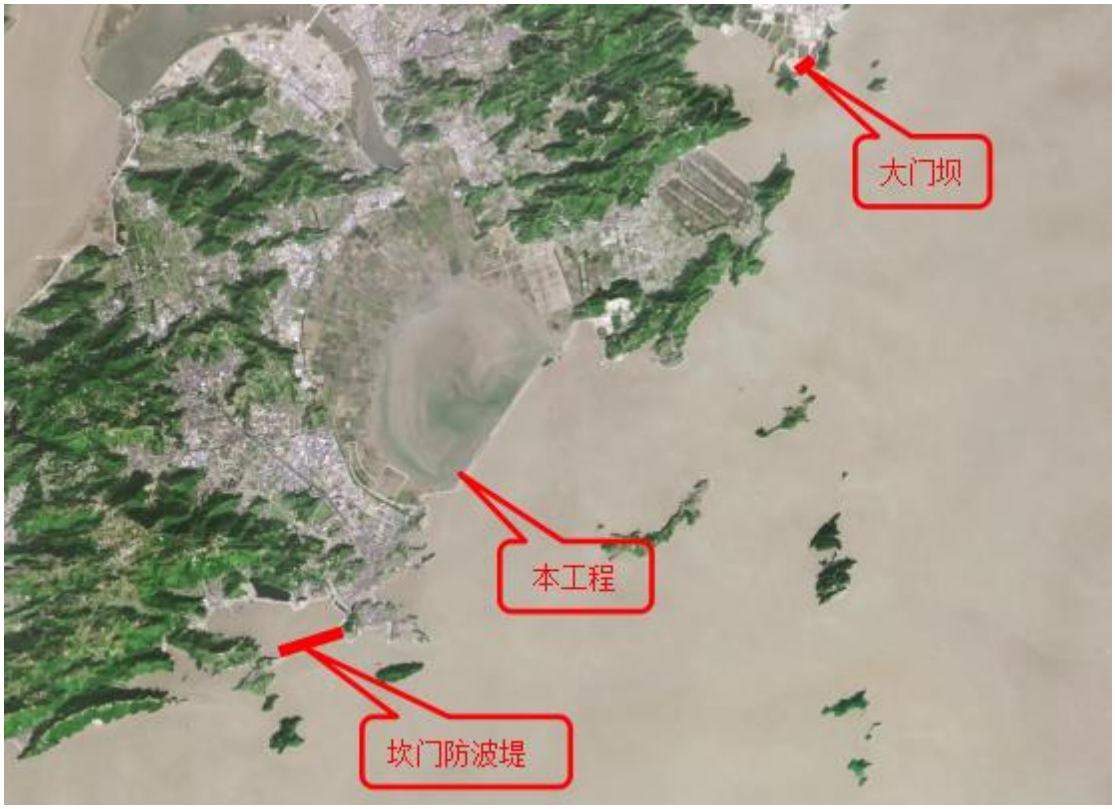


图 5.7.4-1　　周边海塘分布图

表 5.7.4-2　　堤顶高程对比表

海塘名称	大门坝	坎门渔港防波堤	坎门海堤北段	
			原设计	本次计算
设计防潮标准	50	100	50	100
设计高潮位（m）	5.34	5.72	5.34	5.69
涂面高程（m）	-3.7	-7.4	-4.5	-4.37
设计波浪 $H_{1\%}$（m）	\	9.5	6.11	6.01*
有效波高 Hs（m）	\	7.1	4.65	5.1
防浪墙顶高程（m）	8.95	12.5	10.5	11.0
堤顶高程（m）	8.15	11.0	9.5	10.0

与漩门三期原设计相比，虽然设计防潮标准从 50 年一遇提高到 100 年一遇，但设计波浪要素变化不大。与波浪爬高计算息息相关的计波浪 $H_{1\%}$数值，由于涂面淤积、堤前水深减小反而降低，故本次安澜工程塘顶加高 0.5m，与高潮位增加量基本协调。

本工程处于大门坝、坎门渔港防波堤之间，设计堤顶高程基本处于两者之间。坎门渔港防波堤设计防浪墙顶高程为 12.5m，该高程经过波浪物模试验验证以及近 6 年安全运行，说明该高程是安全的。与本工程相比，坎门防波堤有效波高达到 7.1m，较本工程有效波高大 2.0m，而防浪墙顶高程比本工程高 1.5m，说明本次设计坎门海堤北段防浪墙顶高程取 11.0m，基本合理。本工程塘顶高程较大门坝的原因一是本工程设计标准更高，二是大门坝采用了内外两道防浪墙的方案。

5.7.4.2 越浪量计算

本次采用《海堤工程设计规范》和《浙江省海塘千亿工程建设技术指南（2021 年版本）》两种计算公式分别计算越浪量。

（1）《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）选用斜坡堤防有防浪墙的越浪量计算公式（F.0.1-2）

$$Q = 0.07^{H_c'/H_{1/3}} \exp(0.5 - \frac{b_1}{2H_{1/3}}) BK_A \bullet \frac{H_{1/3}^2}{T_P}\left[\frac{0.3}{\sqrt{m}} + th(\frac{d}{H_{1/3}} - 2.8)^2\right] \ln\sqrt{\frac{gT_P^2 m}{2\pi H_{1/3}}}$$

式中：

Q—越浪量，单位时间单位堤宽的越浪水体体积 m³/（s.m）；

H_C——防浪墙顶至设计高潮位的高度(m)；

$\overline{H}$——塘前平均波高(m)；

T——塘前波周期(s)；

g——重力加速度(9.81m/ s^2)；

K_A—经验系数，取 0.4；

B—经验系数，取 0.56；

T_p—谱峰周期，T_p=1.33 $\overline{H}$；

（2）《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》（2021 年版）选用（C.12-1）公式计算

m≤1.25 时，$\frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.0163\left(\frac{L_0}{H_s}\right)^{0.5} \frac{R_s}{H_s} Exp(-3.5\frac{H_c}{R_s} - \frac{7B_W H_C}{R_S^2})$

式中：

Q—越浪量，单位时间单位堤宽的越浪水体体积（m³/（s.m））；

H_0——以平均周期计算的深水波长(m)，$L_0 = \frac{g\overline{T}^2}{2\pi}$；

H_0——有效波高(m)；

Rs——累积频率为 13%的波浪爬高(m)；

H_C——胸墙顶在静水面以上的高度(m)；

R_C——堤顶在静水面以上的高度(m)；

B_W——胸墙的挑檐宽度(m)；

g——重力加速度(9.81m/ s^2)；

m——斜波坡度系数；

H_W——胸墙在斜坡式建筑物坡肩以上的宽度(m)；

表 5.7.4-3　　海堤越浪量计算结果表

海堤	选取方向	桩号	设计防浪墙顶高程（m）	设计高潮位（m）	堤前水深（m）	有效波高（m）	越浪量 m³/（s.m）	
							海堤设计规范	建设指南
坎门海堤南段	SE-SSE-135°	K0+100	11.00	5.69	9.65	4.81	0.024	0.017
	SE-SSE-158°		11.00	5.69	9.65	4.81	0.024	0.028
坎门海堤北段	E-ESE-90°	K0+586	11.00	5.69	10.06	4.89	0.025	0.013
		K1+486	11.00	5.69	9.04	4.65	0.021	0.005
		K2+286	11.00	5.69	8.87	4.34	0.013	0.004
	E-ESE-113°	K0+586	11.00	5.69	10.06	5.10	0.033	0.032
		K1+486	11.00	5.69	9.04	4.85	0.028	0.005
		K2+286	11.00	5.69	8.87	4.56	0.019	0.004

本次越浪量计算与《玉环市漩门三期围垦工程初步设计报告》进行比较。

表 5.7.4-4　　原漩门三期海塘堤顶高程及越浪量

位置	潮位（m）	R13%(m)	超高(m)	计算堤顶高程(m)	采用堤顶高程(m)	浪量（m^3/s.m）			
						计算值		模型试验植	
						无风	有风	无风	有风
坎门海堤南段	5.34	5.17	0.4	10.91	10.50	0.078	0.24		
坎门海堤北段	5.34	5.32	0.4	11.06	10.50	0.086	0.25	0.007	0.067

从上表看出，原漩门三期防潮标准为 50 年一遇，选取防浪墙顶高程 10.50m，分别采用公式和模型试验计算，从计算结果看，原设计公式计算越浪量较大，但实际模型试验结果很小。

本次漩门三期坎门段海塘越浪量计算根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）和《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》（2021 年版），海堤三面（堤顶、临海侧和背海侧）均有保护，允许越浪量为 0.05m³/（s.m）。根据上表计算结果，本次坎门海堤选取堤防高程 11.0m，越浪量计算结果均小于 0.05m³/（s.m），满足计算规范要求。

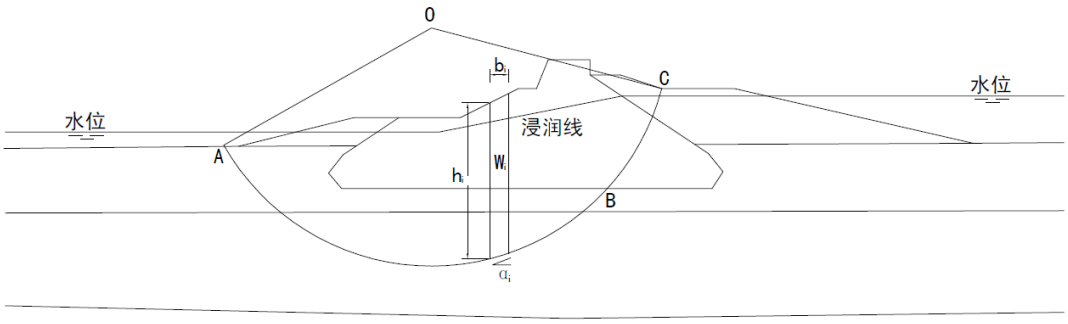
5.7.4.3 整体抗滑稳定计算

5.7.4.3.1 现状海堤复核

本次提标加固对现状海堤进行抗滑稳定计算复核。

（1）计算公式

海堤主堤地基采用爆炸挤淤置换法处理，计算方法采用瑞典圆弧法计算，计算中不考虑地基固结引起的强度增长，计算公式如下：



$$K=\frac{M_r}{M_s}=\frac{\sum_{A}^{B}\left[C_iL_i+b_ih_ir_i\cos\alpha_i\tan\varphi_i\right]+\sum_{B}^{C}\left[C_iL_i+b_ih_ir_i\cos\alpha_i\tan\varphi_i\right]}{\sum_{A}^{C}\left[b_ih_ir_i\sin\alpha_i\right]}$$

式中：

K —— 整体抗滑稳定安全系数；

M_r —— 抗滑力矩（kN·m）；

M_s —— 滑动力矩（kN·m）；

L_i——第 i 土条的圆弧长（m）；

W_i——第 i 土条的重量（kN）；

b_i——第 i 土条中点的宽度（m）；

h_i——第 i 土条中点的高度（m）；

r_i——第 i 土条土的重度，水位线以下计算抗滑力矩和滑动力矩均用浮重度，浸润线与水位线之间，抗滑力矩用浮重度，滑动力矩用饱和重度，浸润线以上均用湿重度（kN/m^3）；

α_i——第 i 土条弧线中点切线与水平线的交角（°）；

c_i、φ_i——第 i 土条滑弧面上的抗剪强度指标、在 AB 弧度采用地基土不排水强度指标；在 BC 弧度，采用塘身材料填筑指标（kN/m^2、°）。

（2）水位组合

海堤整体抗滑稳定计算水位组合见表 5.7.4-4。

表 5.7.4-4　　海堤抗滑稳定计算工况水位组合

工况	向外海侧滑动		向新城湖侧滑动	
	外海侧水位	新城湖侧水位	外海侧水位	新城湖侧水位
正常工况	1%设计低潮位-3.67，土石接触面浸润线取多年平均高潮位 2.19m。	围区 5%排涝最高水位 1.20m	1%设计高潮位 5.69m	围区常水位 0.2m
正常工况（水位降落期）	1%设计高潮位 5.69m 降落至设计低潮位-3.67m，土石接触面浸润线取设计高潮位 5.69m。	围区 5%排涝最高水位 1.20m	/	/
非常工况(完建期)	1%设计高潮位 5.69m。	围区常水位 0.2m	1%设计高潮位 5.69m	围区常水位 0.2m

（3）荷载组合

堤顶采用人行荷载 5kPa，堤后防汛道路采用二级公路荷载。

（4）堤身和堤基土层参数

由于本次提标加固地勘钻孔主要布置于堤身范围内，为了海堤整体抗滑稳定计算更加准确，本次设计计算海堤堤身范围外地基土层物理力学指标采用原漩门三期围垦工程初步设计阶段地勘成果，海堤堤身范围内采用本次海塘安澜工程工程最新的地勘成果，详见表 5.7.4-5~6。

表 5.7.4-5　坎门海堤南段堤身材料及地基土层物理力学指标表

堤身材料/地基土层		容重（kN/m^3）	饱和容重（kN/m^3）	快剪	
				粘聚力 c（kPa）	摩擦角 φ（°）
堤身填筑材料	爆填堤心石	18.0	21.0	0	40
	抛石	17.8	21.0	0	40
	闭气土	17.7	17.8	5.8	4.1
地基土层	⑤层卵砾石	20.5	22.0	0	36

表 5.7.4-6　坎门海堤北段堤身材料及地基土层物理力学指标表

堤身材料/地基土层		容重（kN/m^3）	饱和容重（kN/m^3）	快剪	
				粘聚力 c（kPa）	摩擦角 φ（°）
堤身填筑材料	爆填堤心石	18.0	21.0	0	40
	抛石	17.8	21.0	0	40
	闭气土	17.7	17.8	5.8	4.1
堤身范围内地基土层	①淤泥质粉质粘土	17.6	17.7	6.0	4.4
	②$_1$ 淤泥质粘土	16.9	17.0	7.1	3.6
	②$_2$ 淤泥	16.2	16.3	6.1	3.1
	②$_{2a}$ 淤泥质粘土	17.0	17.1	6.8	3.5
	③$_1$ 淤泥质粉质粘土	17.3	17.4	10.9	4.1
	③$_2$ 粘土	17.3	17.4	14.9	8.7
	④$_1$ 粉质粘土	18.1	18.2	16.8	12.1
	④$_{1a}$ 粉质粘土	18.6	18.7	16.3	11.4
	④$_2$ 粘土	17.5	17.6	16.1	11.0
堤身范围外地基土层	I_{sil} 层淤泥	16.8	16.9	4.9	2.4
	II_{cl} 层淤泥质粘土	17.3	17.4	8.7	13.1
	II_{sl} 层淤泥质粉土	17.6	17.7	6.0	4.4
	II层淤泥	16.6	16.7	8.0	2.7
	III层淤泥质粉质粘土	17.6	17.7	13.4	6.2
	IV层粘土夹粉细砂	18.6	18.7	28.8	15.3

（5）复核结果

本次海堤整体抗滑稳定计算按瑞典圆弧法，采用理正岩土计算软件 6.5 进行计算，计算结果见表 5.7.4-7。

表 5.6.4-7　　现状海堤抗滑稳定复核成果表

计算断面	工况	堤身抗滑稳定安全系数 K		
		外海侧		新城湖侧
		大滑弧	小滑弧	
K0+150（坎门海堤南段）	正常工况	4.907	/	1.391
	正常工况（水位降落期）	4.818	/	/
K1+050（高压旋喷桩堤段）	正常工况	1.492	1.372	1.102
	正常工况（水位降落期）	1.386	1.331	/
K1+450（水泥搅拌桩堤段）	正常工况	1.473	1.338	1.114
	正常工况（水位降落期）	1.369	1.314	/

本工程海堤为 1 级建筑物，规范要求按瑞典圆弧法计算时，海堤抗滑稳定安全系数正常运用条件不小于 1.30，非常运用条件不小于 1.20。从上表可知，坎门海堤南段整体抗滑稳定安全系数满足规范要求，坎门海堤北段新城湖侧整体抗滑稳定安全系数不满足规范要求。

5.7.4.3.2 提标加固后海堤整体抗滑稳定计算

按坎门海堤进行地基处理加固后重新进行整体抗滑稳定计算，计算方法和水位组合与现状海堤抗滑稳定复核一致，荷载组合如下：

①坎门海堤南段：堤顶采用一级公路荷载；

②坎门海堤北段：堤顶采用人行荷载 5kPa，防汛道路采用一级公路荷载。

地基处理相关地基土层和填筑材料物理力学指标参数如下表所示。

表 5.7.4-8　　地基处理相关地基土层和材料物理力学指标表

堤身材料/地基土层		容重（kN/m^3）	饱和容重（kN/m^3）	快剪	
				粘聚力 c（kPa）	摩擦角 φ（°）
堤身填筑材料	泡沫砼	7.0	7.5	30	35
	浅层固化	18.0	18.1	30	15
地基土层	高压旋喷桩（密排）	18.5	18.6	190	20
	高压旋喷桩（等效）	18.0	18.1	60	15
	水泥搅拌桩（等效）	17.5	17.6	26	10

（6）计算结果

经计算，坎门海堤提标加固设计断面整体抗滑稳定成果如下。

表 5.7.4-9　　海堤抗滑稳定计算成果表

计算断面	工况	堤身抗滑稳定安全系数 K		
		外海侧		新城湖侧
		大滑弧	小滑弧	
K0+150（坎门海堤南段）	正常工况	4.902	/	1.377
	正常工况（水位降落期）	4.811	/	/
	完建期	4.871	/	1.346
K1+050（高压旋喷桩堤段）	正常工况	1.488	1.372	1.356
	正常工况（水位降落期）	1.382	1.372	/
	完建期	1.412	1.274	1.297
K1+450（水泥搅拌桩堤段）	正常工况	1.468	1.338	1.374
	正常工况（水位降落期）	1.365	1.338	/
	完建期	1.419	1.313	1.342

本工程海堤为 1 级建筑物，规范要求按瑞典圆弧法计算时，海堤抗滑稳定安全系数正常运用条件不小于 1.30，非常运用条件不小于 1.20。从上表可知，提标加固后海堤整体抗滑稳定均能满足规范要求。

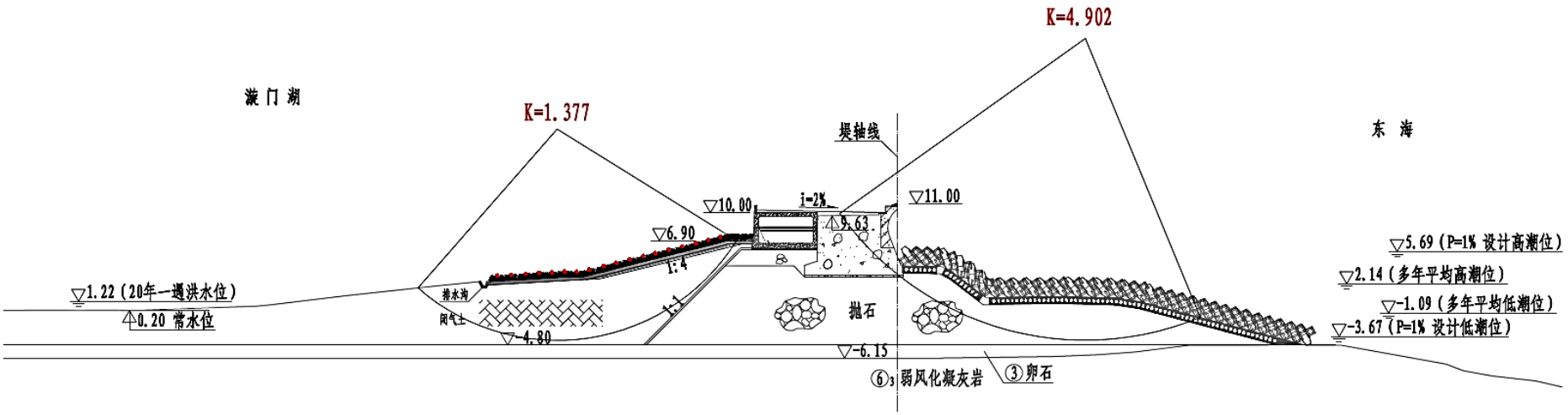


图 5.7.4-1　　坎门海堤桩号 K0+150 正常工况整体抗滑稳定滑弧示意图

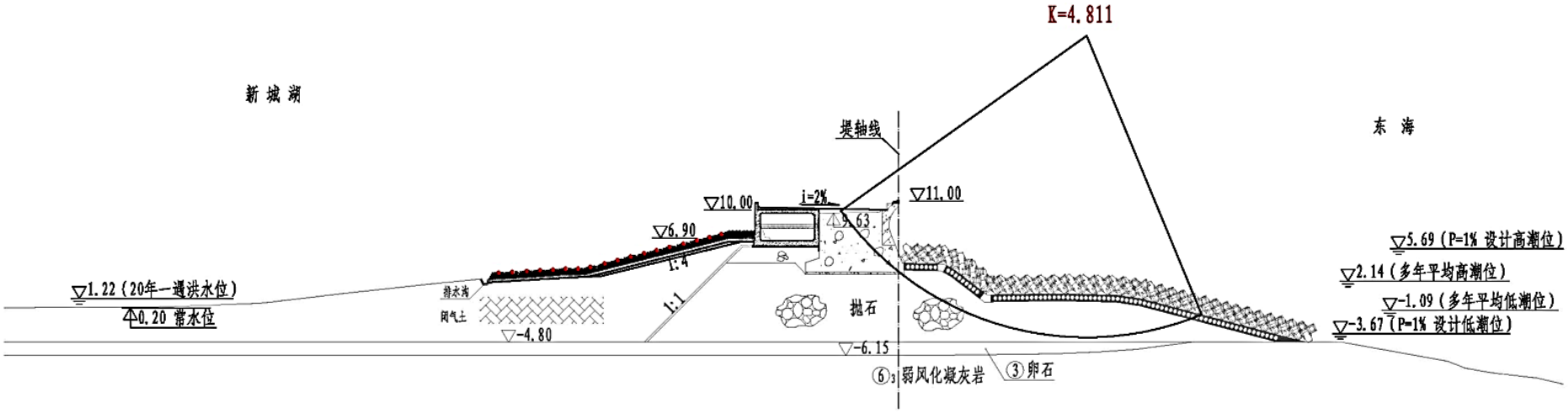


图 5.7.4-2　　坎门海堤桩号 K0+150 正常工况（水位降落期）整体抗滑稳定滑弧示意图

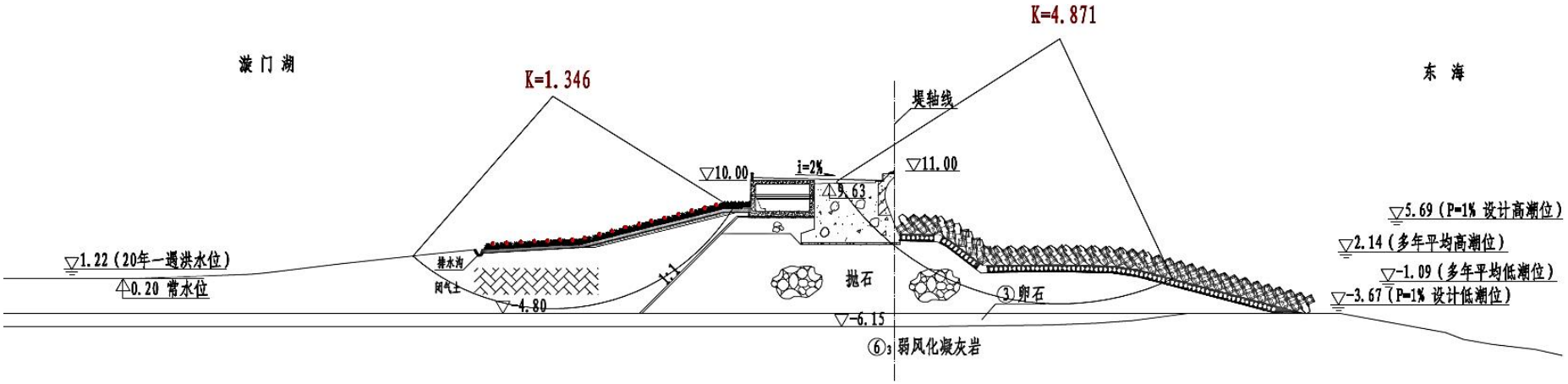


图 5.7.4-3　　坎门海堤桩号 K0+150 非常工况（完建期）整体抗滑稳定滑弧示意图

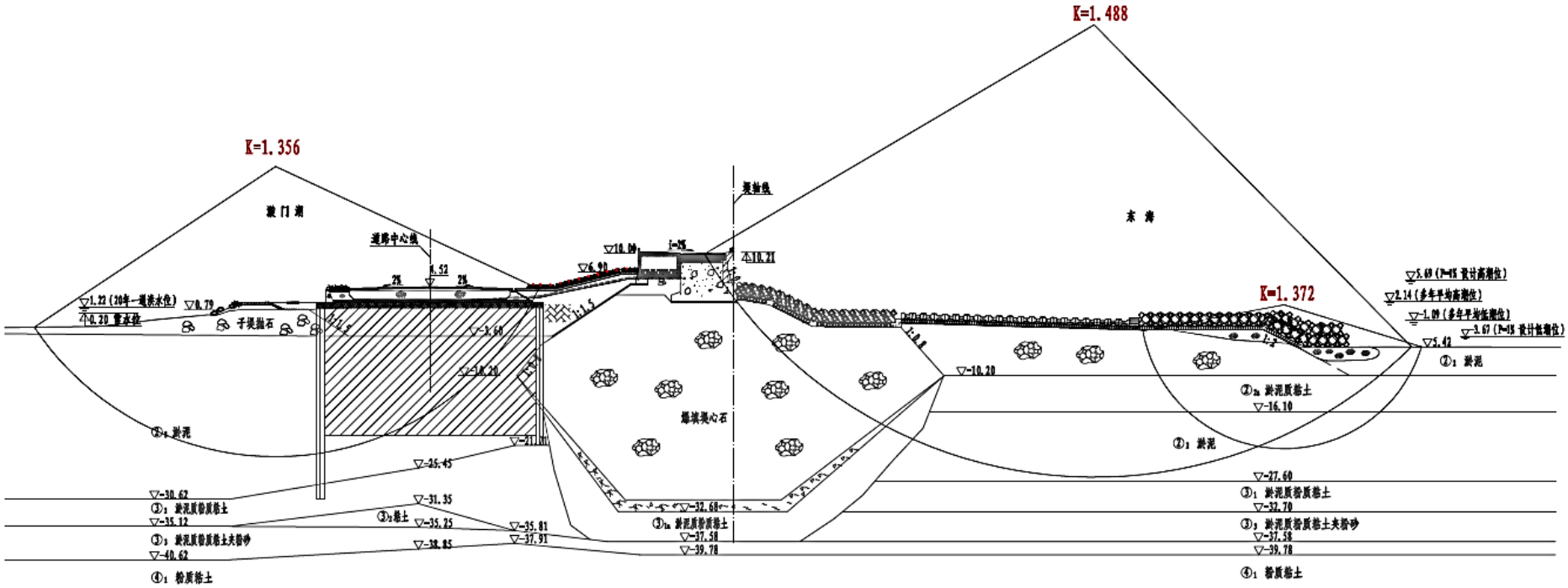


图 5.7.4-4　　坎门海堤桩号 K1+050 正常工况整体抗滑稳定滑弧示意图

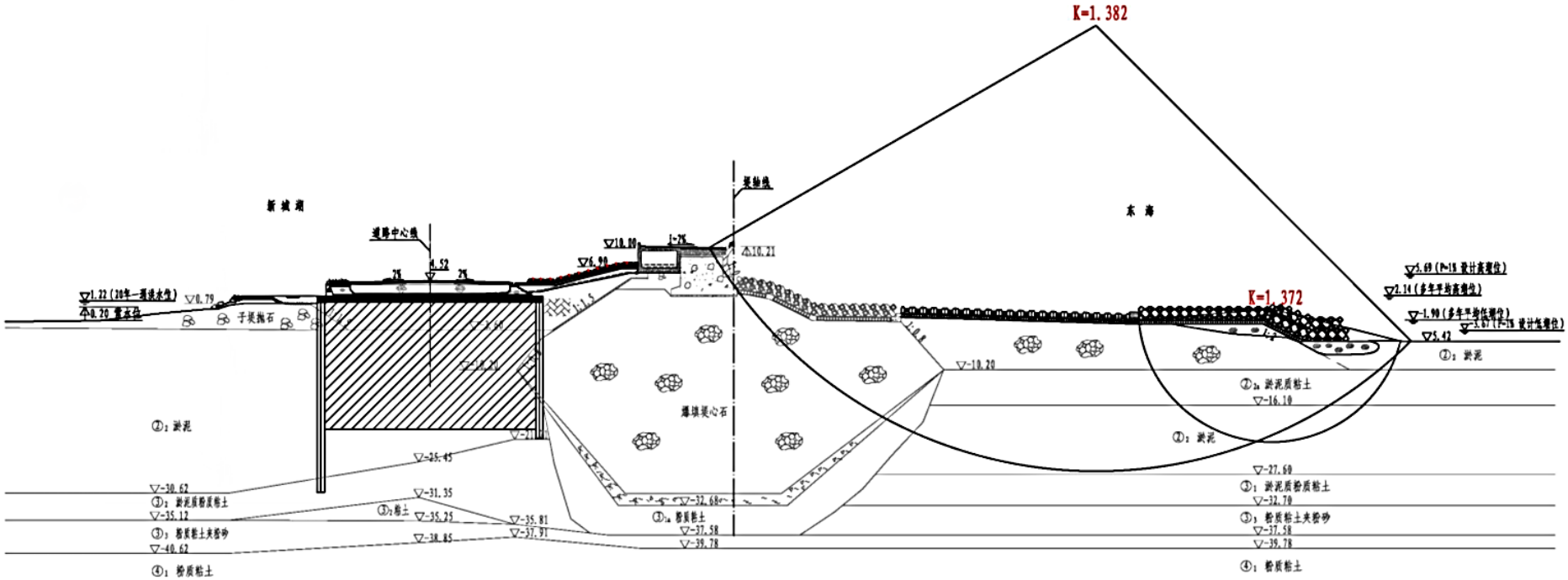


图 5.7.4-5　　坎门海堤桩号 K1+050 正常工况（水位降落期）整体抗滑稳定滑弧示意图

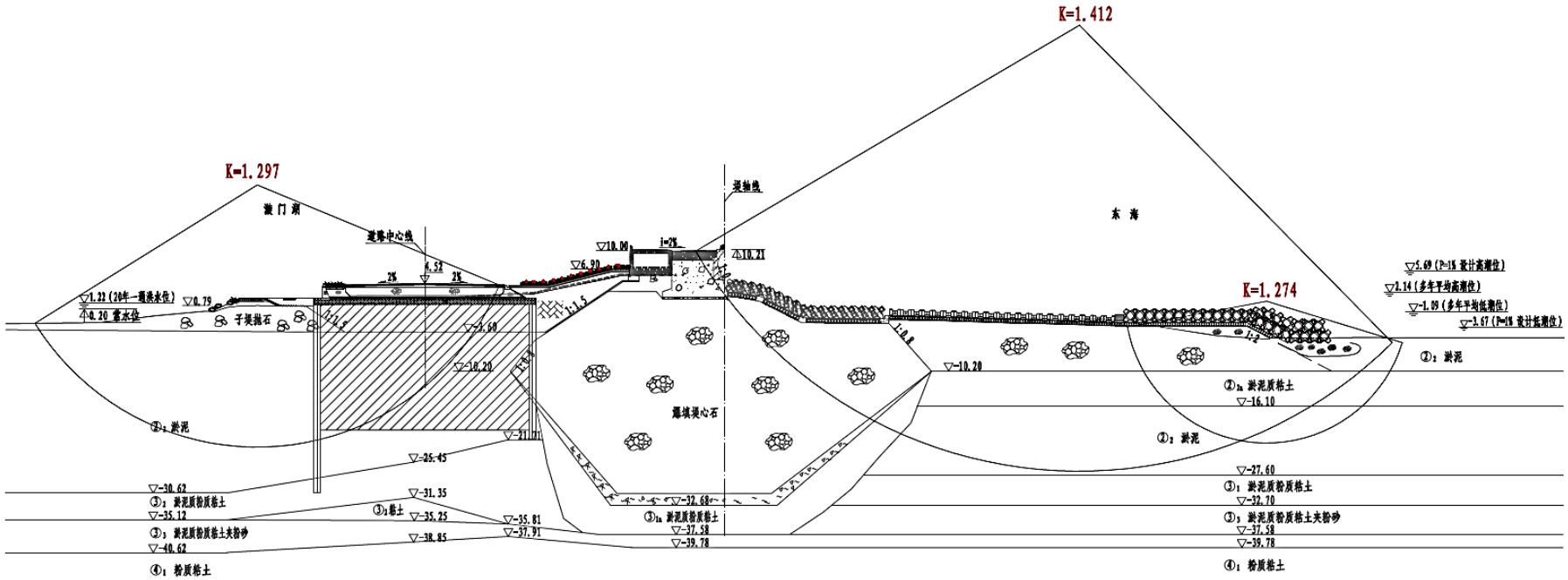


图 5.7.4-6　　坎门海堤桩号 K1+050 非常工况（完建期）整体抗滑稳定滑弧示意图

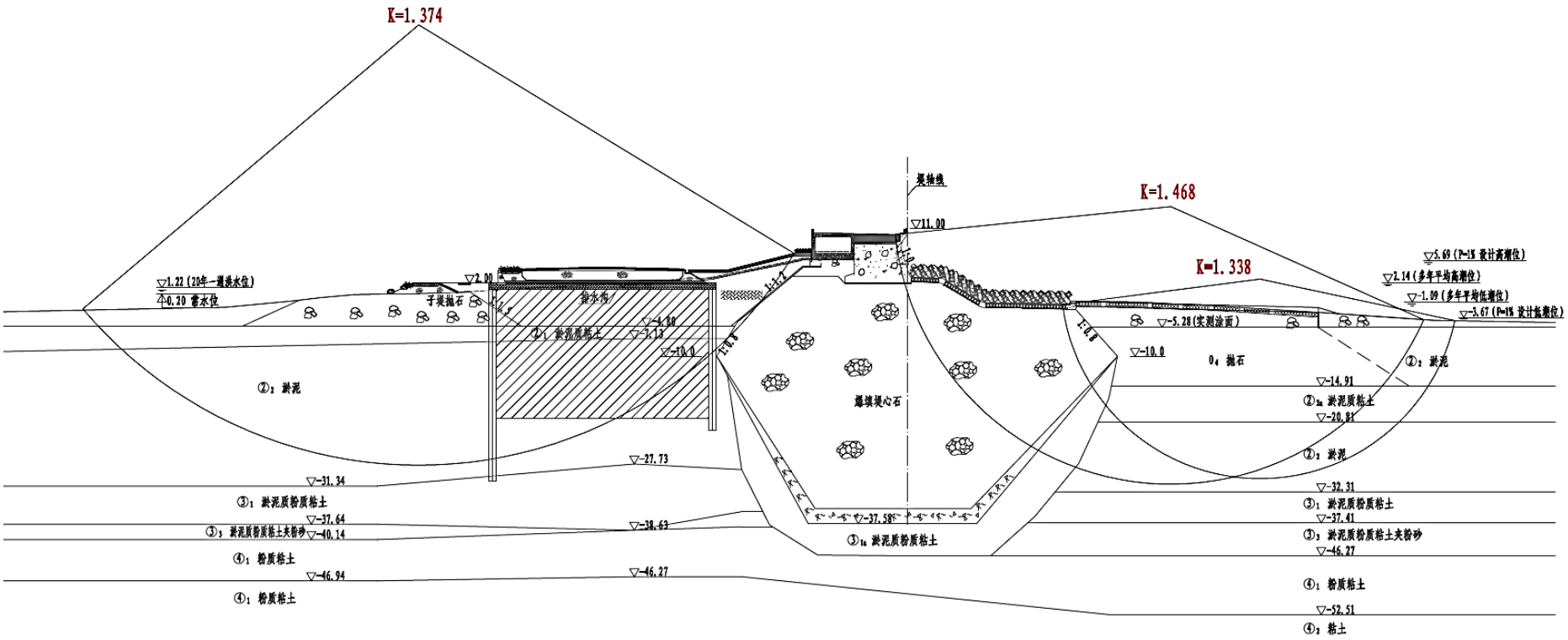


图 5.7.4-7　　坎门海堤桩号 K1+450 正常工况整体抗滑稳定滑弧示意图

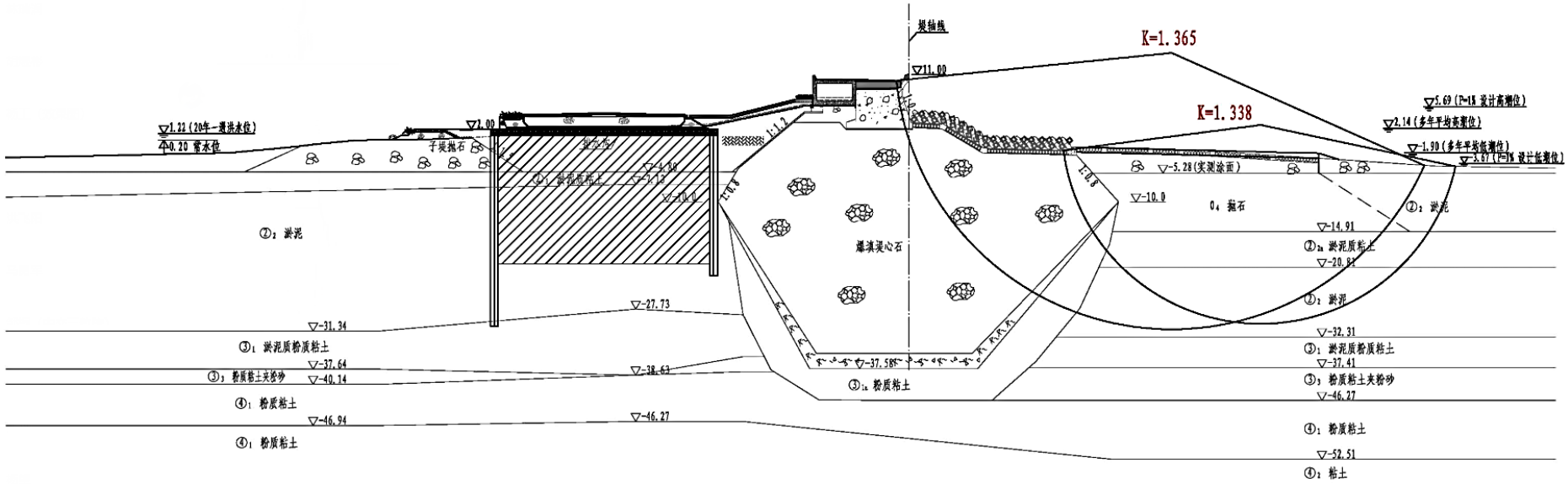


图 5.7.4-7　　坎门海堤桩号 K1+450 正常工况（水位降落期）整体抗滑稳定滑弧示意图

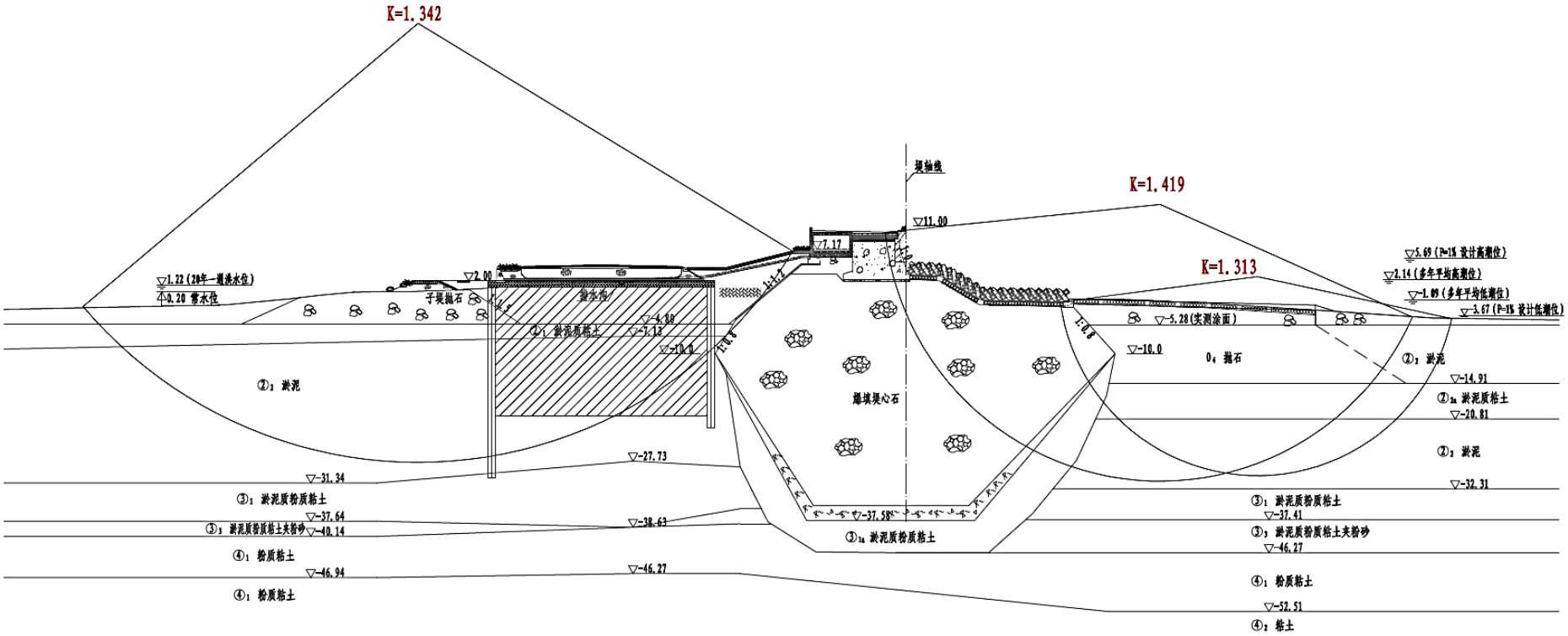


图 5.7.4-5　　坎门海堤桩号 K1+450 非常工况（完建期）整体抗滑稳定滑弧示意图

5.7.4.4 海堤沉降计算

本次提标加固新建防汛道路布置于闭气土体上，因此对防汛道路沉降进行计算。

（1）计算公式

a.总沉降

①方法一：总沉降S宜按下式计算：

$$S = m_s S_c$$

式中：

S——总沉降（mm）；

m_s——综合经验修正系数，与地基条件，荷载强度，加荷速率等因素有关，其范围一般为0.9～1.7；

S_c——主固结沉降（mm），应采用分层总和法计算。

②方法二：总沉降S也可按下式计算：

$$S = S_d + S_c + S_s$$

式中：

S——总沉降（mm）；

S_d——瞬时沉降（mm）；

S_c——主固结沉降（mm）；

S_s——次固结沉降（mm）。

b.工后沉降

防汛道路设计使用年限内的路面工后沉降S_p可按下式计算：

$$S_p = S_{tp} - S_{td}$$

式中：

S_p——路面设计使用年限内的工后沉降（mm）；

S_{tp}——路面设计使用年限末的地基沉降量（mm）；

S_{td}——路面交工时的地基沉降量（mm）。

（2）计算条件

本次沉降采用理正岩土计算软件 6.5 进行计算，设置条件如下：

主固结沉降计算方法：e-p 曲线法

加固区主固结沉降计算方法：复合模量法

桩身压缩模量：水泥搅拌桩 100MPa；高压旋喷桩 300MPa。

压缩层厚度判断应力比 = 15%

沉降修正系数：1.3

荷载：公路一级均布荷载

工后沉降基准期：180 月

（4）计算结果

表 5.7.4-10　最不利工况海堤内侧防汛道路沉降计算结果

计算断面	中心填高（m）	施工期沉降(cm)	工后沉降(cm)	总沉降(cm)
K1+050	3.2	22.1	11.8	33.9
K1+450	2.9	27.4	17.4	44.9
K1+836	3.0	26.9	16.6	43.6

从上表可知海堤防汛道路工后沉降值为 11.8~17.4cm，本次设计建议海堤内侧防汛道路桩号 K0+336~1+200 预留沉降值取 15cm，桩号 K1+200~2+486 预留沉降值取 20cm。

根据《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2018年度）》、《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2019年度）》及《玉环市漩门三期围垦工程运行期安全监测分析报告（2020年度）》显示，选择各段海堤防浪墙顶历年沉降量和沉降速率最大的代表断面，详见下表。

表 5.7.1-11　　各段海堤历年沉降数据统计表

时段	沉降数据	坎门海堤南段	坎门海堤北段（代表断面：K1+836）
2018.04~2018.11	沉降量（mm）	-0.74	62.12
	沉降速率（mm/d）	0.00	0.29
2018.11~2019.05	沉降量（mm）	0.99	55.67
	沉降速率（mm/d）	0.01	0.30
2019.05~2019.08	沉降量（mm）	-0.86	25.29
	沉降速率（mm/d）	-0.01	0.24
2019.08~2020.04	沉降量（mm）	2.10	62.27
	沉降速率（mm/d）	0.01	0.28
2020.04~2020.12	沉降量（mm）	1.04	49.30
	沉降速率（mm/d）	0.004	0.21

注：1.表中“-”指高程变高；2.坎门海堤南段各时间段最大沉降位置不固定。

从上表可知，由于坎门海堤南段由于大部分堤基为岩基，堤顶沉降量和沉降速率极小；坎门海堤北段堤基为深厚软土层，堤顶沉降量及沉降速率均较南段大，2020 年度 4 月~12 月，桩号 K1+836 处堤顶最大总沉降量为 49.30mm，沉降速率为 0.21mm/d，且沉降速率略有降低趋于稳定。根据该系列分析报告各海堤堤段沉降情况，结合类似工程经验，本阶段暂定坎门海堤各堤顶堤顶预留沉降如下表所示。

表 5.7.4-12　　海堤堤顶预留沉降表

序号	堤段范围（km+m）	堤顶预留超高（cm）
1	K0+000~K0+336	5.0
2	K0+336~K0+886	15.0
3	K0+886~K2+036	25.0
4	K2+036~K2+486	15.0

5.7.4.5 海堤渗流稳定复核

（1）计算方法

本次提标加固对坎门海堤进行渗流稳定复核，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），本次按有限元法采用理正岩土系列软件 V6.5 渗流分析模块进行渗流计算。

（2）计算工况

外海侧为 1%设计高潮位 5.69m，新城湖侧为常水位 0.20m。

（3）计算堤身及土层参数

本次计算中坎门海堤堤身及地基土层采用的物理指标如下表所示。

表 5.7.4-13　　海堤闭气土及地基土层物理参数表

序号	土层	容重（kN/m^3）	渗透系数（cm/s）	
			水平	垂直
1	0-3 淤泥质粉质粘土（闭气土层）	17.7	6.89×10^{-7}	5.55×10^{-7}
2	②$_1$ 淤泥质粘土	16.9	2.02×10^{-7}	2.26×10^{-7}
3	②$_2$ 淤泥	16.2	4.32×10^{-7}	4.125×10^{-7}
4	⑤卵砾石	20.5	9.26×10^{-2}	9.26×10^{-2}

（4）计算结果

坎门海堤渗流稳定复核成果见下表。

表 5.7.4-14　　坎门海堤渗流稳定复核成果表

部位	计算断面	渗流量（m^3/d）	出逸点最大水力坡降	允许水力坡降
坎门海堤南段	K0+150	9.432	0.09	0.21
坎门海堤北段（有子堤段）	K1+050	0.0025	0.15	0.21
坎门海堤北段（无子堤段）	K1+450	0.0016	0.12	0.21

从上表可知，现状坎门海堤背水坡出逸点最大水力坡降均小于闭气土允许水力坡降，但坎门堤南段由于堤基⑤卵砾石层的分布，海堤渗漏量较大，因此本次设计布置淤泥水泥浆进行防渗处理，并按照淤泥水泥浆处理后重新进行渗流稳定计算。

计算方法和工况水位组合不变，计算成果如下：

表 5.7.4-15　　坎门海堤南段渗流稳定计算成果表

部位	计算断面	渗流量（m^3/d）	出逸点最大水力坡降	允许水力坡降
坎门海堤南段	K0+150	0.452	0.18	0.21

经计算，经防渗处理后出逸点最大水力坡降依然满足闭气土允许水力坡降，并大大减少了渗漏量，满足设计要求。

5.7.4.6 海堤内坡流土验算

流土验算中堤身抛石混合料按透水体考虑，抛石背侧采用渗透系数很小的海涂泥进行闭气，由于海堤外海侧高潮位持续时间不长，因此，不会产生高潮位下的稳定渗流，只需根据规范要求满足闭气土体重量在设计高潮位作用下，最薄弱部位的覆土厚度安全系数 F_S 满足大于 1.2 的要求。

$$F_S = h_e \gamma_e / (h_w \gamma_w)$$

式中：h_e-计算点处土柱高度（m）；

r_e-土的重度（kN/m^3），取 17.7kN/m^3；

h_w-计算点处的水头差（m）；

r_w-水的重度（kN/m^3），取 10.3kN/m^3。

按100年一遇外海设计高潮位5.69m验算土体压荷最小处的安全系数，计算点取闭气土体厚度最小处高程6.5m平台处和主堤最内侧对应的闭气土坡脚高程3.4m处进行验算，验算成果如下表所示。

表 5.7.4-16　　海堤内坡流土验算成果表

闭气土顶高程（m）	h_w（m）	h_e（m）	Fs
6.50	0.74	1.55	3.60
3.40	8.89	6.60	1.28

经计算，闭气土体各计算点流土验算均满足规范要求。

5.7.4.7 护面块体复核

坎门海堤采用混合式结构，迎潮面采用混凝土反弧挑浪式挡墙，挡墙下部外侧设有消浪平台和镇压平台，消浪平台和斜坡面设置有混凝土扭王字体消浪块，镇压平台上设有混凝土四脚空心块、扭王块保护。根据《玉环市漩门三期围垦工程竣工图》，坎门海堤南段现状扭王块单块重量为10t，坎门海堤北段现状扭王块单块重量为10~13t，。本次安澜工程对现状扭王块重量进行复核，

根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）单个预制混凝土异性块体质量计算公式

$$Q = 0.1\frac{\gamma_b H^3}{K_D(\gamma_b/\gamma - 1)^3 m} \qquad \text{（J.0.6-1）}$$

式中：Q—主要护面层的护面块体、块石个体质量；

γ_b—预制混凝土异性块体石的容重（kN/m³）；

γ—水的容重（kN/m³）；

H—设计波高，当平均波高与水深的比值$\overline{H}/d<0.3$时，宜采用 $H_{5\%}$，当平均波高与水深的比值$\overline{H}/d\geq 0.3$时，宜采用 $H_{13\%}$；

K_D—稳定系数；

本次复核分别针对坎门海堤南段 SE-SSE-158°方向桩号 K0+100 和 K0+300 等 2 个测点，坎门海堤北段 SE-SSE-135°方向 K0+586、K1+486 及 K2+286 等 3 个测点进行计算，计算结果见下表。

表 5.7.4-17　　海堤外海侧护面混凝土块体稳定计算成果表

海塘位置	防潮标准	块体类型	桩号	塘前水深 d 前	平均波高 $\overline{H}$	$\overline{H}$ / d	$H_{1\%}$	$H_{13\%}$	经验系数 KD	m	计算扭王块重量 Q（t）	现状扭王块重量（t）
坎门海堤南段	100 年一遇	扭王字块体	K0+100	9.65	3.47	0.36	5.98	4.81	18.00	1.80	4.21	10
			K0+300	9.69	3.47	0.36	5.91	4.85	18.00	1.80	4.32	10
坎门海堤北段	100 年一遇	扭王字块体	K0+586	10.06	3.65	0.36	6.04	5.19	18.00	1.80	5.29	13
			K1+486	9.04	3.52	0.39	5.51	4.91	18.00	1.80	4.48	10
			K2+286	8.87	3.27	0.37	5.32	4.65	18.00	1.80	3.81	10
		四脚空心方块	K0+336	9.32	3.69	0.40	5.87	5.26	14.00	5.00	2.55	4.00
			K1+336	9.04	3.54	0.39	5.60	5.01	14.00	5.00	2.20	4.00

根据上表结果，坎门海堤南段计算单块混凝土扭王块重 4.21~4.32t，现状单块重量为 10t，现状满足设计要求；坎门海堤北段计算单块混凝土扭王块重量为 4.08~5.51t，现状单块重量为 10~13t，而且从近些年运行情况来看，扭王块整体面貌非常好，没有发生失稳现象，故本次海塘安澜工程维持现状扭王块重量不变。

坎门海堤北段 K0+336~K1+336 段增设的四脚空心方块单块重 4t，满足设计要求。

5.7.4.8 堤脚抛石块体计算

本次对坎门海堤北段外海侧和新城湖侧抛石护脚块体进行复核计算。根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）堤脚抛石的稳定采用（J.0.7-1）进行复核。

（1）堤脚块体重量

$$Q = 0.1\frac{\gamma_b H^3}{K_D(\gamma_b/\gamma - 1)^3 m} \qquad \text{（J.0.6-1）}$$

式中：Q—主要护面层的护面块体、块石个体质量；

γ_b—预制混凝土异性块体石的容重（kN/m³）；

γ—水的容重（kN/m³）；

H—设计波高，当平均波高与水深的比值$\overline{H}/\mathrm{d}<0.3$时，宜采用 $H_{5\%}$，当平均波高与水深的比值$\overline{H}/\mathrm{d}\geq 0.3$时，宜采用 $H_{13\%}$；

K_D—稳定系数。

（2）堤前最大波浪底流速计算公式

$$V_{max} = \frac{2\pi H}{\sqrt{\pi L sh(4\pi d/L)/g}} \qquad \text{（J.0.7-1）}$$

式中：H—累积频率为 13%的波高（m）；

L—设计波长（m）；

d—堤前水深（m）。

表 5.6.4-18　　海堤护脚抛石稳定计算成果表

位置	桩号	水域平均水深 Hm	计算风速 W	风区长度 D（m）	波高（m）	平均波周期（s）	波长（m）	最大波浪底流速 V_{max}（m/s）	计算护底抛石稳定重量（kg）	选取护底抛石稳定重量（kg）
海堤外侧	K1+486	9.04	/	/	3.52	/	141.00	4.85	739.50	800
	K2+286	8.87	/	/	3.27	/	145.00	4.66	662.97	800
海堤内侧	K0+336	3.1	40.22	3000	0.77	3.89	23.64	1.11	33.28	100
	K0+586	4.07	40.22	3200	0.86	4.11	26.37	1.00	30.14	100
	K1+086	4.58	40.22	3500	0.91	4.23	27.97	0.97	29.19	100
	K1+486	4.6	40.22	3500	0.91	4.23	28.01	0.97	29.11	100
	K2+286	4.55	40.22	3950	0.94	4.29	28.77	1.02	30.71	100

根据上表结果，本次坎门海堤北段 K1+486~ZK2+286 计算堤脚抛石重量为 660~740kg，根据多年运行情况，该段堤脚块石整体比较好，没有失稳现象，故本次安澜工程维持该段现状抛石堤脚不变。

本次对坎门海堤北段围内侧堤脚进行稳定计算，需抛石重量 29~38kg，选取 100kg。

5.8 水闸工程

5.8.1 提标加固设计

本工程布置有 1 座水闸，为目鱼排涝闸。现状水闸防潮标准为 50 年一遇，本次将水闸防潮标准提标至 100 年一遇。

经现场踏勘、目测检查及拍照，问询运行管理人员并查看运行记录，收集竣工资料、运行资料并作对比分析等技术方法，初步提出现状评价如下：

混凝土结构：结构总体状态良好，下部混凝土局部破损，检修门槽盖板部分起翘、门槽埋件锈蚀较严重；交通桥路面存在裂缝破损现象；工作间墙面存在裂纹，表面涂料鼓包剥落；闸室装修层部分剥落侵蚀。目鱼排涝闸外海侧窗户存在破损情况。

工作闸门：预应力砼闸门局部表面老化，门槽埋件锈蚀严重，液压启闭机整体状态良好，运行正常。

检修闸门：整体状况较好，锈蚀程度较轻，门槽埋件锈蚀严重。

电器设备及配套设备：电动机、动力柜、启闭机操作柜、闸门远程控制系统、主令控制器、限位开关装置、继电器、各种仪表、线路、接地电阻、绝缘电阻、电子监控系统、照明柜、检修电源箱等电气设备及保护装置基本完好。目鱼排涝闸的计算机监控系统、图像监视系统等自动化设备已损坏。

鉴于目鱼排涝闸现状调查分析、现场安全检测、工程地质查勘及工程安全复核计算等，安全状况评估如下：

（1）排涝闸管理机构设置合理，各项管理制度基本齐全，排涝闸管理规范。排涝闸调度规范有序、运行正常。

（2）排涝闸结构总体状态良好，工作闸门无法启闭；局部有混凝土破损起翘、门槽埋件锈蚀较严重、裂缝破损现象；墙面存在裂纹，表面涂料鼓包剥落。目鱼排涝闸外海侧窗户出现破损情况。

（3）排涝闸金属结构均存在部分锈蚀。

（4）目鱼排涝闸自动化设备已损坏。

（5）经对闸室结构安全复核计算：排涝闸抗滑稳定均满足要求，消能防冲及泄流能力满足要求，闸顶高程不满足防洪防潮要求。

（6）外海侧挡墙顶标高较低，不满足规范防浪要求。





图 5.8.1-1 工作门槽现状照片





图 5.8.1-2　外侧墙面现状照片　　图 5.7.1-3 室内墙面现状照片

故本次提标加固措施包括对目鱼排涝闸外海测挡墙加高，下部混凝土补强，破损混凝土修复，混凝土工作闸门更换，增设消浪堤，上部建筑外立面改造，金属结构更换和修复，更新自动化控制系统。

5.8.1.1 外海侧挡墙加高

参照风浪潮沙专题报告中的防潮标准复核计算，目鱼排涝闸需求高程 11.00m。水闸外海侧挡墙顶高程为 9.4m，不满足要求。外海侧挡墙均座落在山体岩基上，本次采用 C40F100 混凝土，在现状挡墙顶部直接加高至 11.00m，顶宽为 0.7m，左岸外海侧加高挡墙长度为 39.64m；右岸外海侧挡墙加高长度为 23.95m，总长为 63.59m。新老挡墙接触面采用凿毛处理，并设 2 排 C20 锚筋，锚筋插入现状挡墙 80cm，伸入加高挡墙 100cm。

5.8.1.2 下部混凝土补强

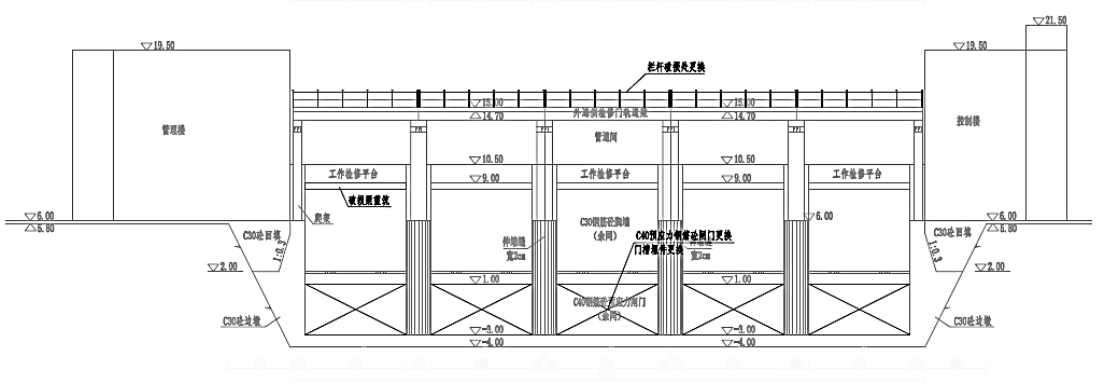


图 5.8.1-4　目鱼排涝闸外海侧立视图

本次采用在水闸混凝土表面喷涂双组分（脂肪族）聚脲环保型防护涂料以提高混凝土的耐久性。

该材料以功能性聚醚多元醇、脂肪族异氰酸酯及自制的潜固化剂为主要原料，与多种助剂和填料配制而成，接触空气中的湿气室温固化，在整个反应过程不生成二氧化碳，可成膜任意厚度而不起泡。该产品为外露型涂料、环保、耐黄变、高强度、良好的抗冲磨、防水性、与多种基材粘结性优良。是目前耐久性最长的柔性涂层之一。其主要特点为：

①超高力学性能，抗拉强度可达 16～40MPa；

②变形能力大，延伸率可达 350～550%；

③与基材浸润性好，与混凝土基材粘接强度≥4.0MPa；

④抗紫外线能力强，表面不粉化、不黄变，耐久性可达 30 年以上；

⑤施工便利，颜色可调，即可手刷，又可喷涂；

⑥性能稳定，低温柔性好；

⑦具有耐酸、碱、盐侵蚀能力及高抗冲耐磨性。

表 5.7.1-1　　聚脲涂料主要性能指标

项目		质量指标
表干时间，h		≤3
固含量，%		≥80
拉伸强度，MPa		≥16
断裂伸长率，%		≥400
低温弯折性，℃		-45℃，无裂纹
不透水性		0.3MPa120min 不透水
粘结强度，MPa		干粘≥2.5（或基材破坏） 湿粘≥2.0（或基材破坏）
吸水率，%		≤2
耐磨性（750g，500r），mg		≤30
撕裂强度，N/mm		≥60
耐冲击性，kg·m		≥1.0
硬度（邵 A）		≥90
人工气候老化 (1500h)	外观	无开裂
	拉伸强度保持率，%	80-150
	断裂伸长率，%	≥400
	低温弯折性	-40℃，无裂纹

综上分析，双组分（脂肪族）聚脲环保型防护涂料，虽然材料单价较高，但具有可机械喷涂，硬化时间可短至几秒，可利用退潮期间施工等优点。故，水闸底板、闸室、闸墩等临水面下部混凝土，高程 2.5m 至-3.0m 范围内采用双组分（脂肪族）聚脲涂层进行喷涂，提高其耐久性。

5.8.1.3 破损混凝土修复

（1）砼梁破损重筑

经现场踏勘，目鱼排涝闸第一闸孔（右岸向左岸编号）工作闸门围区侧的砼梁破损。本次对该梁重筑，位置保持不变，采用 C40F100 钢筋砼，梁高 0.75m，宽 0.50m，详见破损梁重筑配筋图。

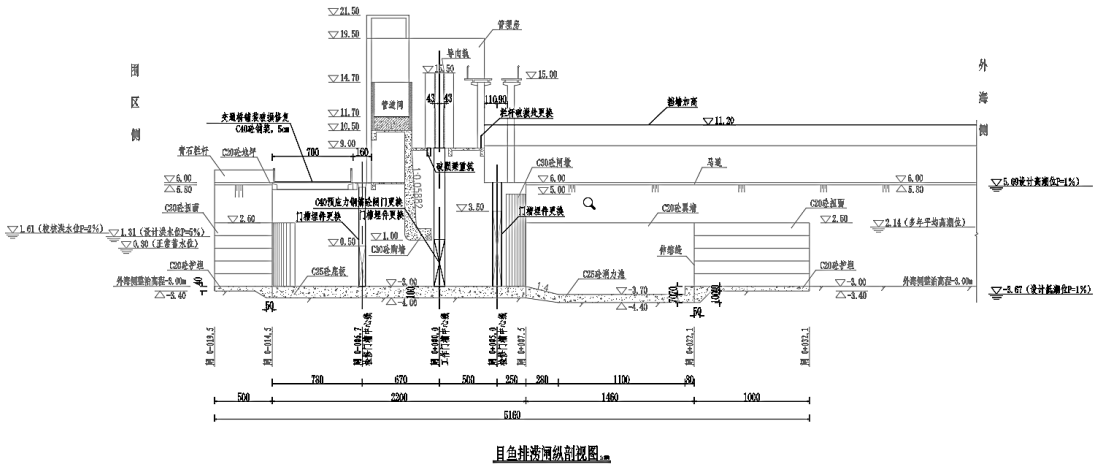


图 5.8.1-5　目鱼排涝闸纵剖面图



图 5.8.1-6　破损梁现场照片

（2）交通桥铺装层凿除重筑

经现场踏勘，目鱼排涝闸交通桥铺装层受损严重，出现车辙、麻面，局部铺装脱落。本次对交通桥桥面铺装层凿除重铸，凿除现状桥面铺装层，重新浇筑 C40F100 砼铺装层，厚 13cm～18cm。配筋：直径 10mm，间距 20cm×20cm，采用 HRB400 级钢筋。



图 5.8.1-6　交通桥铺装层现场照片

5.8.1.4 工作闸门更换

经现场踏勘，原工作闸门采用预应力砼闸门，现状工作闸门表面覆着大量藤壶等海洋生物，且存在局部埋件锈蚀砼老化现象，本次对5孔工作闸闸门进行更换。闸门采用C45W4F100预应力钢筋砼材料，尺寸为8.66×4.20m。

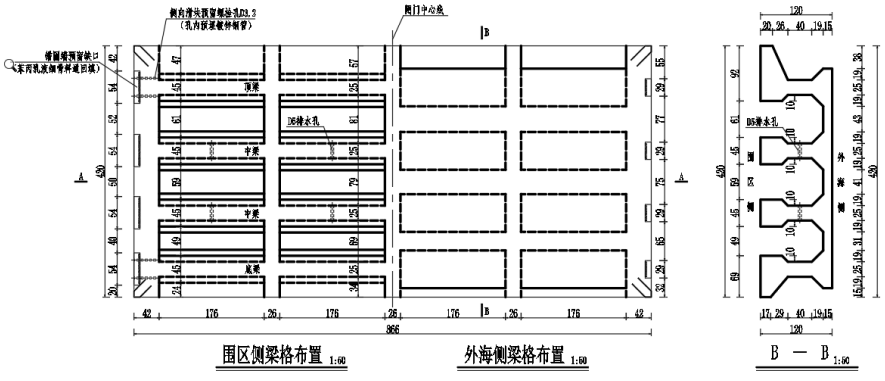


图 5.8.1-6　闸门结构图

5.8.1.5 增设消浪堤

消浪堤布置于目鱼排涝闸外海侧，自水闸出水渠左岸山嘴以转弯半径63.5m向东偏南转90°布置至水闸出水渠右岸山嘴，全长99.75m，堤顶宽7.5m，堤顶高程5.0m。

消浪堤整体采用C40F100钢筋混凝土透空平台结构，堤顶平台宽7.5m，平台厚60cm，平台设2排透气孔，孔口尺寸3.0m×0.3m（长×宽），间、排距4.0m×3.3m。堤顶外侧设C40F100钢筋混凝土挡墙，墙顶高程6.2m，墙顶宽1.0m，堤顶内侧设C40F100钢筋混凝土防护栏杆，栏杆顶高程6.2m。平台底部设2排C40F100钢筋混凝土圆柱，柱直径1.2m，间、排距为4.0m×5.0m，柱子嵌入弱风化岩深度不小于3.0m。每排柱子顶部分别设C40F100钢筋混凝土消浪梁，梁顶高程5.0m，消浪梁截面尺寸均为2.0m×2.0m（宽×高）。

消浪梁和外海侧挡墙水平方向分别设2排透水孔，孔口尺寸2.0m×0.3m，间距4.0m。

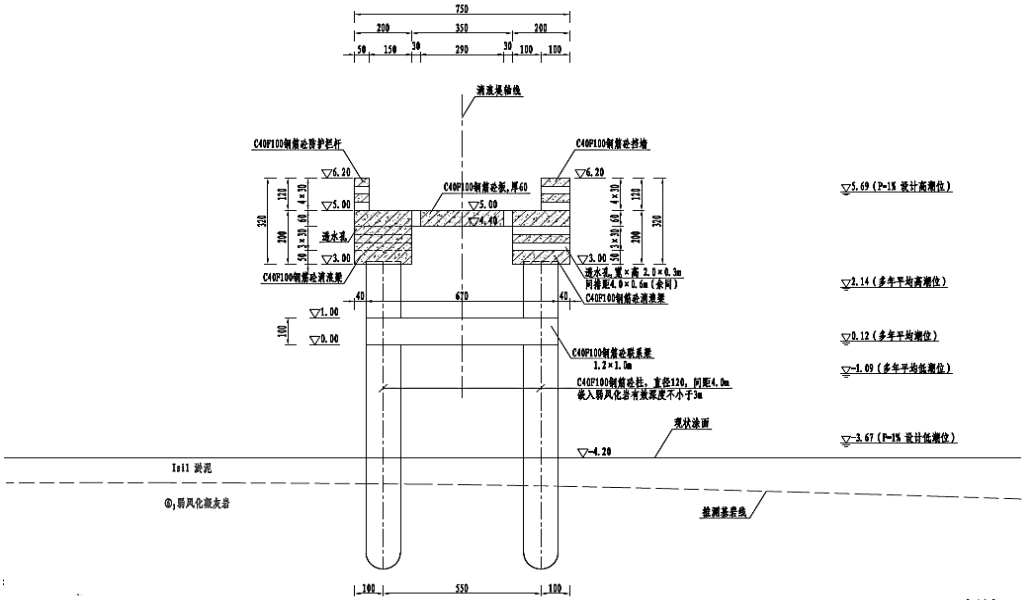


图 5.8.1-7　　透空式消浪堤断面图

5.8.1.6 金属结构修复

排涝闸现状门槽埋件锈蚀严重，本次对全部工作闸门及两侧检修闸门门槽埋件进行更换，启闭机及检修门等锈蚀较轻微的金属结构和设备进行除锈和防腐处理，详见机电及金属结构章节。

5.8.1.7 自动化控制系统

排涝闸的计算机监控系统、图像监视系统等自动化设备已损坏，结合工程信息化设计要求，本次更新排涝闸自动化控制系统，详见机电及金属结构章节。

5.8.1.8 上部建筑外立面改造

项目整体位于玉环市目鱼屿上，四面临海，景观资源得天独厚，本次提标加固对水闸外立面进行提升改造。

5.8.1.8.1 设计要点

（1）减少原始结构的改动，控制改造的成本。

（2）针对本项目，要去解决东、西两个建筑形体脱离感严重，建筑形象较差的重要问题。

（3）通过对传统文化的挖掘，使立面改造构思新颖，细节丰富。

5.8.1.8.2 建筑造型理念

立面造型的设计理念为古意今法，融合共生。立意中式“天人合一”山水精神，屋面引自然入境，造人工开物，充分考虑基地周边与内部的绿体景观资源，将地块内外，自然人工的景观元素融为一炉。东西地块的双重斜坡顶的屋檐设计是串联地块东西地块的形式语言，仿佛与场地周边的层层山峦相呼应，厚重的层次铺陈是玉环吴韵汉风的文化延续。中间大面积的格栅设计重构玉环历史建筑古典元素，借

鉴现代主义手法，烘托出雅致、纯粹的现代山水文化诗情和韵律，更符合玉环历史文化的厚重，大奢返朴，大巧若拙。

建筑整体色彩淡雅素净，传承古意，灰白为主，深色顶盖，浅色墙身。灰色屋面色泽源自中式古建筑屋面瓦，深灰无暇；墙面呈现浅白，肌理细腻，灰白底色闪耀格栅线条；玻璃通透明净，反射纯净天地自然。

运用了点、线、面的简洁手法，东西地块建筑规则的建筑竖条开窗，与中间的格栅设计形成鲜明的对比，打破了常规设备用房的单调设计，乏味。东西双重坡屋顶的设计，更是因势利导，充分尊重原始山地地形，使建筑和景观尽可能贴合原始地形，依托山势。

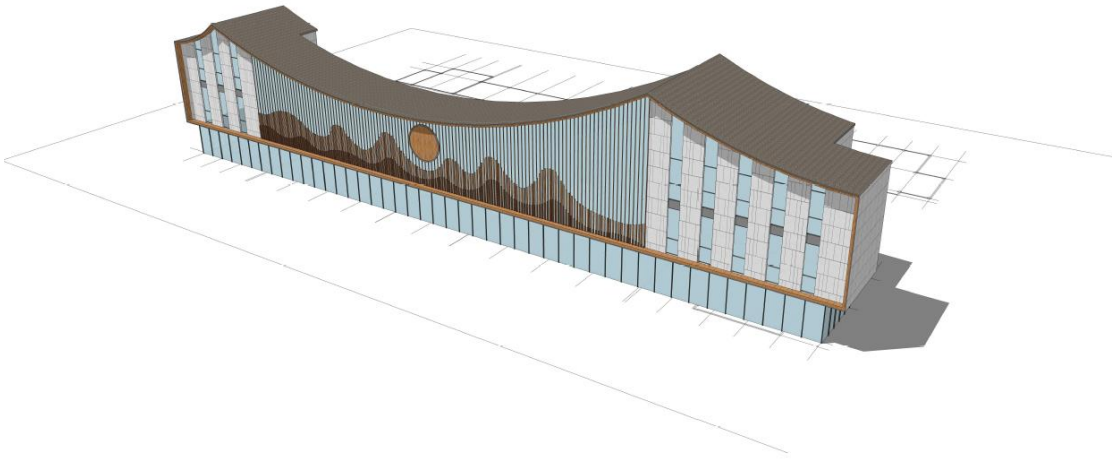


图 5.8.1-8　水闸外立面改造模型



图 5.8.1-9　水闸外立面改造设计意向图

5.8.2 设计计算

5.8.2.1 闸顶高程复核

目鱼排涝闸现状防潮标准为 50 年一遇，本次将水闸防潮标准提标至 100 年一遇，对闸顶高程进行复核。根据《水闸设计规范》（SL265-2016）第 4.2.4 条规定，水闸闸顶高程不应低于正常蓄水位或（最高挡潮水位）加波浪计算高度与相应安全超高之和，位于防洪（挡潮）堤上的水闸，其闸顶高程不得低于防洪（挡潮）堤堤顶高程。

本次闸顶高程按《水闸设计规范》（SL265-2016）中有关规定计算，其中波浪参数数据采用两种方案，方案一根据“风浪潮沙专题”数值模拟数据，方案二根据《水闸设计规范》附录E 计算。根据相关结果选取最大值，相关公式如下：

$$Z = \mathrm{h}_0 + h_{1\%} + h_z + A$$

$$\mathrm{h}_z = \frac{\pi h_p^{\ 2}}{L_m} cth\frac{2\pi H}{L_m}$$

$$\frac{gh_m}{W^2} = 0.13th\left[0.7\left(\frac{gH_m}{W^2}\right)^{0.7}\right] th\left\{\frac{0.0018\left(\frac{gD}{W^2}\right)^{0.45}}{0.13th\left[0.7\left(\frac{gH_m}{W^2}\right)^{0.7}\right]}\right\}$$

$$\frac{gT_m}{v_0} = 13.9\left(\frac{gh_m}{v_0^2}\right)^{0.5}$$

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi}\tanh\frac{2\pi H}{L_m}$$

式中：Z—闸顶高程（m）；

h_0—计算潮水位（m）；

A—安全超高（m）；

h_m—平均波高（m）；

L_m—平均波周长（s）；

H—闸前水深（m）；

$h_{P\%}$—相应于波列累积频率 p 的波高（m）；

$h_{1\%}$—相应于波列频率 1%的波高（m）；

hz—波浪中心线超出计算水位的高度（m）；

v_0—计算风速（m/s）；

D—风区长度（m），根据《浙江省海塘工程技术规定》极限风区长度内插计算；

H_m—风区内平均水深（m）；

T_m—平均波周期（s）；

表 5.8.2-1　　目鱼闸闸门顶现状高程计算表格

序号	参数	单位	方案一	方案二
1	水闸级别	级	1	
2	计算风速	m/s	/	40.22
3	风区长度	m	/	48740
4	平均波周期	s	/	6.23
5	平均波高 h_m	m	2.74	1.97
6	平均波周长 L_m	s	82	60.69
7	闸前水深 H	m	9.79	
8	频率 1%的波高 $h_{1\%}$	m	5.40	3.57

序号	参数	单位	方案一	方案二
9	堤后波列累积频率 1%的波高 $h_{1\%}$	m	5.40	3.57
10	计算潮水位 h_0	m	5.69	
11	波浪中心线超出计算水位的高度 hz	m	1.76	0.63
12	安全超高 A	m	0.70	0.70
13	计算闸门顶高程	m	13.55	10.43
14	堤顶高程	m	11.00	
15	确定闸门顶高程	m	13.55	11.00
16	现状闸门顶高程	m	11.70	

本次对目鱼排涝闸防潮标准提标至 100 年一遇，对闸顶高程计算复核，采用两种不同方案计算闸门顶高程，其中方案一采用“风浪潮沙专题”计算闸门顶高程 13.55m，方案二采用《水闸计算规范》计算闸门顶高程为 11.00m，取不利情况最大计算闸门顶高程 13.55m，根据《玉环市漩门三期围垦工程竣工图》目鱼闸图纸，目鱼闸现状闸门顶高程为 10.50m，闸门顶建设有 1.2m 钢筋砼挡墙，现状挡水高度为 11.70m，现状闸门顶高度不满足 100 年一遇防潮标准，无法与堤顶形成防潮闭合圈。

针对闸门顶高程现状不满足防潮标准问题，本次在水闸外海侧增设消浪堤，采用双侧挡浪板，根据《防波堤与护岸设计规范》（JTS145-2-2018）），桩基透空堤的透浪系数按下列公式计算

$$k_t=\frac{H_t}{H}=\sqrt{\frac{(1-\xi)\sinh\frac{2\pi}{L}(d-t_0)\sinh\frac{2\pi}{L}(2d-t_0)}{\sinh\frac{2\pi d}{L}\sinh\frac{4\pi d}{L}}}$$

$$\xi=\frac{H}{H+0.5L}\exp\left(-\frac{t_0}{2(d-t_0)}\right)$$

式中：K_t—透浪系数（m）；

H_t—透浪波高（m）；

H—入射波高（m）取 $H_{1\%}$；

ξ—系数；

L—波长（m）；

d—堤前水深（m）；

t_0—挡浪板的入水深度（m）；

当采用双侧挡浪板时，上式中的波高可取被外侧挡浪板消减后的波高。

表 5.8.2-2　　目鱼闸闸门顶高程计算表格

序号	参数	单位	数值
1	水闸级别	级	1
2	平均波高 h_m	m	3.37
3	平均波周长 L_m	s	152
4	闸前水深 H	m	9.79
5	频率 1%的波高 $h_{1\%}$	m	5.87
6	传递波高系数	/	0.58
7	消减后的波高	m	3.41
8	计算潮水位 h_0	m	5.69
9	波浪中心线超出计算水位的高度 hz	m	0.63
10	安全超高 A	m	0.7
11	计算闸门顶高程	m	10.43
12	堤顶高程	m	11.00
13	确定闸门顶高程	m	11.00
14	现状闸门顶高程	m	11.70

根据上表复核计算，本次在水闸外海侧增设消浪堤，双侧设挡浪板，计算闸门顶高程和堤顶高程选取最大值，最终确定目鱼闸闸门顶高程为 11.00m，现状挡水高度 11.70m 满足 100 年一遇防潮标准。

5.8.2.2 消能防冲复核

消能防冲计算控制工况采用排涝时段水头差最大工况，即上游水位 1.61m（P=1%），下游水位-1.9m。

闸室外海侧设钢筋砼消力池底流消能，池深 0.7m，池长 14.6m，池底宽由 48m 渐扩至 55.65m，池底设有排水孔；消力池后接砼护坦，长 10m，底高程-3.0m，长约 50m。

根据《水闸设计规范》（SL265-2016）附录 B.1：

（1）消力池深度计算

消力池深度根据下列公式计算：

$$d=\sigma_0 h_c^{''}-h_s^{'}-\Delta Z$$

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

$$h_c^3-T_0h_c^2+\frac{\alpha q^2}{2g\varphi^2}=0$$

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

式中：

d—消力池深度，m；

σ_0—水跃淹没系数，采用 1.07；

$h_c^{''}$—跃后水深，m；

h_c—收缩水深，m；

α—水流动能校正系数，采用 1.03；

q—过闸单宽流量，m^3/s；

b_1—消力池首端宽度，m；

b_2—消力池末端宽度，m；

T_0—由消力池底板顶面算起的总势能，m；

ΔZ—出池落差，m；

$h_s^{'}$—出池河床水深，m；

φ—孔口流速系数，取 0.97。

（2）消力池长度计算

消力池长度根据下列公式计算：

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

$$L_j = 6.9\left(h_c^{''} - h_c\right)$$

式中：

Lsj—消力池长度，m；

Ls—消力池斜坡段水平投影长度，m；

β—水跃长度校正系数，采用 0.70；

Lj—水跃长度，m。

（3）消力池底板厚度计算

消力池底板厚度可根据抗冲和抗浮要求，分别按抗冲公式和抗浮公式计算，并取其大值。

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

抗浮：　$t = k_2\dfrac{U - W \pm P_m}{\gamma_b}$

式中：

t—消力池底板始端厚度，m；

$\Delta H'$—闸孔泄水时的上、下游水位差，m；

k_1—消力池底板计算系数，采用 0.15；

k_2—消力池底板安全系数，采用 1.2；

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这面的水重，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/m^3；

水闸消力池及海漫计算结果表

水闸名称	消力池深度（m）		消力池长度（m）（m）		底板厚度（m）	
	设计	计算	设计	计算	设计	计算
目鱼排涝闸	0.85	0.73	18	16.56	0.70	0.61

通过上述消能计算结果，在排涝工况下，消力池消能防冲能力满足要求。

5.8.2.3 闸室稳定、抗浮计算

对水闸在各种设计条件下的抗滑稳定情况及地基承载力验算。对于地基上的建筑物还要控制其基础底面的应力不均匀系数。

（1）计算公式

①水闸基础底面的抗滑稳定安全系数按以下公式计算：

$$Kc=\frac{f'\sum G+C'A}{\sum H}$$

式中：Kc—沿水闸基础底面的抗滑稳定安全系数；

∑G—作用在水闸基础底面上全部竖向荷载，kN；

f'—水闸基础底面与岩基之间的抗剪断摩擦系数；

∑H—作用在闸室基础底面以上全部水平荷载，kN；

②水闸基础底面应力按以下公式计算

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

式中：

$\sum Mx$、$\sum My$—作用于水闸基础底面以上的全部水平向和竖向荷载对于基础形心轴 x、y 的力矩；

∑G—作用在闸室基础底面上全部竖向荷载，kN；

A——闸室基础横截面面积；

Wx、Wy——闸室基础面对于底面形心轴 x、y 的截面矩。

③抗浮稳定安全系数，按下列公式计算：

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

式中：$\sum V$——作用在底板上的全部向下的铅直力之，kN；

$\sum U$——作用在底板上基底面上的扬压力，kN；

K_f——底板抗浮稳定安全系数。

（2）计算结果

按水闸可能遇到的工况组合，计算闸室稳定及基底应力。成果如下：

表 5.8.2-2　　闸室稳定计算荷载组合

荷载组合	计算情况	荷载								说　　明
		自重	水重	静水压力	扬压力	土压力	风压风	浪压力	施工荷载	
基本组合	完建情况	√				√				水闸已建成
	正常情况(正向挡水)	√	√	√	√	√	√	√		
	设计洪水(反向挡水)	√	√	√	√	√	√	√		
特殊组合	检修情况(正向挡水)	√	√	√	√	√	√	√	√	检修情况为：上游检修门挡水

表 5.8.2-3　　闸室稳定计算成果

计算工况		水位组合（m）		基底应力（KPa）			水平抗滑安全系数 Kc	抗浮稳定安全系数 Kf
		内河水位	外江洪潮位	P_{max}	P_{min}	不均匀系数		
基本组合	完建情况	无	无	99.5	91.1	1.09＜[1.5]		2.21＞[1.1]
	正常情况（正向）	3.00	0.40	83.9	73.0	1.15＜[1.5]	30.72＞[3.0]	1.72＞[1.1]
	正常情况（反向）	3.00	5.43	79.9	65.4	1.20＜[1.5]	20.17＞[3.0]	1.69＞[1.1]
特殊组合	检修情况（正向）	3.00	0.40	77.9	74.8	1.04＜[2.0]	8.62＞[2.5]	1.35＞[1.05]

据上述计算成果，闸室基底不均匀系数、水平抗滑稳定和抗浮稳定安全系数已满足规范要求。

水闸座落在岩基上，沉降很小，根据水闸规范可不进行沉降计算。

5.8.2.4 闸门结构复核

闸门结构复核工况采用挡潮时段工况，即水位 5.69m（P=1%）。选取闸门底梁进行结构复核计算。

（1）基本信息：

截面类型	工字形
下翼缘宽度 bf(mm)	690
下翼缘高度 hf(mm)	360
上翼缘宽度 bf'(mm)	630
上翼缘高度 hf'(mm)	340
截面宽度 b(mm)	250
截面高度 h(mm)	1200
活载弯矩标准值(kN.m)	1117.00
活载剪力标准值(kN)	0.00

（2）预应力参数：

张拉方法	后张法
预应力钢筋类别	钢绞线
锚具类型	有顶压夹片式锚具
预应力钢筋极限强度标准值(N/mm2)	1860
松弛类型	普通松弛

孔道成型方法	预埋金属波纹管
张拉端至锚固端的距离(m)	9.000
年平均相对湿度(%)	40.0
构件的重要性	一般情况
受拉区张拉控制应力系数	0.60
受压区张拉控制应力系数	0.50

（3）配筋参数：

表 5.8.2-4　　预应力钢筋混凝土闸门配筋参数

钢筋种类和位置	钢筋排数	每束钢筋的根数	穿钢筋束的孔道直径(mm)	单根钢筋直径(mm)
受拉区预应力钢筋	2	6	68.00	15.2
受压区预应力钢筋	1	6	68.00	15.2
受拉区非预应力钢筋	1			14
受压区非预应力钢筋	1			14

（4）计算结果

①截面几何特征

净截面面积 An = 578386.4(mm2)

净截面重心轴到受拉边缘的距离 yn = 583.79(mm)

净截面惯性矩 In = 8.8337e+010(mm4)

换算截面面积 A0 = 593506.4(mm2)

换算截面重心轴到受拉边缘的距离 y0 = 580.47(mm)

换算截面惯性矩 I0 = 9.218e+010(mm^4)

②预应力损失

受拉区张拉控制应力为 σcon = 1116.00(N/mm^2)

受压区张拉控制应力为 σ'con = 930.00(N//mm^2)

a.第一项预应力损失

张拉端锚具变形和钢筋内缩引起的预应力损失。

受拉区：

第 1 排：σl1 = 108.33(N//mm^2)

第 2 排：σl1 = 108.33(N//mm^2)

受压区：σ'l1 = 108.33(N//mm^2)

b.第二项预应力损失

预应力钢筋与孔道壁之间的摩擦系数引起的预应力损失。

受拉区：

第 1 排：σl2 = 10.00(N//mm^2)

第 2 排：σl2 = 10.00(N//mm^2)

受压区为：σ'l2 = 8.34(N//mm^2)

c.第四项预应力损失

预应力钢筋的应力松弛引起的预应力损失。

受拉区为：σl4 = 44.64(N//mm^2)

受压区为：σ'l4 = 0.00(N//mm^2)

d.第五项预应力损失

由于砼的收缩徐变引起的预应力损失。

受拉区为：σl5 = 97.61(N//mm^2)

受压区为：σ'l5 = 67.20(N//mm^2)

e.预应力损失组合

第一阶段受拉区预应力损失为：σ1 = 118.34(N//mm^2)

第一阶段受压区预应力损失为：σ'1 = 116.67(N//mm^2)

第二阶段受拉区预应力损失为：σ2 = 142.25(N//mm^2)

第二阶段受压区预应力损失为：σ'2 = 67.20(N//mm^2)

总的受拉区预应力损失为：σl = σ1 + σ2 = 260.58(N//mm^2)

总的受压区预应力损失为：σ'l = σ'1 + σ'2 = 183.87(N//mm^2)

③正截面承载力计算

正截面受弯承载力设计值 Mu =1882.97 ≥ 弯矩荷载作用效应 M = 1675.50(kN.m)

正截面受弯承载力设计值符合要求。

④正截面抗裂度验算

荷载标准组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力 σck = 3.25 (N//mm^2)

扣除全部预应力损失后在抗裂验算边缘混凝土的预压应力 σpc = 5.71 (N//mm^2)

在荷载标准组合下

受拉边缘应力 σck - σpc = -2.46 (N//mm^2) ≤ 0 。

构件受拉边缘应力满足要求。

⑤斜截面抗剪承载力计算

剪力设计值：V = 270.00 ≤ 0.25βcfcbh0 = 1308.20(kN)。

抗剪计算截面尺寸满足要求。

计算配箍率 Av/bs = 0.00% < 最小配箍率 ρmin = 0.02%。按最小配箍率配筋验算。

需要箍筋截面面积: Asv/s = 38.000(/mm^2/m)

实配箍筋截面面积: Asv/s = 670.206(/mm^2/m)

箍筋配置满足要求。

⑥斜截面抗裂度验算

换算截面重心位置处：

换算截面重心位置处混凝土主拉应力 σtp = 0.29 ≤ 0.85ftk = 2.03(N//mm^2)

换算截面重心位置处混凝土主压应力 σcp = 3.83 ≤ 0.6fck = 16.08(N//mm^2)

换算截面重心位置处斜截面抗裂度验算满足要求。

上翼缘与腹板交界处：

上翼缘与腹板交界处混凝土主拉应力 σtp = 0.21 ≤ 0.85ftk = 2.03(N//mm^2)

上翼缘与腹板交界处混凝土主压应力 σcp = 4.27 ≤ 0.6fck = 16.08(N//mm^2)

上翼缘与腹板交界处斜截面抗裂度验算满足要求。

下翼缘与腹板交界处：

下翼缘与腹板交界处混凝土主拉应力 σtp = 0.29 ≤ 0.85ftk = 2.03(N//mm^2

下翼缘与腹板交界处混凝土主压应力 σcp = 3.41 ≤ 0.6fck = 16.08(N//mm^2)

下翼缘与腹板交界处斜截面抗裂度验算满足要求。

⑦挠度变形验算

短期刚度 Bs = 2546465.71 (kN.m^2)

长期刚度 Bl = 1273232.72 (kN.m^2)

荷载效应标准组合下的构件挠度 f1 = 3.17 (mm)(向下为正)

长期荷载作用下的预应力反拱值 f2 = 2.07 (mm)(向上为正)

经计算, 挠度变形值为 f = f1 - f2 = 1.10 (mm)(向下为正)

按照一般要求, f ≤ [f] = 34.66 (mm)

满足一般挠度变形要求。

按照较高要求, f ≤ [f] = 28.89 (mm)满足较高挠度变形要求。

据上述计算成果，闸门满裂缝宽度、抗剪及挠度变形满足规范要求。

5.8.2.5 消浪堤结构计算

（1）波浪力计算

消浪堤主要承受外海侧波浪力，根据波浪力复核消浪堤稳定。根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014），当$\bar{T}\sqrt{g/d} \geq 8$，d＜1.8$H_{1\%}$且 i≤1/10 时，直立式护面上的波浪力可按以下规定确定：

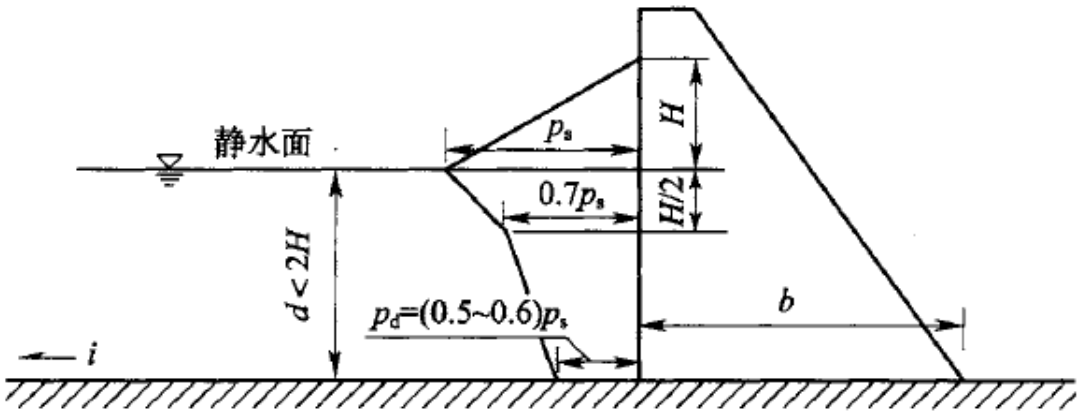


图 5.8.2-1　波浪压力分布示意图

①静水面以上高度 $H_{1\%}$处的波浪压力强度为零；

②静水面处的波浪压力强度按下式计算

$$p_s = \gamma K_1 K_2 H_{1\%}$$

式中：

$\bar{T}$——平均波周期（s），取 15.9s；

g——重力加速度（m/s^2），取 9.81；

d——堤前水深（m）；

γ——水的容重（kN/m^3），取 10；

$H_{1\%}$——累计频率 1%的波高（m），取 5.89m；

K_1——水底坡度 i 的函数，i 约等于 1/80，查表取 1.29；

K_2——波坦 $L/H_{1\%}$的函数，$L/H_{1\%}$=25.89，查表,1.49。

③静水面以上的波浪压力强度按直线变化。

④静水面以下深度 $Z=H_{1\%}/2$ 处的波浪压力强度按下式计算：

$$p_z = 0.7p_s$$

⑤水底处波浪压力强度按下式计算：

当消浪堤 $d/H_{1\%} \leqslant 1.7$ 时，$p_d = 0.6p_s$

经计算，当潮水位为 4.55m 时，消浪堤受波浪力最大，其中外海侧消浪梁受波浪力 161kN/m；水闸侧消浪梁受波浪力 78kN/m。

（2）消浪堤钢筋混凝土柱计算

根据波浪力计算成果，消浪堤底部单根钢筋混凝土柱受最大弯矩为 2019kN·m。消浪堤底部钢筋混凝土柱简化为 1.15m×1.15m 的矩形截面进行正截面受弯截面进行验算，配筋方式采用 C28@10。

①计算公式

截面受弯承载力按下式计算：

$$KM = f_c bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + f'_y A'_s(h_0 - a'_s)$$

受压区计算高度 x 可按下式计算：

$$f_c bx = f_x A_s - f'_y A'_s$$

同时受压区计算高度 x 还应符合下列要求：

$$x \leq 0.85\xi_b h_0$$

式中 K——承载力安全系数，取 1.2；

M——弯矩设计值（N·mm）；

f_c——混凝土轴心抗压强度设计值（N/mm^2），C40 为 19.1，C35 为 16.7；

A_s、A'_s——纵向受拉、受压钢筋的截面面积（mm^2）；

f_y——钢筋抗拉强度强度设计值（N/mm^2），HRB400 为 360；

f'_y——钢筋抗压强度强度设计值（N/mm^2），HRB400 为 360；

h_0——截面有效高度（mm）；

b——构件宽度（mm）；

ξ_b——相对界限受压区计算高度（mm）；

ξ_b应按下式计算：

$$\xi_b = \frac{x_b}{h_0} = \frac{0.8}{1 + \frac{f_y}{0.0033E_s}}$$

式中 E_s——钢筋弹性模量（N/mm^2），HRB400 取 2×10^5；

x_b——界限受压区计算高度（mm）；

同时，最大裂缝宽度 $\omega_{max}\leq0.15mm$，可按下式计算：

$$\omega_{max} = \alpha\frac{\sigma_{sk}}{E_s}\left(30 + c + 0.07\frac{d}{\rho_{te}}\right)$$

式中 α——构件受力特征和荷载长期作用的综合影响系数，取 2.1；

c——最外层纵向手拉钢筋外边缘至受拉区边缘的距离（mm）；

d——钢筋直径（mm）；

ρ_{te}——纵向受拉筋的有效配筋率，$\rho_{te} = \frac{A_s}{A_{te}}$，当 ρ_{te} 小于 0.03 时，取 0.03；

A_{te}——有效受拉混凝土截面面积（mm^2）；

A_s——受拉区纵向钢筋截面面积（mm^2）；

α_{sk}——按荷载标准值计算顶梁纵向受拉筋应力（N/mm^2）。

α_{sk} 按下式计算；

$$\alpha_{sk} = \frac{M}{0.87h_0A_s}$$

经计算，消浪堤钢筋混凝土柱最大裂缝宽为 0.146mm＜0.15mm，满足规范要求。

5.9 融合提升工程

5.9.1 设计理念

5.9.1.1 设计定位

根据上位规划及现状分析，本次对本生态景观的总体定位为：

醉美玉环鱼情海岛风景线

设计将玉环海岛渔文化、船只文化演绎，与帆船训练中心、信号塔等结合，综合南北侧现状绿地风貌，打造“一条醉美玉环鱼情海岛风情线”。



5.9.1.2 设计目标

设计在满足水利功能的前提下，融合海堤沿线景观设计、数字化系统，推动海堤提标加固的同时融合交通、景观、休闲等功能，建设“安全+”功能融合海堤，打造“浪漫风情”“自然生态“悠品生活”“人文休闲”的宜居、宜游、宜业的美丽海湾。



5.9.1.3 设计理念

依托“醉美玉环鱼情海岛风景线”的设计定位，将滨海绿带与周边环境系统有机衔接，营造出丰富多样的海湾景观，为居民和游客提供集休闲娱乐、健身运动、观光游览、体验科普多功能活动区域，打造标准生态海塘，建设漩门湾海塘生态廊道，推进“蓝色海湾、金色海域、绿色海岛”示范工程建设，推进海岛和岸线生态修复，提升海岸、海域和海岛生态环境工程。



5.9.1.4 文化背景

渔民画：玉环渔民画起源于东海之滨的玉环，因其发达的渔业生产、船饰习俗而衍生发展，作者大多渔家子弟出生，作品反映玉环当

地渔业生产和渔民生活。主要分布在玉环坎门一带，并延伸至玉城、干江、鸡山等地，受众面在逐步扩大。

渔民号子：玉环渔民号子是伴随着海洋渔业生产活动产生和发展的民间音乐形式，其以粗犷雄壮的旋律，鲜明独特的个性而著称。使用方言，由一人领唱，众人应和。字数以三字句、七字句为多。

坎门花龙：坎门花龙随着闽籍渔民的迁徙而传入，是一种富有渔乡风格的布龙。初只作为一种观赏灯，后发展为花龙绕柱、花龙拼字、龙鱼混舞，以大幅度跳跃和“龙绕柱”为其主要特色。

帆船基地：玉环漩门湾三期附近海域宽阔，气候宜人，风向风力稳定，非常适宜大型海洋运动比赛和常年开展海洋运动集训，帆船运动员开展体能、技术、文化课等方面的训练。



5.9.1.5 设计元素

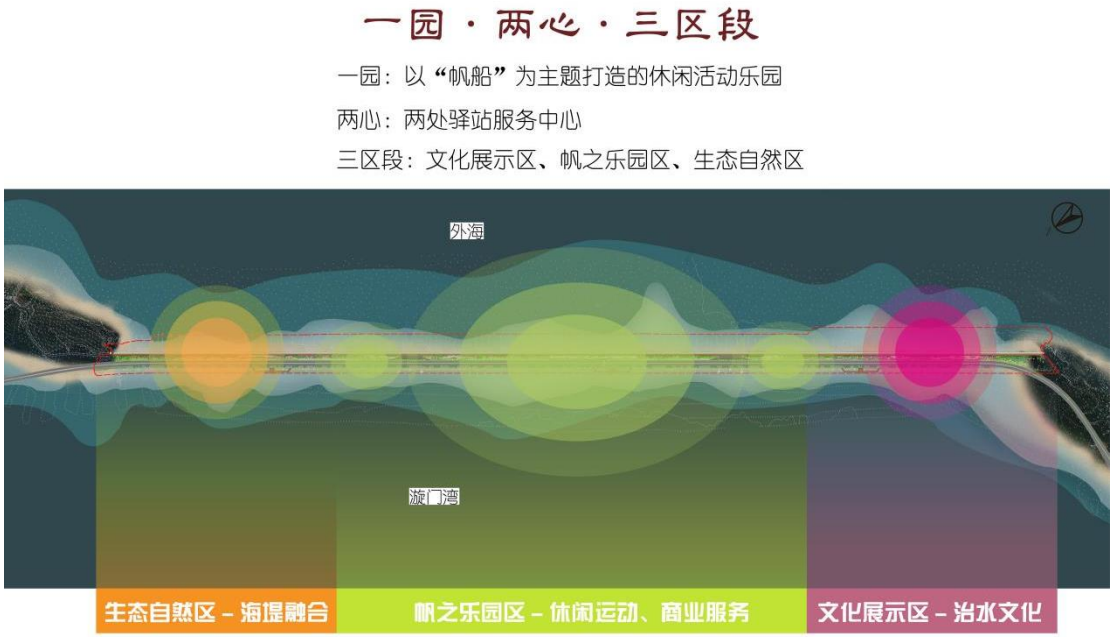
该工程是环岛景观带上的重要段落之一，是连接南北城市休闲组团的重要景观通廊，场地周边分布帆船训练基地，根据规划，设计中融合**渔民画、渔民号子、坎门花龙、帆船、治水过程**等文化，通过景

观雕塑、文化小品、浮雕景墙、剪影等不同的形式展示出来，重点突出渔岛文化、帆船文化，进一步加强文化品位。



5.9.2 总体设计

5.9.2.1 景观结构分析



海堤沿线景观绿带景观结构为：

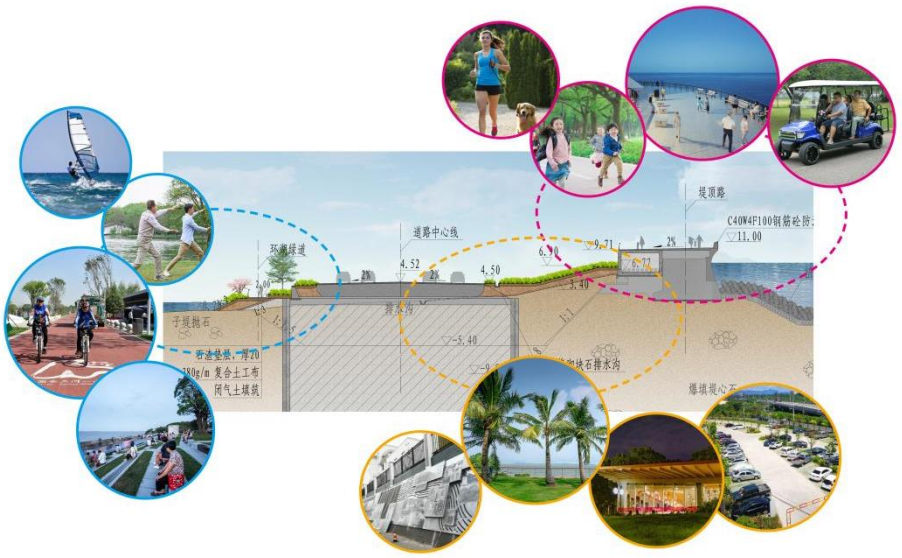
一园 两心 三区段

一园：以“帆船”为主题打造的休闲活动乐园

两心：以绿道驿站为主的服务中心

三区段：文化展示区、帆之乐园区、生态自然区

5.9.2.2 功能分析



塘顶路：宽 15 米，观海，观潮，活动，游览，可人行，游览车行，是重要的观海长廊。

护塘地景观带：宽 20 米，与塘顶高差 2.8-5.7 米，堤后防汛道路平行而建，设计打造休闲、商业、驿站、停车、文化展示、科普宣传的生态活力景观带，打造海堤重要的海岛风貌生态廊道。

海湾景观带：设计连贯的海湾绿道，成为慢赏，活力运动，帆船赛事重要的配套服务连廊。

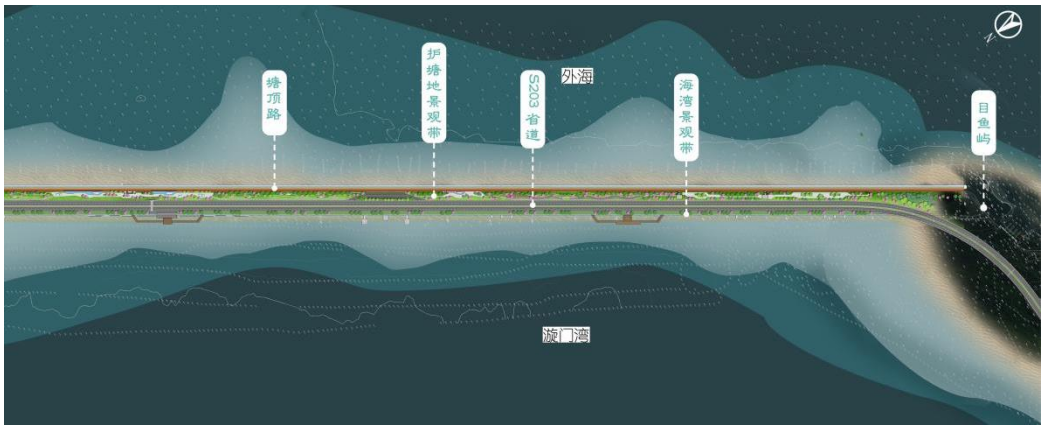
5.9.2.3 总平面图设计

（1）总平面图

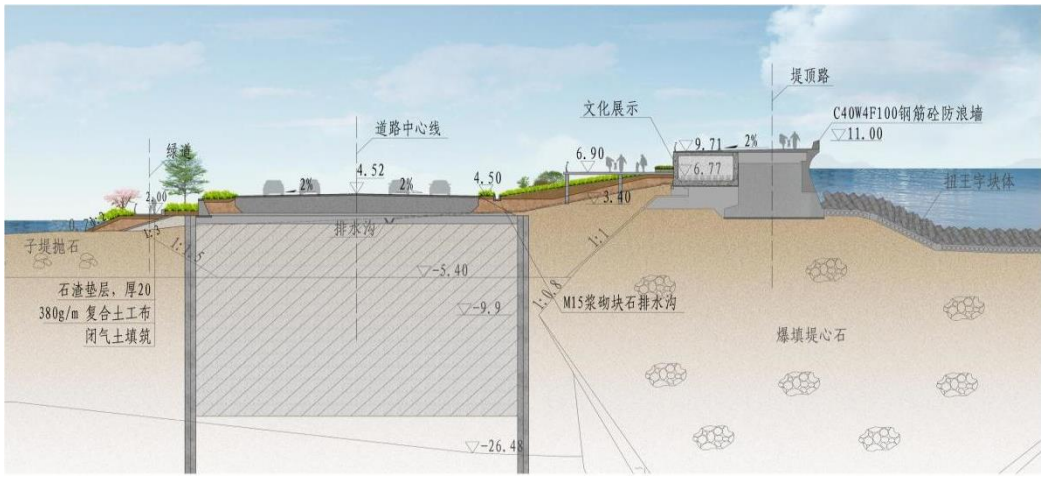
本项目为玉环市海塘安澜工程(漩门三期坎门段海塘)景观工程设计，场地位于玉环岛与楚门半岛间的漩门湾，与坎门街道相距 3km，与玉环市城区相距 7km。

项目提升改造工程范围为坎门海堤，海堤沿老堤走向，面朝向漩门湾外海，海堤长约 2486m。

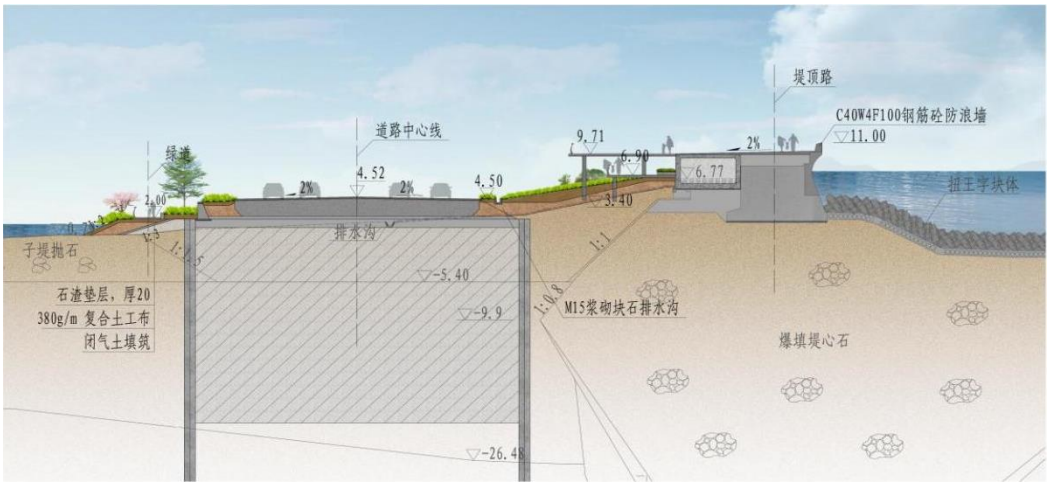
本次设计利用场地地形、礁石海岛、帆船训练中心等现状风貌对塘顶、护塘地景观带、海湾景观带进行重点打造。



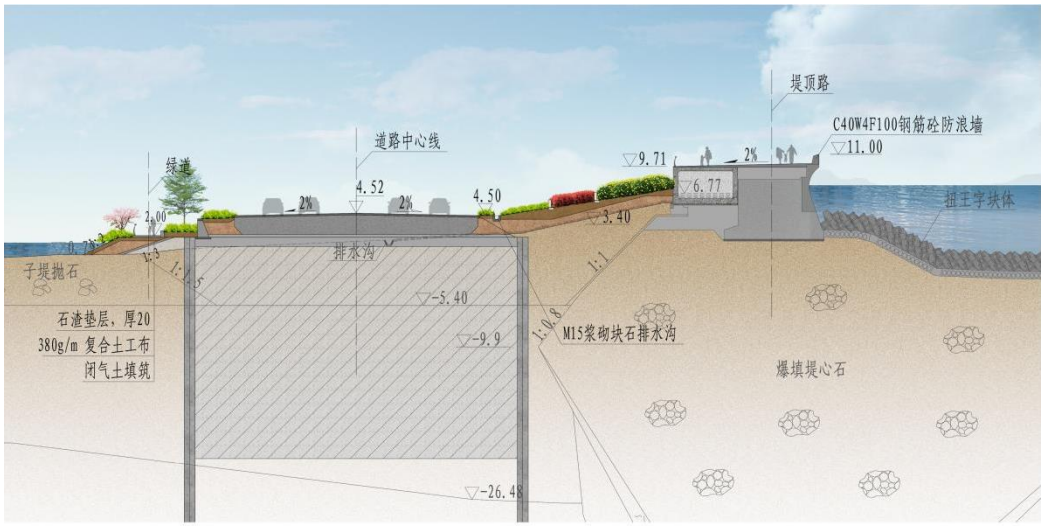
（2）典型断面图



典型断面图一



典型断面图二

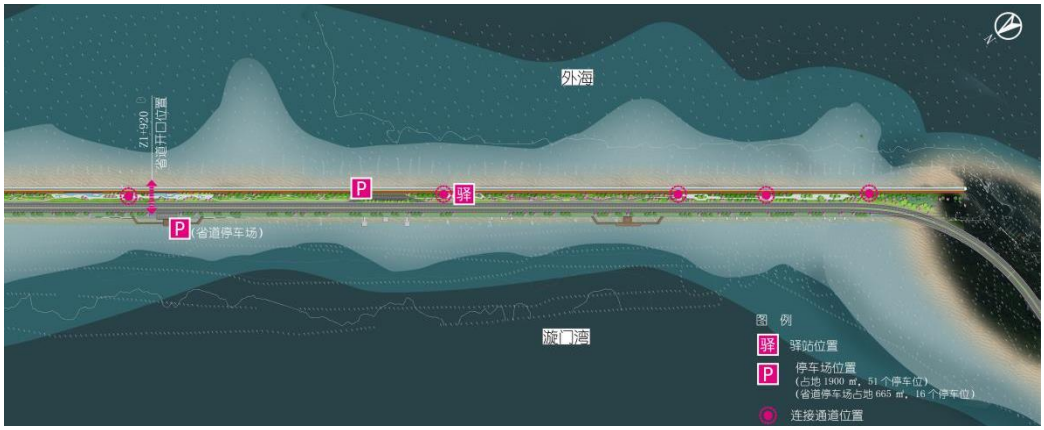


典型断面图三

5.9.2.4 交通分析

设计打造开放，连贯的护塘景观带游览步道，与塘顶共设置 5 处连接通道，2.8 的高差，通过景观挑台的旋转楼梯、转折台阶等连接方式。设计在该段设置省道开口位置，通过人行横道可将海湾景观带与塘顶道路进行连接，使内海，外海有机联系。

海湾景观带打造宽 3 米的连贯绿道，结合栈道，平台等，使其成为漩门湾内海景观重要的连接通道及游赏步道。

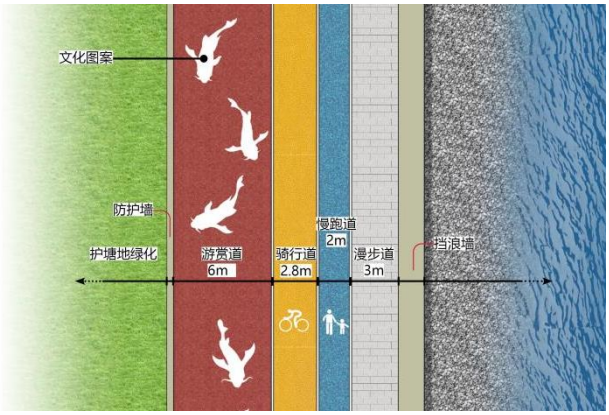


交通分析图

5.9.3 具体设计

5.9.3.1 堤顶路设计





塘顶路平面设计



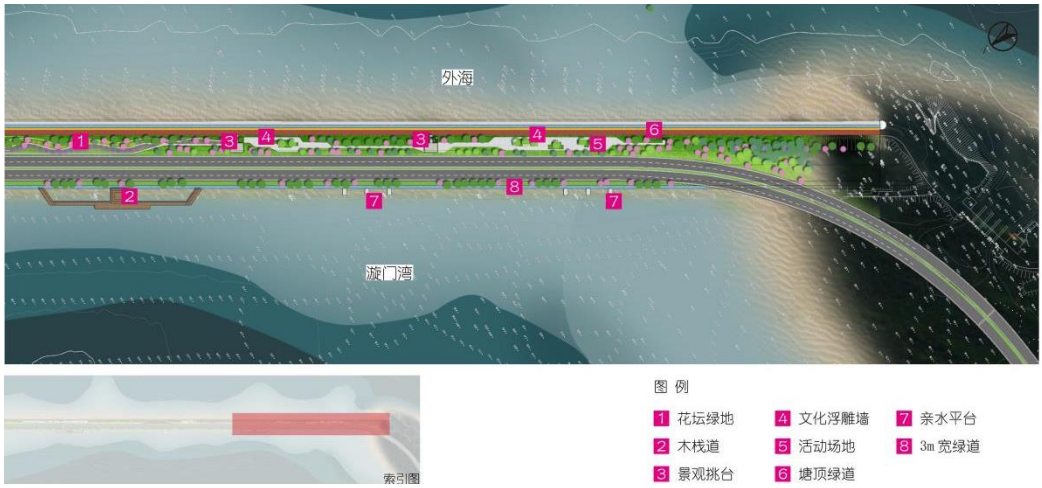
塘顶路效果图

设计通过塘顶路将各个景观节点串联起来，塘顶路利用铺装面层材料不同，打造红黄蓝三种颜色结合的景观绿道，融入海洋元素、帆船元素、运动元素使得塘顶景观充满美感，给人以视觉上的冲击力，全力打造一条美丽生动的大堤景观。

塘顶路采用“6+2.8+2+3”的平面布置模式，即 6m 游赏道（兼用观光车）、2.8m 骑行道、2m 慢跑道、3m 漫步道。塘顶绿道材料：石材+露骨料彩色混凝土。

5.9.3.2 文化展示区

该区为文化展示区，依托“水利”特色，充分挖掘“治水”文化，利用现有的丰富的治水历史资源塑造地方文化景观。设计通过不同的休闲广场、景观挑台、浮雕景墙、文化小品等形式彰显文化特点，在设计上重点展示水利文化、科普展示展览为主题，营造一段集休闲娱乐与教育于一体的的护塘地景观带，铸就文脉延续，将该区域打造成浓情重彩的漩门湾治水文化名片。



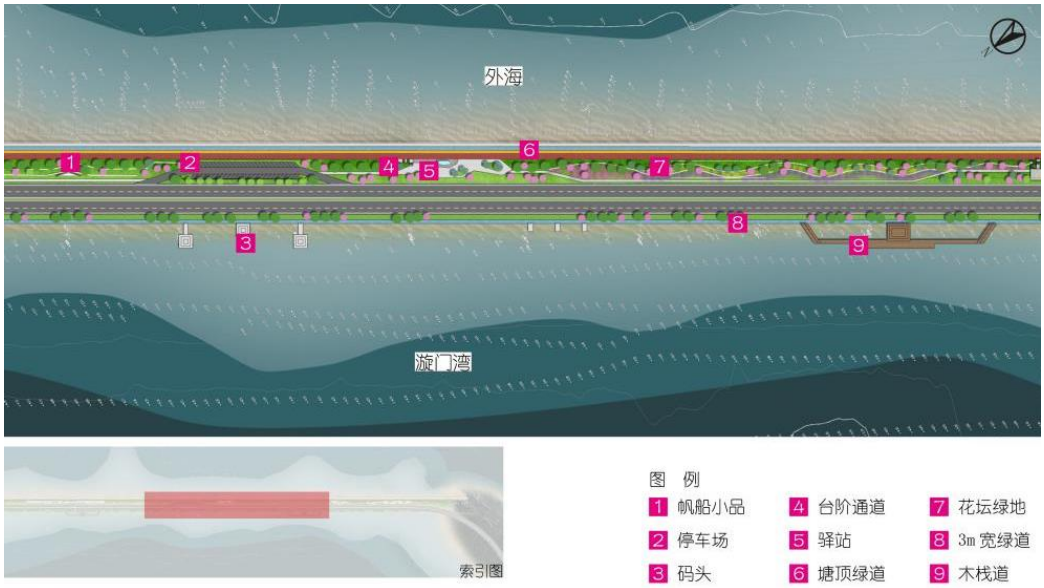
文化展示区平面图



文化展示区效果图

5.9.3.3 驿站服务区

该区为驿站服务区，合理设置停车场、休憩场地，连接通道等，场地内布置可供休息、游览、观景等基础服务设施，满足游客使用需求。



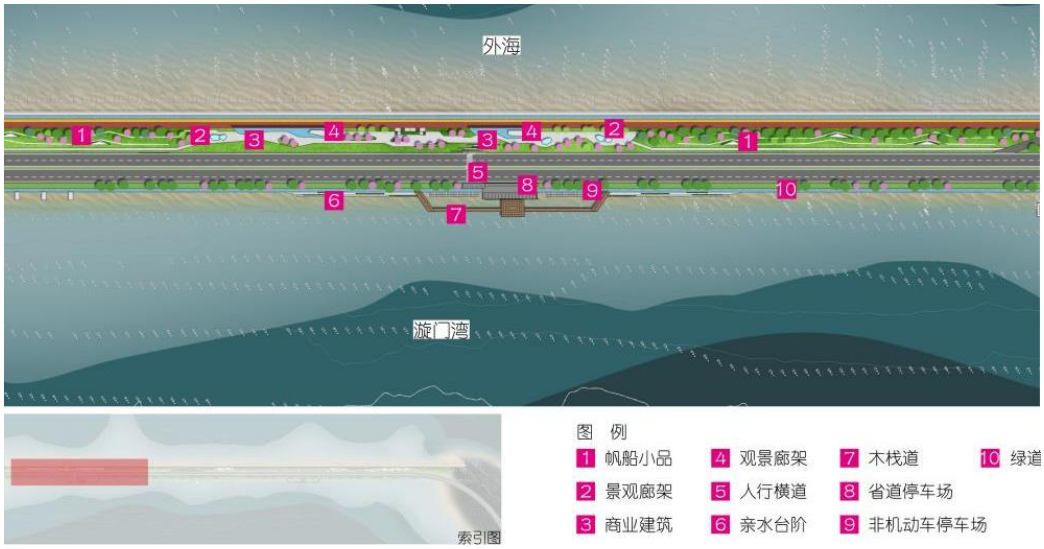
驿站服务区平面图



驿站服务区效果图

5.9.3.4 帆之乐园区

该区为帆之乐园区，设计在该区域内设置一处省道开口位置，可将海湾景观带与塘顶道路进行连接，使内海，外海有机联系，因此作为沿线重点节点之一，规划充分利用自然景观资源，将用地布局结构与土地使用的生态性相结合，与该城市的功能相融合，合理安排功能分区与景观体系，布置商业建筑、景观廊架、文化小品、亲水台阶、木平台、省道停车场、非机动车停车位，设计最大化营造充满活力、生态的护塘地景观空间，着重彰显“帆船”文化，打造帆船主题的活动乐园。



帆之乐园区平面图



帆之乐园区效果图

5.9.4 专项设计

5.9.4.1 绿化设计

绿化设计理念：通过绿化营造的效果是自然生态的绿化氛围，疏密有秩的空间格局、起伏有秩的林冠变化，开合有序的林缘节奏，总体构成一条连续的，流动、开畅的现代景观绿轴。

设计做到区段联系紧密，过渡自然，突出节点空间设计。在以玉环乡土植物为主的同时，一般区段注重植物群体美的大尺度变化；节

点空间、步行赏景空间多侧重静态赏景，以植物的个体美 、组团美为主，同时加大多年生地被、灌木的布置，以创造自然意境。



植物设计品种：

植物树种主要以抗风能力较强、具有一定耐盐碱性为主，实现乔灌草结合，打造四季有景可观的植物景观，突出海岛风情。

上层植物：加拿利海枣、华盛顿棕榈、羊蹄甲、黄山栾树、无患子、乌桕、落羽杉、

中层植物：蒲葵、紫薇、红枫、鸡爪槭、海棠、樱花、红叶石楠树、红叶李、海滨木槿

下层植物：二月兰、黄金菊、大花萱草、鸢尾、银边草、紫娇花、蓝色鼠尾草



植物品种意向图

5.9.4.2 铺装设计

根据不同场地的需求、不同的高程、不同的空间布置形式，本案采用不同的色彩与拼装铺装形式，以表现海航文化主题。材料主要以彩色混凝土、石材、露骨料铺装为主，做到与周边环境与主题的融合。



铺装样式意向图

5.9.4.3 小品设计

运用现代艺术设计手法，将各式各样的景观小品通过搭配和组合，与周围环境巧妙融合，彰显园林主题，表达文化内涵，进而为人们营造更加舒适的人文环境。



帆船主题景观小品意向图



海洋主题景观小品意向图

5.10 工程监测

5.10.1设计目的和设计原则

（1）设计目的

通过工程监测，取得监测资料，根据监测资料对建筑物的结构特性进行分析，从而了解和掌握建筑物的工作状态，综合分析和评价建筑物的运行情况。

（2）设计原则

监测项目和测点布置能较全面反映工程结构的工作状态，根据工程地质情况选择具有代表性的位置和区段进行测点布置，选择操作简便、精确可靠、长期稳定性好、抗干扰能力强的监测仪器设备。

5.10.2 监测项目及测点布置

为了监测各永久性建筑物在施工期和运行期的状态变化和工作情况，以便及时采取应急和加固措施，确保各永久性建筑物的安全运行，并为指导施工、设计反馈资料以及工程的科学研究、科学管理和制定合理的运行制度、改善运行条件提供依据，根据工程的实际情况，设置观测项目，布置观测设施，拟定观测方法，定期进行系统观测。施工期部分监测断面布置与运行期监测断面相结合，完工后沿用至运行期；另外在运行期监测断面之间酌情进行加密布置施工期监测断面。

海堤工程根据《海堤工程技术规范》和《海塘工程管理规程》的相关规定，结合具体情况运行期设置以下观测项目：

（1）海堤沉降及水平位移观测

坎门海堤南段共布置 4 个监测断面，以鸟笼屿为界，东、西侧各布置 2 个监测断面，每个监测断面设 3 个监测点，即海堤防浪墙顶、堤顶内侧钢筋混凝土空箱顶内边缘以及新城湖侧闭气土体顶部各设

一个监测点。其中鸟笼屿东、西侧各有 1 个专门性监测断面，其他 2 个位一般性监测断面。

坎门海堤北段每隔 300m 设一个监测断面，共 6 个监测断面，每个监测断面设 5 个监测点，即海堤防浪墙顶、堤顶内侧钢筋混凝土空箱顶内边缘、外海侧镇压平台内侧地梁及防汛道路两侧各设一个监测点，监测所在点的沉降和位移随时间的变化规律。其中有 2 个专门性监测断面，其他 4 个为一般性监测断面。

（2）海堤地基侧向变形监测

地基侧向变形采用预埋侧斜导管用侧斜仪进行监测，每隔 600m 设 1 处断面，且每条海堤不少于 3 个段断面，施工加荷期间要求每天监测二次，加荷停歇期的第一周内每天监测一次，以后视侧向变形大小，2～3d 或一周监测一次，监测结果绘制成侧向变形随深度变化的曲线。

（3）水位监测

在目鱼排涝闸新城湖侧和外海侧翼墙分别设置 1 处自动水位标尺。

（4）人工巡视检查

工程运行管理人员须对建筑物进行经常性的现场巡视检查，检查内容主要是海堤的塌陷、裂缝、渗漏点以及堤脚冲刷情况等。观测工作应专人负责。观测资料应保持系统性、连续性，及时整编归档，妥善保管，须上报时及时上报。

5.10.3资料的整编与分析

5.10.3.1 资料整编

（1）每次观测完成后，应立即在现场检查作业方法是否符合要求，有无缺漏现象，观测值是否符合精度要求，数据记录是否准确、清晰、齐全。

（3）对检验合格后的观测数据，应换算成观测物理量，并初步进行物理量变化规律分析。

5.10.3.2 资料分析

资料分析的内容包括以下几个方面：

（1）对观测物理量进行分析，从分析中获得观测物理量变化稳定性、趋向性及其与工程安全的关系等。

（2）将巡视检查成果、观测物理量的分析成果、设计计算复核成果进行比较，以判识建筑物的工作状态、存在异常的部位及其对安全的影响程度与变化趋势等。

（3）资料分析报告内容包括观测设备情况的述评，巡视检查开展情况，观测资料整编、分析情况，对建筑物的安全状况进行综合评价等。

5.10.4安全警示

在工程每段海堤起止点和目鱼排涝闸处分别设置安全警示牌。

5.11 标准化建设

5.11.1管理设施

在新城湖边设置警示牌、标示牌、风雨廊，不但满足居民休闲健身娱乐需要，使工程更美观，还宣传了工程生态建设。







5.11.2管理制度

2022 年 3 月，水利部印发了《关于推进水利工程标准化管理的指导意见》、《水利工程标准化管理评价办法》及其评价标准的通知。

根据《浙江省水利工程标准化管理验收办法》（浙水科[2018]10号），并结合工程实际，本工程标准化制度及设施暂定如下表，具体实施时可根据玉环市水利工程标准化建设进行修改。

5.10-1　　工程标准化管理要求及设施表

类别	项目	管理要求	本工程配置
机构人员	管理机构	落实管理单位，明确管理职责，单位负责人和技术负责人	由运行管理单位落实
	人员配置	人员配置到位，相关专业岗位人员取得国家职业资格或专业技术职务，人员全面到岗。	配备各类管理和技术人员
	人员培训	制定人员教育培训计划，组织人员培训	由水利局统一进行人员培训工作。
管护经费	管护经费	明确工程管理经费和维护经费来源并落实	本工程管理、维护经费由市财政解决
管理基础	制度手册	编制各项管理制度，形成制度手册；各项制度内容完整、要求明确合理。	编制统一的管理制度
	操作手册	按要求编制操作手册，手册内容符合工程	根据工程特点，编制操作手册

类别	项目	管理要求	本工程配置
	岗位设置	岗位设置合理，岗位入职条件及职责明确	进行岗位设置
	划界限权	划定工程管理范围和保护范围，设置界桩，对禁止性行为进行监管	根据海域及土地划定范围，并设置界桩，由管理所进行监管
	安全鉴定	按照相关要求开展安全鉴定	后续根据相关规范开展安全鉴定工作
	档案管理	由存档库房，工程主要技术档案和运行管理资料齐全	由运行管理单位落实
运行管理	工程检查	开展经常性检查、定期检查、特别检查和专项检查	由管理单位或管理责任单位检查，建立检查台账，检查内容及记录详尽
	工程观测	按要求开展沉降、变形、水位、裂缝等观测工作	由确定的管理人员负责观测，建立观测记录
	维修养护	按要求编制维修养护计划，按计划开展维修养护工作；按合同或协议对外委的维修养护项目进行管理；及时处理发现的安全隐患或缺陷	由确定后的管理部门负责维修养护
	应急管理	编制防台抢险应急预案；发现异常或险情及时上报；储备必要的防汛物质并规范管理	由运行管理单位编制并落实
工程面貌	标识牌	按要求设置标识牌	按《浙江省水利工程标识牌设置指南》的要求设置应设标识牌
	形象面貌	工程区域内保持清洁，设施设备保持整洁，工程环境良好	由运行管理单位落实
信息化管理	管理平台	建立运行管理平台，平台相关相关数据能汇入监督与服务平台，平台主要功能完备，电子台账完整；利用信息化设备开展经常检查	完成本工程信息化数据采集及分析并接入上级信息化平台。
	视频监控	对重要区域进行视频监控，已建的工程视频监控点接入省级视频监控系统	

5.12 主要工程量

表 5.11-1　　主要工程量表

编号	项目名称	单位	数量
1	**坎门海堤南段**		
1.1	清基	m^2	5780
1.2	石料开挖（原堤身料，考虑利用）	m^3	4339
1.3	土方开挖	m^3	589
1.4	土方回填（开挖利用料）	m^3	589
1.5	砼灌砌石挡墙拆除	m^3	976
1.6	砼路面拆除	m^3	986
1.7	砼预制块护面拆除	m^3	1156
1.8	碎石垫层拆除	m^3	1088
1.9	C40W4F100 钢筋砼防浪墙	m^3	94
1.10	C40W4F100 钢筋砼挡墙	m^3	147
1.11	沥青砼路面，厚 10cm	m^3	1005
1.12	C40W4F100 钢筋砼空箱	m^3	3925
1.13	C15 砼垫层	m^3	275
1.14	防渗帷幕（掺 10%水泥淤泥浆）	m	4158
1.15	防渗帷幕造孔	m	13244
1.16	钢筋制安	t	417
2	**坎门海堤北段**		
2.1	**海堤工程**		
2.1.1	清基	m^2	112928
2.1.2	土方开挖（闭气土）	m^3	13581
2.1.3	土方回填（开挖利用料）	m^3	4041
2.1.4	种植土填筑	m^3	29502
2.1.5	闭气土填筑	m^3	66698
2.1.6	闭气土填筑（利用料）	m^3	9540
2.1.7	石料开挖（原堤身料，考虑利用）	m^3	10480
2.1.8	砼路面拆除	m^3	8987
2.1.9	砼预制块护面拆除	m^3	6321

编号	项目名称	单位	数量
2.1.10	碎石垫层拆除	m^3	8680
2.1.11	砼灌砌石挡墙拆除	m^3	3198
2.1.12	大石块理砌护面拆除	m^3	75680
2.1.13	大石块理砌护面（利用料）	m^3	40480
2.1.14	C35 细骨料砼灌缝	m^3	5060
2.1.15	干砌块石垫层，厚 60	m^3	26400
2.1.16	大石块理砌垫层，厚 60	m^3	7216
2.1.17	大石块理砌垫层，厚 60（利用料）	m^3	12496
2.1.18	外海侧抛石护脚（≮1000kg）	m^3	32116
2.1.19	外海侧抛石填筑	m^3	29613
2.1.20	外海侧抛石填筑（利用料）	m^3	22704
2.1.21	内侧抛石填筑	m^3	17013
2.1.22	内侧抛石填筑（利用料）	m^3	20832
2.1.23	干砌块石挡墙	m^3	3339
2.1.24	干砌石护面	m^3	5640
2.1.25	仿石板压顶（厚 7cm)	m^2	66
2.1.26	景观叠石	t	2365
2.1.27	土石混合料路基	m^3	27481
2.1.28	土石混合料路基（利用料）	m^3	19741
2.1.29	碎石垫层	m^3	44177
2.1.30	C40F100 砼四脚空心方块	m^3	22310
2.1.31	C40F100 砼扭王块	m^3	67281
2.1.32	C40F100 钢筋砼地梁	m^3	2200
2.1.33	D70 双管高压旋喷桩	m^3	96992
2.1.34	D60 双管高压旋喷桩	m^3	192510
2.1.35	D70 双轴水泥搅拌桩	m^3	277491
2.1.36	φ80 引孔（抛石层）	m	85179
2.1.37	浅层固化	m^3	93304

编号	项目名称	单位	数量
2.1.38	泡沫砼（CF1.0）	m^3	115174
2.1.39	C40 砼路面	m^3	12535
2.1.40	C25 砼排水沟	m^3	757
2.1.41	钢塑格栅	m^2	98254
2.1.42	防渗土工膜	m^2	85377
2.1.43	380g/m^2 复合土工布	m^2	10167
2.1.44	C40F100 砼底板	m^3	1048
2.1.45	C40W4F100 钢筋砼防浪墙	m^3	2478
2.1.46	C40W4F100 钢筋砼挡墙	m^3	943
2.1.47	C40W4F100 钢筋砼空箱	m^3	25116
2.1.48	C20 素砼填筑	m^3	20434
2.1.49	石材（漫步道面层）	m^2	6572
2.1.50	蓝色（慢跑道，露骨料混凝土面层）	m^2	4381
2.1.51	黄色骑行道（骑行道，露骨料混凝土面层）	m^2	6133
2.1.52	红色（游赏道，露骨料混凝土面层）	m^2	13144
2.1.53	栏杆	m	2150
2.1.54	钢筋网制安	t	1299
2.1.55	钢筋制安	t	2979
2.2	**景观提升工程**		
2.2.1	**绿化工程**		
2.2.1.1	海塘绿地	m^2	34656
2.2.1.2	环湖绿地	m^2	8763
2.2.2	**海塘景观带**		
2.2.2.1	方形挑空平台	m^2	406
2.2.2.2	标高 7.0m 挑空平台	m^2	2200
2.2.2.3	服务建筑，休息长廊	m^2	881
2.2.2.4	挑空停车场	m^2	2000
2.2.2.5	景观小挡墙	m	570

编号	项目名称	单位	数量
2.2.2.6	文化景墙	m^2	160
2.2.2.7	海洋科普展示	m^2	200
2.2.2.8	园路	m^2	2407
2.2.2.9	“帆”构架	组	3
2.2.2.10	链条式低栏杆	m	165
2.2.2.11	景观小品（海洋生物类）	组	3
2.2.3	**海湾景观带**		
2.2.3.1	环湖绿道	m^2	6450
2.2.3.2	栈道	m^2	746
2.2.3.3	机动车，非机动车场地	m^2	1031
2.2.3.4	景观雕塑	组	1
2.2.3.5	景观小品	组	1
2.2.4	**配套工程**		
2.2.4.1	塘顶路照明	m	2150
2.2.4.2	海塘景观带艺术夜景灯光	m^2	13000
2.2.4.3	环湖景观带夜景灯光	m	2150
2.2.4.4	垃圾桶、标识系统、警示牌等	项	1
3	**目鱼排涝闸**		
3.1	**闸门部分**		
3.1.1	C40 预应力钢筋砼闸门预制	m^3	105
3.1.2	现状破损栏杆更换	m	27
3.1.3	交通桥铺装修复	m^3	19
3.1.4	C40 钢筋砼梁	m^3	3
3.1.5	下部混凝土修补（双组分（脂肪族）聚脲环保型防护涂料）	m^2	2187
3.1.6	钢筋制安	t	27
3.1.7	细部结构	项	1
3.2	**外海侧挡墙部分**		
3.2.1	C40 砼挡墙	m^3	85

编号	项目名称	单位	数量
3.2.2	D20 锚筋 长 1.8m	根	135.0
3.3	**消浪堤**		
3.3.1	C45F100 钢筋砼防护栏杆	m^3	40
3.3.2	C40F100 钢筋砼板，厚 60	m^3	464
3.3.3	C40F100 钢筋砼挡墙	m^3	134
3.3.4	C40F100 钢筋砼消浪梁	m^3	992
3.3.5	C40F100 钢筋砼联系梁	m^3	256
3.3.6	D100 C40F100 钢筋砼柱	m^3	721
3.3.7	D100 钢筋柱造孔（凝灰岩）	m	158
3.3.8	钢筋制安	t	521
3.4	**外立面改造**		
3.4.1	外立面改造	m^2	2500
4	**连接道路**		
4.1.1	山体石渣清理	m^3	5837
4.1.2	石方开挖	m^3	1839
4.1.3	砼路面拆除	m^3	474
4.1.4	C25 砼排水沟	m^3	153
4.1.5	沥青砼路面，厚 10cm	m^3	631
4.1.6	5%水泥稳定层	m^3	1263
4.1.7	客土喷播，厚 8	m^2	500
4.1.8	C20 喷砼支护，厚 15	m^3	66
4.1.9	钢筋网制安	t	2

6 机电及金属结构

6.1 电气

6.1.1 设计依据与主要技术标准

本工程电气专业设计依据为现行国家标准、行业规程规范：

（1）《工程技术标准强制性条文（水利工程部分）（2010年版）》；

（2）《水闸设计规范》SL265-2016；

（3）《水利水电工程机电设计技术规范》SL511-2011；

（4）《水利水电工程高压配电装置设计规范》SL311-2004；

（5）《低压配电设计规范》GB50054-2011；

（6）《水利水电工程导体和电器选择设计规范》SL561-2012；

（7）《建筑照明设计标准》GB50034-2013；

（8）《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008；

（9）《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065-2011；

（10）《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010；

（11）《建筑设计防火规范》GB50016-2014；

（12）《供配电系统设计规范》GB50052-1509；

（13）《电力工程电缆设计规范》GB50217-2018；

其他有关国家及地方的现行规程、规范及标准。

6.1.2 工程概况

本工程用电负荷主要为目鱼排涝闸5扇闸门液压启闭机油泵电动机、检修闸门启闭机电动机、管理房用电、附近海堤照明。

本项目为改造提升加固工程，已运行数年。闸站现场墙体脱落、钢筋裸露，故外墙需粉刷。配电柜、控制柜等电气设备受海风影响导

致腐蚀老化严重；变压器序号为SC10，能耗高，不利于节能减排，故电气设备全部更新。



图6.1.2-1　闸站现状图

6.1.3 用电负荷及统计

目鱼排涝闸为改建工程，利用原有建筑物，仅对设备进行更新换代，用电主要是闸门液压启闭机油泵电动机、启闭机电动机等动力用电和室内、外照明用电，主要用电负荷为：

（1）5扇闸门液压站（每座液压站含2台油泵电机，额定功率为30kW、电压380V，1用1备）；

（2）移动式启闭机（总功率为22.2kW、电压380V）；

（3）检修动力；

（4）室内、外照明。

表6.1-1　　目鱼排涝闸用电负荷统计计算表

序号	用电设备					计算负荷	
	设备名称	台数	额定功率	额定效率	功率因数	需要系数	计算容量

			kW	%			kVA
1	油泵电动机	10	30	90.2	0.85	0.3	117.4
2	移动式启闭机组	1	22.2	82.5	0.81	0	0
3	检修设备	1	20	0.95	0.95	0	0
4	照明		20	1	0.9	0.5	11.1
4	海堤照明		10	1	0.9	1	11.1
5	其他用电		20	1	0.9	0.5	11.1
	合计						150.7

经统计，工程运行工况最大用电负荷约150.7kVA，最大单个用电设备容量为30kW。

本工程任务为防洪排涝，按负荷性质为二级负荷。

6.1.4 供电方式及电气主接线

本工程为提标加固，根据负荷等级及用电容量，10kV供电采用原10kV进线，引至排涝闸高压开关室降压供电。另为保证排涝闸供电的可靠性，自配备1台150kW柴油发电机作为备用电源。

根据目鱼排涝闸用电容量，10kV侧设备采用环网柜，通过1台10kV干式变压器降压供电，干式变压器额定容量选择160kVA，额定电压10/0.4kV。10kV配电装置采用2台HXGN17-12型环网柜供排涝闸用电,另配1台HXGN17-12型环网柜将电源引至海堤景观箱式变压器，变压器选用100kVA欧式箱变。低压400V侧采用单母线接线，400V配电装置采用4台MNS抽屉柜，并布置1台集中电容补偿柜。

a.变压器技术参数：

型号：SC18-160/10

额定容量：160kVA

额定电压：10±5%/0.4kV

接线组别：D,yn11

b.柴油发电机技术参数：

型号：150GF

额定功率：150kW/187.5kVA

额定电压：400/230V

c.高压开关柜:

型　　号：HXGN17-12系列

额定电压：12kV

额定电流：630A

额定频率：50Hz

防护等级：IP4X

d.低压配电柜:

型　　号：MNS 系列

额定绝缘电压：1000V

额定工作电压：380V

额定电流：1000A

额定脉冲承受电压Uimp：8kV

主母线最大工作电流：1160A

主母线短时耐受电流：25kA有效值（1S）

主母线短路峰值电流：63kA

防护等级：外壳IP4X，抽屉抽出后IP2X

6.1.5 电气二次

6.1.5.1 计算机监控系统

（1）综述

目鱼排涝闸涉及玉环市城市防汛排涝安全，排涝闸按“无人值班、少人值守”方式设计，采用以计算机、可编程控制器（PLC）为基础的自动控制系统。自动控制系统对排涝闸的主、辅设备进行监视、测量和控制，并可通过通信接口实现远方控制。

（2）设计原则

a. 根据目鱼排涝闸管理、运行的要求，按集中管理、分散控制的原则进行。

b. 仪表和自动控制系统应满足闸门启闭对自动化的要求，即：运行过程中做到自动控制、自动保护、自动调节。提高排涝闸的运行效率，降低运行成本，减轻工人的劳动强度，优化管理，对闸门启闭状态、开度等进行计算机在线集中监测和重要设备进行计算机在线集散控制，确保设备运行安全。

c. 硬件的选择配置应符合国家有关标准，产品可靠性能高。而且易于扩展，操作维护简便，配套系统软件完整，整个系统应有充分开发软硬件设备的潜力。系统软硬件具有开放的结构，以便今后系统进一步的扩展和开发。

（3）设计原理

a. 控制方式

目鱼排涝闸设立一套以PLC为基础的计算机监控系统，根据排涝闸内外侧水位的变化实现闸门的自动控制。

b. 电动机启动方式

为便于流量、压力调节及设备启动需要，30kW油泵配套电动机采用变频器启动、调节，电动机过载保护采用热继电器保护。移动式启闭机电机等其他电动机采用直接启动或配套起动装置起动。

c. 电源系统

10kV环网柜为负荷开关和熔断器组接线，负荷开关采用手动操作，因此，工程不设操作电源。

计算机控制的交流电源采用UPS不间断电源，容量为6kVA。

（4）自动化元件及设备布置

排涝闸内外侧各设置1套水位仪，每扇闸门设置1套开度仪。

LCU屏布置于中控室，内置PLC，主要完成排涝闸的自动化运行控制，并具有可靠的安全联锁。PLC监控排涝闸设备的运行情况，同时采集水位、液压站油箱液位、温度等仪表数值。操作员通过控制柜按钮可以进行分散独立的人工控制。

（5）控制系统

采用PLC为基础的自动控制系统。

控制系统的基本功能如下：

PLC对等通讯网络；

监视及控制；

报警处理和记录；

事故记录；

数据存贮和数据库；

图像显示、表格和文字显示；

报表产生。

控制系统分三级控制，即集中控制级、现地控制级、就地控制级；优先权由低至高。

集中控制级——在监控工控机上实现，在排涝闸中控室设置监控工控机。工控机显示器图形界面内设有手动、自动二种工作模式，模式的切换在工控机显示器图形界面上进行。在手动模式下，由操作人员在工控机显示器图形界面上手动控制闸门。在自动模式下，排涝闸

控制系统根据取闸门内外侧水位及闸门开度来自动启停适当数量的闸门和调整开度，并随时检测和处理各闸门及机械电气设备的运行状况，在故障或事故发生时给出报警。

现地控制级——在PLC控制系统触摸屏操作界面上实现。触摸屏操作界面具有远程、手动、自动三种工作模式，模式的切换在控制系统触摸屏操作界面上进行。在远程模式下，监控工控机获得权限，基本控制级权限被屏蔽。在手动模式下，排涝闸控制系统的触摸屏操作面板获得控制权，由操作人员在触摸屏操作面板上手动控制闸门。在自动模式下，排涝闸控制系统根据取闸门内外侧水位及闸门开度来自动启停适当数量的闸门和调整开度，并随时检测和处理各闸门及机械电气设备的运行状况，在故障或事故发生时给出报警。基本控制级一般处于远程模式，仅当监控工控机均失效时作为备用使用。

就地控制级——排涝闸内每一种机械设备都具有本地与远程控制两种工作模式，模式的转换在机械设备的现场操作箱（柜）上进行。在本地模式下，排涝闸控制系统对该设备的自动控制被切断，检修、操作人员可以通过现场操作箱（柜）上的按钮控制设备的运行。在远程控制模式下，设备的控制权交给排涝闸控制系统。就地控制级具有最高的优先级。

根据闸门保养要求，提出保养维修建议。

构成排涝闸控制系统的核心单元是模块化的具有远程通信功能的可编程序逻辑控制器（PLC），通过模拟量接口模块、开关量接口模块和数据接口模块连接各种传感器、变送器、各种机械设备及变配电设备。

排涝闸控制系统布置1台LCU屏，在排涝闸控制室布置1台工控机(IPC)，其显示屏和键盘构成排涝闸控制系统的操作界面。该界面以

图形方式显示各机械设备或功能的模拟图及有关操作按钮和提示，通过此操作界面，能切换运行模式、控制现场设备、观察设备的运行状态及有关参数。

在排涝闸控制室配置1台数据服务器，用于本地数据存储并能够实现数据上传功能。

（6）监控系统

排涝闸的软件系统包括系统软件、SCADA组态软件、数据库软件、三维可视化应用软件二次开发等软件。

软件具有全图示化界面、全集成、面向对象的开发方式，用户可方便、快速开发出实用而有效的自动化监控系统。 监控系统软件应开放的体系结构，能根据工艺的要求灵活配置和实时运行。本工程所使用的软件均为中文版。

在控制室内设置监控工控机，主要完成以下功能：

①数据采集功能：采集各配电间内各主要回路开关状态以及电力参数等信息。

②数据管理功能：建立各种数据实时数据库，保存电气参数、开关设备运行记录、报警、故障等数据，自动生成历史数据库，并做出趋势曲线（历史数据），完成数据传送和报表打印。

③监视功能：通过监控工控机（有动态的实时参数值）显示配电间供电系统图，以及各电气参数、开关状态、事故报警显示的各种数据图表。

④报警功能：系统对实时数据进行监控分析，供配电系统发生故障时发出警报，显示故障点和故障状态，按照故障等级做出相应反应，记录故障信息，提供的报警日志，对相应内容进行归档，触发相应动作等。

6.1.5.2 图像监视系统

（1）建设目标和任务

本视频监控系统将对本工程排涝闸、控制楼、管理楼、海堤等重点区域进行的监视和管理，使工程范围能够得到有效远程监视。

（2）设计原则

①实用性：设计时重点考虑系统的实用性，注重系统的综合能力和总体性能。

稳定性、可靠性：设备选用先进、成熟、可靠、抗干扰能力强的设备。

②开放性：考虑到系统投资的长期效益，设计与选型注重开放性，系统中各产品符合国际标准，工业标准以及有关国家标准和行业规约等，满足系统的可扩性和可移植性。

③先进性：本系统采用先进TCP/IP网络技术，能反映当今技术的先进水平，保证系统稳定运行。

④标准化：系统按标准化设计，包括设备造型标准化，信息格式标准化，系统开发标准化。

（3）系统结构

视频监控系统设计为网络高清视频管理/存储方式，由前端设备摄像机、网络传输设备、视频管理/存储和显示设备四部分组成。

前端设备由安装在各监视点的网络高清摄像机组成，负责采集现场的图像信息，并将其通过网络上送至管理中心。

本工程的摄像机视频和控制信号通过VPN的形式连接至管理中心，视频历史数据存储在管理中心，按30天要求配置存储硬盘。

视频集成管理平台的流媒体服务器和集中存储服务器（CVR）负责接收、显示、流媒体转发和存储图像信号，并完成图像切换，镜头控制，图像检索与回放等功能，同时使上级部门能够通过网络实时监视任意监视点的情况。

现地摄像机完成所属区域图像信息的采集，经编码后上送至管理中心，同时现地摄像机执行管理中心下发的云台、焦距等操作指令。

排涝闸总共设20只视频摄像机，其中室内9只，室外11只。布置监控点位如下表：

表 6.1-2　　视频监视点位布置表

监控区域	监视点编号	安装地点	监控设备类型		传输方式
			安装方式	型式	
排涝闸	CH1-5	各扇闸门	立杆（室外）	400 万黑光球机	网络电缆
排涝闸内海	CH6-7	左右岸	立杆（室外）	400 万黑光球机	网络电缆
控制楼一层	CH8-9	高压配电室	壁装（室内）	400 万黑光球机	网络电缆
	CH10	柴油发电机室	壁装（室内）	400 万黑光筒机	网络电缆
控制楼二层	CH11	中控室	壁装（室内）	400 万黑光筒机	网络电缆
控制楼通道	CH12-13	楼梯间	壁装（室内）	400 万黑光筒机	网络电缆
管理楼一层	CH14	走廊	壁装（室内）	400 万黑光筒机	网络电缆
管理楼二层	CH15	走廊	壁装（室内）	400 万黑光筒机	网络电缆
管理楼三层	CH16	走廊	壁装（室内）	400 万黑光筒机	网络电缆
排涝闸	CH17-20	进闸道路	立杆（室外）	400 万黑光球机	网络电缆

（4）系统功能

a.远程图像传输、录像和显示

系统采用标准的TCP/IP协议，支持跨网段、有路由器的远程视频监控环境。不同的监控用户可根据自己的监控需求灵活切换到任意一个监控现场，可多人同时观看一个现场，也可以不同用户选择任意现场监控。

b.远程控制

监控中心视频管理服务器和授权网络用户通过编解码器、电子地图可以实时远程监控系统内任意摄像机，并可以控制任意摄像机光圈、焦点的旋转。

c.视频动态检测

系统应具有视频动态检测功能，可以对每一个摄像机实现动态图像检测。每一路视频动态检测可划分为多个区域，可以自行设置检测区域，区域的灵敏度可以定义。

d.视频智能分析

系统应具有视频动态检测功能，支持在重要场所，选择智能分析摄像机实现图像智能检测。智能检测模式包括围界跨越防范，物体移走，物品丢弃，方向管制，智能跟踪等。

e.画面显示

可实时显示高质量的图像，并能实现保密区域屏蔽功能；支持单画面、多画面组合画面显示方式；利用安装在各点的摄像机，对所有监控区域内的设备进行实时监视；图像亮度、色度、对比度及灰度可调；能实现摄像机画面在监控中心综合显示屏上的实时显示。

f.画面切换

系统软件支持自动及手动画面切换。用户可以对监视画面作任意的切换，可以切换任意一台摄像机的视频到监视器画面，也可以切换其中一台摄像机视频到任意监视器显示。

监控客户终端可以选择轮视功能，监视画面自动在同一监控前端的不同摄像机之间或多个监控前端之间按序轮流切换。局域网内各监控客户终端可以独立地选择设置加入轮视序列的监视点，画面切换间隔时间可灵活设置。当监控客户终端选择轮视功能时，对所有监控前端不具有任何控制权。

系统应能支持成组切换功能，即将多个视频输入同时切换到多个连续的输出。多个相互独立的组（成组切换），每组包括多个视频输出（每个有一个目标和一个辅助触点动作），可通过手工或作为通用巡视的一部分被调用。

g.画面轮巡

监视器巡视：巡视是一个多台摄像机位置的序列。用户可随时为巡视定义输出。每个摄像机位置包括一个关联的预置场景、图像或辅助触点动作。同一个视频输入可插入到同一个巡视的多个位置上。巡视可正向或反向运行。被监视器划去的视频输入将不显示。

通用巡视：可建立多个巡视以随时调用到监视器上。每个巡视有多个视频输入的位置，每个位置还包括一个独立的驻留时间、目标（预置场景）和一个辅助触点动作。巡视可正向或反向运行。同一个视频输入或同一台摄像机的预置场景可多次插入到巡视中。

h.控制转动

提供云台方向控制功能：可以实现八个方向的控制与锁定、三个镜头调整功能；

提供基于视频窗的云台控制功能：通过鼠标在视频窗内的拖拽和点击，控制云台动作，实现摄像头的居中、水平、垂直、变焦，以及监看窗口内图像的放大、缩小和满窗口显示。

支持灯光／雨刮／除雾等多个云台辅助开关的控制。

i.预置位功能

用户可以对带有预置位的球机设定预置位，用户可以对需要特别观察的点设定预置位（预置位的个数由所选的球机决定），可以设定多个预置位。用户可以输入调用预置位命令调看需要监控的预置位画面。用户也可以将预置位编入巡视画面里在监视器显示。

j.变焦、雨刷功能

对摄像机、球机、配有电动变焦的摄像机都可以改变焦距来得到不同大小、不同距离的画面，对需要的画面可以放大或拉远显示得到最佳的画面效果，起到更好的监控作用。

对带有雨刷的护罩，通过数字视频矩阵服务器或电子地图服务器可以控制雨刷的动作，如下雨时可以启动雨刷，当护罩前面玻璃片上有积灰时可以转动雨刷，清洁玻璃面。

k.画面信息添加处理

监控画面上支持中文信息在监看画面的叠加显示；可在监视的画面上叠加与该通道相关的信息：摄像头名称、状态、每秒帧数、码流、

录制状态、报警信息、移动侦测、音量；支持日期时间的叠加显示，可任意指定日期时间的显示格式。

为区别各摄像机上传画面，监控中心要求前端监控点名称以“安装地点+监控点名”汉字方式构成，监控点名称统一置于画面正下方，除监控点名称和监控时间外，不显示其他多余信息，确保画面整洁。

l.系统录像

系统应具有强大的录像功能，在本地端录像的同时还可以同步实时将视频信号通过网络上传输，在网络上进行实时监视以及访问录像文件，进行录像回放、备份等操作。

m.录像检索及回放功能

用户可按时间、日期、摄像机编号等方式对录像数据进行检索，可以打印所需的图像。系统还可以根据事件进行检索，将报警事件、标签文字等作为检索的依据，快速实现存储资料的检索。同时，系统支持智能分析检索，更方便的实现闯入特定区域、人物越线、物品搬移等智能检索功能。

n.报警功能

o.记录和打印

p.计划管理

对录像计划、布防计划、设备录像上载计划进行管理。

q.用户权限管理

系统应支持基于角色的用户管理，权限、授权认证管理。

r.设备巡检服务

中心视频管理服务器实时监测前端设备在线状态。设备巡检服务根据自动巡检计划对系统中的所有设备进行巡检，也支持客户端提出的手工巡检请求，将任何设备的当前状况随时展示出来，便于用户及时发现并处理设备的问题。可巡检网络摄像机、CVR、报警输出设备、解码器等，提供设备在线、配置参数比较、校时等巡检服务。

（5）设备配置要求

①控制中心设备

视频管理系统用来集中对部署在工程范围的所有视频监控设备进行统一管理。系统主要有以下设备：中心管理服务器、流媒体服务器、硬盘录像机、控制键盘、视频工作站等。

中心管理服务器是视频监视系统集中监视的核心单元，可实现前端设备、后端设备、各单元的信令转发控制处理，报警信息的接受和处理以及业务支撑信息管理，同时也需要提供用户的认证、授权业务以及提供网络设备管理的应用支持，包括配置管理、安全管理、计费管理、故障管理、性能管理等等。

流媒体服务器是视频监视系统的媒体处理单元，实现客户端对音视频的请求、接受、分发，流媒体服务器仅接受本域管理服务器的管辖，在管理服务器的控制下为用户或其他域提供服务。

流媒体服务器可实现集群部署，可实现分布式部署，即可向前端或其他流媒体服务器发起会话请求，也可以接受客户端设备或其他流媒体服务器的会话请求。

流媒体服务器能接受并缓存媒体流，进行媒体流分发，将一路音视频流复制成多路。

②前端设备

A、室内一体化高清球机，主要性能指标如下：

400万8寸红外；

1920×1080@60fps；

超低照度：0.45Lux/F1.6(彩色)，0.03Lux/F1.6(黑白)；

150m红外照射距离；

焦距：4.3-129mm，30倍光学变倍；

支持音频、报警；

支持120dB宽动态、光学透雾、强光抑制、Smart IR 、电子防抖、3D数字降噪；

支持智能运动跟踪；

支持区域入侵、越界、进入区域、离开区域、徘徊、人员聚集、快速移动、停车、物品遗留、物品拿取、音频异常、人脸、移动侦测；

H.265/H.264/MJPEG；

最大支持128GB Micro SD卡；

电源：AC24V，50W max；

支持IP66；

工作温度：-40℃-70℃。

B、室外星光级高清球机，主要性能指标如下：

400万8寸红外；

1920×1080@60fps；

星光级超低照度：0.0005Lux/F1.5(色)，0.0001Lux/F1.5(黑白)，0 Lux with IR；

150m红外照射距离；

焦距：4.3-129mm，30倍光学变倍；

支持音频、报警；

支持120dB宽动态、光学透雾、强光抑制、Smart IR 、电子防抖、3D数字降噪；

支持智能运动跟踪；

支持区域入侵、越界、进入区域、离开区域、徘徊、人员聚集、快速移动、停车、物品遗留、物品拿取、音频异常、人脸、移动侦测；

支持车牌识别；水平键控速度最大160°/s，垂直键控速度最大120°/s，垂直范围-20°~90°；

H.265/H.264/MJPEG；

最大支持128GB Micro SD卡；

电源：AC24V，50W max；

支持IP66；

工作温度：-40℃-70℃。

C、配套附件

摄像机立杆11根

设备机箱20套

防雷器22套，室外摄像机网络电缆、电源电缆的两端均装设防雷装置，以防止雷击。

③二次设备

电气二次设备一并列入工程信息化设备中。

6.1.6 电气设备布置

闸门控制柜就近布置在液压泵站附近，控制柜内置变频启动器和保护装置。

控制楼一层布置高压配电室和柴油发电机房。高压配电室内布置3台高压环网柜和1台160kVA变压器。柴油发电机房安装1台150kW柴油发电机组。控制楼二层布置中控室，中控室内布置计算机操作台、LCU屏、网络机柜、低压配电柜及电容补偿柜等。10kV高压环网柜采用箱型固定式环网高压开关柜；低压开关柜采用抽屉柜；变压器采用带IP30防护罩壳的干式变压器。控制楼三层布置机房和会商室。

管理楼各层布置相应的配电箱。

6.1.7 防雷接地

为防止雷击侵害，在屋顶装设避雷带。为防止雷电侵入波损坏电气设备，在10kV进线处装设氧化锌避雷器、低压380V母线设置低压避雷器、户外摄像机设置SPD用于雷电侵入波的保护。

为保证人身及设备安全，所有电气设备的金属外壳、金属构架、电缆保护管、基础槽钢、电缆铠装层等均应可靠接地。为移动及检修设备的接地需要，在室内设置临时接地卡。380/220V低压回路采用TN-S系统。考虑计算机监控系统及仪表接地要求，排涝闸总接地电阻值

不大于1.0Ω，施工时应对原接地电阻进行实测，若不能满足要求，应进行延伸，直到满足要求为止。

6.1.8 景观电气

本工程景观电气主要包括坎门海堤沿线融合提升工程景观照明。

考虑到经济及布置合理性，坎门海堤南段景观照明电源引自目鱼排涝闸低压配电柜，并布置1只室外配电箱供电，配电箱防护等级不低于IP54。

坎门海堤北段景观照明电源引自目鱼排涝闸10kV环网柜，并在驿站就近处布置1台欧式箱变降压供电，欧式箱变集成高、低压配电装置和变压器于一体，占地面积小，户外布置方便。箱变10kV侧用负荷开关-熔断器组保护，配电变压器选用额定容量为100kVA的油浸变压器，额定电压10/0.4kV。0.4 kV侧采用单母线接线，配电装置安装在箱变低压室。箱变电源引至驿站和景观照明配电箱，配电箱防护等级不低于IP54。

箱式变压器技术参数：

型号：YB12-100/10

额定容量：100kVA

额定电压：10±5%/0.4kV

接线组别：D,yn11

6.1.9 电气设备及主要材料汇总表

表6.1-3　　电气设备及主要材料汇总表

编号	名　称	型 号	技术规格	单位	数量	备　　注
一、目鱼排涝闸						
1	12kV 高压环网柜	HXGN17-12		面	3	
2	变压器	SC18-160	10/0.4kV,D,yn11	台	1	带铝合金外壳、风扇和温控等
3	柴油发电机组	GF150kW		台	1	
4	低压配电柜	MNS		面	4	
5	低压电容补偿柜			面	1	
6	小型动力配电箱			只	2	
7	闸门控制柜		30/30kW	面	5	含变频装置
8	照明箱			只	4	
9	检修箱			只	1	
10	高压电力电缆	ZB-YJV22-8.7/15	3×25	m	1500	
11	低压动力电缆	ZB(FS)-YJV22-1	各种规格	m	1600	
12	照明			项	1	
13	防雷接地			项	1	
二、景观电气						
1	10kV 欧式箱变	YB12-100/10	100kVA，10±2*2.5%/0.4kV, Uk%=4, D,yn11	台	1	海堤驿站、照明用
2	户外路灯照明箱		含路灯控制器	只	4	防护等级不低于 IP54
3	景观照明电缆	ZB-YJV22-1		m	3500	

6.2 金属结构

6.2.1 特征水位

目鱼排涝闸有关特征水位如下：

新城湖侧	设计洪水位 m（P=5%）	1.20
	正常水位 m	0.2
外海侧	设计高潮位 m（P=1%）	5.69
	多年平均高潮位 m	2.19

6.2.2 目鱼排涝闸布置

6.2.2.1 工作闸门布置

目鱼排涝闸共设 5 孔，每孔布置有工作闸门一道，闸门孔口尺寸为 8.0×4.0m，设计水头 8.5m，闸底高程为-3.0m。

工作闸门采用预应力钢筋混凝土结构，闸门重量为 62498kg。顶水封布置在内河侧，侧水封按双向止水布置，止水材料为氯丁橡胶 SF6574。支承装置采用华龙 MGD 组合滑块，为保证闸门的平稳运行，门槽设置主轨、反轨及侧轨，门槽材料为 STNi2Cr 合金铸铁。为于油压启闭机配合，闸门设置锁锭梁、拉杆及起门梁，闸门锁锭采用简易可靠的菱角式机械锁锭装置。工作闸门检修平台高程为 9.0m。

目鱼排涝闸选用型号为 QPPYⅠ-2×630-6.0 柱塞式液压启闭机，由油缸、液压站及电气设备组成。油缸为单作用柱塞式油缸，每扇闸门采用一对（两只）油缸控制，共 5 对（10 只）。油缸安装在闸墩的预留孔内。液压站包括油箱、阀组及泵组。每扇闸门单独配有一套阀组共 5 套。液压启闭机设备均布置在工作闸门内河侧 10.5m 的启闭机房内。

液压启闭机主要参数如下：

启闭机型号：QPPYⅠ-2×630-6.0

启门力：2×630kN

行程：6.0m

工作压力：<15.0Mpa

数量:5 对（10 只）

6.2.2.2 内河侧检修闸门布置

在每孔工作闸门内河侧布置了一道检修闸门。闸门共设 1 扇，5 孔共用。

内河侧检修闸门孔口宽度为 8.0m，底坎高程为-3.0m，设计水头为 3.5m，闸门高度也为 3.5m。检修闸门型式采用露顶式平面滑动钢闸门，闸门主材采用 Q235B，门叶重量为 5980kg,支承装置采用华龙 MGD 组合滑块。内河侧检修闸门门槽埋件材料为 STNi2Cr 铸铁。门槽埋件重量分别为 3390kg。

检修平台高程为 6.0m，考虑到内河侧检修闸门使用频率较低，不设专门启闭设备，采用临时措施进行闸门启闭。

6.2.2.3 外海侧检修闸门布置

在每孔工作闸门外侧侧同样布置了一道检修闸门。闸门共设 1 扇，5 孔共用。

外海侧检修闸门孔口宽度为 8.0m，底坎高程为-3.0m，设计水头为 6.5m，闸门高度也为 6.5m。检修闸门型式采用露顶式平面滑动钢闸门，闸门主材采用 Q235B，门叶重量为 15010kg,支承装置采用华龙

MGD 组合滑块。外海侧检修闸门门槽埋件材料为 STNi2Cr 铸铁。门槽埋件重量分别为 3390kg。

检修平台高程为 6.0m，启闭平台高程为 15.0m，检修闸门采用 TQ2×250kN 台车作为启闭设备。

6.2.3 目鱼排涝闸金属结构设备现状

目鱼排涝闸金属结构设备主要包括工作闸门及检修闸门的闸门门叶、闸门门槽和启闭机设备。

经过 10 年的运行，尽管排涝闸的运行管理工作较为认真负责，但是由于排涝闸地处强感潮地带，受环境因素影响，部分金属设备锈蚀严重，已经影响到了设备的正常运行，如图 6.2.3-1 所示。

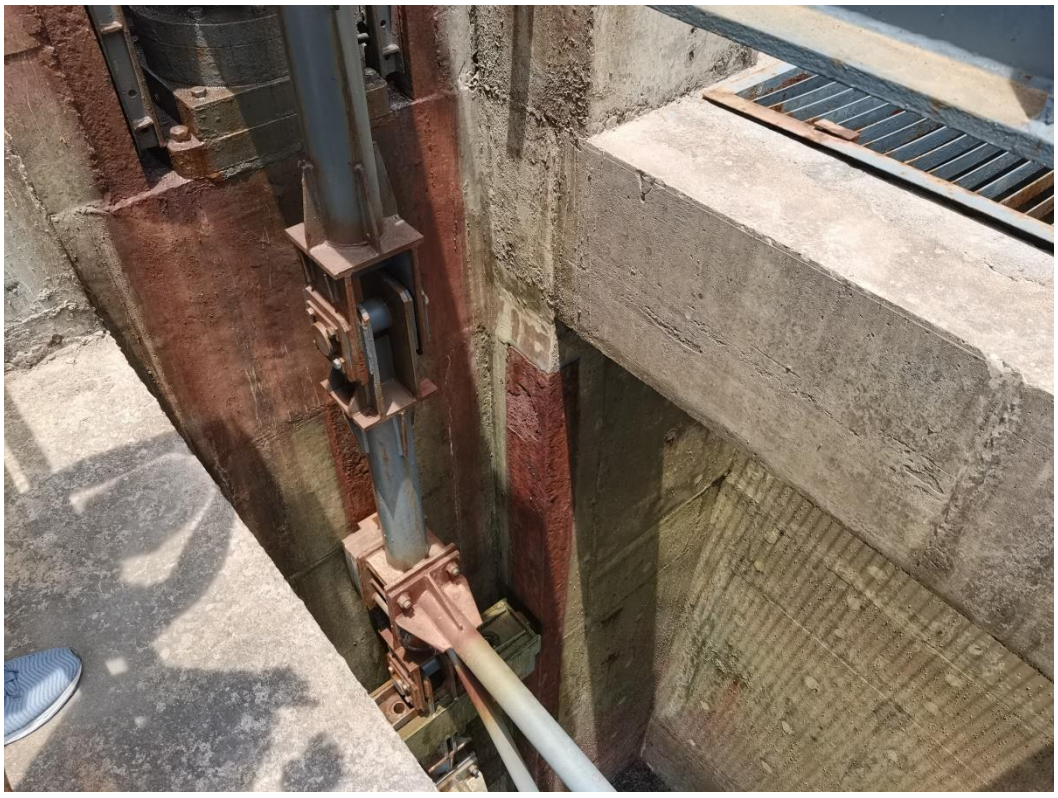


图 6.2.3-1　　目鱼闸工作门槽埋件现状照片

从现场了解的情况分析：

（1）工作闸门表面覆着大量藤壶等海洋生物，影响闸门正常启闭。

（2）工作闸门及检修门槽埋件及外露部分设备锈蚀严重。

（3）检修闸门总体情况良好，锈蚀情况较轻。

（4）工作闸门液压启闭机可正常运行，相关液压设备包括油缸、油泵电动机组、阀组、油箱、油管路等情况良好。但是与闸门启闭配套的启门梁、拉杆、导轨、锁定梁等钢结构件均锈蚀严重。外海侧检修闸门台车式启闭机除轨道等钢构件有部分锈蚀以外可正常运行。

6.2.4 目鱼排涝闸金属结构改造

为满足海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）整体设计要求，同时有利于排涝闸正常运行，需要对目鱼排涝闸金属结构进行相应改造。

（1）工作闸门门叶

由于现状工作闸门外表面覆着大量藤壶等海洋生物，影响闸门正常启闭，本次设计对 5 扇工作闸门门叶进行整体更换，闸门按原图纸进行重新制作，每扇工作闸门共重 62498kg，其中包括金属结构件重量 1498kg（含 1Cr18Ni9Ti 不锈钢 430kg）。

（2）工作闸门门槽

工作闸门门槽包括主轨、反轨、底坎、顶坎、侧轨、油缸护管以及相应调整用螺栓和螺母。所有轨道的材料均为 STNi2Cr 合金铸铁，油缸护管材料为 Q235B。

工作闸门门槽由于锈蚀严重，部分埋件局部已剥落，不仅影响到闸门的正常运行，同时也存在一定的安全隐患。故本次设计建议除油缸套管以外对工作闸门门槽埋件进行更换。

鉴于门槽金属结构埋件均采用二期混凝土浇筑，故在更换门槽时，首先需要将二期混凝土凿除后进行重新浇筑。

合金铸铁需严格按照原施工图纸规定的要求进行采购和验收。每孔需要更换的闸门埋件重量为 7265kg。

（3）工作闸门启闭机

工作闸门启闭机目前运行正常，主要液压设备情况良好。但是与闸门配套启闭的金属结构件均存在不同程度的锈蚀现象，本次设计需要对这些构件全部进行防腐处理，金属结构构件包括：锁定梁、拉杆、锁定装置、导轨、启门梁、调整板等等，相关连接用螺栓，螺母应全部更换。

（4）内河侧检修闸门

内河侧检修闸门总体情况良好，本次设计将内河侧检修闸门按照原施工图设计要求进行全面防腐处理。

（5）内河侧检修闸门门槽

内河侧检修闸门门槽主要包括主轨、反轨和底坎，与工作闸门一样，受环境因素影响，闸门轨道锈蚀严重，本次设计建议对所有轨道进行更换，每孔轨道重量为 3390kg。

（6）外海侧检修闸门

外海侧检修闸门情况与内河侧相差不大，故本次设计将内河侧检修闸门按照原施工图设计要求进行全面防腐处理。

（7）外海侧检修闸门门槽

与内河侧检修闸门一样，本次设计建议对所有轨道进行更换，每孔轨道重量为 3390kg。

（8）外海侧检修闸门启闭机

外海侧检修闸门启闭机为台车，设备可以正常运行，局部金属结构构件有损坏情况，轨道、压板也存在锈蚀现象，本次设计建议对台车进行保养，对轨道等部件进行重新防腐。

6.2.5 金属结构防腐技术要求

金属结构防腐对象主要是检修闸门门叶、启闭设备金属构件。其防腐要求应严格按照原施工图实际规定的防腐技术要求进行。

6.2.6 金属结构工程量

6.2.6.1 更换部分工程量清单

表 6.2-1　　更换金属结构工程量清单

项目	材　料	数量	单重（kg）	总重（kg）	备　　注
工作闸门门叶	Q235B/ 1Cr18Ni9Ti	5	1068/430	5340/2150	
工作闸门门槽	STNi2Cr	5	7265	36325	
内河侧检修闸门门槽	STNi2Cr	5	3390	16950	
外海侧检修闸门门槽	STNi2Cr	5	3390	16950	

6.2.6.2 防腐工程量清单

表 6.2-2　　金属结构防腐工程量清单

项目	结构件名称	数量	单项防腐面积（m^2）	防腐总面积（m^2）	备注
工作闸门启闭机	启门梁、栏杆等配套件	5	600	3000	
内河侧检修闸门	闸门门叶	1	140	140	
外海侧检修闸门	闸门门叶	1	260	260	
外海侧检修闸门启闭机	轨道和压板	1	60	60	
合计				3460	

6.3 采暖通风与空气调节

6.3.1 设计规范

采暖通风设计主要遵循以下规范：

（1）《水闸设计规范》（SL265-2016）；

（2）《采暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2003）；

（3）《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2002）。

6.3.2 设计方案

本工程地处玉环，多年平均温度 16.9℃，相对湿度 80%，本工程涉及采暖通风的主要为启闭机室、控制室、门库、值班室、柴油发电机室及储藏室。

其中启闭机室、门库及储藏室以自然通风为主；

柴油发电机房设置储油间，故布置有 2 台防爆型轴流风机通风；

在控制室、值班室均配备 1 只分体立柜式空调。

6.3.3 采暖通风主要设备清单

采暖通风主要设备清单如下表所示。

表 6.3.3-1　　采暖通风主要设备清单

序号	名称	规格	单位	数量
1	轴流风机	T35-4.5(P=120Pa,Q=6000m^3/h) 0.37KW,380V	台	2
2	分体立柜式空调	5kW	台	2

6.4 消防设计

6.4.1 设计依据

本工程消防设计依据的国家、行业现行技术标准：

（1）《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）；

（2）《水利工程设计防火规范》（GB50987-2014）；

（3）《水喷雾灭火系统技术规范》（GB50219-2014）；

（4）《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）；

（5）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2010）；

（6）《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222-2017）。

6.4.2 设计原则

本工程消防设计贯彻“预防为主，防消结合”和确保重点、兼顾一般、便于管理、经济实用的原则。设计中，采用“一防、二断、三灭、四排”的综合消防技术措施。

消防设施的配置应以消防自救为主，外援为辅。在工程总体布置中消防车道、防火间距、安全出口均满足规范要求。

选用的消防设备均须安全可靠、使用方便、技术先进、经济合理，并满足本工程中的特殊要求。所选用的产品均应为经国家有关产品质量监督检测部门检验合格的产品。

6.4.3 设计方案

本工程消防总体设计采用水与化学灭火器的消防措施，以化学灭火为主。消防系统的功能均从防火、监测、报警、控制、灭火、排烟、救生等七个方面进行设计，力争做到防患于未“燃”。一旦发生火灾能确保在短时间内予以扑灭，使火灾损失减少到最低程度。

根据现行的国家标准，水泵主厂房、中控室火灾危险性类别为丁类，对于计算机房等丙类局部场所，设置局部分隔有独立房间。

启闭机房配备 3 只 MFA2 手提式干粉灭火器,柴油发电机房配备 2 只 MFA2 手提式干粉灭火器;值班室及各储藏室分别配备 1 只 MFA2 手提式干粉灭火器；另再配备 2 套消防泵备用，消防用水直接从水闸内侧取水。

6.4.4 消防设备清单

表 6.4.4-1　　主要消防设备清单

序号	项目名称	单位	工程量
1	手提式干粉灭火器 MFA2	只	20
2	消防泵	套	2

7 施工组织设计

7.1 施工条件

7.1.1 工程条件

（1）工程概况

玉环市位于浙江省东南部，台州市东南端，东濒东海，南临洞头洋，西望乐清市，北接温岭市。市域由楚门半岛、玉环本岛和135个外围岛屿组成，地势北高南低，丘陵平原相间。

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）位于玉环市漩门湾，主要建设内容包括坎门海堤以及目鱼排涝闸提标加固，防潮标准由原有50年一遇提升至100年一遇；共加固海堤长2486m，加固水闸1座，并对海堤沿线进行融合提升。

（2）对外交通条件

本工程位于浙江省玉环市境内，水陆交通均较为发达。

公路：G1523甬莞高速公路、G228国道、S76省道等均通过工程区附近；

铁路：玉环市无铁路过境，周边有杭绍台铁路经过，设有温岭站、雁荡山站和乐清站；

水路：玉环临海，海运便利。

工程区内县级及各镇公路发达，工程所需外来建筑材料及大型机械设备可由高速、国道、省道或水路运至工程区附近，再经区内县道、各镇道路运至各施工点。

本工程对外交通条件便利。

（3）建筑材料来源及水电供应条件

建筑材料来源：工程区附近无可用石料场，工程所需石料均需从苍南县三澳村石料场采购；工程区附近漩门湾内有可用土料场，储量

和质量均满足设计要求，运距约 15km。本工程所需水泥、钢材、骨料及土工布等建筑材料均可由当地市场供应。

施工用水及生活用水：施工用水和生活用水均从附近管网申请接入。

施工用电及生活用电：施工用电在施工区设置 1 台变压器并在海堤沿线设置 2 台柴油发电机；生活用电可就近接入。

（4）施工通讯

工程建设现场指挥部安装固定电话，各施工区均属移动网络覆盖区，施工现场主要以移动通讯为主。

（5）施工场地

施工场地可布置在坎门海堤南侧堤头南侧 700m 处空地上。

（6）外协条件

玉环当地经济较发达，工程区附近有大中型修配及加工企业，工程所需修配及部分加工可就近择优委托有能力的专业企业，减少工程施工临时设施设置，以减少工程区临时占地范围。生活物资等从玉环市区采购，医疗卫生等利用玉环市资源。

（7）工程施工特点

①工程包含内容多，工序相对复杂，施工协调和组织难度较大。

②本工程以线性工程为主，相互之间干扰较少，全线可同时开工，但由于线路较长，工程量也较为分散。

③本工程地处东南沿海，汛期遭遇台风多，风浪大，外海侧施工应尽量安排在非汛期。

④外海侧镇压平台高程较低，镇压平台施工作业采用候潮施工，根据潮位变化，灵活安排作业时间。

7.1.2 自然条件

（1）气象条件

玉环市属亚热带季风气候区，具有明显的海洋性气候特征，多年平均气温为 16.9℃，多年平均风速 5.3m/s，最大风速 40.0m/s，每月有效施工时间按 21 天考虑。

（2）潮（洪）水位

①外海侧

设计高潮位（P=1%）：5.69m；

设计低潮位（P=1%）：-3.67m；

多年平均潮位：0.12m

多年平均高潮位：2.19m

多年平均低潮位：-1.90m

②新城湖侧

常水位：0.20m

设计洪水位（P=5%）：1.20m

（3）地形地质条件

工程区位于华南褶皱系（I_2）浙东南褶皱带（II_3）温州～临海拗陷（III8）黄岩～象山断拗（IV_{11}）东部。地质构造以断裂为主，褶皱不发育。区内地质构造表现为主要有北北东向、北东向和南北向断裂为主，其中北东向最发育。其余各组断裂分布比较零星，规模较小。区内地质构造主要受温州-镇海大断裂和泰顺-黄岩大断裂两条构造形迹影响。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），设防水准为50年超越概率10%的地震动参数，基本地震动峰值加速度0.05g，相应抗震设防烈度VI度。

7.2 料场的选择与开采

工程所需天然建筑材料主要为石料、混凝土骨料、闭气土料及种植土料。

7.2.1 石料

本工程共需石料约27.23万m^3，其中12.42万m^3为开挖或拆除利用料，经调查，玉环市芦蒲镇石子岙石料场，石料储量大于600万m^3，石料储量、质量能满足设计要求，可由此采购采购。

7.2.2 骨料

本工程共需混凝土骨料，可在玉环市当地市场采购。

7.2.3 闭气土料

本工程共需闭气土料8.09万m^3，其中1.42万m^3为现状闭气土开挖利用料，其余由附近市场购买。工程区附近漩门湾内有闭气土料场，储量和质量均满足设计要求，运距约10km。

7.2.4 种植土料

本工程共需种植土料约2.95万m^3，均由附近市场采购，工程区附近漩门湾内有种植土料场，储量和质量均满足设计要求，运距约10km。

7.3 施工导流

7.3.1 导流时段及标准

7.3.1.1 导流时段

根据水文分析，本工程所在地区可分为梅雨期（4 月 16 日~7 月 15 日）、台汛期（7 月 16 日~10 月 15 日）、非汛期（10 月 16 日~次年 4 月 15 日）。

7.3.1.2 导流及度汛标准

本工程为Ⅱ等工程，主要建筑物海堤、水闸等主要建筑物级别为 1 级。

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）和《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）的规定，无特殊要求的 1 级建筑物的导流建筑物级别为 4 级。导流设计洪水标准：4 级土石类导流建筑物为 20~10 年一遇，浆砌石、混凝土类建筑物为 10~5 年一遇。本工程为提标加固工程，现状工程为 50 年一遇防潮标准，满足施工度汛要求。

7.3.2 导流及度汛方案

7.3.2.1 导流方案

本工程主要建设内容包括海堤工程、水闸工程及沿线融合提升工程。

海堤堤顶及新城湖侧结构均为陆上施工，外海侧可候潮作业，不需要施工围堰；融合提升工程均为陆上施工，不需要施工围堰；水闸消浪堤采用搭设水上作业平台施工，不设围堰，仅水闸下部混凝土表面补强及门槽更换需要设置围堰。

在目鱼排涝闸进、出水渠内分别设置横向围堰。由于建设内容少，施工工期短，可在 1 个非汛期内完成，外海侧围堰按照多年平均高潮位加安全超高控制围堰顶高程，新城湖侧围堰按照新城湖常水位加安全超高控制围堰顶高程。

7.3.2.2 导流建筑物设计与施工

（1）围堰设计

①外海侧围堰设计

围堰采用土石结构，围堰顶宽 6.72m，堰顶高程 3.0m。围堰两侧为石方填筑，外侧边坡为 1:1~1:2，中部采用淤泥掺水泥浆防渗墙（水泥掺量 20%），石方和泥浆防渗墙分层填筑，每层填筑后待泥浆防渗墙固结后再进行下一层填筑。

若遇超标准潮水，围堰可采用编织袋装土临时加高。

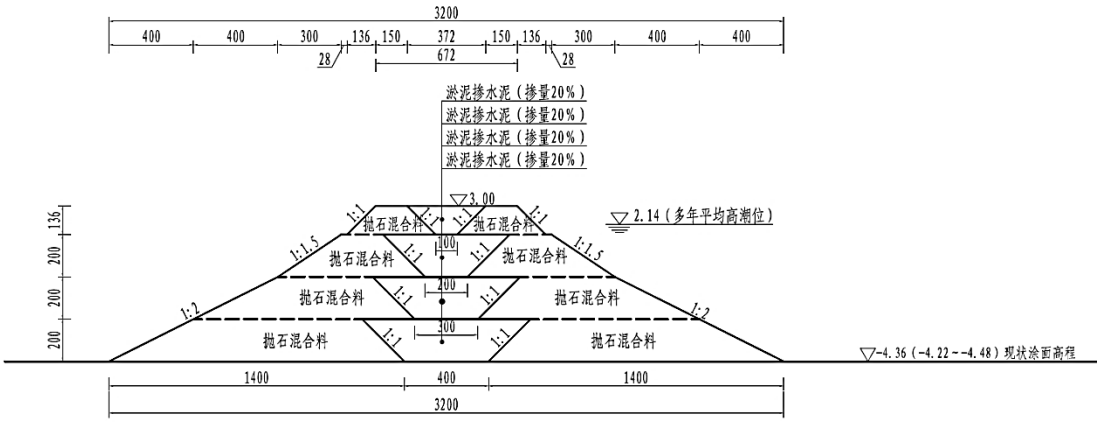


图 7.3.2-1　　外海侧围堰典型断面图

②新城湖侧围堰设计

新城湖侧围堰堰顶宽 8.0m，堰顶高程 0.7m，围堰结构型式与外海侧围堰相同。

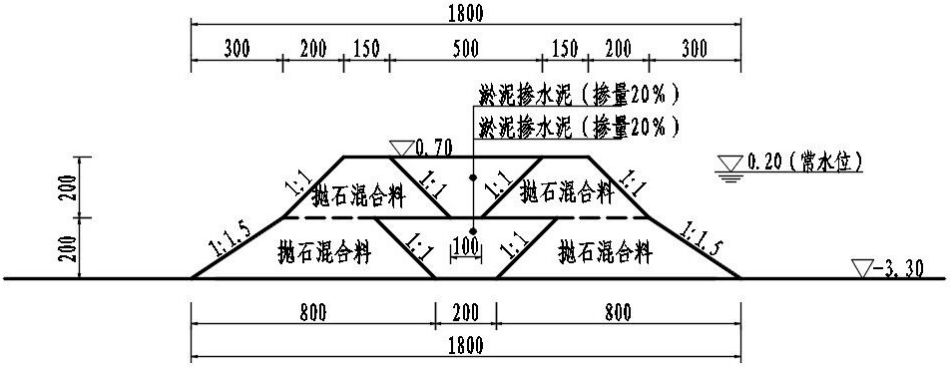


图 7.3.2-2　　外海侧围堰典型断面图

（2）围堰施工

土石围堰施工前先关闭水闸闸门，再进行围堰施工，围堰石方和泥浆防渗采用分层填筑施工。每层先进行围堰两侧抛石混合料填筑，再进行淤泥掺水泥浆填筑，待淤泥掺水泥浆固结后再进行下一层填筑，直至设计顶高程。

围堰基坑内排水采用水泵抽排。水闸下部结构施工完成后用挖掘机配合吊机由内向外将围堰拆除，恢复水闸进、出水渠原貌。

7.3.2.3 导流建筑物主要工程量

表 7.3.2-1　　导流建筑物主要工程量表

序号	项目	单位	工程量
一	外海侧围堰		
1	抛石混合料	m^3	7911
2	淤泥水泥浆	m^3	2638
二	新城湖侧围堰		
1	抛石混合料	m^3	3521
2	淤泥水泥浆（水泥掺量 20%）	m^3	1369

7.3.3 基坑排水及维护

施工过程中用水泵将基坑内的水排出，并将基坑冲洗干净。水泵可配置 WQB160-15-15 潜水泵，水泵台数按实际需要配置。

7.3.4 施工度汛

工程施工期共经历 3 个汛期，工程地处东南沿海，台风遇到的几率较多，为了确保工程的安全度汛，施工采用度汛措施如下：

根据施工进度，影响度汛安全的工程项目需要在各年度非汛期施工，所以非汛期的施工强度较大，如何保证影响度汛安全的项目在汛期前完成显得十分重要。施工单位采取以下应对措施，确保工程施工的安全度汛。

根据度汛施工进度要求，结合本工程的施工特点，施工方案与保证措施上一方面要紧紧围绕关键节点进行有针对性的安排，另一方面也要对各种资源（人员、设备、材料、场地）进行统筹安排。必须解决好以下几方面的问题：

（1）加大关键线路项目的施工强度、早日完成关键线路施工

针对施工进度网络图中的关键线路，采取有针对性的施工组织，在实际实施中，要及时调整各项目的施工进度，在关键线路改变后，要重新进行施工组织编排。

（2）尽量错开各分部工程的混凝土施工时段

根据施工的关键节点的要求，对工程中各部位的混凝土项目的施工进行统筹安排。一方面是金属结构安装的要求，同时，也是基础性处理项目的要求，另一方面也是各种资源须合理分配的要求。

（3）尽可能形成顺序流水施工

在本工程的施工项目中，如一些回填项目，可根据浆砌块石或混凝土挡墙的施工进度及时跟进，一方面可以提前完成施工项目，另一方面也可以方便其他项目的施工（场地可适当地增大）。

（4）加大设备、人员、材料的投入

在进行工程施工时，合理安排好各种资源，求得资源的最大利用率。各施工项目的人、材、机配备尽量充足。

（5）从大局出发，服从工程的统一安排

在进行施工时，一方面要紧紧抓住本标段的关键节点不放，另一方面也要服从工程的统一安排，必要时要及时修改施工计划，达到整个工程的效益最大化。

（6）成立各级防汛组织机构，编制防汛抗台预案，业主、施工单位、各工区都应有专门机构，主要负责人应负责本部门的防汛工作。业主、施工单位应根据每年的施工进展情况、设计要求和工程的需要，详细编制工程度汛方案。

（7）施工期间，各施工单位应备足抢险物资、器材，组织好人员和设备，保证通讯和抢险道路畅通。

（8）施工期间，特别在台汛期期间，各参建单位要注意加强天气预报，在强热带风暴来临之前有关施工机械设备和工程人员做好转移和保护工作。各参建单位要派人做好台风的潮位观测和巡视工作。尤其是防潮防台关键项目和部位的巡视检查。

（9）台汛期期间，应密切注意挡墙的变位情况，失稳挡墙应及时进行加固处理，以防堤坝被冲毁。

（10）施工过程中应加强对各建筑物的监测工作，密切注意各建筑物的沉降和位移工作，发现问题及时汇报总结，并立即采取相应的抢险措施。

7.4 主体工程施工

7.4.1 海堤工程

海堤工程提标加固按加固部位分为堤顶、迎潮侧、新城湖侧及海堤连接道路 4 大区域，主要施工工序为：

（1）堤顶提标加固主要施工工序为：混凝土路面/挡墙拆除→抛石开挖→混凝土/钢筋混凝土浇筑→堤顶混凝土/沥青混凝土路面施工。

（2）迎潮侧提标加固主要施工工序为：抛石填筑→大石块理砌→混凝土灌缝→混凝土预制块制作、安装。

（3）新城湖侧提标加固主要施工工序为：清基→堤脚加固→闭气土填筑→路基闭气土浅层固化→高压旋喷桩→水泥搅拌桩→路基填筑→土方填筑→坡面绿化。

（4）海堤连接道路主要施工工序为：现状混凝土路面拆除→沥青混凝土路面施工。

7.4.1.1 混凝土路面/挡墙拆除

采用破碎锤拆除现状堤后防汛道路路面结构，同步将道路新城湖侧灌砌块石挡墙拆除至设计高程，配合 1~2m^3 挖掘机装车，采用 10~15t 自卸车出渣至指定弃渣场。

7.4.1.2 抛石开挖

采用 1~2m^3 挖掘机开挖，配合 10~15t 自卸车出渣，运至堤后用于防汛道路路基、堤脚抛石护脚以及外海侧堤脚等利用料填筑。

7.4.1.3 混凝土及钢筋混凝土施工

砼浇筑前，应将模板内的杂物等清除干净，合理留设施工缝。模板表面应光洁平整、接缝严密，同时具有足够的强度、刚度和稳定性；模板和支架宜尽量用钢材，制作和安装的允许偏差按有关规定执行。

混凝土在拌合站拌制生产，采用混匀土罐车运送至浇筑点，配合溜槽入仓浇筑。钢筋混凝土结构施工时，将钢筋上的泥土和油污，模板内的杂物等消除干净，缝间堵严。

混凝土及钢筋混凝土合理留设工作缝，浇筑完成后，12~18h 开始洒水养护，炎热天气时施工应提前养护，保持表面湿润，同时避免阳光的暴晒，上面覆盖草袋加以养护；气温低时采取保温措施，覆盖保温膜加强保温。

为避免施工干扰和施工损坏，防汛道路砼路面在其他工序基本完成后进行浇筑。

7.4.1.4 抛石填筑

抛石料由 10~15t 自卸车自临时中转料场运至填筑点进行抛填。自海堤侧向海侧单向车抛，采用 1~2m^3 挖掘机进行理坡。

7.4.1.5 大石块理砌

石料选用强度高、质地新鲜坚硬、耐风化、具有良好抗水性、无裂缝的大石块。经拣选后的大石块由 10~15t 自卸汽车运至施工点。

采用人工配合 1~2m^3 挖掘机运送至施工作业面进行理砌，大石块应大面朝下，摆放稳定，单重较小的石块可用于塞缝。

7.4.1.6 混凝土灌缝

外海侧镇压层大石块理砌完成后，利用软管将细骨料混凝土自上而下灌入大石块理砌缝内，灌缝深度不小于 40cm，混凝土用量按每平方米不小于 0.2m^3 控制。

7.4.1.7 混凝土预制块制作及安装

本工程主要有扭王字块体，混凝土扭王字块体在项目部预制场预制，采用 150t 履带吊装车，再由 50t 拖板车从预制场运至施工点，150t 履带吊并配合人工安装到位。

7.4.1.8 闭气土填筑

闭气土方施工前需对填筑范围内进行清基，清楚现状护面预制六角块、杂草、垃圾等。

闭气土方取自土料场，由自卸车 15t~20t 自卸车运至填筑点，再用抓斗式取土机将运来的闭气土料抓取至填筑点进行抛填。闭气土方应预留足够沉降固结量，待固结达到一定承载力后，采用人工进行修坡。

7.4.1.9 浅层固化

（1）材料要求：

①浅层固化采用水泥基材料作为固化剂，其掺入百分比为 7%-10%，，主要成分包括水泥、粉煤灰、矿渣微粉以及少量稳定剂，具体配比根据室内试验和现场试验确定。

②浅层固化处理技术的承载性能

对固化后处理区域进行荷载板试验，单个区块或每 300m 测试点不少于 1 处，固化 28 天后承载力不小于 150kPa。承载板尺寸不小于 0.5m×0.5m。

③就地固化处理层的强度（采用十字板剪切试验或静力触探）

a.利用十字板剪切试验对固化后的土体进行试验，单个区块或每 300m 测试点不少于 3 处，14 天后不排水抗剪强度不小于 90kPa 或 28 天强度不小于 130kPa。

b.或利用静力触探试验确定固化的土体的强度，单个区块或每 300m 测试点不少于 3 处，14 天后静力触探锥尖阻力不小于 0.9MPa 或 28 天锥尖阻力不小于 1.3MPa。

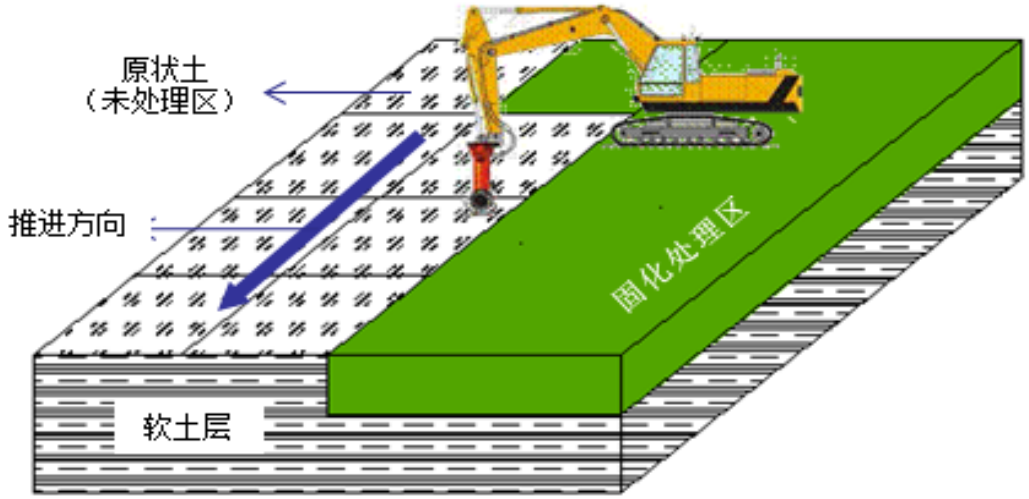
（2）施工工艺：

大规模施工前应选取典型路段进行固化试验，试验路段面积不低于 30m^2。该试验路段的另一个目的在于将就地固化层的强度指标（不排水抗剪强度或静力触探锥尖阻力）与承载力建立一个经验公式，以根据承载力要求确定合适的强度检测指标应用于大规模施工中。

①选定固化剂施工形式。含水率高于 50%，则建议采用粉剂或浆剂施工，对于严格控制扬尘的区域建议采用浆剂施工。

②划分区域。将欲进行固化处理的区域进行放样并划分区域，划分尺寸一般为 5m×5m 左右的处理区域，并根据该处理区域的处理厚度计算固化剂用量的配比和调制，并用固化剂自动定量供料系统设置固化剂含量。

③根据现场土样含水率的高低以及固化剂形式，施工采用垂直上下搅拌固化的方式（如下图），搅拌设备直插式对原位土进行搅拌，搅拌设备正向运行逐渐深入搅拌并喷射固化剂，直至达到固化设计底部，然后搅拌设备反向运行缓慢提升搅拌并喷固化剂，搅拌提升或下降的速率控制在 10～20s/m，固化剂的喷料速率控制在 100～200kg/min（粉剂）和 80～150kg/min（浆剂）。



④碾压和养护。固化搅拌完毕后，采用压路机碾压表面，固化土体养护 28 天至承载力达到搅拌桩施工设备进场要求时方可进行水泥搅拌桩施工，一般固化后养护 7～14 天可进行水泥搅拌桩或旋喷桩施工。

7.4.1.10　高压旋喷桩施工

（1）施工流程

高压旋喷注浆主要采用双管法施工，施工工艺如下：

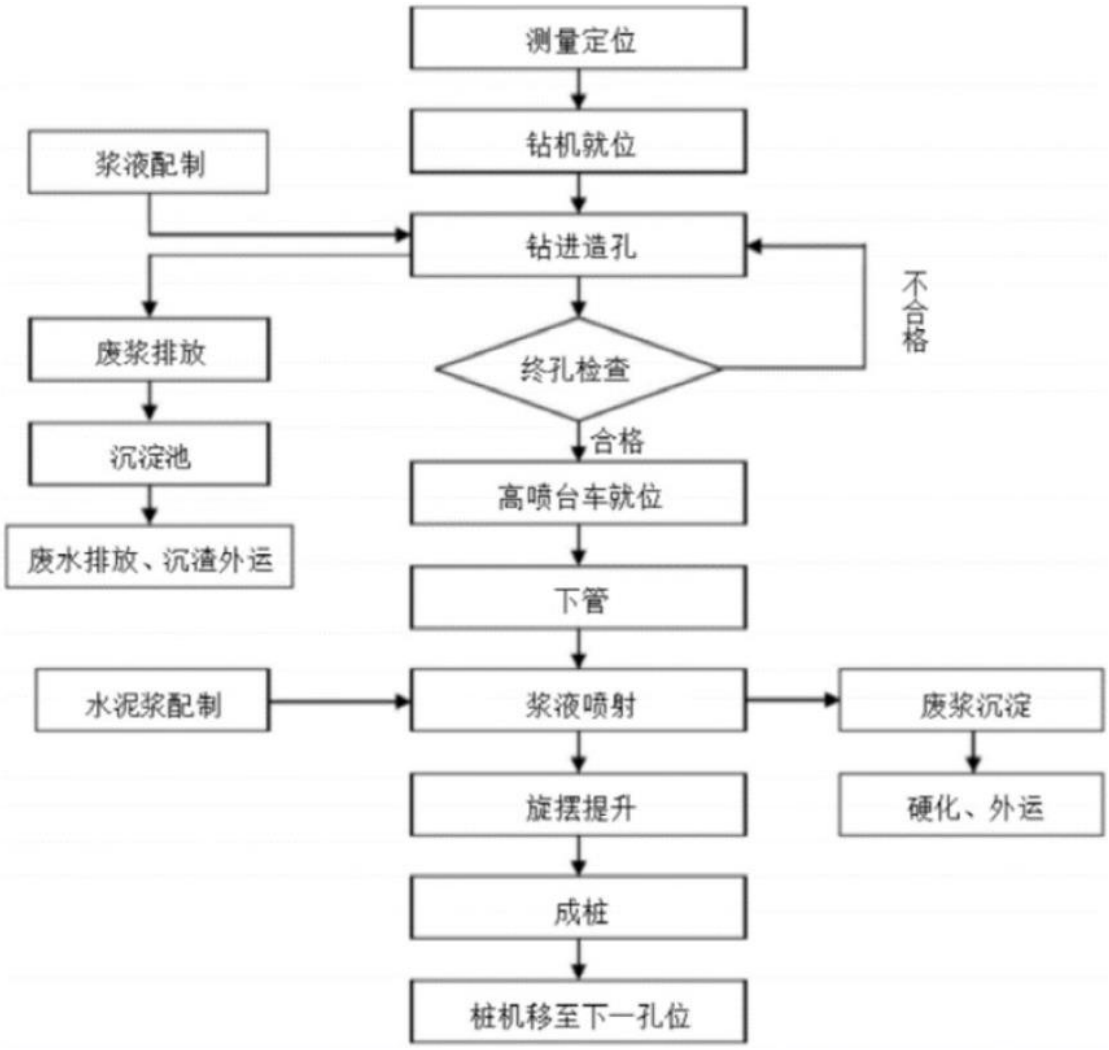


图 7.4.1-1　高压旋喷桩施工流程图

钻孔先采用 100~150 型岩芯钻机在块石层上钻引孔，然后采用 150 地质钻机进行钻孔。

灌浆施工时序：钻孔及旋喷按照“先两边、后中间”顺序进行旋喷施工，首先进行管道两侧旋喷桩施工，采取间隔交替进行，跳跃式成桩，相邻孔摆喷间隔时间为 24h 以上。

旋喷桩质量检验采用压水试验法，在工程施工时出现异常现象点进行压水试验。

（2）技术要求

①定孔位：高喷灌浆前，对灌浆孔统一编号，钻孔孔位与设计孔位误差控制在 50mm 以内。

②造孔：钻孔施工时，钻机安放要平稳牢固，钻进过程中随时检查钻机水平状况，钻孔偏斜率不超过孔深的 1%。在钻进过程中，经检查发现孔斜过大，应及时调整桩机水平度及钻杆垂直度，终孔后校量钻具，孔深精度控制在±10cm 以内。

③地面试喷：将喷射管下至设计深度，经现场质检人员检查认可后方可进行高喷灌浆施工，喷射过程中如遇特殊情况，如浆压过高或喷嘴堵塞等，应将喷射管提出地面进行处理，处理好后再进行施工。

④浆液配置：

水泥采用 42.5R 及以上普通硅酸盐水泥，水泥浆水灰比为 1：1，在制作水泥浆时，可适当掺入防沉淀外加剂（陶土、碱）2%~3%，速凝早强剂水玻璃、氯化钙等，掺入不小于 5％的粉煤灰或采用矿碴硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥防腐蚀。浆液密度为 1.67～1.70g/cm^3，每孔高喷灌浆结束后要统计该孔的材料用量。搅拌灰浆时，先加水，然后加水泥，每次灰浆搅拌时间不得少于 2 分钟，水泥浆应在使用前一小时制备，浆液在灰浆拌和机中要不断搅拌，直到喷浆前。喷浆时，水泥浆从灰浆拌和机倒入集料斗时，过滤筛，把水泥硬块剔出。水泥浆通过胶管送到旋转振动钻机的喷管内，最后射出。

⑤旋喷注浆：当喷管达到预定深度后，喷嘴就可同时喷射出高压浆液和空气两种介质的喷射流冲击破坏土体，即以高压泥浆泵等高压发生装置喷射出 20Mpa 左右压力的浆液，从内喷嘴中高速喷出。并

用 0.7MPa 左右压力把压缩空气，从外喷嘴中喷出。喷嘴一面喷射一面旋转和提升，由下而上进行喷射作业。值班人员时刻注意检查浆液初凝时间、注浆流量、压力、旋转提升速度等参数是否符合设计要求，并随时做好记录，绘制作业过程曲线。

⑥回填灌浆：喷射结束后，随即在喷射孔内进行静压充填灌浆，直到浆面不再下沉为止，保证高喷防渗墙固结后墙顶标高，回灌浆液一般采用邻孔高喷冒浆静压充填。喷射施工完毕后，将注浆管等机具设备用清水冲洗干净，管内不得残存水泥浆。

⑦工程质量保证措施

a.施工时严格控制各种施工参数，各工作环节设专人检测施工参数，制定班组自检自纠制度，接受甲方及监理人员的随机检查，确保工程质量，杜绝隐患。

b.及时、齐全、真实、正确积累原始资料，并定时向甲方及监理报送符合验收标准的有关资料。

c.隐蔽工程要经甲方及监理人员验收签证后方可进行下一道工序施工。

d.施工过程中应作好检测记录，发现问题应及时汇报处理，直至满足设计要求。

e.高压旋喷应全孔连续进行，若中途拆卸喷射管，则应进行复喷，搭接长度不小于 200mm。

7.4.1.11 水泥搅拌桩施工

水泥搅拌桩施工工艺流程为定位→搅拌下沉→提升、喷浆、搅拌→再搅拌下沉→提升、喷浆、搅拌→移位。

搅拌桩采用 42.5 号普通硅酸盐水泥，水灰比为 0.45～0.55。搅拌桩桩身水泥掺入比应根据单桩承载力、通过室内配比确定，设计水泥用量 65kg/m，水泥掺入量宜为被加固湿土质量的 20%以上。桩体 28 天无侧限抗压强度平均值应不小于 1.0MPa，最小值不应不小于 0.5MPa。预压期应不少于 6 个月。单桩承载力要求不小于 200kN。

桩体采用 4 搅 2 喷工艺施工。喷浆压力不小于 5.0MPa。搅拌桩施工设备应配有自动记录施打深度，水泥浆液泵送设备必须配置浆液自动计量装置，并记录浆液的瞬时喷入量和累计喷入量，保证送浆管路不得大于 50m。配置双台电机，单台电机功率不低于 45kw。当施工电流或转速发生突变时，应首先与设计桩长及地质资料对比分析，合理确定终孔深度。

大规模施工前必须先选取典型路段，通过试打获得合理的施工工艺参数，试桩数量不得少于 6 根，分别对试桩进行桩长、成桩质量、桩身强度、单桩承载力进行检测。当试桩路段检测完成，且提交试桩报告并分析确定各施工路段参数后，方可开始搅拌桩大面积施工。路基填筑须在水泥搅拌桩施工完养护 1 个月后进行。

7.4.1.12 泡沫混凝土施工

（1）材料要求：

泡沫混凝土干容重为 6.5～7.5kN/m³；28d 抗压强度≥1.0MPa，流动度为 180±20mm。

顶面以下 30cm 位置，底面以上 40cm 位置各设置一层网眼为 10cm×10cm 的钢丝网片，钢丝直径 6mm，钢丝网片纵横向搭接长度 25cm。抗拉强度≥1300MPa,焊点抗剪力≥2.1KN,断裂伸长率≥2.5%。不同网片之间焊接连接，纵向搭接长度 20cm，横向搭接长度 30cm。在泡沫混凝土上部设置至少 15cm 厚 C20 钢筋混凝土板兼做调平层，钢筋网采用 C12 钢筋，间距 15cm×15cm，纵向钢筋距板底 7cm，横向钢筋位于纵向钢筋之上。

（2）施工工艺

水泥及外加剂的各项指标除应符合其产品标准外，还应满足泡沫混凝土的抗压强度、流动度及气泡稳定性等对原材料的要求，水泥应采用 42.5 及以上强度等级的硅酸盐水泥。

①发泡剂应满足如下要求：

a.稀释倍率≥60，发泡倍率≥20；

b.产生的气泡应均匀、细密，直径应小于 1.0mm；

c.产生的气泡泌水率低，稳定性好，且互不连通。

②模板

泡沫砼浇筑需要采用模板或保护壁。为了防止流体泡沫混凝土溢出，壁板之间、壁板与地基之间要严密，防止漏浆。应采用纵横肋或柱进行加固，接头应该牢靠。另外保护壁定位应以设计线放样为准，避免路基宽度不足。

③泵送

泡沫混凝土浇注施工宜采用配管泵送方式。就目前泡沫混凝土的配合比，在确保材料不离析、气泡的稳定性等的前提下，允许泵送最大距离为500m。泡沫混凝土中的气泡要保持其独立细微而分布均匀的特性。因此施工过程中要避免过度振动。

④养生

泡沫砼顶层浇筑好后应及时覆盖塑料薄膜或土工布，并禁止机械在上部行走，路面施工必须在顶层泡沫砼养护不少于28天以后进行。遇到大雨应停止泡沫砼的浇筑，并对未终凝的泡沫砼采取遮雨措施；夏季施工应避免在中午高温时段施工。泡沫砼浇筑最小宽度及最小厚度均不得小于1m。

7.4.1.13 干砌块石挡墙施工

砌筑所用块石应大小均匀，表面洁净，湿润且块石中部厚度不小于20cm。块石表面无污垢，水锈等杂质，表面应色泽均匀，砌筑的位置、高程符合设计要求，按放样挂线进行砌筑。护坡外露表面的坡顶和侧边、干砌石挡墙的外露面，应选用较整齐的石块砌筑平整。

7.4.1.14 沥青混凝土路面施工

沥青混凝土路面主要施工工序为：拌合→运输→摊铺→摊铺层碾压→成品保护。

（1）拌和

沥青混凝土拌和时要控制其温度、油石比及材料级配，工地试验室要随时抽检油石比及级配。拌和过程中常见的缺陷是混合料油石比

不准确或温度不一致，下雨没有覆盖碎石及砂，也会造成混合料含有较高的水分。不合格的混合料是不能出场的。严格控制沥青拌和料的出厂温度在 140-165 度之间。

（2）运输

沥青混凝土运输时宜用 10t 以上的自卸汽车，装料前在汽车翻斗内抹一层柴油与水的混和物，以防止粘料。另外，装好料的汽车要用保温布覆盖，然后可以出场。控制运输时间满足相关规范要求。

（3）摊铺

运料车辆到达摊铺机作业面时，摊铺机要调好初始状态。摊铺机熨平板的仰角要准确，行走速度要稳定，找平装置能正常的工作。摊铺机正常作业时，方向的调整很重要。另外，对履带底部下面的基层上的杂物要清除干净。摊铺机要连续作业，如因故停止时间超过 1h，就要设置横缝。沥青混凝土摊铺正常温度应控制在 110-130 度，不低于 110 度。

（4）摊铺层碾压

摊铺成型后及时进行碾压，碾压前技术人员要认真检查，发现有局部离析及边缘不规则时要进行人工修补。轻型双钢轮压路机先稳压一遍，稳压时尤其要注意起步及停车的速度。碾压时力求速度均衡、行走要直、工作面长度不要大于 50m。稳压完成后即可进行复压，复压完毕后用轮胎压路机进行终压。压路机的行走速度控制在 4km/h，必须带有碾压轮洒水功能。

（5）成品保护（早期养护）

①沥青混凝土碾压压实成型后的路面应进行早期的养护，并封闭交通 2-6 小时。开放交通初期，应设置专人指挥，车速不得超过 20 公里每小时，并不得刹车或掉头。在未稳定成型的路段上，严禁兽力车和铁轮车通过。当路面有损坏时，应及时修补。

②养生方法应将透水无纺土工布湿润，然后人工覆盖在碾压完成的基层顶面。覆盖 2h 后，再用洒水车洒水。在养生期内应保持基层处于湿润状态。养生结束后，应将覆盖物清除干净。在养生期间应采取硬隔离措施封闭交通，严格禁止施工车辆通行。

（6）质量控制

①基层和面层结合应良好，基层表面应平整、稳定、结构均匀，无松散颗粒，具有一定的粗糙度。沥青混凝土面层各层宜连续施工，各层之间必须洒粘层油。

②沥青路面施工加强施工过程质量控制，实行动态质量管理，进行沥青混合料的“过程控制”（在线监测）和总量检验。

③沥青混凝土施工时应严格控制生产和施工质量，特别注意施工温度和压实。施工温度包括拌和、摊铺、压实温度，都必须严格按照有关规范控制。

④沥青面层不得在雨天施工，当施工中遇雨时，应停止施工，改性沥青混凝土摊铺施工气温不得低于 10℃以下。

⑤碾压后的路面在冷却前，任何车辆机械不得在路面上停放，并防止矿料、杂物、油料等落在新铺的路面上，路面冷却至 50℃后才开放交通。

7.4.1.15 种植土填筑及坡面绿化

选择根系发达，植株健壮的植物，施工中严格按照《城市园林绿化工程施工及验收规范》进行。

（1）种植土填筑

由土料场开采表土供应，用 1m³挖土机挖，10t 自卸汽车运至工地，人工铺土，土层厚度：草坪不小于 30cm，小灌木不小于 30cm，大灌木不小于 45cm，浅根性乔木不小于 60cm，深根性乔木不小于 90cm。

（2）草皮营造

采用纵横向后退播种，播种后应轻耙土镇扭使种子入土 0.2cm。播种后根据天气情况每天或隔天喷水，待幼苗长至 3cm～6cm 时可停止喷水，但应经常保持土壤湿润。

（3）灌木栽植

a.回填底部植土

拌有基肥的土为底部植土，在接触根部的地方应铺放一层没有拌肥的干净植土，使沟深与土球高度相符。

b.排放苗木

将苗木排放到沟内，土球较小的苗木应拆除包装材料再放入沟内；土球较大的苗木，宜先排放沟内，把生长姿势好的一面朝外竖直看齐后垫上固定土球，再剪除包装材料。

c.填土插实

填入好土至树穴的一半时，用木棍将土球四周的松土插实，然后继续用土填满种植沟并插实。

d.淋定根水

栽植后，必须在当天对灌木淋透定根水。

（4）乔木栽植

a.回填底部植土

以拌有基肥的土为树坑底部植土，使穴深与土球高度相符；尽量避免深度不符来回搬动。

b.摆放苗木

将苗木土球放到穴内，土球较小的苗木应拆除包装材料再放穴内；土球较大的苗木，宜先放穴内，把生长势好的一面朝外，竖直看齐后垫土固定土球，再剪除包装材料。行列树一般要求按从粗到细、从高到低进行排列。

c.填土插实

在接触根部的地方应铺放一层没有拌肥的干净植土，填入好土至树穴的一半时，用木棍将土球四周的松土插实，然后继续用土填满种植沟并插实，使种植土均匀、密实地分布在土球的周围。

d.淋定根水、立支架

栽植后，必须在当天淋透定根水。

e.支柱保护

乔木必须要求每株支柱保护，支柱材料以长度为 2m～3m 的竹竿、杉杆为主，采用三角支撑，并捆绑拧紧，随时注意加固，同时，对绿地边沿要设置围栏，加强围护。

f.坡面植物种植时间宜安排在每年的 3~6 月和 10 月~次年 1 月份，并尽量避开恶劣极端天气，以提高植物成活率。

7.4.2 水闸工程

本工程对目鱼排涝闸进行提标加固，主要建设内容包括外海侧消浪堤、门槽埋件更换、闸门更换、挡墙加高、混凝土表面涂层补强以及信息化设备安装等。主要施工工序为：门槽埋件更换→机电安装、闸门安装→混凝土表面涂层施工→外立面改造。

7.4.2.1 门槽埋件更换

采用手持式风镐将需要更换的埋件进行人工拆除，拆除现状锈蚀严重的金属埋件，清洗干净后再进行埋件安装。

埋件安装和二期砼采用搭设脚手架进行施工，按先埋设底槛，后埋设主机轨、反轨、侧轨及门楣的顺序进行。

7.4.2.2 闸门更换

待门槽埋件检查、测量合格后，再进行闸门安装。

闸门在项目部预制场预制，强度达到安装要求后，采用 100t 汽车吊装车，由 50t 平板车运至水闸，由启闭机或扒杆将闸门吊入门槽内进行启闭试验。

7.4.2.3 混凝土表面涂层施工

涂层施工主要施工工序为：清理→涂刷→养护。

（1）清理

清理干净需要施工的区域，对混凝土表面浮浆、反碱、尘土、油污以及表面涂层等杂物必须清除干净，确保混凝土表面洁净。

（2）涂刷

①人工涂刷渗透结晶材料浓缩剂：在施工区域涂刷浓缩剂，按体积配合比渗透结晶材料浓缩剂：水=1:0.4，将经过计量的粉和水倒入搅拌容器内充分搅拌均匀，待处理的混凝土表面用水湿润，用半硬性鬃毛刷均匀用力往返涂刷。一般涂刷一层的用量为 0.65~0.8kg/m^2。

②再次涂刷渗透结晶材料浓缩剂：涂刷第二层渗透结晶材料浓缩剂时，可在第一层涂料达到初凝后仍呈潮湿状态时进行，一般在第一层施工后 3～4h 后 48h 内进行，当发现第一层涂料干燥太快时，应稍浇水湿润，但不允许有明水，再刷第二层涂料。二次涂刷后应确保用量在 0.8～1kg/m^2，厚度约在 1～1.2mm。

（3）养护

当渗透结晶材料涂层固化到不会因洒水而流淌时，即应开始用雾状净水喷洒养护，养护频率以渗透结晶材料表面不干燥为准，养护 3～7 天。

7.4.2.4 其他

其余混凝土及钢筋混凝土结构施工工艺与海塘工程相同。

7.5 施工交通运输

7.5.1 对外交通运输

本工程位于浙江省玉环市境内，水陆交通均较为发达。

公路：可通过坎门海堤南侧坎门街道市政路网通至 G1523 甬莞高速公路、G228 国道、S76 省道等主要交通干道，人员和材料可由此入场；

铁路：玉环市无铁路过境，周边有杭绍台铁路经过，设有温岭站、雁荡山站和乐清站；

水路：玉环临海，海运便利，工程所需外来建筑材料及大型机械设备可水路运至坎门海堤南侧现状码头，再经临时道路运至各施工点，或直接运至施工点。

本工程对外交通条件便利。

7.5.2 场内交通运输

本工程现状海堤及水闸等主要建筑物之间已有交通道路，宽 7.0m，满足施工要求。

根据工程施工程序及地形条件，本工程的施工临时设施布置在坎门海堤西南侧空地上，根据施工布置，设置 2 条施工临时道路，总长 400m。

（1）下海堤通道

在坎门海堤北段南侧设置堤顶下镇压平台通道，长约 100m，道路采用泥结碎石路面，路面宽 6.0m。

（2）项目部通道

在项目部与现状道路之间布置临时道路，道路采用混凝土路面，路面宽 6.0m，长约 300m。

7.6 施工工厂设施

7.6.1 布置原则

根据工程布置特点及施工条件，各分部工程主要采取集中布置的原则。并遵循因地制宜，有利生产、方便生活、安全可靠、易于管理，注重环境保护、减少水土流失，充分体现人与自然和谐相处、经济合理的原则，就近布置施工临时设施。施工临时设施主要布置于坎门海堤西南侧空地上。

7.6.2 施工工厂设施

施工辅助设施布置按集中与适当分散布置相结合，有利生产，方便生活，易于管理的原则进行。布置时考虑尽可能提高机械化程度，减少劳动力使用量，尽量利用工程地处城区的有利条件，充分利用社会资源，减少生活福利及机械综合修配场，汽车保养场等修配加工企业的建筑面积，尽量少占农田。

按上述原则，并根据工程的分布情况及现场实际施工条件，生活福利及辅助企业宜采取集中布置管理，集中布置于坎门海堤西南侧空地上。其中办公管理用房及生活区靠西侧布置；辅助企业主要为仓库、拌和系统、堆料场、加工厂、修配厂等布置于东侧，预制厂布置于目鱼屿空地上，总占地面积约15000m^2，其中临时房屋建筑面积7000m^2，其他拌和站及各类堆场等8000m^2。

表7.6-1　　施工临时房屋建筑面积

项目名称	单位	数量	备注
加工厂/汽修厂	m²	1000	
物资材料仓库	m²	1000	
办公管理用房	m²	3000	
生活用房	m²	2000	
合计	m²	7000	

7.6.2.1 砂石加工系统

本工程所需混凝土粗细骨料，均从市场采购，运送至堆料场堆放，因此本工程不另设砂石料加工系统。

7.6.2.2 拌和系统

本工程钢筋混凝土空箱、预制块体等，混凝土用量大，因此，本工程设置 1 处拌合站，设计生产能力为 5000m^3/月，占地面积约 500m^2，配套砂石骨料堆场 2000m^2 及水泥仓库面积 1000m^2，设在拌和站附近。

另外再布置 1 台 0.4m^3 的移动式混凝土拌和机，用于零星混凝土结构施工。

7.6.2.3 预制场

本工程有大量混凝土预制块预制工作，因此本工程设置 1 处预制场及预制块堆场，面积 3000m^2，设在目鱼屿空地上。

7.6.2.4 中转料临时堆场

本工程设置 1 处中转临时堆场，主要用于临时堆置土石方利用料以及临时占地部分剥离表土，与拌和砂石骨料堆场联合布置，面积 1500m^2。

7.6.2.5 供水、供电、供风系统

施工用水：自现有附近自来水管道接叉管至施工场地，再接叉管至各施工区。

施工用电：施工用电根据现场实际需要，在施工工区设置 1 台 550kVA 变压器，经降压后接入工地，并在海堤沿线配置 2 台柴油发电机；生活用电可接自当地电网。

施工用风：主要集中水闸埋件拆除及加工厂使用，在目鱼排涝闸及加工厂分别布置 2m^3 空压机 2 台。

7.6.2.6 施工通信

本工程位于玉环市坎门街道，临近城区，中国移动、中国联通及中国电信等现有通讯网络发达，不另外增设施工通信系统。

7.6.3 土石方平衡及渣场规划

本工程土石方开挖（拆除）总计 13.41 万 m^3，其中土方开挖 3.20 万 m^3，石方开挖 2.64 万 m^3，大石块拆除 7.57 万 m^3；本工程混凝土及灌砌块石结构拆除 2.21 万 m^3。本工程共需闭气土填筑 8.09 万 m^3，种植土 2.95 万 m^3，抛石料 8.44 万 m^3，各类砌石料 9.56 万 m^3，土石混合料 4.72 万 m^3，碎石料 4.42 万 m^3，景观叠石 0.09 万 m^3。

所有开挖（拆除）石料 10.21 万 m^3 以及所有混凝土及灌砌块石结构拆除料 2.21 万 m^3 破碎处理后均可作为石方利用料，不足部分石料及景观叠石需由附近市场采购；开挖土方中有 1.42 万 m^3 为闭气土开挖料可作为利用料，1.78 万 m^3 为闭气土表层清基土料，无法利用，

均运至业主指定弃渣场，不足部分由附近市场采购；无可利用种植土料，均由附近市场采购。

表 7.6.3-1　　土石方平衡表

挖方类型	部位	开挖/拆除方量（万 m^3）	利用料		弃方	
			利用量（万 m^3）	利用部位	弃方（万 m^3）	处置方式
土方开挖	闭气土坡脚	1.41	1.41	防汛路基底部闭气土	0	运至业主指定弃渣场
	闭气土表层清基	1.78	0	/	1.78	
石方开挖/拆除	海堤堤身	2.46	2.46	坎门海堤北段新城湖侧堤脚抛石	0	
	连接道路	0.18	0.18			
	海堤镇压层	7.57	7.57	镇压层层大石块理砌护面及抛石填筑		
砼/灌砌块石拆除	砼路面	1.04	1.04	坎门海堤北段防汛道路土石混合料路基	0	
	砼预制六角块	0.75	0.75			
	砼灌砌块石挡墙	0.42	0.42			
合计		15.62	13.84	/	1.78	

7.6.4 施工占地

施工占地主要包括临时施工道路、拌合站、砂石骨料堆场、辅助企业加工厂、预制场、仓库、临时办公及生活福利设施等临时设施，其中临时设施房屋、料场及拌合场总面积 22.50 亩，根据施工设施布置情况，共需占地 30.00 亩，另外临时施工道路占地 2.70 亩，施工临时设施共占地 32.70 亩。

7.7 施工总进度

7.7.1 进度安排原则

（1）遵循“安全合理施工、缩短建设周期、提高投资效益”的原则。考虑工程建设的重要性，在施工程序合理、施工条件允许的前提下，尽可能加快施工进度，使工程效益得以早日发挥。

（2）在编制施工进度时，考虑通过施工进度的合理安排和工期控制，协助业主在招投标过程中淘汰综合实力较弱的施工企业，选择综合实力较强的、施工技术和工艺相对较为成熟的，整体机械化水平和效率较高的施工企业。

（3）参照类似工程，并结合本工程特点及工程量，安排总工期为 30 个月。

7.7.2 施工分期及关键线路

本工程施工分四个阶段，即工程筹建期、工程准备期、主体工程施工期及工程完建期。

（1）施工筹建期

工程筹建期不包括在总工期内，计划为 3 个月，主要进行政策处理及施工招投标等工作。

（2）施工准备期

施工准备期 2 个月，计划从第一年 1 月~2 月，主要完成临时生产、生活、文化福利用房、仓库、辅助企业等设施，为主体工程开工创造有利条件。

（3）主体工程施工

本工程主体工程施工计划 27 个月，主要节点安排如下：

a.第一年 3 月，完成海堤闭气土表面清基；

b.第一年 10 月，完成新城湖侧地基处理；

c.第二年 2 月，完成防汛道路路基施工

d.第二年 4 月，完成水闸混凝土补强及闸门更换；

e.第二年 5 月，完成水闸外海侧消浪堤施工；

f.第二年 11 月，完成石方开挖及钢筋混凝土空箱施工；

g.第三年 1 月，完成闭气土方填筑；

h.第三年 3 月，完成围区景观绿化施工；

i.第三年 4 月，完成外海侧镇压层修缮、外海侧堤脚抛石及预制块体安装；

j.第三年 5 月，完成水闸外立面改造，完成信息化建设，路面及铺装施工。

（4）完建期

完建期为第二年 6 月，完成扫尾工作，达到完工要求。

表 7.7-1　　工程总进度表

序号	工程项目	第一年												第二年												第三年					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
一	施工准备工程																														
二	主体工程																														
(一)	海堤工程																														
1	海堤闭气土表面清基																														
2	浅层固化																														
3	D60双管高压旋喷桩打设																														
4	土石混合料路基																														
5	C35F100砼扭王块安装																														
6	C35F100砼四脚空心块安装																														
7	D70高压旋喷桩打设																														
8	D70水泥搅拌桩打设																														
9	泡沫砼浇筑																														
10	抛石填筑																														
11	闭气土方填筑																														
12	C40W4F100钢筋砼空箱																														
13	景观融合提升																														
14	堤顶结构																														
(二)	水闸改造																														
1	外立面改造																														
2	砼表面补强施工																														
3	门槽施工及闸门安装																														
4	信息化建设																														
(三)	消浪堤																														
1	D120 C40F100钢筋砼柱																														
2	C40F100钢筋砼消浪梁																														
3	C40F100钢筋联系梁																														
4	C40F100钢筋砼板																														
5	C40F100钢筋挡墙																														
三	扫尾工程																														

7.7.3 主要技术供应

（1）主要材料供应

水泥 200667t，钢筋 4207t，石料 27.23 万 m^3（其中抛石混合料 8.44 万 m^3，砌石料 9.56 万 m^3，土石混合料 4.72 万 m^3，碎石 4.42 万 m^3，景观叠石 0.09 万 m^3），闭气土 8.09 万 m^3，种植土 2.47 万 m^3。

（2）劳动力供应

本工程共需劳动力 20 万工日，高峰期施工强度为 280 人/日，平均施工强度为 220 人/日。

（3）主要施工机械设备

表 7.7.3-1　　主要施工机械设备表

序号	机械名称	规格	单位	数量
1	手风钻	01-30	台	20
2	空压机	4L-40/8	台	4
3	载重汽车	10～20t	辆	15
4	自卸汽车	5~10t	辆	6
5	交通船	20t	艘	1
6	装载机	1～2m^3	台	4
7	推土机	T120 型	台	1
8	挖掘机	1m3～2m^3	台	3
9	柴油发电机组	200kVA	台	2
10	振捣棒	平板式	台	4
		插入式	台	10
11	水泵	3B19	台	6
12	机修机械		套	6
13	履带式起重机	150~200t	台	1
14	沥青摊铺机		台	1
15	压路机	10t	台	1

7.8 主要危险源辨识及防范措施

为确保施工安全，在工程施工前必须确定危险源，必须对各类作业活动的危害进行了辨识，并应用适当的安全科学分析方法，从危害的严重程序、危害发生的可能性、危害发生时造成的后果等方面出发，进行危险评价。

本工程重大危险源有：施工中的拆除作业坍塌倒塌、船舶倾覆、船舶碰撞、电击、机械伤害、淹溺、高处坠落、物体打击、外来撞击、围堰垮塌、起重机倾翻、吊装结构失稳、模板坍塌等等危险源，工程区位于沿海地区的防台度汛安全及施工机械车辆安全、施工用电安全等。

（1）拆除作业坍塌倒塌事故预防措施

a.拆除工程在施工前，应且编制施工组织设计，经总工程师批准后，才可以动工。较简单的拆除工程，也要制定切合实际的安全措施。

b.拆除工程在施工前，要组织技术人员和工人学习施工组织设计和安全操作规程。

c.拆除工程的施工，必须在工程负责人员的统一领导和经常监督下进行。

d.作业人员从事拆除工作的时候，应该站在脚手架或者其他稳固的结构部分上操作。

e.拆除建筑物，应该自上而下顺序进行。当拆除某一部分的时候，应该防止其他部分发生坍塌。

f.拆除建筑物的时候，上结构不许有多人聚集和堆放材料，以免发生危险。

g.在高处进行拆除工程，要设置流放槽，以便散碎废料顺槽流下。拆下较大的或者沉重的材料，要用吊绳或者起重机械及时吊下或者运走，禁止向下抛掷。拆卸下来的各种材料要及时清理，分别堆放于一定处所。

（2）船舶倾覆事故预防措施

a.提高船岸人员职业素质。

b.规范船员操作，消除不安全行为。

c.健全维护保养制度，确保机电设备正常运转。

d.掌握天气动态，规避灾害天气。

e.健全应急演习制度。

（3）船舶碰撞事故预防措施

a.梳理本质化安全观念，远离航行危险。

b.熟悉船员素质，重视值班安排。

c.保持正规瞭望，综合考虑“人、机、环境、管理”要素。

d.灵活运用安全航速。

e.严格遵守航行规则，包括分航道法，定线制等。

f.正确使用雷达、舵、主机、声号、VHF。

g.健全设备维护制度，预防船舶操纵失控。

h.健全施工安全管理。

（4）电击事故预防措施

a.操作人员（电工）必须经过有关部门的培训，考试合格取得操作证后方可持证上岗。

b.电工必须严格按照电工安全技术操作规程进行操作，在作业过程中应集中思想，不能麻痹大意，防止操作时失误而引起的事故。

c.电工在作业过程中，线路上必须断电，禁止带电操作。

d.使用的电气设备，其金属外壳应按照安全规程进行保护性接地或保护接零。对保护接地或保护接零的设施要经常检查，保证连接牢固，线路正常。在保护接地或保护接零的导线上不得有任何断开的地方，潮湿环境必须装设漏电保护装置。

e.用电气设备和各种电动工具，当人离开工作场或暂停使用时，必须先拔除插头，关闭电源。

f.需要临时用电装置，必须办理临时用电申请手续，经同意后方可装设，不能私自接装。

g.临时线路装置使用期限一般规定为三个月，要指定电工装拆、检查和管理。

h.禁止在带电导线、带电设备附近使用火炉或喷灯。

i.施工用电与生活用电线路必须分开架设，动力与照明的保险器必须分开。

j.变电配电室内严禁吸烟，不准堆放杂物，保证室内通道和室外道路的通畅。

k.施工人员用电要遵守“十不准”：不准任何人玩弄电器设备和开关；不准非电工拆装、修理电器设备和用具；不准私接电器设备；不

准使用绝缘损坏的电器设备；不准私用电热设备和灯泡取暖；不准擅自移动电器安全标志、围栏等安全设施；不准使用检修中的设备；不准不办手续而进行施工任务，以防损坏地下电缆。

（5）机械伤害事故预防措施

a.操作人员必须经过培训，考试合格取得操作证后方可持证上岗。

b.操作人员要严格按照机械设备的安全操作规程操作，并且正确穿戴好个人的防护用品。

c.要经常对设备进行观察和维护，及时清除杂物。

d.机械设备的零部件的强度、刚度应符合安全技术要求。

e.机械设备的电气装置必须符合安全的要求。

f.机械设备要根据有关安全要求，装设合理、可靠、不影响操作的安全装置。

g.操作人员必须按规定正确使用安全装置，不能将其拆掉不用。

h.操作人员自己应在机械设备运行前，按运行规定进行安全检查，防止设备带故障运行。

（6）淹溺事故预防措施

a.水上施工前首先对进场施工作业人员进行安全交底，告知现场危险源点和安全要求及注意事项。

b.进入水上施工作业区域的所有施工作业人员必须按照项目部制定安全生产管理规定要求执行，穿戴好安全防护用品；如：安全帽、救生衣、高空作业系好安全带等。

c.水上施工作业区域周边设置防护栏杆，防止施工作业人员落水发生事故。

d.施工作业时，禁止一人施工作业，施工作业必须两人以上方可进行施工作业。

e.夜间施工作业时，现场必须保证足够的照明设施。

f.现场各施工班组、现场管理负责人员在管理好生产工作的同时也要监督现场安全生产。

g.现场设置的安全警示牌、警示灯、警示红旗任何施工人员不得擅自移动或拆除，如因工作需要，联系现场管理人员和项目部领导及安全部门同意以后，到现场监督或重新设置。

h.水上施工区域部位及周边设置安全警示牌、警示灯和警示红旗，设置在醒目部位。目的为了防止过往运输船舶和施工作业人员的安全所采取的预防预控措施。

（7）高处坠落事故预防措施

a.严格遵守高处作业相关的安全规定和操作规程。

b.按照规定要求逐级进行有针对性的、分部分项的安全技术交底。

c.施工作业前进行相关教育。

d.作业人员严格遵守安全生产操作规程。

e.作业人员正确穿戴和使用合格有效地劳动防护用品。

f.作业平台要有符合标准的防护护栏（基坑四周要有围栏）。

g.现场要有安全警示标志。

h.重点部位施工要设专职监控人员进行管理。

（8）物体打击事故预防措施

a.强化安全教育，提高安全防护意识，提高安全操作技能。

b.正确使用个人防护用具。

c.合理组织交叉作业，采取防护措施。

d.拆除作业时应有监护措施，有施工方案，有安全交底。

e.起重吊装作业制定专项安全技术措施。

f.对起重吊装工进行安全交底，落实“十不准”措施。

g.安全通道口、安全防护棚搭设双层防护，确保符合安全规范要求。

h.加强安全检查，严禁向下抛掷物体。

i.材料堆放时应控制高度，特别是临边作业。

j.高处作业应进行交底，工具入袋，严禁抛物。

k.模板作业有专项安全技术措施，对施工人员有交底，现场有检查，严禁大面积橇落。

（9）外来撞击事故预防措施

为防止安全事故的发生，在水上施工平台按相关要求设置警示标牌、安全标识牌和防护栏，夜间河道作业区域布置警示照明灯，电工经常检查，发现损坏及时更换。

（10）围堰垮塌事故预防措施

a.对操作人员进行安全思想教育，提高操作人员安全意识，实行培训持证上岗制度，不经培训或无证者，不得进行上岗操作。

b.水上施工作业人员须严格遵守水上施工安全防护相关规定，所有进入作业区人员均须戴好安全帽，穿好救生衣，必要时拴挂好安全带。

c.深基坑四周设防护栏杆，人员上下要有专用爬梯。

d.在围堰开始抽水时，要派人定时进行观检，时刻注意并记录围堰变化情况。

e.用吊车进行水平和垂直起吊时，对吊车起吊能力和吊起后是否稳定进行实测，保证在起吊时安全可靠，防止发生意外安全事故。

f.人工修整基坑时，操作人员之间要保持安全距离，一般大于2.5m。多台机械开挖，挖土机间距要大于 10m。挖土自上而下，逐层进行，严禁先挖坡脚的危险作业。

g.在基坑边沿处，必须按规范设两道 1.2m 高的牢固栏杆和悬挂危险标志，并在夜间挂红标志灯。严禁任何人在深坑处休息。

h.夜间施工时，施工场地应有足够的照明。

i.非机电专业操作人员不得擅自动用基础机电设备。

（11）起重机倾翻事故预防措施

a.起重机行驶的道路必须平整、坚实、可靠，停放地点必须平坦。

b.起重机不得停放在斜坡道上工作，不允许起重机两条履带或支腿停留部位一高一低或土质一硬一软。

c.起吊构件时，吊索要保持垂直，不得超出起重机回转半径斜向拖拉，以免超负荷和钢丝绳滑脱或拉断绳索而使起重机失稳。起吊重型构件时应设牵拉绳。

d.起重机操作时，臂杆提升、下降、回转要平稳，不得在空中摇晃，同时要尽量避免紧急制动或冲击振动等现象发生。未采取可靠的技术措施和未经有关技术部门批准，起重机严禁超负荷吊装，以避免加速机械零件的磨损和造成起重机倾翻。

e.起重机应尽量避免满负荷行驶；在满负荷或接近满负荷时，严禁同时 进行提升与回转（起升与水平转动或起升与行走）两种动作，以免因道路不平或惯性力等原因引起起重机超负荷而酿成翻车事故。

f.当两台吊装机械同时作业时，两机吊钩所悬吊构件之间应保持5m 以上的安全距离，避免发生碰撞事故。

g.双机抬吊构件时，要根据起重机的起重能力进行合理的负荷分配（吊重质量不得超过两台起重机所允许起重量总和的 75%，每一台起重机的负荷量不宜超过其安全负荷量的 80%）。操作时，必须在统一指挥下，动作协调，同时升降和移动，并使两台起重机的吊钩、滑车组均应基本保持垂直状态。两台起重机的驾驶人员要相互密切配合，防止一台起重机失重，而使另一台起重机超载。

h.吊装时，应有专人负责统一指挥，指挥人员应位于操作人员视力能及的地点，并能清楚地看到吊装的全过程。起重机驾驶人员必须熟悉信号，并按指挥人员的各种信号进行操作：指挥信号应事先统一规定，发出的信号要鲜明、准确。

i.起重机停止工作时，应刹住回转和行走机构，锁好司机室门。吊钩上不得悬挂构件，并应升到高处，以免摆动伤人和造成吊车失稳。

（12）吊装结构失稳事故预防措施

a.构件吊装应按规定的吊装工艺和程序进行，未经计算和采取可靠的技术措施，不得随意改变或颠倒工艺程序安装结构构件。

b.构件吊装就位，应经初校和临时固定或连接可靠后才可卸钩，最后固定后方可拆除临时固定工具。高宽比很大的单个构件，未经临时或最后固定组成一稳定单元体系前，应设溜绳或斜撑拉（撑）固。

c.构件固定后不得随意撬动或移动位置，如需重校时，必须回钩。

（13）模板坍塌事故预防措施

a.办理项目施工许可证。施工单位、分包单位具备施工资质、安全生产许可证。劳务合同、安全生产管理协议齐全。备案项目经理在岗，项目经理、项目技术负责人持注册一级建造师证书、安全 B 本。施工单位、分包单位专职安全管理人员配置齐全。

b.严格把控钢管、扣件进场验收，对不符合规范要求的构配件退场处理。提供材料出厂合格证、型检报告、复试报告。材料进场后定期对构配件进行（租赁）保养。

c.架体选型选用盘扣架。搭设高度超过 5 m 以上的模板支架，项目技术负责人必须制定专项方案，施工方、监理方履行方案审核签字手续，超过 8 m 以上的模板支架，施工单位必须组织专家论证。严格按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（建设部令第 37 号）文件要求开展。方案内容应符合规范要求，结合现场实际，具有针对性、可操作性。严格执行方案交底、技术交底、安全技术交底。

d.现场班组接受技术交底、安全技术交底。搭设阶段相关人员必须接受入场安全教育培训、三级教育培训。现场设有管理人员（应接受过方案交底的）旁站监督，实时要求班组按照方案搭设，杜绝现场作业班组违章指挥、违规操作。重点监控对架体基础、垫板、底座，扫地杆、主杆设置及间距，斜杆、剪刀撑设置，架体与周边结构连接等环节是否满足规范要求。未按照方案要求搭设的，要求并监督分包单位立即整改。从事搭设的特种作业人员必须持证上岗。

e.模架体系完成搭设后，由项目技术负责人组织相关人员进行安全验收。重点验收扫地杆、主杆设置及间距，立杆自由端高度，顶部托撑、剪刀撑、斜杆设置，架体与周边结构连接等是否满足规范要求。验收合格后方可进行混凝土作业， 验收不合格必须按照整改意见落实完毕后，再进行验收，合格后方可进行下一道工序。

f.现场应具备浇筑条件，有浇筑申请，签字审批手续齐全有效。备案项目经理带班在岗，现场有管理人员旁站监督。现场浇筑前排查，杜绝人为因素增加上部荷载超过允许值，混凝土泵管应单独架设，严禁与架体连接。现场浇筑混凝土应按照方案规定“先浇筑墙、柱，后浇筑梁、板”或“对称浇筑”的程序浇筑。现场浇筑应避免作业面受泵送混凝土冲击荷载，混凝土应及时摊铺，避免大量堆积。浇筑混凝土阶段，杜绝作业人员违章操作，私自拆除模架杆件。现场拆模阶段。

g.现场有管理人员旁站监督。混凝土强度不足，严禁拆模。拆模阶段，应按照拆模顺序施工。先拆非承重模板，再拆承重模板；先拆

侧模，后底模。遵循先支后拆，先拆非承重部位，后拆承重部位以及自上而下的原则。

（14）夜间施工安全措施

a.夜间施工时，现场必须有符合操作要求的照明设备，栈桥、平台配置齐全标志灯；

b.作业人员必须遵守劳动纪律和操作规范，严禁违章作业；

c.作业时应戴好各种防护用品，如安全带、安全帽、防滑鞋等

7.9 文明标化工地建设

为深入贯彻落实浙江省水利改革发展总要求和全省水利局长会议精神，高质量推进水利工程“补短板”建设，着力改善作业环境，大幅度提升建设形象面貌，保障工程建设质量安全，推动水利建设管理提档升级，依据《浙江省水利厅关于开展水利建设工程文明标化工地创建工作的通知》（浙水建〔2020〕5 号）要求，本工程需按照《浙江省水利建设工程文明标化工地创建指导手册》，开展文明标化工地建设。

7.9.1 总体要求

（1）本工程标化工地创建应符合《指导手册》规定外，还应符合现行国家及行业有关标准、规定。

（2）标准化设施应质量合格、安全可靠，符合节地、节水、节材、环保及消防的要求，鼓励使用可周转、生态环保的材料、设施及设备，选址合理安全，防洪排涝条件较好。

（3）因地制宜推进工程数字化建设，提升信息化智能化水平。

（4）现场应做好地面硬化及排水，保持干净整洁，面貌良好。

（5）各类临时房屋搭设应美观、牢固可靠，满足消防、防风、防雨等要求。

7.9.2 施工生产区标准化

（1）施工生产区总体布局因地制宜，做到紧凑合理，节约用地，方便施工。

（2）本工程危险及重点区域应封闭施工。

（3）按照绿色施工的要求，应落实扬尘控制、噪音控制、水污染控制等各项措施，做到低影响施工。

（4）各加工、生产区域应划分清晰，并有隔离设施。

（5）落实各项安全防护设施，保证现场施工安全。标识标牌、宣传标语等应设置规范、合理、到位。

（6）场内道路布设合理，并在开工前建成，保持干净整洁，重点区域应人车分离。

（7）场内主要道路、加工区地面等应硬化，排水设施设置齐全，无明显积水。

（8）施工生产区应包括：大门及门卫室、八牌四图、围挡、安全讲台及各类防护设施等。

7.9.3 行为规范标准化

（1）现场各参建人员应遵守工地纪律，严格按规范、规程作业，并穿戴防护用品。

（2）进入施工场地必须佩戴安全帽，穿工作服。

（3）做好卫生保洁，保持干净整洁，维持现场良好的形象面貌。

（4）行为举止需文明礼貌，充分展现水利人良好形象。

7.9.4 数字化建设

（1）因地制宜推进“工程带数字化”行动，充分利用视频监控、智能控制、信息化管理平台等先进技术手段，推进水利工程建设信息化、智能化。

（2）大力推进工程建设可视化，积极开展远程视频监控建设。

（3）因地制宜推进工程建设智能控制技术的应用，积极引进智能化施工技术及现场管理技术。

（4）因地制宜的开发项目信息化管理平台，并按照“浙江省水利工程建设管理平台”等信息化管理平台要求，完善水利数据仓，实现省市县三级互联互通、共建共享。

7.10 “以工代赈”

7.10.1“以工代赈”的意义

根据国务院办公厅转发国家发展改革委《关于在重点工程项目中大力实施以工代赈促进当地群众就业增收的工作方案》（以下简称“《工作方案》”），重点水利工程项目大力实施以工代赈，既是促进有效投资、稳就业保民生、拉动县域消费、稳住经济大盘的重要举措，也是推动人民群众共享改革发展成果、提高劳动者素质的有效手段。要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，进一步扩大以工代赈投资规模，充分发挥以工代赈政策作用。

7.10.2“以工代赈”原则

明确在确保工程质量安全和符合进度要求等前提下，按照“应用尽用、能用尽用”的原则，尽可能多地通过实施以工代赈帮助当地群众就近务工实施就业增收。

7.10.3用工对象

（1）施工单位要根据能够实施以工代赈建设任务和用工环节的劳务需求，明确项目所在县域内可提供的就业岗位、数量、时间及劳动技能要求，并向相关县级人民政府告知用工计划。

（2）项目所在地县级人民政府要与业主要求、施工单位建立劳务沟通协调机制，及时开展政策宣讲和劳动力状况摸底调查，组织动员当地农村劳动力、城镇低收入人口和就业困难群体等参与务工，优先吸纳返乡农民工、脱贫人口、防止返贫监测对象。

（3）项目业主单位要督促指导施工单位做好以工代赈人员合同签订、台账登记、日常考勤等实名制管理工作。

7.10.4劳务报酬

（1）施工单位尽量扩充以工代赈就业岗位，合理确定以工代赈劳务报酬标准，尽可能增加劳务报酬发放规模。

（2）施工单位要建立统一规范的用工名册和劳务报酬发放台账，经务工人员签字确认后，原则上将劳务报酬通过银行卡发放至本人，并将劳务报酬发放台账送县级相关部门备案。

（3）坚决杜绝劳务报酬发放过程中拖欠克扣、弄虚作假等行为。

7.10.5建议

建议项目后期实施过程中，积极开展实施“以工代赈”，进一步发挥“赈”的独特作用，以更大力度带动群众尤其是就业困难群体实现就业增收。

8 建设征地与移民安置

8.1 概述

8.1.1 工程概况

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）位于玉环市漩门湾，主要建设内容包括坎门海堤以及目鱼排涝闸进行提标加固，防潮标准由原有 50 年一遇提升至 100 年一遇；共加固海堤长 2486m，加固水闸 1 座，并对海堤沿线进行融合提升。现状海塘为三级海塘，防潮标准为 50 年一遇，面对玉环市频发的风暴潮灾害，亟待提标加固，以保障经济强县的持续发展。

本工程涉及坎门街道红旗社区和玉环经济开发区。

8.1.2 自然条件和经济社会情况

玉环市位于浙江东南沿海、（介于东径 121°05′～121°32′，北纬 28°01′～28°19′之间），瓯江口北侧，居台州市南端，与温州市隔海相望。全市市域总面积 2279 平方千米，其中陆域面积 378 平方千米，海域面积 1901 平方千米，海岸线长 320 千米，岛内主要地貌类型为丘陵和平原，其中丘陵占陆地面积的 68%，平原占 32%。

玉环辖玉城街道、坎门街道、大麦屿街道、楚门镇、清港镇、芦浦镇、干江镇、沙门镇、龙溪镇、鸡山乡、海山乡等 3 街道、6 镇、2 乡。2019 年，全市实现生产总值 617.5 亿元，户籍人均生产总值为 141647 元，财政总收入 87.42 亿元，其中地方财政收入 53.92 亿元，城镇居民人均可支配收入 71344 元，农村居民人均可支配收入 35340

元。全市户籍总人口 43.66 万人，常住人口 64 万人，城镇人口比重 68.3%。

8.2 工程征地范围

8.2.1 工程永久征地范围

根据本工程布置，主体工程占地主要由坎门海堤及目鱼排涝闸组成。坎门海堤分南、北两段，总长 2486m。目鱼排涝闸坐落在目鱼屿，闸孔净宽为 40m。

本工程为现状海堤提标加固工程，不对堤线做修改，故本工程不涉及对人口房屋的征用，不涉及移民安置。但按照推荐方案，本工程涉及新增海域面积 47.39 公顷，其中主体建筑物海堤及水闸新增占用海域 46.35 公顷（含景观平台及廊架等占用面积 0.94 公顷），消浪堤、连接道路及预制场新增占用海域 1.04 公顷。

8.2.2 工程临时征地范围

根据本阶段施工组织设计选定的施工总布置方案，本工程临时占地包括辅助企业、临时办公及生活福利设施、仓库及其它零星临时设施，共需占地约 32.7 亩，不涉及移民安置。

8.3 征地补偿投资估算

本工程征地补偿由海域使用金和临时占地补偿两部分组成，总投资估算为 253.74 万元。

（1）海域使用金

根据《浙江省人民政府关于印发浙江省海域使用金征收管理办法的通知》（浙政发〔2009〕8 号）第六条，本工程属防灾减灾工程，

经依法批准，主体建筑物海堤及水闸可免缴海域使用金（除景观平台及廊架等占用面积）。

消浪堤、连接道路、预制场、景观平台及廊架等新增占用海域使用金根据《财政部国家海洋局印发<关于调整海域无居民海岛使用金征收标准>的通知》（财综[2018]15 号）计算，并考虑缴纳海域使用金 198.00 万元。

（2）临时占地补偿

施工期临时征地仅考虑额外租用土地面积 32.7 亩，租用时间按 3 年考虑，租金按每亩 2000 元/年计，临时占地投资估算为 19.62 万元。

（3）投资估算

表 8.3-1　　建设征占地补偿投资估算表

序号	项　　目	单位	实物量	单价（元）	合价（元）
第一部分：农村拆迁安置补偿费					
1	**临时用地补偿**		32.7	**6000**	**196200**
	第一部分合计				**196200**
第二部分：专业项目补偿费					
1	海域使用金	项	1	1980000	1980000
	第二部分合计				**1980000**
第一～二部分合计					**2176200**
	第三部分：其他费用				
一	前期工作费		2176200	2.00%	43524
二	勘测设计费		2176200	2.00%	43524
三	实施管理费		2176200	2.00%	43524
第三部分合计					**130572**
第一至三部分合计					**2306772**
第四部分：预备费					
一	基本预备费	项	2306772	10%	230677
第四部分合计					**230677**
第五部分合计					**0**
静态总投资					**2537449**

9 环境影响评价

9.1 概述

9.1.1 环境保护标准

工区饮用水源执行《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中关于水源水质要求。

施工期废水处理采用《污水综合排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准。

工区大气保护目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的三级标准。

工区及周围地区噪声采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）和《声环境质量标准》（GB3096-2008）一类标准。

9.1.2 环保设计依据

（1）《中华人民共和国环境保护法》（1989）中华人民共和国主席令第二十二号；

（2）《中华人民共和国水污染防治法》（2008）中华人民共和国主席令第八十七号；

（3）《中华人民共和国大气污染防治法》（2000）；

（4）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997）；

（5）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（修订版）》（2005）；

（6）《中华人民共和国水法》（2002）；

（7）《中华人民共和国防洪法》（1997）；

（8）《中华人民共和国防汛条例》（2005）

（9）《建设项目环境保护管理条例》（1998）国务院第 253 号令；

（10）《浙江省固体废物污染环境防治条例》（2006）；

（11）《浙江省大气污染防治条例》（2003）；

（12）《浙江省水污染防治条例》（2009）；

（13）其他有关规范、规程。

9.2 环境现状调查与评价

9.2.1 自然环境

玉环市位于浙江省东南部，台州市东南端，东濒东海，南临洞头洋，西望乐清市，北接温岭市。市域由楚门半岛、玉环本岛和 135 个外围岛屿组成，地势北高南低，丘陵平原相间，总面积 405.5 平方公里，其中陆地 378.5 平方公里，水域 27 平方公里，海域面积 1930 平方公里。

玉环市属亚热带季风气候区，具有明显的海洋性气候特征，多年平均气温为 16.9℃，多年平均水汽压 17.6hPa，多年平均相对湿度 80%，多年平均雨日为 158 日，多年平均降水量 1448.7mm。

9.2.2 社会环境

玉环市名源于海岛奇观，古志记载“晨雾绕岛，形状如环；上有流水，洁白如玉”，由此得名。玉环市下辖 3 个街道、6 个镇及 2 个乡，常住人口 64.4 万。2021 年，玉环全年实现生产总值 711.39 亿元，按可比价格计算，比去年同期增长 10.9%。

2021 年玉环全市实现生产总值 711.39 亿元，按可比价格计算，比上年增长 10.9%。其中，第一产业增加值 40.92 亿元，增长 2.4%；

第二产业增加值 380.14 亿元，增长 11.7%；第三产业增加值 290.33 亿元，增长 11.0%。三次产业结构比例为 5.8:53.4:40.8。

全市户籍人均生产总值为 162709 元，比上年增长 12.4%，按 2021 年美元对人民币的平均汇率 6.4515 折算，人均生产总值约合 25220 美元。全市常住人均生产总值为 110122 元，比上年增长 11.9%。

9.3 环境影响预测评价

本工程实施后，将使现状海塘防潮标准提升至 100 年一遇，极大地改善了工程的防潮能力，减免潮（洪）灾害造成的财产及人员伤亡、疫病流行等直接经济的损失，同时可增加保护区社会安全感，因此，工程的兴建对具有显著的社会经济效益。同时，也将对环境产生一定的影响，其对环境的不利影响主要在施工期，主要表现为施工活动对水质、大气、噪声、人群健康等影响，以及水土流失和土地资源的影响。以下主要就工程建设的不利环境影响进行预测评价。

9.3.1 水质

本工程施工活动不可避免产生一定的废污水，将对其水质产生一定不利影响。施工活动主要对水质产生以下几个方面的影响：

（1）悬浮物

工程施工过程中，将造成局部水体浑浊，不可避免增加沿线水域的悬浮物浓度，影响岸边水质。但施工一旦停止，水工悬浮物自然下沉，其影响将减小直到消失，因此影响是短期的、暂时的。

（2）碱性废水

在海堤及水闸施工过程中，有混凝土生产任务，海堤围区地基处理有水泥搅拌桩和高压旋喷桩施工，在混凝土生产过程中和桩基施工

中将产生碱性废水。据有关资料，混凝土生产产生的废水 PH 值可达到 9～12。如废水直接排入水体将对水质产生不利影响。由于产生的废水量较少，废水排放只会造成局部小范围影响，整体影响轻微。对于不能直接排河的碱性废水，应经过一定措施处理后排放。

（3）石油类污染

本工程施工运输车辆较多，在施工机械、运输车辆的检修、冲洗中，会产生一定量的油性废水，如果随意排放，会污染检修场附近的水域或土地，破坏土壤结构，不利于施工场地的恢复。

9.3.2 环境空气质量

土、石方开挖、填筑、混凝土生产、车辆及船舶运输等过程会产生一定数量的扬尘，机械施工、车辆及船舶运输过程中会产生尾气或扬尘，将造成局部环境空气污染。工程施工所需物料中，砂、石料为外购，填筑和运输数量较大，对外交通任务很重，路面起尘量大，燃油机械设备及运输车辆、船只产生尾气，对交通干线两侧局部区域环境空气质量带来不利影响。

各项工程施工中，均远离城区施工，大气扩散条件较好，距离城区较近工程的施工必然会污染局部区域的空气，对城区环境空气质量有一定的不利影响，但周围没有大型学校、医院等敏感点。

9.3.3 声环境

施工区噪声主要来自施工机械设备及运输车辆。固定噪声源中，混凝土拌和机最大噪声为 88dB（A），随距离有所衰减，如在没有房屋、树木等障碍物的平地，45m 处可衰减为 55dB（A）。由此可见，

如布置恰当，可以避免或缓减对附近居民的不利影响。施工区周围没有学校或医院等敏感点，不存在对敏感区域的影响，但对施工操作人员影响不可避免，应加强劳保工作，采取一定的防护措施对其保护。施工区流动噪声源主要有运输车辆和船只，由于块石、水泥、砂石料均从外地运进，运输任务繁重，相应噪声影响也较大，工程施工期，则有必要采取一定管理措施减缓对附近居民区的影响。

9.3.4 人群健康

工程建设对人群健康的影响包括有利影响和不利影响两方面，施工期主要表现为不利影响，运行期主要表现为有利影响。台州市各种传染病中，与工程建设有关的疾病主要有病毒性肝炎和痢疾，其次为伤寒、出血热。开工前准备阶段，施工区卫生设施不全，施工人员生活条件差，生活质量不能保证，易感染肝炎、痢疾等疾病，应注意环境卫生，加强防治。施工期间大量施工人员聚集在施工区，基本传播几率增加。施工人员绝大多数来自本地，需要重点防治本地流行疾病。洪潮灾害给疾病的传播带来有利影条件，而随着工程建设的完成，洪潮灾害相应减少，水灾后的疾病泛滥也可得到一定控制。一旦遭潮洪水侵袭，受淹区域卫生条件急剧恶化，城市垃圾、粪便、废污水、工业有毒有害废物肆意横流，生态补水中断，食品供应困难，渍水区各种细菌迅猛繁殖，各种介水传染病极易流行，居民的健康会受到严重威胁。可见，本工程也是一项城市环境卫生保护工程，因而对城市居民身体健康的有利影响意义深远。

9.3.5 城市交通

施工期间，由于建材大多外购，运输任务繁重，大量车辆及人员的施工作业，可能引起工程区交通运输临时不畅。

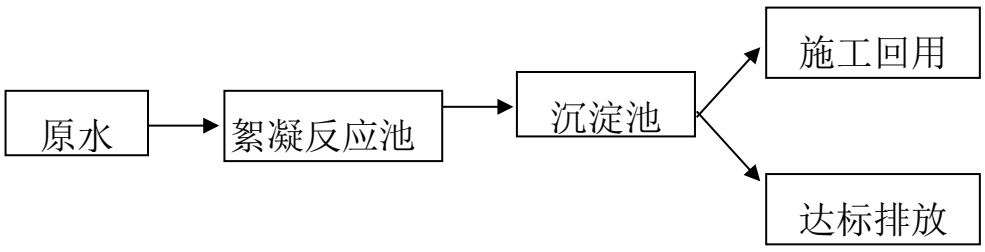
9.4 环境保护措施与对策

9.4.1 水质保护

由于施工区所处河段为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的III类水质功能区，因此，加强施工区生产废水处理，对筛分冲洗水及机修、车洗等生产废水处理达到《污水综合排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准后的出水回用或者排放。

（1）施工生产废水处理

①混凝土搅拌系统冲洗废水，主要是混凝土搅拌系统冲洗水，其中主要污染物为砂、土等悬浮物，由于废水 SS 浓度较高，为保证下游的水质，采用加药混凝后用沉淀池进行处理，工艺流程如下：



经过处理后，悬浮物可大幅度下降，出水可以达到回用水要求。

根据估算，本工程混凝土系统产生废水呈间断排放和排放量较小的特点。估计最大日排放量约为 30m³/d，此类废水含沙量约 10000mg/L，因此需在混凝土拌和系统附近各设置 1 套施工废水处理系统，废水在沉淀前进入絮凝反应池加药反应，然后进入沉淀池，沉

淀池容积约 12.0m³（长×宽×高=4.0m×2.0m×1.5m），可结合水保措施一并考虑。经沉淀池处理后上清水回用。沉淀池沉渣定期清理，清出的沉渣同弃渣一同处理。

②汽车及机械设备冲洗水，其主要污染物为悬浮物，同时含有少量的油，冲洗废水量约 10m³/d。在施工辅助企业区的停车场设置 1 个隔油沉砂池，有效容积 3m³（长×宽×高＝2.0m×1.0m×1.5m），隔油沉砂池采用平流式，在池上设隔油拦板，利用油珠自然浮上去除废水中所含汽油、柴油、机油等悬浮物，人工取油集中处理。沉砂池沉渣定期清理，沉渣同弃渣一同处理。

采用以下处理工艺：

除油
↑
废水→隔油沉砂池→沉淀池出水处理达标后用于农灌
↓
沉渣定期清运至渣场

（2）施工生活污水污染防治对策

按施工计划，本工程劳动力出工人数为 220 人/d，生活污水最大排放量按 100L/d 计，则平均每天产生污水量为 22m³/d，生活污水中的有机物主要是碳水化合物、合成洗涤剂、脂肪、蛋白质及其分解产物，其主要污染因子为 COD，平均浓度为 CODcr：400mg/l，则施工期排放 CODcr 为 8.8kg/d。

施工临时生活区设置厕所等卫生设施，厕所出水可与其它生活污水一起，委托镇环卫部门对其定期清运并统一处理，以避免对海洋水体的影响。

（3）运行期生活污水污染防治对策

运行期管理用房生活污水接入现有排污管道。

9.4.2 环境空气质量保护

工程施工对环境主要由运输车辆物料泄漏、机车扬尘、运输车、船舶以及施工机械设备排放的废气等引起。针对各种影响的不同特点，拟采用以下措施对环境空气质量进行保护。

装载运输多尘物料时，应堆放整齐以减少受风面积，并适当加湿以尽量降低运输过程中起尘量。多尘物料的堆积特别是砂石细骨料应避免露天堆放。多尘物料堆积边坡不宜过大，并适当加湿，防止骨料被风吹散，骨料表面应附有水膜。水泥在装卸运输过程中，应保持良好的密封状态，若发现包装破漏，应及时处理。

施工区干道车辆实行限速控制，干旱、多风季节工程区每天洒水不少于两次，减少扬尘对附近人群和农作物的危害。加强车辆的维修和保养，特别是要经常检查汽车的密封原件及进、排气系统是否工作正常，以减少汽柴油的泄露，保证进、排气系统畅通。车船运输机械以及其他施工机械应使用有害物质含量少的优质燃料，如零号柴油和无铅汽油等，减少排放废气中污染物质含量。

9.4.3 噪声控制

施工期间噪声主要有两大类：即交通噪声和施工机械噪声。对于交通噪声的控制，主要是加强管理。当车辆经过居住区，尽量减少鸣笛，并限速行驶；合理安排运输时间，尽量避免车辆噪声影响附近居民的休息；作好运输车辆的维护工作，避免因车况不佳增加交通噪声。

对施工机械的噪声可从以下几个方面控制：施工机械噪声一般为80~110dB（A），随距离衰减，影响范围在主要声源200m以内，所以，首先应在施工布置时合理布置砼搅拌机等强噪声机械的位置，尽量避开居住区，必要时设置声屏；设备选型时尽量采用低噪设备，加强机械设备施工期间的维修和保养；砼搅拌机、推土机、挖土机、压路机等噪声较大的施工机械操作人员实行轮班制，每人每天工作时间不多于6h；给接触强噪声的操作人员，主要是砼搅拌机操作人员，配发噪声防护用具。

9.4.4 人群健康保护

（1）做好施工区卫生清理，清理重点为施工区原有的厕所、粪坑、畜圈及垃圾堆放地等，清理后选用苯酚消毒，用净土填平、夯实。

（2）传染源与媒介的杀灭，采取控制蚊蝇滋生地，杀灭蚊、蝇、鼠等措施，控制自然疫源性疾病和虫媒传染病的传染源。

（3）开展检疫防疫，通过卫生检疫了解进入施工区施工人员的健康状况，防治疾病在施工人群中相互传染；定期对施工人员进行健康抽取检查，一旦发现疫情，及时采取治疗、隔离、观察等措施，对易感人群采取预防措施。

（4）在工程动工前，结合场地平整工作，对施工区进行一次清理消毒。降低施工区各种病源微生物及虫媒动物的密度，预防和控制施工区传染性疾病的流行，确保施工区的卫生环境。

（5）施工人员进场前应进行卫生防疫。在施工期间配备专职医护人员，加强疫病防治和工区环境卫生管理，定期对施工人员进行健

康检查，做好施工人员的医疗保健和防疫工作，并加强传染性疾病的预防和监测工作，特别注意肝炎、疟疾等疾病的感染率。建立疫情报告制度，发现传染病时，除及时上报外，应立即采取相应措施，控制疾病发展。对接触废水、有害物质及检疫结果可疑的高危人群，针对不同情况进行健康监测，防止传染病的发生、传播。

（6）尽量为施工人员提供较好的居住及生活条件。食堂工作人员持健康证上岗，加强食品卫生监督管理，注意保护好饮用水源，在取水口、食堂等处加强检疫管理。搞好施工区环境卫生，妥善处理各种废水和生活垃圾。施工人员应注意营养和饮水卫生。根据气候变化及时灭蚊、灭蝇、灭鼠。

9.4.5 其他环境保护

（1）生活垃圾处置措施

本工程施工期平均施工人数 100 人，以每人每天产生垃圾 0.8kg 计，日产生活垃圾 80kg，本工程施工总工日约为 10.2 万工日，施工期生活垃圾总产量 81.6t。

在整个工程施工期间，施工人员生活区应设置垃圾箱等卫生设施，并要求及时由城区环卫部门统一清运，防止垃圾腐败，滋生各种有害物质，产生二次污染。严禁在生活垃圾中混入爆炸性、易燃性、浸出毒性、腐蚀性、传染性等有毒有害废弃物。

对垃圾桶附近可定期喷洒消毒药水，防止蚊蝇滋生，避免对工程区造成污染。

（2）文物、旅游

施工中应做好文物保护工作，如果挖到地下埋藏物，应按照文物保护应急预案，妥善处理，勿致损坏或流失。

（3）生态保护

本工程区内无珍稀、濒危、特有物种。

①尽量缩短施工时间，及时将临时占地恢复原状。

②工程的临时占地尽可能不要占用原有绿地，施工结束后，尽快恢复原状。占有绿地的，必须重新植树种草，确保绿地面积不受损失。

③征地现有树木应尽量移栽，并采取措施保证移栽成活。

④临时堆放的弃土、弃渣一定要在工程结束后尽快清理完毕，恢复植被。

⑤在选择石料供应场(采石场、土料场)时，应选择符合环保要求的单位，以利于生态保护。

⑥在进行海堤绿化、美化方面要结合玉环市漩门湾区总体规划以及现有的景点，综合考虑进行规划设计。在细节上应特别注意应分层次设计，分层绿化，种植树木、花卉，尽量减少土石裸露，破坏景观。绿化中要多种乔木、注意乔、灌、草的优化配置。

⑦施工期加强施工临时占地管理，在施工过程中，加强对施工区周围植被的保护，减少对作业区周围耕地、植被的破坏，不损坏施工场地之外的地表土壤和植被，施工区内的树木应尽可能予以保留。

⑧本工程生态恢复内容主要包括渣场、施工场地、施工道路沿线的植被恢复等。

（4）土壤环境保护设计

①保持施工区和生活区的环境卫生，在施工区和生活营地设置足够数量的临时垃圾贮存设施，防止垃圾流失，定期将垃圾送至指定垃圾场。

②遇有含铅、铬、砷、汞、氰、硫、铜、病原体等有害成份的废渣，经报请当地环保部门批准，在环保人员指导下进行处理。

③施工过程中，需充分利用开挖方，减少弃置量。经土石方平衡后本工程主要开挖量用于海堤新城湖侧防汛道路路基填筑，弃方堆至指定弃渣场。

（5）运行期环境保护

①河道水质保护对策

工程运行期间，在水质敏感处设置监测断面，按国家监测规范要求，进行采样监测。

②管理区污染防治对策

a.生活污水污染防治

工程建成后，运行管理人员将产生生活污水，接入现有排污管道。

b.噪声污染防治

为了更好地减少噪声对职工生活带来的影响，可采取以下防治措施：

- 设备选型时，尽量选用优质低噪声设备。
- 设备安装时，可采用隔振垫、消音器等辅助设施。

c.固体废弃物污染防治

工程运营管理期间，在生活管理区设有垃圾站，产生的固体废弃物应集中至垃圾站，及时由当地环卫部门统一清运，防止垃圾腐败。

③风险防范措施

为确保工程运营安全，此次工程务需精心设计，精心施工，严格实行施工监理制度，加强施工质量管理。在工程运营期间，要严格执行《中华人民共和国水法》及有关的法律法规，并制定切实有效的实施细则，以保障海堤和排涝闸的正常运行。各级人民政府应当组织有关部门加强对海堤沿线的定期检查和监督管理。有关部门、单位对周边的单位和居民进行防潮教育，普及防潮知识，提高水患意识。

9.5 环境保护管理及监测

9.5.1 环境保护管理

9.5.1.1 环境管理目标

通过环境管理，使本工程的建设符合国家有关环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度，使环保措施得以在地方环保部门的监督之下实施，责任明确，措施落实，使工程建设对环境带来的不利影响减轻到最低程度，达到经济效益和环境效益的协调发展。

9.5.1.2 环境管理

建设单位在设置工程管理机构中应建立环境保护管理机构，以便对施工期的环境保护工作进行监督和管理。管理机构应设专职（或兼职）人员，协调有关部门（包括水利、市政、环卫、环保部门）的联系，落实环境监测计划，监督施工期环保措施的实施，包括污（废）水处理、噪声防治、环境监测建档、卫生防疫、环境卫生管理的工程

措施和植物措施以及施工完毕后的场地清理、裸地绿化等，负责搞好内部的环保和护岸安全工作。

工程竣工验收前，应委托有资质的单位编制《工程竣工验收环境调查报告》，对整个工程在施工期间的环保措施落实情况和对周围环境的影响程度进行分析，确保工程环保措施的落实。

9.5.1.3 环境监理

为了减少工程施工过程中对环境造成的破坏，建设单位应要求施工单位设定专人或委托有相应资质的单位开展环境监理，指导落实各项环境保护措施和对策，切实保证环保设计与主体工程同时设计，同时施工同时投产使用。

监理单位在具体监理工作中，一要对环境保护措施建设的全过程进行投资控制、质量控制、进度控制；二要及时了解环境保护工程建设的各类信息，并对期进行管理；三要在工程实施过程中，对建设单位与施工单位发生的矛盾和纠纷组织协调。环境监理人员在日常工作中应及时整理、归档有关的环境保护资料，建设项目施工阶段，建设单位应定期向当地环境保护行政主管部门及项目主管部门提交工程环境监理报告，当地环境保护行政主管部门对施工现场的污染防治和生态保护措施落实情况进行监督。项目竣工验收时，建设单位应向环境保护主管部门提交工程监理总结报告，作为工程竣工环境保护验收的必备条件。

9.5.2 环境监测

9.5.2.1 环境监测机构

（1）环境状况的监测，由玉环市环境监测站实施。

（2）工程环境监测经费开支，施工期列入工程投资，运行期则由当地环保部门的年度监测费列支。

9.5.2.2 环境监测计划

（1）水质监测

本工程施工期间有生活污水和生产废水的排放，为了解施工期的水污染情况以及污（废）水的治理情况，便于保持地表水水质以及防治污染水体对海域造成污染，应在工程区排放废污水进行水质监测。

监测断面：位于各工区污水处理装置出水口处。

监测时间和频率：监测时间为施工期；监测频率视施工进度和施工强度而定，至少应保证在施工高峰期 2 次。

监测项目：悬浮物、pH 值、溶解氧、COD、BOD_5、石油类及粪大肠菌群等 7 项。

（2）噪声监测

噪声监测主要是针对各工区的高强噪声的机械设备运营，监测时间为施工高峰期，监测项目为为等效连续 A 声级，每年监测 3～5 次。

（3）大气粉尘监测

监测时间为施工期，对水泥装卸作业区下风向一侧进行大气粉尘、飘尘监测，每年一次，每次连续 2 天。

9.5.2.3 监测方案的实施及资料整编上报

监测工作由工程建设单位负责组织实施，委托具有相应监测资质的单位承担，按监测方案中的要求由监测单位按有关的监测规范、规程编制监测计划并实施，地方环保及水行政主管部门对监测工作进行协调、监督，以保证监测工作的顺利进行。

监测工作告一段落后，应对监测的原始资料进行整理，并提出有关的分析整理成果，编制施工期和运行期监测报告，定期向建设单位和当地环保和水行政主管部门报送，竣工验收时提交监测专项报告。

9.6 环境保护投资估算

本工程环境保护投资主要是施工期的环保监理费，本阶段暂列100 万元。

10 水土保持

10.1 编制依据

依据的主要政策法规：

（1）《中华人民共和国水法》；

（2）《中华人民共和国水土保持法》；

（3）《中华人民共和国环境影响评价法》；

（4）《浙江省水资源管理条例》；

（5）《浙江省水土保持条例》；

（6）《浙江省河道管理条例》。

依据的主要部委规章：

（1）《水土保持生态环境监测网络管理办法》；

（2）《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》；

（3）《水利工程建设监理规定》；

（4）其他相关部委规章。

依据的主要规范性文件：

（1）《关于发布<工程勘察设计收费管理规定>的通知》（国家发展改革委、建设部计价格[2002]10 号，2002 年 1 月 7 日）

（2）《水利部办公厅关于印发<全国水土保持区划（试行）的通知>》（办水保[2012]512 号）

（3）《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保〔2013〕188 号，2013 年 8 月 12 日）

（4）《浙江省人民政府关于浙江省水土保持规划的批复》（浙江省人民政府，浙政函〔2015〕7 号，2015 年 1 月 27 日）

（5）《浙江省水利厅浙江省发展和改革委员会关于公布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告（公告〔2015〕2 号），2015 年 2 月 13 日》

（6）《浙江省物价局浙江省财政厅浙江省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》（浙江省物价局、财政厅、水利厅浙价费[2014]224 号，2014 年 11 月 1 日）

（7）《关于印发<水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》（财政部、国家发展改革委、水利部、中国人民银行，财综[2014]8 号，2014 年 5 月 1 日）

（8）《浙江省人民政府办公厅关于深入推进收费清理改革的通知》（浙江省人民政府办公厅，浙政办发〔2015〕107 号，2015 年 10 月 29 日）

（9）《浙江省水利厅关于进一步做好生产建设项目水土保持管理的通知》（浙江省水利厅，浙水保〔2015〕97 号，2015 年 12 月 19 日）

（10）《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持监测规程（试行）>的通知》（水利部办公厅，办水保〔2015〕139 号，2015 年 6 月 23 日）

（11）《国务院关于取消一批行政许可事项的决定》（国务院，国发〔2017〕46 号，2017 年 9 月 22 日）

（12）《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365 号）

（13）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定（试行）的通知》（办水保〔2018〕135 号，2018 年 7 月 12 日）

（14）《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保[2019]160 号，2019 年 5 月 31 日）

（15）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保[2019]172 号，2019 年 7 月 30 日）

（16）《浙江省水利厅关于印发浙江省生产建设项目水土保持管理办法的通知》（浙水保〔2019〕3 号，2019 年 11 月 1 日）

（17）《水利部办公厅关于实施生产建设项目水土保持信用监管“两单”制度的通知》（办水保〔2020〕157 号，2020 年 7 月 24 日）

（18）《水利部办公厅关于做好生产建设项目水土保持承诺制管理的通知》（办水保〔2020〕160 号，2020 年 7 月 28 日）

（19）《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准的通知》（办水保函〔2020〕564 号，2020 年 7 月 24 日）

（20）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号，2020 年 7 月 28 日）

（21）《关于印发<生产建设项目水土保持方案技术审查要点>的通知》（水保监[2020]63 号，2021 年 1 月 1 日）

依据的主要规范和标准：

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）

（2）《防洪标准》（GB50201-2014）

（3）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）

（4）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）

（5）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2007）

（6）《造林技术规程》（GB/T15776-2016）

（7）《主要造林树种苗木质量分级》（GB6000-1999）

（8）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）

（9）《水利水电工程制图标准水土保持制图》(SL73.6-2015)

（10）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）

10.2 水土流失及水土保持现状

按全国水土流失类型区的划分，项目区属于以水力侵蚀为主的类型区—南方红壤丘陵区，土壤容许流失量为500t/km^2•a。水力侵蚀主要表现形式为坡面面蚀。

根据《水利部办公厅印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》（办水保〔2013〕188号），项目区不属于国家级水土流失重点防治区。根据《关于公布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（浙江省水利厅、浙江省发展和改革委员会公告〔2015〕2号），工程区属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。根据卫星遥感水土流失调查结果，综合项目区的地形地貌特点、植被覆盖率、坡度、土壤类型、土地利用现状及气候条件等因素分析，项目区现状平均土壤侵蚀模数背景值300t/km^{2}a，总体水土流失以微度为主。

根据浙江省2020年度省级水土流失动态监测成果报告，玉环市共有水土流失面积45.69km^2，占全市土地总面积的12.09%，土壤侵蚀程度以轻度、中度为主。项目所在玉环市水土流失面积统计见表10.2-1。

表10.2-1　　项目所在玉环市水土流失面积统计表

行政区	土地总面积（km^2）	水土流失面积（km^2）		其中（km^2）				
		面积	占总土地面积（%）	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
玉环市	378.00	45.69	12.09	44.42	1.15	0.11	0.01	0

项目所在玉环市依据《中华人民共和国水土保持法》，认真落实开发建设项目水土保持“三同时”制度，进一步加大了水土保持的工作力度，水土保持综合治理成效显著，各级领导和广大群众水土保持意识明显提高，水土保持监督执法体系初步形成。

10.3 水土保持措施设计

10.3.1 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）的有关规定，项目水土流失防治责任范围是指项目建设单位依法应当承担水土流失防治义务的区域，由项目永久征占地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域组成。根据本项目的地理位置、项目区布局和施工特点，以及项目区内地形、地貌等自然条件，并结合现场查勘，界定本项目的水土流失防治责任范围46.60hm^2，包括施工临时设施区2.18hm^2，主体工程区44.42hm^2。

10.3.2 水土流失防治分区

根据工程建设时序、工程布局和可能造成的水土流失特点，方案水土流失防治分区分为两个区：

I区：主体工程防治区

主体工程防治区 44.42hm^2，包括海堤、水闸、融合提升工程等工程。

II区：施工临时设施防治区

施工临时设施防治区 2.18hm^2，包括施工临时道路、施工场地、中转堆场等。

10.3.3 水土流失预测

（1）可能造成的水土流失总量

工程为建设类项目，水土流失预测时段分为施工期和自然恢复期。

工程建设可能产生的水土流失总量为1.01万t，新增水土流失总量为0.97万t。施工期是工程建设可能产生水土流失最为严重的时期，工程水土流失的重点区域为主体工程构建筑物区域。

（2）水土流失危害分析及结论

工程建设和生产过程中产生的水土流失，若不采取有效的预防和防治措施，将会产生一定的危害，主要表现在以下几个方面：

①增加水体含沙量，影响水质及周边环境

工程为海塘提升加固、水闸工程，如不做好防护措施，施工中大量的开挖方将直接落入海域和河道中，不仅加剧水土流失，而且使得河道中泥沙浓度增加，使水体变浑浊，堵塞河道，影响水质及生态环境。

②破坏景观、影响周边生态环境

工程施工期间，由于工程扰动原地貌的面积较大，填筑面较多，各施工裸露面如不及时进行防护，在遇到降雨、地表径流等情况下，将可能造成比较严重的水土流失，对当地的自然景观和周边的生态环境会造成破坏，产生不利影响。

因此，在工程建设中，应对重点水土流失区域进行综合防治，有效控制工程施工过程中可能产生的水土流失，避免发生大的水土流失危害。同时应加强水土保持监测和监理，确保水土流失防治措施的及时到位，使工程建设造成的水土流失危害控制在最低限度。

10.3.4防治标准等级和目标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》，项目水土流失防治标准执行建设类项目二级标准。项目在设计水平年应达到以下目标：水土流失治理度为95%，土壤流失控制比为1.67，渣土防护率为95%，林草植被恢复率为95%，林草覆盖率为22%。表土保护率暂不计列。

10.3.5 水土保持措施总体布局

（一）Ⅰ区（主体工程防治区）

主体工程防治区 44.42hm^2，包括海堤、水闸、融合提升工程等工程。

（1）排水、沉沙

为减少施工期间海塘挖填施工在降雨等条件下引起的水土流失，有效控制进入河道的泥沙，雨水对填筑坡面或开挖坡面植物等冲刷造成水土流失影响等，故方案拟在海塘背水坡坡脚布置排水沟，设置临时沉沙池缓流沉沙，清水外排至项目区附近河道内。

考虑工程分段施工，每段施工期相对较短，背水坡坡脚排水沟拟采用土质，直接开挖即可。

排水沟选用沟底宽30cm，深30cm，坡比1∶0.75的梯形土质断面。沉沙池采用土质梯形断面，断面尺寸为底长2.0m，底宽1.5m，深1.0m，坡比1：0.75，有效容积为6m^3，只开挖不衬砌，可满足沉沙要求。

排水沟总长2876m，土方开挖453m^3。共布设沉沙池14座，土方开挖86m^3。

（2）临时苫盖

海塘填筑过程中，遇大雨易发生水土流失，同时在堤防填筑后与绿化之间的间隔时间较长，此时段内地表也处于完全裸露状态，坡面易形成侵蚀沟，发生水土流失，含有大量泥沙的水流直接流入附近河道，对区域水质、水生态环境产生重要影响，故在海塘填筑后（未绿化之前）根据实际情况对堤防坡面松散土方区进行临时覆盖，准备密目网约52200m^2。

（3）施工组织管理措施

①施工活动严格控制在用地范围内，减少对征地范围外地表的扰动，减少植被的破坏，合理安排施工时序，减少开挖面裸露时间，禁止对土石方乱弃乱倒。

②海塘工程施工分段进行，分层摊铺碾压，控制海塘边坡坡度，保证边坡稳定和护堤安全，填筑至设计高程和设计标准断面后，及时进行护坡，缩短填筑面的裸露时间。开挖区域应自上而下进行开挖，并控制开挖坡度和开挖量，防止超挖或因开挖坡度太大而造成失稳。开挖、填筑等施工活动尽量避开雨日，严禁裸露边坡处于无防护状态。

③海塘边坡绿化措施须随堤防施工分段实施，裸露坡面尽早绿化；防护绿带尽量保留已有植被，补种植物，营造生态景观，建设过程中，尽可能利用已有地形造景，减少对原地表的扰动，减少土石方开挖回填。

④绿化区栽植的植被须考虑立地条件，选用适生植物，栽植后应根据造林立地条件和幼苗成活、生长发育不同时期的要求，及时实施抚育措施。

（二）II区（施工临时设施防治区）

施工临时设施防治区 2.18hm^2，包括施工临时道路、施工场地、中转堆场等。

（1）工程措施

①场地平整

施工后期，拆除施工场地内的临时建筑物，撤离施工机械设备，清除场地中的建筑垃圾，并对施工场地进行场地平整，面积共2.18hm^2。

②覆土

施工后期，对施工临时道路、施工场地、中转堆场等绿化前进行覆土，平均覆土厚度30cm，覆土面积2.18hm^2，覆土量0.65万m^3，绿化覆土量全部通过商购解决。

（2）植物措施

施工临时道路、施工场地、中转堆场平整后，绿化以撒播草籽为主。草籽选择盐蒿和田菁混合草籽，面积 2.18hm^2。

盐蒿、田菁均为海涂草本植物，喜高湿、耐盐碱、耐贫瘠、少病虫害。

（3）临时措施

①排水、沉沙措施

设计在施工临时设施区外侧、施工便道和中转堆场周边设置临时排水沟，并在排水出口处设置沉沙池，汇集工程施工时降雨冲刷产生的泥沙。排水沟采用底宽30cm，深30cm，边坡1：0.75的梯形土质排水沟；沉沙池采用土质梯形断面，断面尺寸为底长2.0m，底宽1.5m，深1.0m，坡比1：0.75，有效容积为6m^3，只开挖不衬砌，可满足沉沙要求。

施工临时设施区施工期临时排水共设置排水沟1370m，沉沙池3座。

②中转堆场设置临时拦挡措施

开挖土石方堆置在设置的堆场内，堆放边坡控制在 1：1.5，堆置高度控制在 3.0m 以内。临时堆土表面拍实，堆场坡脚采用填土编织袋进行防护，填土编织袋顶宽 0.5m，底宽 1.5m，高 1m，填土编织袋利用开挖土方，堆场坡面采用密目网苫盖。中转堆场设置填土编织袋160m^3，密目网苫盖 1500m^2。

本区新增水土保持措施工程量：场地平整 2.18hm^2，覆土 0.65 万 m^3，撒播草籽 2.18hm^2，排水沟 1370m，沉沙池 3 座，填土编织袋 160m^3，密目网苫盖 1500m^2。

10.4 水土保持监测与监理

10.4.1 水土保持重点监测地段及监测点

根据工程水土流失影响因素分析和工程布局，结合工程水土流失预测结果，选取海塘工程、施工场地、中转堆场作为水土保持的重点监测地段，共布设 3 个地面水土保持监测点。

10.4.2 水土保持监测内容、方法及监测频次

水土保持监测应包括水土保持生态环境变化监测、水土流失动态监测、水土保持措施防治效果监测。

表10.4-1　　工程水土保持监测情况一览表

监测类别	监测方法	监测区块	监测内容	监测时段与监测频次
地面观测	沉沙池法	施工场地以及中转堆场	水土保持生态环境变化，水土流失动态，水土保持措施防治效果。	监测时段为施工期；两月 1 次，在梅雨、台风雨期 4～10 月份每月 1 次，并在日降水量大于 50mm的暴雨后加测 1 次。
	坡面量测法	海塘工程	同上	同上
调查监测和场地巡查	巡查	整个项目区	水土保持措施实施情况及其效果、水土流失危害，边坡稳定情况、林草生长情况、林草覆盖率。	施工期至设计水平年，监测频次为不定期。

10.4.3 水土保持监理

水土保持工程必须纳入监理制度，从施工准备期开始，即需落实和开展水土保持监理，根据本项目水土保持工程投资具体情况，本工程的水土保持监理可由主体工程监理的监理单位一并承担。工程施工

期间，根据水土保持方案中各项防护措施的设计要求，进行水土保持工程监理工作。

监理过程中，监理人员按照国家和地方政府有关水土保持法规，受业主委托监督、检查工程及影响区域的各项水土保持工作；以巡视方式定期对各施工区域的各项水土保持措施的落实情况，存在的水土保持问题和解决情况进行检查，并填写监理日记和巡视记录，对巡视过程中发现的水土保持问题，应以通知单的形式要求施工单位在限期内处理，并在处理过程中进行检查，完工后进行验收。

10.5 水土保持投资估算

水土保持投资估算是工程总估算的组成部分，编制标准采用水利行业标准编制。

工程新增水土保持投资213.82万元。

表10.5-1　　工程新增水土保持投资概算表　　单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费	监测费	设备费	独立费用	合计
一	**工程措施**	21.20					**21.20**
	II区（施工临时设施防治区）	21.20					21.20
二	**植物措施**		2.59				**2.59**
	II区（施工临时设施防治区）		2.59				2.59
三	**施工临时措施**	64.07					**64.07**
(一)	临时防护工程	63.36					63.36
1	I区（主体工程防治区）	59.18					59.18
2	II区（施工临时设施防治区）	4.17					4.17
(二)	其他临时工程	0.71					0.71
四	**监测措施**			36.18	3.57		**39.75**
五	**独立费用**					42.61	**42.61**
	第一至五部分合计						**170.22**
六	**基本预备费**						**42.20**
七	**静态总投资**						**212.42**
八	**水土保持补偿费**						**1.40**
九	**总投资**						**213.82**

10.6 效益分析

通过工程水土保持措施的实施，防治责任范围内水土流失基本得到控制，各项防治目标均能达到要求，工程区水土流失及其危害得到防治，生态环境得到恢复，取得相应的社会效益和经济效益。

至方案设计水平年，项目建设区水土流失治理度达到95%以上，土壤流失控制比达到1.67，渣土防护率达到95%以上，林草植被恢复率达到95%以上，林草覆盖率达22%以上。

11 劳动安全与工业卫生

根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011）的要求，为了严格遵循国家已经颁布的的政策，贯彻落实“安全第一、预防为主”的方针，在设计中结合工程实际，积极采用先进的技术措施和可靠的防范手段，确保工程投产后符合劳动安全及工业卫生的要求，保障劳动者在生产过程中的安全与健康。

由于本工程各专业设计、布置和选型均已按相应的规程规范进行，因此工程本身的安全和设备的质量问题，均得以安全保证。

本章着重反映工程建设过程中及投产后职工和劳动者的人身安全与卫生方面紧密相关的内容，以保障劳动者在生产过程中的安全与健康。

11.1 设计依据

（1）《中华人民共和国劳动法》；

（2）《建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定》(中华人民共和国劳动部令第 3 号)；

（3）《建设项目(工程)职业安全卫生措施和技术措施验收办法》(劳动部劳安字[1992]1 号文)；

（4）《浙江省劳动保护条例》；

（5）《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB50706-2011)；

（6）《防洪标准》(GB50201-2014)；

（7）《水电工程环境影响评价规范》(NB/T10347-2019)；

（8）《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2017)；

（9）《起重机械安全规程》(GB6067.1-2015)；

（10）《机械加工设备一般安全要求》(GB12266-90)。

11.2 劳动安全

11.2.1 用电安全管理

（1）施工现场有健全的电气安全管理责任制度和严格的安全规程。电力线路和设备的选型需按国家标准限定安全全载流量，所有的临时电源和移动电具要设置有效的漏电保护措施，做到经常对现场的电气线路、设备进行安全检查，对电气的绝缘、接地零电阻和漏电保护器保持完好，指定专人定期测试。

（2）露天的配电箱箱底高于地面应符合规范要求，装置牢固，配电箱应有防雨和漏电装置。对移动性电缆线，经检查无损伤后方可使用，在使用时也应注意保护，电器设备如闸刀、开关、插座、漏电装置等有损坏或失灵的必须停止使用，待整修后方可使用。

（3）施工用电、照明线路须分区标识，设专职电工巡视各工作点的设备及线路，确保混凝土施工组等线路安全良好。所有用电设备必须安装漏电保护装置，保证一机一闸一漏电开关，漏电开关采用两级以上设置，实行三相五线制。电箱和机具采用黄绿双色线进行接零保护。机电设备维修时必须切断电源，停电后方能进行。

（4）加强用电管理，制定值班制度，每天 24 小时内必须至少有两位持上岗证的熟练电工在工地值班，随叫随到，防止事故发生。电力操作应规范施工，上岗时必须携带所必须的防护用品，严禁带电操

作，同时必须普及职工安全用电和触电抢救知识，清除隐患、杜绝事故。

（5）配电箱内刀开关、熔断器的熔丝不得随意加大，更不得用铜丝、铝丝等其他金属代替。大功率设备使用的配电箱应在电箱上标明电压。

11.2.2施工场地与设施安全达标

（1）进行安全策划，编制安全保证计划。

（2）按安全、文明、卫生、健康的要求设置宿舍、食堂、饮用水及卫生设施。

（3）施工现场设专职消防员，做好消防工作，并在各施工作业点按规定配设灭火器、黄沙箱等消防器具。

（4）施工现场设立现场治安机构，统一管理全工地的治安保卫工作。

（5）施工工程区设置一切必须的信号，包括标准的道路信号、报警信号、危险信号、控制信号、安全信号和指示信号。

（6）其余施工场地与设施的布置均按照文明标化工地要求布设及管理。

（7）危险地段如堤顶道路、边坡、临水侧及临空侧等应设置明显标志；夜间施工，应提供足够的照明。

（8）在土石方运输中，设专人指挥运输车辆，尽量减小对道路交通的影响，确保安全。

11.2.3雨季施工安全

（1）在雨汛期内，加强日常巡视、监察，确保雨季运输施工的安全；

（2）在雨季施工时，砂石料仓库应排水畅通；运输工具应有防雨及防滑措施；浇筑仓面应有防雨措施并备有不透水覆盖材料；

（3）各种机电设备做好防雨措施，严防漏电，并做好防雷电设施。机电设备的电库箱要采取防雨、防潮措施，并安装接地保护装置。

11.2.4交通运输安全

（1）施工运输车辆及船舶应持有相应的有效证书，配备消防、救生、防污和应急等设备和器材。

（2）驾驶员应持有相应的有效证书，遵守安全操作规程，保障工程运输的安全。

（3）遇有恶劣天气或紧急情况，应急安全防范措施。

11.2.5防雷电及防电气伤害

11.2.5.1　电气设备的选型要求

室内电气设备的选用遵照《电气设备安全设计导则》和有关规程的规定，所选用的电气设备，允许最高工作电压均大于该回路的最高运行电压，长期允许电流均大于该回路的持续工作电流，由动、热稳定要求的电气设备均按有关规定校验其动、热稳定。电气设备的绝缘水平，均满足国家现行有关标准的要求，高、低压配电装置的布置及其安全距离均符合现行国家有关规程规定。

11.2.5.2 过电压保护及接地

为防止雷电侵入波损坏设备，在变压器边别装避雷器。在 10kV 互感器柜、10kV 开关柜内分别装设微机型消谐装置和氧化锌避雷器。

变压器中性点采用直接接地方式，要求总接地电阻满足规范要求，站内电力设备均按规范要求可靠接地。所有电气设备外壳水工建筑物水下钢筋网均要求焊接连成电气通路。各建筑物屋顶设置避雷带，以防直击雷的侵入；10kV 线路终端杆上设置氧化锌避雷器，作为过电压的防护。

11.2.5.3 电气设备防误操作

电气设备均设置电气锁闭装置，以防止意外事故。

另外，在电气设备的外部醒目的部位注明带电标志，如接地标志、危险标志、运行标志等。二次元件的操作把柄或设备屏面均设有标明框，使电气运行人员易于辨认，尽可能杜绝误操作。

11.2.5.4 配置安全工具

配备适当数量符合国家规定的电气测试设备和绝缘工具，如绝缘手套、验电棒、携带式作业灯等。电气操作和检修人员在工作时必须严守操作规程和照章使用这些工具，测试工具和绝缘设备必须定期检查，如有破坏必须立即清除不得使用，确保安全。

11.2.6 防机械伤害、防坠落伤害

11.2.6.1 机械设备伤害

本工程机械设备布置设计中满足有关标准规定的防护安全距离要求，机械设备采购注意防护罩和防护屏的安全等要求，还符合设备技术性能自身运行稳定要求。

11.2.6.2 防坠落伤害

高度在 2.0m 以上的工作平台、人行通道（部位），在坠落面侧设置因定式防护栏杆。水工建筑物的闸门的门槽处，在坠落面侧设固定式防护栏杆。凡检修时可能形成的坠落高度在 2.0m 以上的孔、坑应设置固定临时防护栏杆用的槽孔等措施。楼梯及平台均采取防滑措施。

11.2.6.3 防洪、防淹

海堤、水闸等永久建筑物防洪防潮标准均按国家有关技术标准进行设计，除此之外，各建筑物设计时，均避免出现低于设计潮水位的孔洞、管沟、通道和电缆廊道（沟）等。

11.2.6.4 防台风

本工程处于沿海地区，在台风等强风天气，应对露天的起重设备，安装可靠的固定装置或设施，并根据气象部门要求做好防护工作，人员设备及时撤离。

11.3 工业卫生措施

11.3.1 防噪音及防震动

工程的噪音、振动源主要来自各种设备上的电动机、风机、水泵发电机及变压器等，对这些设备在设备招标，采购中要求制造厂家提供符合国家规定的噪音、振动标准的设备。各场所的噪音限制值均按水利水电工程各工作场所噪音限制值来控制。各生产运行场所的设计，要求既能保证自然通风，又能减少通风设备振动产生的噪音。

11.3.2温度、湿度控制及空气调节

运行管理场所要求的夏季空气设计温度 25℃～35℃、冬季空气设计温度 21℃～23℃，夏季空气设计湿度≤70%、冬季空气设计湿度≤30%。

由于各运行管理场所均能通风，同时加设分体式空调，故空气清新，完全能满足工作人员对新鲜空气温度、湿度要求。

11.3.3采光与照明

在有天然采光条件的管理房等建筑物，天然光均加以充分利用，要求的室内天然光最低值为 150Lx。由于设备布置和地形条件的限制，以致并不能完全达到天然采光照度的要求，这时在工作时间内加以人工照明作为辅助。人工照明创造了良好的视觉作业环境，生产运行场所要求的室内工作照明照度最低值为 200Lx、室内事故照明照度最低值为 30Lx，室外工作照明照度最低值为 5Lx。

在水闸、管理房重要工作场所设有事故照明。主要疏散通道、楼梯间及安全出口处均设有火灾事故照明及疏散标志。

11.3.4防尘、防污、防腐蚀、防毒

项目部管理房等要求采用坚硬的不易起尘埃的地坪，主要工作场所和会议室作吊平顶处理。变压器油坑及事故油池的油水需经油水分离后，方能排入地面水体。所有电气设备外壳及金属支撑杆件采取防腐蚀措施，除锈、涂漆、镀锌、喷塑等防腐处理工艺应符合国家有关现行标准的规定。各生产运行场所的所有通风百叶窗加设防虫网格。

11.3.5防电磁辐射

水利水电工程《劳动安全和卫生设计规范》中着重考核330kV电压等级及以上的配电装置区域电感应场强限制值，本工程不须考虑防电磁场辐射。

在接触微波辐射的工作场所，按《作业场所微波辐射卫生标准》的有关规定，设置辐射防护措施。

11.4 安全卫生评价

（1）本工程的社会环境条件、自然条件和地质条件较好，没有制约工程建设的重大安全卫生问题，适合工程建设。

（2）该工程的堤线选择和总体布置合理，建筑物防潮标准符合规范要求，工程本身即为防潮工程，具有一定的安全度。初步设计阶段应根据项目建议书和可研报告审查意见和评价，对工程安全设计予以完善，并在工程实施过程中落实，工程安全将可以得到保障。

（3）该工程属于水利挡潮防洪工程，生产过程中涉及的易燃、易爆、有毒、有害物质少，只要对其储量和使用予以控制，即可避免构成重大危险源。作业环境的有害因素少，采取职业危害预防措施后，即可避免造成较严重的职业危害。

（4）本工程在采取了劳动安全卫生对策措施后，其危险程度将是可以接受的。但由于工程的复杂性和分散性、危险有害因素的固有性和随机性，仍可能对工程设备设施和生产人员造成伤害，为此，加强监测和安全生产管理仍十分必要。

12 节能评价

加强节能工作是深入贯彻科学发展观、落实节约资源基本国策、建设节约型社会的一项重要措施，也是国民经济和社会发展的一项长远战略方针和迫切任务。水利工程固定资产投资项目节能评估和审查工作是加强节能工作的重要组成部分，对合理利用能源，提高能源利用效率，优化工程设计具有重要意义。

12.1 设计依据

本工程节能设计主要依据以下有关规范和文件编制。

（1）《中华人民共和国节约能源法》（2008 年 4 月）；

（2）《国务院关于加强节能工作的规定》（国发[2006]28 号）；

（3）《国家发展改革委关于加强固定资产投资项目节能评估和审查工作的通知》（发改投资[2006]2787 号）；

（4）《水利项目节能评估和审查暂行办法》；

（5）《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）；

（6）《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）；

（7）《照明设备合理用电导则》（DB31/178-2020）；

（8）《建筑节能工程施工质量验收标准》（GB50411-2019）；

（9）其他有关国家、行业和地方节能设计规范、规程、标准等。

12.2 能耗分析

12.2.1 能耗特点

项目能源消耗包括建设期和工程运行期两阶段。

12.2.2 建设期能耗分析

12.2.2.1.1 主体工程施工能耗

（1）主体工程施工耗能设备

a.土石方机械能耗：主要有挖掘机、装载机、破碎锤等，主要能耗为燃油。

b.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。

c.混凝土机械能耗：混凝土输送机械、混凝土振捣机械等，主要能耗为电能。

在分析主体工程施工中设备能耗总量时，以《浙江省水利水电工程概（预）算编制规定（2021）》和《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额》（2021）为计算基础，结合各单项工程的施工方法、机械设备选型一级施工总布置计算确定。

（2）施工辅助生产系统能耗

本工程的施工工厂主要有混凝土拌合系统、机械修配系统及综合加工系统。其主要能耗能源为电能。

本工程建设期能源消耗，主要消耗能源：柴油 1098t、汽油 50t、电力 1511 万 kW ｈ，折算成标准煤为 3530t。

12.2.2.1.2 运行期能耗分析

工程运行期能源消耗主要有每年例行维护所消耗的能源，估算年用电量为 1 万 kW ｈ，按照工程运行期为 50 年，共需消耗电量 50 万 kW ｈ，相当于标准煤 61.5t。

上述两项合计，本工程在寿命期内消耗的总能源相当于3592t标准煤。

12.3 节能措施

12.3.1 工程节能原则和要求

工程节能设计须本着合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，根据本工程的具体情况，应满足以下要求。

12.3.1.1 主要建筑物设计

（1）各主要建筑物及海堤布置应尽可能体现节约土地、海域及减少拆迁房屋的原则，并尽量避免拆迁难度高、影响面大的构筑物，合理、有效地利用已建设施，此外便于运行和管理；

（2）应做好工程的优化设计，选择合理经济的设计方案；在确保工程安全、可靠的情况下，选用生态性的能耗低的护岸；

（3）应合理安排施工组织设计，合理选用施工方案和设备，减少不必要的能耗。

12.3.1.2 施工组织设计

在施工组织设计过程中，始终观测执行节能标准，将节能降耗指标（此指标主要融入投资、加快施工进度指标中）作为施工工艺、机械设备选型的重要考查内容。施工机械的悬着是提高施工效率及节能降耗的工作重点，本工程在施工机械设备及配套设计时，按各单项工程工作面、施工强度、施工方法进行设备配套选择，使各类设备均能充分发挥效率，以满足工程进度要求，降低施工期能耗。总体上应遵循以下原则：

（1）合理规划施工布置，压缩场内主材运距，减少施工能耗

（2）合理选择施工机械设备、减少施工耗能；

（3）合理安排施工顺序及进展，提高设备利用率；

（4）合理选择施工用电变压器、组合电器，尽量让其在高效区运行，减少电损；

（5）科学设置施工面给排水系统，尽量让水自流。

12.3.1.3 施工期建设管理的节能措施建议

根据本工程的施工特点，建议在施工期的建设管理工程中可采取如下节能措施：

（1）定期对施工接卸设备进行威胁和保养，减少设备故障的发生频率，保证设备安全连续运行。

（2）加强工作面开挖渣料管理，严格分可用渣料和弃料，分别堆在制定的料场，减少中间环节。

（3）根据设计推荐的施工设备型号，配备合适的设备台数，以保证设备的连续运转，减少设备空转时间，最大限度发挥设备的功效。

（4）生产设施应尽量选用新节能型设备，避免旧设备带来的出力不足、工况不稳定、检修频繁等对系统的影响而带来的能源消耗。

（5）合理安排施工任务，做好资源平衡，避免施工强度峰谷过大，充分发挥施工设备的能力。

（6）加强现场施工、管理及服务人员的节能教育。

（7）加强节能降耗宣传，禁止耗能过高的机械设备入场工作。加强对职工节能知识培训，特别是对主要耗能机械操作工得节能操作培训，加强用能实施节能奖惩制度等。

12.3.1.4 运行期管理维护的节能措施建议

在本项目运行过程中，加强运行管理，合理安排维护计划，及时维护，不让小损毁变成大损毁，减少维护工作量，减少维护能耗。同时选用节能的维护设备，减少维护能耗。同时选用节能的维护设备，减小维护能耗。

12.3.2 工程节能措施

12.3.2.1 工程布置和建筑物设计

本工程主要建筑物由 1 条海堤及 1 座排涝闸组成。在工程总体布置和建筑物设计中，充分体现了节能理念。

海堤工程中，基本均沿现有海堤进行布置，新增占用海域较少，投资较省；工程施工中施工场地就近布置。

水闸工程中，水闸在现状水闸基础上进行提标加固，尽量利用现有建筑物，减少投资。

上述方案在满足功能和稳定安全的前提下，做到了方便运行管理，尽量减少石方用量，就地取材，减少水泥、钢材用量，节约投资等，在工程总体布置和建筑物结构方面进行充分论证，为实现技术节能打下良好的基础。

12.3.2.2 施工组织设计

在施工组织设计中，施工总布置本着有利于生产、方便生活、快速安全、经济可靠、易于管理的原则进行，选择技术先进合理可行的施工方案，施工机械设备选择能耗低、符合国家节能要求的产品。在施工总进度编排上，合理安排施工工期。

12.4 节能效果评价

（1）根据本工程的建设任务和条件，在工程布置和设计中充分体现了节能理念，设计从技术、经济、社会、环境等方面进行了多方案技术经济比较。本阶段的工程布置和结构型式为下阶段进一步推广节能技术，实现技术节能打下了良好基础。

（2）在设备选择设计中，按照节能优先、技术和工艺先进并符合国家行业政策规定的原则选用设备。设计中合理选择了护岸型式，减少了电能损耗，选用的机电设备均符合国家节能产业政策推荐设备。

（3）在施工组织设计中，施工总布置本着有利于生产、方便生活、快速安全、经济可靠、易于管理的原则进行，选择技术先进合理可行的施工方案，施工机械设备选择能耗低、符合国家节能要求的产品。在施工总进度编排上，能合理安排施工工期。

（4）根据本工程经济寿命内的能源消耗总量和产生的经济效益分析计算，本项目能耗指标为 0.044t 标准煤/万元生产总值，低于经济寿命期 0.4t 标准煤/万元生产总值的评价指标，符合国家有关节能要求。

总而言之本项目依据合理利用能源、提高能源利用效率的原则，遵循节能设计规范，从设计理念、工程布置、设备选择、施工组织设计等方面已采用节能技术，选用了符合国家政策的节能机电设备和施工设备，合理安排了施工总进度，符合国家固定资产投资项目节能设计要求。

本工程不存在能耗过大的建筑物和设备，项目的建设和运行期亦不会消耗大量能源，能源消耗总量相对合理，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 工程管理

13.1 工程管理体制

13.1.1 管理机构及体制

本工程建设期项目法人为玉环市交通投资集团有限公司，漩门三期工程目前由玉环海洋经济开发投资有限公司管理，本次海堤提标加固后玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）仍由原运行管理单位管理，管理体制及机制不变，负责工程海堤和水闸工程的日常管理和维护工作。台汛期间由玉环市防汛指挥部统一调度指挥。

13.1.2 岗位设置

管理机构人员编制参照水利部《水利工程管理单位编制定员试行标准》以及《浙江省水利工程管理定岗定员标准（试行）》的有关规定执行。本工程按海塘工程定员级别定员，其定员按《浙江省水利工程管理定岗定员标准（试行）》相应章节执行。

13.1.2.1 定员级别划分

根据《浙江省水利工程管理定岗定员标准（试行）》，海塘工程定员级别按表 13.1-1 的规定确定。

表 13.1-1 海塘工程定员级别

定员级别	防潮（洪）标准[重现期（年）]
1	≥100
2	＜100，≥50
3	＜50，≥30
4	＜30，≥20

海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）提标加固海堤 2486m，防潮标准为 100 年一遇，本工程定员级别为 1 级。

13.1.2.2 定员级别划分

根据本工程的运行特点，实行区域化集中管理，其单位负责、行政管理、财务与资产管理、技术管理、水政监察类及辅助类等岗位进行统一设置。根据《浙江省水利工程管理单位定岗标准》，计算定员人数为 12 人，详见下表。

表 13.1-2 海塘工程管理各岗位定员表

序号	岗位类别	岗位名称	定员（人）
1	单位负责类	单位负责岗位	2
		技术总负责岗位	
2	行政管理类	行政事务负责与管理岗位	1
		人事劳动教育管理岗位	
3	财务与资产管理类	财务与资产管理负责岗位	1
		会计岗位	
		出纳岗位	
4	档案管理类	档案管理岗	1
5	技术管理类	工程技术管理负责岗位	4
		海塘工程技术管理岗位	
		信息和自动化管理岗位	
		海塘观测岗位	
		涉塘管理岗位	
		交叉建筑物管理岗位	
		防汛管理岗位	
		维修养护岗位	
		防汛物资管理岗位	
6	海塘巡查管理类	巡查管理岗位	1
		巡查岗位	
7	水政监察类	水政监察岗	1

序号	岗位类别	岗位名称	定员（人）
		规费征收岗位	
8	辅助类	辅助类岗位	1
合计			12

13.1.3建设期工程管理

建设期本工程项目法人单位为玉环市交通投资集团有限公司，公司按照水利部《关于落实〈国务院批转国家计委、财政部、水利部、建设部关于加强公益性水利工程建设管理若干意见的通知〉的实施意见》中项目法人和工程建设单位的职责在工程建设期间负责工程的建设管理。

工程建设期由项目法人单位牵头，协调各参建单位对工程施工全过程进行标化管理。在工程管理中应建立、健全责任制，明确职责，设专人分别负责技术管理、进度管理、财务管理、安全管理和合同管理，及时对控制节点和关键工期进行计划和总结，针对本工程特点制定考核、评比和奖罚制度等。

13.1.3.1 合同管理

严格按照相应法规及合同条款进行合同管理，使合同管理走向规范、科学、合理、高效。主要做的工作有：

（1）对工程实施进行有力的合同控制，保证整个工程按合同规定有计划、有步骤、有秩序地开展，使工程始终处于受控状态。

（2）预防合同争议的发生，避免因合同争议造成的损失。

（3）对合同实施情况进行跟踪。

13.1.3.2 质量管理

在工程开工之初，明确以质量管理为重点的工程质量创建目标和创建计划，并统一认识。建立健全质量管理体系、控制体系、组织体系，制定质量管理责任制度、目标，严格按照计划图纸和工程技术规划进行全面质量管理，使工程质量自始至终处于受控状态。

在施工现场质量管理方面，建立由项目管理单位、监理、施工和市民代表共同参与的质量保证体系，健全各项质量管理制度，规范质量管理工作，落实质量管理责任。

施工阶段设计变更均按照相关规定严格执行。

13.1.3.3 进度管理

在工程开工时确定重大节点目标，根据工程量排顶总体进行计划，在此基础上，再确定关键节点，为确保工程安全度汛，按期完工奠定基础。通过设置关键节点目标，施工单位提交具体的进度计划安排和施工方案，通过创建文明工地、立功竞赛等手段提高各单位的积极性，通过日常的检查，及时发现计划延误情况，并根据实际情况督促施工单位采取一切措施保证按计划进度实施。

13.1.3.4 安全生产、文明施工管理

项目管理单位通过动员、分工、设立阶段目标，自查、改进、提高，通过有效的管理手段和各方努力，使工程质量、安全、进度等方面达到文明工地的标准。

13.1.4 工程建设招投标方案

13.1.4.1 分标原则

（1）按国务院国发[2000]20 号文规定，工程施工不得分标过细或化整为零。

（2）坚持便于管理、避免干扰、确保进度、投资大致平衡。

13.1.4.2 分标方案

根据建筑物布置情况，将本工程建设初步规划分标方案如下：监理标为 1 个监理标段，完成施工监理任务；施工标为 2 个标段，完成施工任务，建议招标时根据各级施工企业的年生产能力，设置合理的投标资质要求。

13.1.4.3 招标方式

根据《招标投标法》的规定，本工程采用公开的方式进行。

13.1.4.4 招标组织形式

根据《国家发展计划委员会第五号令》第四条、第五条之规定，招标人自行办理招标事宜，应提供下列内容的书面材料：

（1）项目法人营业执照、法人证书或者项目法人组建文件；

（2）与招标项目相适应的专业技术力量情况；

（3）内设的招标机构或者专职招标业务人员的基本情况；

（4）拟使用的专家库情况；

（5）以往编制的同类工程建设项目招标文件和评标报告，以及招标业绩的证明材料。

若项目法人不具备自行招标条件，可委托有相关资质的招标代理机构进行招标。

13.2 工程运行管理

13.2.1 工程管理办法

为保证工程安全和正常运用，充分发挥工程效益，本工程实行正规化、制度化、规范化、现代化管理。

管理单位应严格执行《中华人民共和国水法》以及国家各项方针政策和上级主管部门的指示；不但要掌握本工程的性质和任务，而且要掌握工程的设计、施工和运行的有关资料，建立工程管理制度，定期进行巡查和检查、监测、养护维修，消除工程缺陷和隐患，保障各项建筑物和设施处于良好运行状态。

做好水文监测，及时向上级报告水文雨情、水情，服从防汛指挥部门命令，做好工程的调度运用和防汛工作，确保工程安全运行。建立、健全岗位责任制，明确规定各类人员的职责，建立计划、技术、经营、水情测报、财务、安全等管理工作制度。

工程管理部门应建立并健全各项档案管理，通过工程的管理、运行，积累资料，分析整编，总结经验，不断改进工程的管理工作；还应建立、健全岗位责任制，明确各类人员的职责，建立以下管理工作制度：

（1）计划管理制度；

（2）技术管理制度；

（3）经营管理制度；

（4）水情测报管理制度；

（5）财务器材管理制度；

（6）安全保卫管理制度；

（7）请示报告和工作总结制度；

（8）事故登记、处理报告制度；

（9）考核、评比和奖罚制度。

管理机构应贯彻、执行国家的有关方针、政策和上级主管部门的指导，纳入防汛部门统计表进行科学调度，确保工程安全，充分发挥效益。工程加固后，应在海塘塘顶适当位置设置海塘安全警示牌，加强海塘管理工作，以保障广大人民群众的利益。玉环海洋经济开发投资有限公司负责本工程海堤和水闸的运行管理工作，建立详细的工程管理制度，定期进行巡查和检查、监测、养护维修，消除工程缺陷和隐患，保障各项建筑物和设施处于良好运行状态，并听从上级管理部门的统一防汛排涝调度。

13.2.2 工程管理内容

13.2.2.1 工程检查

为及时发现海塘、水闸运行中可能存在的缺陷或安全隐患，工程管理单位应组织开展现场检查、设备检测、隐患探测、资料分析等工作。工程检查包括日常检查、定期检查、特别检查和专项检查等。

（1）日常检查

海塘日常检查主要对塘身、护塘地及护塘河、护塘设施与塘前滩地、交叉建筑物、管理及防汛抢险设施、管理范围及保护范围等进行检查。检查周期，汛期全线巡查每周应不少于 2 次，非汛期巡查每周应不少于 1 次，遇到高潮位、台风及风暴潮前应加密巡查频次。

水闸日常检查主要对建筑物各部位、闸门、启闭机、机电设备、通讯设施、管理范围内的河道和水流形态等进行检查。检查周期，每月不得少于 1 次，高潮位、台风及风暴潮前后应加密巡查频次。当水闸遭受到不利因素影响时，对容易发生问题的部位应加强检查观察。

（2）定期检查

每年汛前、汛后或用水期前后，应对海塘、水闸各部位及各项设施进行全面检查。汛前着重检查岁修、度汛工程完成情况，度汛存在问题及整改措施；汛后着重检查工程损毁和其他异常变化情况，据以制定岁修工程计划。

（3）特别检查

当工程遇台风、特大洪水、风暴潮等灾害性天气或发生重大工程事故时，应及时报告上级主管部门，并组织对工程进行特别检查。

（4）专项检查

为完成上级临时指派的检查任务或特定技术的检查项目（如位移检查、渗透检查、塘身内部情况的物探检查等项目）。

（5）检查记录

经常检查由检查人员当场逐项填写现场检查记录表。发现缺陷或异常等情况时，应有详细的情况说明和部位描述，必要时应拍摄现场照片或摄像。

定期检查和特别检查在完成现场检查后，及时编制检查报告。

（6）隐患处理

对检查发现的隐患，检查负责人应作进一步核实，组织分析判断可能产生的不利影响，及时提出处理意见并抓紧组织实施，并落实相应的管理措施。影响工程运行安全的问题，应按规定报告。

（7）资料归档

现场检查记录（包括分析日常或问题的记录、照片或录像等）、检查报告、问题或异常的处理与验收等资料应定期归档，相关责任人的签署应完备。

13.2.2.2 安全鉴定

（1）海堤

工程首次安全鉴定需在海塘建成后 10 年内进行，以后每隔 8~10 年进行一次。运行中遭遇超设计标准风暴潮、工程发生重大事故或出现影响安全的异常现象后，应及时组织专门的安全鉴定。

海塘管理单位应根据海塘使用年限和存在问题制定安全鉴定计划，按分级管理原则，报主管部门批准，安全鉴定报告书（意见和结论）应报上级水行政主管部门审定。管理单位和工程主管部门对鉴定为二类塘的，应及时进行大修或局部加固，对鉴定为三类塘的，应限期进行除险加固。

（2）水闸

水闸工程首次安全鉴定需在竣工验收后 5 年内进行，以后每隔 10 年进行一次。运行中遭遇超设计标准洪水、强烈地震、工程发生重大事故后，应及时进行安全检查，如出现影响安全的异常现象的，

应及时组织专门的安全鉴定。闸门等单项工程达到折旧年限的，应按有关规定和规范适时进行单项安全鉴定。

水闸管理单位应根据水闸使用年限和存在问题制定安全鉴定计划，按分级管理原则，报主管部门批准，安全鉴定报告书（意见和结论）应报上级水行政主管部门审定。管理单位和工程主管部门对鉴定为三类水闸的，应及时编制出现加固计划，报主管部门批准。由于规划设计变更等原因需要报废，或经安全鉴定认定为四类水闸需要报废或降等使用的，应报省级水行政主管部门批准。

13.2.2.3 维护养护

为保持、恢复或改善工程的设计功能和形象面貌，对水工建筑物、边坡岸坡、设施设备、管理系统等进行的定期或不定期的保养、维护、修理、加固、改造等工作。

维修养护分为养护、岁修、大修和抢修。维修养护重点在养护和岁修，即日常的保养及根据检查监测发现的问题和缺陷汛前进行必要的整修和局部修补。工程维修一般遵循下列程序：工程检查、编报维修方案（或设计文件）、施工、验收。工程出现重大险情，必须及时采取必要的抢修措施。

水闸工程维修养护对象主要包括上游连接段、闸室段、下游连接段、金属结构及机电设备、自动化系统、闸区堤岸、安全监测及附属设施等。

海堤工程维修养护项目包括为堤身、堤前滩地、交叉建筑物、管理设施、防汛抢险设施维修养护等。

维修养护应逐步推行专业化、市场化，相关资料应及时归档。日常维修项目可由具有相应能力的机构或企业实施，专业技术要求不高的（如保洁）可委托给个人，但应签订协议或合同，明确工作内容、标准及职责，同时要组织开展检查、考核、验收等工作。大修和抢修项目一般通过招投标确定项目承担单位。

13.2.2.4 防汛抗台管理

（1）防汛指挥

工程所在区域为历年台风活动频繁地带，经常遭受风暴潮的袭击。因此防台防汛工作任务很重，应纳入市、县防汛指挥系统，接受统一调度指挥，每年汛期成立防汛指挥小组负责防汛具体指挥工作。

（2）防汛重点

防汛防台工作主要为：

a.确定专人加强值班制度，完善防汛通讯系统，确保防汛信息及时传递；

b.强对堤、闸巡查制度，发现有损部位要及时加固，不留隐患；

c.备抢险抗台物资；

d.按照防汛预案要求制定具体的工程抗台抢险措施，提出指挥流程图，制定人员撤离和抢险物资的储备方案。

13.2.2.5 维护工程安全运用和充分发挥工程效益的措施意见

为保证工程安全和正常运用，充分发挥工程效益，本工程实行正规化、制度化、规范化、现代化管理。

（1）管理单位应根据实际情况编制工程险情应急处置预案，并报有关防汛抗旱指挥机构批复。当工程安全状况等发生变化时，应及时修订。

（2）管理单位应落实汛期值班制，保持通讯通畅，及时了解水文、气象等信息，密切关注水情、雨情、工情，及时准确地执行防汛抗旱指挥机构和上级主管部门的指令。

（3）应按当地防汛抢险要求及相关规定储备防汛物资或明确防汛物资来源。

（4）防汛物资储备与管理应符合应急处置需要。应建立物资出入库管理台账，明确各类物资的保质期；每年汛前应对消耗、损坏、老化的防汛物资进行清理和补充。

（5）应设置能满足工程防汛抢险需要的防汛道路，并保持道路安全、通畅。

（6）海塘工程出现险情征兆时，管理单位按照规定报告相关防汛抗旱指挥机构、水行政主管部门及其他相关部门。

13.2.3 水闸调度运行管理

本工程的控制运用必须遵守局部服从全局，全局兼顾局部，兴利服从防洪，统筹兼顾的原则；同时应与上、下游和相邻有关工程密切配合运用。

目鱼排涝闸运行调度原则如下：

（1）常水期为维持上游河道形态及生态景观的需要，保持冲坦闸、目鱼闸关闭；

（2）洪水期当漩门二三期水位超过 0.3m 时，且闸上水位高于外海潮位时，冲坦闸、目鱼闸开闸排水；

（3）当洪峰过后，漩门二三期回落至 0.2m 时，关闭闸门。

（4）当预测区域遭遇较大暴雨时，应灵活调度，可适当降低开闸水位，预泄一部分水量。

13.2.4运行费用及来源

本工程是社会公益工程，工程年运行费包括管理人员工资及福利费、材料燃料及动力费、工程维护费及其它费用，参考省内类似工程估算需要 799.93 万元/年。

由于本工程属于社会公益性建设项目，尽管国民经济效益显著，但无财务收入而难以自行维持生存。为了保持本工程的长期正常运用，发挥工程防洪效益，其维护运行管理经费来源主要由其维护运行管理经费来源主要由玉环海洋经济开发有限公司负责解决。

13.2.5水利工程标准化管理

根据《浙江省人民政府办公厅关于全面推行水利工程标准化管理的意见》(浙政办发〔2016〕4 号)，按照“五水共治”和标准强省建设的总体要求，围绕确保水利工程安全、持续、高效运行的目标，以落实水利工程管理责任和措施为核心，以全面建立水利工程标准化管理体系为基础，以深化水利工程管理体制机制改革为动力，坚持政府主导、社会参与，省定标准、分级实施，全面规划、稳步推进，全面落实水利工程标准化管理措施。

本工程管理也要遵循水利工程标准化管理体制，明确工程管理范围，管理的领导责任、监管责任、主体责任、岗位责任和人员职责。

制定防汛和安全运行管理目标。落实运行管理经费，管理设施设备配置和运行要求，日常监测检查、维修养护机制。运行管理人员岗位培训，管理区生态环境绿化美化要求，建立管理信息化。

本工程标准化管理建设内容主要包括工程标准化管理实施方案编制、年度监测资料整编分析报告编制、标识牌设计及制作安装、工程管理和保护范围划定方案编制、管理手册编制、控运计划编制及安全应急预案编制等。

13.2.5.1 实施方案编制

实施方案编制的目的是指导和推动管理单位完成水利工程标准化管理创建工作。实施方案内容包括：

（1）编制工程定岗定员方案；

（2）创标经费测算：对工程现状进行调研评估，通过调研，对工程标准化管理创建在定岗定员、工程运行、维修养护、绿化美化、确权划界、标识标牌、信息化等方面所需经费进行测算；

（3）运维经费测算：对工程创标完成后运行管理经费进行测算；

（4）针对工程标准化创建各方面提出创建建议，编制工程标准化创建各项工作时间安排表，以供管理单位创标实施。

13.2.5.2 年度监测资料整编分析报告编制

（1）按照《海塘工程管理规程》（DB33/T596-2019）等规程规范的相关要求组织开展工程年度监测资料分析报告编制工作。

（2）年度监测资料分析报告应包括工程概况、监测系统布置及工作状态、监测资料整编分析、结论和建议等。

13.2.5.3 标识牌设计及制作安装

按照《浙江省水利工程标识牌设置指南》、《水利工程标识牌设置规范》（DB33/T2196-2019）等规程规范及相关文件的要求，本工程除界桩类标牌外还应设置水利工程公告类标识标牌、名称类标识标牌、警示类标识标牌及指引类标识标牌等 4 大类标识标牌。根据工程需要确定各类标识标牌的数量，对设计的各类标识标牌进行设计，并按照要求进行标识标牌制作及安装。

表 13.2-1　　标识牌工程量表

序号	名称	数量	备注
1	工程建设永久性责任牌	1	
2	工程简介标牌	2	起止点设置
3	告示牌	5	直线段 1 处/km；各拐点 1 个
4	宣传牌	5	直线段 1 处/km；各拐点 1 个
5	界桩	28	公里桩 2 个，百米桩 1 个/100m

13.2.5.4 工程管理和保护范围划界方案编制

（1）按照《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《浙江省海塘建设管理条例》、《浙江省水利工程安全管理条例》、《水利部关于开展河湖管理范围和水利工程管理范围与保护范围划定工作的通知》（水建管〔2014〕285 号）等法律法规及相关文件的要求，组织开展工程管理范围和保护范围划定方案编制工作。

（2）水利工程管理范围和保护范围划定方案应包括工作背景、划界依据、划界原则、划界范围、划界内容等，方案编制过程中应结合工程实际情况，划定工程管理和保护范围，明确管理范围和保护范围界线。

13.2.5.5 管理手册编制

按照各类工程的运行管理规程及管理手册编制指南，组织开展工程管理制度和规程研究，制定出符合工程实际运行管理工作的运行管理手册。管理手册一般包括制度手册、操作手册和组织管理体系三部分。

13.2.5.6 控运计划编制

（1）控制运用计划编制应以国家和省颁布的有关法律法规和技术规范、批准的流域洪水调度方案（或防御洪水方案）、抗旱预案（或应急水量调度方案）和工程设计、工程安全状况等为依据，坚持以人为本、安全第一、局部服从整体、兴利服从防洪的原则，科学处理防洪与兴利的关系。

（2）防洪排涝控运计划编制应结合工程运用、水文气象特征、上游防洪工程特征、下游边界条件等实际情况，综合确定洪水期防洪排涝和冲淤运行的特征水位和操作运行方案，科学安排，做到有计划地预泄、防洪、排涝、冲淤，充分发挥工程的综合功能。

（3）兴利调度计划编制应根据工程设计开发目标确定的主次关系，以“保证重点、兼顾一般”为原则，充分发挥工程的兴利功能，综合利用水资源和保护水环境。

13.2.5.7 安全应急预案编制

根据《中华人民共和国突发事件应对法》、《中华人民共和国防洪法》、《浙江省防汛防台抗旱条例》、《浙江省水利工程安全管理条例》、《浙江省防汛防台抗旱应急预案》等法律法规、规程规范和

经批准的工程设计报告、控制运用计划、调度规程等进行应急预案编制。

应急预案应包括应急组织及职责、应急响应、应急保障、宣传、培训与演练（习）等内容。

13.3 工程管理范围和保护范围

根据相关规划，本工程提升改造后工程等别Ⅱ等，100 年一遇防洪（潮）标准，工程级别 1 级。

为保证工程安全和正常运行，根据《浙江省海塘建设管理条例（2015 年修正）》、《浙江省水利工程安全管理条例》、《浙江省实施<中华人民共和国水法办法>》以及《浙江省海塘工程技术规定》的有关内容，确定合理的管理范围和保护范围。

海塘及水闸管理范围内，禁止进行爆破、打井挖塘、采石取土、挖坑开沟、建坟建窑、建房、倾倒垃圾、废土等；禁止翻挖塘脚镇压层抛石和消浪防冲设施、毁坏护塘生物及其他危害海塘安全的活动。

13.3.1 海堤

（1）管理范围：海塘的管理范围为塘身以及迎水坡脚起（有镇压层的从镇压层的坡脚起，下同）向外延伸七十米，背水坡脚起向外延伸三十米。

（2）保护范围：海塘的保护范围为背水坡管理范围向外延伸二十米。

13.3.2 水闸

（1）管理范围：水闸的管理范围为水闸主体工程向上下游各延伸二百米，左右侧边墩翼墙起各向外延伸七十米。

（2）保护范围：沿塘水闸的保护范围为管理范围向外延伸二十米。

13.4 管理设施与设备

13.4.1 管理用房

本工程不单独设管理用房。

13.4.2 交通

内外交通系统应满足行车安全和运输质量的要求，设置必要的维修、管理、监控、防护等附属设施，并配备 1 辆运行维护用车。

13.4.3 通讯

管理单位应建立为城市防洪工程的维修、抗洪抢险的专用通讯网络，网络的建设应根据地区统一的通讯网络规划进行，其通讯设施应满足与防汛部门之间信息传输的要求，保持经常联系，保证通讯的迅速、正确、可靠。

通讯网的主干线应设置专用的有线通讯线路和无线通讯网。当防汛指挥时，可采用便携式无线通讯方式。城防通讯网应与邮电通讯网络联网。通讯网络设施应具有数据传输功能。

14 工程信息化

14.1 概述

14.1.1 建设目标

2021 年 3 月，浙江省委印发的《浙江省数字化改革总体方案》中明确提出“加快推进数字化改革，建成数字化政府”总方针，数字化改革是围绕建设数字浙江目标，统筹运用数字化技术、数字化思维、数字化认知，把数字化、一体化、现代化贯穿到党的领导和经济、政治、文化、社会、生态文明建设全过程各面，对省域治理的体制机制、组织架构、方式流程、手段工具进行全方位、系统性重塑的过程，从整体上推动省域经济社会发展和治理能力的质量变革、效率变革、动力变革，在根本上实现全省域整体智治、高效协同，努力成为“重要窗口”的重大标志性成果。

水利工程是国家基础设施建设，数字水利是数字浙江的重要基础，依赖各项水利工程的基础数字，因此，建成工程的数字信息化管理平台是项目管理的组成部分，为数字浙江提供基础数据。

根据《关于浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》，信息化建设是海塘安澜工程的重要组成部分，建立玉环市漩门三期海塘安澜工程信息化系统，为管理部门提供准确及时的工情、水情、水质及潮讯情况，全面提升安澜海塘管理水平和效率。

工程信息化以工程带管理、工程带数字化为手段，充分利用自动化控制技术、互联网+、物联网、人工智能、大数据、BIM、数字孪生等先进信息化技术对海塘工程建设管理的各方面提供全面支撑，不

断提升海塘建设和管理的一体化、智慧化、标准化水平，形成全面的信息基础设施体系和专业性的数字海塘综合管控平台，实现海塘管理“可知、可视、可控、可预测”，满足海塘日常管理需求和社会服务需求，保障工程安全、提高工程效益和工作效率，切实提高工程管理和社会服务水平。

14.1.2 建设内容

为构建动态感知、数据互通、智慧研判、自动控制的海塘管理体系，建设完善的水利信息基础设施体系、制订功能完备的信息化管理系统、统一规范的技术标准和安全可靠的保障体系。针对日常管理业务需求，信息化建设主要从以下几个层面进行：

14.1.2.1 监测监控体系建设

监测监控体系是实现工程的智能感知识别、信息采集处理和自动控制的基础，主要包含了智慧工地信息采集、水情监测、工程安全监测、视频监控、计算机监控及广播预警等内容。

14.1.2.2 信息化基础设施建设

按照“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则，建立完整的工程网络系统，为工程各节点的互联互通、用户的网络访问提供稳定流畅的通信基础设施；建立网络安全系统，实现安全通信、安全计算、安全存储，从而最终实现整个系统高质量稳定运行；建立平台计算及存储系统，满足工程管理数据的存储、处理、应用。

14.1.2.3 实体环境建设

实体环境是工程进行日常管理活动、决策会商、视频会议等活动的基本硬件环境保障。其建设包含会商中心、调度中心以及机房等。

14.1.2.4 智慧平台建设

为推动城防海塘工程从建设到运营全生命周期管理的规范化、精准化、智能化。以工程“安全、有序、高质量”建设为核心，全面构建“数字建管”应用系统，实现海塘建设期全要素监管；聚焦海塘核心业务，打造集风险研判、日常监管等功能于一体的智慧运管平台，对海塘实时运行态势和预报预警信息进行全局呈现。

14.1.3设计依据

漩门三期海塘位于浙江省玉环县漩门湾，北接龙溪镇、芦蒲镇，西与玉环本岛相连，东南与鸡山隔海相望。玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）建设内容包括坎门海堤 2486m 及沿线目鱼排涝闸提标加固。

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）建设和运行管理信息平台设计依据：

14.1.3.1 法律法规

（1）《中华人民共和国水法》（2016 年修订）

（2）《中华人民共和国防洪法》（2016 修正）

（3）《中华人民共和国计算机信息安全保护条例》（国务院令第 147 号）

14.1.3.2 政策文件

（1）《浙江省水利厅关于印发<浙江省水利工程标准化管理验收办法>的通知》（浙水科〔2018〕10 号）

（2）《台州市政府投资信息化项目管理暂行办法》

（3）《台州市数字化改革总体方案》

14.1.3.3 标准规范

14.1.3.3.1 国家标准规范

（1）《计算机信息系统安全系统保护等级划分准则》（GB 17859-1999）

（2）《电子信息系统机房设计规范》（GB50174-2019）

（3）《工业电视系统工程设计标准》（GB/T50115-2019）

（4）《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314－2009）

14.1.3.3.2 行业标准规范

（5）《水利网络与信息安全体系建设基本技术要求》（2010）

（6）《水环境监测规范》（SL219-1998）

（7）《水污染源在线监测系统运行与考核技术规范》（HJ/T 355-2007）；

（8）《视频安防监控系统技术要求》（GA/T367-2001）

（9）《水资源监测数据传输规约》（SZY206-2012）

14.1.3.3.3 地方标准规范

（1)《关于浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南(2021 年版)》

（2）《水文测站运行管理规范》（DB33/T 2084-2017）

（3）《大中型水闸运行管理规程》(DB33/T 2109-2018)

（4）《浙江省水利工程标准化管理验收办法（试行）》

（5）《浙江省堤防工程维修养护管理规程》（试行）

（6）《浙江省水利工程标准化运行管理平台建设导则和技术要求》

（7）《浙江省标准化管理条例》（2000 年）

（8）《玉环市海塘安澜建设规划（2020-2030）》

（9）浙江省水利厅有关数字水利建设的文件

（10）其它相关国家及行业规范、设计要求、招标文件及附件。

14.2 需求分析

14.2.1 用户需求分析

海塘安澜千亿工程是浙江省贯彻落实习近平总书记指示精神、奋力打造“重要窗口”的标志性工程。实施海塘安澜工程，是一件守底线、保平安、防风险的大事。信息化建设使海塘达到“可知、可视、可控、可预测”的管理，提升智慧化管理水平，为确定科学、先进的调度方案提供决策支持，真正实现海塘安澜。

14.2.2 业务需求

（1）“数字海塘”建设是水利数字化转型工作的重要组成部分

在水管理平台总体框架下组织实施，符合智慧水利建设实施方案设计，是提升水利工程运行管理数字化水平和监督指导能力的重要信息化手段。

（2）工程管理数字化转型需要

水利数字化转型是落实国家战略、实现水治理体系和治理能力现代化、支撑水利高质量发展的必由之路与必备基础。数字海塘是水利数字化转型中水事务监管的数字化应用的重要组成。

（2）履行水利工程强监管职责需要

前期工程标准化建设已建成并投入应用的业务平台仅提供日常运行管理需要，数据资源分散、孤立，可视化程度低、业务协同困难，

需要通过本项目建设，打破数据壁垒，提升海塘工程管理可视化及管理效能，对海塘日常督导和监管提供较全面的要素服务，实现整体智治，为水行政主管部门全面履职提供技术支撑。

14.2.3功能需求

（1）水雨情监测需求

将雨量、流量、潮位数据集中采集、上报、存储，并经过系统处理，同时结合水位数据接入，基本上可以全面了解管理流域内的水文特征，为潮水、洪水预警和调度等提供坚实可靠的基础数据。及时预警潮洪涝灾害、避免人员和经济损失方面发挥了重要作用。按照浙江省技术规范，水文要素监测设施建设应与水文防汛 5+1 工程建设做好统筹衔接，充分发挥设施共建共享优势，在水利行业水文监测基础上，与海洋、气象、环保等部门深入协作，打通潮（水）位、风、浪、泥沙、水质、盐度、降雨等要素监测数据链路，并根据现状监测站点布局进行深入分析，因地制宜补充建设相关测站。

（2）海塘安全监测需求

漩门三期海塘是保护玉环市城区防潮安全的重要屏障，因此，加强海堤监测势在必行。需动态、实时掌握海堤变化情况，包括应力、应变、沉降、位移、裂缝等关键信息。根据浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南中推出的海塘工程安全监测数据采集、汇集、管理、及相关应用做好与数字化建设成果的统筹。

（3）水闸远程控制需求

根据浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南要求，其中区县一级应具备对辖区内海塘沿线控制对象远程控制能力，根据管理职责常规情况下区县级只启用监视功能。配合新的防洪御潮模式，保障海塘安全运行，全面提高管理水平与调度运行效率，水闸将建设自动化远程控制系统，通过局域网接入至指挥调度中心，实现统一远程集中控制。

（4）图像视频监控需求

主要实现对水闸内外、海堤、道路、景观等视频监视，同时能与其它子系统进行联动报警，通过智能视频分析技术，真正做到“无人值班、少人值守”运行，满足管理可视化的要求。

（5）广播预警系统需求

闸门的启闭、潮水的涨落，需实行统一的水情传递机制。当危险到来时，应提前报告和预警，给群众充分的避险准备时间，并与其它子系统进行报警联动。

（6）公众智慧服务需求

提供智慧交互、配备智慧机器人等设备提供公众信息服务、发布文化旅游等信息服务，通过二维码等形式提供市民公众访问。

建设户外互动屏，展示工程概貌、生态景观、数字人文等，同时可以进行水环境环保、智慧海塘等视频短片的播放，达到展示宣传景点文化和海塘风貌的效果。

（7）指挥监控中心建设需求

实现前端控制系统部署及数据中心计算、存储、网络安全等信息化设备部署。建设指挥中心大屏显示系统，实现大数据可视化。建设

会议系统，实现智慧海塘业务管理的会务管理工作，实现与全省视频会商接入。

（8）数据中心基础资源平台需求

构建智慧海塘数据中心资源平台，实现数据中心包括平台软件、计算资源、存储资源等基础支撑平台建设。

（9）数据资源体系建设需求

根据国家、省、市等各级部门有关规定等规范和要求，结合水利部门设置和业务划分情况，梳理水利数据资源目录。

（10）应用支撑体系建设需求

构建智慧海塘应用支撑体系，实现数据报表、短信服务、五统一等需求应用支撑需求，以及海塘 BIM 三维模型可视化、智慧决策模型和 AI 智能分析等高新技术支撑。

（11）智慧海塘信息服务平台需求

建设统一的智慧海塘信息服务平台，实现防潮形势研判、工程安全监测、运行管理等海塘全方面业务线上办理，达到预报精准、预警提前、智慧决策的目标。

（12）海塘移动巡检需求

巡检人员通过手持终端系统领受巡检任务，将巡检情况进行实时的反馈，管理人员通过监控中心系统监控设备的运行情况，根据获取到的信息，实时发送巡检任务和运维任务，提高工作效率。

（13）信息安全需求

开展海塘安澜工程信息化系统建设依照国家网络信息安全管理要求配套建设网络安全防护体系和数据安全防护体系。

14.3 总体设计方案

14.3.1 建设原则

（1）标准化原则

玉环市漩门三期海塘安澜工程建设涉及地方部门较多，因此，系统建设要严格执行国家、地方、和行业的有关规范与标准，并考虑与国际规范与标准接轨，尽可能地选择标准化产品，按照要求统一数据接口，建设标准化的系统。自主研究开发的软硬件产品，也要参照规范和标准，制定相应开发规则，制定有效的工程规范，特别是软件开发要保证代码的易读性、可操作性和可移植性。

（2）遵从行业习惯原则

系统应能适应目标的多重性，环境的多变性，方法的多样性；遵从行业应用需求和习惯，开发具有水利行业特色、标准化操作模式、友好的人机界面、可视化功能展示的应用系统，做到功能强大、界面友好、贴近实际、操作简单、使用方便。

（3）实用性和先进性

依据实用性和先进性并重的原则，充分注重实用性。对信息、系统技术方案设计应充分考虑管理运行因素，即通过采用先进的技术、优化的方案、完善的监控来达到降低管理成本，提高管理效益的目的。设计拟采用成熟稳定、技术先进的产品和设备，并充分考虑到业务需求和业务发展趋势。

（4）开放性和兼容性

设计所采用的技术和协议必须符合国际标准化组织及有关专业组织制订的标准和规范，数据采集传输及数据库的各种编码必须符合水利行业的规范和标准，从而应用软件系统应具有良好的开放性，采用模块化结构设计，以便功能扩展。

（5）灵活性和扩展性

通信与计算机网络建设必须满足今后发展的需求。随着网络技术的发展，系统应能够平滑升级，网络的规模能够及时方便地扩充，以适应未来发展，最大限度降低投资风险。同时满足各个子系统硬件系统的接入、软件系统的资源共享。

（6）安全性和可靠性

网络拓扑结构应采用稳定可靠的结构进行设计，以保证整个网络的可靠性和网络运行的稳定性。要充分考虑各子系统及各遥测站抗干扰、抗破坏、防雷击等可靠性保障措施，保障整体系统的安全、可靠地运行。

（7）经济适用性原则

在满足整体系统应用需求且留有一定的发展余地的前提下，尽量选择性能价格比高的技术产品，做到技术先进、节约投资、利于生产、方便维护管理。

14.3.2 系统总体架构

本项目采用统一的数字化改革“四横四纵”总体架构，“四横”分别是业务应用体系、应用支撑体系、数据资源体系和基础设施体系；

“四纵”分别是政策制度体系、标准规范体系、组织保障体系和网络安全体系。



图 14-1 系统总体架构图

（1）基础设施层

根据水利工程管理数字化要求，结合海塘特性和运行管理需求，对海塘工程感知对象和感知手段进行深入分析，实现对海塘工程和管理活动的动态感知。主要由水雨情监测、视频监控、海塘工程安全监测、闸门远控、设备监测等感知监测项组成。基础设施层是整个系统最基础的设施，为系统提供基础数据来源。

（2）数据资源层

本系统的数据层主要是指自动采集入库的实时数据、收集整理的基础信息与历史资料以及业务过程中生成的管理数据等信息，包括基础数据、建设期感知监测数据、运行期监测数据、运行台账数据、工程运管数据、空间数据、综合数据等信息。这些信息统一构成了数据

汇集平台，为上层提供了数据支持，同时为上层提供了数据共享交换服务。

（3）应用支撑层

应用支撑层构建以智能支撑、可视化模型为主的智能应用体系建设，构建监测数据分析算法等水利模型算法以及 AI 智能预警服务等智能分析预判模型和高新技术应用。利用 BIM、GIS 等技术建设海塘三维场景模型，形成海塘整体全面、细节可查的实景模型，开展海塘平台应用支撑建设，构建玉环市海塘业务应用支撑体系。

（4）业务应用层

业务应用层通过建设海塘智慧信息服务平台，打造海塘建设期管理平台和运行期智慧运管平台。

建设期管理平台围绕现场人员、材料、设备等重要资源的管理，构建一个实时高效的远程智能监管平台，有效的将人员管理、监测监控、物料管理、机械设备管理、安全生产管理等管理内容进行整合。通过现场相关信息的采集和分析，清除施工隐患，保证施工安全。

运行期智慧运管平台提供信息查询、工程数字管理、业务线上办理、移动端配合等应用功能；以驾驶舱和专题图的形式，面向海塘防潮研判、安全监测、运行管理、设备管理等场景，实现场景研判和业务可视化，辅助管理人员决策。发挥海塘业务系统在工作中的实际应用，提高日常工作的效率和快速反应能力。以门户形式向用户提供统一权限认证和统一权限管理。

（5）政策制度体系

在浙江省数字化转型政策体系框架和海塘安澜建设要求下，落实省级水平台建设政策制度与数字海塘体系政策制度，保障水利数字化转型整体协调推进。

（6）标准规范体系

遵循省级水利业务优化再造标准、数据共享标准、技术应用标准、政务服务标准、安全运维标准、系统集成标准等水平台相关标准规范体系，结开展玉环市海塘安澜智慧信息服务平台的建设、运行、维护等工作。

（7）组织保障体系

在省市、玉环市数字化改革组织保障体系框架下，建立一体化智能化公共数据平台规划、建设、运维和运营领导责任制，建立并完善海塘系统建设与运维机制，协调推进平台建设工作，保障数字化转型整体协调推进。

（8）网络安全体系

在省数字化改革网络安全体系框架下，树立网络安全底线思维，严格落实等级分级保护要求，加快建立关键信息基础设施安全保护体系，打造数字化改革网络安全屏障。

14.4 分项设计

14.4.1 监测监控体系建设

14.4.1.1 智慧工地

工程数字建设平台—智慧工地实现一个平台全覆盖，对整个工程建设全过程的数据进行系统管理，是全过程咨询服务主要手段和方法；

同时也为水利工程运行管理平台提供基础数据，保证工程的安全运行。智慧工地包括项目人员管理、车辆管理、环境管理、教育培训等功能子系统。

（1）人员管理

通过出入口闸机+人证比对识别相结合系统的建设，为建设单元及各项目部提供人、财、物全方位的安全保障和安全舒适的工作环境。通过实名制系统，将工人、管理人员、外来访客及其他临时人员等所有人员全部纳入一卡通系统的管理范畴，完善了技管手段，减少因人为管理所产生的安全疏漏。同时在当前疫情防控背景下，在人员进出口实现人员的测温、健康码检测及预警。

人员管理设备主要包括实名制闸机、劳务实名制套装（电脑、身份证读卡器、3 平方 LED、考勤套件、VIP 通道）等，可以实现实名制登记、考勤管理、防疫管理、人员定位等功能。

（2）车辆管理

在工地入口视频监控车辆的出场状态并自动采集出入车辆图片信息，辅以全景高清监控球机用取证记录黑车入场、材料运输、渣土车密封清洗出差，实现车辆的可视化管理，真正做到出入记录、取证抓拍。同时因为本工程靠近城市建设，废料运输路线也将在城镇进行规划，在渣土车管理、运输路线管理、运输区域管控及弃渣点管理尤为重要，车辆运输监控系统采用 GPS 定位、视频监控等技术等多种先进的技术手段，对采料场、中转场、卸料、车队、车辆、司机等进

行全方位、全时段监控，对土石料、废料、渣土的装载、运输、卸载等整个过程进行有效跟踪并实时监管。

车辆管理系统由车辆通行管控系统、车辆通行道闸、车辆监控系统、车辆监控终端、专网 SIM 卡等组成。车辆通行道闸安装在施工区主要道路出入口、大门处，主要管控各类车辆进出，实现车辆进出管控、车辆自动识别、车辆进出抓拍等功能。车辆监控终端和专网 SIM 卡安装在需要监控的车辆上，对车辆运输、卸货等进行全方位监控

（3）环境管理

现场环境管理系统对施工现场固定监测点的扬尘、噪声、气象参数等环境监测数据的采集、存储、加工和统计分析，监测数据和视频图像通过有线或无线（3G/4G）方式进行传输到后端平台，同时可与施工现场的喷淋装置进行联动，自动进行喷淋减少扬尘。

环境管理系统主要由环境监控设备、喷淋联动等组成，在两个施工区各安置一套，对施工区的环境进行 24 小时不间断监测，并对环境出现的问题进行实时告警。

（4）教育培训

利用安全教育培训箱模式，对施工人员进行安全教育，通过知识问答、安全知识考试等方式，对施工现场常见的危险源与安全知识进行系统学习，从而提高安全意识，增强自我保护意识，避免事故的发生。

教育培训系统主要由安全教育培训箱组成。

14.4.1.2 水情、潮位监测

本工程水情监测系统将通过水（潮）位站、流量测站和水质监测站完成现地水位、水量、水质数据采集，然后通过专用光纤网络上传数据，实现水情“遥测”功能、数字化采集。实时监测水（潮）位、流量和水质，为城市防洪安全、海塘安澜及水质安全突发事件决策等提供有效的数据支持。

（1）水情监测

在目鱼排涝闸的海塘内测海域设立工程自动水位观测站一座，观测内海水位。其中水位观测采用雷达水位计，使用交流 220V 供电，利用电缆有线传到中控室 PLC，采集水位数据。

（2）潮位监测

在目鱼排涝闸海塘外侧海域利用现状水尺，设立水尺潮位观测站一座，观测堤外潮位。使用智能 AI 高清视频水位监测专用摄像头，实现自动识别堤外潮位（精度控制在±2cm）、无人值守的功能。



图 14-2 潮位观测图

（3）流量监测

为掌握排涝闸排涝入海流量，在目鱼排涝闸闸门上游侧各设立一个多普勒超声波流速仪，通过超声波测量频率偏移测量水体的流速，再利用水位及河道断面从而计算出动态过水面积，从水力学均匀流理论出发，建立了计算测流断面水位和流量的公式，根据测量的流速和过水面积计算出瞬时流量。

（4）水质监测

为实时快速监测塘内海域水质变化情况，及时发现突发环境污染事件，拟在海塘安澜工程（漩门三期干江段海塘）冲坦排涝闸附近内海域布置 1 处水质自动监测站，根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），拟对温度、溶解氧、PH 值、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮 9 项指标进行自动监测。水质监测站全自动运行，对现场水质进行实时监测并记录水质的变化，通过电缆将监测数据上传中控室，从而实现远程监控功能。同时装设一台海水盐度计，监测内海水的盐度。



图14-3 水质监测站示意图

14.4.1.3 海塘安全监测

海塘安全监测仪器埋设见水工章节。

GNSS 测点、固定式测斜仪、渗压计、压力测量系统以及波浪压力传感器均接入自动化，监测仪器线缆就地连接至数据采集装置，模块电源采用太阳能供电系统，通信模块采用 4G 无线网络，通过采集主机安装的采集系统对监测仪器及数据进行通讯和采集，采集数据存储于数据库服务器，通过工程信息化平台对监测数据进行统一管理和分析。

14.4.1.4 水闸自动控制系统

14.4.1.4.1 系统概述

为配合新的防台御潮模式，保障海塘安全运行，全面提高管理水平与调度运行效率，按照浙江省技术规范标准，建设自动化远程控制系统，通过局域网接入至调度中心，实现统一远程集中控制。

水闸自动化监控与管理系统以目鱼排涝闸为监控对象，在采集各水闸的运行状态信息的基础上，综合防潮要求、调度目标和调度原则，做出调度方案，通过自动化控制系统，实现对相关水闸的远程集中监控和联合调度。

14.4.1.4.2 系统结构

利用现代传感技术、自动化控制技术及计算机技术，实现控制水闸、泵组启闭，掌握各闸门监视各操作及设备运行状态，保障安全运

行，达到“无人值班（少人值守）”运行。自动化控制系统结构如下图所示：

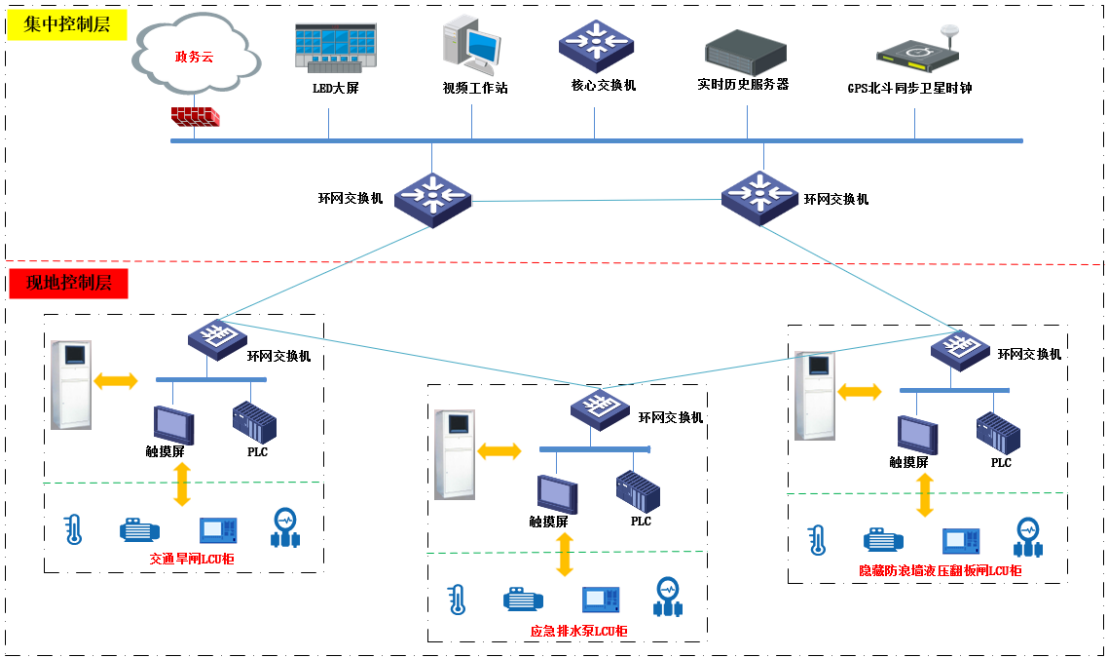


图 14-4　水闸自动控制系统结构图

（1）集中控制层

控制应用层设于管理中心，负责采集和处理来自现地控制层的数据（制作各种运行报表、重要设备的运行档案、各种运行参数等）、人机对话（全站设备的运行监视，事故和故障报警，对运行设备的人工干预及监控系统各种参数的修改和设置等）、与现地控制层和综合信息管理平台的通讯。

控制应用层设备有操作员控制工作站、同步时钟系统、工业冗错服务器等。操作员工作站设置在管理中心运行人员操作控制台上，同管理中心其它子系统协同工作，完成闸、泵监控的调度任务。

（2）现地控制层

现地控制层的现地控制单元，能对所管辖的生产过程进行完善的监控。它们经过输入、输出接口与监控过程相连；通过通信接口与继电保护设备交换信息，在上位机画面上实时反映所测的电气参数、阀门的运行状态及继电保护动作情况；通过通信接口与水位计连接，在上位机画面上实时反映水位信息；通过通信接口接到工业以太网上，与主控层交换信息。现地控制单元与主控层有相对独立性，它们能脱离主控层独立完成监控过程的实时数据采集及处理，单元设备状态监视、调整和控制等功能。

（3）网络通讯层

闸门自动化控制系统通讯网络自建光缆互联，实现数据传输和远程启闭。

15.4.1.4.3 建设内容

目鱼排涝闸计算机监控系统按“无人值班（少人值守）”原则设计，采用分层分布式结构，通过传感器数据采集技术，自动化控制技术，网络通信技术进行现地控制、远程自动控制。系统可将所有信息采集上传至控制中心进行远程控制，为统一协调控制提供可能性。系统可根据上级调度指令，完成现场设备的控制，提高水闸管理工作时效性、准确性。建设水闸自动化监控系统，完善闸门自动化建设，对水闸运行情况进行监测的同时实现自动化集中控制。系统可实现的运行管理内容主要包括闸门、电气设备实时信息监视、启闭机运行实时信息、统计信息管理、实时信息综合查询、运行监视报警。

目鱼排涝闸安装5扇排涝闸，设置1套闸门LCU和1套公用LCU。闸门 LCU 主要完成对闸门的监测、控制以及开度等数据采集、处理，并完成与其它控制单元的数据通讯。公用 LCU 主要完成对水闸公用设备的监测、控制以及水情、潮位等数据采集、处理，并完成与其它控制单元的数据通讯。现地控制单元可以作为所属设备的独立监控装置运行，当现地控制单元与集控层失去联系时，由它独立完成对所属设备的监控，包括在现地由操作员进行手动控制和现地控制单元对所属设备的自动控制。

15.4.1.4.4 系统功能

（1）数据采集与处理

①模拟量的采集与处理

对水闸内海水位、流量、外海潮位、电量和非电量进行周期采集，越限报警等，越复限判断及越限报警，最后经格式化处理后形成实时数据并存入实时数据库。

主要的模拟量为水闸开度、内海水位、流量、外海潮位等。

②开关量的采集与处理

对事故信号、断路器分、合及配电变压器、线路继电保护的动作信号等开关量信号，远程控制系统以中断方式迅速响应这些信号并做出一系列必要的反应及自动操作。中断开关量信号输入为无源接点输入，中断方式接收。

对各类故障信号、隔离开关的位置信号、设备运行状态信号，手动自动方式选择的位置信号等以定期扫查方式接收，最后经格式化处理后存入实时数据库。

③开关量输出

特指各类操作指令。计算机在输出这些信号前进行校验，经判断无误后方可送至执行机构，为保证信号的电气独立性及准确性，开关输出信号也经光电隔离，接点防抖动处理后发出。

④智能通讯与处理

LCU 对启闭机电动机回路、线路的有功电度和无功电度量通过 RS485 接口或网络方式采集处理。各站点 PLC 可以接受集控中心主机或 LCU 触摸屏上的输入命令，执行相应操作，并通过其输出继电器的接点去动作现场设备。

⑤信号量值及状态设定

由于设备原因而造成的信号出错以及在必要时要进行人工设定值分析处理的信号量，远程控制系统允许运行值班人员和系统操作人员对其进行人工设定，并在处理时把它们与正常采集的信号等同对待，远程控制系统可以区分它们并给出相应标志。

（3）运行监视和事件报警

①运行实时监视

远程控制系统可以使运行人员通过显示器对闸阀主要设备的运行状态进行实时监视。所有要进行监视的内容包括当前各设备的运行及停运情况，并对各运行参数进行实时显示。

②参数越复限报警记录

监控系统将对某些参数以及计算数据进行监视。对这些参数量值可预先设定其限制范围，当其超出设定范围时，启动相关量分析功能，作故障原因提示。对于一些重要参数要有趋势报警。

③事故顺序记录

当远控的站点发生事故造成断路器跳闸、重合闸动作等情况时，监控系统立即以中断方式响应并自动显示、记录和打印事故名称及时间；记录和打印相关设备的动作情况，自动推出相关画面，作事故原因分析及提示处理方法，远程控制系统能将发生的事故及设备的动作情况按其发生的先后顺序记录下来。

④故障状态显示记录

远程控制系统定时扫查各故障状态信号，一旦发生状变将在显示器上即时显示出来，同时记录故障及其发生时间，并用语音报警。远程控制系统对故障状态信号的查询周期不超过 2 秒。

（3）控制与调节

运行人员在控制室计算机上调出所需操作站点的相关操作界面后，通过操作键盘或鼠标，就可以对需要控制的电气设备发出各种控制操作命令，实现对设备运行状态的变位控制。计算机系统自动提供必要的操作步骤和足够的监督功能，以确保操作的合法性、合理性、安全性和正确性。纳入控制的设备有：

①设备回路断路器的分、合；

②水闸的升、降；

③各辅助设备电机的起动、停止。

在操作执行过程中，软件相关页面将显示操作各主要阶段进行的过程，命令菜单上当前执行步骤、已完成的步骤、未完成的步骤能用不同颜色显示。某步骤完成后，操作控制的执行结果可以反馈到相关设备接线图上，相应的设备图标将改变图符和颜色，其执行情况产生正常或异常执行报告，并在操作一览表上登录。

（4）统计与制表

对实时数据进行统计、分析、计算，通过计算产生诸如设备正常/异常变位次数、电压合格率、负荷率及电能量分时段累计值、数字输入状态量逻辑运算值等，并提供一些标准计算函数，用来产生用户可定义的虚拟测点。

（5）记录功能

远程控制系统和管理系统能对采集的实时数据与检测的事件进行在线计算，便于管理人员查询各站点的实时运行状况及操作记录；实时打印用户进入和退出的信息，事故时自动或按操作员召唤实时打印主要设备的各类操作、事故和故障记录及有关参数和表格，包括有关历史参数和表格等。

（6）人机接口

人机接口包括彩色液晶显示器（LCD）、键盘、鼠标和汉字打印机，具有对监控系统在线诊断，投、退设备功能；在显示系统上显示实时图形，使运行人员对生产过程进行安全监视。通过总控级工控机

功能键盘，运行人员可以在线调整画面，显示数据和状态，投退测点，修改参数，控制操作等。

（7）画面显示

显示全部设备的位置状态、变位信息、保护设备动作及复归信息、直流系统及站用电系统的信息、各个测量值的实时数据，各种告警信息，远程控制系统的状态信息等。

画面显示是远程控制系统的主要功能。画面调用将允许自动及召唤方式实现。自动方式指当有事故发生时或进行某些操作时，有关画面的自动推出；召唤方式指操作某些功能键或以菜单方式调用所需画面。画面种类包括单线图、剖面图、棒形图、曲线、各种语句、表格等。要求画面显示清晰稳定，画面结构合理，刷新速度快且操作简单。

系统画面可分为：生产过程画面区、操作提示信息区、事故报警信息区等，各区以相互不干扰的方式同步显示信息。

14.4.1.5 工业视频系统

14.4.1.5.1 系统概述

工程范围内有海塘、水闸、绿道及驿站等诸多工程，建设一套含视频安防、智能 AI 识别、语音喊话等功能在内的视频监控系统，为海塘的管理提供更直观、有效和方便的技术手段。

为加强运行期海塘、水闸安全管理，辅助巡查检查，监控人员密集场所或易发生安全事件的重点区域，强化防汛安全管理，利用智能网络高清摄像机，建设一套工业视频系统。

14.4.1.5.2 点位布置

根据浙江省海塘安澜千亿工程技术规范技术要点，海塘属易受风暴潮正面玉环城区，为实现视频图像监控全覆盖，堤顶沿线每 100 米左右布设一个视频监控点。

针对水闸等重要设备的运行工况，各部位的安全状况等，对工程现场状况进行定期巡视及安全保卫。

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）包括坎门海堤 2486m 和目鱼排涝闸。

目鱼排涝闸主要对各闸门、建筑物各出入口、门厅、楼梯口、主要走廊、中控室、高低压开关室以及其他公共场所设置摄像机监视设备运行安全，以保证人身及财产安全。

驿站主要对各出入口、门厅、楼梯走廊以及其他公共场所设置摄像机以保证人身及财产安全。

堤顶沿线每 100 米左右布设一个视频监控点，其中坎门海堤南段布置 4 台球形摄像机和 2 台红外枪式摄像机、坎门海堤北段布置 22 只球形摄像机和 5 台红外枪式摄像机。.

目鱼排涝闸布置 13 台球形摄像机和 7 台红外枪式摄像机.。

驿站布置 5 台球形摄像机和 2 台红外枪式摄像机.。

按本次项目建设合计布置 43 处球机监控点，11 处枪机监控点，10 处半球监控点。

表 14-1　　视频监控点位布设情况表

序号	建设点位	类型	球机	枪机	半球

序号	建设点位	类型	球机	枪机	半球
1	堤顶沿线	海塘沿线	26	7	
2	排涝闸	室内外	13	7	
3	驿站	出入口、门厅、走廊	5	2	
	合计		44	16	60

14.4.1.5.3 系统结构

本工程需要一套先进的、防范能力较强的防范系统，可以通过远程摄像机直接观看需要监视的场所现场情况，可以将被监控场所的图像内容同时传输至中心，使被控场所一目了然。视频监控系统分为现地层、网络层及中心层，采用分布建设、统一存储、统一管理方式进行建设。

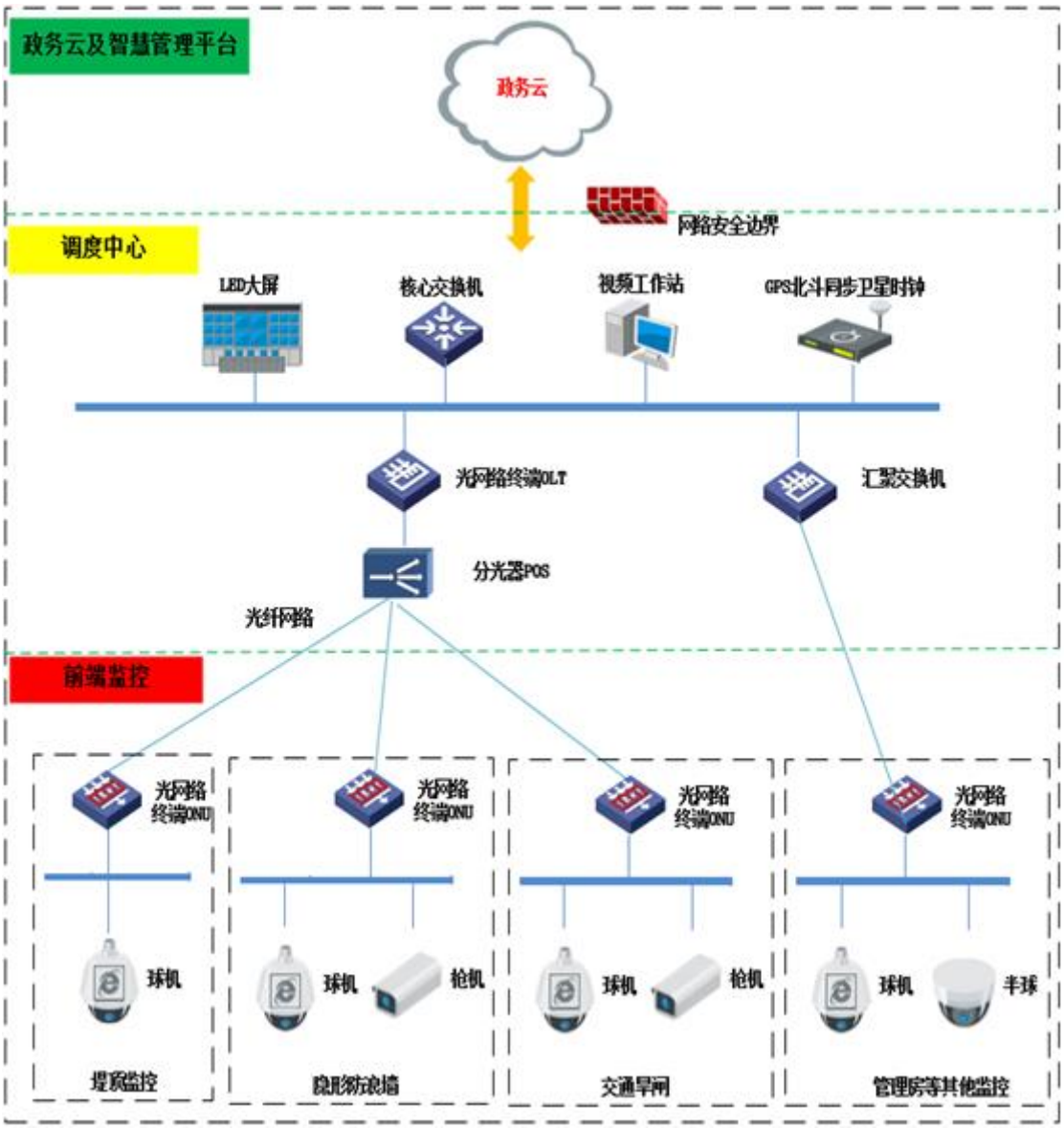


图 14-5　视频监控系统结构图

（1）现地层

现地层为海塘、闸门及其他管理区域视频监视点，采用高清智能球机、枪机实现现场监视，摄像机基于网络的传输方式，支持 H.265 编码功能，支持 3D 数字降噪，能更好的适应现场恶劣的监控环境。可结合智慧灯杆安装。

（2）网络层

海塘视频及驿站视频采用自建光纤网络进行信号汇聚，自建光纤网络采用光缆沿海塘敷设，排涝闸侧监控可直接采用用六类网线 UTP 接入，布线长度不应超过 90 米。

（3）中心层

中心层负责前端采集到的信号进行处理，主要包括视频信号的切换、显示和记录等功能。调度中心内部署视频综合管理软件实现视频图像的站点管理、视频上墙等功能。相关视频数据接入海塘智慧管理平台，支撑在线管理系统和应急指挥在线系统业务开展。

14.4.1.5.4 系统功能

（1）分布式控制

满足分布式监控需求，监控内的用户向监控系统的资源提出控制要求时，能够依据系统设置的权限，进行资源分配。

（2）实时直播

在有限网络资源环境一下，多个用户可同时在线观看系统内任意网点的实时视频资料。

（3）灵活的操作方式

系统授权用户可以通过网络利用图形化界面软件对各设备进行操作，进行各种控制和管理。

（4）存储结构

用户可以按照时间，视频源，告警联动视频源，等等条件检索录像资料，或者自定义条件检索录像资料，并可以直接利用各种图像处理软件对图像进行加工，转存和处理。

（5）较少的资源占用

将图像数字化以后，利用视频压缩算法，需实现 400W 像素网络画面的低带宽占用率，提高网络利用率。

（6）系统开放，易于和其他系统集成

数字化后的图像可以直接在电脑上操作和管理，可提供开放平台，方便以后系统的扩展及模块的对接。

（7）视频实时监控需求

前端设备采集的视频图像、移动视频、报警等全部信息，能在监控管理平台的显示设备上集中、综合、同时显示。能够体现监控信息与其物理位置的对应关系，并可分别显示监控信息和物理位置。

（8）录像回放查询需求

支持在广域网上进行图像云点播，按照指定通道进行图像的实时点播、巡视，支持点播图像的显示、缩放、抓拍和录像。按照指定通道、时间、报警信息等要素检索历史图像资料并回放和下载；回放支持正常播放、快速播放、慢速播放、逐帧进退、画面暂停、图像抓拍等；支持回放图像的缩放显示。

（9）管理平台需求

通过系统集成软件实现上述各子系统之间的集中管理、集中控制；系统的建设需充分考虑软件的选择，具体要求如下：

流媒体均衡转发，缓解多用户同时访问同一前端的带宽压力，支持手机流转发；

可对用户进行功能授权，如视频浏览、录像回放、云台控制、电视墙管理等；支持电视墙，具有电视墙管理功能；

14.4.1.5.5 AI 智能识别技术

视频 AI 智能识别技术集是结合各应用需求（如智能水尺识别、人员入侵识别等），对需要识别的对象进行建模，包括场景锚定、数据集采集、数据集标注、模型管理四个模块。

（1）场景锚定

选择监控视频点位播放，视频点位的配置通过后台系统导入。并设定相应的守望位，确定场景，支持场景的新增、修改、确认、启用功能。

对场景进行 AI 配置，配置场景的识别方案、识别算法、预警规则、识别要求、抽帧频次。

（2）数据集采集

通过管理数据集合，对数据集合进行参数设置，包括：数据集名称、数据集类型、AI 功能、备注信息。

支持数据集的新增、修改、导入、导出、查看功能。

可以选择抽帧的摄像头图片进行选择导入数据集后，也可以选择本地图片进行图片导入，完成数据集样本信息导入。

（3）数据集标注

对数据集合进行管理，同时对样本信息进行特征点标注，完成样本信息标注工作。可以通过标注的状态进行已标注和未标注过滤。

（4）模型管理

对模型进行添加、训练、校验、发布。发布后即可提供 AI 模型识别服务。训练支持选择多个数据集信息，记录上次训练的数据，并可以查看。

支持查看模型的识别准确率，MAP 指数、模型生成时间、模型的版本数据保存，并可以直接切换版本，等参数。

（5）识别功能

识别服务功能具体包括：漂浮物识别、乱堆乱占行为识别、涉水活动识别、钓鱼识别、危险区域人员识别、水尺识别等。

14.4.1.6 广播预警系统

14.4.1.6.1 系统概述

排涝闸的开启会造成附近的水位波动，影响周围作业渔船的安全。广播预警系统的建设可作为自动控制及视频监控系统的辅助系统，方便管理人员远程监管和调度指挥，确保在开关闸门、日常空间管护等场景下能够提供有效的预警方式，防止出现人事和财产损失。平常也可对水环境和水工程信息、水利政策法规、防灾减灾的预测和对策信息等进行发布，普及水利知识。

14.4.1.6.2 点位布置

预警广播主要与排涝闸启闭联动，开、关闸时自动进行预警宣传语播放，确保在管理人员疏忽的情况下的必要预警。按照一杆多用原则，语音预警广播结合视频监控、智慧灯杆安装布设。排涝闸内海、外海的左右岸各布置一套室外音柱。共 4 处预警点。

14.4.1.6.3 系统结构

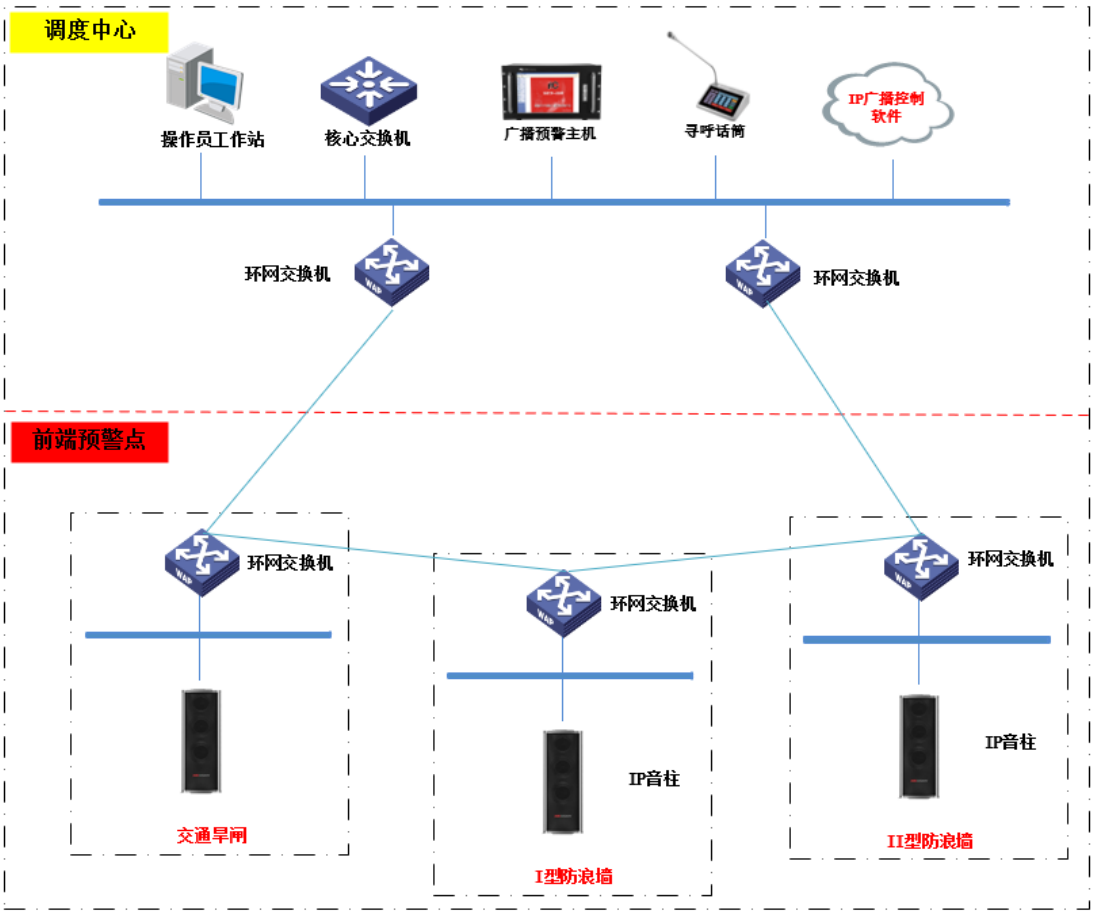


图 14-6　广播预警系统结构图

系统在调度中心设置寻呼话筒、IP 广播控制软件等设备，可以在中心完成对前端进行广播喊话或音频播放。前端网络数字功放具有报警输出功能，当闸门启闭过程中可联动预警广播，自动播放预先设定的提示信息。传输网络可借助自建光纤控制网络，实现前端与中控室互联互通。

14.4.1.6.4 系统功能

预警广播系统作为辅助系统，与视频监控系统配合，便于管理人员充分了解现场情况，是远程控制的必要前提，确保管理人员能对现

场进行实时调度管理，真正保证了远程监视和安全性。远程人工语音干预预警，管理人员可以通过中控室话筒对现场喊话。具体功能如下：

（1）控制联动

在闸门开启、关闭时，可以自动播放预先设定的提示信息，实现控制联动功能。

（2）支持单点播放

可以对任意单点、组群、分区或全部广播。系统可以在同一时间设定任意多个组播放制定的音频节目，或对任意指定的区域进行广播讲话。

（3）站点无限，扩容简便

基于 IP 数据网络每个终端都有独立的 IP 地址，只需将中控室电脑或网络终端接入 IP 数据网络，就成功扩容了新的站点。

（4）语音对讲、语音广播存储记录

可以实现语音对讲、语音广播的存储记录功能，用于音频资料保存以便于以后查询。

14.4.2 实体环境建设

14.4.2.1 调度中心

本工程在冲坦排涝闸控制楼 2 楼设置安澜海塘调度中心。调度中心是整个系统工程的重要组成部分，也是本工程运行调度指挥的执行机构，满足整个工程各节点的调度控制、数据汇集处理、视频监控、综合管理等要求。整个管理控制中心建设成一个集调度、值班、监控为一体的综合管理平台。

总体建设要求：以大屏幕显示系统为主，结合其他辅助设施，实现本地控制、重点区域远程监测、远程控制、应急调度指挥、相关数据信息展示等应用。

14.4.2.1.1 建设原则

调度中心建设方案主要体现以下原则：

（1）先进实用性：突出现代感和人文科技特色，在保证技术先进性的基础上，适度超前。

（2）安全性：充分考虑系统对安全和稳定的需求，保证系统安全可靠运行。

（3）前瞻性：具有可扩展性采用的硬件设备及软件系统具有足够的扩展接口，支持相应的协议和升级能力。

14.4.2.1.2 建设内容

指挥控制室主要布置有 LED 显示大屏、集成操作工作台、并配套操作员工作站、图像工作站、管理工作站及相应配套设备。通过 LED 显示系统，集中展现各项监控、监测数据信息及图像信息，全面展示海塘工程的运行状况。



图 14-7　调度中心示意图

14.4.2.1.3 系统组成及要求

（1）大屏显示系统

大屏显示及切换系统是整个控制室的核心显示设备主要用于视频监控图像的展示，以及各种系统设备运行数据展示。大屏系统终端播放画面可以分多窗口显示，还可以整幅画面显示，灵活多样地显示高分辨率视频图像，其颜色丰富，图像清晰，画面层次感强，动态效果突出等。

大屏显示系统采用小间距 LED 显示大屏，点间距≤1.25mm;像素密度≥640000 点/㎡，屏幕尺寸宽约 4 米，高约 1.8 米，大屏面积约 4.2 平方米，具体结合现场实际情况及装修样式确定，

（2）操作台

设置操作台并配套椅子，用于日常调度和日常值班用。整个控制台的组成为模块化结构，可以根据业主需求定制增加或减少模块；

（3）工作站及相应配套设备

在指挥控制室配套操作员工作站、图像工作站、管理工作站等，分别用于自动控制、视频监控及其他日常办公需求。其它还包括打印机、电源等重要设备组成。

14.4.2.2 会商中心

为满足日常现代化会商会议需求，以及加强台汛御潮期会议会商决策，在冲坦排涝闸控制楼 3 楼建设会议会商室。主要功能是为远程视频会商、本地会议、会议显示等业务提供直接支持，同时为值班、日常办公、调度决策、信息发布等应用系统业务提供通用底层的支持。会议会商室由大屏展示系统、会议系统（会议发言、会议扩声、会议控制和视频会议）。



图 14-8 会商中心示意图

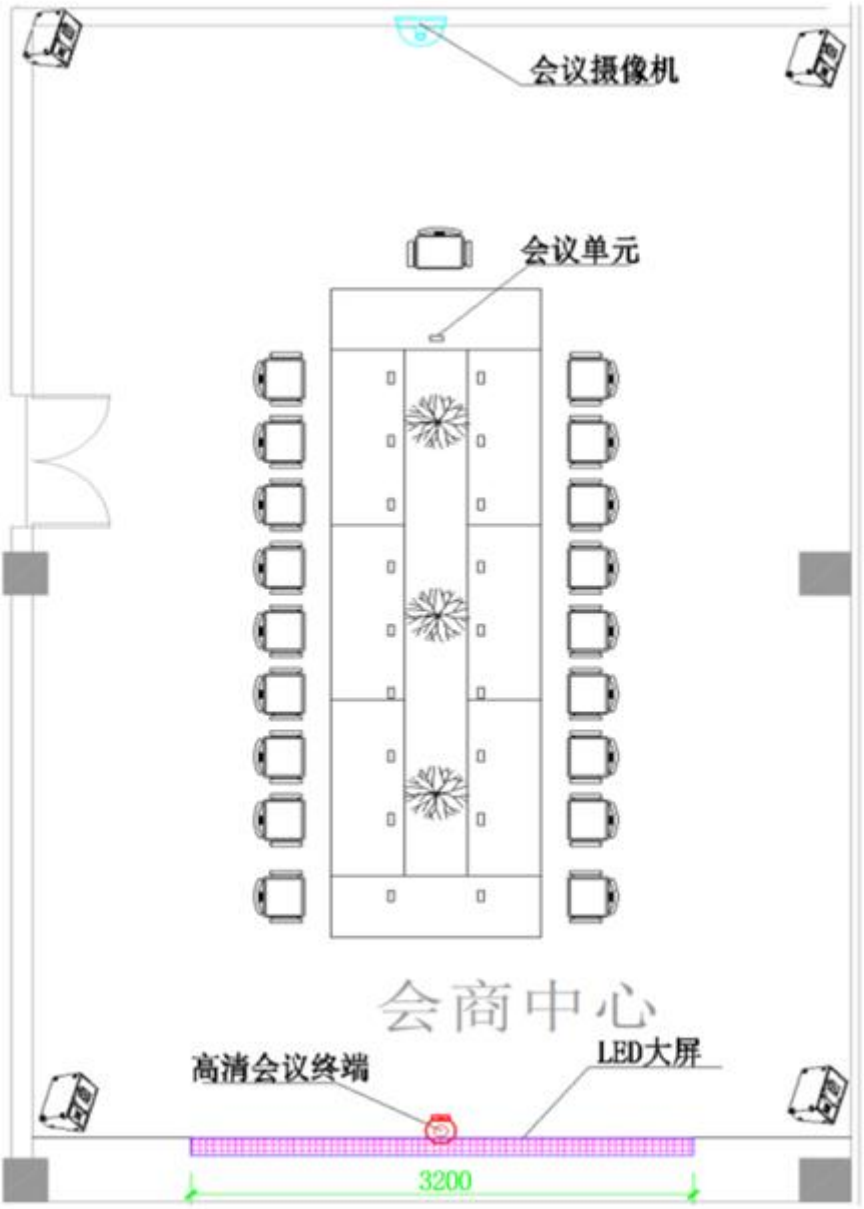


图 14-9　会商中心布局图

（1）展示系统

本项目将同步配套建设会商中心大屏显示系统，主要为小间距 LED 大屏进行建设。目前，LED 高清面板电视属国际最领先的 LED 高清晰数码显示技术，融合了高密度 LED 集成技术、多屏幕拼接技术、多屏图像处理技术、网络技术等，整套系统具有高稳定性、高亮度、高分辨率、高清晰度、高智能化控制、操作方法先进的大屏幕显

示系统，可与监控系统、指挥调度系统、网络通讯系统等子系统集成，形成一套功能完善、技术先进的信息显示及管理控制平台。整套系统的硬件、软件设计上已充分考虑到系统的安全性、可靠性、可维护性和可扩展性，存储和处理能力满足远期扩展的要求。

大屏显示系统采用小间距 LED 显示大屏，LED 全彩显示大屏素点间距≤1.19mm。屏幕尺寸宽约 5.0 米，高约 1.8 米，大屏面积约 9.0 平方米。

（2）会议系统

本项目将在会商中心建设会议系统，实现智慧海塘业务管理的会务管理工作。系统包括会议发言系统、会议扩声系统、会议控制系统和视频会议系统。



图 15-10 会议系统结构图

①会议发言

会议发言系统由主席发言单元、代表发言单元和会议主机组成。

在会商会议室能极其方便和灵活地举行各种规模的会议和研讨会。每位会议代表都配置一个代表发言单元，保证代表可以随时不受限制的发言，其他参会人员可以听到清晰无比的声音，极大地方便了代表之间的讨论，更高地提高会议的效率。会议主席发言单元全面控制会议进程，同一时间只允许打开有限数量的话筒，易于保持注意力，同时有助于维护会场秩序并加快会议进程。系统配置发言跟踪摄像机，可实现发言摄像跟踪功能。

会议发言系统具体功能如下：

a.主席话筒具有强制切断代表单元发言的优先功能；

b.单元具有发言单键与指示灯，可自由控制发言状态；

c.开机讲话时，红色灯环同时发光，可明确指示出正在发言人的位置；

d.具有可设置自动关机功能：在停止发言 35 秒后，话筒可自动关机；

e.系统中主席单元数量不受限制，并可置于回路中任意位置；

f.主席单元不受各种限制功能的限制。

g.发言时摄像机自动跟踪摄像。

（2）会议扩声系统

会议系统扩声环境的搭建主要由声源设备→调控设备→放大设备→重放设备组成。该会议系统中，调音台分别连接手拉手系统控制

主机和音频处理器；音频处理器连接功率放大器；功放器连接专业会议音箱。房间要做好吸声，例如墙面做些吸音材料，地面铺些地毯等等，保证房间的反射声减小，减少混响，也可以减少啸叫的可能性。

（3）视频会议系统

新建的高清视频会议系统要求能够与上级的视频会议系统实现无缝对接，确保海塘工程的高清终端接入上级部门视频会议系统中实现无缝兼容互联互通，以确保系统高效稳定地运行，同时具备扩容高清终端冗余备份。

（4）会议控制系统

集中控制系统可通过触摸式无线液晶显示控制屏对几乎所有的电气设备进行控制，包括影音设备、信号切换，以及会场内的灯光照明、系统调光、音量调节等。

数字音频处理器系统和数字会议系统具有控制通讯接口，集中控制系统把数字音频处理器和数字会议话筒也控制在触摸屏幕中，控制人员可以很轻松的控制该会议室的音响工作状态模式。

14.4.2.3 中心机房

设备机房内的众多管理设备上均保存有大量数据，为使计算机等各类设备能正常运行以及工作人员能有一个安全、良好的工作环境，一个具有一定规模容量，技术先进、功能齐全、运行高效、使用方便、安全可靠、质量优良，适应全方位、多层次需求的现代化管理机房是必不可少的。

本工程在冲坦排涝闸控制楼 3 楼分别设置模块化数字机房。机房采用微模块建设模式，主要配置 4 套机柜及冷通道系统、1 套柜内精密空调功率不小于 12.5kW、1 供配电系统（含配电相关模块）、1 套 UPS 系统（总功率不小于 15KVA）、1 套动环监控系统（监测 UPS 电源监控系统、配电监控系统、行间空调远程遥控系统、环境温湿度监测系统、漏水监测系统、消防系统监测等）、1 套机柜布线系统、1 套门禁系统、1 套视频监控系统、1 套防雷接地系统以及 1 套七氟丙烷灭火装置等组成。

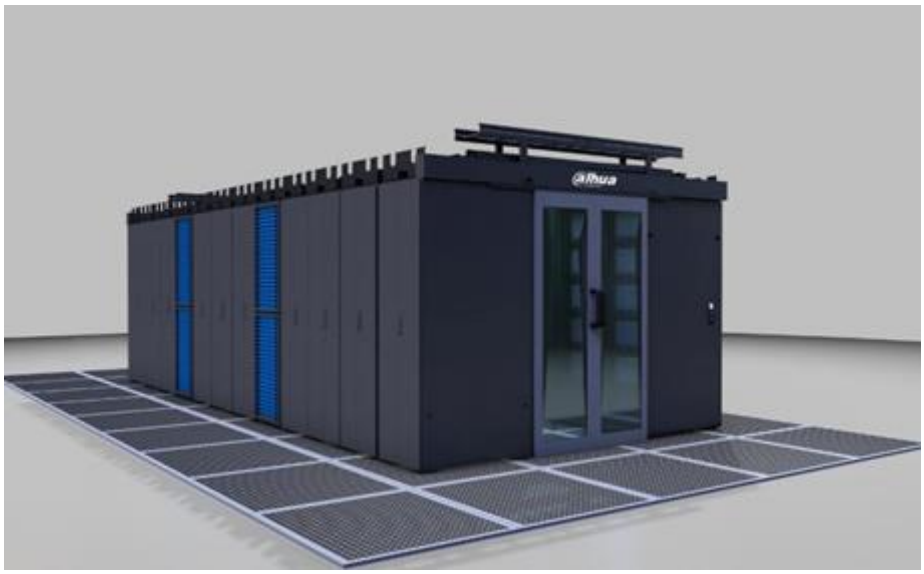


图 15-11 中心机房示意图

14.4.3信息化基础设施建设

14.4.3.1 网络通信

14.4.3.1.1 网络设计原则

玉环市漩门三期海塘安澜工程网络充分考虑各类应用需求，通过多层次的架构设计，使整个网络架构能够满足业务系统稳定运行的要求。网络的架构、规划和管理都建立在“一个整体”的基础之上，整

体设计过程中需充分考虑网络架构的易于管理性，并提供及时发现和排除网络故障的能力。同时，采用业务功能模块化和网络拓扑层次化的设计方法，使得网络架构在功能、容量、覆盖能力等各方面具有良好的扩展能力，并遵循业界公认的标准制定一个高兼容性网络架构，保证整个网络的先进性、开放性、前瞻性。

网络分层分区要平衡考虑用户实际情况、网络可用性、可扩展性、安全需求及运维复杂度等多重因素：

基于应用架构：区域划分要考虑应用数据流向。对于相互紧耦合的应用，应考虑部署在一个区域，尽量减少区域间互访数据流的复杂度；对于相互松耦合的应用，可以拆分部署在多个区域；

安全隔离因素：风险等级不同的服务器应部署在不同的物理区域，根据等保要求，在分区时考虑安全隔离的要求；

结合应用平台：对于特定的应用，应部署在独立的物理区域，以便进行高等级的可用性设计和运维；

高可用性：网络分区支持重点应用的跨区域及本区域内的高可用性部署；

用户情况：根据用户的具体情况及建设需求，有针对性的进行分区规划。

14.4.3.1.2 网络总体架构

（1）建设期

根据建设期系统承载需求，考虑到系统部署于政务云之上，内部网络只存储视频数据以及大屏应用的使用。因此，建设一张网络承载

相应的数据交换。办公人员通过防火墙出口访问政务云部署的系统。玉环市漩门三期海塘安澜工程建设期网络架构图如下所示：

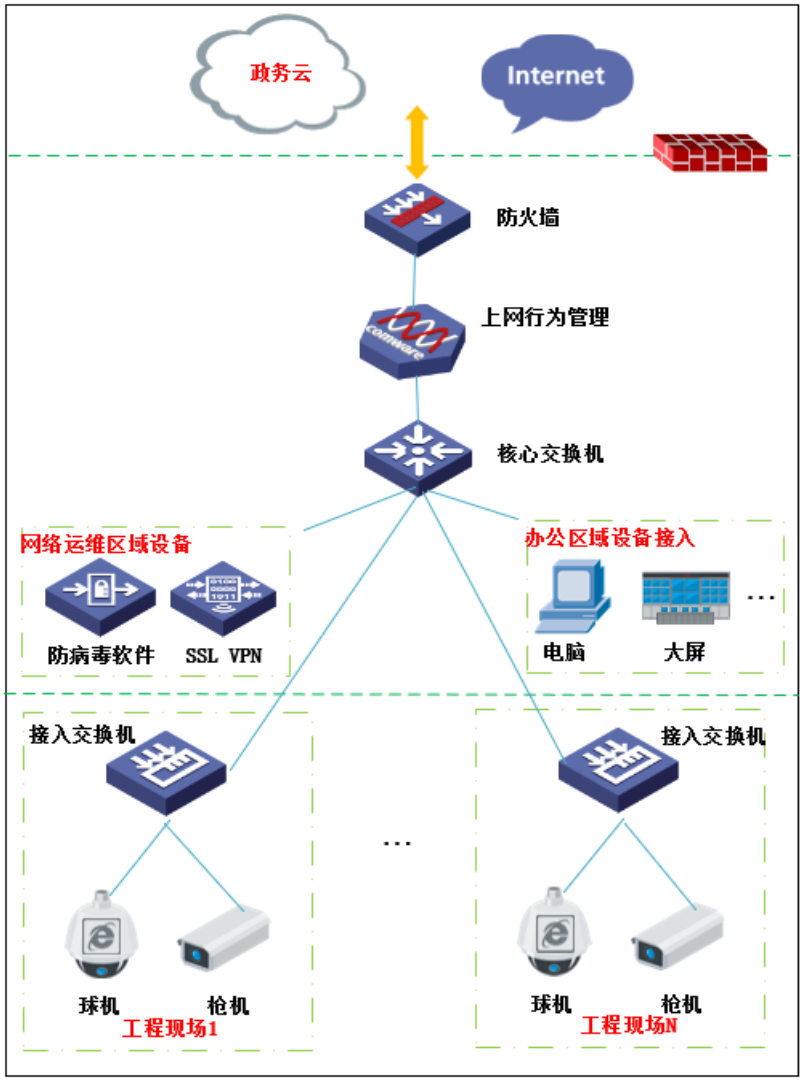


图 14-12　建设期网络拓扑图

（2）运行期

为满足数字海塘实际管理和业务需求，划分 3 张网络来承载不同的业务及应用系统。横向上分为控制网区、管理网区和互联网区。“控制网区”承载远程监控的业务，对网络实时性、稳定性、可靠性要求较高。“管理网区”承载非生产核心业务，如视频监视系统、环境监测等业务。“管理网区”承载日常办公设备上网业务。

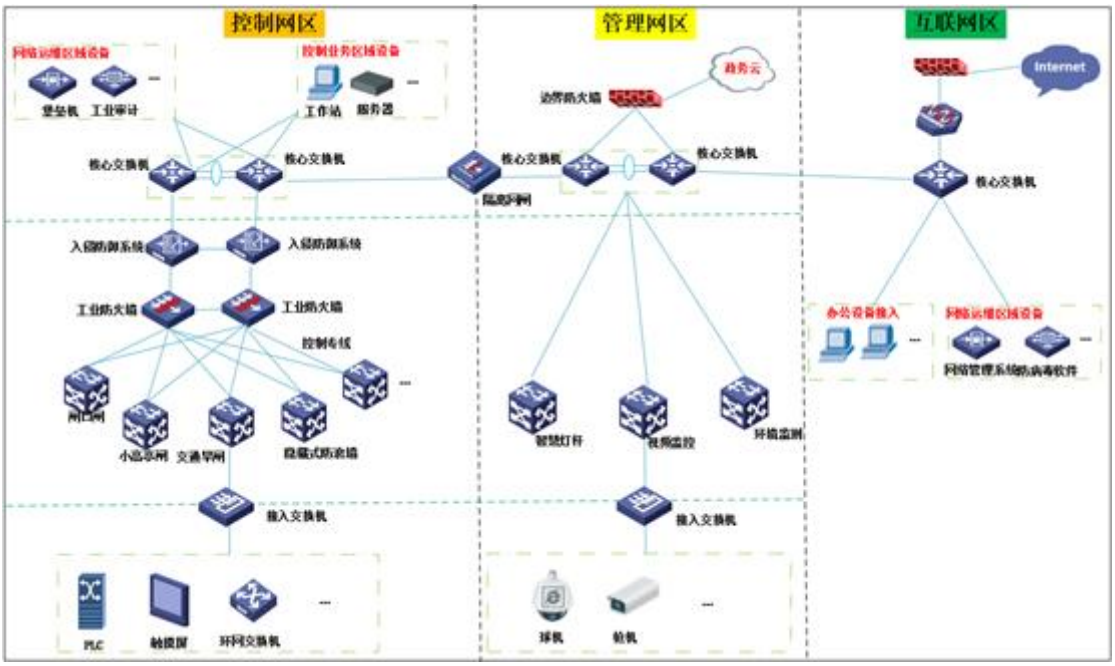


图 15-13 运行期网络拓扑图

14.4.3.1.3 设备配置

（1）建设期

项目建设期的计算存储资源通过租用政务云方式。建设期通信网络设计采用临时网络建设方案，智慧工地相关物联感知设备通过 4G/5G 路由设备上传数据，建设期视频监控设备采用无线网桥、4G/5G 路由、以太网（100m 以内）三种方式进行数据回传，配置交换设备、路由设备等网络设备。

（2）运行期

①控制区

a.总体结构

控制专网主要承载计算机监控系统，其带宽需求较小，但对网络安全可靠及时延要求较高。根据监控内容，应具有的监测、启闭、存储等功能，各控制节点总体采用环网结构，调度中心作为核心节点。

b.主要设备配置

各排涝闸等控制节点应按照网络分区要求配备网络交换设备，预留网络端口，通过自行铺设的光纤通道，完成与调度中心的网络对接。

调度中心配置光纤网络及核心级交换设备，并全部预留网络端口。

②管理区

a.总体结构

本工程水闸、堤顶、工程管理房等节点，需建设一张互联互通的管理网，主要用于视频监控系统的数据传输，远程数据交换、平台访问等应用。管理网总体采用星型分级拓扑结构，以调度中心作为核心节点，各水闸、管理房作为汇聚节点，通过自行敷设光纤实现互联互通。

业务系统基于台州市政务云开展建设，B/S 结构业务系统全部部署在当地政务云上。安澜海塘建设需要租用台州市政务云资源，包括：

- 云主机 2 台，其中 1 台作为访问入口，1 台服务器进行应用服务部署；
- 云主机数据盘 1TB，存储业务过程及结果台账文件，影像视频等非结构化数据；
- 独享互联网出口 1 个，20M 带宽；
- 云数据库 MySQL 版一套，2000 连接数、12G 内存、1TB 存储空间；
- 网络安全服务：防火墙、日志审计、数据库审计、网站监测、堡垒机等。

b.主要设备配置

按照网络设备配置总体原则，前端水闸、堤顶等节点配置 ONU、POS 等光网络单元设备，管理房配备高性能节点接入、汇聚、核心交换和路由设备，提供所有传输流量的高速转发与交换。

c.外网区

外部网络网主要提供 Internet 访问服务，满足上网办公、信息发布、数据共享、数据接收等应用。

按照网络设备配置总体原则，为管理房配置交换设备、路由设备、无线控制器、无线 AP 等网络设备，建设覆盖整个管理房的无线局域网，方便移动设备的外网访问。

14.5 网络信息安全

14.5.1 建设期网络安全

14.5.1.1 安全定级

本工程是重大水利防汛道路综合提升工程，信息化系统作为工程的重要支撑，其安全稳定运行尤为重要。系统部署于政务云上，承载建设管理业务，包括数据机房设施和资产，服务于工地现场的建造。信息系统受到破坏后，会对公民、法人和其他组织的合法权益产生损害，不会损害国家安全，根据国家《信息系统安全等级保护定级指南》标准条例规定，满足网络安全等级保护二级定级要求，按照二级等保进行建设。

14.5.1.2 安全设备配置

（1）防火墙

防火墙作为不同网络或网络安全域之问信息的唯一出入口，实现不同区域之间逻辑安全隔离，保障网络结构性安全。通过防火墙根据严格的 ACL 策略和连接状态检测进行通信合法性保护，实现对应用层 HTTP、FTP、TELNET 等协议命令级的控制，可限制网络最大流量数及网络连接数，并对重要网段防止地址欺骗等，满足等保对访问控制方面的要求。

（2）上网行为管理

通过上网行为管理部署，可实时查看并记录用户的上网情况，如当前在线的用户，其访问的 IP 地址信息、网址信息、应用服务信息、流量、占用带宽等。

对网页浏览、上传下载文件、炒股、聊天、Email 收发等都能够提供行为管控，全面限制工作无关的网络行为，为互联网接入区保留更多的带宽资源，满足网络安全审计的需求。

（3）防病毒软件

服务器部署防病毒软件，通过防病毒软件对运行各终端进行杀毒、漏洞修复等功能，主动进行防御，有效地阻止各使用终端病毒的传播。

防病毒软件主要能力包括系统漏洞扫描、补丁修复管理、勒索诱饵防护、恶意文件检测、僵尸网络检测、暴力破解检测等能力。

（4）SSL VPN 设备部署

通过部署 SSL VPN 设备，可以有效解决用户远程接入的问题。可为工作人员在外出差提供便捷的接入服务。通过部署独立的 VPN 设备，在防火墙上为 SSLVPN 的 IP 地址设置一条规则，管理简单。

SSL VPN 和内部服务器之间的数据流量完全位于防火墙的内部，受到很好的保护。

14.5.2运行期网络安全

14.5.2.1 安全定级

运行期划分为 3 张网络来承载不同的业务及应用系统，以满足实际管理和业务需求。网络纵向结构由核心层、汇聚层、接入层组成；横向上分为控制网区、管理网区和互联网区，各区之间通过网络安全装置进行分隔控制。

本工程是重大水利防汛道路综合提升工程，信息化系统作为工程的重要支撑，其安全稳定运行尤为重要。其运行期控制网区根据国家《信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求》（GBT 22239-2019）第三级等级保护技术要求进行设计，管理网区、互联网区根据国家《信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求》（GBT 22239-2019）第二级等级保护技术要求进行设计。

控制网区与管理网区进行数据交换过程中，使用网闸进行安全过滤和隔离；管理网区与互联网区进行数据交换过程中，使用防火墙以及核心交换机进行安全过滤和隔离。

14.5.2.2 安全技术体系

玉环市城防海塘工程信息化项目控制网区根据国家《信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求》（GBT 22239-2019）第三级等级保护技术要求，管理网区、互联网区根据国家《信息安全技术信息系

统安全等级保护基本要求》（GBT 22239-2019）第二级等级保护技术要求，进行安全技术体系设计。

14.5.2.2.1 安全通信网络

安全通信网络主要针对组网架构、传输通道以及网络设备自身安全稳定，具体包括：网络架构安全、网络设备防护、通信完整性与保密性、安全审计、可信验证等五个方面。

（1）技术路线

①网络架构安全

网络架构规划设计包括两方面：一是，选用的网络设备考虑业务处理高峰数据流量，保证网络各个部分的带宽满足业务高峰期需求，且提供通信线路、关键网络设备和计算设备的冗余部署；二是，按照各接入终端的重要性，划分不同的网络区域，避免重要网络区域部署在边界处，且划分的区域可采用通信协议或安全设备进行隔离。

规划设计通信设备的性能冗余 40%，保证业务处理能力满足业务高峰期需要。同时，为保证网络各个部分的带宽性能、丢包时延以及带宽速率满足业务处理需要，服务器部署区域设计采用双光纤链路上行。对于业务核心交换区域所需的大带宽，网络设备设计采用堆叠技术，满足业务数据交换。同时，考虑到广域网或互联网出口区域具备多条出口链路，使用链路负载均衡设备以满足出口流量均衡分布到各出口链路上。

网络设计按照不同功能，不同重要程度分区分域管理原则，划分为若干个安全域。不同安全域的 IP 地址规划不同（不同网段），按

照方便管理和控制的原则为各网络区域分配地址。按照业务系统服务的重要次序定义带宽分配的优先级，在网络拥堵时优先保障重要主机。根据各子系统的业务属性以及系统需求，划分不同的网段或 VLAN，进行逻辑隔离；若重要业务系统及数据不能直接与外部系统连接，考虑通过网闸进行数据交换。

②网络设备保护

对于网络中的基础设施资产的管理，包括网络设备、安全设备、服务器和数据库等，均需要通过堡垒机实现对重要业务资产操作的认证、授权和操作记录审计的要求，同时降低运维人员的管理成本，提高运维效率，通过运维堡垒主机的方式进行集中管理、协议代理和身份授权分离的安全操作。

当运维机通过堡垒主机访问服务器时，首先由堡垒主机模拟成远程访问的服务端，接受运维机的连接和通讯，并对其进行协议的还原、解析、记录，最终获得运维机的操作行为，之后堡垒主机模拟运维机与真正的目标服务器建立通讯并转发运维机发送的指令信息，从而实现对各种维护协议的代理转发过程。

在通讯过程中，堡垒主机会记录各种指令信息，并根据策略对通信过程进行控制，如发现违规操作，则不进行代理转发，并由堡垒主机反馈禁止执行的回显提示。

③通信完整性与保密性

通信传输的安全包括数据传输完整性和数据传输保密性两方面：数据传输完整性采用密码技术进行数据校验；数据传输的保密性通过使用专用的信道进行传输，以实现数据的保护。

数据传输的完整性设计包括数据传输的完整性校验以及数据存储的完整性校验。对于信息传输和存储的完整性校验可以采用的技术包括校验码技术、消息鉴别码、密码校验函数、散列函数、数字签名等，通常由通信协议字段或者应用程序进行校验。

数据传输的保密性设计包括数据通道的保密性以及应用层的通信保密性。

对于数据通道的保密性采用 VPN 设备进行信道加密，以实现通信网络数据传输保密性；应用层的通信保密主要由应用系统完成，在通信双方建立连接之前，应用系统应利用密码技术进行会话初始化验证，并对通信过程中的敏感信息字段进行加密。

④安全审计

在安全通信网络中设置安全审计机制，通过安全管理中心对各节点网络设备进行集中管理，并对违规行为进行报警。为满足等级保护要求中对三级系统通信网络安全审计要求，需在网络中建立基于网络的安全审计措施，以实现通信网络安全审计的防护要求。

规划设计部署网络安全审计系统，通过网络端口镜像的方式抓取进、出数据包，基于数据包的源地址、目的地址、传输层协议、请求的服务等应用访问行为，确定行为符合安全策略，并以收集的记录信息作为追踪违规事件界定安全责任的主要依据。

⑤可信验证

通信节点采用具有网络可信连接保护功能的系统软件或可信根支撑的信息技术产品，在设备连接网络时，对源和目标进行平台身份、执行程序及其关键执行环节的执行资源进行可信验证。并将验证结果形成审计记录，送至安全管理中心。

（2）安全设备配置

①堡垒机（运维审计）

堡垒机以 WEB 方式对业务用户提供集中登录和运维功能，审计引擎自身支持多种协议的代理转发和访问控制功能。需要与维护终端以及被管理的设备、主机 IP 可达，即可完成对访问的管理与审计，运维审计引擎逻辑上位于各设备与主机的前面，所有维护人员要访问分散部署的设备与主机，通过网络限制必须先登录到运维审计引擎，由运维审计引擎根据用户的访问权限，提供设备列表，用户选择要操作的设备；运维审计引擎根据用户在该设备上的权限，替用户填写设备账号和密码，完成后续的登陆过程；用户可直接使用该网元设备，象往常一样进行操作与维护，这样的机制也减轻了维护人员记录大量系统账号与密码的工作量，单点登录，全网通行。

在控制网区的安全运维区域部署 1 台堡垒机。

②正向隔离与反向隔离设备

网闸是连接两个独立主机系统的信息安全设备，由于两个独立的主机系统通过网闸进行隔离，使系统间不存在通信的物理连接、逻辑连接及信息传输协议，不存在依据协议进行的信息交换，而只有以数

据文件形式进行的无协议摆渡。从物理上隔离、阻断了对内网具有潜在攻击可能的一切网络连接，使外部攻击者无法直接入侵、攻击或破坏内网，保障了内部主机的安全。

在控制网区与管理网区之间部署正向隔离与反向隔离设备。

③SSL VPN 设

通过部署 SSL VPN 设备，可以有效解决用户远程接入的问题。可为工作人员在外出差提供便捷的接入服务。通过部署独立的 VPN 设备，在防火墙上为 SSL VPN 的 IP 地址设置一条规则，管理简单。SSL VPN 和内部服务器之间的数据流量完全位于防火墙的内部，受到很好的保护。

在互联网区的安全运维区域部署 1 台 SSL VPN，与核心交换机相连。

14.5.2.2.2 安全区域边界

安全区域边界主要针对用户访问业务系统的安全检测和可访问区域分析，具体包括：边界防护、访问控制、安全审计、入侵防范、恶意代码检测、可信验证等六个方面。

（1）技术路线

①边界防护

根据终端接入方式，划分局域网与互联网、局域网与广域网以及局域网内部之间的边界，确保外部或内部终端接入可控，对非授权设备接入内网的行为和内部用户访问外部网络的行为进行检查或限制。

同时，跨边界或者非受控区域的通信需通过受控边界设备接入，且能够探测非法外联和入侵行为，并及时报告安全管理中心。

本项目针对非受控区域用户访问内网，通过防火墙、准入控制等边界防护设备实现边界防护，防止计算终端非授权接入；针对内部用户访问互联网，通过上网行为管理、网络安全审计或其他非法外联检测产品，对内部用户未通过准许私自联到外部网络的行为进行检查。

②访问控制

在安全区域边界设置自主和强制访问控制机制，对源及目标计算节点的身份、地址、端口和应用协议等进行可信验证，对进出安全区域边界的数据信息进行控制，阻止非授权访问；根据区域边界安全控制策略，通过检查数据包的源地址、目的地址、传输层协议、请求的服务等，确定是否允许该数据包进出该区域边界。

在 tcp/ip 协议族网络层的基础上实现基于应用协议和应用内容的检测，通过部署防火墙、上网行为管理等，实现对该区域网络数据包的出入控制及网络数据包的包过滤。

③安全审计

在安全区域边界设置安全审计机制，通过安全管理中心对各节点进行集中管理，并对违规行为进行检查、报警与处置。

规划设计部署网络安全审计系统，通过网络端口镜像的方式抓取进、出数据包，基于数据包的源地址、目的地址、传输层协议、请求的服务等应用访问行为，确定行为符合安全策略，并以收集的记录信息作为追踪违规事件界定安全责任的主要依据。

④入侵防范

安全边界设备能够针对网络关键节点的攻击进行检测，主动分析网络攻击行为，限制来自于外部或内部发起的攻击。当检测到攻击行为时，能够记录攻击源 IP、攻击类型，且能对发生的入侵事件报警。

通过部署 IPS 安全设备，具备对 2 到 7 层网络的线速、深度检测能力，同时配合实时更新的攻击特征库，能够即时检测和阻断包括溢出攻击、RPC 攻击、WEBCGI 攻击、拒绝服务、木马、蠕虫、系统漏洞等网络攻击行为。同时，配合 APT 防御系统主动、实时的防护能力，发现内部网络中的攻击行为，对检测到的入侵行为提供及时有效的反应。

⑤恶意代码检测

安全边界针对对恶意代码进行检测和清除，通过部署防病毒网关，防范蠕虫病毒的传播及查杀，满足等保对恶意代码防范方面的要求。

⑥可信验证

可基于可信根对计算节点的 BIOS、引导程序、操作系统内核、区域边界安全管控程序等进行可信验证，并在区域边界设备运行过程中定期对程序内存空间、操作系统内核关键内存区域等执行资源进行可信验证，并在检测到其可信性受到破坏时采取措施恢复。并将验证结果形成审计记录，送至安全管理中心。

（2）安全设备配置

①边界防火墙

防火墙作为不同网络或网络安全域之问信息的唯一出入口，首先可以实现不同区域之间逻辑安全隔离，是保障网络结构性安全的重要方式，其次通过防火墙可以满足网络根据严格的 ACL 策略和连接状态检测进行通信合法性保护，实现对应用层 HTTP、FTP、TELNET 等协议命令级的控制，可限制网络最大流量数及网络连接数，并对重要网段防止地址欺骗等，满足等保对访问控制方面的要求。

在管理网区、互联网区各部署 1 台边界防火墙。

②工业网络入侵监测系统（IDS）

IDS 入侵防御系统设备是对防病毒网关和防火墙的补充，能够即时的中断、调整或隔离一些不正常或是具有伤害性的网络信息传输行为。

通过部署 IDS，可发现防火墙无法发现隐藏在允许通过的流量中的攻击流量，可以根据预先设定的安全策略，IDS 引擎可以深度感知并检测流经的数据流量，对流经的每个报文进行深度检测，如果一旦发现隐藏于其中网络攻击，可以根据该攻击的威胁级别立即采取抵御措施，根据不同类型的攻击威胁级别采取不同的响应，这些措施包括：向管理中心告警；丢弃该报文；切断此次应用会话；切断此次 TCP 连接等，对滥用报文进行限流以保护网络带宽资源，以保障网络访问控制安全和网络入侵防范安全。

在控制网区的安全运维区域部署 1 台 IDS 设备，与核心交换机相连。

③入侵防御设备

IPS 入侵防御系统设备是对防病毒网关和防火墙的补充，能够即时的中断、调整或隔离一些不正常或是具有伤害性的网络信息传输行为。

通过部署 IPS，可发现防火墙无法发现隐藏在允许通过的流量中的攻击流

量，可以根据预先设定的安全策略，IPS 引擎可以深度感知并检测流经的数据流量，对流经的每个报文进行深度检测，如果一旦发现隐藏于其中网络攻击，可以根据该攻击的威胁级别立即采取抵御措施，根据不同类型的攻击威胁级别采取不同的响应，这些措施包括：向管理中心告警；丢弃该报文；切断此次应用会话；切断此次 TCP 连接等，对滥用报文进行限流以保护网络带宽资源，以保障网络访问控制安全和网络入侵防范安全。

在控制网区的闸站接入区部署 1 台 IPS 设备，与出口防火墙串联。

14.5.2.2.3 安全计算环境

安全计算环境针对数据、应用、主机以及软件平台的安全，具体包括：身份验证、访问控制、安全审计、入侵防范、恶意代码防范、可信验证、数据完整性与保密性、数据备份恢复、剩余信息保护、个人信息保护等多个方面。

（1）技术路线

①身份鉴别

在安全计算环境中应对系统中的用户进行身份标识和鉴别。在对每一个用户注册到系统时，采用用户名和用户标识符标识用户身份，并确保在系统整个生存周期用户标识的唯一性。在每次用户登录系统时，采用受安全管理中心控制的口令、令牌、基于生物特征、数字证书以及其他具有相应安全强度的两种或两种以上的组合机制进行用户身份鉴别，并对鉴别数据进行保密性和完整性保护。

身份鉴别可分为主机身份鉴别和应用身份鉴别两个方面：

主机身份鉴别：

为提高主机系统安全性，保障各种应用的正常运行，对主机系统需要进行一系列的加固措施，包括：

对登录操作系统和数据库系统的用户进行身份标识和鉴别，且保证用户名的唯一性。

根据基本要求配置用户名/口令；口令必须具备采用 3 种以上字符、长度不少于 8 位并定期更换；

启用登陆失败处理功能，登陆失败后采取结束会话、限制非法登录次数和自动退出等措施。

远程管理时应启用 SSH 等管理方式，加密管理数据，防止被网络窃听。

对主机管理员登录进行双因素认证方式，采用 USBkey+密码进行身份鉴别。

应用身份鉴别：

为提高应用系统系统安全性，应用系统需要进行一系列的加固措施，包括：

对登录用户进行身份标识和鉴别，且保证用户名的唯一性。

根据基本要求配置用户名/口令，必须具备一定的复杂度；口令必须具备采用 3 种以上字符、长度不少于 8 位并定期更换；

启用登陆失败处理功能，登陆失败后采取结束会话、限制非法登录次数和自动退出等措施。

应用系统如具备上述功能则需要开启使用，若不具备，则需进行相应的功能开发，且使用效果要达到以上要求。

对于三级系统，要求对用户进行两种或两种以上组合的鉴别技术，因此可采用双因素认证（USBkey+密码）或者构建 PKI 体系，用 CA 证书的方式进行身份鉴别。

②访问控制

在安全计算环境设置自主和强制访问控制机制，对应用系统的文件、数据库等资源的访问，避免越权非法使用；对源及目标计算节点的身份、地址、端口和应用协议等进行可信验证；对系统中主要的主、客体进行安全标记，按安全标记和强制访问控制规则，确定主体访问客体的操作进行控制。

对于不同的用户授权原则是进行能够完成工作的最小化授权，避免授权范围过大，并在它们之间形成相互制约的关系。严格限制默认帐户的访问权限，重命名默认帐户，修改默认口令；及时删除多余的、过期的帐户，避免共享帐户的存在。

③安全审计

在安全计算环境中，要求记录系统的相关安全事件。审计记录包括安全事件的主体、客体、时间、类型和结果等内容。提供审计记录查询、分类、分析和存储保护；确保对特定安全事件进行报警；确保审计记录不被破坏或非授权访问。应为安全管理中心提供接口；对不能由系统独立处理的安全事件，提供由授权主体调用的接口。

④入侵防范

在安全计算环境中，操作系统、数据库系统及应用系统具备一定的安全防护能力，面对外界来的攻击行为，依据最小化组件和应用程序清单，通过主机加固操作，仅安装需要的组件和应用程序，关闭不需要的系统服务、默认共享和高危端口。对网络设备和安全产品运维管理，应通过运维安全网关（堡垒机）进行，由指定终端管理。应用系统前端部署 Web 防火墙，保护并阻止因转义字符解析等由于 Web 应用开发未对数据做有效性检验的攻击，如 SQL 注入攻击等。其他通过网络通信接口输 入的内容有效性校验应通过网络主干链路上部署的 IPS 进行过滤和保护。针对内网的各类已知漏洞，应部署漏洞扫描系统，及时更新漏洞库，对全网定期执行漏洞扫描。汇总全网漏洞与资产信息，按照资产和业务重要优先原则，对更新的补丁进行充分测试评估后，及时修补漏洞。

⑤恶意代码防范

在安全区域边界主干链路上部署防病毒网关（防毒墙），可对网络传播流行的木马、病毒、恶意软件等进行检测和清除。终端配合网

络版杀毒软件，形成网络和终端全方位恶意代码检测和清除。定期对防病毒软件和防病毒网关的病毒库及软件版本进行及时更新和升级。

⑥可信验证

可基于可信根对计算节点的 BIOS、引导程序、操作系统内核、应用程序等进行可信验证，并在应用程序的关键执行环节对系统调用的主体、客体、操作可信验证，并对中断、关键内存区域等执行资源进行可信验证，并在检测到其可信性受到破坏时采取措施恢复，并将验证结果形成审计记录，送至安全管理中心。

可信验证：

采用具有网络可信连接保护功能的系统软件或具有相应功能的信息技术产品，在设备连接网络时，对源和目标进行平台身份鉴别、平台完整性校验、数据传输的保密性和完整性保护等。

配置可信检查：

将系统的安全配置信息形成基准库，实时监控或定期检查配置信息的修改行为，及时修复和基准库中内容不符的配置信息。

入侵检测和恶意代码防范：

通过主动免疫可信计算检验机制及时识别入侵和病毒行为，并将其有效阻断。

⑦数据完整性与保密性

在安全计算环境中采用密码等技术支持的完整性校验机制，检验存储和处理的用户数据的完整性，以发现其完整性是否被破坏，且在其受到破坏时能对重要数据进行恢复；采用密码等技术支持的保密性

保护机制，对在安全计算环境中存储和处理的用户数据进行保密性保护。

当数据通过不可控区域时，可通过部署 VPN、加密机实现数据传输中的完整性和保密性。包括但不限于鉴别数据、重要业务数据、重要审计数据、重要配置数据、重要视频数据和重要个人信息等。数据存储应采用加密存储，可采用独立的服务器密码机来实现。服务器密码机属于单独的嵌入式专门加密设备，需要连接在存储和交换机之间。一对一连接到存储上，对主机性能影响小，设备本身提供加密功能，同主机和存储无关。如果本单位涉及对互联网提供业务服务，还需要部署业务审计系统，对应用系统收发数据进行审计。业务审计系统的数据发给综合日志审计系统，并单独保存，服务器密码机配合加密后实时存储。当出现可能涉及法律责任认定时，实现数据原发行为的抗抵赖和数据接收行为的抗抵赖。

⑧数据备份恢复

在安全计算环境中，要求数据备份具备异地备份与恢复功能，确保业务系统在受到攻击时，保证能够在短时间进行恢复。

在不同建筑物内部署数据备份一体机（或备份恢复软件+磁盘阵列或虚拟磁带库），实现重要数据实时备份和恢复功能。另外，备份系统的网络通信能力要有保障，需要配套光纤交换机及光纤。对于重要的业务处理服务器，可采用双机热备方式部署，提高业务系统可用性。并部署 CDP（连续数据保护系统），当其中一台服务器出现故障时，从软件到硬件做到业务实时切换。通过不同建筑物内的数据备

份恢复一体机的数据保护，可以做到数据出现故障时，手工或半自动方式恢复最近一次或其他备份记录里的备份数据。

⑨剩余信息保护

在安全计算环境中，剩余信息保护涉及主机层面和应用层面。“剩余信息”主要是内存或者硬盘的存储空间，要保护的时间是被释放或重新分配给其他用户后。

对于通用操作系统来说，考虑到系统的运行效率，没有在系统内核层面默认实现剩余信息保护功能，只能通过第三方工具来实现。对剩余信息的清除是会对应用系统的性能造成影响的。相对于写入垃圾数据的方式，清空存储区或者文件的方式对性能的影响更小。

⑩个人信息保护

在安全计算环境中，造成个人信息泄露的有集中，主要有：身份认证方式单一，易受字典式攻击；应用程序安全功能缺失，安全防御措施不足；信息传输协议和数据存储方式不安全，降低身份认证安全性；源代码开发的安全性较低，应用层攻击频发；用户密码安全意识薄弱，技术管理策略实施困难；多种攻击形式造成信息泄露事件频发。一个信息系统的安全包括物理层、网络层、系统层、应用层、数据层以及安全管理方面的内容。信息系统在某一层面的安全不能代表整个信息系统的安全，需要各方面的完善和结合。

目前针对个人信息保护，信息系统的物理层、网络层、操作系统层等已具备了一定的安全性，结合《GB/T22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求》重点从应用安全、数据库安全以及安全

管理等方面分析对个人信息保护。实现个人信息保护主要有以下几个措施：通过增强身份认证机制、加强安全功能实现降低用户个人信息泄露安全风险；通过制定严格的访问控制策略，减小由于非授权操作导致个人信息泄露安全风险；通过安全审计记录和定期分析机制及时发现和响应个人信息泄露安全事件；通过严格控制程序中进出数据的规范性，减少软件编码引发个人信息泄露安全事件的发生；通过加强数据库系统的安全配置，减小个人信息由于“拖库”等遭受泄露的安全风险；通过加强人员自我安全防护意识和行为规范，减少个人信息成为社会工程学攻击的目标；通过安全检查、委托测试等方式加强对个人信息的安全防护。

（2）安全设备配置

①工控主机安全防护系统

工控主机安全防护是针对工业控制网络主机安全提供的智能化软件形态安全防护产品，通过智能识别工业主机应用程序，基于进程白名单管理机制，禁止非法进程运行，阻断工控主机中病毒等恶意程序的运行以及木马、蠕虫的传播。

在控制网区的服务器及终端上部署工控主机安全防护系统.

②工业防火墙

通 web 防火墙通过执行应用会话内部的请求来处理应用层，专门保护 Web 应用通信流和所有相关的应用资源免受利用 Web 协议或应用程序漏洞发动的攻击，阻止将应用行为用于恶意目的的浏览器和

HTTP 攻击，以外部数据中心提供 Web 服务的各业务应用系统提供集应用防护、网页保护、访问控制、应用审计于一体的安全保障能力。

在控制网区闸站接入区部署 2 台工业防火墙。

③上网行为管理设备

通过上网行为管理部署，可实时查看并记录用户的上网情况，如当前在线的用户，其访问的 IP 地址信息、网址信息、应用服务信息、流量、占用带宽等。对网页浏览、上传下载文件、炒股、聊天、Email 收发等都能够提供行为管控，全面限制工作无关的网络行为，为互联网接入区保留更多的带宽资源，满足网络安全审计的需求。

在互联网区部署 1 台上网行为管理，与出口防火墙串联。

④漏洞扫描设备部署

漏洞扫描系统可以对所有网络设备进行扫描，并发现漏洞，防止黑客借助漏洞扫描工具，发现这些漏洞，然后再进行攻击，对于对数据保密性和安全性要求较高的云计算中心，在黑客扫描到漏洞发起攻击之前，先扫描到自己的漏洞，进行相关的措施，有效避免相关的攻击。

在控制网区部署 1 台漏洞扫描设备，与核心交换机相连。

⑤防病毒软件

服务器部署防病毒软件，通过防病毒软件对运行各终端进行杀毒、漏洞修复等功能，主动进行防御，有效地阻止各使用终端病毒的传播。防病毒软件主要能力包括系统漏洞扫描、补丁修复管理、勒索诱饵防护、恶意文件检测、僵尸网络检测、暴力破解检测等能力。

在互联网区的安全运维中心区域部署 1 套防病毒软件设备，与核心交换机相连。

⑥终端准入系统

终端准入系统对终端接入进行限制，借助网络准入控制技术，可以控制经过授权的、合法、安全、值得信任的终端设备接入企业网络，而未经授权的终端不能接入。制定接入策略评估来自网络设备的端点安全信息，进一步考虑使用接入、拒绝、隔离的接入策略，通过 NACP、策略路由、802.1X、webportal、SNMP 等方式实现终端的接入控制。

在控制网区的安全运维区域部署 1 套终端准入系统。

⑦数据库审计

数据库审计系统能够监视并记录对数据库服务器的各类操作行为，实时地、智能地解析对数据库服务器的各种操作，一般操作行为如数据库的登录，特定的操作如对数据库表的插入、删除、修改，执行特定的存贮过程等，都能够被记录和分析，分析的内容要求可以精确到 SQL 操作语句一级。并记录这些操作的用户名、机器 IP 地址、操作时间等重要信息。以提升政务云数据库整体安全性能。

在控制网区的安全运维区域部署区域部署 1 台数据库审计设备。

14.5.2.2.4 安全管理中心

安全管理中心针对安全通信网络、安全区域边界以及安全计算环境进行统一管控，具体包括：系统管理、审计管理、安全管理、集中管控等四个方面。

（1）技术路线

①系统管理

系统管理员通过对系统的资源和运行进行配置、控制和可信及密码管理，包括用户身份、可信证书及密钥、可信基准库、系统资源配置、系统加载和启动、系统运行的异常处理、数据和设备的备份与恢复等。

②审计管理

在安全管理中心设置安全审计机制，通过安全审计员对分布在系统各个组成部分的安全审计机制进行集中管理，包括根据安全审计策略对审计记录进行分类；提供按时间段开启和关闭相应类型的安全审计机制；对各类审计记录进行存储、管理和查询等。对审计记录应进行分析，并根据分析结果进行处理。

对安全审计员进行身份鉴别，只允许其通过特定的命令或操作界面进行安全审计操作。

③安全管理

安全管理员借助堡垒机等设备对安全管理员进行身份鉴别，并确保操作过程在特定的操作界面进行，操作过程全程可审计，对系统中的主体、客体进行统一标记，对主体进行授权，配置可信验证策略，启用功能并设置必要的运行参数，并维护策略库和度量值库。

④集中管控

实现集中管控需先划分内外网运维管理区，对内外网资产进行安全管理及运维，同时还需考虑到日志审计、网络版杀毒、补丁分发、安全感知平台、终端安全等问题。

根据业务实际需求划分安全管理区，并在网络中部署安全管理平台集中管控，通过部署安全管理系统、堡垒机等对分布在网络中的网络链路、安全设备、网络设备和服务器进行集中管控，并启用安全的管理协议（HTTPS、SSH 等）或 VPN 专线进行远程管理；在网络中部署探针对分布在网络中的网络链路、安全设备、网络设备和服务器等运行状况进行集中收集，并通过安全管理平台实时监测；通过部署日志审计系统对分散在各个设备上的审计数据进行收集汇总和集中分析，并至少保存 180 天，已确保符合法律法规要求；针对恶意代码、补丁升级等问题，在安全管理平台上部署漏洞扫描设备，周期性扫描发现安全漏洞，并通过漏洞管理平台和补丁升级服务器进行跟踪与修补，在服务器上部署防病毒软件、在网络中部署防火墙从两方面着手，更有效的对恶意代码进行防护；此外最重要的是要充分分析业务的具体情况，仔细对防火墙策略梳理，以确保信息系统安全可靠运行。

（2）安全设备配置

①工业网络安全管理平台

工业网络安全管理平台可及时发现、报告并处理工业控制系统中的网络攻击或异常行为，通过统一调度安全预警、安全监测、安全防护和应急处置，全方位保障工业控制系统信息安全。该平台可以对工业控制系统资产进行全局管理，帮助用户梳理工控资产，资产间的访问关系，网络中的工业行为等，尤其可对部署在系统中的安全防护类设备进行统一配置。平台通过数据采集的方式，从安全分析、环境管

理和安全审计三个维度出发，达到对工业控制系统网络安全状态的全方面监控，帮助工业企业及时了解并处理安全问题。

在控制网区安全运维区域部署 1 套工业网络安全管理平台系统。

②日志审计设备

日志审计设备，对数据中心内各网络设备、安全设备、主机和应用系统日志进行全面的标准化处理，及时发现各种安全威胁、异常行为事件，为管理人员提供全局的视角，确保该业务的不间断运营安全。

在控制网区安全运维区域部署 1 台日志审计设备。

③网络管理系统

有效而集中的网络管理平台，保证网络及各项业务系统的正常运行。加强工程全线计算机网络的管理、保证网络通畅、及时发现和解决网络及系统问题，变被动管理为主动管理，减轻网管人员的日常工作压力，在技术上实现对计算机网络的全面管理、监控和维护功能，保障工程各项业务系统的正常运行。

网管系统主要是为计算机网络硬件设备的管理及配置服务，网络管理中心全面负责整个计算机网络的管理对所有设备进行配置更改和处理权限。同时，采集全部的网络信息，对整个信息网中的所有设备进行监视和控制，提供性能统计、故障监视、告警、配置管理等工具和手段。具有强大的故障管理能力，能及时发现网络中出现的任何异常并帮助管理员迅速诊断、定位和排除故障；在进行设备配置管理时，提供自动化处理流程，以直观、简单的图形化用户界面对设备的各种软硬件参数进行管理，减少管理员人为原因可能造成的错误；根

据管理员的设置对计算机网络系统的各项性能指标进行统一的监视和采集，在网络出现性能下降时能向网管中心报警。

在互联网区的安全运维中心区域部署 1 套网络管理系统。

④态势感知系统

态势感知（SA，Situational Awareness or Situation Awareness）是对一定时间和空间内的环境元素进行感知，并对这些元素的含义进行理解，最终预测这些元素在未来的发展状态。网络安全态势感知，即将态势感知的相关理论和方法应用到网络安全领域中。网络安全态势感知可以使网络安全人员宏观把握整个网络的安全状态，识别出当前网络中存在的问题和异常活动，并作出相应的反馈或改进。通过对一段时间内的网络安全状况进行分析和预测，为高层决策提供有力支撑和参考。

基于多源数据分析，包括原始流量、日志等信息。建立多种异常检测模型，包括加密流量检测、WEB 异常检测、邮件异常检测。对网络中的攻击、威胁、漏洞和资产执行动态整合，通过大数据处理及整合能力，从全局视角为用户提供网络安全状态。

在控制网区的安全运维区域部署 1 套态势感知系统。

⑤时钟同步系统

建设基于 NTP 协议的时间同步系统，NTP 组网是目前比较成熟的方式，基于完善的 IP 网，使设备或下级服务器到上级服务器的网络可达，实现 NTP 时间同步。

在控制网区的安全运维区域部署 1 套时钟同步系统。

⑥探针

探针对分布在网络中的网络链路、安全设备、网络设备和服务器等运行状况进行集中收集，并通过安全管理平台实时监测

在控制网区的安全运维区域部署 1 套探针

14.5.2.2.5 虚拟化安全

（1）技术路线

在云计算安全保障中，仅仅采用传统的安全技术是不够的，虚拟化带来了新的安全风险。当前，云计算虚拟化安全技术还不成熟，对虚拟化的安全防护和保障技术测评则成为云环境等级保护的一大难题，主要涉及的安全主要包括虚机逃逸防范、虚拟机通信风险、虚机管理平台安全等方面。结合本期虚拟安全防护需求，本项目 业务系统部署于政务云，相应的安全设施需满足等保三级要求，虚拟化安全提供包括云日志审计、云 waf、云杀毒等虚拟安全服务。

（2）安全设备配置

①数据安全交换

数据安全中心服务是新一代的云原生数据安全平台，提供数据分类分级，数据安全风险识别，数据水印溯源，数据脱敏等基础数据安全能力，通过数据安全总览整合数据安全生命周期各阶段状态，对外整体呈现云上数据安全态势。

通过数据安全中心服务，可实现本项目的数据安全交换要求。

项目使用政务云提供的数据安全交换服务。

②SSL VPN 服务

通过使用 SSL VPN 服务可以有效解决用户远程接入的问题。可为工作人员在外出差提供便捷的接入服务。通过政务云提供的 SSL VPN 服务，在防火墙上 为 SSL VPN 的 IP 地址设置一条规则，管理简单。

项目使用政务云提供的 SSL VPN 服务。

③云 WAF

云 Web 应用防火墙（Web Application Firewall，WAF）帮助用户应对 Web 攻击、入侵、漏洞利用、挂马、篡改、后门、爬虫等网站及 Web 业务安全防护问题。通过使用云 WAF 服务，将 Web 攻击威胁压力转移到 WAF 防护集群节点。 web 防火墙通过执行应用会话内部的请求来处理应用层，专门保护 Web 应用通信流和所有相关的应用资源免受利用 Web 协议或应用程序漏洞发动的攻击，阻止将应用行为用于恶意目的的浏览器和 HTTP 攻击，以外部数据中心提供 Web 服务的各业务应用系统提供集应用防护、网页保护、访问控制、应用审计于一体的安全保障能力。

项目使用政务云提供的云 waf 服务。

④云数据库审计

数据库审计系统能够监视并记录对数据库服务器的各类操作行为，实时地、智能地解析对数据库服务器的各种操作，一般操作行为如数据库的登录，特定的操作如对数据库表的插入、删除、修改，执行特定的存贮过程等，都能够被记录和分析，分析的内容要求可以精

确到 SQL 操作语句一级。并记录这些操作的用户名、机器 IP 地址、操作时间等重要信息。以提升政务云数据库整体安全性能。

项目使用政务云提供的云数据库审计服务。

⑤云日志审计

日志审计设备，对数据中心内各网络设备、安全设备、主机和应用系统日志进行全面的标准化处理，及时发现各种安全威胁、异常行为事件，为管理人员提供全局的视角，确保该业务的不间断运营安全。

项目使用政务云提供的云日志审计服务。

⑥运维审计

堡垒机以 WEB 方式对业务用户提供集中登录和运维功能，审计引擎自身支持多种协议的代理转发和访问控制功能。需要与维护终端以及被管理的设备、主机 IP 可达，即可完成对访问的管理与审计，运维审计引擎逻辑上位于各设备与主机的前面，所有维护人员要访问分散部署的设备与主机，通过网络限制必须先登录到运维审计引擎，由运维审计引擎根据用户的访问权限，提供设备列表，用户选择要操作的设备；运维审计引擎根据用户在该设备上的权限，替用户填写设备账号和密码，完成后续的登陆过程；用户可直接使用该网元设备，象往常一样进行操作与维护，这样的机制也减轻了维护人员记录大量系统账号与密码的工作量，单点登录，全网通行。

云堡垒机包含主机管理、权限控制、运维审计、安全合规等功能，支持安全地进行远程运维。

项目使用政务云提供的云堡垒机运维审计服务。

⑦杀毒服务

通过终端杀毒系统对运行各终端进行集统一杀毒、统一漏洞修复等功能，主动进行防御，可有效地阻止各使用终端病毒的传播。

项目使用政务云提供的病毒查杀服务。

14.5.3计算与存储资源

数据计算存储用于接收、处理和存储工程运行管理中产生的所有数据，并能对各监控系统进行远程控制，同时承载管理平台中各业务系统的运行。参照国家有关规定和本工程管理需求，按照“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则，开展数据计算存储架构设计。本工程数据计算存储，考虑横向划分为控制网区、管理网区和互联网区进行建设。

14.5.3.1 建设期

玉环市漩门三期海塘安澜工程项目建设期的计算存储资源通过租用政务云方式。

14.5.3.1.1 运行期

玉环市漩门三期海塘安澜工程信息化项目规划的计算资源需要满足各业务系统的 CPU、内存和存储资源量需求；其次，通过控制网区、管理网区及互联网区的计算资源隔离设计，保障各区域安全性；为控制区服务器配备服务器操作系统，配备工作站、移动工作终端、打印机等配置辅助设备，保障信息化管理的质量与效率。

控制网区 ：考虑闸、阀操作控制类业务的实时性、稳定性、可靠性要求较高，采用常规计算及存储资源进行建设，配备热备物理服务器、备份一体相关硬件，充分保障 I/O 性能和提升容错能力。

管理网区 ：基于当地政务云开展建设，管理网区的 B/S 结构业务系统全部部署在当地政务云上，配备数据库服务器、文件服务器、业务系统服务器、 三维应用服务器、视频识别服务器、数据跳转服务器等。

互联网区：互联网区基于当地政务云开展建设，配备数据监测与采集云服务器、应用服务器等，实现与外部物联数据的收集。

14.6 系统集成与运行维护-智慧平台建设

14.6.1 建设期管理平台

以工程“安全、有序、高质量”建设为核心，结合玉环市漩门三期海塘安澜工程建设管理需求，全面构建建设期管理平台，实现“数字建管”。结合“抓住关键少数、强化关键环节”的理念，对工程整体的关键数据进行汇总、统计、分析、推送、预警等，一屏概括施工整体情况，总览工程当前状态，及时聚焦预警部位，打造“线上指挥中心”。

根据玉环市漩门三期海塘安澜工程建设管理需要，打造海塘建管驾驶舱，通过多级可视化数字大屏联动实现数据溯源。将费用、进度、质量、安全等核心业务数据与数据大屏进行挂接，一级大屏提炼重点信息，一屏知建设核心业务全局；根据管理的颗粒度，层层递进，建设多层级业务大屏，数据追根溯源，多级大屏联动，显精细化业务管理信息。



图 14-14　综合首页界面

（1）费用专题

费用专题大屏从工程概算投资、工程建设合同、工程价款支付等维度展示工程建设费用管理情况。其中工程概算投资包括工程总概算、概算投资完成额、完成率、年度投资计划等内容。工程建设合同包括合同数量、建安工程施工或总承包合同完成额、完成率、并通过赢得值法衡量工程进度、成本状况。工程价款支付包括工程建设合同的支付金额、支付比例等内容。

（2）技术专题

技术专题包括图纸管理、变更清单、方案清单、三维交底等内容。其中图纸管理整合玉环市漩门三期海塘安澜工程所有有关施工图。变更清单主要包括设计联系单、施工联系单等。方案清单包括各种施工方案、度汛方案等。通过三维模型交底，复杂节点呈现直观，挂接文档规范、音视频讲解，通俗易懂，辅助技术人员指导现场施工。

（3）生产专题

生产专题大屏以工程相关三维模型为背景，实时展示工程整体进展、各项工作的形象进度、完成工程量、进度超前或滞后预报预警等情况。以横道图或网路图的形式对实际进度与施工计划进行对比分析，预测进度偏差对后续工作及总工期的影响。

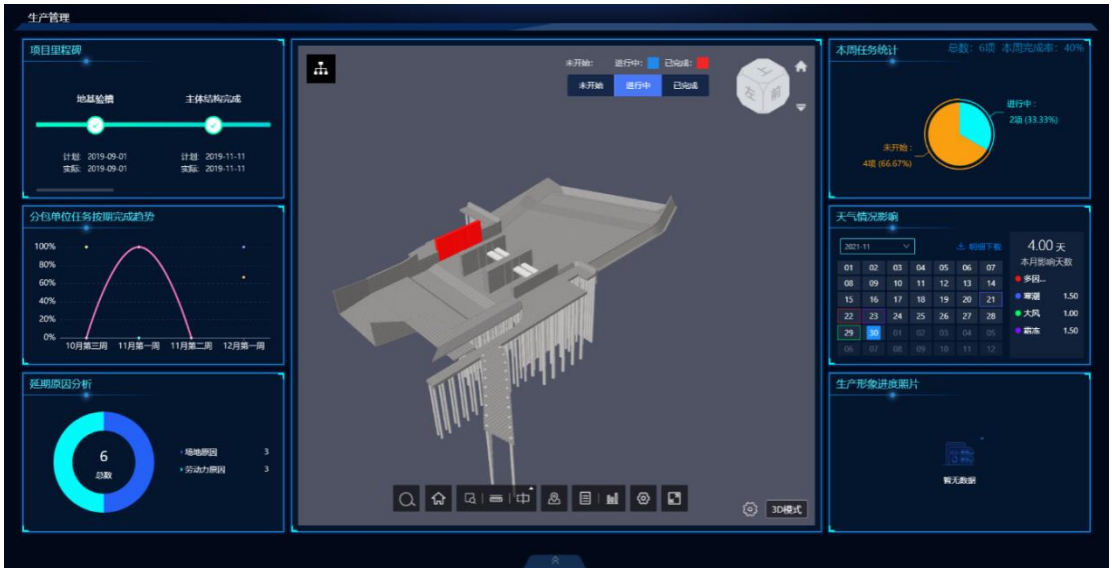


图 14-15 生产专题界面

（4）质量专题

质量专题包括质量检查、质量检测、质量评定等。其中质量检查展示移动端巡查中发现的质量问题及整改情况，结合项目划分分析工程质量薄弱点、施工管理水平、作业人员专业技能。质量检测包括质量检测数量、合格率、抽检比例等内容，并按施工自检、监理抽检、法人委托检测以及检测项目进行分类汇总。质量评定包括对单元工程、重要隐蔽（关键部位）单元工程、分部工程、单位工程评定情况进行统计分析，结合工程进度反映评定进展。

（5）接入省级统建平台

通过单点登录的方式，将建设期管理平台接入省级统建平台，实现统一用户的直接跳转。

单点登录能够提供一次登录平台即可打开平台内所有业务系统减少认证流程避免重复操作带来的安全隐患。利用省级统建平台接口提供的用户身份验证接口，实现统一用户认证后，通过网页链接形式接入集成，实现免登录访问。

14.6.2运维期管理平台

基于海塘地图和三维可视，打造指挥决策场景化应用，对海塘实时运行态势和预报预警信息进行全局呈现，动态跟踪运行关键指标，直观展示海塘全面运行状态和管理关注重点。

构建玉环市漩门三期海塘安澜工程风险研判机制，对海塘防潮风险进行分析研判和形势模拟。实时监测水闸、泵站、旱闸等工程工情，追踪调度全过程，赋能专家会诊与风险研判，保障应急排涝及人身安全。

具体包括工程运行专题、视频展示专题。

（1）工程运行专题

针对海塘运行管理核心业务，建设工程运行专题大屏，集成海塘监测信息、管理信息和业务信息，供管理人员对整个海塘的运行管理状况进行掌握，包括实时监测、巡查检查、工程隐患等方面，实现海塘的线上实时监管。

展示实时水情潮情、视频及巡查检查等信息，对水利工程的运行状况、 管理状况等进行综合分析，提升水利工程的专业化、精细化、标准化管理能力。

基于对海塘、排涝水闸安全监测、工程的隐患上报、维修养护的等历史 大数据进行分析，结合工程的建设时间、工程的运行状况，对工程的安全状态、工程的质量等进行宏观分析。



图 14-16　工程运行专题

①地图展示

接入各类监测站点的实时监测数据，基于 GIS 底图展示海塘相关联的水文站、潮位站、视频监控，以及表面位移、沉降、渗压监测等各安全监测设备的位置分布及监测详情信息，对于监测数据超预警值的监测站进行预警标识。通过弹窗二级展示各站点的实时监测值、监测过程线等信息。

②水情潮情

提取海塘水情潮情关键指标，在大屏中对海塘相关水文站、潮位站的超警情况进行统计，分为超警戒、超保证水位两类预警等级；并可切换展示水位潮位过程线。

③安全监测

对海塘、排涝水闸进行安全监测概况统计，实时获取海塘工程安全监测数据并进行异常预警，统计各类工程存在预警的安全监测设备数量，列表展示监测点、监测值、预警值、预警时间、责任人等详情信息。

④巡查检查

对海塘的日常巡查和无人机巡查情况进行统计分析。针对两类巡查，统计历史巡查率、巡查次数、发现问题数等信息，并展示巡查月历、巡查轨迹。

⑤工程隐患

针对巡查检查中发现的各类隐患，以列表的形式进行统计，展示隐患问题、发现时间、处理状态等信息。

（2）视频展示专题

结合地图汇集范围内各视频监控点位信息，通过视频专题通过网络在线播放的型式对远程视频摄像头的实时调用，统计视频监控设备的运行状态，分析在线率、设备完好率。



图 14-17　视频展示专题

①视频监控调用

聚焦海塘重点视频监控，选取重点视频，在大屏右侧实时显示海塘重点视频监控画面，并支持云台操控。

此外，地图中通过图层控制，显示海塘范围所有视频监控设备的位置分布情况，点击可通过弹窗查看实时监控画面，也可切换至大屏右侧重点视频监控区进行播放。

②设备运行监控

为使管理人员对海塘各类视频监控设备的运行状况进行远程掌控，在大屏中统计所有海塘视频监控设备的运行状态，对设备数量、设备在线率、设备完好率、设备故障类型等进行统计，并对设备异常情况进行预警，在地图中进行预警标识。

生成视频设备预警列表，对异常设备名称、异常类型、异常时间、处理状态等信息进行统计。

（3）接入省级统建平台

通过单点登录的方式，将运维期管理平台接入省级统建平台，实现统一用户的直接跳转。

单点登录能够提供一次登录平台即可打开平台内所有业务系统减少认证流程避免重复操作带来的安全隐患。利用省级统建平台接口提供的用户身份验证接口，实现统一用户认证后，通过网页链接形式接入集成，实现免登录访问。

14.6.3 应用支撑

14.6.3.1 基础支撑平台

利用省级统建应用平台成果，实现对海塘信息管理平台的基础支撑，包括统一门户、统一用户等工作。

（1）统一门户

将玉环市海塘信息管理平台（包括建设期管理平台、运维期管理平台）单点登录至浙里“九龙联动治水”应用玉环市门户，从玉环市门户可直接访问海塘信息管理平台，实现统一门户要求。

（2）统一用户

由于浙里“九龙联动治水”应用（浙江省水平台）用户认证服务是基于“浙政钉”架构开展的，省市县三级根据分工维护各自用户成员信息，在水平台门户框架内实现人员来源统一、同步更新。所以本次建设中，将维护玉环市漩门三期海塘安澜工程系统用户体系，整合集成身份认证、应用授权模块，开发单点登录、验证授权标准化接口，为平台应用模块、自建系统提供统一身份认证授权。

目前浙政钉已基本覆盖玉环市委各部门、县政府各部门、县级直属部门等的公职人员，人员基本信息实行动态更新。项目汇集玉环市本级海塘管理单位人员信息，补充相关人员信息，并通过共享同步方式，实现全县人员组织信息的动态更新。

用户类型分为管理员用户及普通用户。根据业务功能的不同，授予相应用户对应的操作权限。通过统一的身份认证与访问控制，在各应用系统之间实现“统一管理，分级维护”。

①用户管理：使用省级水平台，维护玉环市本级海塘用户体系，包括用户信息录入和更新维护，用户和应用授权管理。

②统一用户认证：对业务应用用户体系进行改造，使用浙江省水平台用户认证服务，实现用户登陆认证。

14.6.3.2 BIM+GIS 平台

本项目各阶段 BIM 成果属于信息化工程交付成果组成部分，主要工作内容包括但不限于：永久和临时工程方案以及周边环境全过程模型建立及设计协调、建筑结构模型建立及设计协调、金属结构模型建立与设计协调、机电信息设备模型建立与设计协调、监控调度等运管系统模型建立与设计协调、其他附属或配套工程模型建立及设计协调。综合上述各分项内容，建立集多专业于一体的综合性 BIM 模型，且具备多系统综合协调的联动实施功能；应可运用该综合模型进行环境模拟漫游、设计综合检查 净空检查、碰撞检查、预埋检查、设备吊装、安放及各类通道检查等。构建完成的 BIM 模型应能够向业主、监理、下游施工单位交付使用，确保建模粒度及编码符合施工

阶段的应用需求。应可运用该综合模型进行本项目工程全过程的实时监控和安全、质量、进度管理，以及工程变更、监理试验、计量支付等管理，并完成竣工 BIM 模型的建立与移交和 BIM 技术相关培训及成果申报。 依照经过发包人审定的 BIM 技术应用标准，形成的标准模型和操作指南经专家、发包人审查后执行，同时确保能够将设计模型导出为可在计算机和手机端漫游查看、浏览，操作简便的轻量化模型。

14.6.3.2.1 GIS 建模

利用省级统建应用平台成果，通过玉环市海塘 GIS 场景，可以直观地描述空间信息，快速、真实地再现地形的三维特征，将地理要素及地表形态表现为具有三维特征的可交互景观，提高场景环境的真实感。

（1）模型范围

GIS 建模包括海塘 GIS 大场景、施工区及周边场景。场景中各级建筑要素模型、交通要素模型、水系要素模型、植被要素模型、三维景观要素的模型表现符合《三维地理信息模型数据产品规范》（CH/T9015-2012）中规定要求。

（2）精度要求

模型精度满足《三维地理信息模型数据产品规范》（CH/T9015-2012）中对于三维模型可视化表达的要求的及处理后的三维模型数据要求，达到 L3 级数据底板要求，模型精度要求如下：

平面精度：模型相对于邻近控制点的平面中误差不大于 0.5 米。

高程精度：模型基准面高程相对于邻近控制点的高程中误差不大于 0.8 米。

数据组织：建筑模型根据建筑实体逐一对象化，并分类、命名编号、存储。

要素组成：应能完整地表现出工程附近的真实地理环境，建模的要素包含但不限于建筑物、山体、道路、绿化、路灯等。

（3）技术要求

①数据处理

a.基本要求

要求处理工程区数字高程模型（DEM）、卫星影像及高清影像等空间数据，按照地理位置进行地形与影像的融合。

要求所有模型为精细化建模，并可以与主流三维 GIS 平台无缝拼接。

要求三维模型展示平台具备城市级实景三维场景快速展示与漫游的能力。

b.数学基础

平面坐标系统：国家 2000 大地坐标系统；

高程系统：1985 国家高程基准；

c.DOM 影像数据处理

对影像数据要进行色彩拼接、几何拼接、接边融合，以及水系面的调色等处理，保持影像整体色调的过渡均匀，并按照《国家基本

比例尺地形图分幅和编号》（GB/T13989-2012）中 1:1000 分幅的规定编号命名。

②制图表达

应参照《水利空间要素图式与表达规范》（SL730-2015）等标准规范对三维场景中的电子地图进行地图分级、要素选取、号设计与色彩配置、注记即地图配图优化。标注与注记的样式与色彩、放置位置及方式，要求与对应要素的表达相适应，配图优化则包括注记换行、道路拟合与融合、地貌晕渲效果制作等。

14.6.3.2.2 BIM 建模

采用技术成熟的协同设计软件实现玉环市漩门三期海塘安澜工程工程 BIM 模型的创建，根据工程管理颗粒度需求，并构建三维模型编码体系（含分类码、流水码等），作为模型应用的主要标志。模型数据格式、附带信息完整性满足应用开发需求。

（1）建模范围

本工程 BIM 模型创建涵盖玉环市海塘主体、主要闸站等土建部分及相关设备。

（2）模型精度

土建部分模型构件精度应达到 LOD300；相关设备包括金属结构设备、电气设备等，模型构件精度应达到 LOD400。建设模型精度要求如下表所示：

表 14-2　　BIM 建模精度要求

详细等级（LOD）	等级要求	应用范围
LOD300	模型构件具有准确的几何形状和材质，可以进行较为详细地模拟展示。	主要包括建筑物等，但不包括钢筋、永久缝、止水、照明线路等细部结构。
LOD400	模型构件中包含精确数据，可以进行较为详细模拟展示。机电设备、金属结构具有较为精确外观尺寸和主要零件尺寸，并具有材质信息。	主要包括金属结构设备、启闭设备、电气设备等，但不包括钢筋、永久缝、止水、照明线路等细部结构。

（3）技术要求

全专业三维建模，各专业应根据任务需求建立统一的模型创建流程、坐标系、原点、单位与度量制，模型间数据互通协调一致，满足使用要求。

模型文件命名、信息分类模型的文件命名、信息分类模型编码、专业配色等符合相关规范的规定，方便使用和查询。

BIM 模型与倾斜模型集成，与省级三维 GIS 进行无缝拼接，满足三维可视化漫游要求。

BIM 模型创建考虑可扩展功能，满足运维平台对建筑物及设备构件的参数、文档等资料的浏览、管理的需求，实现与其他业务系统的多维度融合和链接，并为后期运维数据接入预留接口。

（4）模型处理

对工程数字化所建立的模型进行颗粒度处理，对各类模型进行轻量化、多模融合处理，提升三维交互过程中对模型加载与应用的流畅性，保障模型在三维场景的定位与展示。

①模型轻量化

原始 BIM 模型由于精度较高，文件庞大，因此采用相应手段对其进行轻量化处理，以满足 B/S 架构系统加载，轻量化内容包括冗余构件、点线面对象等。

②模型融合

实现 BIM 模型（平面坐标）与 GIS 场景（球面坐标）空间坐标系准确融合。确保在三维状态下，模型的投影变换、剖切剖视等操作正常显示。

③模型发布

包括 BIM 模型发布系统、三维 GIS 发布系统，其中 BIM 模型发布系统工作包括满足建设期编码体系建设等，保障发布成果可以被数字化平台直接调用，实现一体化架构，发布系统支持模型升版及版本管理等基本功能。

基于 BIM 的模型的平台能从三维的角度直观的反映构件的空间位置及相关信息。同时支持与多种控制系统对接，能及时反映控制系统的状态，监测数据等信息。主要技术要求与标准如下：

a.技术要求

基于网页端使用，无需安装本地应用程序。

多种维度拆分模型，多种方式查找构件或设备：可搜索构件名称、等方式，多维度分类模型、多方式查找构件。

支持直接在平台上增添、删减构件信息，以及挂接文档。

平台可以与传感器数据对接。

利用平台可以建立设备之间的关联关系，比如当某个设备发生故障后可以快速的定位到跟它有连接关系构件的位置信息。

b.关键技术标准

3D 模型的查看器应该被部署在云端或者本地服务器中。

3D 模型查看器可以在没有插件的主流浏览器中工作。

3D 模型查看器应该具备以下基本功能：

隐藏或者显示选中的构件；

移动过程中可以改变移动速度；

模型可以分图层或专业分开加载；

选择对象显示的颜色可以进行更改；

可以调整视野的深度；

可以更改对象的透明度；

在 3D 查看器里可以搜索查看到设备和房间的模型以及他们的属性信息；

在 3D 模型里面可以查看到设备或者房间挂接的文档数据；

在 3D 模型里面可以查看到控制选择构件的设备，或者被选择构件影响的设备；

模型支持 IFC 格式。

④数据挂接

数字化模型建成后，对玉环市漩门三期海塘安澜工程相关的监测监控数据、预警信息、建设管理台账等与模型进行关联，并为系统

的运行进行模型基础属性初始赋值，确保系统运行有一个良好、完善的开端。对于 BIM 模型，数据挂接包括设备数据接入、文档挂接等。

（5）建成后效果

融合 BIM 三维和大场景 GIS 技术，搭建玉环市漩门三期海塘安澜工程安澜三维可视化场景模型，整合现有各类水利信息资源，实现不同层次之间的信息共享、交流和综合分析，利用可视化技术提升数据研判能力。

对海塘周边环境建立 GIS 大场景，塘身工程建立三维倾斜摄影模型，塘上闸站、监测设备建立精细化 BIM 模型。建成后效果示意图如下：

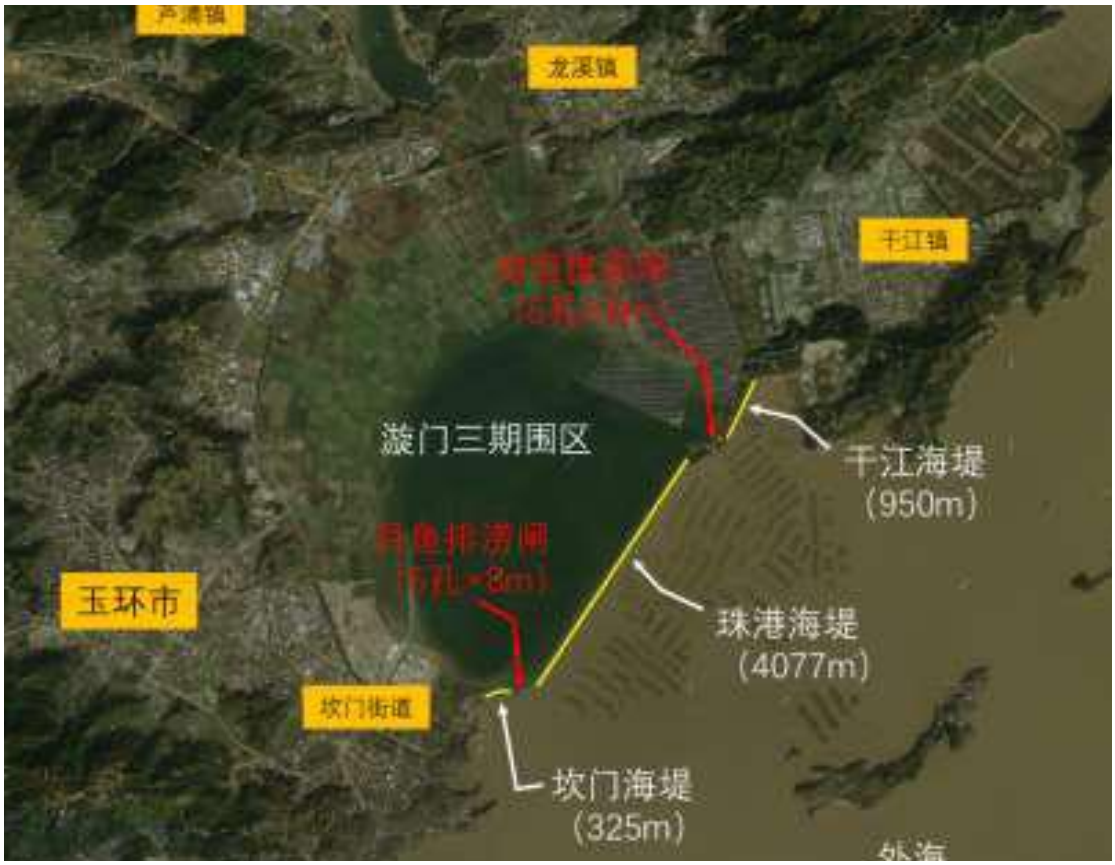


图 14-18 三维 GIS 大场景效果图

14.6.4 系统集成

14.6.4.1 省管海塘建设期和运行期相关平台集成

（1）玉环市级海塘信息管理平台接入省级统建平台

通过单点登录的方式，将玉环市级海塘信息管理平台（包括建设期、运维期管理平台）接入省级统建平台，实现统一用户的直接跳转。

单点登录能够提供一次登录平台即可打开平台内所有业务系统减少认证流程避免重复操作带来的安全隐患。利用省级统建平台接口提供的用户身份验证接口，实现统一用户认证后，通过网页链接形式接入集成，实现免登录访问。

接入效果如下图所示：



图 14-19 玉环市级海塘信息管理平台接入省级统建平台效果图

（2）省级统建平台接入玉环市级海塘信息管理平台

在玉环市级海塘信息管理平台（包括建设期、运维期管理平台）中，建设省级统建平台跳转链接，并进行统一的用户认证，实现系统间的直接跳转。接入效果如下图所示：



图 14-18 省级统建平台接入玉环市海塘运维期管理平台效果图

（3）数据对接

与省级统建海塘应用平台进行数据对接，通过建设接口等方式，完成省级统建平台数据接入玉环市海塘信息管理平台，实现数据互联通用、即时更新。

对接内容：需接入的数据具体包括玉环市海塘工程基础信息数据、空间数据、安澜建设数据、实时预警数据以及预测预警数据等。

对接接口及服务：为实现本次项目建设的玉环市海塘信息管理平台与省级统建应用平台的无缝对接与数据完美融合，规范数据共享和业务协同服务，需要制订相关接口标准，开展数据共享交换接口设计和开发服务。

数据访问是数据应用最普遍的要求，如生成数据报表、查询工程基础信息、水利决策等。高效的数据访问服务决定了各级部门和各级用户能否获取准确有效的信息，对于数据横、纵向之间大量信息的流动、交换、发布、管理具有重要的意义。数据访问属于资源管理层，

它为上层服务层、同层的其它服务等提供基本的数据访问服务。其目标是使应用系统能够统一、透明、高效地访问和操纵位于网络环境中的各种分布的数据资源，为实现全局数据访问、加快应用开发、增强网络应用和方便系统管理提供支持。

一般常用的数据访问接口包括：数据库访问接口、基于 XML 技术的数据访问接口、服务接口访问等。统一数据访问接口的功能结构图如下图所示。

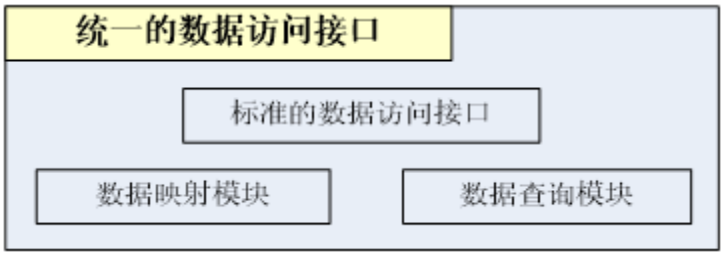


图 14-20　数据接口示意图

利用数据库管理系统，保证支撑环境，为多个数据库的同时并存提供条件，满足不同需求；同时为了保证数据安全，建立数据存储及备份系统，有效储备系统运行生成的大量数据，满足系统容量不断增加和分布式网络环境下数据管理的需求，同时为出现故障时数据的及时恢复提供保障；利用数据库管理系统提供的既有功能，对各类共享中间件进行有效管理，包括：数据仓库和数据挖掘软件、GIS 及影像处理软件、消息服务、数据访问服务、地图服务、工作流管理等。

研究构建主要包括服务设计标准和服务调用标准的一套标准数据服务体系，服务设计标准是服务开发人员需要遵循的规范，包括服务命名，服务参数规范等。建设应用支撑与服务平台，为各业务系统提供支撑服务，为资源整合和信息共享提供运行平台。

数据接口服务主要分为上行服务和下行服务，上行服务包含基础数据上传服务、专业数据上传服务、空间数据上传服务；下行服务同样包括基础数据下载服务、专业数据下载服务、空间数据下载服务服务。

通过数据交换技术打通玉环市海塘信息管理平台与省级统建应用平台在硬件平台、操作系统、网络协议及数据源方面的差异，为数字水库提供一个通用的数据交换平台。通过数据接口与数据服务将玉环市海塘信息管理平台与省级统建应用平台联系起来，快速、便捷地实现数据交互。

Web 服务通过 Internet 实现跨域且独立于平台的数据交互，打造一个通用且与平台、语言无关的技术层。Web 服务可以在网络中被发布、查找，通过 Web 应用编程接口（API）将 Web 服务集成到现有的运行管理平台中。使用 Web 服务可以大大降低平台改造成本，实现快速地改造部署。平台建设制定统一数据交互格式，并增加权限控制管理，保证上行与下行数据的安全性。

15.6.4.2 玉环市镇水利工程管理平台集成

通过单点登录的方式，将玉环市镇水利工程管理平台接入玉环市海塘信息管理平台，实现统一用户的直接跳转。此外，接入玉环市镇水利工程管理平台中的全县海塘日常运行数据，实现数据互通。

（1）单点登录接入

实现将玉环市镇水利工程管理平台单点登录接入玉环市海塘信息管理平台。单点登录能够提供一次登录平台即可打开平台内所有业

务系统减少认证流程避免重复操作带来的安全隐患。利用省级统建平台接口提供的用户身份验证接口，实现统一用户认证后，通过网页链接形式接入集成，实现免登录访问。

（2）数据接入

通过建设接口，将玉环市镇水利工程管理平台的数据接入玉环市海塘信息管理平台。完成接入后，水利工程管理平台中涉及的海塘工程基础信息、组织管理、工程检查、维修养护、调度运行等日常业务方面的数据均采用原玉环市镇水利工程管理平台中的数据，能够保证“一数一源”。数据应用至玉环市海塘信息管理平台中的建设期、运维期等管理中，提供新建应用所需的日常运行管理业务数据，减少了数据搜集的工作量，便于玉环市海塘信息管理平台数据的使用与维护。

14.6.5 系统运行与维护

玉环市漩门三期海塘安澜工程信息化系统面向玉环市水利系统和海洋、气象用户，由玉环海洋经济开发投资有限公司（暂定）负责运营管理，接受玉环市农水局领导。

14.7 信息化投资估算

玉环市漩门三期海塘安澜工程包括坎门段和干江段海塘，为节约工程投资，两段海塘信息化考虑统一建设，在干江段冲坦排涝闸设置控制中心，集中控制漩门三期海塘安澜工程。因此坎门段海塘安澜信息化仅包括感知监测体系设备投资，估算设备费 292.31 万元，安装费 173.10 万元，共投资 465.41 万元。

表 14-4　坎门段海塘安澜信息化设备及安装工程估算表

编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）		合计（元）	
				设备费	安装费	设备费	安装费
信息化设备及安装工程						**2923100**	**1730965**
1	水雨情监测系统						
1.1	雷达水位计	套	2	15000	2250	30000	4500
1.2	雷达水位计安装支架	座	2	4800	720	9600	1440
1.3	翻斗式雨量计	套	1	8000	1200	8000	1200
1.4	多普勒流量测速仪	套	1	270000	40500	270000	40500
1.5	不锈钢水位尺	套	2	2800	420	5600	840
1.6	流量测量建模	项	1	150000	22500	150000	22500
2	工程安全监测系统						
2.1	自动采集终端 MACU	套	4	55000	8250	220000	33000
2.2	监测工作站	套	1	17000	2550	17000	2550
2.3	工业交换机	台	1	22000	3300	22000	3300
2.4	便携式读数仪	台	1	35000	5250	35000	5250
2.7	数据采集箱	套	1	32000	4800	32000	4800
2.8	北斗 GNSS	套	8	38000	5700	304000	45600
2.9	北斗GNSS太阳能供电单元	套	8	8000	1200	64000	9600
2.10	北斗通信模块	套	1	59000	8850	59000	8850
2.11	北斗卫星基准站	套	1	45000	6750	45000	6750
2.12	北斗卫星观测软件	套	1	62000	9300	62000	9300
2.13	水工电缆	km	6		35000		210000
2.14	沉降观测分析软件	套	1		275000		275000
3	目鱼排涝闸计算机监控系统						
3.1	闸门 LCU （PLC、触摸屏、继电器、开关电源、机柜）	套	1	155000	23250	155000	23250

编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）		合计（元）	
				设备费	安装费	设备费	安装费
3.2	公用 LCU （PLC、触摸屏、继电器、开关电源、机柜）	套	1	132000	19800	132000	19800
3.3	工业交换机	台	1	22000	3300	22000	3300
3.4	UPS 电源 6kVAh	台	1	31000	4650	31000	4650
3.5	网络柜	面	1	50000	7500	50000	7500
3.6	计算机台	套	1	32000	4800	32000	4800
3.7	闸门开度传感器	套	5	13500	2025	67500	10125
3.8	动力电缆	km	1		85000		85000
3.9	控制电缆	km	3		70000		210000
3.10	计算机电缆	km	1.5		75000		112500
3.11	计算机监控软件	套	1		110000		110000
4	视频监控系统						
4.1	室外全彩摄像机球机	台	44	12000	1800	528000	79200
4.2	枪式固定全彩摄像机	套	16	5400	810	86400	12960
4.3	现场综合接线箱	套	60	2000	300	120000	18000
4.4	接入层交换机	套	2	16200	2430	32400	4860
4.5	摄像机立杆	套	46	4800	720	220800	33120
4.6	电源电缆	km	2		80000		160000
4.7	视频电缆	km	2		65000		130000
4.8	广播系统	套	6	18800	2820	112800	16920

15 投资估算

15.1 工程概况

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）主要建设内容为海堤工程、水闸工程和融合提升工程等三部分。

（1）海堤工程

海堤工程主要是坎门段海堤提标加固，长 2486m，防潮标准从 50 年一遇提升至 100 年一遇，包括堤顶加固、海堤地基处理、迎潮面结构加固，围内侧结构设计等。

（2）水闸工程

目鱼排涝闸闸孔净宽为 5 孔×8m，采用平底板胸墙式结构。水闸工程包括闸门及埋件更换、外海侧挡墙加高、增设消浪堤、上部建筑改造、信息化设备改造等。

（3）融合提升工程

融合提升工程依托景观设计结合现状周边环境与景观主题，在本工程范围内形成“一带两心三区段”的景观结构。

15.2 编制原则及依据

（1）浙江省水利厅、浙江省发改委和浙江省财政厅联合发布的浙水建〔2021〕4 号文《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定（2021）》（以下简称“编制规定”）《浙江省水利水电建筑工程预算定额（2021）》、《浙江省水利水电安装工程预算定额（2021）》及《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额（2021）》；

（2）国家、行业主管部门和浙江省颁发的有关法规、标准及定额；

（3）国家、行业主管部门和地方其他有关工程造价的政策和规定；

（4）现阶段设计文件及图纸。

15.3 投资主要指标

工程投资估算按台州市玉环市 2023 年 1 月份信息价进行编制。工程总投资 79993.51 万元，其中工程部分投资为 76062.36 万元，专项部分投资为 313.82 万元，征地移民补偿部分投资为 253.74 万元，建设期融资利息为 3363.58 万。

15.4 基础单价

（1）人工预算单价

根据“编制规定”，人工预算单价为 128 元/工日。

（2）主要材料预算价格

本工程主要材料价格参考台州市玉环县 2023 年 1 月份信息价，材料原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费分别以不含相应增值税进项税额的价格计算。主要材料预算价格超过标准规定的主要材料预算价限价时，按预算价限价计算直接费、间接费和利润，超过限价部分作为材料预算价差，计取税金后列入相应单价内。其中抛石料、土石混合料、碎石垫层料、块石料等从玉环石子岙料场采购，车运 29 公里到施工现场。主要材料预算价格及最高限价见下表。

表 15.4-1　　主要材料预算价格

编号	材料名称	单位	单价	限价	价差	备注
1	人工	工日	128.00			
2	水泥	t	460.00	300.00	160.00	
3	钢筋	t	3953.00	3000.00	953.00	
4	板枋材	m3	1770.00			
5	柴油	kg	7.58	3.00	4.58	
6	汽油	kg	9.00			
7	碎石	m3	105.60	30	75.6	
8	块石	m3	149.36	30	119.36	
9	抛石料	m3	64.8	30	34.8	
10	土石混合料	m3	25.5			
11	大石块	m3	131.36	30	101.36	
12	闭气土	m3	47.85	30.00	17.85	
13	中砂	m3	276.00	60.00	216.00	
14	电	kWh	0.87			
15	风	m3	0.15			
16	水	m3	7.07			
17	细粒式沥青混凝土	m3	1634.00	450.00	1184.00	
18	中粒式沥青混凝土	m3	1262.00	450.00	812.00	
19	泡沫混凝土	m3	197.27			

（3）施工用电、风、水价格

施工用电预算单价：按电网供电 95%、自备柴油发电机供电 5%考虑，经综合计算，施工用电电价为 0.87 元/kW·h；

施工用水预算单价：根据施工组织设计，采用自来水，施工用水预算单价为 7.07 元/m^3。

施工用风预算单价：根据施工组织设计确定的设备配置，按“编制规定”和有关定额分析计算后确定施工用风预算单价为 0.15 元/m^3。

（4）施工机械台时费

按照《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额（2021）》计算机械台班费。

（5）混凝土预算单价

混凝土强度等级、龄期、级配按设计规定选用，混凝土配合比参考《浙江省水利水电建筑工程预算定额（2021 年）》附录九确定。

15.5 工程取费标准

根据“编制规定”，工程单价由直接费、间接费、利润、人工补差、材料补差和税金组成。工程单价取费标准按《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定（2021）》执行，按二类工程标准计取。根据编制规定，本次设计阶段采用预算定额编制单价，乘以 1.05 扩大系数。单价取费标准见下表。

表15.4-1　　工程单价取费标准表

序号	项目及费用名称	计算基础	费率
一	措施费	直接工程费	3.5%
二	间接费		
1	土方工程	直接费	7.5%
2	石方工程	直接费	11%
3	混凝土工程	直接费	10.5%
4	钢筋制作安装工程	直接费	6.3%
5	基础处理工程	直接费	10.0%
6	疏浚工程	直接费	7.5%
7	安装工程	人工费	55%
三	利润	直接费+间接费	6%
四	税金	直接费+间接费+利润	9%

15.6 有关费用计算说明

（1）建筑工程

根据设计提供的工程量，建筑物的结构型式、断面尺寸及施工组织设计确定的施工方法和施工工艺，选用相应定额进行分析计算建筑工程单价，安全监测设施工程按主体建筑工程的 0.5%计，其他建筑工程按建筑工程的 1%计。

主要单价计算依据：

弃渣运距：清基料堆至临时弃渣场，弃渣运距 6km；

堤身抛石料、土石混合料、碎石垫层料及块石料填筑：石料在玉环石子岙料场采购，自卸车运 29km 至现场抛填。

外购土方：闭气土、种植土在当地土料场购买，自卸车运 10km，闭气土到场价 34 元/t、种植土到场价 42 元/t 。

（2）设备安装工程

设备及安装工程费由设备费和安装工程费两部分组成。

设备原价根据设计提供的型号、规格，参照类似工程或厂家询价资料确定，并根据“编制规定”规定，计取相关的运杂费、运输保险费、采购及保管费构成设备费。

安装费参考《浙江省水利水电安装工程预算定额（2021）》套取相应定额计算设备安装费。

（3）临时工程

临时工程根据施工组织设计提供的工程量，按工程量乘单价计算。施工单位用房按一至四项建安投资（不含括办公、生活及文化福利建筑和其他临时工程）的 0.5%计列；安全施工费按一至四项建安投资

（不含括安全文明施工费和其他临时工程）的 1.2%计列；文明标化工地建设费按一至四项建安投资（不含括安全文明施工费和其他临时工程）的 0.3%计列；其他临时工程按一至四项建安投资（不含括其他临时工程）的 1.0%计列。

15.7 独立费用

独立费用包括建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费和其他四大部分，按“编制规定”的取费标准并结合本工程的具体情况分析确定。

15.7.1 建设管理费

（1）建设单位开办费

按定员 12 人，人均 9 万元计算；

（2）建设单位人员费

根据“编制规定”中的建设单位人员费公式计算，其中费用指标取 12 万元/ 人·年，费用计算期为 3 年。

（3）建设管理经常费

按建设单位开办费、建设单位人员经常费之和的 20%计算。

（4）工程建设监理费

根据“编制规定”中的工程建设监理费公式计算（收费基价×0.9×1.1）。

（5）经济技术服务费

按工程部分一至四部分投资合计的 0.4%计算。

15.7.2 生产准备费

（1）管理用具购置费：按一至四项建筑安装工程投资的 0.05%计算；

（2）工器具及生产家具购置费：按设备费的 0.2%计算。

15.7.3 科研勘察设计费

（1）科学研究试验费：按一至四项建筑安装工程投资 0.2%计算；

（2）前期勘察设计费：根据“编制规定”计算：

前期勘察费：收费基价×0.75×0.85；

前期设计费：前期勘察费基价×35%；

（3）工程勘察设计费：根据“编制规定”计算：

工程勘察费：收费基价×0.8×0.85；

工程设计费：收费基价×0.75×1.1。

15.7.4 其他

（1）工程质量检测费：按一至四项建筑安装工程投资 0.5%计算；

（2）工程保险费：按一至四项投资合计的 0.45%计算。

15.8 预备费

（1）基本预备费

工程部分按 5%计列。

（2）价差预备费

不计列此项费用。

15.9 资金筹措方式

本工程除积极申请省级及以上资金补助外，其余由地方自筹解决。

15.10 总估算表

表 15.10-1　　总估算表　　单位：万元

序号	工程或费用名称	建筑安装工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	**工程部分**				
一	建筑工程	63462.81			63462.81
二	机电设备及安装工程	311.88	402.15		714.03
三	金属结构设备及安装工程	112.02	179.00		291.01
四	施工临时工程	2617.01			2617.01
五	独立费用			5355.48	5355.48
	一～五项合计	66503.71	581.15	5355.48	72440.34
	基本预备费（5%)				3622.02
	静态投资(6+7)				**76062.36**
II	**专项部分**				
一	环境保护工程				100.00
二	水土保持工程				213.82
三	送出工程				
四	交通专项工程				
五	专项提升工程				
	一～五项合计				**313.82**
III	**征地移民补偿部分**				
一	农村部分补偿费				19.62
二	城(集)镇部分补偿费				
三	企(事)业单位补偿费				
四	专业项目补偿费				198.00
五	防护工程费				
六	库底清理费				
七	其他费用				13.06
	一～七项合计				**230.68**

序号	工程或费用名称	建筑安装工程费	设备购置费	独立费用	合计
	基本预备费(10%)				23.07
	有关税费				
	其他专项费用				
	静态投资(22+23+24+25)				**253.74**
	工程总投资合计				
	静态总投资(8+14+26)				**76629.92**
	价差预备费				
	建设期融资利息				3363.58
	工程总投资(27+28+29)				**79993.51**

表 15.10-2　　建筑工程估算表

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
	建筑工程				**634628084**
一	**主体建筑工程**				**625218545**
1	**坎门海堤南段**				**12114026**
1.1	清基	m^2	5780	4.96	28669
1.2	石料开挖（原堤身料，考虑利用）	m^3	4339	22.73	98625
1.3	土方开挖	m^3	589	3.63	2138
1.4	土方回填（开挖利用料）	m^3	589	7.67	4518
1.5	砼灌砌石挡墙拆除	m^3	976	107.10	104530
1.6	砼路面拆除	m^3	986	107.10	105601
1.7	砼预制块护面拆除	m^3	1156	69.34	80157
1.8	碎石垫层拆除	m^3	1088	20.89	22728
1.9	C40W4F100 钢筋砼防浪墙	m^3	94	959.38	90182
1.10	C40W4F100 钢筋砼挡墙	m^3	147	891.89	131108
1.11	沥青砼路面，厚 10cm	m^3	1005	1904.73	1914254
1.12	C40W4F100 钢筋砼空箱	m^3	3925	905.64	3554637

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
1.13	C15 砼垫层	m^3	275	692.67	190484
1.14	防渗帷幕（掺 10%水泥淤泥浆）	m	4158	199.75	830561
1.15	防渗帷幕造孔	m	13244	152.00	2013088
1.16	钢筋制安	t	417	6912.42	2882479
1.17	细部结构	项	1		60269
2	**坎门海堤北段**				**602223580**
2.1	**海堤工程**				**578356830**
2.1.1	清基	m^2	112928	4.96	560123
2.1.2	土方开挖（闭气土）	m^3	13581	3.58	48620
2.1.3	土方回填（开挖利用料）	m^3	4041	7.67	30994
2.1.4	种植土填筑	m^3	29502	82.26	2426835
2.1.5	闭气土填筑	m^3	66698	74.28	4954327
2.1.6	闭气土填筑（利用料）	m^3	9540	21.70	207018
2.1.7	石料开挖（原堤身料，考虑利用）	m^3	10480	22.73	238210
2.1.8	砼路面拆除	m^3	8987	107.10	962508
2.1.9	砼预制块护面拆除	m^3	6321	69.34	438298
2.1.10	碎石垫层拆除	m^3	8680	20.89	181325
2.1.11	砼灌砌石挡墙拆除	m^3	3198	107.10	342506
2.1.12	大石块理砌护面拆除	m^3	75680	25.31	1915461
2.1.13	大石块理砌护面（利用料）	m^3	52976	106.10	5620754
2.1.14	大石块理砌护面	m^3	22704	244.99	5562253
2.1.15	C35 细骨料砼灌缝	m^3	9460	777.06	7350988
2.1.16	大石块理砌垫层，厚 60	m^3	19712	244.99	4829243
2.1.17	外海侧抛石护脚（≮1000kg）	m^3	32116	180.17	5786340
2.1.18	外海侧抛石填筑	m^3	29613	143.16	4239397
2.1.19	外海侧抛石填筑（利用料）	m^3	22704	17.26	391871

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
2.1.20	内侧抛石填筑	m^3	17013	143.16	2435581
2.1.21	内侧抛石填筑（利用料）	m^3	20832	17.26	359560
2.1.22	干砌块石挡墙	m^3	3339	327.00	1091853
2.1.23	干砌石护面	m^3	5640	328.61	1853360
2.1.24	仿石板压顶（厚 7cm)	m^2	66	218.26	14405
2.1.25	景观叠石	t	2365	660.06	1561042
2.1.26	土石混合料路基	m^3	27481	102.80	2825047
2.1.27	土石混合料路基（利用料）	m^3	19741	20.47	404098
2.1.28	碎石垫层	m^3	44177	203.74	9000622
2.1.29	C40F100 砼扭王块字体（4t）	m^3	37385	1183.02	44227203
2.1.30	C40F100 砼扭王块	m^3	67281	1123.74	75606351
2.1.31	砼扭王块拆除与安装	m^3	38600	244.34	9431524
2.1.32	护面整平	m^2	30470	13.80	420486
2.1.33	C40F100 钢筋砼地梁	m^3	2506	902.37	2261339
2.1.34	D70 双管高压旋喷桩	m^3	96992	451.25	43767640
2.1.35	D60 双管高压旋喷桩	m^3	192510	451.25	86870138
2.1.36	D70 双轴水泥搅拌桩	m^3	287023	210.75	60490097
2.1.37	φ80 引孔（抛石层）	m	85179	357.12	30419124
2.1.38	浅层固化	m^3	93304	150.00	13995600
2.1.39	泡沫砼（CF1.0）	m^3	115174	435.31	50136394
2.1.40	C30 砼路面	m^3	12535	833.56	10448675
2.1.41	C25 砼排水沟	m^3	757	862.89	653208
2.1.42	钢塑格栅	m^2	98254	19.58	1923813
2.1.43	防渗土工膜	m^2	85377	33.80	2885743
2.1.44	380g/m^2 复合土工布	m^2	10167	12.79	130036
2.1.45	C40F100 砼底板	m^3	1048	761.23	797769
2.1.46	C40W4F100 钢筋砼防浪墙	m^3	2478	959.38	2377344

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
2.1.47	C40W4F100 钢筋砼挡墙	m^3	943	891.89	841052
2.1.48	C40W4F100 钢筋砼空箱	m^3	25116	905.64	22746054
2.1.49	C20 素砼填筑	m^3	20434	666.92	13627843
2.1.50	石材（漫步道面层）	m^2	6572	120.00	788640
2.1.51	蓝色（慢跑道，露骨料混凝土面层）	m^2	4381	120.00	525720
2.1.52	黄色骑行道（骑行道，露骨料混凝土面层）	m^2	6133	120.00	735960
2.1.53	红色（游赏道，露骨料混凝土面层）	m^2	13144	120.00	1577280
2.1.54	栏杆	m	2150	1000.00	2150000
2.1.55	钢筋网制安	t	1299	7086.51	9205376
2.1.56	钢筋制安	t	3010	6912.42	20806384
2.1.57	细部结构	项	1		2877397
2.2	**景观提升工程**				**23866750**
2.2.1	**绿化工程**				**3123000**
2.2.1.1	海塘绿地	m^2	34656	80.00	2772480
2.2.1.2	环湖绿地	m^2	8763	40.00	350520
2.2.2	**海塘景观带**				**16798250**
2.2.2.1	方形挑空平台	m^2	406	3200.00	1299200
2.2.2.2	标高 7.0m 挑空平台	m^2	2200	2800.00	6160000
2.2.2.3	服务建筑，休息长廊	m^2	881	2800.00	2466800
2.2.2.4	挑空停车场	m^2	2000	2800.00	5600000
2.2.2.5	景观小挡墙	m	570	400.00	228000
2.2.2.6	文化景墙	m^2	160	1000.00	160000
2.2.2.7	海洋科普展示	m^2	200	100.00	20000
2.2.2.8	园路	m^2	2407	250.00	601750
2.2.2.9	“帆”构架	组	3	40000.00	120000
2.2.2.10	链条式低栏杆	m	165	500.00	82500

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
2.2.2.11	景观小品（海洋生物类）	组	3	20000.00	60000
2.2.3	**海湾景观带**				**3483500**
2.2.3.1	环湖绿道	m^2	6450	220.00	1419000
2.2.3.2	栈道	m^2	746	1500.00	1119000
2.2.3.3	机动车，非机动车场地	m^2	1031	500.00	515500
2.2.3.4	景观雕塑	组	1	350000.00	350000
2.2.3.5	景观小品	组	1	80000.00	80000
2.2.4	**配套工程**				**462000**
2.2.4.1	塘顶路照明	m	2150	50.00	107500
2.2.4.2	海塘景观带艺术夜景灯光	m^2	13000	20.00	260000
2.2.4.3	环湖景观带夜景灯光	m	2150	30.00	64500
2.2.4.4	垃圾桶、标识系统、警示牌等	项	1	30000.00	30000
3	**目鱼排涝闸**				**8610701**
3.1	**闸门部分**				**1141690**
3.1.1	C40 预应力钢筋砼闸门预制	m^3	105	1232.10	129502
3.1.2	现状破损栏杆更换	m	27	1200.00	32054
3.1.3	交通桥铺装修复	m^3	19	971.42	18164
3.1.4	C30 钢筋砼梁	m^3	3	1322.20	4205
3.1.5	下部混凝土修补（双组分（脂肪族）聚脲环保型防护涂料）	m^2	2187	350.00	765450
3.1.6	钢筋制安	t	27	6912.42	186635
3.1.7	细部结构	项	1		5680
3.2	**外海侧挡墙部分**				**82076**
3.2.1	C20 砼挡墙	m^3	85	860.91	73183
3.2.2	D20 锚筋 长 1.8m	根	135.0	62.85	8485
3.2.3	细部结构	项	1		408
3.3	**消浪设施**				**4886934**

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
3.3.1	C45F100 钢筋砼防护栏杆	m^3	31	939.66	29346
3.3.2	C40F100 钢筋砼板，厚 60	m^3	201	1259.70	253578
3.3.3	C40F100 钢筋砼挡墙	m^3	105	891.89	93755
3.3.4	C40F100 钢筋砼消浪梁	m^3	792	891.89	706662
3.3.5	C40F100 钢筋砼联系梁	m^3	212	1356.87	288009
3.3.6	D100 C40F100 钢筋砼柱	m^3	562	913.18	513499
3.3.7	D100 钢筋柱造孔（凝灰岩）	m	179	2007.54	359651
3.3.8	钢筋制安	t	381	6912.42	2633010
3.3.9	细部结构	项	1		9424
3.4	**外立面改造**				**2500000**
3.4.1	外立面改造	m^2	2500	1000	2500000
4	**连接道路**				**2270238**
4.1.1	山体石渣清理	m^3	5837	20.89	121935
4.1.2	石方开挖	m^3	1839	104.68	192507
4.1.3	砼路面拆除	m^3	474	107.10	50765
4.1.4	C25 砼排水沟	m^3	153	862.89	132022
4.1.5	沥青砼路面，厚 10cm	m^3	631	1904.73	1201885
4.1.6	5%水泥稳定层	m^3	1263	372.84	470897
4.1.7	客土喷播，厚 8	m^2	500	40.06	20030
4.1.8	C20 喷砼支护，厚 15	m^3	66	829.24	54730
4.1.9	钢筋网制安	t	2	7086.51	14173
4.1.10	细部结构	项	1		11295
二	**管理工程**				**3126093**
（一）	**安全监测设施工程**				**3126093**
1	安全监测设施	项	1		3126093
三	**其他建筑工程**				**6283446**
1	其他建筑工程	项	1		6283446

表 15.10-3　　机电设备及安装工程估算表

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）		合价（元）	
				设备	安装	设备	安装
	机电设备及安装工程					**4021500**	**3118785**
一	**电气设备及安装工程**					**863400**	**801020**
1	**目鱼排涝闸**					**707400**	**550120**
1.1	12kV 高压环网柜	面	3	52000	7800	156000	23400
1.2	干式变压器 SC18-160/10	台	1	82000	12300	82000	12300
1.3	柴油发电机组 150GF	套	1	125000	18750	125000	18750
1.4	低压配电柜	面	4	46000	6900	184000	27600
1.5	低压电容补偿柜	面	1	48200	7230	48200	7230
1.6	小型动力配电箱	只	2	4400	660	8800	1320
1.7	闸门控制柜	只	5	18000	2700	90000	13500
1.8	照明箱	只	4	2200	330	8800	1320
1.1	检修箱	只	1	4600	42000	4600	42000
1.9	高压电力电缆 ZR-YJV22-8.7/15-3*25	km	2		135000		202500
1.11	低压动力电缆	km	2		72000		115200
1.12	照明	项	1		50000		50000
1.14	接地、防雷	项	1		35000		35000
2	**景观电气**					**156000**	**250900**
2.1	10kV 欧式箱变 YB12-100/10	台	1	120000	18000	120000	18000
2.2	户外路灯照明箱	只	4	9000	1350	36000	5400
2.3	低压动力电缆	km	4		65000		227500
二	**信息化设备及安装工程**					**2923100**	**2310965**
1	**水雨情监测系统**					**473200**	**70980**
1.1	雷达水位计	套	2	15000	2250	30000	4500
1.2	雷达水位计安装支架	座	2	4800	720	9600	1440
1.3	翻斗式雨量计	套	1	8000	1200	8000	1200

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）		合价（元）	
				设备	安装	设备	安装
1.4	多普勒流量测速仪	套	1	270000	40500	270000	40500
1.5	不锈钢水位尺	套	2	2800	420	5600	840
1.6	流量测量建模	项	1	150000	22500	150000	22500
2	**工程安全监测系统**					**860000**	**1194000**
2.1	自动采集终端 MACU	套	4	55000	8250	220000	33000
2.2	监测工作站	套	1	17000	2550	17000	2550
2.3	工业交换机	台	1	22000	3300	22000	3300
2.4	便携式读数仪	台	1	35000	5250	35000	5250
2.7	数据采集箱	套	1	32000	4800	32000	4800
2.8	北斗 GNSS	套	8	38000	5700	304000	45600
2.9	北斗 GNSS 太阳能供电单元	套	8	8000	1200	64000	9600
2.1	北斗通信模块	套	1	59000	8850	59000	8850
2.11	北斗卫星基准站	套	1	45000	6750	45000	6750
2.12	北斗卫星观测软件	套	1	62000	9300	62000	9300
2.13	水工电缆	km	6		35000		210000
2.14	潮位自动测报系统	套	1		580000		580000
2.15	沉降观测分析软件	套	1		275000		275000
3	**目鱼排涝闸计算机监控系统**					**489500**	**590925**
3.1	闸门 LCU （PLC、触摸屏、继电器、开关电源、机柜）	套	1	155000	23250	155000	23250
3.2	公用 LCU （PLC、触摸屏、继电器、开关电源、机柜）	套	1	132000	19800	132000	19800
3.3	工业交换机	台	1	22000	3300	22000	3300
3.4	UPS 电源 6kVAh	台	1	31000	4650	31000	4650
3.5	网络柜	面	1	50000	7500	50000	7500
3.6	计算机台	套	1	32000	4800	32000	4800
3.7	闸门开度传感器	套	5	13500	2025	67500	10125
3.8	动力电缆	km	1		85000		85000

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）		合价（元）	
				设备	安装	设备	安装
3.9	控制电缆	km	3		70000		210000
3.1	计算机电缆	km	2		75000		112500
3.11	计算机监控软件	套	1		110000		110000
4	**视频监控系统**					**1100400**	**455060**
4.1	室外全彩摄像机球机	台	44	12000	1800	528000	79200
4.2	枪式固定全彩摄像机	套	16	5400	810	86400	12960
4.3	现场综合接线箱	套	60	2000	300	120000	18000
4.4	接入层交换机	套	2	16200	2430	32400	4860
4.5	摄像机立杆	套	46	4800	720	220800	33120
4.6	电源电缆	km	2		80000		160000
4.7	视频电缆	km	2		65000		130000
4.8	广播系统	套	6	18800	2820	112800	16920
三	**暖通工程**					**35000**	**1800**
1	轴流风机 T35-4.5(P=120Pa,Q=6000m3/h) 0.37KW,380V	台	2	6000	900	12000	1800
2	分体立柜式空调 5kW	台	2	11500		23000	
四	**消防工程**						**5000**
1	手提式干粉灭火器 MFA2	只	20		100		2000
2	消防泵	套	2		1500		3000
五	**交通设备购置费**					**200000**	
1	工具车	辆	1	200000		200000	

表 15.10-4　　金属结构设备及安装工程估算表

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）		合价（元）	
				设备	安装	设备	安装
	金属结构设备及安装工程					**1789977**	**1120156**
一	**目鱼排涝闸**					**1789977**	**1120156**
1	预应力钢筋砼工作闸门安装	m3	105		1188.11		124878
2	工作闸门门叶附件 Q235B/1Cr18Ni9Ti	t	7.49	18650.00	4718.71	139689	35343
3	工作闸门门槽埋件 STNi2Cr	t	36.325	23500.00	4448.93	853638	161607
4	内河侧检修闸门门槽埋件 STNi2Cr	t	16.95	23500.00	4667.52	398325	79114
5	外海侧检修闸门门槽埋件 STNi2Cr	t	16.95	23500.00	4667.52	398325	79114
6	防腐	m^3	3460		185.00		640100

表 15.10-5　　临时工程估算表

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合价（元）
四	**临时工程**				**26170123**
（一）	**施工导流工程**				**3037949**
1	**施工围堰**				**3037949**
1.1	**外海侧围堰**				**1788084**
	淤泥浆（掺 20%水泥）	m^3	2807	262.61	737146
	抛石混合料	m^3	7341	143.16	1050938
1.2	**围区侧围堰**				**1249865**
	淤泥浆（掺 20%水泥）	m^3	2095	262.61	550168
	抛石混合料	m^3	4189	143.16	599697
	围堰拆除	项	1	100000.00	100000
（二）	**施工交通工程**				**1012000**
1	施工临时道路	km	0.4	1280000	512000
2	施工码头	项	1	500000	500000
（三）	**施工场外供电工程**				**385000**
1	施工供电线路	km	2	150000	300000
2	变压器	台	1	85000	85000
（四)	**施工房屋建筑工程**				**4371815**
1	施工仓库、辅助用房等	m2	1000	300	300000
2	办公、生活及文化福利建筑				4071815
	施工单位用房	项	1	3196815	3196815
	建设、监理单位及设计代表用房	m2	875	1000	875000
（五）	**安全文明施工费**				**9715107**
1	安全施工费	项	1	647673789	7772085
2	文明标化工地建设费	项	1	647673789	1943021
（六）	**其他临时工程**				**7648252**

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合价（元）
1	其他临时工程	项	1	657388896	6573889
2	水上施工平台	m2	1397	175.99	245858
3	钢护筒	t	143	2646.89	378505
4	预制场	m2	3000	150	450000

表 15.10-6　　独立费用工程概算表

编号	费用名称	计算式	合价（万元）
一	**建设管理费**		**1867.51**
1	建设单位开办费	费用标准 90000 元×定员人数 12 人	90.00
2	建设单位人员费	费用指标 120000 元/人年×定员人数 12 人×费用计算期 3 年	432.00
3	建设管理经常费	(建设单位开办费+建设单位人员费)×费率 20%	104.40
4	工程建设监理费	收费基价×工程类型调整系数 0.9×工程复杂程度调整系数 1.1）	972.77
6	经济技术服务费	一至四部分投资×费用指标 0.4%	268.34
二	**生产准备费**		**34.41**
1	生产及管理单位提前进场费		
2	生产职工培训费		
1	管理用具购置费	一至四部分建筑安装工程投资×管理用具购置费费率 0.05%	33.25
2	工器具及生产家具购置费	设备费×工器具及生产家具购置费费率 0.2%	1.16
三	**科研勘察设计费**		**2819.15**
1	科学研究试验费	一至四部分建筑安装工程投资×科学研究试验费比例 0.2%	133.01
2	前期勘察设计费		628.89
	前期勘察费	收费基价×专业调整系数 0.75×综合调整系数 0.85	369.09
	前期设计费	前期勘察费基价×35%	259.79
3	工程勘察设计费		2057.26
	勘察费	收费基价×专业调整系数 0.8×综合调整系数 0.85	873.21
	设计费	收费基价×专业调整系数 0.75×综合调整系数 1.1	1184.05
四	**其他**		**634.40**
1	工程质量检测费	一至四部分建筑安装工程投资×工程质量检测费费率 0.5%	332.52
2	工程保险费	一至四项投资×工程保险费费率 0.45%	301.88
3	其他税费		
	合计		**5355.48**

16 经济评价

16.1 概述

本工程项目总投资 79993.51 万元，工程静态总投资 76629.92 万元，其中工程投资 76062.36 万元，专项部分环境保护 100 万元，水土保持 213.82 万元，征地移民补偿 253.74 万元。

16.2 国民经济评价

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）工程主要任务以挡潮排涝为主，兼顾改善提升滨海生态环境等综合利用，保障玉环市玉环市当地经济发展和人们生命财产安全，本项目是海塘项目，是社会公益性项目，需进行国民经济评价。

国民经济评价是从国家整体角度分析计算项目的全部费用和效益，考察项目对国民经济所作的净贡献，据以判别项目的经济合理性，国民经济评价应采用影子价格。

16.2.1社会折现率和计算期

根据《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013），本次社会折现率取 8%。本工程建设期 2.5 年，正常运行期 50 年，计算期为 53 年。

16.2.2费用分析

建设项目费用包含固定资产投资、年运行费及流动资金等。

（1）固定资产投资 根据投资估算，工程静态投资为 76629.92 万元，剔除其中属于国民经济内部转移资金，求得国民经济评价采用的影子投资为 68966.93 万元。施工期为 2.5 年，分年度投资比例为 40%、40%、20%，分年度投资计算详见表 16.2-1。

表16.2-1　　分年度投资表

年份	第一年	第二年	第三年	合计
投资（万元）	27586.77	27586.77	13793.39	68966.93

（2）年运行费 年运行费是项目运行初期和正常运行期每年所需支出的职工工资、材料费、修理费、维护费、保险费及其它费用等。

工程年运行费按工程总投资的1%计算，为799.93万元。

（3）流动资金 工程项目的流动资金，是指维护工程正常运行所需购买的材料、备件及支付工人工资的周转资金。参照类似工程的运行情况，按固定资产投资的一定比例计列。本工程流动资金按工程投资（静态）的0.10%计，为76.62万元。

16.2.3经济效益计算

该项目的国民经济效益分为直接效益和间接效益

(1) 直接效益

本项目直接效益主要为防洪效益和土地增值效益。

1）防洪效益

玉环市形成洪涝灾害的主要暴雨为台风雨，其来势猛、雨量大，所造成的洪涝灾害特别严重，本工程为漩门三期坎门段海塘提标改造工程，海塘提标改造长度为2.486km，提标改造后能够满足100年一遇防潮标准。堤上目鱼屿闸相应提标改造，防潮标准能够达到100年一遇，与漩门三期海塘形成防潮闭合圈。本工程实施后，防洪抢险条件得到改善，每年可获得防洪效益4000万元，其中减少洪灾损失费3000万元，减少抢险费1000万元。

2）土地增值效益

本项目改善玉环的生态、人文环境，构筑宜人城市风貌，形成高品质城市空间和城市生态景观，从而改善玉环投资环境，带来良好的

土地增值效益。 现考虑项目平均影响距离为周边 500m 范围，增值的土地面积按增值范围内土地面积的 50%计算，按 35 万 m^2 计。

根据近期土地拍卖价格看，每平方米本次估算暂取 6000 元。综合考虑其它配套市政建设所带来的效益，本工程发挥的效益暂按 0.60 计算。初步估算，工程建成后可获得土地资源增值效益为 126000 万元。土地增值效益在工程完成后分 50 年平摊。

(2) 间接效益

本工程实施的目标不仅是要把玉环市海塘打造成为保障沿海地区经济社会安全的安澜生命线，更是要实现“一个空间、多维价值”，融合生态、人文、旅游、景观等功能实现海塘“安全+”综合利用，体现海塘工程的综合功能效益。

1）社会效益

本工程的实施有助于改善玉环市的投资环境，极大促进周边产业、商贸、教育等生活配套的形成，形成以海塘为纽带的产业经济繁荣的核心区，从而吸引更多的人才到这里来工作甚至创业，增加工作岗位，解决相关就业问题。此外，结合海塘的生态景观功能，还可以吸引周边城市的居民来旅游观光，形成旅游经济气候，促进旅游产业的发展，推动区域经济多元化。通过本工程的实施，还可为周边居民及产业人员创造可放松、休闲、欣赏于海景的空间，改善人居环境，提升城市生活品质和知名度。

2）生态景观效益

本工程景观融合设施与海塘结构和水利防汛道路步行道紧密融合，包括设置硬质铺装、生态绿化、休闲小品和主题建筑等配套设施。通过本次海塘安全提标工程的实施，将滨海绿带与周边环境系统有机衔接，营造出丰富多样的海湾景观，打造标准生态海塘，建设漩门湾

海塘生态廊道，推进“蓝色海湾、金色海域、绿色海岛”示范工程建设，提高玉环市海塘生态修复整治，促进海岛和岸线生态修复，提升海岸、海域和海岛生态环境工程。因此，本项目的实施具有良好的生态效益。

由于工程的间接效益涉及面广且内容繁杂，估算范围没有明显界限，难以对其进行精确定量估算，因此间接效益的计算目前主要采用比例关系法，即假定间接效益与直接效益成一定的比例关系。浙江省海塘工程间接效益比例系数为 19.1%~23.8%，本次考虑海塘工程海塘标准较高，因此取比例系数为 20%。由此估算得到工程的间接效益为 1304 万元/年。

16.2.4 国民经济评价指标

根据本工程建设期和生产期的效益、费用流程计算国民经济评价指标，衡量项目的经济合理性。国民经济评价效益费用流量见下表。

表 16.2-2　　国民经济效益费用流量表　　单位：万元

序号	项目\年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	……	52	53	合计
1	效益流量 B	0	0	3912	7824	7824	7824	7824	7824	7824	7824	7824	7824	7824	7824	……	7824	7824	395112
1.1	防洪效益	0	0	1260	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	……	2520	2520	127260
1.2	土地增值效益			2000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000		4000	4000	202000
1.3	间接效益			652	1304	1304	1304	1304	1304	1304	1304	1304	1304	1304	1304		1304	1304	65852
1.3	回收流动资金															……		78	78
2	费用流量 C	27587	27587	14270	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	……	800	800	109440
2.1	固定资产投资	27587	27587	13793															68967
2.2	流动资金			77															77
2.3	年运行费			400	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	……	800	800	40396
3	净效益流量	-27587	-27587	-10358	7024	7024	7024	7024	7024	7024	7024	7024	7024	7024	7024	……	7024	7101	285749
4	累计净效益流量	-27587	-55174	-65532	-58507	-51483	-44459	-37435	-30411	-23387	-16363	-9339	-2315	4709	11733	……	278648	285749	

经济计算指标：经济内部收益率：9.44%

净现值（ic=8%）：10797 万元

经济效益费用比：　1.16

经计算经济内部收益率为 9.44%，大于社会折现率（8%）。经济净现值为 10797 万元，大于零。经济效益费用比为 1.16，大于 1.0。由上述指标可以看出，该工程具有较好的国民经济效益，工程建设在经济上是合理可行的。

16.2.5敏感性分析

对本项目可能出现的不利因素进行敏感性分析，以考虑各不利因素的变化对本项目经济指标的影响程度。根据本工程的特点，主要敏感性因素是工程投资和工程效益，分别对工程投资和工程效益作增加和减少 10%的幅度进行敏感性分析。结果见下表。

经敏感性分析可知，本工程具有一定的抗风险能力。

表16.2-3　　国民经济评价敏感性分析成果表

敏感性因素	经济内部收益率（%	经济净现值（万元	经济效益费用比
基本方案	9.44%	10797	1.16
投资增加10%	8.59%	4783	1.06
效益减少10%	8.39%	2889	1.04

16.3 财务评价

本项目是海塘项目，是社会公益性项目，运行期财务收入较少，难以维持运行，按照《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）第 1.0.7 条目：对属于社会公益性质的水利建设项目，如国民经济评价合理，而无财务收入或财务收入很少时，可只进行财务分析计算，提出维持项目正常运行所需资金来源。

本工程年运行费是项目运行初期和正常运行期每年所需支出的职工工资、材料费、修理费、维护费、保险费及其它费用等。按工程总投资的 1%计算，为 799.93 万元/年。

本工程运行管理经费来源由玉环海洋经济开发有限公司负责解决。

17 社会稳定风险分析

17.1 编制依据

（1）《中共中央办公厅、国务院办公厅印发<关于建立健全重大决策事项社会稳定风险评估机制的指导意见（试行）>的通知》（中办发[2012]2号）；

（2）《关于印发<国家发展改革委重大固定资产投资项目社会稳定风险评估暂行办法>的通知》（发改投资[2012]2492 号）；

（3）《国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投资[2013]428 号）；

（4）《全面推行重大事项社会稳定风险评估工作的意见》（浙维稳[2011]3 号）；

（5）《浙江省水利厅关于建立水利重大事项社会稳定风险评估机制的意见》（浙发改法规[2013]1173 号）；

（6）《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》；

（7）《玉环市海塘安澜建设规划（2020-2030）》；

（8）《玉环县域总体规划（2006-2020）》；

（9）《浙江省玉环市漩门三期安澜工程项目建议书》（报批稿）。

17.2 风险调查

17.2.1 调查范围

根据《国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投[2013]428号）的有关规定，社会稳定风险分析工作开展风险调查的范围为“凡项目涉及到利益相关者切身利益、容易引发社会稳定风险的因素，都应纳入调查范围，应当涵盖拟建项目建设和运行可能产生负面影响的围。”

本项目风险调查范围主要包括玉环市涉及工程建设影响的区域。

17.2.2 调查方式和方法

本阶段风险调查采用文献法的方式，对项目规划符合性、项目环境影响情况及主要舆情进行调查分析。建议近期开展全面的风险调查，以达到广泛调查、充分收集各方意见和诉求的目的。

17.2.3 调查初步成果

17.2.3.1 项目的合法性

（1）地方“十四五”规划的符合性

《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》中指出，“十二五”期间需“完善防洪防台抗旱体系，提高水资源保障能力，加强水生态环境保护。”因此，本工程符合浙江省国民经济和社会发展规划的要求。

（2）项目和专业规划符合性

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》、《浙江省海塘安澜建设规划（2020~2030）》和《玉环市海塘安澜建设规划（2020-2030）》，玉环市漩门三期安澜工程已被列入浙江省海塘安澜千亿工程拟建的重点工程。

（3）区域规划符合性

根据《玉环县域总体规划（2006-2020）》、《玉环县土地利用规划（2006-2020）》、《玉环市国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》中的相关规划及规定，漩门三期围区未来功能定位为玉环市极为重要的行政及公共服务中心、高端商贸核心区、战略性新兴产业发展区。现状海塘防潮能力与漩门三期围区未来城市核心区定位不相匹配，防潮标准偏低。海塘防潮标准应满足 100 年一遇标准。因此，本工程符合玉环市区域规划的要求。

（4）工程建设前期咨询工作情况

本工程目前为可行性研究报告阶段，浙江省水利厅以“浙水计[2021]号”下发了《 浙江省玉环市漩门三期安澜工程项目建议书审核意见》的通知。

17.2.3.2 自然环境概况

地理位置：玉环市位于浙江东南沿海、（介于东径 121°05′～121°32′，北纬 28°01′～28°19′之间），瓯江口北侧，居台州市南端，与温州市隔海相望。长三角经济圈南翼。扼台州、温州海上门户，东濒东海，南连洞头洋，西嵌乐清湾，北接温岭市。玉环市海岛众多，环岛沿线海岸漫长，海滨风光旖旎。

全市市域总面积 2279 平方千米，其中陆域面积 378 平方千米，由楚门半岛、玉环岛等 136 个小岛组成，海域面积 1901 平方千米，海岸线长 320 千米，其中大陆岸线长 158 千米，海岛岸线长 162 千米，岛内主要地貌类型为丘陵和平原，其中丘陵占陆地面积的 68%，平原占 32%。

地形地貌：玉环市主要地貌类型为丘陵和平原，丘陵与山地面积约占陆域面积的 68.23%，其余为平原。市域地势受北东、东西、北东东走向三组断裂构造与气候、溪流、潮汐、海浪及人力围垦等因素影响，形成以丘陵为主，北高南低，丘陵平原相间，河流依山脉走向自成体系的海岛丘陵地势。楚门半岛北部大雷山，系北雁荡山余脉，主峰海拔 443m，为全市最高峰。玉环岛最高峰为城关镇西面的田螺山，海拔 375.5m。

气象：玉环市属亚热带季风气候，频临东海，具有明显的海洋性气候特征。气候温和湿润，四季分明，雨量丰沛，日照充足，无霜期长。多年平均无雨日为 158 日，流域多年平均降水量 1448.7mm，其中最大为 2004.1mm（1952 年），最小年 889.5mm（1986 年）。

流域降水量年际变化较大，且年内分配不均。冬季受北方冷空气控制，低温少雨。春季大陆冷高压衰退，副热带高压北进，冷暖气团交绥，形成绵绵春雨。春末夏初，太平洋高压渐向大陆推进，造成连续降水，俗称梅

雨季节。7 至 10 月间，受太平洋副热带高压控制，天气炎热；台风活动频繁，常出现狂风暴雨。本地区的主要雨季分为梅汛期（4 月 16 日至 7 月 15 日）和台汛期（7 月 16 日至 10 月 15 日）两个。降水量相对集中于 5 月至 9 月，累计雨量占年雨量的 79%。其中 8、9 两月合计雨量占年雨量的 22%。形成本地区洪涝灾害的主要暴雨为台风雨，其来势猛、总量大、强度高，所造成的洪涝灾害特别严重。

流域水文：漩门三期围垦工程位于玉环岛与楚门半岛间的漩门湾，与坎门街道相距 3km，与玉环市城区相距 7km。围堤控制集水面积 130km^2，其中玉环岛陆域 50.4km^2，楚门半岛陆域 34.3km^2，漩门湾水域 45.3km^2。三期围区流域为漩门港水系，属浙东南沿海诸小河水系，主要河流有玉坎河与龙溪河等，所有河流的集水面积均小于 40km^2，其中最大的玉坎河集水面积为 38.5km^2，次大的龙溪河集水面积 15.7km^2。

地质地震：台州市域属我国东南部新华夏构造体系二级隆起带，临海温州槽凹区，岩浆侵入和火山活动频繁，火山活动始于中侏罗纪终于第三世纪，而以晚侏罗纪火山活动最强烈。境内构造断裂为主，辅有平缓的褶曲及盆地构造。出露地层主要为侏罗纪系火山夺，在断陷盆地为白垩系陆相沉积岩，第四系分布于山麓地带及东部平原地带。岩石主要有钾长花岗岩、流纹岩、凝灰流纹岩及经水相沉积的砂页岩、砂砾岩等。天然地基承载力一般 5～7t/m^2。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），本区地震动反应谱周期 0.35S，地震动峰值加速度参数为＜0.05g。

17.2.3.3 社会环境概况

玉环辖玉城街道、坎门街道、大麦屿街道、楚门镇、清港镇、芦浦镇、干江镇、沙门镇、龙溪镇、鸡山乡、海山乡等 3 街道、6 镇、2 乡。2019 年，全市实现生产总值 617.5 亿元，户籍人均生产总值为 141647 元，财政总收入 87.42 亿元，其中地方财政收入 53.92 亿元，城镇居民人均可支

配收入 71344 元，农村居民人均可支配收入 35340 元。全市户籍总人口 43.66 万人，常住人口 64 万人，城镇人口比重 68.3%。

17.2.3.4 利益相关者的意见和诉求

鉴于工程的建设为解决民众关心的防洪、交通等问题，根据目前的舆情，公众未对玉环市漩门三期安澜工程的建设表达反对的诉求。

在项目建议书的审查会上，地方政府及有关部门对工程的建设方案予以肯定，对工程的建设将给予大力支持。

17.2.3.5 公众参与情况

本工程暂未开展公众调查工作，但综合多渠道反馈的信息，玉环市主城区海塘工程防御标准尚达不到 50 年一遇，因此现状海塘工程防御标准与城市现状及规划定位保护要求不匹配，现有的防御标准偏低，防洪问题已严重制约玉环市经济社会的可持续发展，本工程建成后将有利于提高玉环市的防洪能力，有利于玉环市经济社会的可持续发展。但工程建设将涉及部分临时占地的补偿，会对周边环境和居民的生活产生影响。

17.2.3.6 基层组织态度

本项目建设符合各项规划，相关审批程序也符合相关法律法规及政策要求。因此，项目所在地的玉环市人民政府全力支持本项目建设。

建议对工程涉及的乡镇（街道）、村等基层组织开展意见征求工作。

17.2.3.7 媒体舆情导向

根据调查，由于玉环市漩门三期安澜工程规划合理，审批程序完备，因此大众媒体对本工程建设没有负面的报道和舆论导向。

网络已成为当今社会不可或缺的一种获取与发布信息的手段，它解放了话语权，整合了人们的认知方式。网络的虚拟性和隐蔽性使网络传播过程具有极大的复杂性和多元性，其产生的影响力呈几何级增长。本工程建设涉及临时占地补偿，拟通过合理的补偿方案对利益相关者进行妥善安置，

另外工程建设不会产生大的环境污染，根据调查，网络论坛未发现对本工程建设负面的诉求和舆论导向。

17.2.3.8 同类项目风险情况

有资料显示，同类项目中存在着因安置补偿政策公开不及时、宣传不到位、公众未广泛参与等纰漏，从而引发的社会稳定风险事件。事后，通过适当措施，事件均得以妥善处置。

17.3 风险识别

在《国家发展改革委办公厅关于印发重大固定资产投资项目社会稳定风险分析篇章和评估报告编制大纲（试行）的通知》（发改办投资[2013]428号）所列类型的基础上，结合项目设计成果，对本项目社会稳定风险因素进行了初步识别。详见表 17-1。

表 17-1　　玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）各社会风险因素识别表

序号	类型	发生阶段	风险因素	参考评价指标	是否为风险因素
1	政策规划和审批程序	决策	立项、审批程序	项目立项、审批的合法合规性	是
2		决策	产业政策、发展规划	项目与产业政策、总体规划、专项规划之间的关系等	否
3		决策	规划选线（选址）	项目与地区发展规划的符合性、地块性质的符合性、周边敏感目标（住宅、医院、学校、养老院等）与项目的位置关系和距离等	否
4		决策	规划设计参数（设计规范）	容积率、绿地率、建筑限高、建筑退界、与相邻建筑形态及功能上的协调性等	否
5		决策	立项过程中公众参与程序	规划、环评审批过程中的公示及诉求、负面反馈意见等	是
6	征地拆迁及补偿	准备、实施	土地房屋征收范围	项目建设用地是否符合因地制宜、节约利用土地资源的总体要求，土地房屋征收征用范围与工程用地需求之间、与当地土地利用规划的关系等	否
7		准备、实施	土地房屋征收征用补偿资金	补偿资金来源、数量、落实情况	否
8		准备、实施	实物调查	停建通告宣传、建设征地范围控制、实物调查前的宣传动员、调查组织、调查标准、实物调查实施单位等	是
9		准备、实施	被征地农民就业及生活	移民安置方案、农民社会、医疗保障方案和落实情况，技能培训和就业计划等	是
10		准备、实施	搬迁安置	总房源比率、本区域房源比率、期房/现房比率、房源现状及规划配套水平（交通和周边生活配套设施等），安置居民与当地居民的融合度等	是
11		准备、实施	土地、房屋、移民征收征用补偿标准	补偿标准及其依据，实物或货币补偿与市场价格之间的关系、与近期类似地块补偿标准之间的关系	是

续表 17-1　　玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）各社会风险因素识别表

序号	类型	发生阶段	风险因素	参考评价指标	是否为风险因素
12	征地拆迁及补偿	准备、实施	土地房屋征收补偿程序和方案	是否按照国家和当地法规规定的程序开展土地房屋征收补偿工作；补偿方案是否征求公众意见等	是
13		准备、实施	拆除过程	文明拆除方案的制定和拆除过程的监管，拆房单位既往表现和产生的影响等	否
14		准备、实施	土地复垦问题	对于临时使用的耕、园地其复垦措施是否到位	是
15		准备、实施	特殊土地和建筑物的征收征用	涉及基本农田、军事用地、宗教用地等，征收征用是否与相关政策的衔接等	否
16		准备、实施	管线搬迁及绿化迁移方案	管线搬迁方案和绿化迁移方案的合理性等	否
17		准备、实施	对当地的其他补偿	对施工损坏建（构）筑物的补偿方案，对因项目实施受到各类生活环境影响人群的补偿方案等	否
18		实施	场地清理	是否根据国家有关规定和场地清理要求开展相关工作	是
19	技术经济	实施	工程方案	此风险因素一般将伴随工程安全、环境影响方面的风险因素同时发生，可依具体项目展开分析	是
20		实施	管道、隧洞等地下工程建设影响	隧道及地下建筑工程基本情况，地质条件，条件案例调查，实施单位资质和经验、暗挖	否
21		实施	资金筹措和保障	资金筹措方案的可行性，资金保障措施是否充分	否
22	生态环境影响	实施	大气污染物排放	厂界内、沿线、物料运输过程中各污染物排放与环保排放标准限值之间的关系，与人体生理指标的关系，与人群感受之间关系等，包括施工期、运行期两个阶段	否
23		实施	水体污染物排放		是
24		实施	噪声和振动影响		是

续表 17-1　　玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）各社会风险因素识别表

序号	类型	发生阶段	风险因素	参考评价指标	是否为风险因素
25	生态环境影响	实施	电磁辐射、放射线影响		否
26		实施	土壤污染	重金属及有毒有害有机化合物的富集和迁移等	否
27		实施	固体废弃物及其二次污染（垃圾臭气、渗沥液等）	固体废气物能否纳入环卫收运体系、保证日产日清；建筑垃圾、大件垃圾、工程渣土、有毒有害固体废弃物（如医疗废弃物）能否做到有资质收运单位规范处置等	否
28		实施	日照、采光影响	与规划限值之间关系，日照减少率，日照减少绝对量，受影响范围、性质（住宅、学校、养老院、医院病房或其他）和数量（面积、户数）等	否
29		实施	通风、热辐射影响	热源及能量与人体生理指标的关系，与人群感受之间关系，通风量、热辐射变化量、变化率等	否
30		实施	光污染	包括玻璃幕墙光反射污染和夜间市政、景观灯光污染影响的物理范围和时间范围，灯光设置合理规范性等	否
31		实施	公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	公共活动空间质和量的变化、公共绿地质和量的变化，水系的变化，生态环境的变化，城市景观的变化等	是
32		实施	水土流失	植被、土壤结构可能发生的变化，是否有水土保持方案等	是
33		实施	其他影响	如文物、古木、墓地以及生物多样性破坏	是
34	项目管理	准备、实施	项目“五制”建设	法人负责制、资本金制、招投标制、监理制和合同管理制等	是
35		准备、实施	项目单位六项管理任务	审批或核准管理、设计管理、概预算管理、施工管理、合同管理、劳务管理	是

续表 17-1　　玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）各社会风险因素识别表

序号	类型	发生阶段	风险因素	参考评价指标	是否为风险因素
36	项目管理	准备、实施	施工方案	施工措施与相邻项目建设时序的衔接，实施过程与敏感时点（如两会、高考等）的关系，施工周期安排是否干扰周边居民生产生活等	是
37		准备、实施	文明施工和质量安全管理	违反文明施工和质量安全管理的相关规定，造成环境污染，停水、停电、停气，影响交通等突发情况和质量安全事故等	是
38		决策、准备	社会稳定风险管理体系	项目单位和当地政府是否就项目进行充分沟通，是否对社会稳定风险有充分认识并做到各司其职，是否建立社会稳定风险管理责任制和联动机制，是否制定相应的应急处置预案等	是
39	经济社会影响	实施、运行	文化、生活习惯	地方传统文化、邻里关系、生活习惯、社区品质等方面的改变，可能引起群众的不适	是
40		实施、运行	民族、宗教、习俗	可能与项目所在地群众的宗教信仰和风俗习惯有冲突	否
41		实施、运行	对周边土地、房屋价值的影响	土地价值变化量和变化率、房屋价值变化量和变化率等	否
42		实施、运行	就业影响	项目建设、运行对周边居民总体就业率影响和特定人群就业率影响等	否
43		实施、运行	群众收入影响	项目建设、运行引起当地群众收入水平变化量和变化率，以及收入不均匀程度变化等	否
44		实施、运行	相关生活价格	项目建设、运行引起当地基本生活价格（水、电、燃气、公交、粮食、蔬菜、肉类等）的提高等	否
45		实施、运行	对公共配套设施的影响	对教育、医疗、体育、文化、便民服务、公厕等配套设施建设、运行的影响等	否

续表 17-1　　玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）各社会风险因素识别表

序号	类型	发生阶段	风险因素	参考评价指标	是否为风险因素
46	经济社会影响	实施	流动人口管理	施工期流动人口变化、运行期流动人口变化管理的影响等	是
47		实施、运行	商业经营影响	施工期、运行期对商业经营状况的影响	否
48		实施	对周边交通的影响	施工方案对周边人群出行交通的考虑（临时便道的设置，临时停车场地安排，临时公交站点的布置等），运行期项目周边公共交通情况变化，项目所增加的交通流量与周边路网的匹配度，项目出入口设置对周边人群的影响等	是
49	安全卫生	实施	安全、卫生与职业健康	土方车和其他运输车辆的管理，施工和运行存在的危险、有害因素及安全管理制度，卫生与职业健康管理，应急处置机制等	是
50		实施	社会治安和公共安全	施工队伍规模、管理模式，运行期项目使用人分析（使用人来源、数量、流动性、文化素质、年龄分布等）	是
51		实施	火灾、台风灾害	项目实施导致火灾、洪灾发生的概率，是否有防火，防洪预案	是
52	媒体舆情	决策、准备、实施、运营	媒体网络舆论导向	是否获得媒体支持，是否协调安排有权威力、公信力的媒体公示项目建设信息、进行正面引导，是否受到媒体及网络的关注及舆论导向性的信息。	是

17.4 风险估计

17.4.1 主要风险因素

根据筛选和归纳出的各风险因素，结合浙江省内同类工程的实施情况，在综合分析和研究的基础上，得出本工程的主要风险因素共计8类27项。详见表17-2。

表17-2　　社会稳定主要风险因素汇总表

序号	类型	发生阶段	风险因素	是否风险因素
1	政策规划和审批程序	决策	立项、审批程序	是
2		决策	立项过程中公众参与程序	是
3	征地拆迁及补偿	准备、实施	实物调查	是
4		准备、实施	被征地农民就业及生活	是
5		准备、实施	搬迁安置	是
6		准备、实施	土地、房屋、移民征收征用补偿标准	是
7		准备、实施	土地房屋征收补偿程序和方案	是
8		准备、实施	土地复垦问题	是
9		实施	场地清理	是
10	技术经济	实施	工程方案	是
11	生态环境影响	实施	水体污染物排放	是
12		实施	噪声和振动影响	是
13		实施	公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	是
14		实施	水土流失	是
15		实施	其他影响	是
16	项目管理	准备、实施	项目“五制”建设	是
17		准备、实施	项目单位六项管理任务	是
18	项目管理	准备、实施	施工方案	是
19		准备、实施	文明施工和质量安全管理	是
20		决策、准备	社会稳定风险管理体系	是

序号	类型	发生阶段	风险因素	是否风险因素
21	经济社会影响	实施、运行	文化、生活习惯	是
22		实施	流动人口管理	是
23		实施	对周边交通的影响	是
24	安全卫生	实施	安全、卫生与职业健康	是
25		实施	社会治安和公共安全	是
26		实施	火灾、台风灾害	是
27	媒体舆情	决策、准备、实施、运营	媒体网络舆论导向	是

17.4.2 风险影响后果分析

各类风险因素的存在将对项目本身和社会方面产生一定的影响。

从项目本身来讲，施工单位的施工进度将受到直接影响；建设单位的工程总体进度计划受到影响；工程的社会效益受到负面影响等。

从社会方面来讲，将影响到当地政府的日常正常工作，需采取相应的处理措施来处理相关事务和化解各类矛盾；除直接相关方的正常工作受到影响外，当地其他居民的正常生产和生活也在一定程度上受到影响；影响到区域内其他水利工程的正常实施和区域内其他居民的生产生活。

各单项风险因素可能引发的相关风险及其影响后果详见表 17-3。

表 17-3　　项目主要社会风险因素影响后果分析表

序号	类型	发生阶段	风险因素	影响后果分析
1	政策规划和审批程序	决策	立项、审批程序	可行性研究报告尚未审查
2		决策	立项过程中公众参与程序	可能因公众意见征求不全面，使利益相关者对工程方案的不了解，继而引发上访、集会等不稳定事件
3	征地拆迁及补偿	准备、实施	实物调查	实物调查大纲尚未编制，相关实物调查工作尚未进行宣传，调查组织、标准以及调查实施单位尚未明确；
4		准备、实施	被征地农民就业及生活	可能存在生产安置方案和标准与移民要求不符，引发纠纷、上访、集会等不稳定事件
5		准备、实施	搬迁安置	可能存在安置点选址和标准与移民要求不符，引发纠纷、上访、集会等不稳定事件
6		准备、实施	土地、房屋、移民征收征用补偿标准	可能存在因涉及移民对补偿标准不满，或在国家相关标准修改后引发的再诉求问题，而引发的经济纠纷、上访、集会等不稳定事件
7		准备、实施	土地房屋征收补偿程序和方案	因补偿政策和补偿程序等不透明，容易引发经济纠纷或其他不可预见事件
8		准备、实施	土地复垦问题	存在复垦措施不到位或复垦后土地质量下降而产生的村民不满，而引发的经济纠纷、上访、集会等不稳定事件
9		实施	场地清理	可能因未按照有关规定和场地清理要求开展相关工作，导致水质不达标
10	技术经济	实施	工程方案	水库大坝安全、导截流影响等
11	生态环境影响	实施	水体污染物排放	施工污水和生活污水的排放，可能引发群众不满，造成上访或其他社会矛盾

续表 17-3　　项目主要社会风险因素影响后果分析表

序号	类型	发生阶段	风险因素	影响后果分析
12	生态环境影响	实施	噪声和振动影响	施工引起的振动和噪声对当地居民的影响，可能引发群众不满，造成上访或其他社会矛盾
13		实施	公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	工程建设可能会对当地生态环境以及水系产生破坏，进而引发上访、集会等不稳定事件
14		实施	水土流失	可能存在水土保持防治措施的不到位，出现水土流失事件，引发当地群众不满
15		实施	其他影响	可能影响墓地以及破坏生物多样性。
16	项目管理	准备、实施	项目“五制”建设	可能存在招投标不规范、监理不到位、合同管理混乱的情况，引起当地群众不满
17		准备、实施	项目单位六项管理任务	可能存在施工单位施工管理、合同管理和劳务管理出现问题，引发经济纠纷、劳资纠纷等问题
18		准备、实施	施工方案	施工周期安排是否干扰周边居民生产生活等
19		准备、实施	文明施工和质量安全管理	可能存在施工过程中引发的质量安全问题，引起当地群众不满
20		决策、准备	社会稳定风险管理体系	可能存在对社会稳定风险认识不充分、未建立社会稳定风险管理责任制和联动机制，未制定相应的应急处置预案等
21	经济社会影响	实施、运行	文化、生活习惯	可能存在邻里关系、生活习惯等方面的改变，可能引起群众的不适
22		实施	流动人口管理	可能存在施工单位所进入的流动人口，与当地群众引发纠纷，造成打架、斗殴等事件
23		实施	对周边交通的影响	工程车辆出入，对当地交通存在一定影响，如沟通不充分，易引起当地群众不满

续表 17-3　　项目主要社会风险因素影响后果分析表

序号	类型	发生阶段	风险因素	影响后果分析
24	安全卫生	实施	安全、卫生与职业健康	施工单位出现事故、流行疾病、职业疾病等情况，可能引发施工人员的相关矛盾，阻碍工程建设
25		实施	社会治安和公共安全	施工期相关人员的招收存在一定社会治安和公共安全的风险；运行期相关人员招收存在徇私舞弊等情况的风险，引发当地群众不满
26		实施	火灾、台风灾害	存在不当使用电器、明火等引起火灾的风险，进而影响工程建设，严重时还将影响当地其他居民的生命财产安全；存在台风灾害侵袭的风险，影响工程建设及人员人身财产安全
27	媒体舆情	决策、准备、实施、运营	媒体网络舆论导向	可能存在因突发网络谣言等情况，引发当地群众不满，或引起其他舆论性公众事件

17.4.3 主要因素风险估计

根据筛选和归纳出的主要风险，结合浙江省内同类工程的实施情况，在综合分析和研究的基础上，得出主要因素风险估计成果。本工程主要风险的初始风险概率为可忽略～较高，初始风险影响为较小～较大，初始风险程度情况为微小～较大。详见表 17-4。

表 17-4　项目社会稳定单项初始风险因素风险估计表

序号	风险因素	风险概率	风险影响	风险程度
1	立项、审批程序	较低	中等	较小
2	立项过程中公众参与程序	中等	中等	一般
3	实物调查	较高	较大	较大
4	被征地农民就业及生活	较低	中等	一般
5	搬迁安置	较低	中等	一般
6	土地、房屋、移民征收征用补偿标准	较高	中等	较大
7	土地房屋征收补偿程序和方案	较低	较小	较小
8	土地复垦问题	较低	较小	较小
9	场地清理	中等	中等	一般
10	工程方案	中等	较大	一般
11	水体污染物排放	较低	中等	较小
12	噪声和振动影响	较低	中等	较小
13	公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	中等	较大	较大
14	水土流失	较低	中等	较小
15	其他影响	很低	中等	微小
16	项目“五制”建设	较低	较小	较小
17	项目单位六项管理任务	较低	较小	较小
18	施工方案	较低	较小	较小
19	文明施工和质量安全管理	较低	中等	一般
20	社会稳定风险管理体系	中等	较大	较大

21	文化、生活习惯	较低	较小	较小
22	流动人口管理	很低	较小	较小
23	对周边交通的影响	较低	较小	较小
24	安全、卫生与职业健康	可忽略	中等	较小
25	社会治安和公共安全	可忽略	中等	微小
26	火灾、台风灾害	较低	中等	一般
27	媒体网络舆论导向	较低	较小	较小

17.5 风险防范和化解措施

为了从源头上防范、化解本工程实施可能引发的风险，在上述主要风险因素的基础上，根据本工程的特点，提出风险防范、化解措施如下表17-5。

表 17-5　　风险防范和化解措施汇总表

序号	发生阶段	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
1	决策	立项、审批程序	按国家法律法规要求，完成相关审批工作。	项目业主	设计单位、水利厅、发改委
2	决策	立项过程中公众参与程序	按国家法律法规要求，在广泛征求利益相关者意见的前提下，完成相关审批工作。	项目业主	设计单位、各级政府及相关部门
3	准备、实施	实物调查	尽快编制实物调查大纲，在停建令下达后，对相关实物调查工作进行宣传，明确调查组织、标准以及调查实施单位	项目业主	设计单位、调查实施单位、各级政府及相关部门
4	准备、实施	被征地农民就业及生活	在生产安置方案和标准制定过程中，广泛听取移民的意见和要求，尊重移民的合理诉求	项目业主	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门
5	准备、实施	搬迁安置	在安置点选择和安置标准制定过程中，广泛听取移民的意见和要求，尊重移民的合理诉求	项目业主	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门
6	准备、实施	土地、房屋、移民征收征用补偿标准	在土地征用过程中，广泛深入宣传国家有关移民政策、法律法规和地方规定；统一实物补偿标准、准确计算分户居民补偿额；对群众存在的疑问及时耐心解释和引导工作；在国家或地方政策、法规发生变化的情况下，补偿工作应本着补偿标准就高不就低，项目补偿标准一致的原则适时调整补偿标准，对已兑付补偿费用的群众应补其差价。	项目业主	设计单位、各级政府及相关部门
7	准备、实施	土地房屋征收补偿程序和方案	实行实物补偿程序公开化和程序化，补偿方案应征求公众意见。	项目业主	设计单位、各级政府及相关部门
8	准备、实施	土地复垦问题	根据国家相关法律法规要求进行临时用地的使用和复垦工作，对于因工程需要而超期的临时用地，应合理增加补偿，复垦后的临时用地应给予其恢复期生产补助。	项目业主、施工单位	监理单位、各级政府及相关部门

续表 17-5　　风险防范和化解措施汇总表

序号	发生阶段	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
9	实施	场地清理	委托资质单位对场地清理方案进行设计，场地清理时应严格按照相关规范和场地清理方案进行，并由监理单位全程参与	项目业主、施工单位、监理单位	设计单位、各级政府及相关部门
10	实施	工程方案	对工程方案进行充分论证，必要时进行数模等专题研究，并委托有施工经验的单位实施	项目业主、施工单位	监理单位、各级政府及相关部门
11	实施	水体污染物排放	加强施工区生产废水管理与处理，对砼系统、泥浆系统、机修、车洗等生产废水设置沉淀池和隔油沉砂池处理，并达到标准后才能排放。同时加强对废水出水口的 pH 值、SS、COD、BOD5 和石油类等的水质监测和管理。	项目业主、施工单位	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门
12	实施	噪声和振动影响	加强施工期噪声管理，对高噪声的机械设备采取降噪措施，并在施工安排上避免高噪声源的夜间作业。在村庄附近施工时，应采取临时隔声围护措施，夜间则应停止施工，如必须连续作业的，应报当地环保部门批准，并公告居民和单位。同时加强高噪声施工设备的维修管理，保证其正常运行，减少设备非正常运行时所产生的噪声。加强车辆管理，通过施工管理区、生活区及村庄时减速行驶，禁鸣喇叭，以减轻噪声对周围环境的影响。	项目业主、施工单位	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门
13	实施	公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	设计单位应合理制定水资源调配方案，工程设计和施工应兼顾生态环境和景观。	项目业主	设计单位、施工单位、监理单位、各级政府及相关部门

续表 17-5　　风险防范和化解措施汇总表

序号	发生阶段	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
14	实施	水土流失	严格按批准的水土保持方案实施，在具体的防治措施布置上，充分利用工程措施的控制性和速效性，同时发挥生物措施的后效性和长效性，生物措施与工程措施结合进行综合防治。采用点、线、面相结合，全面防治与重点防治相结合。根据项目施工进度，各项水土流失防治措施的实施进度应与项目进度衔接。各防治区内的水土流失防治措施配合主体工程同时实施，相互协调，有序进行。一般以工程措施为先，复耕措施、植物措施随后。总体要求工程措施与主体工程同步完成，植物措施要通过合理安排，抓住春秋季植树时机，建议在总工期内完成所有水土保持措施。	项目业主	设计单位、施工单位、监理单位、各级政府及相关部门
15	实施	其他影响	施工前，涉及文物保护单位以及考古遗迹的，要严格按照文物调查专题要求进行保护、迁建或者就地挖掘，遇到新发现的文物古迹，应立即停工，第一时间报告文保单位，在确定相关保护方案后方可施工。	项目业主	施工单位、监理单位、各级政府及相关部门
16	准备、实施	项目“五制”建设	严格按法人负责制、资本金制、招投标制、监理制和合同管理制的要求实施工程管理。	项目业主	设计单位、施工单位、监理单位、各级政府及相关部门

续表 17-5　　风险防范和化解措施汇总表

序号	发生阶段	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
17	准备、实施	项目单位六项管理任务	1、业主单位应严格按照通过审批的工程设计成果实施，不得私自修改方案或变更设计内容。 2、业主单位应严格按设计概算执行，对于因故突破概算的，应在项目基本完成后向原审批单位申请概算调整。 3、业主单位应监督施工单位要严格按照国家有关法律法规的要求，杜绝出现拖欠民工工资情况。若出现拖欠问题，业主应在劳动部门的配合下，有权代扣施工单位的工程结算款用于发放民工工资。 4、业主单位在对施工单位进行工程完工结算时，应进行公示（注明完工结算时间），如施工单位在当地有地方赊欠的情况下，请与业主单位联系。业主单位有权催促施工单位结清其赊欠，若有逾期没有结清，业主有权代扣其工程结算款用于支付地方赊欠。 5、业主单位要配合地方党委政府做好当地老百姓的法制宣传教育工作，并严格监督、管理其施工单位，对分包现象严格控制，杜绝出现非法借贷现象。如果有非法借贷现象出现，业主有权扣除其工程款，终止合同，并追究其违约责任。	项目业主	施工单位、监理单位、各级政府及相关部门
18	准备、实施	施工方案	工程施工应尽量避免对工程范围周边以及工程车辆途经范围内的居民点和其他生产生活设施情况	项目业主、施工单位	各级政府及相关部门

续表 17-5　　风险防范和化解措施汇总表

序号	发生阶段	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
19	准备、实施	文明施工和质量安全管理	业主单位委托监理单位施工单位做好质量监督、安全生产工作，加强生产人员的安全教育和生产技能培训，拟定全生产日常管理规定以及安全操作规程等制度，降低各类安全事故发生的可能。	项目业主	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门
20	决策、准备	社会稳定风险管理体系	1、项目单位应与当地维稳及其他相关政府部门进行有效沟通； 2、当地政府应建立有效的社会稳定风险管理体制； 3、应对本项目进行社会稳定风险调查、分析和评估； 4、当地应制定完备的社会稳定风险应急处置预案。	项目业主、当地政府	各级政府及相关部门
21	实施、运行	文化、生活习惯	在安置点选择上充分考虑移民与安置区居民的生活习惯差异以及邻里关系等方面，避免以免对当地生活习惯的不适以及当地居民的冲突	项目业主、安置区基层组织	当地政府
22	实施	流动人口管理	与当地公安部门按照有关规定加强对外来人口的管理和社会治安管理工作，打击违法犯罪活动，营造良好环境。	项目业主	施工单位、监理单位、各级政府及相关部门
23	实施	对周边交通的影响	制定合理的交通恢复方案，对于施工临时影响交通的，应设置临时便道，安排临时停车场地，布置临时公交站点。	项目业主	设计单位、施工单位、监理单位、各级政府及相关部门
24	实施	安全、卫生与职业健康	做好各类事故的应急预案，拟定的应急预案必须明确管理者职责，包括各类事故的应急处理预案和应急设备、人员安排。项目业主、施工单位应与政府有关部门建立有效地信息沟通渠道，如遭遇突发事故，应及时向政府有关部门汇报，并在当地县政府的领导下妥善处理。	项目业主、施工单位	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门

续表 17-5　　风险防范和化解措施汇总表

序号	发生阶段	风险因素	主要防范、化解措施	责任主体	协助单位
25	实施	社会治安和公共安全	与当地公安局等治安管理单位充分衔接，注意施工队伍的人员构成，预防潜在的矛盾、风险。	项目业主	各级政府及相关部门
26	实施	火灾、台风灾害	1、进入台风季节时应密切关注气象，监视天气趋势和水雨情动态，加强气象预报；应保持场区施工道路畅通，避免在施工道路堆放材料、设备等；保证外部电力供应，并自备发电机组，落实备足必要的抗台材料物资、设备，为防灾抢险提供坚实的物质基础；如发生台风，及时撤离施工机械及施工人员，保证人员安全。 2、施工人员在住宿营地应注意相关电器使用，尽可能不使用热得快、电炉等易引发火灾的器具。各场所应设置相应灭火设备并制定相关应急预案，同时做好对参建人员的消防安全教育工作。 3、施工期船舶应进港避风，人员上岸	项目业主、施工单位	设计单位、监理单位、各级政府及相关部门
27	决策、准备、实施、运营	媒体网络舆论导向	项目业主应与地方宣传主管部门协调安排有权威力、公信力的媒体公示项目建设信息，并对项目舆情进行正面引导。对于项目的负面信息，属实的应予以及时处理并通过媒体公布处理方案和结果，对于虚假信息应予以及时的澄清，谨防谣言扩散。	项目业主	各级政府及相关部门

17.6 风险等级

17.6.1 措施后风险因素评估

根据拟定的风险化解措施，结合本工程的初始风险情况，在综合分析和研究的基础上，评估措施后各风险因素的变化情况。详见表 17-6。

表 16-6　　风险化解措施前后对比分析表

序号	主要风险因素	风险概率（p）		风险影响（q）		风险程度(p×q)	
		措施前	措施后	措施前	措施后	措施前	措施后
1	立项、审批程序	较低	较低	中等	较小	较小	较小
2	立项过程中公众参与程序	中等	较低	中等	较小	一般	较小
3	实物调查	较高	较大	较大	较大	较大	中等
4	被征地农民就业及生活	较低	较低	中等	较小	一般	较小
5	搬迁安置	较低	较低	中等	较小	一般	较小
6	土地、房屋、移民征收征用补偿标准	较高	中等	中等	较小	较大	较小
7	土地房屋征收补偿程序和方案	较低	较低	较小	较小	较小	较小
8	土地复垦问题	较低	较低	较小	较小	较小	较小
9	场地清理	中等	较低	中等	较小	一般	较小
10	工程方案	中等	较低	较大	中等	一般	一般
11	水体污染物排放	较低	较低	中等	较小	较小	较小
12	噪声和振动影响	较低	较低	中等	较小	较小	较小
13	公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	中等	中等	较大	中等	较大	中等
14	水土流失	较低	较低	中等	较小	较小	较小
15	其他影响	很低	较低	中等	较小	微小	微小

序号	主要风险因素	风险概率（p）		风险影响（q）		风险程度(p×q)	
		措施前	措施后	措施前	措施后	措施前	措施后
16	项目“五制”建设	较低	较低	较小	较小	较小	较小
17	项目单位六项管理任务	较低	较低	较小	较小	较小	较小
18	施工方案	较低	较低	较小	较小	较小	较小
19	文明施工和质量安全管理	较低	较低	中等	较小	一般	较小
20	社会稳定风险管理体系	中等	较低	较大	较小	较大	一般
21	文化、生活习惯	较低	较低	较小	较小	较小	较小
22	流动人口管理	很低	较低	较小	较小	较小	较小
23	对周边交通的影响	较低	较低	较小	较小	较小	较小
24	安全、卫生与职业健康	可忽略	可忽略	中等	较小	较小	较小
25	社会治安和公共安全	可忽略	可忽略	中等	较小	微小	微小
26	火灾、台风灾害	较低	较低	中等	较小	一般	较小
27	媒体网络舆论导向	较低	较低	较小	较小	较小	较小

17.6.2措施后项目风险预期等级评估

通过对可能引发的不利于社会稳定的 8 类 27 项主要风险单项进行分析评价，确定本工程落实措施后总体风险等级为低。

17.7 风险分析结论

综上所述，在浙江省玉环市漩门三期安澜工程实施过程中可能发生的社会稳定风险在识别、分析并提出有效风险防范措施后，结论如下：

（1）主要风险因素

浙江省玉环市漩门三期安澜工程实施存在 27 项不利于社会稳定的主要风险因素，分别为：立项、审批程序，立项过程中公众参与程序，实物调查问题，土地、房屋、征收征用补偿标准，土地房屋征收补偿程序和方案，土地复垦问题，场地清理问题，工程方案，水体污染物排放问题，噪声和振动影响问题，公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观问题，水土流失问题，其他影响问题，项目“五制”建设问题，项目单位六项管理任务问题，施工方案，文明施工和质量安全管理问题，社会稳定风险管理体系问题，文化、生活习惯问题，流动人口管理问题，对周边交通的影响问题，安全、卫生与职业健康问题，社会治安和公共安全问题，火灾、台风灾害问题，媒体网络舆论导向及其影响问题。

（2）主要的风险防范、化解措施

根据识别的风险因素，拟采用的风险防范、化解措施有：根据国家法律法规，完善各项专题的报批程序；积极开展公众参与，重视公

众的参与和建议；尽快编制实物调查大纲，在停建令下达后，对相关实物调查工作进行宣传，明确调查组织、标准以及调查实施单位；积极稳妥地推进项目建设，规范移民资金管理制度，严格移民资金执行程序，落实移民资金责任追究，尤其是认真做好居民个人实物的足额补偿，公平公正公开地解决好水库建设与居民的切身利益问题；严格工程实施的“五制”管理；同时在地方政府领导下，协调组建专门机构，配备相应人员，落实风险职责和化解风险责任，以便妥善处理相关事务，切实做好维护社会稳定工作。

（3）项目风险等级

根据综合风险指数判断，本工程措施后风险等级为低。

（4）结论与建议

经综合分析，本工程社会稳定风险程度为低风险，但有发生个体矛盾冲突的可能。拟定的风险防范措施，在一定程度上会起到降低以致消除社会风险的效果。但其效果的好坏，取决于这些防范措施执行力度大小的影响。

建议在做好与各级政府的衔接工作，对各类风险情况设立相关处理机构，编制相关应急预案。由于本阶段采用文献法，建议在下一阶段进一步开展风险调查，分析及评估工作。

18 结论与建议

18.1 主要结论

玉环市海塘安澜工程（漩门三期坎门段海塘）主要工程任务以挡潮排涝为主，兼顾改善提升滨海生态环境等综合利用工程等别为Ⅱ等，防潮标准由50年一遇提升至100年一遇；海堤及水闸等主要建筑物级别为1级，排涝标准为20年一遇最大24小时暴雨不受淹。本工程建设是向玉环现代化海湾城市建设的关键环节，是促进区域经济社会发展的需要，因此本工程的建设是十分必要的。

本工程主要建设内容包括坎门海堤以及目鱼排涝闸进行提标加固，防潮标准由原有50年一遇提升至100年一遇；共加固海堤长2486m，加固水闸1座，并对海堤沿线进行融合提升。

本工程建设总工期30个月，工程总投资79993.51万元。

从项目的建设条件、工程布置、环境影响、水土保持、经济评价及社会稳定风险分析等方面看，本工程的兴建是可行的。

18.2 建议

（1）本工程区附近无可用石料场，现阶段暂按至苍南县三澳村石料场外购计算，若现状芦蒲镇石料场可作为本工程自采料场，本工程可节约1200万元，进一步确认石料源。

（2）建议下阶段与坎门街道进一步对接，落实施工临时用地的位置。

（3）海域使用论证专题正在编制中，建议尽快完成编制及审查，以免影响本工程可行性研究报告报批。

玉环市海塘安澜工程（漩门三期海塘）
风浪潮沙专项审核意见

《玉环市海塘安澜工程（漩门三期海塘）风浪潮沙专题报告》（以下简称《报告》）由浙江省水利河口研究院和黄河勘测规划设计研究院有限公司共同编制，10 月 27 日编制单位向海塘专班提交了《报告》，责任专家组对报告的潮位、风速、波浪、堤顶高程、越浪量、塘脚护面结构等海塘设计参数的计算方法、过程和成果进行了审核，于 11 月 3 日向编制单位反馈了初步意见，审核过程中陆续与编制单位进行了意见反馈与讨论，根据编制单位提交修改后成果，11 月 11 日风浪潮沙专家组召开会议进行讨论，形成审核意见如下:

一、工程概况

玉环市海塘安澜工程（漩门三期海塘）位于玉环市东部沿海，面向开敞海区，南接坎门街道，北接干江镇。主体工程包括干江、珠港、坎门 3 条海堤和 2 座排涝闸，现状防潮标准为 50 年一遇，本次漩门三期海塘安澜工程海塘提标改造长度为 5.35km，提标后防潮标准达到 100 年一遇，两座水闸相应提标改造，与海塘形成防潮闭合圈。



图 1 工程位置图

二、审核内容与工作开展情况

主要审核了报告的水文基本资料是否翔实；设计高水位、设计波浪的分析方法与参数取用是否符合规范，成果是否合理；塘脚冲刷分析方法与结论是否可信；波浪爬高、越浪量计算方法是否合理，成果是否可信；塘顶高程计算结果是否合理。

责任专家对报告的海洋水文部分内容进行复核，提出了初步意见，经审核小组（专家组）对意见讨论、汇总后形成审核意见，并将审核意见反馈给编制单位，同时提交海塘专班。

三、审核主要意见

（一）基本资料

《报告》收集了工程附近区域坎门潮位站（资料系列为 1958 年至今）、坎门气象站（资料系列为 1957 年至今）长系列资料，

并对工程区域的潮汐特征、潮流、风速、滩地冲淤等要素均进行了详细的描述和分析。基础资料翔实，基本满足要求。

（二）设计潮位

工程附近有坎门潮位站，《报告》基于坎门潮位站 1958 年~2020 年潮位资料进行频率分析，采用皮尔逊III型曲线拟合，求得各重现期的设计高潮位；采用极值 I 型（耿贝尔型）曲线拟合，求得各重现期设计低潮位。

工程区设计潮位采用坎门站设计潮位是合理的，计算方法正确，取值合理。

表 1 设计潮位成果表（m）

潮位	重现期（年）					
	200	100	50	20	10	5
设计高潮位	6.03	5.69	5.34	4.89	4.59	4.25
设计低潮位	-3.71	-3.67	-3.63	-3.58	-3.54	-3.50

（三）设计风速

工程附近有坎门气象站，《报告》基于坎门气象站 1957 年~2020 年的风速资料进行频率分析，采用皮尔逊III型曲线拟合，求得各重现期的设计风速。

工程区设计风速采用坎门站设计风速是合理的，计算方法正确，取值合理。

表 2 设计风速成果表（m/s）

风向组	N-NNE	NE-ENE	E-ESE	SE-SSE	S-SSW	SW-WSW
100 年一遇设计风速	33.91	44.51	40.22	42.75	38.25	30.47

（四）设计波浪

根据堤线走向，工程堤前受外海涌浪和局地风浪共同作用。《报告》建立了 SWAN 波浪数学模型开展了工程区域 ENE、E~ESE、SE~SSE、S~SSW、SW 向波浪数值模拟，其中 ENE、E~ESE、SE~SSE 向波浪计算采用大陈海洋站的设计波浪要素为边界，S 向采用南麂海洋站的设计波浪要素为边界，沿程加风场形成混合浪；SSW、SW 向波浪采用风速作为计算条件。《报告》提供了各方向百年一遇潮浪同频组合工况下的沿线 19 个塘前代表点的设计波浪要素。

设计波浪要素计算方法正确，同意设计波浪要素计算结果。

表 3 塘前 100 年一遇设计波浪要素成果表（坎门堤）

方向组	来波角度	测点	水深 (m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
E~ESE	113°	1#	9.65	3.35	5.98*	5.70	5.37	5.26	4.68	5.98	15.9	151	149
		2#	9.69	3.32	5.91*	5.74	5.40	5.28	4.68	5.91	15.9	151	147
SE~SSE	135°	1#	9.65	3.47	5.98*	5.83	5.50	5.39	4.81	5.98	15.5	147	154
		2#	9.69	3.47	5.91*	5.91*	5.57	5.45	4.85	5.91	15.5	147	152
	158°	1#	9.65	3.47	5.98*	5.83	5.50	5.39	4.81	5.98	15.5	147	155
		2#	9.69	3.47	5.91*	5.91*	5.57	5.45	4.85	5.91	15.5	147	153
S~SSW	180°	1#	9.65	3.28	5.89	5.60	5.28	5.16	4.59	5.98	13.1	123	161
		2#	9.69	3.31	5.91*	5.73	5.39	5.27	4.67	5.91	13.1	123	158
	203°	1#	9.65	3.11	5.69	5.40	5.08	4.97	4.40	5.98	9.9	90	163
		2#	9.69	3.18	5.86	5.56	5.22	5.10	4.51	5.91	9.9	90	160
SW~WSW	225°	1#	9.65	2.25	4.48	4.22	3.92	3.82	3.32	5.98	9.1	82	165
		2#	9.69	2.38	4.72	4.44	4.14	4.03	3.50	5.91	9.1	82	163

备注：*表示波浪已破碎，该波高为破波波高，下同。

表 4 塘前 100 年一遇设计波浪要素成果表（珠港堤）

方向组	来波角度	测点	水深 (m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
E~ESE	90°	1#	9.32	3.49	5.87*	5.87*	5.85	5.71	5.02	5.87	15.9	148	124
		2#	10.06	3.41	6.04*	6.04*	5.69	5.56	4.89	6.04	15.9	154	124
		3#	8.88	3.40	5.59*	5.59*	5.59	5.52	4.86	5.59	15.9	145	125
		4#	9.04	3.36	5.60*	5.60*	5.57	5.44	4.80	5.60	15.9	146	124
		5#	9.04	3.30	5.51*	5.51*	5.36	5.24	4.65	5.51	15.9	146	125
		6#	8.63	3.13	5.18*	5.18*	5.18	5.07	4.47	5.18	15.9	143	125
		7#	8.87	3.01	5.32*	5.32*	5.07	4.94	4.34	5.32	15.9	145	123
		8#	8.66	2.90	5.20*	5.20*	4.90	4.78	4.19	5.20	15.9	143	122
		9#	8.14	2.87	4.88*	4.88*	4.82	4.70	4.13	4.88	15.9	139	122
		10#	7.89	2.77	4.73*	4.73*	4.67	4.56	4.00	4.73	15.9	137	119
		11#	8.01	2.70	4.81*	4.81*	4.56	4.45	3.90	4.81	15.9	138	119
		12#	7.82	2.69	4.69*	4.69*	4.45	4.34	3.83	4.69	15.9	136	120
	113°	1#	9.32	3.64	5.87*	5.87*	5.87	5.87	5.20	5.87	15.9	148	141
		2#	10.06	3.58	6.04*	6.04*	5.92	5.78	5.10	6.04	15.9	154	141
		3#	8.88	3.54	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	5.03	5.59	15.9	145	140
		4#	9.04	3.48	5.60*	5.60*	5.60*	5.59	4.94	5.60	15.9	146	140
		5#	9.04	3.47	5.51*	5.51*	5.51*	5.45	4.85	5.51	15.9	146	140
		6#	8.63	3.30	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.68	5.18	15.9	143	142
		7#	8.87	3.19	5.32*	5.32*	5.30	5.17	4.56	5.32	15.9	145	141
		8#	8.66	3.09	5.20*	5.20*	5.15	5.03	4.43	5.20	15.9	143	141
		9#	8.14	3.05	4.88*	4.88*	4.88*	4.88*	4.35	4.88	15.9	139	141
		10#	7.89	2.93	4.73*	4.73*	4.73*	4.73*	4.19	4.73	15.9	137	139
		11#	8.01	2.85	4.81*	4.81*	4.76	4.65	4.09	4.81	15.9	138	138
		12#	7.82	2.87	4.69*	4.69*	4.68	4.57	4.05	4.69	15.9	136	137
SE~SSE	135°	1#	9.32	3.69	5.87*	5.87*	5.87*	5.87*	5.26	5.87	15.5	144	150
		2#	10.06	3.65	6.04*	6.04*	6.01	5.87	5.19	6.04	15.5	150	150
		3#	8.88	3.60	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	5.10	5.59	15.5	141	148
		4#	9.04	3.54	5.60*	5.60*	5.60*	5.60*	5.01	5.60	15.5	142	149
		5#	9.04	3.52	5.51*	5.51*	5.51*	5.51*	4.91	5.51	15.5	142	149
		6#	8.63	3.37	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.76	5.18	15.5	139	150

方向组	来波角度	测点	水深 (m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
		7#	8.87	3.27	5.32*	5.32*	5.32*	5.27	4.65	5.32	15.5	141	151
		8#	8.66	3.18	5.20*	5.20*	5.20*	5.14	4.53	5.20	15.5	139	151
		9#	8.14	3.11	4.88*	4.88*	4.88*	4.88*	4.42	4.88	15.5	135	151
		10#	7.89	2.98	4.73*	4.73*	4.73*	4.73*	4.26	4.73	15.5	133	149
		11#	8.01	2.91	4.81*	4.81*	4.81*	4.72	4.16	4.81	15.5	134	148
		12#	7.82	2.92	4.69*	4.69*	4.69*	4.63	4.11	4.69	15.5	133	146
	158°	1#	9.32	3.67	5.87*	5.87*	5.87*	5.87*	5.24	5.87	15.5	144	155
		2#	10.06	3.64	6.04*	6.04*	5.99	5.85	5.17	6.04	15.5	150	155
		3#	8.88	3.58	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	5.08	5.59	15.5	141	153
		4#	9.04	3.51	5.60*	5.60*	5.60*	5.60*	4.98	5.60	15.5	142	154
		5#	9.04	3.51	5.51*	5.51*	5.51*	5.49	4.89	5.51	15.5	142	153
		6#	8.63	3.35	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.73	5.18	15.5	139	155
		7#	8.87	3.26	5.32*	5.32*	5.32*	5.26	4.64	5.32	15.5	141	156
		8#	8.66	3.17	5.20*	5.20*	5.20*	5.13	4.52	5.20	15.5	139	156
		9#	8.14	3.11	4.88*	4.88*	4.88*	4.88*	4.42	4.88	15.5	135	157
		10#	7.89	2.97	4.73*	4.73*	4.73*	4.73*	4.25	4.73	15.5	133	155
		11#	8.01	2.89	4.81*	4.81*	4.81*	4.70	4.14	4.81	15.5	134	154
		12#	7.82	2.91	4.69*	4.69*	4.69*	4.62	4.10	4.69	15.5	133	152
S~SSW	180°	1#	9.32	3.56	5.87*	5.87*	5.87*	5.80	5.10	5.87	13.1	121	164
		2#	10.06	3.53	6.04*	6.04*	5.85	5.72	5.04	6.04	13.1	125	165
		3#	8.88	3.49	5.59*	5.59*	5.59*	5.59*	4.97	5.59	13.1	118	162
		4#	9.04	3.41	5.60*	5.60*	5.60*	5.51	4.86	5.60	13.1	119	163
		5#	9.04	3.37	5.51*	5.51*	5.46	5.34	4.74	5.51	13.1	119	163
		6#	8.63	3.25	5.18*	5.18*	5.18*	5.18*	4.62	5.18	13.1	116	166
		7#	8.87	3.19	5.32*	5.32*	5.30	5.17	4.56	5.32	13.1	118	168
		8#	8.66	3.09	5.20*	5.20*	5.15	5.03	4.43	5.20	13.1	117	168
		9#	8.14	3.06	4.88*	4.88*	4.88*	4.88*	4.36	4.88	13.1	113	168
		10#	7.89	2.93	4.73*	4.73*	4.73*	4.73*	4.19	4.73	13.1	112	168
		11#	8.01	2.81	4.81*	4.81*	4.71	4.60	4.04	4.81	13.1	112	167
		12#	7.82	2.81	4.69*	4.69*	4.60	4.50	3.98	4.69	13.1	111	165

表 5 塘前 100 年一遇设计波浪要素成果表（干江堤）

方向组	来波角度	测点	水深 (m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
NE~ENE	68°	1#	6.96	1.64	3.34	3.14	2.92	2.84	2.45	4.18	17.3	141	115
		2#	6.53	1.26	2.62	2.45	2.27	2.21	1.90	3.92	17.3	136	124
		3#	6.16	0.83	1.82	1.69	1.56	1.51	1.28	3.70	17.3	133	124
E~ESE	90°	1#	6.96	1.88	3.73	3.51	3.27	3.19	2.77	4.18	15.9	129	133
		2#	6.53	1.55	3.09	2.91	2.71	2.64	2.29	3.92	15.9	125	146
		3#	6.16	1.08	2.29	2.14	1.98	1.92	1.64	3.70	15.9	122	151
	113°	1#	6.96	2.35	4.18*	4.17	3.91	3.82	3.36	4.18	15.9	129	149
		2#	6.53	2.00	3.75	3.55	3.33	3.25	2.86	3.92	15.9	125	158
		3#	6.16	1.50	3.02	2.84	2.63	2.56	2.22	3.70	15.9	122	163
SE~SSE	135°	1#	6.96	2.67	4.18*	4.18*	4.18*	4.18*	3.75	4.18	15.5	126	158
		2#	6.53	2.36	3.92*	3.92*	3.77	3.69	3.29	3.92	15.5	122	164
		3#	6.16	1.90	3.63	3.44	3.21	3.14	2.75	3.70	15.5	118	168
	158°	1#	6.96	2.74	4.18*	4.18*	4.18*	4.18*	3.83	4.18	15.5	126	165
		2#	6.53	2.40	3.92*	3.92*	3.82	3.74	3.34	3.92	15.5	122	169
		3#	6.16	1.98	3.70*	3.54	3.31	3.23	2.84	3.70	15.5	118	172

表 6 塘前 100 年一遇设计波浪要素成果表（水闸）

方向组	来波角度	测点	水深 (m)	$\overline{H}$ (m)	$H_{1\%}$ (m)	$H_{2\%}$ (m)	$H_{4\%}$ (m)	$H_{5\%}$ (m)	$H_{13\%}$ (m)	H_b (m)	$\overline{T}$ (s)	$\overline{L}$ (m)	波向 (°)
E~ESE	113°	目鱼闸	9.79	3.37	5.87*	5.87*	5.60	5.47	4.82	5.87	15.9	152	146
		冲坦闸	8.12	2.26	4.44	4.19	3.90	3.80	3.31	4.87	15.9	139	149
SE~SSE	135°	目鱼闸	9.79	3.51	5.87*	5.87*	5.78	5.65	4.99	5.87	15.5	148	154
		冲坦闸	8.12	2.45	4.73	4.47	4.17	4.07	3.56	4.87	15.5	135	158
	158°	目鱼闸	9.79	3.53	5.87*	5.87*	5.80	5.67	5.01	5.87	15.5	148	155
		冲坦闸	8.12	2.51	4.81	4.54	4.25	4.14	3.63	4.87	15.5	135	165
S~SSW	180°	目鱼闸	9.79	3.44	5.87*	5.87*	5.69	5.55	4.90	5.87	13.1	123	162
		冲坦闸	8.12	2.48	4.76	4.50	4.20	4.10	3.59	4.87	13.1	113	168
	203°	目鱼闸	9.79	3.36	5.87*	5.87*	5.58	5.45	4.80	5.87	9.9	90	165
		冲坦闸	8.12	2.32	4.53	4.27	3.99	3.89	3.39	4.87	9.9	83	173
SW~WSW	225°	目鱼闸	9.79	2.74	5.40	5.09	4.74	4.62	4.02	5.87	9.1	82	168
		冲坦闸	8.12	2.14	4.26	4.01	3.74	3.64	3.16	4.87	9.1	76	176

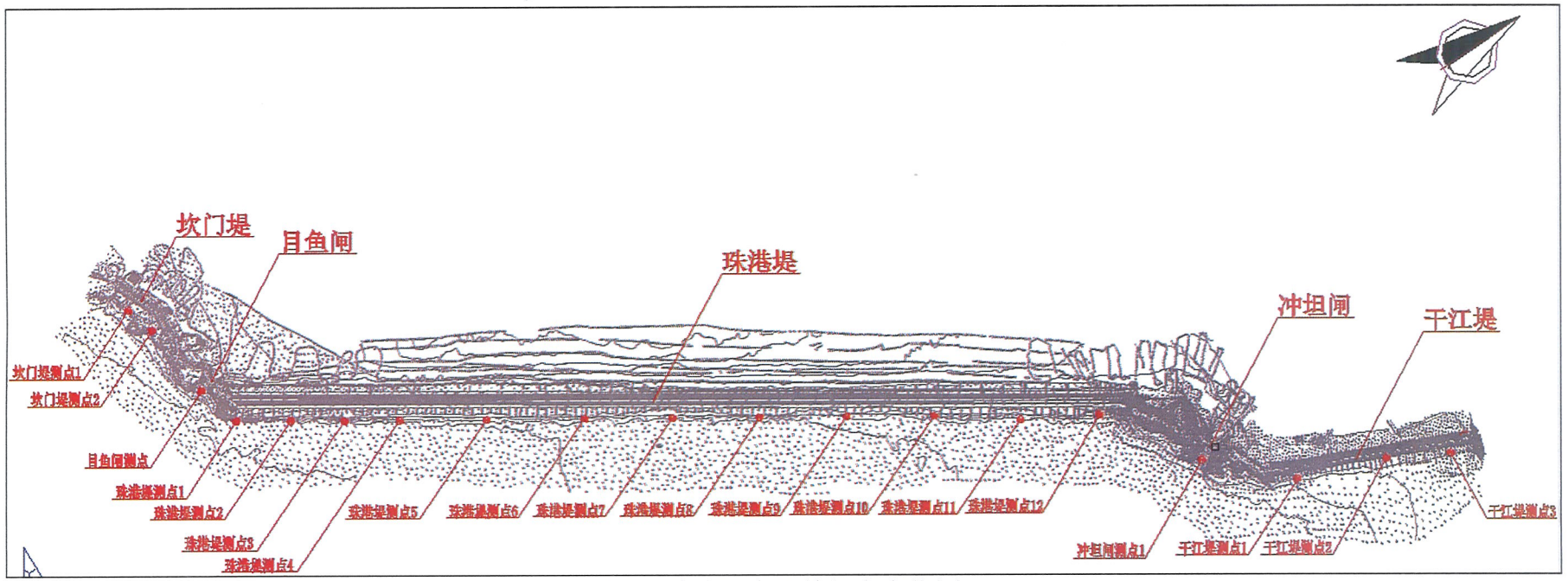


图 2 波浪要素计算代表点位图

（五）塘脚冲淤

《报告》基于漩门三期海塘工程实施前 1988 年的实测地形、大坝合拢初期 2011 年的实测地形及 2014 年、2019 年、2022 年 9 月实测地形图进行对比分析，得出工程区域岸滩稳定并有淤积趋势，北部淤积幅度基本大于 1m，最大淤幅超过 2m，南部淤积幅度基本为 0.2～0.5m。

基本同意塘前滩地演变分析成果。建议补充说明漩门三期围垦合拢后的冲淤情况。

（六）塘顶高程

《报告》采用《海堤工程设计规范》推荐公式，按照允许部分越浪设计，计算了沿线 3 段海塘 8 个典型断面的波浪爬高和堤顶高程，确定珠港海堤坎门段、坎门海堤设计防浪墙顶高程 11.0m、设计堤顶高程 10.0m；珠港海堤干江段防浪墙顶高程 10.5m，设计堤顶高程 9.5m；干江海堤设计防浪墙顶高程 9.5m、设计堤顶高程 8.5m。采用《海堤工程设计规范》公式计算各段海塘堤顶越浪量，理论计算的越浪量均小于 0.05m^3/s.m

堤顶高程及波浪爬高的计算方法及参数取值基本合理，基本同意本阶段堤顶高程确定方法及成果。

表 7 堤顶高程设计成果表

海塘位置	坎门海堤	珠港海堤 坎门段	珠港海堤 干江段	干江海堤
风向	SE-SSE-158°	E-ESE-113°	E-ESE-113°	S-SSE-158°
计算点位	坎门堤 1	珠港堤 2	珠港堤 8	干江堤 2
设计高潮位（m）	5.69	5.69	5.69	5.69
塘前水深（m）	9.65	10.06	8.66	6.53
$H_{1\%}$（m）	5.98	6.04	5.2	3.92
设计风速（m/s）	42.75	40.22	40.22	42.75
K_V	1.29	1.28	1.29	1.3
K_Δ	0.68	0.68	0.68	0.68
k_β	1	1	1	0.83
波浪爬高值（m）	5.32	5.35	4.63	2.91
安全超高（m）	0.5	0.5	0.5	0.5
计算防浪墙高程（m）	11.51	11.54	10.82	9.1
计算堤顶高程（m）	8.68	8.71	8.29	7.65
设计防浪墙顶高程（m）	11.0	11.0	10.5	9.5
设计堤顶高程（m）	10.0	10.0	9.5	8.5
越浪量 $m^3/s.m$	0.024	0.033	0.022	0.010

四、结论与建议

报告的基础资料翔实，计算方法和参数取值符合规范，成果合理可信，报告可以提交下一步审查。

责任专家：

审定专家：

经 办 人：

厅海塘专班：

2022 年 11 月 22 日