海塘安澜项目编号：SS079-ZF-WZ30

十四五规划项目编码：HTGD3303096B

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）可行性研究报告

浙江惠川水利工程技术有限公司 2022年 2 月

Zhejiang Huichuan Water Conservancy Eegineering Technology Co.， Ltd

工程咨询单位乙级资信证书

资信类别： 专业资信

单位名称： 浙江惠川水利工程技术有限公司

住　所： 上城区望江国际中心1号楼1402室

统一社会信用代码： 91330102094773492M

法定代表人： 陈光达　　**技术负责人：** 许超伟

证书编号： 91330102094773492M-19ZYY19

业　务： 水利水电

发证单位: 浙江省工程咨询行业协会

2019年12月02日

浙江省工程咨询行业协会 3301050029225

浙江省发展和改革委员会监制

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）

可行性研究报告

核　　定：陈光达

审　　查：刘冠男

项目经理：尚晓田

钱云进

副 经 理：张　炜

校　　核：尚晓田

编　　制：周文文　王泽龙　邹　恒

陈　炯　郑杰超　胡晓宇

袁安岚　饶先华　陈泽安

谢盛龙

目 录

1 综合说明 1

1.1 绪言 1

1.2 水文 4

1.3 工程地质 6

1.4 工程任务和规模 7

1.5 工程布置及建筑物 8

1.6 机电及金属结构 10

1.7 施工组织设计 10

1.8 建设征地与移民安置 11

1.9 环境影响评价 11

1.10 水土保持 11

1.11 劳动安全与工业卫生 12

1.12 节能评价 12

1.13 工程管理 12

1.14 工程信息化 13

1.15 投资估算 13

1.16 经济评价 13

1.17 社会稳定风险分析 13

1.18 结论与建议 13

1.19 工程特性表 14

2 水 文 15

2.1 流域概况 15

2.2 气象 15

2.3 水文基本资料 15

2.4 径流 16

2.5 洪水 19

2.6 排水（涝）模数及流量 21

2.7 泥沙 21

2.8 水文自动测报系统 28

3 工程地质 30

3.1 绪言 30

3.2 区域地质概况 30

3.3 工程区及建筑物工程地质条件 31

3.4 主要工程地质问题评价 32

3.5 水闸工程地质评价 33

3.6 农桥和管理房工程地质评价 33

3.7 现状堤基工程地质条件分类评价 34

3.8 环境水对建筑材料的腐蚀性评价 38

3.9 天然建筑材料 39

3.10 结论与建议 39

4 工程任务和规模 40

4.1 工程建设的必要性和任务 40

4.2 工程规模 73

4.3 工程运用调度原则 86

4.4 工程实施影响分析及处理 87

5 工程布置及建筑物 88

5.1 设计依据 88

5.2 工程等级和标准 89

5.3 工程选址及选线 91

5.4 建筑物选型 92

5.5 工程总布置 95
5.6 海塘提标设计 95
5.7 水闸改造设计 105
5.8 农桥工程设计 111
5.9 综合管理房建筑设计 114
5.10 工程安全监测 115
5.11 耐久性设计 116
5.12 观景平台 116
5.13 景观工程设计 116
5.14 工程安全监测 118
6 机电及金属结构 120
6.1 电气 120
6.2 金属结构 120
6.3 采暖通风与空气调节 120
6.4 消防 121
7 施工组织设计 122
7.1 施工条件 122
7.2 施工导截流 123
7.3 施工度汛 124
7.4 主体工程施工 125
7.5 施工交通及施工总布置 126
7.6 施工总进度 127
7.7 招标及分标计划 130
7.8 安全生产及相关措施 130
7.9 标化工地建设 132
8 建设征地与移民安置 133
8.1 概述 133
8.2 建设征地范围 133
8.3 建设征地实物 134
8.4 工程征地拆迁处理补偿投资估算 134
9 环境影响评价 135
9.1 概述 135
9.2 环境现状调查与分析 135
9.3 环境影响预测评价 135
9.4 环境保护措施 135
9.5 环境管理与监测 136
9.6 环境保护投资估算 138
9.7 综合评价结论 138
10 水土保持 140
10.1 概述 140
10.2 主体工程水土保持评价 140
10.3 水土流失防治责任范围及防治分区 141
10.4 水土流失影响分析与预测 141
10.5 水土流失防治标准和总体布局 141
10.6 弃渣场设计 142
10.7 表土保护与利用设计 142
10.8 水土保持工程设计 142
10.9 水土保持监测与工程管理 142
10.10 水保费用 142
10.11 水保费用 142
11 劳动安全与工业卫生 144
11.1 危险与有害因素分析 144

11.2 劳动安全措施 144
11.3 工业卫生措施 145
11.4 安全卫生评价 145
11.5 劳动安全与工业卫生投资概算 146
12 节能评价 147
12.1 设计依据 147
12.2 能耗分析 147
12.3 节能措施 147
12.4 节能效果综合评价 148
13 工程管理 149
13.1 设计依据 149
13.2 工程管理体制 149
13.3 工程运行管理 150
13.4 工程管理范围和保护范围 151
13.5 工程设施与设备 152
14 工程信息化 153
14.1 概述 153
14.2 建设方案 154
14.3 需求分析 154
14.4 总体设计 157
14.5 闸站自动化控制系统 159
14.6 视频监控系统 166
14.7 安全预警系统 170
14.8 网络通讯系统 173
14.9 综合楼控制中心 174
14.10 软件平台 179
14.11 运行管理 184
14.12 投资估算 185
15 投资估算 186
15.1 概述 186
15.2 编制原则及内容 186
15.3 资金筹措 187
15.4 投资主要指标 187
15.5 投资估算表 187
16 经济评价 192
16.1 概述 192
16.2 评价的依据 192
16.3 评价采用的主要参数 192
16.4 费用估算 192
16.5 效益分析 192
16.6 国民经济评价 192
16.7 国民经济评价结论 193
17 社会稳定风险分析 194
17.1 编制依据 194
17.2 风险调查 194
17.3 风险因素分析 194
17.4 风险防范与化解措施 195
17.5 风险分析结论 196
18 结论与建议 197
19 附件 198

图纸目录		
序号	图名	图号
1	工程地理位置及水文测站图	00-01
2	工程总平面布置图	01-01
3	工程平面分幅位置图	02-01
4	工程平面布置分幅图（1/7）	02-02
5	工程平面布置分幅图（2/7）	02-03
6	工程平面布置分幅图（3/7）	02-04
7	工程平面布置分幅图（4/7）	02-05
8	工程平面布置分幅图（5/7）	02-06
9	工程平面布置分幅图（6/7）	02-07
10	工程平面布置分幅图（7/7）	02-08
11	海塘提升改造标准断面图：方案一（推荐方案）	03-01
12	海塘提升改造标准断面图：方案二（比较方案）	03-02
13	海塘提升改造标准断面图：方案三（比较方案）	03-03
14	K0+547.91 海塘提升改造断面图	04-01
15	K0+950.00 海塘提升改造断面图	04-02
16	K1+400.00 海塘提升改造断面图	04-03
17	K2+000.00 海塘提升改造断面图	04-04
18	K2+500.00 海塘提升改造断面图	04-05
19	K3+000.00 海塘提升改造断面图	04-06
20	农桥平面布置图	05-01
21	农桥桥型布置图	05-02
22	北闸加固平面布置图	05-03

图纸目录		
序号	图名	图号
23	北闸加固纵断面	05-04
24	中闸加固平面布置图	05-05
25	中闸加固纵断面	05-06
26	南闸加固平面布置图	05-07
27	南闸加固纵断面	05-08
28	综合管理房首层平面图	06-01
29	综合管理房二层平面图	06-02
30	综合管理房三层平面图	06-03
31	1-7 立面图	06-04
32	J-F 立面图	06-05
33	施工总平面布置图	07-01
34	工程地质平面图（1/3）	附图 01
35	工程地质平面图（2/3）	附图 02
36	工程地质平面图（3/3）	附图 03
37	工程地质剖面图（1/3）	附图 04
38	工程地质剖面图（2/3）	附图 05
39	工程地质剖面图（3/3）	附图 06
40	南闸址原地质剖面图	附图 07
41	中闸址原地质剖面图	附图 08
42	北闸址原地质剖面图	附图 09

1 综合说明

1.1 绪言

1.1.1 项目名称及建设单位情况

项目名称：平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）（以下简称“本工程”）

建设单位：平阳县水利发展投资有限公司

管理单位：平阳县水利发展投资有限公司

委托单位：平阳县水利发展投资有限公司、平阳县滩涂围垦开发建设有限公司

1.1.2 项目区基本情况

平阳县位于浙江省东南沿海，县境陆域地处北纬 27°21′～27 °46′和东经 120°24′～121°08′之间，东临东海，南接苍南，西界文成、泰顺，北连瑞安。全县陆域面积 1051km^2，海域面积 1300km^2，与苍南县共有海域 37200 平方千米，辖 14 个镇、2 个乡，县政府驻昆阳镇县前街。

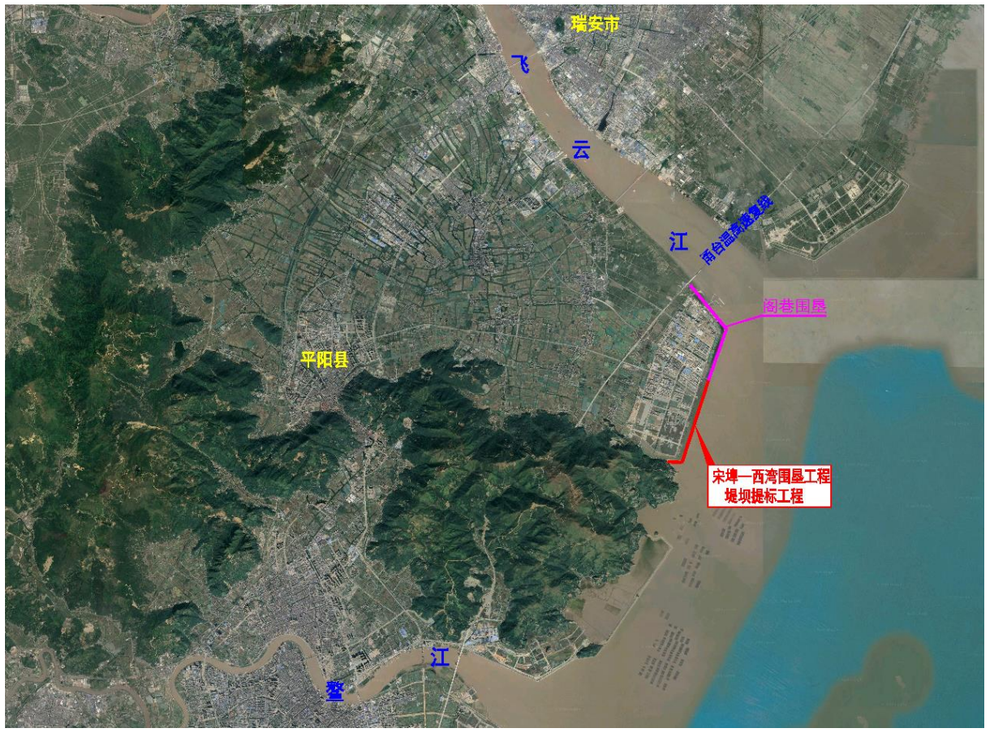


图 1.1-1 工程地理位置图

图 1.1-2 平阳县新兴产业园控制性详细规划（2020 年调整后）

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）原为平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，位于平阳县新兴产业园东侧。平阳县新兴产业园包括宋埠滩涂围涂区块和平阳县第一农场海涂分场两个区块，总面积约 868.23 公顷。规划范围北面与瑞安市阁巷围垦区接壤，南侧紧靠西湾风景区至古盘山脚下，西侧紧邻原宋埠镇，以海滨村和甬台温高速公路复线为界，东侧濒临大海以新海塘为界。

平阳县新兴产业园以大数据、云计算、物联网为代表的新一代信息技术产业；以航空航天、高端装备为代表的特色产业以及以新能源、生物医药等为代表的新兴产业已经形成产业集群，重点发展电子信息、生物医药、智能装备、汽车零部件、新材料等主导产业。成为推动高质量发展的创新能极。园区加快特色转型，融入了新一代信息技术发展的时代浪潮。面对高质量发展中遇到的困难挑战，平阳县新兴产业园敢想敢闯敢试，园区自成立之日起便被赋予了开放包容的精神禀赋，始终保持开放的胸怀，在招商引资、经济运行、基础开发、园区合作、基层管理等方面开发区始终秉承着全心全意为企业服务的理念，全力推进外资、外贸、外包齐头并进，对先进产业、先进技术、先进管理，园区始终突出开放的平台，为企业更好更快发展提供了有力支撑。

1.1.3 项目区自然地理条件

平阳县，隶属于浙江省温州市，地处浙江南部沿海，地貌以火山形成为主，其次为沉积地貌，地势西高东低，西部四周高中间低，海岸线蜿蜒曲折，属中亚热带海洋性季风气候区。县境陆域地处北纬 27°21′-27 °46′和东经 120°24′-121°08′之间，东临东海，南接苍南，西界文成、泰顺，北连瑞安。陆地面积 1051.17 平方千米，与苍南县共有海域 37200 平方千米。

平阳县境，北属飞云江水系，主要有平瑞塘河；西南均属鳌江水系。鳌江由西向东横贯全境，注入东海，而平鳌及萧麻塘河又注入鳌江，与沿海潮汐构成了水文的主要基础。

全县拥有河道总长 550 千米，水域面积 1866 平方千米。鳌江在平阳流域面积为 343 平方千米，干流长度 28.4 千米，流域平均宽度 12 千米，距河口 27 千米。集水面积地区为浙江丘陵山区，周围分水岭的高度约海拔 330 米左右，山溪均系卵石河床，而且沿江有宽阔的卵石滩地。

宋埠西湾海塘地处平阳县城东北方向 12 公里的东海岸，位于东经 120°37′28″～120°41′15″，北纬 27°40′50″～27°39′02″。处于飞云江口南岸，东濒东海，南至西湾跳头，西靠万全陆地，北与瑞安市阁巷围垦交界。

围区南北长 3.7km，东西宽 1.93km，围垦面积 10650 亩，在围涂以东的海面上，自北到南分布有大北列岛、北麂列岛、南麂列岛。围区地面大部分高程 3.0～4.5m 左右，西高东低，总体地势较为平坦。围区上游西南面是山丘，西北面是平原，平原河网交错。

围垦堤线自西湾跳头山脚起，朝北东 19°方向 3302m，为主堤，在瑞平交界处转西向，沿瑞平海线至原宋埠标准堤，长 2188 米为北隔堤，两条海塘与原宋埠标准堤塘南侧山体形成闭合区，共围涂 7.1km^2，合 10650 亩。围区处于飞云江、鳌江平原处外侧为开敞型岸段，滩涂淤涨较快，滩涂面平整开阔，平均宽度达 4～6 公里，平均坡比 1.3‰左右。

1.1.4 项目区社会经济概况

平阳县，隶属于浙江省温州市，下辖 14 个镇、2 个乡，另设有 1 个新区，即：昆阳镇、鳌江镇、水头镇、萧江镇、腾蛟镇、山门镇、顺溪镇、南雁镇、万全镇、海西镇、南麂镇、麻步镇、凤卧镇、怀溪镇、青街畲族乡、闹村乡、滨海新区，陆地面积 1051.17 平方千米。

2017 年，平阳县实现地区生产总值 410.46 亿元，按可比价格计算，比上年增长 9.2%。其中，第一产业增加值 16.80 亿元，增长 4.5%；第二产业增加值 152.30 亿元，增长 7.6%；第三产业增加值 241.37 亿元，增长 10.7%。按户籍人口计算，人均 GDP 达到 46377 元（按年平均汇率折算为 6869 美元），比上年增长 9.0%。国民经济三次产业结构为 4.1∶37.1∶58.8，第三产业比重比上年提高 1.4 个百分点。

2018 年全县全县户籍总人口 88.62 万人，其中城镇人口 30.46 万人。生产总值（GDP）460.17 亿元，比上年增长 9.2%。其中，第一产业 16.92 亿元，增长 1.7%；第二产业 179.25 亿元，增长 8.6%；第三产业 263.99 亿元，增长 10.3%。按常住人口计算，人均地区生产总值 57611 元（按年平均汇率折算 8706 美元），增长 8.0%。国民经济三次产业结构为 3.7∶38.9∶57.4，第三产业比重比上年提高 0.6 个百分点。

2019 年全县生产总值 510.29 亿元，经济综合实力迈上新台阶，首次突破 500 亿大关，比上年增长 8.9%，高出人代会目标 0.9 个百分点，高于全市平均 0.7 个百分点。其中，第一产业 18.61 亿元，增长 3.4%；第二产业 228.84 亿元，增长 7.5%；第三产业 262.84 亿元，增长 10.3%。按常住人口计算，人均地区生产总值 63528 元（按年平均汇率折算 9209 美元），增长 7.8%，国民经济三次产业结构为 3.6∶44.8∶51.5。

2020 年全县生产总值 534.51 亿元，按可比价格计算（下同），比上年增长 2.1%，经济总量居全市第 5 位。第一产业增加值 20.59 亿元，增长 2.7%；第二产业增加值 247.74 亿元，增长 3.4%；第三产业增加值 266.18 亿元，增长 1.0%；国民经济三次产业结构为 3.9∶46.3∶49.8。按照我国地区生产总值统一核算和数据发布制度规定，地区

生产总值核算包括初步核算和最终核实两个步骤。经最终核实，2019 年，全县生产总值现价总量为 509.82 亿元，按可比价格计算，比上年增长 8.8%，三次产业增加值结构为 3.7∶46.5∶49.9。年末全县户籍总户数 24.36 万户，户籍总人口 88.30 万人。从性别看，男性人口 45.83 万人，女性人口 42.47 万人，分别占总人口的 51.9%和 48.1%。全年城镇新增就业人数 1.20 万人，失业人员和就业困难人员再就业 0.39 万人。年末城镇登记失业人数 0.26 万人，城镇登记失业率 1.71%。全年居民消费价格（CPI）比上年上涨 2.0%。其中，食品烟酒、衣着、生活用品及服务、教育文化和娱乐、其他用品和服务分别同比上涨 6.4%、2.5%、1.5%、1.5%和 4.9%；居住与上年持平；交通和通信类、医疗保健分别同比下降 2.9%和 0.3%。工业生产者出厂价格（PPI）下降 1.1%，工业生产者购进价格下降 2.1%。

1.1.5 项目区国民经济和经济社会发展规划

近年来，随着平阳县经济和社会的迅速发展，县域空间总体发展框架和思路日渐明晰，平阳县东部地区未来将构筑一个围绕古盘山的组团型城镇。其中，海西组团将作为今后平阳县产业主平台，重点发展新兴产业、促进传统产业升级，而平阳县新兴产业园则是未来平阳县融入温州沿海产业带的桥头堡。平阳县新兴产业园规划范围内的各项建设工程，包括宋埠滩涂围涂区块（面积约 589.35 公顷）和平阳县第一农场海涂分场（面积约 264.86 公顷，包含老堤塘两侧用地）两个区块，总面积约 868.23 公顷。规划范围北面与瑞安市阁巷围垦区接壤，南侧紧靠西湾风景区至古盘山脚下，西侧紧邻原宋埠镇，以海滨村和甬台温高速公路复线为界，东侧濒临大海以新海塘为界。

1.1.6 区域水利工程建设概况

瑞平平原位于飞云江下游南岸，为飞云江下游两岸三个河网之一，流域总面积 234.3km²。其中平阳片 149.7km²，包括万全镇、昆阳镇和海西镇；瑞安片 84.6 km²，包括飞云、南滨和仙降等街道。平原双向排水，北面向飞云江排水，东面向东部沿海排水。平原区水系稠密，现有大小河流 768 条，总长度 717.2km，水面面积 17.4km²，现状水面率约为 9.57%。平阳县境内大小河流约 517 条，总长度 462.3km；水面面积 13.0km²，现状水面率约为 12.5%。

瑞平平原骨干排涝河道有市级河道瑞平塘河，平阳片县级河道有平宋塘河、细龙河、水亭河、瑶山河、郑宋河、郑川河、榆阳河等共 7 条；瑞安片县级河道有乔里套河、瑞平塘河右干、瑞平塘河左干、直横殿河等。各骨干排涝河道基本情况见表 4.1-1。

平阳县宋埠～西湾围区位于平阳县城东北方向 12km 的东海岸，面积 7.1km²，东面东海，南至西湾跳头，西靠原宋埠海塘，北与瑞安市阁巷围垦交界，围涂主体水利工程由主堤、北隔堤、二座纳潮闸和一座排水闸组成。

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）位于瑞平平原东南边缘，东临东海，其海塘及附属水闸工程担负着瑞平平原一线防潮及主要排涝功能。

1.1.7 前期工程基本情况

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）原为平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，位于平阳县新兴产业园东侧，东临大海，北至瑞安阁巷海塘，南至西湾跳头山脚。其中主堤长约 3.2km，北隔堤长约 2.2km，堤上现有水闸 3 座。

1.1.7.1 标准堤概况

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）主堤，位于平阳县新兴产业园东侧，北至瑞安阁巷海塘，南至西湾跳头山脚，主要由主堤、水闸和北隔堤（与阁巷围区临界）组成，其中主堤长 3216.71 米，北隔堤长 2228 米，水闸三座共九孔，工程总投资 3.61 亿元。工程等别Ⅳ等，主要建筑物级别：海塘4级，水闸3级；主要建筑物防汛等级：海塘设计标准为 20 年一遇，设计堤顶高程 6.8 米，防浪墙顶高程 7.6 米，允许部分越浪，水闸挡潮设计标准为 50 年一遇，围区排涝设计标准为 20 年一遇。

本工程由温州市水利电力勘测设计院于 2004 年 5 月完成初步设计，浙江省围垦局于 2004 年 6 月批复初步设计，工程于 2009 年 2 月开工，2014 年 6 月完工，2016 年 11 月竣工。工程完工至今已 7 年多，海塘堤防及附属水闸等构筑物运行情况基本良好。

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》，本工程在安澜千亿工程中项目编号为 SS079-ZF-WZ30，名称为平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）（以下简称“本工程”）。受平阳县水利发展投资有限公司、平阳县滩涂围垦开发建设有限公司委托，由浙江惠川水利工程技术有限公司（以下简称“我公司”）对本项目的安澜提标编制可行性研究报告。原项目名称为“平阳县宋埠~西湾滩涂围垦工程堤坝提标工程”，后经评审变更为“平阳县新兴产业园区海塘提标工程”，防潮标准拟提高至 50 年一遇。在纳入省安澜工程后，定名为“平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）”，防潮标准提高至 100 年一遇。

1.1.7.2 沿线水闸概况

本段标准海塘沿线设有 3 座水闸（南闸、中闸、北闸），布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99。

三座水闸原设计检修交通桥顶高程 8.20m，室内启闭机平台 12.925m，检修平台 8.2m，闸槛高程均为-0.50m。水闸位于软土地基上，采用开敞式有胸墙闸室，原设计闸顶高程比两侧堤顶高 0.5m，胸墙底高程 3.0m。水闸为纳潮进水兼排涝闸，水闸原设计时，已经考虑到今后海塘加高的需求，原设计防潮标准为 50 年一遇，排涝为 20 年一遇。本次提升工程水闸防潮标准至 100 年一遇，排涝标准保持不变。

1.1.7.3 工程建设情况

原平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程参建单位有：

项目名称：平阳县宋埠-西湾滩涂围垦工程

规划名称：平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）

建设单位：平阳县滩涂围垦开发建设有限公司

设计单位：温州市水利电力勘测设计院

施工单位：浙江省第一水电建设集团股份有限公司、浙江省正邦水电建设有限公司

管理单位：平阳县滨海新区建设管理委员会

委托单位：平阳县滩涂围垦开发建设有限公司

本段标准海塘由平阳县滩涂围垦开发建设有限公司为建设单位，中铁港航局集团有限公司为施工单位，于 2009 年 2 月开工，2014 年 6 月完工验收，2016 年 11 月竣工验收。工程大事记如下：

2003 年 7 月举行抛石促淤开工仪式

2006 年 10 月主体工程分两个标段完成招投标

2009 年 2 月主堤坝一标和二标相继开工

2010 年 7 月平阳县滩涂围垦工程建设指挥部挂牌仪式

2010 年 12 月主堤坝堵口合龙

2014 年 6 月完工验收

2016 年 11 月通过竣工验收

1.1.8 工程建设的必要性和迫切性

宋埠西湾现状海塘、水闸已不能满足平阳县国民经济和社会发展的需求。本项目的建设对提升平阳县防洪御潮及排涝标准、完善飞云江下游挡潮标准闭合圈、保障平阳县新兴产业园经济发展、改善海塘生态环境和人居环境和实现水利工程数字化、信息化管理均有重要意义，因此，迫切需要实施平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）。

1.1.8.1 项目区存在的主要问题

（1）工程设防标准偏低

（2）水闸排涝能力不能满足最新的规划要求

（3）工程结构存在安全隐患

（4）滨海海岸生态系统亟待改善

（5）海塘管理信息化水平不高、不智能

（6）安全+功能融合需求

1.1.8.2 项目建设的必要性和迫切性

宋埠西湾现状海塘、水闸已不能满足平阳县国民经济和社会发展的需求。本项目的建设对提升平阳县防洪御潮标准、完善飞云江下游挡潮标准闭合圈、保障平阳县新兴产业园经济发展、改善海塘生态环境和人居环境和实现水利工程数字化、信息化管理均有重要意义，因此，迫切需要实施平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）。

1.2 水文

1.2.1 流域概况

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）地处平阳县城东北方向 12 公里的东海岸，位于东经 120O37′28″～120O41′15″，北纬 27O40′50″～27O39′02″。处于飞云江口南岸，东濒东海，南至西湾跳头，西靠万全陆地，北与瑞安市阁巷围垦交界。飞云江是浙江省八大水系之一，发源于浙闽交界的仙霞岭，控制流域面积 3252km^2，干流长 203km，其中感潮河段长 59km。上、中、下游三河段分别以百丈口和滩脚为界。上、中游为山溪性河流，坡降流急，落差较大；下游属感潮河道，坡降平缓，河湾发育，流域地形狭长，地势西高东低，地貌以中、低山与丘陵分布为主，平原与盆地所占面积较小。

1.2.2 气象

本工程区流域内没有气象站，附近有瑞安市气象站瑞安气象站站址位于瑞安市西门村，东经 120°37′，北纬 27°47′，观测场地面海拔 5.7m。

瑞安气象站自 1961 年以来已有正式刊布资料，资料均据中央气象局制定的《全国地面基本气候资料统计方法》及其补充规定进行整编，成果可靠，为本工程气象要素统计的主要依据。

根据瑞安气象站实测资料统计，多年平均气温为 17.9℃；多年平均水汽压 18.7hPa，

多年平均相对湿度 82%，多年平均蒸发量 1210mm（20cm 直径蒸发皿观测值），干旱指数 0.5 左右；该区内春、夏季以东南偏东风为主，西北风次之，秋、冬季以西北风为主，东南风次之。多年平均风速 2.2m/s，最大风速 15m/s。

1.2.3 水文基本资料

1.2.4 水文测站分布及参证站选择

工程区附近有瑞安潮位站和上关山潮位站，周边区域周边主要有瑞安、林垟、南码道、平阳、庙后山等 5 个水文测站。各测站资料情况见下表。

表 1.2-1 水文测站基本情况一览表

站名	水系/河流	观测项目	观测年限
林垟站	瑞平塘河	雨量、水位	1960、1961、1969～1995、2007～至今
平阳站	瑞平塘河	雨量、水位	1958～至今
南码道站	瑞平塘河	雨量	1974～至今
庙后山站	滨海	雨量	1983～至今
上关山站	海岛	潮位	1977～1992
瑞安站	飞云江	雨量、潮位	1951、1956、1957、1959～至今

1.2.5 设计暴雨

按照同场雨量年最大值选样方法，分别统计年最大一日、三日暴雨，按照经验频率排频后采用 P-III线型适线，最大一日设计暴雨根据当地实际情况取为最大 1 日暴雨的 1.13 倍。与查《浙江省短历时暴雨》图集成果比较，本次围垦区适线设计暴雨值与图集值相近，略大于图集值为工程安全计。实测暴雨资料系列也较长，因此本次设计暴雨采用适线暴雨设计值。

表 1.2-2 围垦区设计暴雨成果表 单位：mm

时段	均值	CV	CS/CV	频率 P（%）				
				1	2	5	10	20
H1 日	132.9	0.5	3.5	363.6	321.1	264.3	220.7	176.2
H24h	H24h=1.13* H1 日			410.9	362.8	298.6	249.4	199.1
H3 日	190.3	0.48	3.5	503.9	446.8	370.3	311.3	250.8

1.2.6 江河水位与潮水位

1.2.6.1 内河水位

内河水位引自《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划》和《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告（报批稿）》。

表 1.2-3 内河水位特征值表

名称			单位	数量	备注
围区内河	设计洪水位	规划	m	3.39	20 年一遇
	正常水位	规划	m	2.76	

1.2.6.2 设计潮位

本次堤线位置位于瑞安站与上关山站之间，本工程距瑞安站 6.2km，距上关山站 5.8km，由瑞安站与上关山站内插，求得工程位置各重现期设计潮位为：

$$Z_{本工程}=0.433\cdot Z_{瑞}+0.567\cdot Z_{上}$$

成果见下表。

表 1.2-4 工程处设计高潮位、设计低潮位成果表

项目	设计频率 P（%）					备注
	1	2	5	10	20	
高潮位	5.39	5.12	4.77	4.48	4.22	由瑞安和上关山站插值所得
低潮位	-3.74	-3.68	-3.60	-3.53	-3.44	

1.2.6.3 洪潮遭遇分析

瑞平平原发生大暴雨时，遭遇飞云江沿海高潮位的可能性比较大，如 1992 年 8 月、1994 年 8 月、1996 年 8 月、2002 年 9 月等洪水，均遭遇沿海高潮位。据此确定瑞平平原发生 5 年一遇以上设计频率洪水，遭遇飞云江、外海相应 5 年一遇潮位，雨峰对潮峰。

1.2.7 泥沙

飞云江流域上游来流含沙量较低，来沙总量不大。岱口站多年平均含沙量仅 0.17kg/m^3，最大含沙量 0.64 kg/m^3(1967 年)，最小含沙量 0.05 kg/m^3(1976 年)，多年平均年输沙量 40.6 万吨。输沙量的年内分配，主要集中在暴雨期，尤其集中在台风暴雨

期，一般 6～9 月这四个月的输沙量占全年 60%以上。

上游来沙，颗粒较粗，大部份是沙卵石。对飞云江感潮河段影响较大的，主要是洪水期引起的河床冲刷的悬沙重新分配，包括进入本河段的细沙和粉沙。

飞云江河口以海域来沙为主，宝香以下河段涨、落潮含沙量平均为 2～4kg/m^3，并在下埠一带形成相对的高含沙量区，最大可达 5～6 kg/m^3。但含沙量到上游的马屿、潘山并未减少反而增加，特别是潘山的含沙量曾测到很高值，可能与河床底部存在高含沙量浮泥层有关。飞云江口门每潮的输沙量可达 30～60 万 t，而上游的年输沙量仅 41 万 t，即一潮的海域来沙量相当上游一年的流域来沙，可见河口段泥沙主要来自海域。

1.2.8 水文自动测报系统

水情自动测报系统可定时取得瑞平平原的实时水文信息，经统一处理及计算后，得到未来时段降雨量和水位变化情况。这种基于实时数据基础上的预报，可以达到很高的精度，它所提供的信息，可用来指导平原区水闸防汛调度和用水调控。为了提高水文信息的实时性、可靠性，优化水闸适时调度方案，优化用水调控方案，建立一个完整的水情自动测报系统是十分必要的。

初拟本项目自动测报系统规划方案，由 1 个中心站（含雨量站），4 个遥测站组成。其中，遥测站为 4 个水位站。

系统的站网布设为：中心站设于本项目新建综合管理房内，管理房顶设雨量站；4 个水闸位置各设一个水位站。所有监测数据同步上传省水文测报中心。

以上各站需建标准化观测场、购置遥测设备、安装固态存储器以及避雷接地等经费共计 240 万元，中心站设备费 25 万元，水文自动预报系统投资为 265 万元。

1.3 工程地质

1.3.1 区域地质概况

本工程建设区域属潮间带潮滩（淤泥滩）地貌，俗称“海涂”，围区经过新建标准塘建设，经吹土（砂）回填后，现状场地总体地势较平坦，堤顶高程 5.88m～6.72m，堤宽约 5～15m，防浪墙高程 7.22m～7.70m；堤内场区地形总体平坦，高程变化较小；堤外为抛石及滩涂，地形平整。场地土以第四系淤积土为主，主导地质作用为海水堆积作用，地貌单元主要表现为滨海相淤、冲积地貌。

本区主要出露地层为侏罗系上统高坞组凝灰岩（J_{3g}）；覆盖层除人工填土外，均为第四系海积层。

勘察深度范围内，揭露场地浅层地下水为孔隙潜水，赋存于表层素填土及粉质粘土中，主要受大气降水补给，通过大气蒸发及周边河道排泄；揭露场地深层地下水主要赋存于含淤泥粉砂层中，具微承压性，其富水性一般，透水性较强。勘察期间，实测水位埋深为 0.70～6.80m，水位高程为-0.84～1.95m。场地紧临东海，地表水主要为海水及塘河水，水位变化较大，高潮位与低潮位水位相差约 4.0～5.0m，波浪对岸坡冲蚀比较严重。

场地区域构造属华南褶皱系浙东南褶皱带-温州～临海断陷之东南部。地质构造基本特征以断裂为主，主要有 NNE、NE、NEE、SN、NW 等五组不同的方向的断裂，其中以 NNE 向最为发育，其次为 NW 向。

区域内地壳在近期以间歇性升降为主要特征，大致以镇海～温州断裂为界，第四纪以来山区以抬升为主，平原以下降为主。晚近代以来有所活动的断裂为镇海～温州断裂（该断裂为我省主要的两个一级新华夏系大断裂之一），走向约 N20。E，与另 NW 向的丽水～温州断裂反接于状元桥、七都涂、白象一带。

工程区为厚层第四系松散堆积物覆盖，构造行迹不明显，且大断裂埋藏较深，距离拟建项目较远，对拟建项目的影响小。

本区属我国东南沿海二等地震带的东北端，接近三等地震区，受远场地震波影响，为少震或弱震区。根据《中国地震参数区划图》GB18306-2015 的划分，场区城镇II类场地基本地震动峰值加速度值 a_{maxII}为 0.05g，抗震设防烈度为 6 度，基本地震动加速度反应谱特征周期值 T_{gII}为 0.40s。

1.3.2 堤身工程地质条件及评价

堤线长 3.2km，桩 0+000.00～桩 3+209.68，长 3209m。共布置 2 个地质剖面，剖面布置 3～4 个勘探孔，共 10 个勘探孔，编号为 ZK1～ZK10，孔深为 15.8～40.0m。

本次勘察所揭露地层，主要为第四系堆积层。根据野外钻探、室内土工试验成果，将钻探深度范围内场地土综合划分为 6 层（含亚层），除第①层素填土外，堤身填土划分为 1 层，堤基土划分为 5 层，具体分层详见《工程地质剖面图》（图号：地-04～地-06）。

第⑩$_3$层：弱风化凝灰岩，未揭穿，揭露层厚 5.10m。层顶埋深 10.70 m，层顶高程 -3.06m。青灰色，凝灰结构，块状构造。饱和抗压强度 72.9Mp，节理裂隙较不发育，岩芯主要呈柱状，部分长柱状，锤击声脆，岩体较完整。仅在钻孔 ZK1 见揭露。

1.3.3 水闸工程地质条件及评价

工程在勘察深度范围内自上而下由①淤泥质粉质粘土、②淤泥、③淤泥质粉质粘土、④淤泥、⑤淤泥等 5 层，均为静水或缓慢水流环境生态化学作用而成，具高含水量、高孔隙比、高灵敏度、高压缩性、低抗剪强度等特性，土性极差，属极软土层，是受荷后的压缩层。 第⑥层为强风化凝灰岩，凝灰结构，块状构造，岩石坚硬、强度高。

堤坝沿线在 10 米以内由含砂较大的淤泥质粉质粘土组成，有利于整个海塘土层的固结排水，在勘察深度范围内一般为较软弱土层，上部无好桩端持力层，有关物理力学指标同堤身工程《各岩土层主要物理性质及力学参数建议值表》。

1.3.4 环境水对建筑材料的腐蚀性评价

根据国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021-2017) （2017 年版）及《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008），工程区环境类型为Ⅱ类，地下水及地表水对混凝土具微腐蚀性；在干湿交替的工况下，海水对钢筋混凝土结构中的钢筋有中等腐蚀性。参考现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046-2008）的规定，设计上对混凝土结构采取的防护措施应符合相关规范要求。

1.3.5 天然建筑材料

本工程建设所需天然从建筑材料主要为土料、石料、砂料等。

1、石料：石料可在离本工程区较近的瑞安市云周街道卓岙村采石场购买，矿区位于瑞安市火车站南边，有开矿山，主要以花岗岩为主，交通便利，距离项目较近，区内石料储量丰富，可满足工程量需求。也可到凤凰山石料场购买，料场位于瑞安市区东南方向，距瑞安市直线距离 14.6km，属东山街道凤凰头村管辖，料场岩性为砂质硅质岩、粉砂泥岩和花岗岩，弱风化为主，储量较丰富，约 1506 万 m^3，满足工程量需求，此料场位于海上岛屿，需船运至主堤码头，运距 11km，再自卸汽车运至本工程区内。

2、土料：本工程所需土料方，本阶段考虑采用平宋塘河清淤固化土，运距约 10km。

3、砂料：工程区无较理想砂料来源，所需砂料部分需购买外运至工地，工程区交通便利。

1.4 工程任务和规模

1.4.1 工程任务

本工程的任务是：以防潮排涝为主，兼顾改善沿塘生态环境。

1.4.2 工程建设规模

1.按照 100 年一遇提标加固海塘长度 3215.0m；对南闸、中闸、北闸提标加固，规模分别为 4 孔×3.5m、3 孔×3.5m、2 孔×3.5m；新建农桥一座，桥宽 7m，规模为 4 孔×20m；在海塘背坡新建综合管理用房一座。

2.生态提质方面：对塘前、塘身、塘后的岸带进行统筹设计，利用水闸下游箱涵设置景观平台，塘顶布置绿道，背坡绿化种植并设置栈道、绿道措施以构建沿海生态绿廊。

3.融合提升方面：结合海塘防灾减灾功能与休闲旅游和生态修复融合，塘顶路面 12m 可作为防汛检查通道、骑行道、游步道，结合塘后规划道路布置上下堤通行道并在堤后护塘河上设置便民桥。

4.管理标准化方面：建设一套智慧海塘综合管理系统，提高管理水平。

1.4.3 工程运用调度原则

对标海塘安澜提出的建设任务，充分考虑“安全+”因素，结合本段海塘的建设现状、规划要求、发展需求及场地条件等明确功能定位、建设思路，从安全提标、生态提质、融合提升、管理标准化等方面开展工程调度运行，论述如下：

（1）河道特征水位

围区河网正常水位为 2.76m。

（2）水闸调度原则

宋埠西湾海塘水闸工程调度原则需根据外围潮位工况适时开启，具体调度原则如下：

1、水闸平时处于关闭蓄水状态；

2、汛期降雨来临前，若外海洪潮位低于内河水位且内河水位高于常水位 2.76m 时，开闸放水，确保区域防洪排涝安全。

3、降雨后期，当内河水位回落至 2.76m 时，则关闭闸门。

1.5 工程布置及建筑物

1.5.1 工程等级和标准

根据《省发展改革委省水利厅关于印发〈浙江省海塘安澜千亿工程建设规划〉的通知》，宋埠西湾海塘属飞云江南岸沿海平原保护区，与飞云段标准海塘、飞云江南岸城市防洪堤、飞云江南岸标准海塘、阁巷围涂海塘共同保护云周街道、海西镇、飞云街道、昆阳镇、南滨街道、万全镇、仙降街道等，规划防潮标准为 100 年一遇。

根据本工程的规模和防护对象，并考虑相关规划要求，按现行国家标准《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）的规定本工程为 I 等工程，主要建筑物标准海塘、水闸为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别为 4 级。

1.5.2 工程总体布置

本次堤线布置沿老堤布置，本次设计堤线主要为宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，堤线从跳头山脚起，朝北东 19°方向，终点与阁巷主堤衔接。

海塘主要采用土石堤结构+抛石镇压方案将海塘标准提高到 100 年一遇。

本段标准海塘沿线设有 3 座水闸（南闸、中闸、北闸），布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99。本次将 3 座水闸挡潮标准提高到 100 年一遇，排涝标准不变。

在 K2+094 背坡增加一座综合管理房，管理房采用 3 层结构，建筑面积 411.96m^2。

在 K1+956 背坡增加一座农桥，连接城市道路，桥宽 7m，规模为 4 孔×20m。

1.5.3 主要建筑物

1.5.3.1 海塘提标

（1）堤顶高程

本次设计宋埠～西湾海塘设计堤顶高程为 7.8m，设计防浪墙顶高程为 8.8m，设计堤顶高程、防浪墙顶高程数值不包括预留沉降量，即堤身工后沉降稳定后的最终高程。

（2）海塘结构设计

典型断面：土石堤结构+抛石镇压方案

方案采用传统土石堤结构形式，堤身进行加高，同时向外海侧拼宽，结合处用 L 型挡墙连接，堤顶宽度 12.2m，堤顶道路 7.8m 高程，防浪墙顶高程 8.8m。堤顶采用 C30 砼路面，临海侧布置 C30 砼挡墙，底部为 C40 钢筋砼底板，中间空隙采用石渣回填。

本方案迎水面设三级平台，一级平台为消浪平台，高程 4.6m，长 7.8m，采用 2.5tC30 四脚空心块，二级平台设 25m 长抛石镇压层，高程 2.5m，中间用坡度为 1:5.5 的缓坡衔接。为满足断面稳定要求，三级平台设长度 5m 抛大块石护脚，高程 1.5m，二级平台与三级平台以 1:20 的缓坡衔接，缓坡上部布置生态礁石，内部及上部覆土播撒草植。抛石镇压表面块石理砌保护，面层单块重不小于 200kg。

背水面随堤顶相应填高，外侧以 1:3.0 的斜坡与现状地面衔接，该斜坡采用景观绿化，打造沿堤景观带。

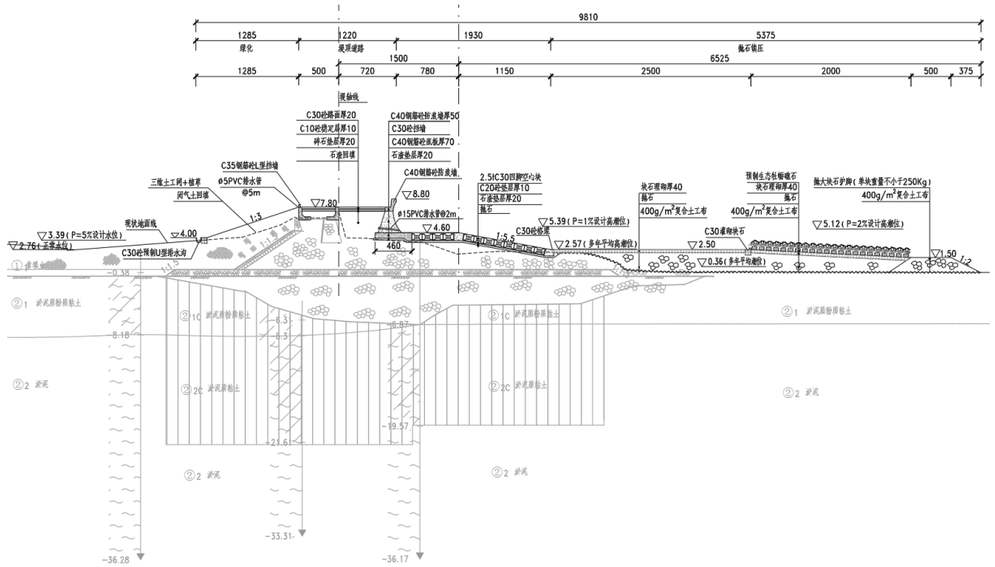


图 1.5-1 土石堤结构+抛石镇压方案典型断面

1.5.3.2 水闸改造

水闸原设计时，已经考虑到今后海塘加高的需求，原设计防潮标准为 50 年一遇，排涝为 20 年一遇。本次提升工程保持水闸防潮标准和排涝标准不变，对各项稳定进行复核并根据实际情况进行加固处理。

根据水闸实际运行的情况：闸门老化破损、高潮位时顶部漏水、闸室两侧存在漏水现象。根据本次计算堤顶高程加高至 7.8m，堤顶防浪墙高程为 8.8m，为保证水闸与海塘正常衔接需对水闸进行部分加高。综上所述确定水闸加固措施主要包括：胸墙下沿部分拆除改建，改建后胸墙下沿抬高至高程 4.0m，临海侧消力池及两侧翼墙拆除，

改建为 C40 钢筋砼箱涵。更换闸门及止水，闸室两侧灌浆、水闸下部主体结构不予改变。原水闸混凝土结构下阶段可考虑采用聚合物砂浆对磨蚀老化表面进行加固处理。

水闸迎水侧与加高、拼宽后的堤顶路面衔接，堤顶高程为 7.8m，防浪墙顶高 8.8m。原闸门止水及门槽进行更换，闸门槽凿除后重新埋设预埋件，闸门更换为 C40 钢筋砼闸门宽 3.5m×高 4.5m。闸室堤防两侧灌浆处理，采用 50%粘土+50%水泥灌浆，灌浆底高程-5.0m，纵向设 6 排，横向 4 排，间距 2.0m，梅花形布置。

1.5.3.3 综合管理房

为了满足片区河网、水闸、堤防管理及配套工程的需要，拟在 K2+094 背坡增加一座综合管理房。

设计主要指标:建筑采用 3 层结构，建筑面积 411.96m^2。

1.5.3.4 景观工程

本次设计范围位于本工程堤身范围内，包括主堤的设计提升，主堤背水侧斜坡绿化带及坡脚 12.85m 的绿化景观带，设计范围内岸线全长约 3215.0m。

设计前提：本项目是以防洪御潮为主，兼顾景观提升，所以本次的景观设计均是以配合水利设计为前提，在水利设施周边的可利用空间内展开设计。

因地制宜：景观的设计改造方面，并非摒弃一切原有资源而进行大刀阔斧改建，而是从多层次、多角度来观察，设计出最适合的沿江景观设计方案。

水利结合：水利设施通常给人宽阔恢弘的印象，然而在生活居住环境中，混凝土的刚硬容易造成单一、冰冷、呆板的感觉，特别是在位于居民区周边的情况下，更显得工业化气息过重，缺乏人文与生态。所以本次景观设计将对水利设施空间进行设计提升，以打破人们对于水利设施的常规看法，拉进民生与工程两者之间的距离，让水利建设更好融入百姓生活。

本次景观设计的主要内容分为三块:

一、堤顶提升

堤顶设置慢行道和骑行道，慢行道靠近防浪墙一侧、里面和防浪墙铺装的选择上整体采用自然、淳朴的风格。防浪墙可采用自然面的石板材质贯穿整个项目的风格基调。使用素雅的花岗岩材质进行统一铺砌，适当位置做形状变化和拼花处理，防浪墙背水侧和顶部采用 8cm 厚天然石材贴面。

在堤顶骑行道的铺装材料上可采用彩色沥青砼防滑路面，随着可持续发展和人本主义理论在城市建设中的应用，城市道路的美观性、色彩的识辨性及安全防滑的要求越来越高；彩色沥青砼是一种新型的彩色路面铺装材料，通体一色、永不褪色无色差、反光性好。彩色沥青砼防滑路面主要应用于公交车站台、停车场、公园、广场、人行道、自行车道等彩色路面。在减速带、公路拐弯、交叉路中、学校路口、车道区分等都非常适合采用彩色沥青砼进行美化和警示。

12.2m 宽的堤顶道路，将其划分为两个部分，靠近防浪墙 7.2m 宽铺 3cm 厚花岗岩形成慢行道，剩余 5m 宽为厚 4cm 彩色沥青骑行道。此外还针对三个水闸，周边统一采用几何形式平面布局，主要是铺地插人些许绿化，三个水闸周边景观风格统一又富有变化。

二、背水斜坡

采用砼空心预制块内植草皮护坡，维持原设计，翻新破损老旧内容，且以 200m 为间隔布置 3m 宽台阶，解决堤顶和背水坡绿带的高差问题。

三、背水坡景观带的设计

主堤背水侧与护塘河之间 7-8.5m 范围内的滨水绿化带的设计。在 7.0m 和 8.5m 不同的位置，布置不同的景观节点，如腹地宽为 8.5m 时，设计采用流线型平面布置，形成块面景观。道路相对宽敞呈广场式，中间加置花坛、座椅、小品等，引人步入富于变化和趣味。宽度变为 7m 时，只能采用直线布局，通过漫步道将景观节点串联。这一区域的景观节点有出挑平台、亲水踏步和栈桥等，丰富了岸线的变化。

1.5.3.5 安全监测

（1）永久观测项目

本工程为海塘工程，根据相关规定结合实际情况，本工程初步拟定运行期间进行以下项目观测：

一、堤身沉降位移观测

在堤顶每间隔 200m 设置固定位移观测点，由专职人员进行垂直沉降、水平位移观测，平时加强巡查，发现异常情况及时处理。

二、岸滩演变观测

为掌握堤外一定范围内滩涂尤其是防冲防护断面段堤前淤涨等变化情况，正常年份一般每年可进行 2 次，以 5 月份、11 月份测量为宜，大洪水过后需要进行加测。

三、水文观测

在标准海塘上设立水尺，在遇台风或高潮期间，进行高潮位观测和波浪爬高目测或拍摄波浪爬高、越浪照片，取得摄影资料。

（2）施工期观测项目

本工程地基基础沿线较为复杂，有一定深度软土地基，压缩性大，强度低。由于地基的复杂性和土性的多异性，目前尚有很多问题难以完全用理论计算的方法进行精确计算，实践证明，在软土地基上建筑堤坝的实践中，原位观测是一种直接和有效的方法和手段，对控制工程质量、验证设计、指导施工、控制工程投资，具有十分重要的作用。

一、原位观测的目的

1、控制施工加载速率，指导施工，确保安全。

2、为优化工程设计提供直接的依据。

3、核算堤身沉降工程量，为堤身沉降工程量计算和竣工决算提供依据。

二、原位观测项目内容和布置

本工程原位观测布置的项目主要包括地表沉降观测、地基分层沉降观测、水平位移观测、孔隙水压力观测、水位观测等。根据本工程的实际，建议工程堤段间隔布置 2 个沉降主观测断面、1 个地表沉降观测辅助断面，每个主沉降观测断面布置 5～6 个测点，沉降观测辅助断面布置 3 个观测点。

1.6 机电及金属结构

1.6.1 金属结构

本工程中的金属结构部分为水闸闸门止水更换。单个门槽的预埋件重量为 1.0T，共计 27.0T，包括工作闸门底下及两侧角钢，门槽工字钢及角钢预埋件。

本工程门槽埋件外露部分均采用金属热喷涂保护。在金属热喷涂前，应先对基体表面进行喷射处理，在金属表面预处理完成达到 GB8923《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中规定的 Sa2.5 级后，进行金属热喷涂锌，然后采用封闭层涂料及中间防锈漆封闭，外层涂长效耐海水涂料保护。本工程中防腐总面积约为 120m^2。

1.6.2 电气工程

本工程电气部分未进行改造，保持原状。工程涉及 2 座进水闸，1 座排水闸。各水闸用电设备容量分别为2、3、4台启闭机电动机及少量的照明用电负荷，电动机单机容量 10KW，各水闸用电负荷约 30～50KW，其中南闸配置 S9-80/10 型 80KVA 变压器一台，中闸、北闸各配置 S9-50/10 型 50KVA 变压器一台。电源就近从 10KV 电网架空线路引接。水闸各采用一套 50SG1 型柴油发电机为备用电源，控制采用以电动操作为主，手动为辅方式。各水闸启闭机室内均设 GGD1 型低压配电柜，各水闸上、下游水位、闸门开度显示仪设于本水闸低压配电柜上。

1.7 施工组织设计

1.7.1 施工条件

本工程对外交通条件较好，铁路、水路、公路均可利用。

公路方面：对外交通可利用平海大道、开发区道路与温州绕城高速复线、104 国道、甬台温高速，工程区对外交通道路较为便利。

铁路方面：甬台温铁路和温福铁路穿过温州境内，金温铁路经过温州境内。由铁路运来的物资可运至温州站，再由公路转运至工地。

水路方面：工程区附近飞云江南岸的码头等均可作为水上运输的中转码头。

施工供水：现场拌制施工用水与生活用水，拟从附近管网接入自来水解决。

施工供电：本着就近配送、安全用电的原则进行协调接入以供施工及生活用电，根据本工程的实际情况，拟配置 200KVA 变压器 2 台，并配置相应的接入配电和功率补偿设施。

通讯系统：各项目部安装一台远程控电话机，作为对外联络通讯工具。负责人及施工人员等主要管理人员均配备手机，方便联络。施工场内配备无线对讲机，便于指挥调度和联系。

材料供应：

工程所需的土石方、混凝土、钢材可由当地市场采购供应。工程施工所需的土料、石料来源情况如下：

1、土料

闭气土方：主要为开发区内河道整治或附近房开企业开挖产生的粘土料。

2、石料

本工程所需碎石、抛石、块石等石料均从附近石料场，据调查附近石料场为平阳县利得海涂围垦开发有限公司墨城山岙采石场，贮量能满足工程建设要求。

3、砂料

本地区砂细且含泥量较多，质量不佳。为此工程所用中粗砂须到附近的砂场采购外运。

1.7.2 施工导截流

1.7.2.1 导流标准

本工程水闸挡潮标准按设计重现期为100年一遇，工程等级为1级，临时建筑物为4 级，灌注桩施工平台的防潮标准和水闸围堰相应挡水标准为非汛期 10 年一遇高潮位。

1.7.2.2 导流方案及导流时段

水闸门槽及止水设施更换需断流施工，由于施工时间短，安排在非汛期进行，采取晴天抢工期的方式，三座水闸的施工时间控制在三个月以内，单座施工控制在一个月以内，最大限度的减少水闸断水时间，减小对内部排涝、纳潮的影响。三座水闸分开施工，一座断水施工时，另外两座进行日常排涝及纳潮，非汛期单孔排涝及纳潮量是满足要求的。水闸下部工程安排在非汛期的 11 月份到次年 1 月份施工，故本工程导流时段为11月初～次年1月底，三个月时间。

1.7.2.3 围堰设计

海塘外侧为高滩，镇压层施工无需围堰。水闸门槽及止水设施更换需干水作业，采取外侧临时沙袋围堰挡水，内侧检修叠梁门挡水。外海侧围堰顶高程为 4.5m（非汛期 10 年一遇高潮位 3.92m）。围堰底高程为闸底板高程-0.50m，围堰高 4.72m。迎水面及背水坡铺 50cm 厚的袋装土防渗。工程围堰不高，且不需考虑交通问题，围堰顶宽采用 2m，迎水面及背水面边坡均为 1：1.0，为保证围堰稳定，在围堰内部设置钢管骨架。

1.7.3 施工总体布置

对外交通可利用平海大道、开发区道路与温州绕城高速复线、104 国道、甬台温高速接通，工程区对外交通道路较为便利。场内交通主要为围垦区现有道路与进入海塘作业区的衔接。由于海塘背水侧为护塘河，需设置贝雷桥衔接，贝雷桥长度为 50m，场内交通道路为500m。

本工程为线性工程，线路长约3.2km，为加快施工进度，可设两个施工段，每个施工段设主体施工区和临时生产区，整个工程设一个项目部，主体施工区河临时生产区位于堤后空旷地带，设有仓库、材料加工、修配、临时堆料厂等辅助生产设施。项目部设于工程起点转弯处的空旷位置，临时借地搭建项目部。

工程施工期生活、仓库、施工工厂设施及料场、弃渣物等占地面积约 41 亩，占地面积中不含租用民房部分的占地面积。

1.7.4 施工总进度

工程筹建期不包括在总工期内，计划为6个月，主要完成征地拆迁等政策处理、供电线路架设、施工招投标等工作；工程准备期为 1 个月，主要完成施工道路、临时房建、风、水、电系统等工作；主体工程施工期，计划为 34 个月，主要完成主体工程的施工，工程完建期为1个月。本工程施工总工期36个月。

1.8 建设征地与移民安置

（一）永久征地

本工程为标准海塘提升工程，主要在原海塘断面结构上进行加高加固，永久建设用地均为老堤堤身及管理范围，已建海塘堤身占地 32.23 公顷，护塘地占地约 11.84 公顷，新建农桥及水闸上游水面占地约 0.33 公顷，总计 44.61 公顷。

（二）临时征地

工程施工期生活、仓库、施工工程设施及料场、弃渣场、施工临时道路等占地约41.0 亩，均利用现有堤防管理范围空间作为施工临时设施场地。

本工程永久占地和临时用地位于宋埠西湾围区及堤外海域，均为国有，无需缴纳土地使用费及海域使用金，故无相关费用。

1.9 环境影响评价

本工程对环境的不利影响主要集中在施工期，但可通过环保措施加以减免，不存在制约工程建设的不利因素，从环境角度分析工程可行，而且很有必要。

环保总投资估算为共 100 万元。

1.10 水土保持

工程建设不存在重大的水土保持制约性因素。赞同主体工程设计中的推荐方案。从水土保持角度考虑，主体工程设计中堤防提标、水闸改造及边坡绿化等措施均能够满足水土保持要求。

可能造成的水土流失预测根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），采用类比法，结合项目区的土壤类型、植被状况、气候特性及项目的施工方式，采用定性及定量预测相结合的方法。经预测，工程可能产生的水土流失总量约 1680t，新增的水土流失总量约 1594t。施工期是水土流失防治的重点时段，回填区及临时堆土场是工程水土流失防治的重点区域。水土流失危害主要表现在损坏地表植被、影响周边区域景观

等。

根据确定的防治范围，依据主体工程布局、施工扰动特点、建设时序等，结合工程项目的特点以及对水土流失影响、区域自然条件、项目的功能分区等，确定本方案水土流失防治区共分 2 个区：

I区

工程建设区为海塘加高加固施工工作面，该部分水土流失主要发生在施工期，工程完工后，防洪堤本身也是一项水保工程，水土流失会减少到最低程度，可以不设其它水保设施。在工程施工期，大规模的土石填方应安排在非汛期和晴天施工，下雨前应做好施工面的保护和排水引流，以防止更多的水土流失。

II区（临时设施防治区）

施工完成后临时设施应拆除，重新疏松被压实的土壤，平整后种植常绿灌木或针叶和撒播草籽。

水土保持总投资估算为共 177.46 万元。

1.11 劳动安全与工业卫生

根据《水利水电工程劳动安全和工业卫生设计规范》(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。

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，均已得以安全保证。

1.12 节能评价

本报告依据合理利用能源、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、结构设计、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工程建设管理单位

本工程项目法人为：平阳县水利发展投资有限公司。本工程目前由平阳县滨海新区建设管理委员会管理，本负责工程段堤防和水闸工程的日常管理和维护工作。台汛期间，管理机构应由属地防汛指挥部同一调度指挥。

1.13.2工程管理和保护范围

一、标准海塘

1、管理范围：塘身以及迎水坡脚起向外延伸 70m，背水坡脚起向外延伸 30m。

2、保护范围：海塘的保护范围为背水坡管理范围向外延伸 20m。

二、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 200m，左右侧边墩翼墙起各向外延伸 70m。

2、保护范围：管理范围外 20m 为保护范围。

1.13.3工程观测

一、堤防工程观测

1、堤身沉降位移观测：在堤顶每间隔 300m 设置固定位移观测点，由专职人员进行垂直沉降、水平位移观测，平时加强巡查，发现异常情况及时处理。

2、岸滩演变观测：为掌握堤外一定范围内滩涂淤涨等变化情况，一般每年可进行 2 次，以 5 月份、11 月份测量为宜。

3、水文观测：在标准堤上设立水尺，在遇台风或高潮期间，进行高潮位观测和波浪爬高目测或拍摄波浪爬高、越浪照片，取得摄影资料。

二、水闸工程观测

为了确保工程安全运行，设置以下观测设施：

1、上、下游水位观测：在闸墩上、下游适当位置设立自动水位仪，以便了解分析水闸运行过程中上、下游水位变化情况。

2、沉陷、位移观测：在闸墩及翼墙的上、下游适当位置设立沉陷观测标点，沉陷观测标点兼作位移观测点。

3、上、下游河床变形观测：尤其是下游河床变形观测，设立 2～3 个固定测量断面位置，定期测绘上下游河道断面，通过变形观测可以了解河道断面变化情况以便分析

其对水闸排水量、水闸安全等可能产生的影响。

4、水流形态观测：主要为记录每次开闸运行时上、下游流态变化状况。

1.14 工程信息化

1.14.1总体设计

工程信息化主要包括闸站自动化控制系统、视频监控系统、安全预警系统、网络通讯系统、控制中心、软件平台等内容。

1.14.2信息化建设内容

1. 对现有三座水闸（南闸、中闸、北闸）的水工、机电、金结工况进行适当改造，以利于下一步自动化系统的建设。在三个闸站分别设置 1 套自动化控制系统（共 3 套），并对现地控制箱进行改造，实现闸门远程运行以及自动化设备工况信息的采集、建设运行和管理；
2. 在三闸分别建设 1 套视频监控系统（共 3 套），对闸站上下游、闸内外情况进行实时监控，能够及时发现不文明或违法行为，及时发现闸站异常情况；
3. 在三闸分别建设 1 套安全预警系统（共 3 套），在闸站放水前通知过往船只和居民注意安全，并对闸站进行安全保护措施；
4. 建设闸站与控制中心的网络通讯系统，将三个闸站与控制中心用光纤网络进行连接，提高数据传输的速率，加强闸站的管理时效性；
5. 沿海塘布置 1 套视频监控系统，1 套安全预警系统。
6. 在综合管理房设置控制中心，增设大屏显示系统、机房等重要设备，实现控制中心集中、远程操控的功能；
7. 建设软件平台，统一工程调度，符合水利工程标准化建设内容，并未远期建设项目接入留有余地。

1.14.3信息化投资

本工程自动化设备投资估算 342.3 万元。

1.15 投资估算

本项目总投资 37470.08 万元，其中工程部分估算投资为 31685.59 万元（建筑工程 25849.21 万元，机电设备及安装工程 504.53 万元，金属结构设备及安装工程 291.73 万元，临时工程 955.55 万元，独立费用 2575.73 万元，基本预备费 1508.84 万元）；专项部分 5784.49 万元。

1.16 经济评价

本工程按现行价格估算，工程总投资 37470.08 万元。根据计算的效益，国民经济内部收益率（EIRR）为 9.14%，大于社会折现率 8%，国民经济净现值（ENPV）4668.80 万元，国民经济效益费用比（EBCR）为 1.12，其各项指标均能很好地满足要求，表明本项目社会效益、经济效益显著，设计方案经济合理。由敏感性分析可知，在投资增加 10%、效益减少 10%、投资增加 10%同时效益减少 10%三种情况下进行敏感分析，内部经济收益率均大于 8%，这表明本项目有一定的抗风险能力，因此该项目国民经济评价可行。

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低，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。

建议在下阶段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，开展社会稳定风险评估工作。

1.18 结论与建议

（1）宋埠西湾现状海塘、水闸已不能满足平阳县国民经济和社会发展的需求。本项目的建设对提升平阳县防洪御潮标准、完善飞云江下游挡潮标准闭合圈、保障平阳县新兴产业园经济发展、改善海塘生态环境和人居环境和实现水利工程数字化、信息化管理均有重要意义，因此，迫切需要实施平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）。

（2）本工程主要建设内容包括海塘提标（20 年一遇提高到 100 年一遇）3215.0m 以及配套的景观等设施，改建水闸 3 座，新建管理房 1 座以及配套自动化设施，通过以上工程措施能够提高挡潮能力，同时提高了生态环境，促进了地方经济发展，提升了水工程自动化管理，是合理可行的。

（3）本项目总投资 37470.08 万元，其中工程部分估算投资为 34889.50 万元，经过经济计算与分析表明，本项目经济内部收益率 11.66%＞8%，说明本项目的国民经济评价指标较好，从敏感性分析来看，本项目能够承受不确定因素一定的变化幅度，项目

有一定的抗风险能力，项目建设将带来可观的实际收益，建议早日实施。

（4）本工程将以“浙江省海塘安澜千亿工程”为契机，将平阳县宋埠西湾围区海塘提标加固。在满足防洪潮安全的前提下兼顾融合提升，使宋埠西湾围区生态环境和功能得到全面提升。工程社会经济效益显著，技术可行，不存在制约建设的重大不利因素，建议抓紧推进项目建设。

（5）为满足瑞平平原排涝要求，平阳县水利局于2018年组织编制了《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告》，省发展改革委于同年9月，以“浙发改设计〔2018〕64号”文批复了该工程初步设计报告。该工程拟在本段海塘北闸以南 900 米处新建 1 座新北闸，水闸规模 3 孔×5 米，设计排水流量 135 立方米每秒，现新北闸尚未开工建设。本次海塘提标加固要求新北闸的规模、设计标准在满足区域排涝及海塘提标的基础上，与海塘工程同步建设发挥效益，并与平阳县瑞平平原排涝工程做好衔接。

1.19工程特性表

表 1.19-1 工程特性表

序号	名称		单位	数量	备注
一	基本情况				
1	工程位置		平阳县高新产业园区东侧		
2	工程类别		海塘安澜		
二	水文				
1	设计高潮位	100 年一遇	m	5.39	
2	设计高潮位	50 年一遇	m	5.12	
	设计高潮位	20 年一遇		4.77	
三	工程级别				
1	防潮标准			100 年一遇	
2	排涝标准			20 年一遇最大暴雨 24 小时排出	
3	海塘级别			1 级	
4	水闸级别			1 级	
5	临时建筑物级别			4 级	
四	主要建筑物				
1	海塘提标		m	3215	
2	水闸改造		座	3	
3	新建农桥		座	1	4 跨×20m
4	新建综合管理房		m^2	411.96	建筑面积
五	施工主要指标				
1	施工临时占地		亩	41	
2	施工总工期		月	36	
六	建筑征地				
1	永久占地		公顷	44.61	国有滩涂
2	临时占地		亩	41	建设范围内
七	经济技术指标				
1	工程总投资		万元	37470.08	
1）	工程部分		万元	31685.59	

2 水 文

2.1 流域概况

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）地处平阳县城东北方向 12 公里的东海岸，位于东经 120O37′28″～120O41′15″，北纬 27O40′50″～27O39′02″。处于飞云江口南岸，东濒东海，南至西湾跳头，西靠万全陆地，北与瑞安市阁巷围垦交界。飞云江是浙江省八大水系之一，发源于浙闽交界的仙霞岭，控制流域面积 3252km^2，干流长 203km，其中感潮河段长 59km。上、中、下游三河段分别以百丈口和滩脚为界。上、中游为山溪性河流，坡降流急，落差较大；下游属感潮河道，坡降平缓，河湾发育，流域地形狭长，地势西高东低，地貌以中、低山与丘陵分布为主，平原与盆地所占面积较小。

围区南北长 3.7km，东西宽 1.93km，围垦面积 10650 亩，在围涂以东的海面上，自北到南分布有大北列岛、北麂列岛、南麂列岛。围区地面大部分高程 3.0～4.5m 左右，西高东低，总体地势较为平坦。围区上游西南面是山丘，西北面是平原，平原河网交错。

围垦堤线自西湾跳头山脚起，朝北东 19°方向 3302m，为主堤，在瑞平交界处转西向，沿瑞平海线至原宋埠标准堤，长 2188 米为北隔堤，两条海塘与原宋埠标准堤塘南侧山体形成闭合区，共围涂 7.1km^2，合 10650 亩。围区处于飞云江、鳌江平原处外侧为开敞型岸段，滩涂淤涨较快，滩涂面平整开阔，平均宽度达 4～6 公里，平均坡比 1.3‰左右，并呈不断向外海淤涨趋势。

2.2 气象

本工程区流域内没有气象站，附近有瑞安市气象站瑞安气象站站址位于瑞安市西门村，东经 120°37′，北纬 27°47′，观测场地面海拔 5.7m。

瑞安气象站自 1961 年以来已有正式刊布资料，资料均据中央气象局制定的《全国地面基本气候资料统计方法》及其补充规定进行整编，成果可靠，为本工程气象要素统计的主要依据。

根据瑞安气象站实测资料统计，多年平均气温为 17.9℃；多年平均水汽压 18.7hPa，多年平均相对湿度 82%，多年平均蒸发量 1210mm（20cm 直径蒸发皿观测值），干旱指数 0.5 左右；该区内春、夏季以东南偏东风为主，西北风次之，秋、冬季以西北风为主，东南风次之。多年平均风速 2.2m/s，最大风速 15m/s。瑞安气象站地面气候特征值见下表。

表 2.2-1 瑞安气象站地面气候特征值

项目	平均气温（℃）	平均水汽压（hPa）	平均相对湿度（%）	月蒸发量（mm）	平均风速（m/s）	最大风速（m/s）	最大风速相应风向
1 月	7.9	8.4	77	57.8	2.1	12.7	NW
2 月	8	9	81	47.7	2	12.3	ENE
3 月	11	11.2	84	64.7	2	11.7	ENE
4 月	16	15.8	85	84.4	1.9	12	ENE
5 月	20.6	21.1	86	100.5	1.9	13.7	ENE
6 月	24.3	27	88	107.5	1.8	14	ENE
7 月	28	31.9	85	176.7	2.4	14	N
8 月	27.9	31.2	83	174.4	2.6	15	NNE
9 月	24.8	26.2	83	131.8	2.3	12.3	ENE
10 月	20.3	19	79	109.9	2.2	1.5	NNW
11 月	15.6	13.8	76	85.2	2.3	1.2	NNW
12 月	10.2	9.6	74	69.5	2.2	10.3	NNW
全年	17.9	18.7	82	1210	2.2	15	2G

区域主要灾害是台风和暴雨。据台风资料统计，瑞安市遭遇台风平均每年 2.1 次，台风一般发生在 5～10 月，主要集中在 7～9 月。强台风过境引起狂风、暴雨及潮位顶托，造成洪、涝、风、潮灾害，对农业、渔业、交通及人民生命财产带来严重破坏。

2.3 水文基本资料

2.3.1 水文测站分布及参证站选择

工程区附近有瑞安潮位站和上关山潮位站，周边区域周边主要有瑞安、林垟、南码道、平阳、庙后山等 5 个水文测站。各测站资料情况见下表，水文测站分布见下图。

表 2.3-1 水文测站基本情况一览表

站名	水系/河流	观测项目	观测年限
林垟站	瑞平塘河	雨量、水位	1960、1961、1969～1995、2007～至今
平阳站	瑞平塘河	雨量、水位	1958～至今
南码道站	瑞平塘河	雨量	1974～至今
庙后山站	滨海	雨量	1983～至今
上关山站	海岛	潮位	1977～1992
瑞安站	飞云江	雨量、潮位	1951、1956、1957、1959～至今

图 2.3-1 水文测站位置示意图

本工程附近有平阳、林垟2个雨量站点，设计暴雨选用平阳和林垟站计算面雨量，雨量资料系列为 1960～2017 年，按照同场雨量年最大值选样方法，分别统计年最大一日、三日暴雨，按照经验频率排频后采用 P-III线型适线，最大一日设计暴雨根据当地实际情况取为最大 1 日暴雨的 1.13 倍。设计暴雨成果见表 2.5-1。与查《浙江省短历时暴雨》图集成果比较见表 2.5-2，由表可知，本次围垦区适线设计暴雨值与图集值相近，略大于图集值为工程安全计。实测暴雨资料系列也较长，因此本次设计暴雨采用适线暴雨设计值。

2.3.2 参证站资料评价

（1）可靠性

本次设计采用平阳雨量站、林垟雨量站均为浙江省水文管理中心（原浙江省水文局）设立。采用 20cm 自计雨量计观测降雨量，枯期按 1 段制，汛期按 2 段制观测，建站以来每年的观测资料按规范进行整编刊布，资料精度可靠。瑞安潮位站、上关山潮位站采用水压虹连式自计水位台。本次设计所采用站点资料均经浙江省水文勘测局逐年整编、审核，较为可靠。

（2）一致性

平阳雨量站自设站以来未做位置的调整，测站附近没有高的树木和建筑物影响观测，观测的资料均在一致的条件下产生。

（3）代表性

通过对林垟雨量站长、短系列最大 1 日降雨量统计成果进行比较，长、短系列的统计参数基本一致，统计参数比较稳定，成果见下表。

表 2.3-2 林垟雨量站不同系列 1 日降雨统计表

年份	长度	均值（mm）	Cv
1960~至今	62	125.1	0.52
1960~至今	31	124.1	0.50
长系列较短系列		0.81%	1.96%

从粘滞分析过程线来看，系列中各量级暴雨分布比较恰当，且资料系列较长，基本能反映暴雨的周期变化规律。因此，可以认为林垟雨量站资料系列具有较好的代表性。

同理，对瑞安潮位长、短系列年最大高潮位统计成果进行比较，长短系列的统计参数基本一致，统计参数比较稳定，成果见下表。

表 2.3-3 瑞安潮位站不同系列最高潮位统计表

年份	长度	均值（m）	Cv
1960~至今	62	4.1	0.1
1960~至今	31	4.25	0.1
长系列较短系列		-3.53%	0

2.4 径流

2.4.1 内河水位

内河水位引自《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划》和《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告（报批稿）》。

表 2.4-1 内河水位特征值表

名称			单位	数量	备注
围区内河	设计洪水位	规划	m	3.39	20 年一遇
	正常水位	规划	m	2.76	

根据《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告（报批稿）》，林垟站实测水位排频计算成果 $H_{5\%}$为 3.45m，与本设计 20 年一遇内河水位 3.39m 相差仅 0.06m，故本设计内河水位特征值合理。

2.4.2 设计潮位

2.4.2.1 潮汐特征

本工程海域潮汐日不等现象较为明显，一般从春分至秋分时段内夜潮大于日潮，从秋分至翌年春分日潮大于夜潮。另外，本海区潮差较大，涨潮历时小于落潮历时，是我国显著的强潮海区之一。

飞云江河口的潮位站有二个，分别是位于飞云江口内的瑞安站和口外上关山潮位站。瑞安潮位站资料系列为1958～2020年，上关山站资料系列为1977～1992年。按照划分潮汐类型的标准，上关山站的潮波属正规半日潮，而位于飞云江口内的瑞安站浅海分潮的影响较明显，属非正规半日浅海潮。根据多年统计资料分析得两站潮汐特征值见下表。

表 2.4-2 潮位特征值统计表 单位：m（85 高程，下同）

项目			瑞安站	上关山站
高潮	最高值		5.03（1994.8.21）	5.02*（94.8.21）
	历年最高平均		4.10	3.85
	最低值		0.73（2005.3.19）	0.79
	历年最低平均		1.12	1.01
	平均		2.57	2.33
低潮	最高值		0.50（1969.10.4）	0.36
	历年最高平均		-0.27	-0.19
	最低值		-2.96（2011.6.15）	-3.93（1978.1.11）
	历年最低平均		-2.64	-3.69
	平均		-1.85	-2.02
平均潮位			0.36	0.18
潮位差	涨潮	最大	6.96	7.24
		最小	1.14	1.27
		平均	4.43	4.35
	落潮	最大	6.65	6.82
		最小	1.51	1.40
		平均	4.43	4.35
历时（h）	涨潮平均		4:56	6:08
	落潮平均		7:28	6:18

注：*为1994年17号台风调查值，离登陆地点约10km

2.4.2.2 潮流特征

根据海岸带调查资料和近年来的水文实测资料分析，飞云江河口口门附近涨、落潮流速较大，最大涨、落潮垂线平均流速分别为 1.33m/s 和 1.23m/s，而飞云江口门外北侧的海域，最大垂线平均流速仅在 0.6～0.7m/s。潮流运动的主要形式是往复流，略带旋转性，潮流的主流向是 SE-NW，旋转流是按反时针方向旋转。口外涨、落潮流历时与潮位的涨落历时大体相同，而飞云江河口潮波在向口内上溯过程中受到径流、地形的影响，落潮历时长于涨潮历时。

此外，在潮水位和潮流速之间存在一定相位差，如瑞安断面涨、落潮最大流速出现在中潮位附近具有明显的驻波性质。河口潮流较强，下游口门的上望大潮涨、落平均流速可达 0.8m/s(1978.6.22)，中潮（1978.6.18）涨潮平均流速 0.69m/s，落潮 0.64m/s，小潮（1978.6.15）涨潮0.55m/s，落潮0.54m/s，涨潮流历时自口门向上缩短，流速、流量、潮量自下向上减少，且存在涨、落潮流路分歧的特点。

2.4.2.3 设计潮位

瑞安潮位站资料系列较长（1958～2020 年共 63 年），上关山站观测资料系列较短（1977～1992 年共 16 年）。因此统计瑞安站年最高潮位，经 P-III适线，求得各频率设计最高潮位，同时查算《浙江省海塘工程技术规定》中的瑞安站的设计值，其成果见下表。由表可知，除了100年一遇外，适线成果略大于查《浙江省海堤工程技术规定》并接近《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》成果。本次推荐采用《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》适线成果。

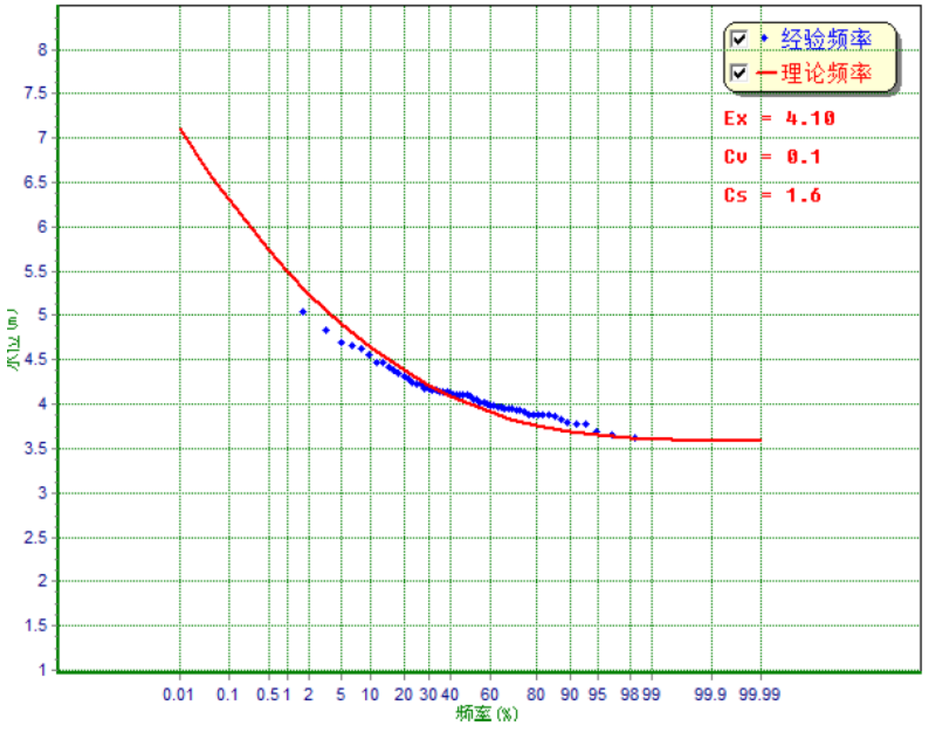


图 2.4-1 瑞安站年最高潮位适线曲线

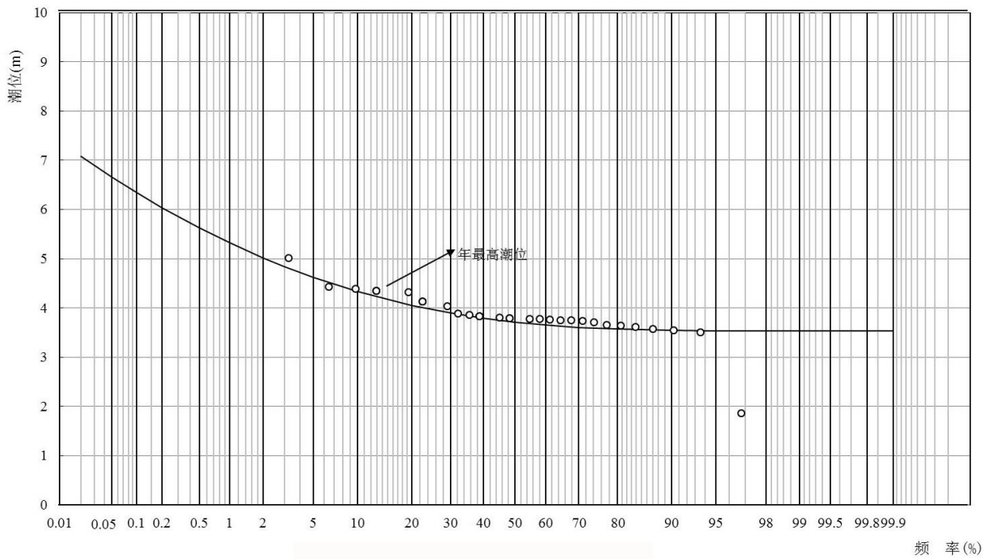


图 2.4-2 上关山站年最高潮位适线曲线

上关山站实测资料不足 20 年，可以根据与之潮汐特征相似且资料系列较长的瑞安潮位站，经同步分析，两站相关性较好，按 P-III型适线推求上关山站设计潮位，上关山站年最高潮位适线曲线见上图，两站设计潮位见下表。

表 2.4-3 瑞安、上关山潮位适线成果表

站名	项目	设计高潮位 P(%)						备注
		1	2	5	10	20	50	
瑞安	高潮位	5.49	5.24	4.90	4.64	4.38	4.00	P-III型适线
		5.46	5.20	4.86	/	/	/	《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》（本次选用结果）
		5.52	5.22	4.85	4.56	4.28	/	《浙江省海塘工程技术规定》
	低潮位	-3.02	-2.97	-2.9	-2.84	-2.77	-2.64	P-III型适线
上关山	高潮位	5.33	5.06	4.60	4.35	4.09	3.72	P-III型适线
	低潮位	-4.29	-4.23	-4.13	-4.06	-3.96	-3.79	P-III型适线

本次堤线位置位于瑞安站与上关山站之间，本工程距瑞安站 6.2km，距上关山站 5.8km，由瑞安站与上关山站内插，求得工程位置各重现期设计潮位为：

$$Z_{本工程}=0.433\cdot Z_{瑞}+0.567\cdot Z_{上}$$

成果见下表。

表 2.4-4 工程处设计高潮位、设计低潮位成果表

项目	设计频率 P（%）					备注
	1	2	5	10	20	
高潮位	5.39	5.12	4.77	4.48	4.22	由瑞安和上关山站插值所得
低潮位	-3.74	-3.68	-3.60	-3.53	-3.44	

2.4.2.4 与附近工程设计潮位对比

本次设计高潮位合理性分析选择与附近的海塘工程进行对比。各类比工程 100 年一遇高潮位：阁巷围区海塘 5.39m、丁山二期海塘 5.38m，与本工程基本一致，成果是合理的。

2.4.2.5 设计潮型

设计潮型按照平均偏不利选用，采用典型年法，设计代表站选上关山站，设计潮型选用 1989 年 10 月 15 日～18 日实测潮位过程，经修正后得到排涝设计的典型潮型。

表 2.4-5 围垦区外海典型潮位过程线

时段	潮位			
	第一日	第二日	第三日	第四日
1	1.57	1.88	3.03	3.1
2	-0.07	0.52	1.91	2
3	-1.49	-0.98	0.57	0.85
4	-2.2	-2.07	-0.95	-0.57
5	-2.59	-2.6	-2.05	-1.81
6	-2.44	-2.85	-2.42	-2.49
7	-1.25	-2.43	-2.15	-2.8
8	0.23	-0.69	-1.69	-2.49
9	1.85	1.32	-0.31	-1.76
10	3.12	2.88	1.41	-0.57
11	3.63	3.8	2.77	0.85
12	3.12	3.37	3.97	2.17
13	1.97	2.53	3.8	3.32
14	0.77	1.37	3.09	3.06
15	-0.83	0.14	2.03	2.44
16	-2.05	-1.01	0.77	1.35
17	-2.44	-1.6	-0.6	0.11
18	-2.23	-1.86	-1.46	-0.95
19	-1.72	-1.6	-1.77	-1.74
20	-0.31	-0.54	-1.57	-1.56
21	1.37	0.82	-0.48	-1.16
22	2.7	2.17	0.85	-0.13
23	3.39	3.15	2.2	1.11
24	2.97	3.71	2.85	1.97

2.5 洪水

流域洪水由暴雨形成，大洪水大多出现于台汛期，统计林垟雨量站连续雨量观测资料，发现年最大 24 小时降雨系列中有 70%都发生在台汛期，梅汛期及非汛期通常只发生中、小洪水。流域大洪水的主要特点是：峰高时短，水量集中，洪水暴涨暴落。

2.5.1 设计暴雨

本工程附近有平阳、林垟 2 个雨量站点，设计暴雨选用平阳和林垟站计算面雨量，雨量资料系列为 1960～2017 年，按照同场雨量年最大值选样方法，分别统计年最大一日、三日暴雨，按照经验频率排频后采用 P-III线型适线，最大一日设计暴雨根据当地实际情况取为最大 1 日暴雨的 1.13 倍。设计暴雨成果见表 2.5-1。与查《浙江省短历时暴雨》图集成果比较见表 2.5-2，由表可知，本次围垦区适线设计暴雨值与图集值相近，略大于图集值为工程安全计。实测暴雨资料系列也较长，因此本次设计暴雨采用适线暴雨设计值。

表 2.5-1 围垦区设计暴雨成果表 单位：mm

时段	均值	CV	CS/CV	频率 P（%）				
				1	2	5	10	20
H1 日	132.9	0.5	3.5	363.6	321.1	264.3	220.7	176.2
H24h	H24h=1.13* H1 日			410.9	362.8	298.6	249.4	199.1
H3 日	190.3	0.48	3.5	503.9	446.8	370.3	311.3	250.8

表 2.5-2 与查《图集》设计暴雨成果比较表

时段	均值	CV	CS/CV	频率 P（%）					备注
				1	2	5	10	20	
H24h	150.1	0.5	3.5	410.9	362.8	298.6	249.4	199.1	适线
H3 日	190.3	0.48	3.5	503.9	446.8	370.3	311.3	250.8	
H24h	140	0.52	3.5	396.2	347.2	284.2	235.8	186.5	查图集
H3 日	180	0.5	3.5	493.2	435.6	357.8	299.0	238.7	
H24h	/	/	/	3.7%	4.5%	5.1%	5.8%	6.8%	相差
H3 日	/	/	/	2.2%	2.6%	3.5%	4.1%	5.1%	

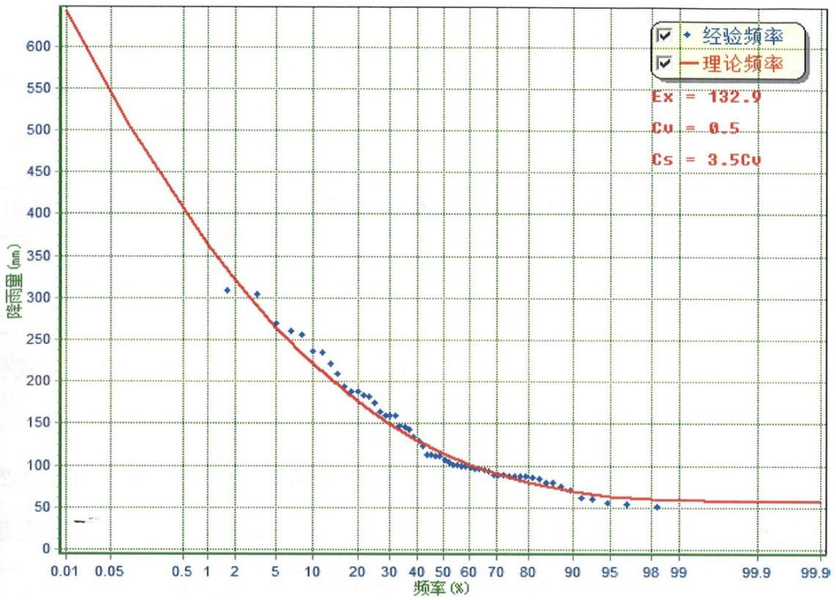


图 2.5-1 围垦区最大一日暴雨适线

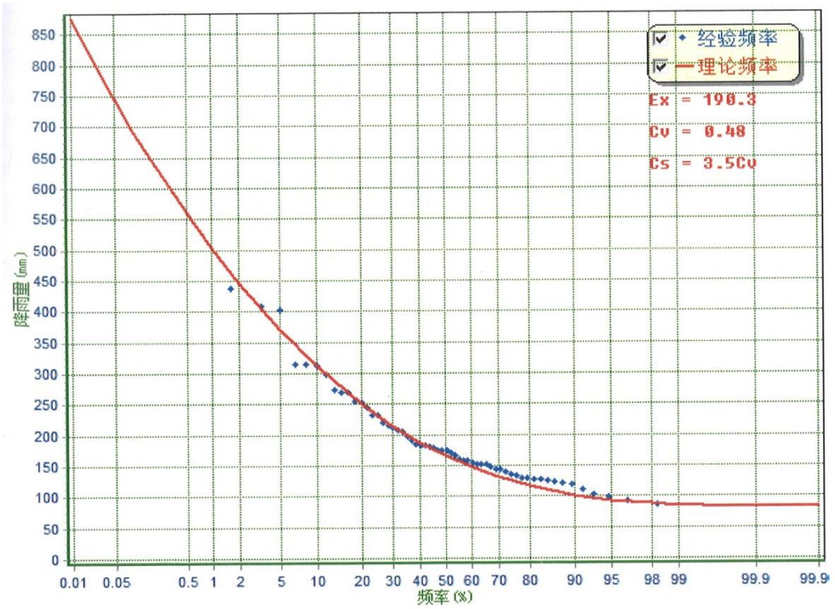


图 2.5-2 围垦区最大三日暴雨适线

2.5.2 设计雨型

设计雨型采用图集型，时段雨量排位规则按暴雨图集确定。

(1)日程分配

据统计分析，选定最大 24h 暴雨位于三日当中的第 2 日，第 1 日和第 3 日雨量分别占（$H_{3日}$-H_{24h}）的 60%和 40%。

(2)时程分配

24 小时暴雨的时程分配用暴雨衰减指数 Np 值控制，采用暴雨公式计算时段雨量。经实测暴雨分析，确定暴雨衰减指数 Np 值为 0.55。

时段雨量排位规则按暴雨图集确定。分配时最大 1 小时雨量置于第 21 小时，老二项位于老大项的左边，其余各项按大小次序，奇数项排在左边，偶数项排在右边，当右边排满 24 小时，余下各项全部排在左边。

2.5.3 洪潮遭遇分析

统计瑞平平原大暴雨时期 1d 面雨量与同期瑞安潮位站潮位遭遇情况，进行洪潮遭遇分析，见下表。

表 2.5-3 流域洪潮遭遇统计成果表

序号	日期	1d 雨量（mm）	雨量重现期（年）	相应潮位（m）	潮位重现期（年）
1	2005-7-19	370.7	20～30	4.28	4～5
2	1965-8-19	269.8	15～20	2.49	≤2
3	1987-9-10	259.7	10～15	4.00	2
4	1999-9-2	258.1	10	2.69	≤2
5	1994-8-21	257.1	8	5.02	50～100
6	1992-8-30	251.1	7	4.64	10～20
7	1973-10-11	239.9	6	3.49	≤2
8	1962-9-5	233.8	6	2.86	≤2
9	1991-10-3	233.3	5	2.66	≤2
10	2013-10-6	215.5	5	4.65	5～10
11	2006-8-10	206.0	5	4.2	3～5
12	2002-9-7	205.9	4	4.82	20～25
13	1989-7-21	200.2	4	3.53	≤2
14	1996-8-1	199.1	4	4.53	5～10
15	1960-8-8	193.5	3	4.08	2～3

由上表可知，1d 面雨量 250mm 以上的暴雨一共有 6 场，其中，排在第 5 位的 1994 年 8 月 21 日暴雨遭遇瑞安 50～100 年一遇高潮位，第 6 位的 1992 年 8 月 30 日暴雨遭

遇瑞安站 10～20 年一遇高潮位。190mm～250mm 的暴雨一共是 9 场，其中 2006 年 8 月 10 日洪水遭遇瑞安站 3～5 年一遇高潮位，2002 年 9 月 7 日洪水遭遇瑞安站 20～25 年一遇高潮位，1996 年 8 月 1 日洪水遭遇瑞安站 5～10 年一遇高潮位，其余年份均遭遇 3 年以下潮位。

因此，瑞平平原发生大暴雨时，遭遇飞云江沿海高潮位的可能性比较大，如 1992 年 8 月、1994 年 8 月、1996 年 8 月、2002 年 9 月等洪水，均遭遇沿海高潮位。据此确定瑞平平原发生 5 年一遇以上设计频率洪水，遭遇飞云江、外海相应 5 年一遇潮位，雨峰对潮峰。

2.5.4 施工期水位

海塘度汛标准采用 20 年一遇，水闸度汛标准采用 50 年一遇。50 年一遇设计高潮位为 5.12m，20 年一遇设计高潮位为 4.77m。

2.6 排水（涝）模数及流量

针对本区域排涝方案，平阳县水利局已组织编制了《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告（报批稿）》（浙江广川工程咨询有限公司 2018.07），因排涝工程措施不在本次工程范围内，故不再复述。跟本工程相关的主要是拟定的新北闸，因考虑水闸的建设影响堤防闭合。根据《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告》确定的水闸规模如下：新北闸：水闸 3 孔×5m，闸底槛高程-0.5m，设计排水流量 135m³/s。

2.7 泥沙

2.7.1 资料情况

为充分反映海塘塘脚附近海域的海床冲淤，收集与宋埠西湾海塘相关的地形测图。其中，海图资料的散点较少、精度有限，采用 5 个测次的水下地形测图（见下表）进行海床演变分析。

表 2.7-1 各地形测图资料

序号	测量范围	测图时间	比例尺	测量单位
1	塘前局部地形	2021 年 10 月	1:2000	平阳县国渠水利水电勘测设计有限公司
2	塘前局部地形	2019 年 10 月	1:2000	温州市水利电力勘测设计院
3	塘前 2 个断面（D4、D5）	2017 年	1:5000	浙江省河海测绘院
4	塘前海域	2016 年	1:10000	国家海洋局第二海洋研究所
5	飞鳌滩促淤工程海域	2011 年 1 月	1:50000	浙江省河海测绘院

2.7.2 工程海域的演变特征分析

2.7.2.1 浙江南部海岸总体格局分析

促淤围垦等人类活动是浙江沿海海岸面积变化的关键因素，从遥感数据可见，1984 年以来，浙江沿海围垦等活动呈现不断加强的趋势，其中尤以 2004-2011 年间最为剧烈。

浙江南部海区的海岸格局变化图可见，温州海岸在 1984-2015 年的 31 年间，海岸面积年均增加速率 0.81 万亩。宋埠西湾海塘区域，曾于 2009 年 2 月开展围垦工程，使得海岸线外推，2010 年 12 月主堤坝堵口合龙后本工程所在位置的海岸线格局不再变化。

总体而言，本工程塘前海床高程起伏不大，坡度较平缓，地貌单元较单一，无浅滩、深槽等。

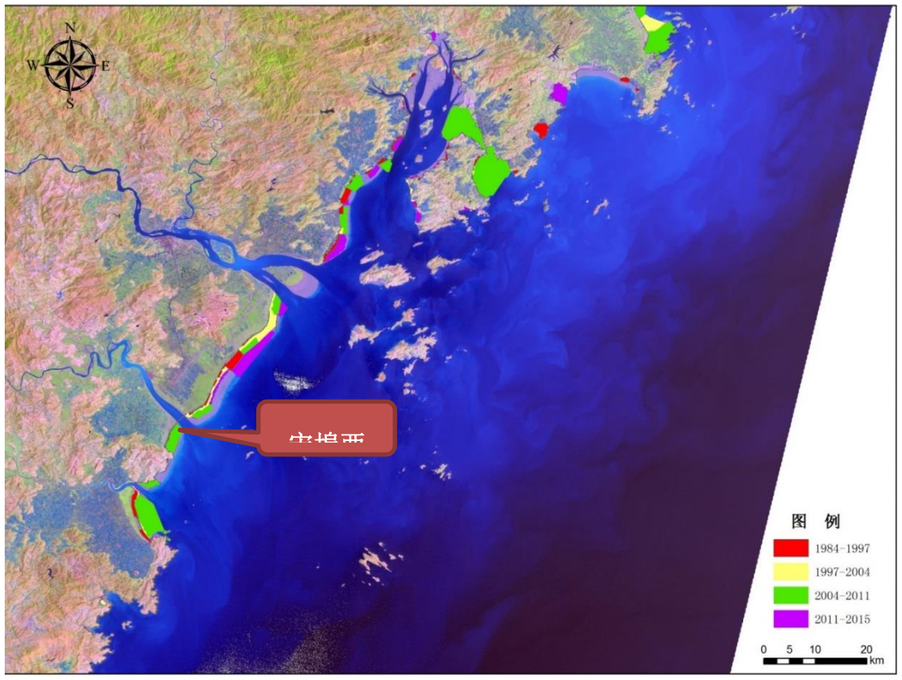


图 2.7-1 1984-2015 年浙南海岸格局变化过程

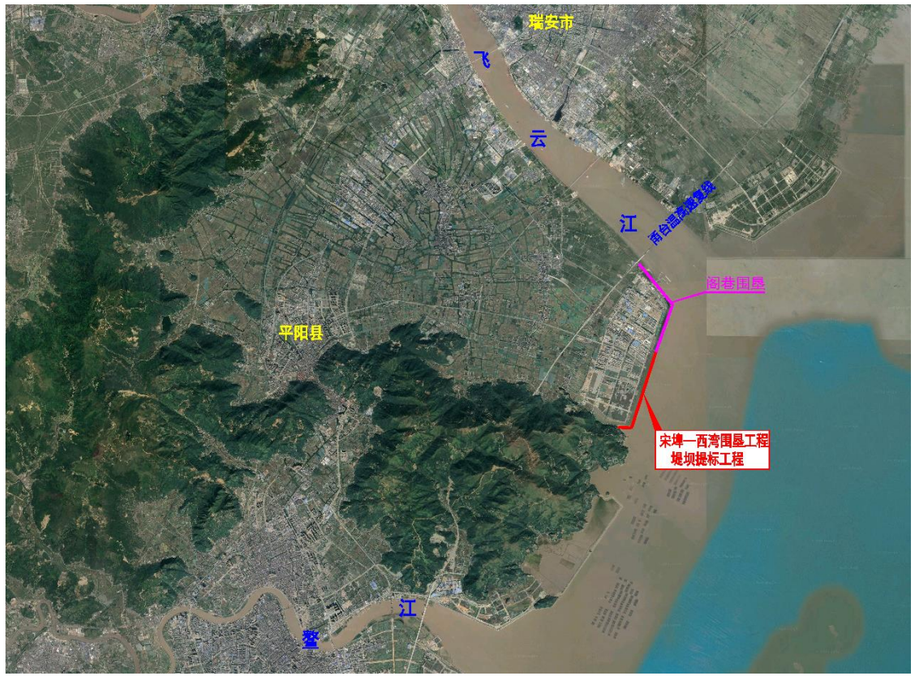


图 2.7-2 本工程地理位置

2.7.2.2 飞云江河口泥沙特性

飞云江流域上游来流含沙量较低，来沙总量不大。岱口站多年平均含沙量仅 0.17kg/m^3，最大含沙量 0.64 kg/m^3(1967 年)，最小含沙量 0.05 kg/m^3(1976 年)，多年平均年输沙量 40.6 万吨。输沙量的年内分配，主要集中在暴雨期，尤其集中在台风暴雨期，一般 6～9 月这四个月的输沙量占全年 60%以上。

上游来沙，颗粒较粗，大部份是沙卵石。对飞云江感潮河段影响较大的，主要是洪水期引起的河床冲刷的悬沙重新分配，包括进入本河段的细沙和粉沙。

飞云江河口以海域来沙为主，宝香以下河段涨、落潮含沙量平均为 2～4kg/m^3，并在下埠一带形成相对的高含沙量区，最大可达 5～6 kg/m^3。但含沙量到上游的马屿、潘山并未减少反而增加，特别是潘山的含沙量曾测到很高值，可能与河床底部存在高含沙量浮泥层有关。飞云江口门每潮的输沙量可达 30～60 万 t，而上游的年输沙量仅 41 万 t，即一潮的海域来沙量相当上游一年的流域来沙，可见河口段泥沙主要来自海域。

2.7.2.3 工程海域冲淤演变特征分析

根据宋埠西湾海塘附近的海域地形资料情况，分 4 个阶段阐述工程海域冲淤演变特征。

（1）1979 年～2011 年

下图为 1979 年 12 月～2011 年 1 月的冲淤变化图，反映了飞鳌滩-6m 以上潮滩及水下浅滩区域的冲淤状况。图中可见，飞鳌滩总体处于淤积态势，且以宋埠西湾至鳌江口一线的潮滩区域淤积较为明显，淤幅在 0.5～1m。随着高程减小和水深的增大，滩涂的淤积范围减小，至-5m 左右的水下浅滩，冲淤态势则逐渐由淤积变为微冲，冲刷幅度在 0.5m 以内。

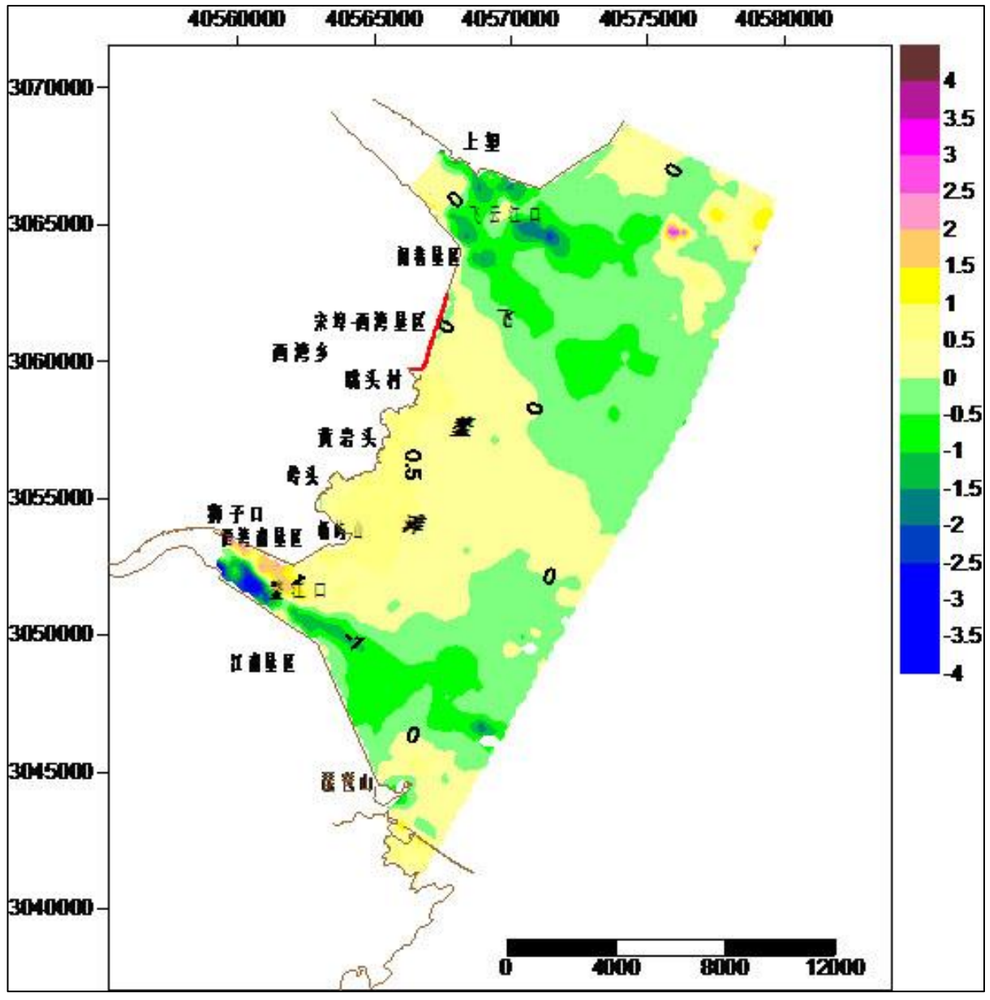


图 2.7-3 1979.12～2011.1 宋埠西湾海塘附近海域海床冲淤图

（2）2012 年～2016 年

采用温州南部海域滩涂监测资料，分析 2012 年～2016 年飞鳌滩附近海域的冲淤变化，见下图。图中可见，2012~2016 年瓯江口以南海域整体较为稳定，大部分区域冲淤幅度小于 0.5m，飞云江和鳌江入海口两侧边滩略有淤积，本工程宋埠西湾塘前局部海床的最大淤积幅度超 1.5 m。

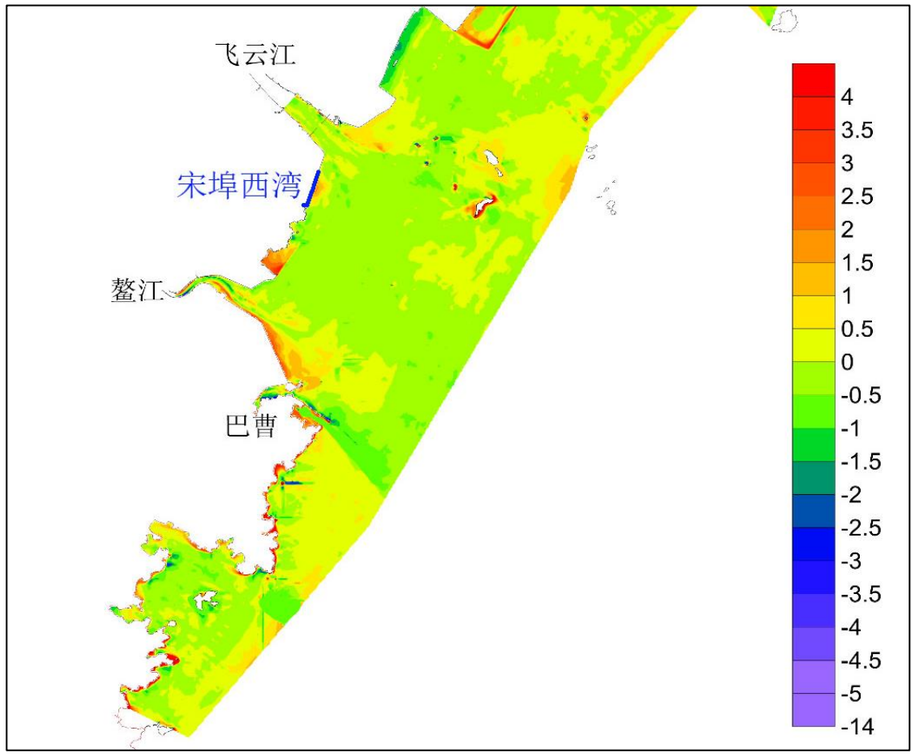


图 2.7-4 2012 年～2016 年宋埠西湾海塘附近海域海床冲淤图

（3）2016 年～2019 年

下图为 2016～2019 年工程海域的冲淤面貌图。由图可见，海向主堤南北两侧冲淤面貌不同：北侧冲淤交替，总体呈现淤积态势，冲刷区域和幅度相对较小；南侧总体呈冲刷态势，但以小幅冲刷为主，平均冲刷深约 0.22m，其中西湾跳头山脚附近海堤区域冲刷较为明显,平均冲深约 0.65m，最大冲深近 1.5m。

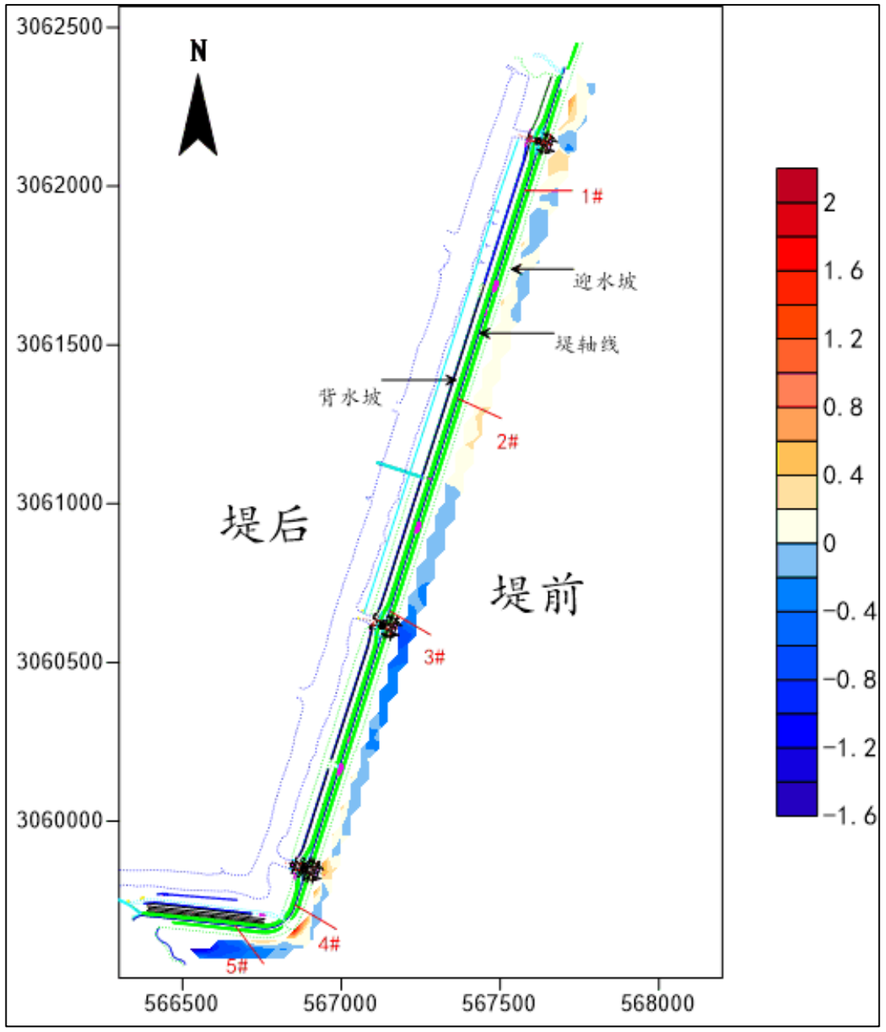


图 2.7-5 2016 年～2019 年宋埠西湾海塘附近海域海床冲淤图

（4）2019 年～2021 年

下图为 2019~2021 年工程海域的冲淤面貌图。由图可见，海向主堤南北两侧冲淤面貌基本类似，绝大部分区域以冲刷为主、海床平均冲刷深度约为 0.3m，最大冲刷深度约 1.6m，出现在 4#~5#断面间的主堤转角处；零星区域有海床小幅淤积现象。

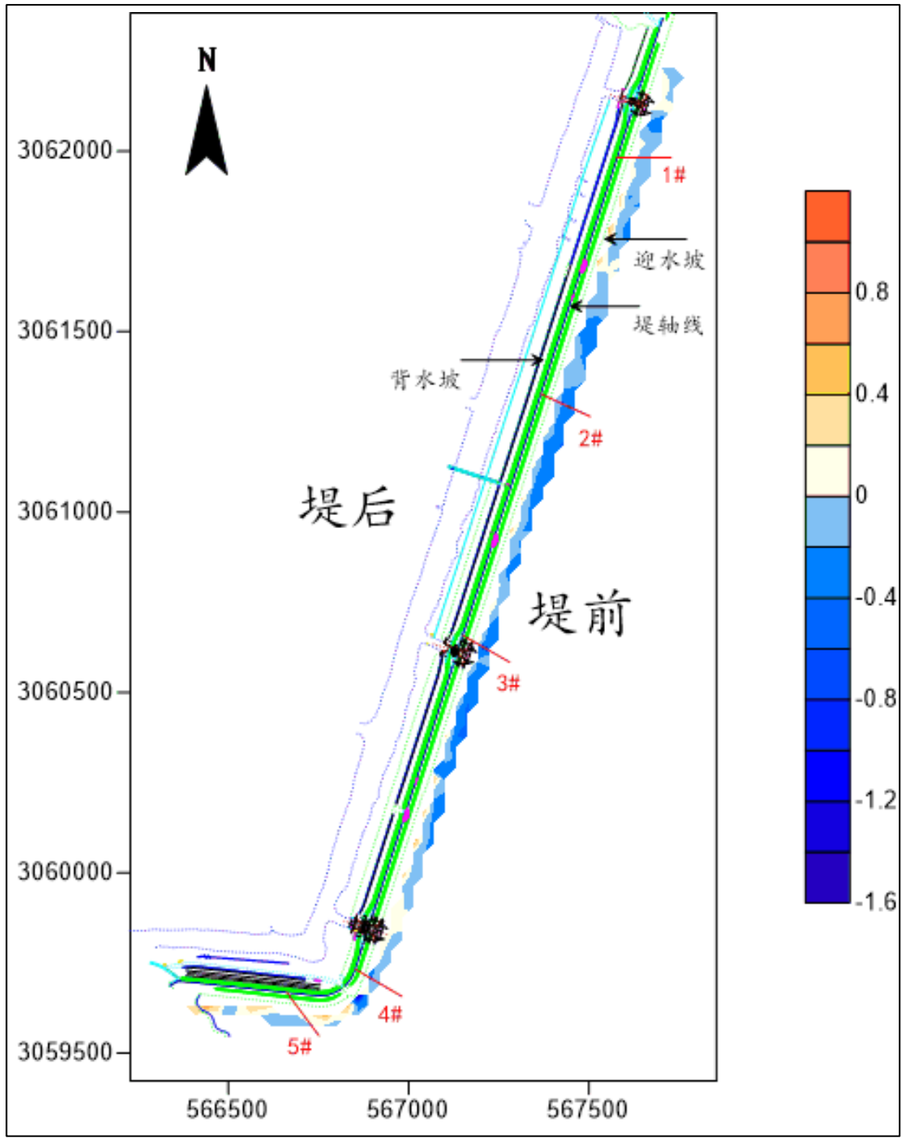


图 2.7-6 2019 年～2021 年宋埠西湾海塘附近海域海床冲淤图

2.7.3 海塘典型断面及前沿冲淤变化分析

在工程海域自北向南布设 5 条海堤法线方向的断面，命名为 1#~5#（见下图）。其中，1#~3#断面分别位于主堤北部和中部，3#断面位于水闸区域附近，4#和 5#断面位于南部西湾跳头山脚附近，4#断面为南侧主堤转向位置，5#断面为主堤南侧中间区域。

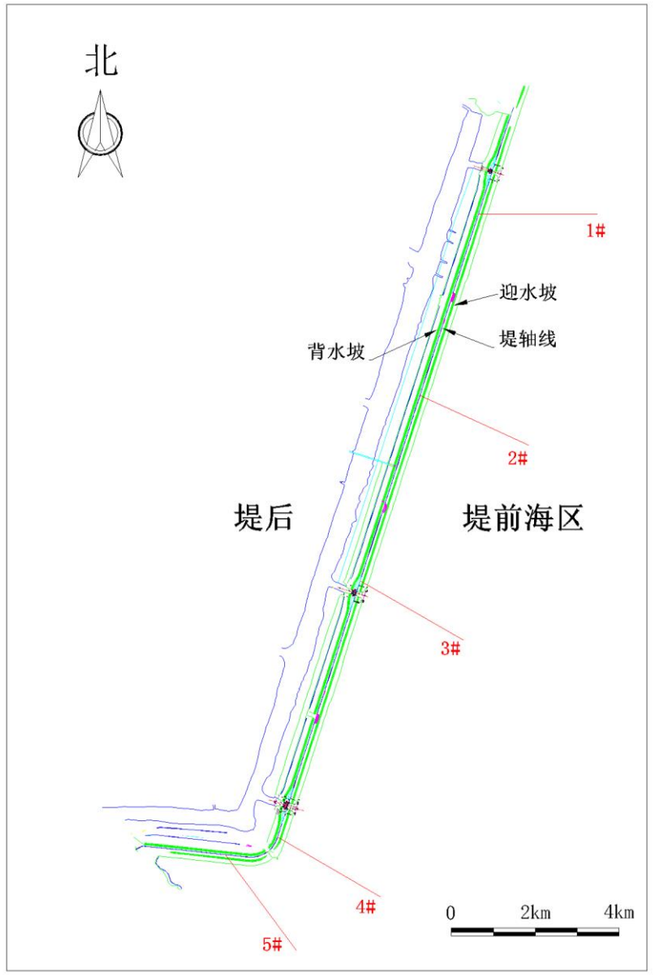


图 2.7-7 工程海域断面位置示意图

各断面以主堤轴线为起点，向海延伸约 6km，读取起点距和高程得到各断面的地形数据，进行多年的数据对比，见下列插图。图中可见，5 个典型断面的多年海床冲淤情况如下：

2.7.3.1 1#断面

2011~2016 年，该断面总体上呈现冲淤并存的状态。其中，近堤区海床呈淤积态势，平均淤涨 0.15m 左右；主堤轴线 500m 外，冲刷占优，平均冲深约 0.23m，主要冲刷区域集中于堤轴线外 1.5km~3km 区域，平均海床冲刷深度约 0.45m，最大冲深可达 0.7m。

2016~2021 年，该断面近堤区（主堤轴线向海约 300m 内）海床呈现冲刷态势。其中，近堤区在 2016~2019 年高程基本稳定，但 2019~2021 年海床有刷深；至 2021 年，

近堤 200-300m 内海床高程基本与 2011 年持平。

因此，2011~2021 年的十年间，1#断面海床由冲淤并存态势转为冲刷态势。

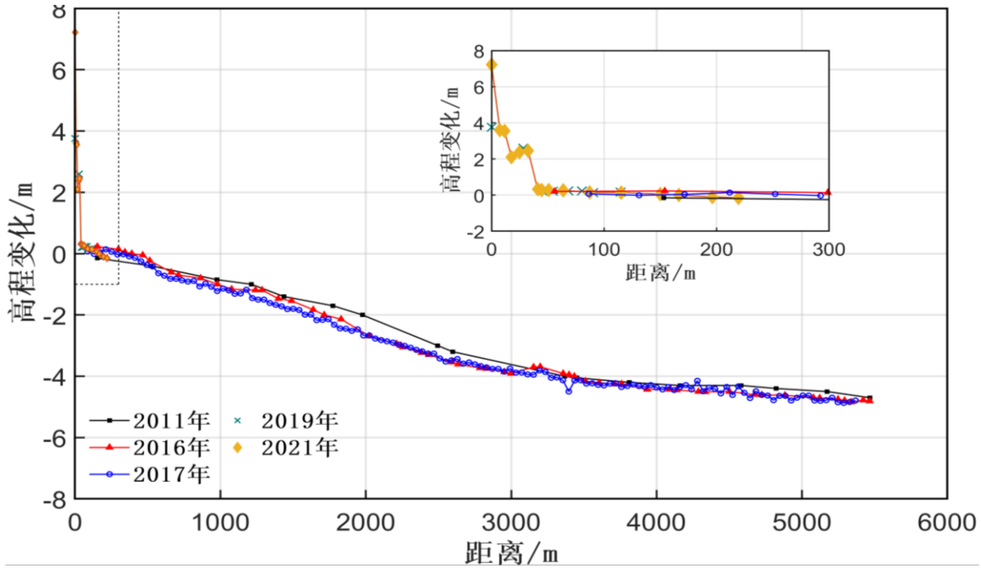


图 2.7-8 1#断面图

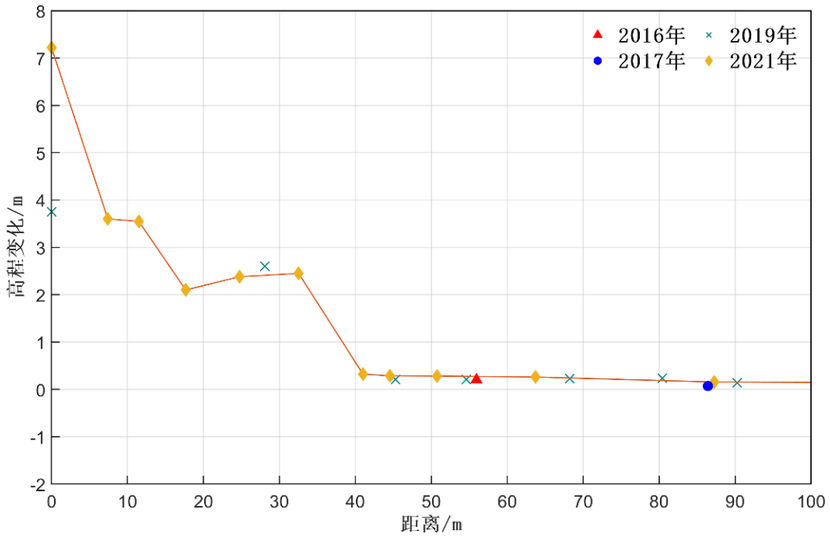


图 2.7-9 1#断面塘轴线外 100m 图

2.7.3.2 2#断面

2011~2016 年，该断面总体上呈现冲淤并存的状态。其中，主堤轴线向海约 1km 内海床明显淤高，平均淤涨约 0.95m，最大淤积可达 1.4m；主堤 1km 外，冲刷占优，主要冲刷区集中堤轴线外 2km~4km 海域，该区域 2011~2016 年平均海床冲刷深度约 0.4mm，最大冲深约 0.5m。

2016~2021 年，该断面近堤区（主堤轴线向海约 300m 内）海床呈现冲刷态势。其中，近堤区在 2016~2019 年距堤轴线外 50~150m 的海床略淤积，约 0.25m；但 2019~2021 年近堤区（0~300m）普遍发生冲刷，海床高程较 2016 年最大刷深可达 0.3m。

因此，2011~2021 年的十年间，2#断面海床由冲淤并存态势转为冲刷态势。

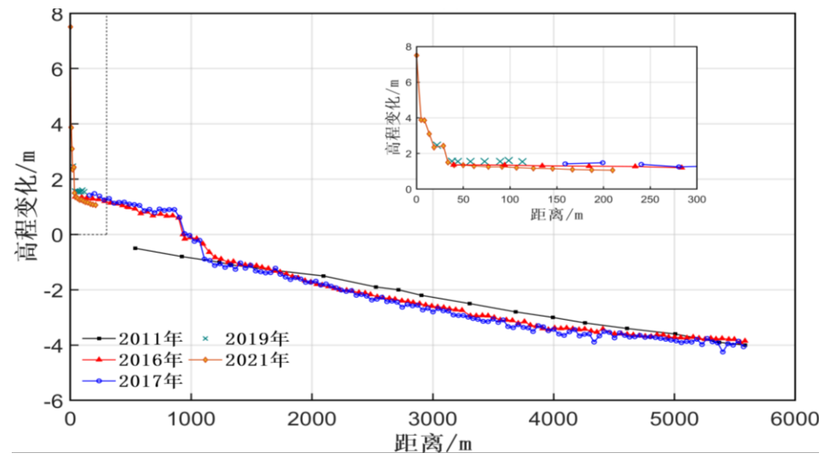


图 2.7-10 2#断面图

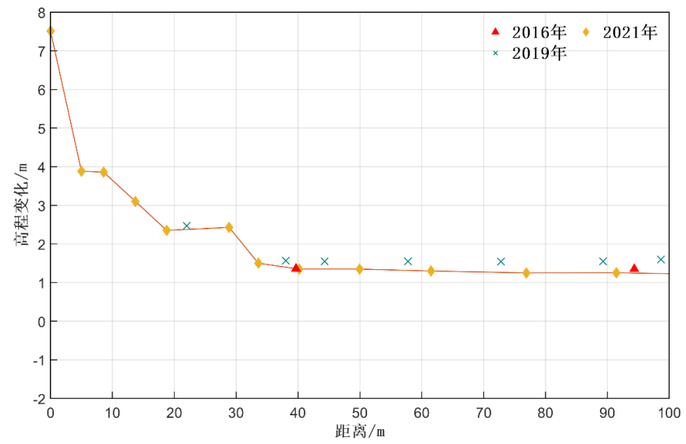


图 2.7-11 2#断面塘轴线外 100m 图

2.7.3.3 3#断面

2011~2016 年，该断面总体上处于较大幅度的冲淤并存状态。其中，主堤轴线向海 500m～1km 内，海床明显淤高，最大淤涨幅度可达 1.2m；主堤 1km 外，海床以冲刷为主，最大冲深约 0.8m。

2016~2021 年，该断面近堤区（主堤轴线向海约 300m 内）海床呈现冲刷态势。其中，近堤区不同区域冲刷幅度不同，主堤轴线外 0~150m 冲刷幅度较小，平均约 0.5m；而堤轴线外 150~300m 冲刷平均约 0.7m，最大可达 0.9m。

因此，2011~2021 年的十年间，3#断面海床由冲淤并存态势转为冲刷态势。

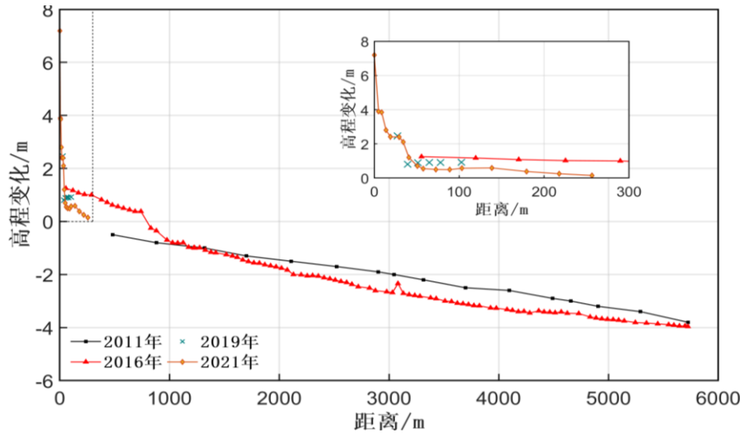


图 2.7-12 3#断面图

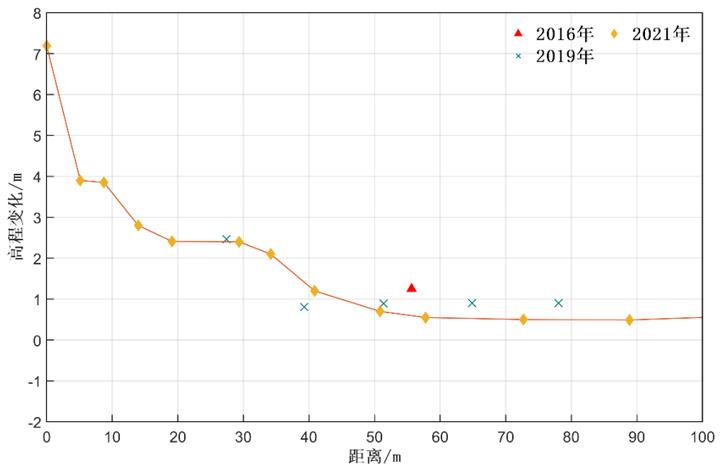


图 2.7-13 3#断面塘轴线外 100m 图

2.7.3.4 4#断面

2011~2016 年，主堤轴线向海 500m～2km 范围内，海床冲刷幅度较小，平均冲刷约 0.15m；堤轴线向海 2km 外，海床冲刷幅度相对大，平均约 0.5m，最大冲深约 0.65m。

2016~2017 年，远堤区（堤轴线外 3km~4km）海床高程基本稳定。

2016~2021 年，近堤区（堤轴线向海 300m 内）呈现冲刷环境。其中，2016~2019 年，堤轴线外 50~100m 略微冲刷；2019~2021 年，堤轴线外 0~100m 内海床高程略有冲刷，幅度不超过 0.2m。

因此，2011~2021 年的十年间，4#断面总体上呈现冲刷态势。

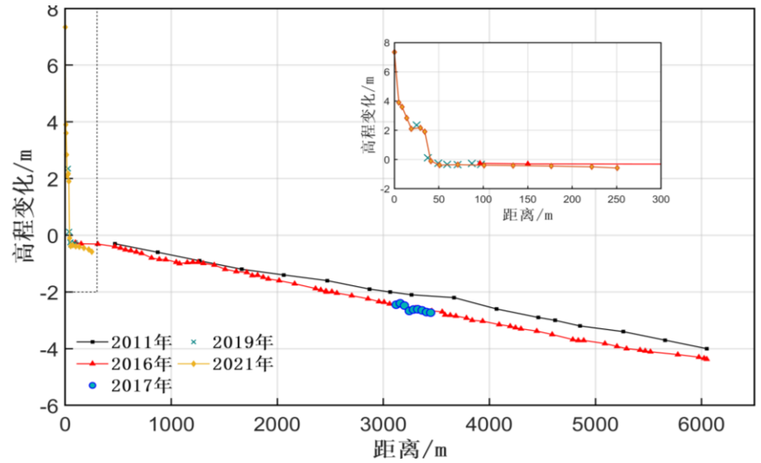


图 2.7-14 4#断面图

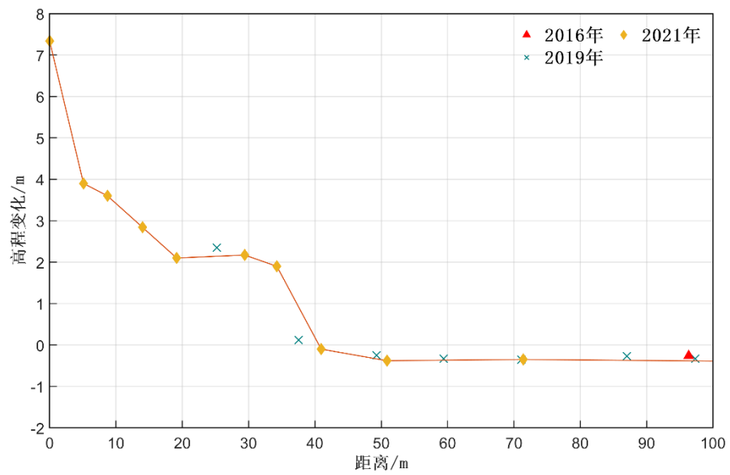


图 2.7-15 4#断面塘轴线外 100m 图

2.7.3.5 5#断面

2011~2016 年，主堤轴线向海 500m~1.7km 范围内，海床处于冲刷态势，平均冲刷约 0.45m，最大可达 0.6m；但堤轴线外 1.7km~5km 区域，多年冲刷幅度总体上稍小于近堤区，平均约 0.35m。

2016~2021 年，近堤区（堤轴线向海 500m 内）仍以冲刷占优。其中，2016~2019 年，近堤区 0~200m 范围内海床冲刷，平均冲深约 0.3m；2019~2021 年，近堤区 0~200m 范围内海床高程基本稳定。2021 年地形对比 2017 年，近堤区 200~400m 范围内海床冲淤变化小。

因此，2011~2021 年的十年间，5#断面总体上呈现冲刷态势。

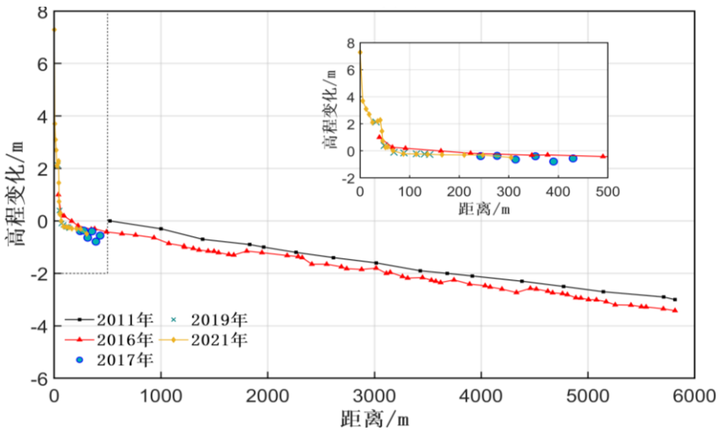


图 2.7-16 5#断面图

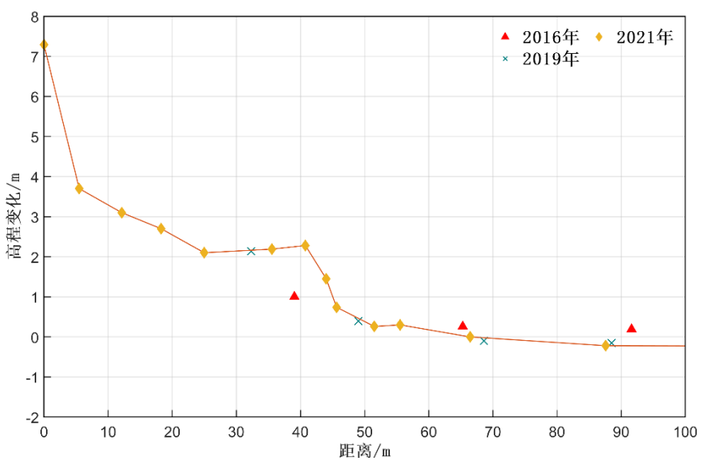


图 2.7-17 5#断面塘轴线外 100m 图

根据工程海域的冲淤面貌与宋埠西湾海塘典型断面的冲淤变化分析，2011~2016 年，工程海域冲淤并存，塘前区域以淤积为主；2016~2019 年，塘前区域由淤转冲，冲淤面貌并存；2019~2021 年，塘前区域普遍冲刷。在 2016~2021 年的五年间，塘前区域的海床冲刷幅度大多小于 0.7m。

表 2.7-2 近 5 年堤前 100m 范围滩地高程变化

断面	桩号	2016~2021（m）	备注
1#	K3+000	0.20	近北闸
2#	K2+200	-0.25	
3#	K1+500	-0.50	近中闸
4#	K0+550	-0.50	堤线转弯处
5#	K0+400	-0.25	近山脚

*注：冲刷为负值，淤积为正值

2.7.4 近 2 年堤前三维地形冲淤对比分析

为更清晰的对比 2019 年 10 月和 2021 年 10 月两次测绘成果反应的堤前滩地变化，将两次测绘成果构建成三维地形：

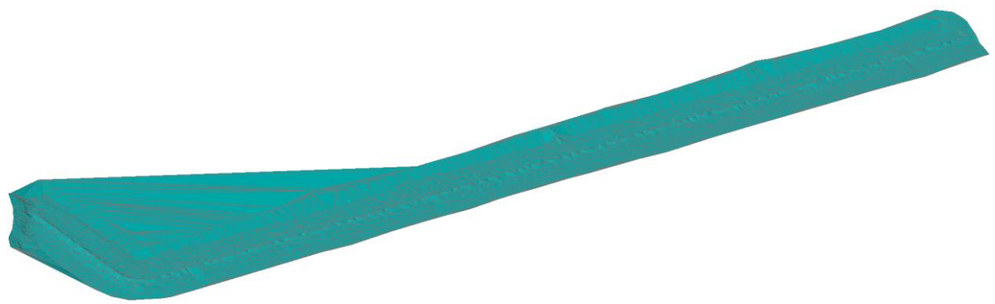


图 2.7-18 2019 年 10 月地形模型

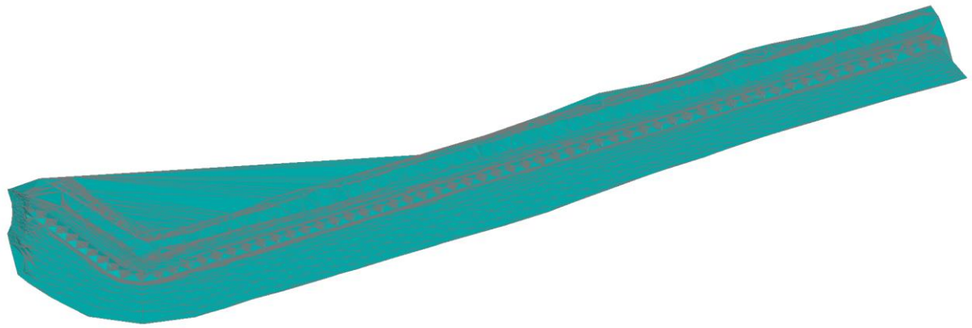


图 2.7-19 2021 年 10 月地形模型

采用三维体积分析工具对堤脚~堤脚外 60 范围平面进行体积对照，相比 2019 年 10 月测图，在 2021 年 10 月时，该范围总面积 194891.64m^2，范围内土方减少量为 25381.25m^3，平均降低 0.1302m。

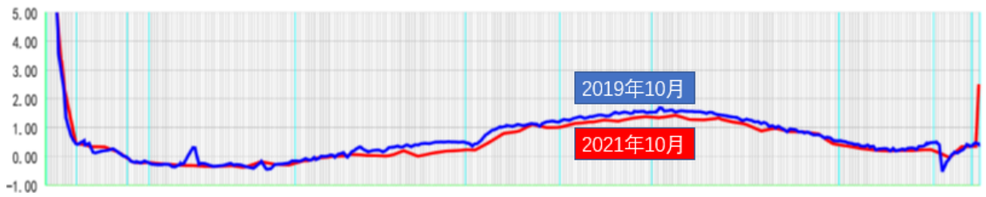


图 2.7-20 堤脚外 30m 滩地高程纵剖面图

在堤脚外 30m 处剖切两期三维地形，得到以上纵剖面图。由上图可见，工程起点跳头山脚为山体，工程重点为飞鳌促淤堤，两端地形变化较小，而在 K1+000~K2+600 范围内两期地形线变化明显，最大冲刷深度接近 40cm。

2.7.5 塘前海床冲淤趋势分析

长江口南下的近岸流经过杭州湾继续向南进入浙闽沿岸区，沿途不断发生沉积。从不同时期的卫星图片都可以看出，在浙江沿岸 30～40 km 的范围内存在一条明显的泥沙混浊带，其范围由北向南逐渐减少，水体含沙量也由北向南逐渐降低。也就是说，巨量的长江入海泥沙通过江浙沿岸流向南输送，在输送的过程中，大量泥沙在沿海海区沉积下来，这些细颗粒泥沙极易为波浪扰动而重新悬浮，并藉助潮流作用向岸运移，是浙南沿岸造床过程的主要物质来源。

虽然，历时资料表明飞云江、鳌江之间海岸滩涂较发育，但需要引起重视的是，自 2016 年以来，本工程宋埠西湾海塘前沿区域已由淤转冲，在当前长江入海泥沙骤减的大背景下，沿岸近海泥沙补给量可能逐渐发生变化，加之飞云江来沙减少、灵霓北堤合拢阻碍长江入海泥沙向南输移等多方面因素，今后宋埠西湾海塘前沿的冲刷趋势可能还会持续。

同时，根据最近的排涝规划成果，本工程堤段三座水闸其排涝流量也将增大。堤外涂面人类养殖活动也逐渐频繁，这些都是维持堤外滩涂高程的不利因素。

由工程平面图可见，堤线在 K0+470 处转弯，属冲刷不利堤段，对照上图 5.4-3，该处堤前滩地高程也最低，且近两年来高程几乎无变化，在-0.30~-0.40m 之间。因此，可以认为在未来较长时间内，堤脚外 30m 处最低冲刷底高程也在-0.30~-0.40m 左右。现状涂面高程最高处在 K2+200 左右，为 1.42m。

在 2016~2021 年的五年间，塘前区域的海床冲刷幅度大多小于 0.7m，而堤脚前 30m 处 K1+000~K2+600 范围内两期地形线变化明显，近两年最大冲刷深度接近 40cm。

综上，根据前述分析，2011~2016 年，工程海域冲淤并存，塘前区域以淤积为主。堤前滩地 2016~2021 年 K1+000~K2+600 范围内冲刷较明显，平均冲刷深度为 0.30m，且主要集中在近两年，应为近两年台风暴雨频发，内河水系东排逐渐贯通，沿线各闸开启排涝频繁导致。因此，本次预计未来 10 年冲刷深度约为 0.7m。本次设计冲刷深度拟定为 1.5m，如堤前抛石体下降至 0.5m 高程立即采取及时补抛处理。

2.8 水文自动测报系统

2.8.1 水情自动测站

工程建成后，根据需要设立水情自动测报系统，对河道水位、潮位、雨量、闸门开度等能实现传感器自动遥测，同时对水情要素越限、设备事故等具有监控报警功能。为了实现水利管理现代化和信息化的要求，提高水利设施的管理水平和层次，及时准确地掌握水情、雨情，合理、科学的进行水闸运行调度，减轻洪水灾害和增强抗旱能力，提高经济效益，建立水雨情遥测系统，使相关信息能够互联互通，以利于进行综合管理。水情自动测报系统中遥测站主要为遥测雨量水位站。遥测雨量是为了反映流域雨情的时空变化，遥测水位是为了反映河道水位、流量的过程变化。

瑞平平原面积 234.3km^2，平原及附近共有 4 个水文测站。其中，1 个飞云江潮位站、雨量站，2 个平原水位站、雨量站，1 个山区雨量站。参照相关导则，平原水网区面积小于 500 km^2，雨量站数量为 3～6 个。故本区域雨量站设置基本满足本区域的防汛监测需要。

表 2.8-1 水情自动测站基本情况表

站名	所在水系	雨量器高程（m）	观测项目
瑞安	飞云江	10	降水量、潮位
曹村	飞云江	15	降水量
平阳	瑞平塘河	10	降水量、水位
林垟	瑞平塘河	10	降水量、水位

2.8.2 水情自动测报系统

水情自动测报系统可定时取得瑞平平原的实时水文信息，经统一处理及计算后，得到未来时段降雨量和水位变化情况。这种基于实时数据基础上的预报，可以达到很高的精度，它所提供的信息，可用来指导平原区水闸防汛调度和用水调控。为了提高水文信息的实时性、可靠性，优化水闸适时调度方案，优化用水调控方案，建立一个完整的水情自动测报系统是十分必要的。

初拟本项目自动测报系统规划方案，由 1 个中心站（含雨量站），4 个遥测站组成。其中，遥测站为 4 个水位站。

系统的站网布设为：工程调度依据站即中心站设于本项目新建综合管理房内，管理房顶设雨量站；4 个水闸位置各设一个水位站，监测闸上、下水位。所有监测数据同步上传省水文测报中心。

以上各站需建标准化观测场、购置遥测设备、安装固态存储器以及避雷接地等经费共计 240 万元，中心站设备费 25 万元，水文自动预报系统投资为 265 万元。

3 工程地质

3.1 绪言

本工程项目原可行性研究阶段进行了地质勘探，本章节地质成果摘自《平阳县宋埠-西湾海塘加固提升工程可研阶段地质勘察报告》（南京瑞迪建设科技有限公司，2019.10，10 孔）。同时也参考了《平阳县宋埠西湾围垦工程南进水闸工程地质勘察报告》（温州市水利电力勘测设计院，2004.3，5 孔），《平阳县宋埠西湾滩涂围垦工程地质补充勘察报告》（温州市水利电力勘测设计院，2008.5，6 孔），《平阳县宋埠西湾围垦主堤及南闸改址工程地质勘察报告》（温州市水利电力勘测设计院，2008.12，10 孔），《平阳瑞平平原排涝工程管理房及新北闸补充勘察报告》（浙江广川工程咨询有限公司，2018.6，13 孔），综上，工程堤段现有资料各期钻孔 44 只，平均深度 40m 左右，最大深度约 60m。以上勘察资料表明，工程堤段除南端跳投山脚处基岩埋深较浅外，其他地段地层分布均匀，变化较少，相关成果基本满足本阶段设计需求。

3.1.1 勘察依据和标准

本阶段地质勘察工作主要依据的规程规范有：

1）《水利工程建设标准强制性条文》（2020 年版）

2）《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）

3）《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）

4）《水闸与泵站工程地质勘察规范》（SL 704-2015）

5）《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251-2015）

6）《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）

7）《水利水电工程地质测绘规程》（SL299/T-2020）

8）《水利水电工程钻探规程》（SL291-2020）

9）《水利水电工程物探规程》（SL326 -2005）

10）《岩土工程勘察安全标准》（GB/T50585-2019）

11）《水利水电工程地质勘察资料整编规程》（SL567-2012）

12）《水利水电工程制图标准勘测图》（SL73.3-2013）

13）《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）

14）《海堤工程设计规范》（GB /T 51015-2014）

15）《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）

3.1.2 地质勘察方法及工程量

本次勘察根据《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）的相关要求，勘探纵剖面钻孔间距采用 600～800m 布置，横剖面上布置三至四个钻孔（其中，堤外、堤身、堤内、河岸边各布置 1 个勘探孔），间距采用 30～50m，以此为原则，勘探孔布置情况如下：堤防长 3.2km，共布置 2 个地质横剖面，每个剖面布置 3～4 个勘探孔，共 10 个勘探孔，编号为 ZK1～ZK10，根据设计需求，勘探孔深度控制为 40m。

为查明堤内侧闭气土物理力学性质，在堤内侧坡布置了环刀取样点 6 个，编号为 T1～T6。

表 3.1-1 勘察完成工作量一览表

野外勘探工作			室内试验	
项 目		工作量	项 目	工作量
地质测绘	面积（km^2）	0.84	常规物性（组）	101
钻探	孔数（个）/（m）	10/375.8	液塑限（组）	101
取样	取原状样（个）	101	压缩(组)	101
	取环刀样（个）	6	快剪/固快（组）	50/51
	取岩石样（组）	3	渗透（组）	61
测量	定点放样(点)	10	水质分析	2

3.2 区域地质概况

3.2.1 场地地形地貌

本工程区域属潮间带潮滩（淤泥滩）地貌，俗称“海涂”，围区经过新建标准塘建设，经吹土（砂）回填后，现状场地总体地势较平坦，堤顶高程 5.88m～6.72m，堤宽约 5～15m，防浪墙高程 7.22m～7.70m；堤内场区地形总体平坦，高程变化较小；堤外为抛石及滩涂，地形平整。场地土以第四系淤积土为主，主导地质作用为海水堆积作用，地貌单元主要表现为滨海相淤、冲积地貌。

3.2.2 地层岩性

本区主要出露地层为侏罗系上统高坞组凝灰岩（J_{3g}）；覆盖层除人工填土外，均为第四系海积层。

1、侏罗系上统高坞组凝灰岩（J_{3g}）

浅灰色，岩性为流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩，为中酸性、酸性火山碎屑岩，凝灰质结构，假流纹状构造。晶屑多为石英、长石及少量暗色矿物。是晚侏罗世火山喷发第一旋回全盛时期的产物。

2、人工填土（mlQ_4）

主要为堤防、道路填筑土层。

3、海积层（mQ_4）

分布于平原区，滨海滩涂出露于地表，主要为淤泥、淤泥质土，局部夹砂，厚度一般大于 80 米。

3.2.3 特殊性岩土与不良地质作用

1、场地上部普遍分布巨厚的软土层，具高含水率、高孔隙比、高压缩性、低强度、土质不均匀等特点，未经处理，建筑物会产生过量沉降、不均匀沉降和剪切破坏，导致上部建筑物结构开裂、倾斜、失稳等病害。另外，上部软土层因外荷或自重固结产生沉降，对建筑物桩基础产生负摩阻力，降低桩基承载力，从而影响上部结构稳定。

2、堤内侧开挖形成河道，造成堤身直接临空，堤基软土物理力学性质差，在堤身自重应力、局部外加荷载（车辆通行）作用下，易引起软土层侧向挤出导致堤线变形。

3、勘探范围内未发现滑坡、崩塌、土洞等其他影响工程安全的不良地质现象。

3.2.4 水文地质条件

勘察深度范围内，揭露场地浅层地下水为孔隙潜水，赋存于表层素填土及粉质粘土中，主要受大气降水补给，通过大气蒸发及周边河道排泄；揭露场地深层地下水主要赋存于含淤泥粉砂层中，具微承压性，其富水性一般，透水性较强。勘察期间，实测水位埋深为 0.70～6.80m，水位高程为-0.84～1.95m。场地紧临东海，地表水主要为海水及塘河水，水位变化较大，高潮位与低潮位水位相差约 4.0～5.0m，波浪对岸坡冲蚀比较严重。

3.2.5 区域构造稳定性及地震动参数

场地区域构造属华南褶皱系浙东南褶皱带-温州～临海断陷之东南部。地质构造基本特征以断裂为主，主要有 NNE、NE、NEE、SN、NW 等五组不同的方向的断裂，其中以 NNE 向最为发育，其次为 NW 向。

区域内地壳在近期以间歇性升降为主要特征，大致以镇海～温州断裂为界，第四纪以来山区以抬升为主，平原以下降为主。晚近代以来有所活动的断裂为镇海～温州断裂（该断裂为我省主要的两个一级新华夏系大断裂之一），走向约 N20。E，与另 NW 向的丽水～温州断裂反接于状元桥、七都涂、白象一带。

工程区为厚层第四系松散堆积物覆盖，构造行迹不明显，且大断裂埋藏较深，距离拟建项目较远，对拟建项目的影响小。

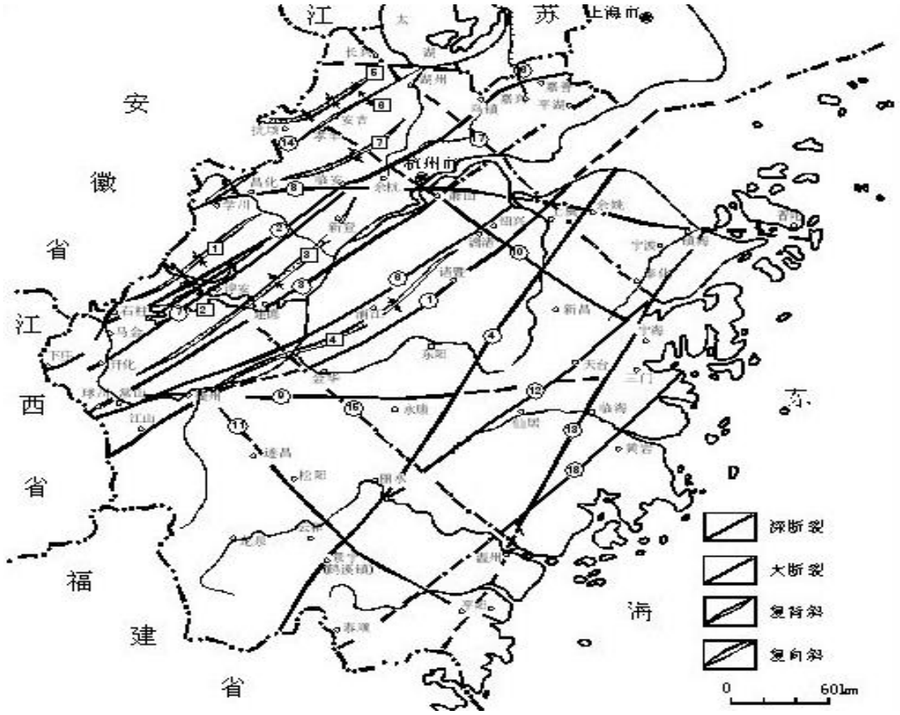


图 3.2-1 浙江省主要褶皱断裂构造分布图

本区属我国东南沿海二等地震带的东北端，接近三等地震区，受远场地震波影响，为少震或弱震区。根据《中国地震参数区划图》GB18306-2015 的划分，场区城镇II类场地基本地震动峰值加速度值 a_{maxII}为 0.05g，抗震设防烈度为 6 度，基本地震动加速度反应谱特征周期值 T_{gII}为 0.40s。

3.3 工程区及建筑物工程地质条件

3.3.1 堤身工程地质条件及评价

堤线长 3.2km，桩 0+000.00～桩 3+209.68，长 3209m。共布置 2 个地质剖面，剖面布置 3～4 个勘探孔，共 10 个勘探孔，编号为 ZK1～ZK10，孔深为 15.8～40.0m。

本次勘察所揭露地层，主要为第四系堆积层。根据野外钻探、室内土工试验成果，将钻探深度范围内场地土综合划分为 6 层（含亚层），除第①层素填土外，堤身填土划

分为 1 层，堤基土划分为 5 层，具体分层详见《工程地质剖面图》（图号：地-04～地-06）。

3.3.1.1 堤身土工程地质条件

根据钻探揭露情况，场地堤身填土为第①$_1$ 层素填土、第①$_2$ 层碎块石土，其土体特性如下：

第①$_1$ 层：素填土，层厚 1.5～4.70m，层顶埋深 0.00m，层顶高程 1.93～6.50m。灰色，分布不均匀，主要为堆填淤泥质粉质粘土、淤泥质粘土、粉质粘土等闭气土，均匀性较差，高压缩性。在 ZK2、ZK8 见揭露。

第①$_2$ 层：碎块石土，层厚 3.20～13.00m，层顶埋深 0.00m，层顶高程 5.37～6.50m。灰黄色，稍密，主要由碎、块石、砾石及少量粉粘粒、砂粒等组成。碎、块石含量分布不均匀，一般为 70～80%，部分大于 80%；粉粘粒含量分布不均匀，一般为 10～20%；砾粒、砂粒等含量一般为 10～20%；底部为碎块石挤入土层，粘性土含量较高。堤顶为薄层砼路面；在堤身勘探孔均见揭露。

3.3.1.2 堤基土工程地质评价

堤基土除南侧见侏罗系上统高坞组凝灰岩（J_3g）外，堤基土主要为第四系软弱土，现将各土层分述如下：

第②$_1$ 层：淤泥质粉质粘土，层厚 7.50～7.80m，层顶埋深 3.00～4.10m，层顶高程-0.38～-0.35m。灰褐色，流塑，饱和，高压缩性，略显层理，主要表现为淤泥质土；在场地内均有揭露。

第②$_{1c}$ 层：淤泥质粉质粘土，为堤基浅部排水固结土，层厚 2.00～4.50m，层顶埋深 4.70～13.00m，层顶高程-6.31～-2.77m。灰褐色，流塑，饱和，高压缩性，干强度较高，韧性较高，切面较光滑。夹少量粉细砂，局部含量稍高，多呈极薄层状分布，在堤身排水固结区勘探孔均有揭露。

第②$_2$ 层：淤泥，层厚 11.00～29.50m，层顶埋深 10.50～29.00m，层顶高程-22.16～-7.85m。灰色，流塑，饱和，高压缩性，鳞片状构造，干强度高，韧性高，切面光滑。夹少量粉细砂，局部含量稍高，多呈薄层、极薄层状分布；夹少量腐植质和贝壳碎屑。在场地内均有揭露。

第②$_{2c}$ 层：淤泥质粘土，为堤基浅部排水固结土，层厚 8.90～14.10m，层顶埋深 8.10～15.00m，层顶高程-8.31～-6.17m。灰色，流塑，饱和，高压缩性，细密鳞片状构造，干强度较高，韧性较高，切面较光滑。夹少量粉细砂，局部含量稍高，多呈极薄层状分布，在堤身排水固结区勘探孔均有揭露。

第⑩$_3$ 层：弱风化凝灰岩，未揭穿，揭露层厚 5.10m。层顶埋深 10.70 m，层顶高程-3.06m。青灰色，凝灰结构，块状构造。饱和抗压强度 72.9Mp，节理裂隙较不发育，岩芯主要呈柱状，部分长柱状，锤击声脆，岩体较完整。仅在钻孔 ZK1 见揭露。

3.3.1.3 抗震设计条件

堤线南侧临山段桩 0+000.0～桩 0+020.0 场地覆盖层以淤积土及填筑的碎块石土、闭气土为主，层厚 5～15 米，建筑场地类别主要为II类，则场地地震动峰值加速度调整系数 F_a 为 1.0，场地地震动峰值加速度值 a_{max} 为 0.05g，基本地震动加速度反应谱特征周期值 T_g 为 0.40s。堤线北侧场地以软弱土为主，根据地区经验，土层等效剪切波速为 110～140m/s，覆盖层厚度远离山边逐渐变厚，相应的建筑场地类别自II类过渡至IV类，主要为IV类，则场地地震动峰值加速度调整系数 F_a 为 1.25，场地地震动峰值加速度值 a_{max} 为 0.063g，基本地震动加速度反应谱特征周期值 T_g 为 0.75s。

本场地的抗震设防烈度为 6 度，按有关规定，本场地可不考虑厚软土层震陷的影响。

3.4 主要工程地质问题评价

3.4.1 抗滑稳定性评价

通过工程地质测绘、钻探、原位测试及土工试验成果分析，堤身土为第①$_1$ 层素填土、第①$_2$ 层碎块石土，工程性质一般，现状堤身挡墙处于稳定状态；堤身土抗滑、抗变形能力较强，边坡稳定能力较好，但下伏堤基主要为软弱土，其工程性质差，对堤身稳定具不利影响，建议设计对堤身稳定进行复核。另外，第①$_2$ 层碎块石透水性强，颗粒级配差，因而需加强挡墙完整性及闭气土检测，防止挡墙破损引起堤身渗漏和渗透变形问题。

3.4.2 渗透性评价

堤身①$_1$ 层素填土主要为堆填淤泥质粉质粘土、粘土、粉质粘土等闭气土，均匀性较差，渗透性等级主要为极微透水，防渗性较好；堤身①$_2$ 层碎块石土，其透水性强、颗粒级配差，因而需加强挡墙完整性及闭气土检测，防止挡墙破损引起堤身渗漏和渗透变形问题，堤防直接地基土为②$_1$ 淤泥质粉质粘土层主要以弱～微透水层为主，地基土存在渗透变形的可能性小。

3.4.3 抗冲刷性评价

堤防的冲刷主要表现为波浪对堤身及地基的冲蚀，浅部地基土为②$_1$淤泥质粉质粘土、②$_{1c}$淤泥质粉质粘土，因此需加强堤脚防冲措施。

地基土允许不冲流速、允许渗流坡降建议表

地层编号及岩土名称	允许不冲流速	a 值	允许渗流坡降	建议开挖坡比
②$_1$淤泥质粉质粘土	0.15～0.21	1/3～1/5	0.35～0.45	1：3.0～1：4.0
②$_{1c}$淤泥质粉质粘土	0.15～0.21	1/3～1/5	0.30～0.40	1：3.0～1：4.0

注：上表中允许不冲流速为水力半径 R=1.0，水深 1m 时的情况，当 R≠1.0 时，表中所列数值应乘以 R^a。

3.4.4 边坡稳定性评价

靠近东海多为自然岸坡，局部采用堆积块石护坡，现状边坡自身稳定性较差，下伏软土，在上部荷载及潮水的冲刷下，可能发生小规模滑塌，建议对岸坡稳定性进行复核并采取有效的加固措施。

3.5 水闸工程地质评价

老水闸共三座，分别为南闸、中闸和北闸，布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39，K1+475.19 及 K3+075.99。其中中闸为排水闸，为 3 孔×3.5m，其中，南闸为 4 孔×3.5m，北闸为 2 孔×3.5m，闸室段及上、下游翼墙基础都采用 φ800 钻孔灌注桩基础。北闸、中闸、南闸于 2016 年竣工。

经现场检查，水闸运行情况良好，闸室内闸墩、底板等部位未见剥落、碳化、裂缝。水闸日常运行和现场检查均未发现明显的渗流破坏现象。

根据水闸附近海塘上勘探成果分析，勘探深度范围内揭露地层分别为第②$_1$层淤泥质粉质粘土、第②$_{1c}$层淤泥质粉质粘土、第②$_2$层淤泥、第②$_{2c}$层淤泥质粘土。

（1）②层淤泥质土和淤泥全场分布，流塑状，其特性高压缩性、易变形、易沉降、抗剪强度低、排水固结慢，抗滑、抗冲稳定性差，是基础稳定及压缩变形的控制层，不宜做天然地基或桩基础持力层。

（2）水闸开挖后闸基位于②层淤泥质粉质粘土，为高含水率、高灵敏度、高压缩性，低强度的软粘土，其物理力学性质差，工程地质条件差，不经处理，不宜作为闸基础持力层。开挖后闸室两侧多为②层淤泥质粉质粘土，为确保安全，防止滑坍，需进行边坡稳定验算，并且施工时加强降排水。

（3）水闸上下游连接段和闸基基础均为淤泥质土，承载力、压缩沉降均不能满足要求。建议闸室和翼墙采用桩基础，上下游连接段的护坦、消力池和海漫采用复合地基，场区淤泥质土层较厚，应充分考虑软土层压缩沉降所带来的负摩阻力和表层杂填碎石带的影响，计算合适的桩长。

（4）闸基淤泥质土均属弱～微透水性，无渗透稳定问题，但不利于闸基排水固结，且易冲刷和滑动，应做好护岸、护底，控制流速，防止冲刷和滑动。

（5）水闸建议参数：①摩擦系数：1 层粉质粘土 f=0.27，2-1 层淤泥质粉质粘土 f=0.15；②不冲刷流速：1 层粉质粘土 0.6～0.7m/s，2-1 层淤泥质粉质粘土 0.2～0.25m/s；③允许开挖边坡：1 层粉质粘土 1:1.75～1:2.0，2-1 层淤泥质粉质粘土 1:3.0～1:4.0。

拟改造水闸胸墙下沿部分拆除改建，改建后胸墙下沿抬高至高程 4.0m，临海侧消力池及两侧翼墙拆除，改建为 C40 钢筋砼箱涵，水闸下部主体结构不予改变，箱涵拟采用桩基础。

本阶段水闸未布置勘探点，建议下阶段对水闸进行初步设计阶段（详细）工程地质勘察。

3.6 农桥和管理房工程地质评价

农桥桥宽为 7.00m，共 4 跨，每跨 20m，桥面顶高程为 7.00m，上部结构采用空心板；下部结构采用采用双柱式桥墩，墩柱顶部接盖梁，每根墩柱下接一根桩基，不设承台；表层揭露地层为第②$_1$层淤泥质粉质粘土、第②$_{1c}$层淤泥质粉质粘土、第②$_2$层淤泥、第②$_{2c}$层淤泥质粘土，基础形式采用钻孔灌注桩。

综合管理房，建筑采用 3 层结构，建筑面积 411.96m^2，表层揭露地层为第②$_1$层淤泥质粉质粘土、第②$_{1c}$层淤泥质粉质粘土、第②$_2$层淤泥、第②$_{2c}$层淤泥质粘土。

由于建筑荷载较大，浅部地基为淤泥类土，为软土地基，具承载力小、抗剪强度低，不宜采用浅基础（天然地基），建议采用水泥土搅拌桩进行地基处理，或采用桩基础，桩基形式为钻孔灌注桩。桩长、桩径、桩间距可根据上部荷载及建构筑结构特点通过计算确定。

农桥和管理房初拟厂址临近新北闸，故参考《平阳瑞平平原排涝工程管理房及新

北闸补充勘察报告》（浙江广川工程咨询有限公司，2018.6，13 孔）成果。

（1）老堤人工填筑层，包括 0-1 块石层、0-2 碎石层和 0-4 素填土层。碎块石层厚度较薄，层厚不一，均匀性一般，结构松散，施工时可挖除；其中 0-1 层分布连续，在荷载不大的情况下可做天然地基。0-4 素填土层为老堤身闭气土，多为粘性土，可塑状，均质性一般。

（2）0-0-2 淤泥、2-2 淤泥质粘土层、2-4 淤泥层和 3-1 淤泥质粘土层，全场分布，均为高含水率、高灵敏度、高压缩性，低强度的软土，是基础稳定及压缩变形的控制层，不宜做天然地基，需处理。

该闸闸底高程为-0.50m，水闸开挖后闸基多位于 0-1 层块石层上，其下伏为深厚淤泥质或淤泥，强度低，压缩变形大，闸基无天然地基持力层，建议闸室和翼墙宜挖除上部人工填筑碎块石，采用桩基处理。上下游连接段的护坦、消力池可采用复合地基处理，如水泥搅拌桩。

为防止水闸与堤身连接段发生侧向绕渗，闸室两岸应回填粘性土防渗，同时设置防渗刺墙与原堤身闭气土连接。

上游围堰顶高程 3.30m，下游围堰顶高程 4.90m，围堰所在位置揭露地层主要为新近淤积层 0-0-1 浮泥，软土层 0-0-2 淤泥、2-2 淤泥质粘土、2-4 淤泥、3-1 淤泥质粘土，其中 0-0-1 浮泥为海涂表层，物理力学性质极差，应引起重视。上下游围堰基础分别为 0-0-2 淤泥、2-2 淤泥质粘土、2-4 淤泥、3-1 淤泥质粘土，均为高含水率、高灵敏度、高压缩性、低强度的软土层，工程地质条件差，是围堰稳定和沉降变形的影响层，未经处理，不宜作为天然地基。建议上下游采用槽钢围堰和钢管桩围堰，但应注意上游围堰与堤身的连接段人工抛填碎块石对钢管桩施工的影响。

水闸各土层物理力学指标建议值：

①2-1 层淤泥质粉质粘土 f=0.15；②不冲刷流速： 0-0-2 层淤泥 0.1～0.15 m/s；2-1 层淤泥质粉质粘土 0.2～0.25 m/s；③允许开挖边坡：0-0-2 层淤泥 1:5.0～1:6.0，2-1 层淤泥质粉质粘土 1:3.0～1:4.0。

详勘成果待下阶段明确选址后补充。

3.7 现状堤基工程地质条件分类评价

根据《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）附录 E 规定，堤基依据工程地质条件分类主要可分为三类，即：A 类：不存在抗滑稳定、抗渗稳定、抗震稳定问题和特殊土引起的问题，工程地质条件良好。B 类：基本不存在抗渗稳定、抗震稳定和特殊土引起的问题，局部坑（塘）处存在渗透变形问题，工程地质条件较好。C 类和 D 类：至少存在一种主要工程地质问题，工程地质条件较差（C 类），工程地质条件差（D 类）。堤基土多为淤泥夹砂、淤泥多层结构，局部堤基段存在沉降变形、抗滑稳定性变形问题，堤基工程地质条件为 C 类。

3.7.1 场地稳定性及适宜性

场区区域构造稳定性较好，但软弱土普遍深厚，场地主要属建筑抗震不利地段，根据《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ57-2012）判定场地稳定性差、适宜性差。当采用有效的地基处理措施或桩基础后，能够满足拟建（构）筑物的荷载及变形要求，适宜本工程建设。

3.7.2 地基土(岩)力学参数建议值

针对工程区土性的特点，采取了现场取样，原位测试，室内试验等综合手段，结合工程经验提出本工程设计所需的各岩土层的设计参数。根据原位测试、室内试验及统计分析成果等，依据上述取值原则，结合工程经验提出本工程设计所需的各岩土层的设计参数。

地基土物理力学参数的取用原则：对天然含水量、天然密度、液限、塑限压缩系数、压缩模量等一般物理性质指标采用算术平均值作为特征值；对抗剪强度、等土体强度指标采用标准值或小值平均值确定特征值。部分指标无实测值，采用相关换算或经验确定。

地基基础设计主要参数的取用原则：地基土承载力特征值、桩周土侧阻力标准值以及桩端土端阻力标准值分别根据土质状态和土工试验成果、《建筑地基基础设计规范》（JGJ94-2008）、浙江省标准《工程建设岩土工程勘察规范》（DB33/T 1065-2019）等计算或查表后综合分析确定。

主要地基土（岩）力学参数建议值详见表《地基土物理力学指标数理统计表》、《各岩土层主要物理性质及力学参数建议值表》。

表 3.5-1 地基土物理力学指标数理统计表 1

地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标											固结试验		快剪		固快	
			含水量	湿密度	重度	比重	孔隙比	液限	塑限	液性指数	塑性指数	水平渗透系数	垂直渗透系数	压缩系数	压缩模量	摩擦角	凝聚力	摩擦角	凝聚力
			ω0	ρ0	γ0	Gs	e0	WL	WP	IL	IP	Kh	Kv	α1-2	Es1-2	φ	c	φ	c
			%	g/cm³	N/cm³			%	%					MPa-1	MPa	（°）	KPa	（°）	KPa
①₁	素填土	统计频数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	1	6	6	3	3	3	3
		最大值	53.7	1.87	18.3	2.69	1.446	45.9	25.1	1.38	20.80	6.7E-07	9.2E-07	1.11	4.6	9.5	7.8	10.5	16.6
		最小值	34.9	1.69	16.6	2.68	0.951	33.7	20.3	1.08	13.40	1.1E-07	9.2E-07	0.42	2.2	9.0	6.9	10.0	13.4
		平均值	40.9	1.81	17.7	2.69	1.104	37.1	21.7	1.23	15.42	3.9E-07	9.2E-07	0.64	3.6	9.3	7.4	10.2	15.1
		标准差	7.0	0.07	0.7	0.00	0.190	4.7	1.8	0.11	2.88			0.24	0.8				
		变异系数	0.171	0.041	0.041	0.002	0.172	0.127	0.085	0.087	0.186			0.381	0.232				
		修正系数	1.141	0.966	0.966	0.999	1.142	0.895	0.930	1.072	1.154			1.315	0.808				
		标准值	46.6	1.74	17.1	2.68	1.262	33.2	20.2	1.32	17.79			0.84	2.9				
②₁	淤泥质粉质粘土	统计频数	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	1	1	2	2
		最大值	51.1	1.88	18.4	2.73	1.494	43.7	26.6	1.62	17.10	1.27E-06	3.4E-07	1.40	4.3	9.0	4.5	10.5	14.4
		最小值	36.6	1.63	16.0	2.69	0.984	32.7	19.9	1.31	12.80	6.4E-07	2.8E-07	0.46	1.8	9.0	4.5	8.5	12.3
		平均值	47.0	1.74	17.0	2.70	1.296	39.7	24.1	1.46	15.65	9.6E-07	3.2E-07	0.93	2.8	9.0	4.5	9.5	13.4
		标准差																	
		变异系数																	
		修正系数																	
		标准值																	
②₁c	淤泥质粉质粘土	统计频数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	6	6	4	4	1	1
		最大值	49.4	1.86	18.2	2.72	1.305	42.1	25.4	1.44	17.60	1.1E-06	6.5E-07	0.99	3.6	9.5	6.5	10.0	13.7
		最小值	41.0	1.73	17.0	2.68	1.109	37.0	21.6	1.23	15.40	3.7E-07	3.8E-07	0.59	2.3	8.5	5.0	10.0	13.7
		平均值	45.1	1.78	17.5	2.70	1.195	39.2	22.8	1.36	16.40	7.4E-07	5.2E-07	0.81	2.8	9.1	5.7	10.0	13.7
		标准差	2.8	0.05	0.5	0.02	0.084	2.0	1.4	0.09	0.83			0.16	0.5				
		变异系数	0.062	0.030	0.030	0.007	0.070	0.050	0.061	0.064	0.051			0.194	0.173				
		修正系数	1.052	0.975	0.975	0.995	1.058	0.958	0.950	1.053	1.042			1.160	0.857				
		标准值	47.4	1.74	17.0	2.68	1.264	37.6	21.6	1.43	17.09			0.93	2.4				
②₂	淤泥	统计频数	45	45	45	45	45	45	45	45	45	14	13	45	45	21	21	20	20
		最大值	66.0	1.80	17.6	2.69	1.736	53.6	27.8	1.50	25.80	1.5E-06	8.2E-07	1.55	2.6	10.5	5.8	10.5	13.2
		最小值	51.4	1.58	15.5	2.67	1.289	44.0	24.4	1.14	19.60	1.2E-07	1.4E-07	0.89	1.7	7.0	2.3	8.5	10.4
		平均值	56.9	1.66	16.3	2.68	1.531	50.0	26.6	1.30	23.43	5.5E-07	3.3E-07	1.23	2.1	8.5	3.7	9.5	11.5
		标准差	3.2	0.04	0.4	0.01	0.090	2.4	0.8	0.08	1.52			0.14	0.2	1.2	0.7	0.6	0.9
		变异系数	0.056	0.025	0.025	0.002	0.059	0.047	0.031	0.065	0.065			0.117	0.090	0.142	0.191	0.065	0.077
		修正系数	1.014	0.994	0.994	0.999	1.015	0.988	0.992	1.017	1.017			1.030	0.977	0.946	0.927	0.974	0.970
		标准值	57.8	1.65	16.2	2.68	1.554	49.4	26.3	1.32	23.82			1.26	2.0	8.0	3.4	9.2	11.2

表 3.5-2 地基土物理力学指标数理统计表 2

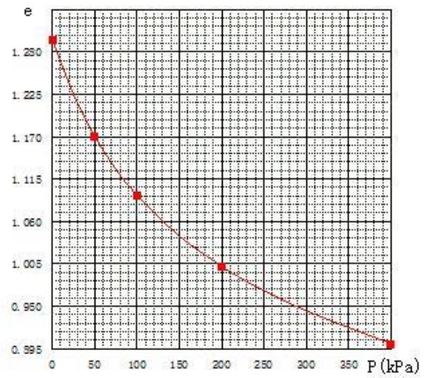
地层编号	地层名称	统计指标	物理性质指标											固结试验		快剪		固快		饱和抗压强度
			含水量	湿密度	重度	比重	孔隙比	液限	塑限	液性指数	塑性指数	水平渗透系数	垂直渗透系数	压缩系数	压缩摸量	摩擦角	凝聚力	摩擦角	凝聚力	
			ω0	ρ0	γ0	Gs	e0	WL	WP	IL	IP	Kh	Kv	α1-2	Es1-2	Φ	c	Φ	c	
			%	g/cm³	N/cm³			%	%					MPa-1	MPa	（°）	KPa	（°）	KPa	MPa
②ac	淤泥质粘土	统计频数	22	22	22	22	22	22	22	22	22	6	9	22	22	9	9	11	11	
		最大值	51.9	1.79	17.5	2.72	1.449	45.0	24.9	1.46	20.20	1.11E-06	8.4E-07	1.06	2.9	10.0	6.0	11.0	15.2	
		最小值	39.6	1.66	16.3	2.68	1.122	36.4	20.0	1.13	15.10	3.7E-07	2.5E-07	0.72	2.2	8.5	4.5	9.0	12.6	
		平均值	45.1	1.73	16.9	2.70	1.272	39.9	22.5	1.30	17.35	6.0E-07	6.0E-07	0.90	2.6	9.3	5.4	10.0	13.8	
		标准差	3.5	0.04	0.4	0.02	0.091	2.3	1.2	0.10	1.26			0.11	0.2	0.6	0.6	0.6	0.9	
		变异系数	0.077	0.023	0.023	0.006	0.071	0.057	0.055	0.074	0.073			0.120	0.087	0.061	0.105	0.059	0.063	
		修正系数	1.029	0.991	0.991	0.998	1.027	0.979	0.979	1.028	1.027			1.045	0.968	0.962	0.934	0.967	0.965	
		标准值	46.4	1.71	16.8	2.69	1.306	39.0	22.1	1.34	17.82			0.94	2.5	8.9	5.0	9.7	13.3	
⑩3	弱风化凝灰岩	统计频数																		9
		最大值																		82.4
		最小值																		64.1
		平均值																		72.9
		标准差																		6.25
		变异系数																		0.09
		修正系数																		0.95
		标准值																		69.1

表 3.5-3 各岩土层主要物理性质及力学参数建议值表

岩土名称	项目	物理性质指标					固结试验		直剪试验				渗透系数		承载力特征值
		含水率	天然重度	比重	孔隙比	液性指数	压缩模量	变形模量	天然快剪		固结快剪		水平渗透系数	垂直渗透系数	
									粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角			
		ω_0	γ	Gs	e	I_L	$Es_{0.1-0.2}$	Es	c	ϕ	c	ϕ	k_h	k_v	f_{ak}
		(%)	(kN/m³)				(MPa)	(MPa)	(kPa)	(°)	(kPa)	°)	(cm/s)	(cm/s)	(kPa)
mlQ_4	①素填土	40.9	17.7	2.69	1.104	1.23	0.64	3.6	9.3	7.4	10.2	15.1	3.9E-07	9.2E-07	50
mlQ_4	②$_1$碎块石土		[19.8]					[24]	[粘聚力 0kPa、摩擦角 37.0°]				[1.0E-02~1.0]		220～300
mQ_4	②$_1$淤泥质粉质粘土	47.0	17.0	2.70	1.296	1.46	0.93	2.8	9.0	4.5	9.5	13.4	9.6E-07	3.2E-07	65
mQ_4	②$_{1C}$淤泥质粉质粘土	45.1	17.5	2.70	1.195	1.36	0.81	2.8	9.1	5.7	9.0	13.7	7.4E-07	5.2E-07	75
mQ_4	②$_2$淤泥	56.9	16.3	2.68	1.531	1.30	1.23	2.1	8.0	3.4	9.2	11.2	5.5E-07	3.3E-07	50
mQ_4	②$_{2C}$淤泥质粘土	45.1	16.9	2.70	1.272	1.30	0.90	2.6	8.9	5.0	9.7	13.3	6.0E-07	6.0E-07	75
J_3g	⑩$_3$弱风化凝灰岩		[25]					[5000]							2000

层号：②1

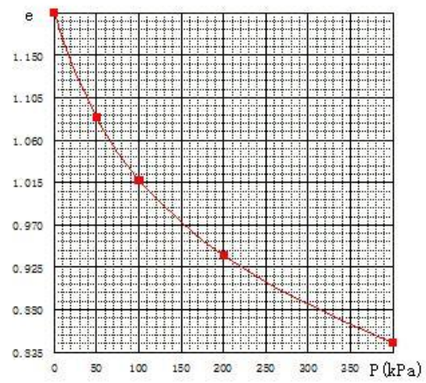
P	e	a	Es
kPa		MPa⁻¹	MPa
0	1.296		
		2.515	0.913
50	1.170		
		1.525	1.506
100	1.094		
		0.923	2.475
200	1.001		
		0.504	4.555
400	0.901		



固结试验分层 e～P 曲线

层号：②1c

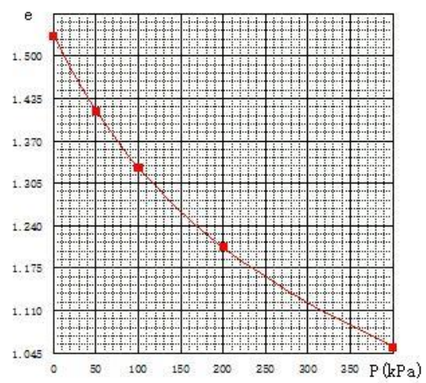
P	e	a	Es
kPa		MPa⁻¹	MPa
0	1.195		
		2.219	0.989
50	1.084		
		1.317	1.667
100	1.018		
		0.805	2.726
200	0.937		
		0.463	4.737
400	0.845		



固结试验分层 e～P 曲线

层号：②2

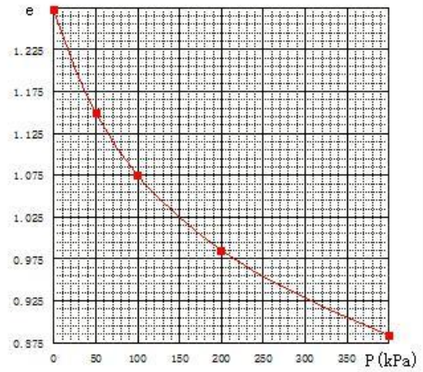
P	e	a	Es
kPa		MPa⁻¹	MPa
0	1.531		
		2.212	1.095
50	1.416		
		1.720	1.471
100	1.330		
		1.228	2.062
200	1.207		
		0.767	3.302
400	1.054		



固结试验分层 e～P 曲线

层号：②2c

P	e	a	Es
kPa		MPa⁻¹	MPa
0	1.272		
		2.466	0.921
50	1.149		
		1.483	1.532
100	1.075		
		0.896	2.539
200	0.985		
		0.509	4.467
400	0.883		



固结试验分层 e～P 曲线

3.8 环境水对建筑材料的腐蚀性评价

区内场地地下水主要为孔隙潜水，地表水主要为塘河水以及堤外海水。本次共取两组地下水，ZK2 处为钻孔地下水，ZK5 处为海水。根据水质检验报告进行水化学分析：

区内地下水对混凝土结构具无腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替作用环境条件下具弱腐蚀性；对钢结构具弱腐蚀性。

区内堤外海水对混凝土结构具无腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替作用环境条件下具强腐蚀性；对钢结构具强腐蚀性。

环境水对天然建筑材料的腐蚀性评价详见下表

环境水对混凝土腐蚀性评价一览表

腐蚀性类型	腐蚀性判定依据	ZK2 地下水指标	ZK5 海水指标	腐蚀程度	界限指标
一般酸性型	pH	7.25	7.91	无腐蚀性	pH＞6.5
				弱腐蚀性	6.5≥pH＞6.0
				中等腐蚀性	6.0≥pH＞5.5
				强腐蚀性	pH≤5.5
碳酸型	侵蚀性 CO_2 含量（mg/L）	8.15	9.31	无腐蚀性	CO_2＜15
				弱腐蚀性	15≤CO_2＜30
				中等腐蚀性	30≤CO_2＜60
				强腐蚀性	CO_2≥60
重碳酸型	HCO_3^-含量（mmol/L）	1.73	2.85	无腐蚀性	HCO_3^-＞1.07
				弱腐蚀性	1.07≥HCO_3^-＞0.70
				中等腐蚀性	HCO_3^-≤0.70
				强腐蚀性	—

腐蚀性类型	腐蚀性判定依据	ZK2 地下水指标	ZK5 海水指标	腐蚀程度	界限指标
镁离子型	Mg^{2+}含量（mg/L）	21.0	261	无腐蚀性	Mg^{2+}＜1000
				弱腐蚀性	1000≤Mg^{2+}＜1500
				中等腐蚀性	1500≤Mg^{2+}＜2000
				强腐蚀性	Mg^{2+}≥2000
硫酸盐型	SO_4^{2-}含量（mg/L）	72.0	230.0	无腐蚀性	SO_4^{2-}＜250
				弱腐蚀性	250≤SO_4^{2-}＜400
				中等腐蚀性	400≤SO_4^{2-}＜500
				强腐蚀性	SO_4^{2-}≥500

环境水对钢筋混凝土结构中的钢筋腐蚀性评价一览表

项目名称	指标含量（mg/L）		判定标准		
	ZK2 地下水地下水	ZK5 海水地下水	弱腐蚀性	中等腐蚀性	强腐蚀性
Cl^-	351	13116			
SO_4^{2-}	72	234			
$Cl^-+SO_4^{2-}\times0.25$	105.75	3337.5	100～500	500～5000	＞5000

3.9 天然建筑材料

本工程建设所需天然从建筑材料主要为土料、石料、砂料等。

1、石料：石料可在离本工程区较近的瑞安市云周街道卓岙村采石场购买，矿区位于瑞安市火车站南边，有开矿山，主要以花岗岩为主，交通便利，距离项目较近，区内石料储量丰富，可满足工程量需求。也可到凤凰山石料场购买，料场位于瑞安市区东南方向，距瑞安市直线距离 14.6km，属东山街道凤凰头村管辖，料场岩性为砂质硅质岩、粉砂泥岩和花岗岩，弱风化为主，储量较丰富，约 1506 万 m^3，满足工程量需求，此料场位于海上岛屿，需船运至主堤码头，运距 11km，再自卸汽车运至本工程区内。

2、土料：本工程所需土料方，本阶段考虑采用平宋塘河清淤固化土，运距约 10km。

3、砂料：工程区无较理想砂料来源，飞云江沿线有多处砂料场，所需砂料部分可购买外运至工地，工程区交通便利。

3.10 结论与建议

1、本次勘察已查明场地地形地貌、地层结构、分布规律及工程地质特性，并确定了地基物理力学性质指标和地基基础设计参数。

2、根据《中国地震参数区划图》GB18306-015 及《建筑抗震设计规范(GB50011-2010)的规定的划分，场区城镇Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度值 $a_{max\,II}$为 0.05g，相应地震烈度为Ⅵ度，设计地震分组第二组，基本地震动加速度反应谱特征周期值 Tg 为 0.40s。本场地以软弱土为主，覆盖层厚度远离山边逐渐变厚，相应的建筑场地类别自II类过渡至IV类，主要为IV类，则场地地震动峰值加速度调整系数 F_a 为 1.25，场地地震动峰值加速度值 a_{max} 为 0.063g，基本地震动加速度反应谱特征周期值 T_g 为 0.75s。

3、本场地除厚层饱和软土外，无其它影响堤防工程稳定的不良地质现象。场地稳定性一般，是适宜本工程建设的一般性场地。

4、本次勘察已初步查明场地地下水埋藏条件，场地土渗透特性，为防渗设计提供了依据。

5、场地堤身土工程地质条件总体较好，但下伏软弱土堤基对堤身稳定具不利影响，建议设计对堤身稳定进行复核。另外，需加强挡墙完整性检测，防止挡墙破损引起堤身渗漏问题。

7、场地堤基土主要为软弱土，抗滑、抗冲稳定性差，浅层堤基土渗透性等级主要为极微透水，抗渗稳定性较好，因此，建议设计对堤基抗滑、抗冲稳定性进行验算，采取保障措施，确保堤基稳定。

8、建议开挖边坡第①$_1$层素填土 1:2.5~1:3.5，第②$_1$层淤泥质粉质粘土、第②$_2$层淤泥 1:4.0~1:4.5。建议不冲流速第①层素填土 0.40~0.50m/s、第②$_1$ 层淤泥质粉质粘土第②$_2$层淤泥 0.25~0.35m/s。

9、对闸基和堤身交界处，差异沉降明显的地段，建议进行修补处理，同时加强观测和堤身保护工作。

4 工程任务和规模

4.1 工程建设的必要性和任务

4.1.1 区域水利工程现状及存在的问题

4.1.1.1 瑞平平原（平阳片）水利工程现状

图 4.1-1 现状水系图

一、河道工程现状

瑞平平原位于飞云江下游南岸，为飞云江下游两岸三个河网之一，流域总面积 234.3km²。其中平阳片 149.7km²，包括万全镇、昆阳镇和海西镇；瑞安片 84.6 km²，包括飞云、南滨和仙降等街道。平原双向排水，北面向飞云江排水，东面向东部沿海排水。平原区水系稠密，现有大小河流 768 条，总长度 717.2km，水面面积 17.4km²，现状水面率约为 9.57%。平阳县境内大小河流约 517 条，总长度 462.3km；水面面积 13.0km²，现状水面率约为 12.5%。

瑞平平原骨干排涝河道有市级河道瑞平塘河，平阳片县级河道有平宋塘河、细龙河、水亭河、瑶山河、郑宋河、郑川河、榆阳河等共 7 条；瑞安片县级河道有乔里套河、瑞平塘河右干、瑞平塘河左干、直横殿河等。各骨干排涝河道基本情况见下表。

平阳县宋埠～西湾围区位于平阳县城东北方向 12km 的东海岸，面积 7.1km²，东面东海，南至西湾跳头，西靠原宋埠海塘，北与瑞安市阁巷围垦交界，围涂主体水利工程由主堤、北隔堤、二座纳潮闸和一座排水闸组成。宋埠～西湾围区内规划河道规模见下表。

表 4.1-1 瑞平平原现状骨干河道基本情况表

序号	主干河道名称	河道长度（m）	现状河道宽度（m）
1	瑞平塘河	15250	9-90
2	平宋塘河	8430	5-80
3	细龙河	1880	12-56
4	水亭河	4240	6-58
5	瑶山河	2420	4-60
6	郑宋河	4340	12-130
7	郑川河	4550	6-80
8	榆阳河	1770	13-120
9	乔里套河	4338	13-37
10	直横殿河	2500	29-38
11	斗直门河	2826	19-40
12	柏树河	1652	15-35
13	水闸出江河	2300	10-20
14	杜山头河	2538	12-20
15	瑞平塘河左干	11060	10-40
16	瑞平塘河右干	10670	33-37

表 4.1-2 宋埠～西湾围区规划河道基本情况表

河道名称	长度（m）	河宽（m）	河底高程（m）
横一河	2127	40	0.0~-0.5
横二河	2052	45	0.0~-0.5
横三河	2251	45	0.0~-0.5
山边河	1951	不小于 35	0.0~-0.5
纵一河	3080	40	0.00
护塘河	3141	90	-0.50

二、水闸工程现状

瑞平平原共有排水闸 16 座。其中瑞安市 10 座，8 座向飞云江排水，2 座向东海排水。平阳县 6 座，其中宋埠老堤 3 座，分别为海滨水闸、农场 2#水闸、农场 1#水闸，宋埠～西湾围区新闸 3 座，分别为北闸、中闸、南闸。瑞平平原各水闸现状基本情况见下表。

表 4.1-3 现状水闸基本情况表

水闸名称	设计流量（m³/s）	宽度（m）（孔数×单宽）	闸底高程（m）	建成年月	所在位置
南码道水闸	180	18（3×6）	-1.375	1963.04	瑞安市飞云镇
乔里套闸		6（1×6）	0.39		瑞安市飞云镇
宋家埭水闸		18（3×6）	-0.88	2015.06	瑞安市飞云镇
塘头水闸		16（1×6+2×5）	-0.88	扩建中	瑞安市飞云镇
柏树闸		2.8（1×2.8）	0.12		瑞安市飞云镇
阁巷闸		3.3（1×3.3）	0.12		瑞安市飞云镇
团前闸		3.5（1×3.5）	0.12		瑞安市飞云镇
阁巷一闸	52.1	6.0（2×3.0）	-0.5		瑞安市阁巷围区
阁巷二闸	52.1	6.0（2×3.0）	-0.5		瑞安市阁巷围区
阁巷三闸	52.1	6.0（2×3.0）	-0.5		瑞安市阁巷围区
海滨水闸	20	4.6（2×2.3）	0.12	1963.10	平阳县西湾海滨村
农场 2#水闸	15	3.0（1×3）	0.12	1985.10	平阳县海涂农场
农场 1#水闸	17	3.5（1×3.5）	0.12	1999.05	平阳县海涂农场
北闸	**85.3**	**7.0（2×3.5）**	**-0.5**		**平阳县宋埠围区**
中闸	**128.0**	**10.5（3×3.5）**	**-0.5**		**平阳县宋埠围区**
南闸	**170.6**	**14.0（4×3.5）**	**-0.5**		**平阳县宋埠围区**

三、防洪工程现状

（1）北侧飞云江堤防现状

建国后，飞云江流域曾数次开展大规模的海塘工程建设，尤其是上世纪 90 年代，温州市水利水电局和瑞安市水电局对瑞安市堤塘进行了统一规划，并在规划基础上，基本建成了 20 年一遇堤塘。1997 年开始，按照省水利厅的意见，对已建成的 20 年一遇标准的堤塘再按 50 年一遇标准进行加高加固。到目前为止，飞云江干流铁路桥以下河段，除个别河段 50 年一遇标准江堤即将完成以外，其它江段两岸均已建成 50 年一遇标准海塘，大大提高了两岸的防洪御潮能力。

瑞平平原飞云江段堤防总长 23.379km，其中宝香至南马道水闸段 4774m，南马道水闸至宋家埭水闸 4404m，宋家埭水闸至阁一段 10530m，标准达到 50 年一遇防洪标准。

表 4.1-4 飞云江（瑞平平原段）防洪堤基本情况表

堤段名称	功能	标准（年）	长度（m）	备注
明珠大厦至红旗水闸段	防潮	50	1945	干流
宝香至南马道水闸段	防潮	50	4774	干流
南马道水闸至宋家埭水闸	防潮	50	4404	南岸
宋家埭水闸至阁一段	防潮、防洪	50	10530	南岸

（2）东侧海塘工程现状

瑞平平原东侧现状为已建成的阁巷围垦和宋埠-西湾围垦。

阁巷围垦防潮标准为 20 年一遇；宋埠～西湾围垦防潮标准为 20 年一遇。因此，瑞平平原东侧总体上现状防潮标准为 20 年一遇。

根据《浙江省滩涂围垦总体规划修编》（2011-2020），瑞平平原外海侧规划建设飞鳌围垦一期工程、围垦二期工程和阁巷二期工程，规模分别为 5 万亩、4 万亩和 0.7 万亩，防潮标准均为 50 年一遇。

4.1.1.2 平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程概况

平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程处于平阳县城东北方向 12 公里的东海岸，介于飞云江与鳌江出海口之间，于东经 120°37′28″～120°41′15″，北纬 27°40′50″～27°39′02″，鳌江之间）滩涂，北接瑞安阁巷围涂南隔堤（瑞安平阳海域交界处），南至平阳西湾跳头，西靠宋埠标准海塘，东侧以原高涂养殖用海围垦区主堤坝为界。围垦区滩地平坦，涂面宽广，南北长约 3.0km，东西宽约 2.0km，围垦区面积 10650 亩，海塘总长 5490 米。

工程主体建筑由主堤、北隔堤、二座纳潮闸和一座排水闸组成，工程等级为 IV 等，主堤建筑物为 4 级，水闸建筑物为 3 级。海塘防潮标准为 20 年一遇，允许部分越浪。水闸防潮标准 50 年一遇，排涝标准 20 年一遇。

本工程海塘包括主堤和北隔堤，堤线全长 5525.49m。其中主堤线自跳头山脚起朝东延伸约 470m，再向北东 19º 方向，至瑞安平阳交界而后转弯 100º 沿瑞安平阳交界与宋埠标准堤塘连接形成闭合区，主堤全长 3297.49m。北隔 ）。北隔堤长 2228m，为本项目同瑞安阁巷围涂工程的分界堤，起着分隔及交通作用。

海塘采用土石混合坝和外坡直立式加镇压层的基本结构型式。外海面建造陡坡石墙加砼面板和镇压层来挡潮抗浪，内坡采用当地海涂泥进行土方闭气作为防渗体和对挡墙的支撑。堤基采用塑料排水板处理，其上用碎石层结合经编土工布加镇压层进行处理。

一、主 堤

堤顶净宽 5.00m，堤顶为厚 15cm 的 C25 砼路面，长 3302m，堤顶高程 6.80m，砼挡浪墙顶高程 7.60m。

堤顶净宽 5.00m，堤顶为厚 15cm 的 C25 砼路面，长 3297.49m，堤顶高程 6.80m，砼挡浪墙顶高程 7.60m。

涂面高程为-1.0～0.0m。设抛石外坡镇压层，上设抛石堆砌体及干砌块石棱体，外坡 1:0.4，内坡 1:0.1，外设 40cm 厚 C25 砼面板，▽4.0m 镇压平台宽 8.9m，▽2.5m 镇压平台宽 15m，并以 1：4.0 设置底部外坡，并做底部护脚宽 6.0m、高 1.5m，与涂面相接。堤内坡为干砌块石护坡及预制块护坡，并设排水沟。内坡闭气土方设两级平台，高程分别在 3.0m 和 4.5m，长度分别为 22～32m 和 9m，4.5m 平台以上坡度为 1：3.0，3.0m 至 4.5m 之间为 1：6，3.0m 以下为 1：10。其中主堤和北直堤相连接段，堤顶高程由 6.80m 渐变至 4.0m 和北隔堤的顶高程衔接。具体结构型式：

1、防浪墙

为 L 形反弧 C25 砼防浪墙，墙高 0.8m，顶宽 0.5m，埋深 0.45m，与砼面板连为一体，墙体每 12m 设一道沉降缝，缝宽 2cm，沥青松木板填缝。

2、砼灌砌块石

干砌棱体外加一厚 60cm 的 C20 砼灌砌石，并在镇压层上形成一宽 50cm 厚 40cm 的趾脚，为减少波浪的吸力及降低内侧土压力，砼灌砌块石于高程 4.30m 处布置 φ75 排水孔，孔距 1.5m。

3、干砌块石棱体

顶宽 1.0m，外边坡为 1:0.4，内坡 1：0.1，自防浪墙底到内镇压层顶布置。

4、堤顶结构

海塘堤顶采用用 15cm 厚 C25 砼路面，下设 10cm 厚砼稳定层和 20cm 厚的碎石垫层。

5、反滤结构

从涂面沿石坝内坡铺设 400g/m^2 无纺土工布到抛石堆砌棱体顶为止。

6、土方内坡结构

土方内坡自上而下采用 35cm 厚干砌块石及厚 25cm 的预制砼块植草保护，其中 2.0m 高程及其以下采用适合海塘上生长的草本植物，既可增加抗冲能力，又可美化堤身，防止水土流失，2.0m 高程以上至堤顶采用干砌块石及砼空心预制块内植草皮护坡。

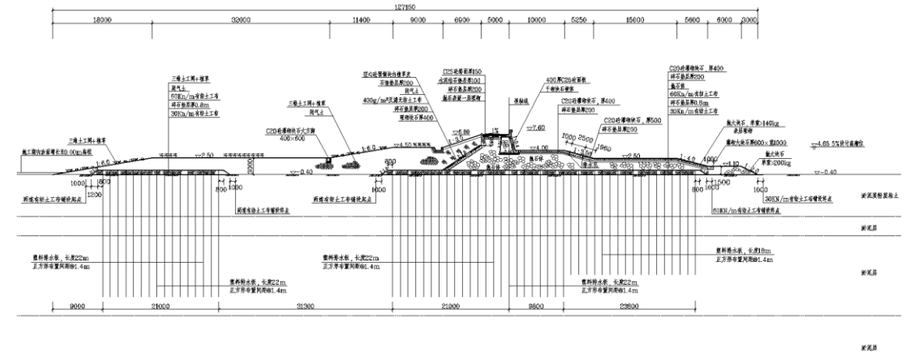


图 4.1-2 宋埠～西湾围垦工程主堤结构图一

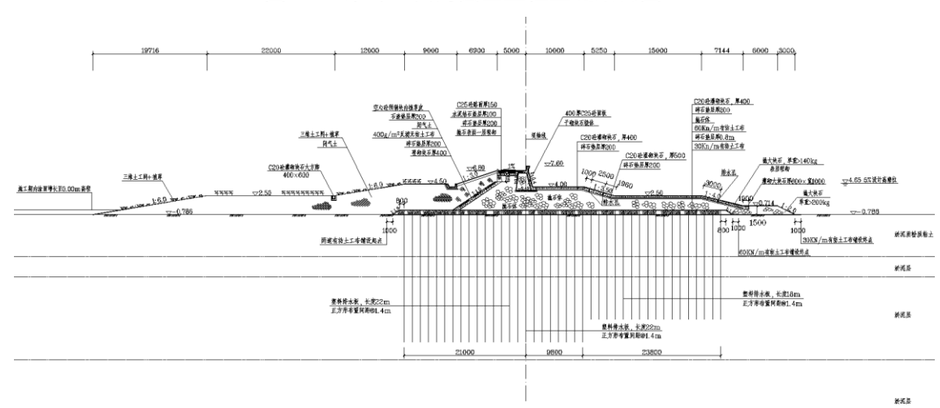


图 4.1-3 宋埠～西湾围垦工程主堤结构图二

图 4.1-4 工程起点现状航拍图

图 4.1-5 工程转弯处现状航拍图

图 4.1-6 工程终点现状航拍图

二、北隔堤

北隔堤设计时考虑到平阳宋埠～西湾滩涂围垦工程与瑞安阁巷滩涂围垦工程的同步实施，北隔堤作为两个项目的共同施工道路，原设计宽度为 20.0m，考虑双向四车道的通行条件。实际实施时，瑞安阁巷围垦工程先期于 2005 年 9 月动工，宋埠～西湾围垦工程施工时间推迟。考虑到工程先后的工期及进度安排，阁巷指挥部根据施工需要将北隔堤宽度调整为 13.2～13.8m。

北隔堤原设计顶宽 20.0m，堤顶为厚 20cm 泥结石路面，原设计长度 2188m（调整后长度为 2228m），中部采用抛石体，边坡为 1∶1.0，两侧采用土方回填，边坡为 1∶2.0，堤顶高程为 4.0m。实际施工时堤宽为 13.2～13.8m，堤顶高程约为 4.0m，两侧设一级平台，平台高程约为 3.0m，边坡分别约为 1：2.0 和 1：3.0，平台宽度 0-6.0m，北侧已设土方闭气，由于宋埠围垦未实施完成。

北隔堤既作为宋埠～西湾围垦与阁巷围垦的分隔堤，又作为施工道路，堤顶宽度考虑 20m，四车道宽，其中行车道宽度 18m，阁巷侧 9m，双车道，宋埠～西湾侧 9m，亦为双车道，两侧路肩各为 1m。

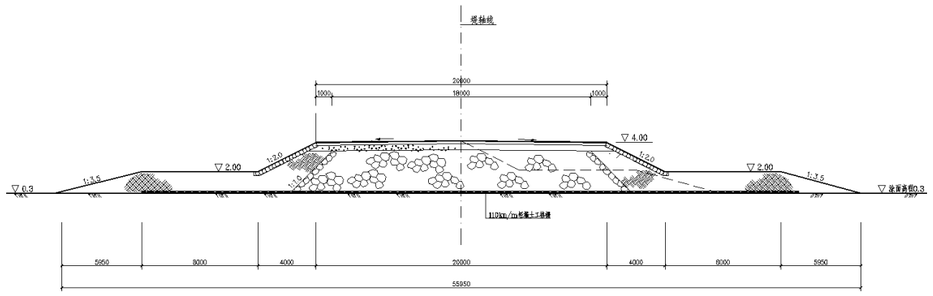


图 4.1-7 北隔堤断面图

三、水闸

宋埠～西湾滩涂围垦工程水闸共三座，分别为南闸、中闸和北闸，布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99。其中桩 K1+475.19 为排水闸，为 3 孔×3.5m，另外两座为进排两用水闸，参加本围区及标准内部平原水系的排涝任务，其中，南闸为 4 孔×3.5m，北闸为 2 孔×3.5m。

水闸主要建筑物包括：上游护底（消能防冲）段，闸室段，消能防冲段。

排水闸上游护底段：为保护闸底板免受冲刷掏坑，发挥水闸正常排水功能，在水闸闸室上游设长 10m 的厚 0.4m 的干砌块石护底。底部设碎石垫层 0.15m 厚。

闸室段：考虑到闸室的顺水流向、侧向浇渗的防渗问题并减小闸底的闸基应力，顺水流方向闸室段成一个整体，侧向将两刺墙、侧向边墩及闸室底板连成一个整体。闸室顺水流方向长 15m，各闸孔数不同，但每孔净宽都为 3.5m，孔口高 3.5m。中墩厚 1.0m，边墩厚 0.8m。闸底板高程-0.5m，闸顶交通桥高程与堤顶同高 6.80m，检修桥及启闭机房高程为 8.20m。闸底板采用 C25 砼整体结构，厚 0.8m，其下设 0.1m 厚 C10 素砼垫层，顺水流方向上、下游均做齿槽。考虑到侧向防渗，闸室两侧与底板防渗板桩齐平处各设置一道 5.0m 长防渗刺墙并且刺墙底部均设防渗板桩与闸底板处的防渗板桩相闭合，解决浇渗问题。为满足防渗要求，于闸底板（交通桥与启闭机室段）上游及下游各设长 5.0m 防渗板桩，板桩与闸底相交处做成齿槽。

上、下游翼墙采用八字墙式翼墙，翼墙采用扶臂式挡墙，闸室段及上、下游翼墙基础都采用 φ800 钻孔灌注桩基础，沿边墩及中墩下各设一排，间距 2.4m。

闸墩上下游各设一检修门槽，以方便检修。工作闸门槽设胸墙挡水。工作闸门选取 C30 砼预制闸门，检修闸门采用木叠梁门。

下游消能防冲段：消力池紧接闸室下游，顺水流方向长 11.0m，池深 1.1m。池底高程-1.6m，与闸底板以 1：4 斜坡连接。消力池 C25 砼底板厚 0.60m，池底设 φ50 排水孔，排水孔间距 2.0m，呈梅花形布置。消力池后设 C25 砼护坦，护坦顺水流向砼段长 10.0m，其后为 10.0m 长 C20 砼梁格干砌块石海幔，海幔前端护坦梁底部设板桩以防冲。海幔后进行抛大块石防冲。

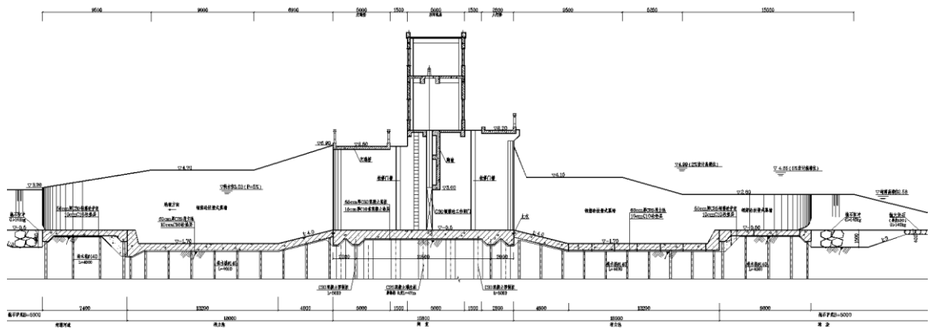


图 4.1-8 水闸纵剖面图

图 4.1-9 北闸现状航拍图

图 4.1-10 中闸现状航拍图

图 4.1-11 南闸现状航拍图

四、配套河道

为满足围区进排水及蓄水，沿围区周边布置环状河道水系，共计二条主要干河道。

1、纳潮干河

纳潮干河沿派田山、主堤南侧及北隔堤布置，全长 4600m，其中南纳潮干河 2600m，北纳潮干河 2000m。河底宽 30m，河底设计高程 0.0～1.0m，边坡 1：3.0。

（2）排水干河

排水干河布置在排水闸上游，全长 2000m，河底宽 30m，河底设计高程 0.0～1.0m，边坡 1：3.0。纳潮排水时，各养殖塘经排水支河均排入排水干河后，由排水闸外排东海。

2、支河

（1）纳潮支河

沿围区各养殖塘布置纳潮支河，纳潮支河宽 12.0m，全长 18000m，纳潮闸进水后，海水由纳潮干河经纳潮支河进入各养殖塘。

（2）排水支河

沿围区各养殖塘布置排水支河，排水支河宽 12.0m，全长 18000m，各养殖塘排水时，海水由排水支河汇入排入干河后，经排水闸外排东海。

五、工程建设过程

围堤：围堤于 2009 年 2 月 21 日开工，2010 年 10 月 25 日完成基础施工，2010 年 10 月 30 日，围堤合拢，2013 年 7 月 15 日完成土石方填筑，2013 年 12 月完成镇压层及挡浪墙施工，2014 年 3 月完成闭气土方施工。

水闸：主堤北闸于 2010 年 1 月 11 日动工，中闸于 2010 年 12 月 2 日动工，南闸于 2010 年 4 月 1 日动工，3 个水闸于 2014 年 3 月份全部完工。

填海造地：土石方回填工程于 2011 年 11 月 17 日开工，2012 年 10 月 31 日完工。吹填及软基处理工程于 2012 年 4 月 6 日开工，2014 年 12 月底完工。

河道：河道开挖与吹填围堰施工同步，于 2011 年 8 月 8 日正式开工，2014 年 5 月完工。

4.1.1.3 瑞安阁巷滩涂围垦工程概况

瑞安阁巷围涂：位于宋埠围垦区北侧，以北隔堤为界，围涂面积 5775 亩，其主堤与宋埠围垦区主堤平行相接。瑞安阁巷围涂工程于 2006 年 2 月开工建设，2008 年实现龙口合拢。瑞安阁巷围涂主要用作瑞安高新技术产业园区建设，一期规划面积 3.92km^2。

一、现状海塘概况

瑞安市阁巷围涂主要建筑物有：主堤、北直堤、隔堤及水闸组成。海塘全长 5988.6，其中主堤长 2139.6m，北直堤长 1620m，南隔堤长 2229m。水闸共三座，其中进水闸二座，排水闸一座。围区总面积 5300 亩。工程等级为IV等，海塘设计防潮标准

20 年一遇。

主堤南接平阳宋埠—西湾围涂工程，北依飞云江侧的北直堤，全长 2139.6m，涂面高程-0.2～0.2m，堤线布置方位角 NE29°。

北直堤东接主堤，西接瑞安阁巷围涂海塘，沿飞云江口南岸布置，全长 1620m，涂面高程 0.2～3.2m，堤线布置方位角 NW42°。

南隔堤为本工程同平阳县的分界堤，东接本工程主堤，西接阁巷围涂海塘南隔堤起着分隔及交通作用，全长 2229m，涂面高程 0.2～3.0m，堤线方位角 NW60°。

海塘采用混合式堤身结构，堤顶高程 6.8m，砼挡浪墙顶高程 7.60m。设块石堆砌体外坡镇压层，外设 30cm 厚 C25 砼面板，▽4.0m 镇压平台宽 10m，▽2.5m 镇压平台宽 8.0m，中间以 1：3.0 斜坡段联接。堤身迎水面为砼梁格+大块石抛填表层理砌结构，并以 1：3 边坡与涂面相接。堤内坡为预制块内植草护坡，并设排水沟。闭气土方平台分二级，4.5m 高程平台宽 8m，2.5m 高程平台宽 6m，边坡均为 1：6。具体结构型式：

1、防浪墙：为 L 形反弧 C25 砼防浪墙，墙高 0.8m，顶宽 0.5m，埋深 0.45m，与砼面板连为一体。

2、砼面板：块石堆砌外加一厚 30cm 的 C25 砼面板，并在镇压层上形成一宽 50cm 厚 40cm 的趾脚。

3、抛石镇压：外坡设抛石镇压，上部为抛石堆砌，堆砌体外坡 1：0.4，内坡 1：1.0，外皮为块石理砌。

4、堤顶结构：海塘堤顶采用用 15cm 厚 C25 砼路面，下设 10cm 厚砼稳定层和 20cm 厚的碎石垫层。

5、反滤结构：从涂面沿石坝内坡铺设 450g/m^2 无纺土工布到堤上部抛石堆砌体顶为止。

6、土方内坡结构：土方内坡自上而下采用厚 25cm 的预制砼块植草保护到第一级平台。

7、防渗闭气结构：用海涂泥填筑来进行闭气，顶高程为 4.0m。

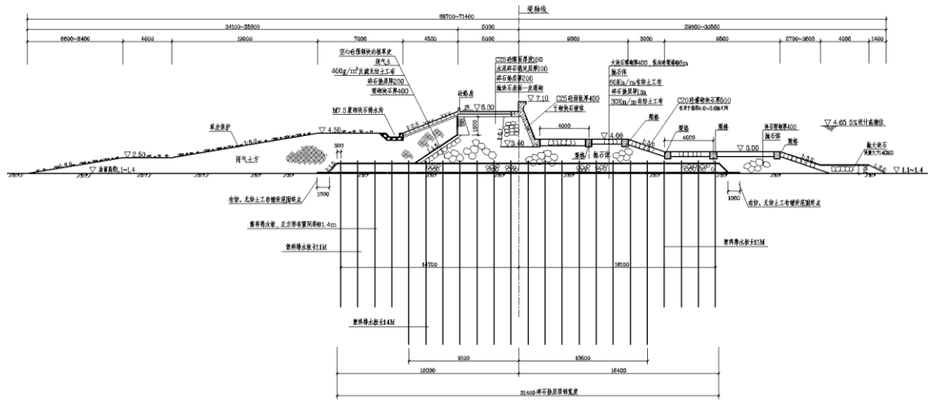


图 4.1-12 北直堤标准断面图

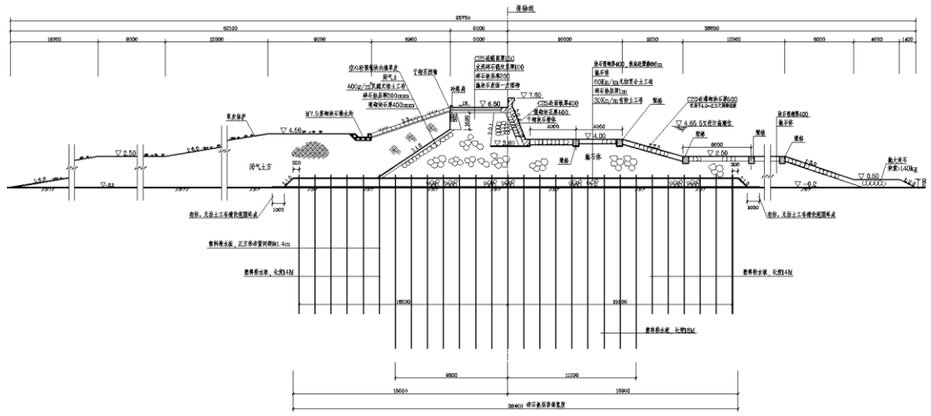


图 4.1-13 主堤标准断面图

二、现状水闸概况

水闸共三座，每座水闸均为 2 孔×3.0m，布置于海塘上，桩号分别为主桩 0+100，主桩 1+300 及北桩 1+350。其中主桩 1+300 为排水闸，另外两座为进水闸，参加本围区排涝、排水、纳潮等任务。

水闸主要建筑物包括：上游护底（消能防冲）段，闸室段，消能防冲段。排水闸上游护底段：水闸闸室上游长 16m 的厚 0.4m 的干砌块石护底，宽 15.0m。底部设碎石垫层 0.15m 厚。闸室段：闸室顺水流方向 19.44m，共 2 孔，每孔净宽 3.0m，孔口高 3.0m。中墩厚 1.0m，边墩厚 0.8m，总宽 8.6m。闸底板高程-0.5m，闸顶桥梁高程高于海塘顶高程 0.5m。闸底板采用 C25 砼整体结构，厚 0.8m，其下设 0.1m 厚 C10 素砼垫

层，顺水流方向上、下游均做齿槽。

闸室两侧与底板防渗板桩齐平处各设置一道 3.0m 长防渗刺墙并且刺墙底部均设防渗板桩与闸底板处的防渗板桩相闭合，解决浇渗问题。闸底板（交通桥与启闭机室段）上游及下游各有长 5.0m 防渗板桩，板桩与闸底相交处做成齿槽。

闸墩上游设一检修门槽，以方便检修。工作闸门槽下游设胸墙挡水，胸墙与下游翼墙闭合，挡御 20 年一遇潮水。工作闸门选取砼预制闸门，检修闸门采用木叠梁门。闸室段采用 φ600 钻孔灌注桩基础，沿边墩及中墩下各设一排，间距 2.0m。

下游消能防冲段：消力池紧接闸室下游，顺水流方向长 15.0m，池深 1.0m。池底高程-1.5m，与闸底板以 1：4 斜坡连接。消力池 C25 砼底板厚 0.5m，距池端 5m 处开始设 φ50 排水孔，排水孔间距 2.0m，呈梅花形布置。消力池后设 C20 砼护坦，护坦顺水流向长 12.0m，厚 0.4m，其后为 6.0m 长 C20 砼梁格干砌块石海幔，海幔前端护坦梁底部设 φ600 钻孔灌注密排桩以防冲，桩长 15m，桩顶部设 1.0×0.6m 的砼帽梁。海幔后进行抛大块石防冲。消力池采用 C20 砼扶壁式结构，墙顶高程取 4.2～2.5m。

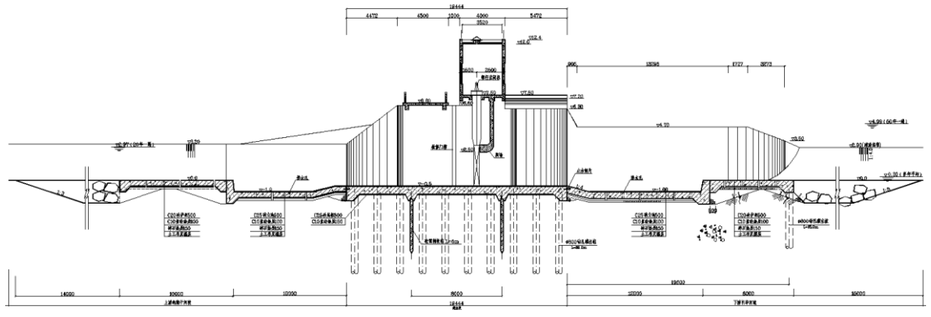


图 4.1-14 水闸纵剖面图

三、配套河道

1、纳潮干河

纳潮干河沿海塘及标准海塘环向布置，全长 7600m，河底宽 30m，河底设计高程 0.5～1.0m，边坡 1：3.0。

2、排水干河

排水干河布置在排水闸上游，全长 1800m，河底宽 30m，河底设计高程 0.5～1.0m，边坡 1：3.0。纳潮排水时，各养殖塘经排水支河均排入排水干河后，由排水闸外排东海。

3、纳潮支河

沿围区各养殖塘布置纳潮支河，纳潮支河宽 12.0m，全长 6200m，纳潮闸进水后，海水由纳潮干河经纳潮支河进入各养殖塘。

4、排水支河

沿围区各养殖塘布置排水支河，排水支河宽 12.0m，全长 7000m，各养殖塘排水时，海水由排水支河汇入排水干河后，经排水闸外排东海。

4.1.1.4 飞鳌滩促淤堤工程

飞鳌平阳中期围垦促淤堤工程作为飞鳌平阳中期围垦工程的启动项目，促淤堤总长 1500m，顶宽 74m，工程等级为 IV 等，主要促淤堤结构防护标准为 20 年一遇，工程于 2013 年 9 月 9 日开工建设，2015 年 1 月 3 日完工，工程采用“潜坝”的促淤堤堤线布置方式。

4.1.1.5 海塘现状情况

一、现场检查情况

我公司项目组设计人员先后多次赴现场实地勘查，对工程沿线海塘堤身、护堤设施、交叉建筑物与标准海塘连接处、管理范围及保护范围等部位进行了全面检查：

1）堤顶：堤顶路面为宽 5.00m 硬化道路，不均匀沉降差 0.28～0.63m。堤顶局部见路面破损、路肩破坏、防浪墙损坏，堤顶后侧路肩局部同堤顶脱开。

2）防浪墙：防浪墙均为钢筋混凝土结构，部分防浪墙存在钢筋外露的现象，局部分缝处墙体破损。

3）迎水坡：钢筋砼面板结构基本完整，外侧见砼灌砌石镇压层及抛石防冲护脚。终点位置（同阁巷衔接处）堤前抛石堆积较高，超过了防浪墙，对堤身产生附加荷载，对整体稳定和沉降是不利的。

4）背水坡：背水坡为预制六角块植草护坡，表面完整，无隆起、凹陷现象，不存在渗透破坏问题，局部存在堤后作业挖机通行碾压破坏。

5）镇压层：迎水侧镇压层为两级，均为灌砌块石结构，结构完整，无凹陷、破坏、冲刷现象。镇压层外为滩涂，淤积情况较好，无取土、冲坑现象。

6）护堤地：后侧护堤地为护塘林、护塘河、农田。

7）交叉建筑物与标准堤连接部位：沿线交叉建筑物为三座水闸，分布为南闸、中

闸、北闸，水闸与标准堤连接正常，连接部位有部分不均匀沉降引起的小裂缝，不影响结构安全，水闸闸门存在止水不严，漏水现象、检修门槽钢买件存在严重的锈蚀现象。

8）管理范围：大部分地段为护塘林，管理范围内无违章建筑物，迎水侧无取土、开挖等现象。转弯位置有一处运砂中转、存在堆砂现象。

9）保护范围：大部分为护塘河和及围垦农田。

堤后路肩损坏

堤后路肩损坏

海塘管理范围存在堆砂现象

海塘管理范围存在堆砂现象

水闸堤防接触面不均匀沉降

水闸两侧不均匀沉降裂缝

闸门预埋件锈蚀严重

路肩同堤顶脱开

堤顶路面裂缝

堤顶过车导致破损

图 4.1-15 海塘局部破损图

二、实测断面测量分析

本次对 109 个实测断面进行测量分析，测量范围为堤外 100m、堤内 90m 范围。测量结果显示，堤顶存在不同程度的不均匀沉降、开裂。因未收集到原竣工图，故与原设计施工图堤顶路面高程与防浪墙顶高程进行比较分析。原设计主堤在沉降基本稳定后预留沉降量为35～50cm，前后镇压层抛石预留沉降量为25～35cm。各断面测量成果见下表。

表 4.1-5 各测量断面成果表

桩号	测量断面编号	现状堤顶高程（m)	原设计堤顶高程（m)	堤顶差（m)	现状防浪墙顶高程（m)	原设计防浪墙顶高程（m)	防浪墙顶高程差（m)
K3+292.0	GX1	6.58	6.8	-0.22	7.43	7.6	-0.17
K3+269.0	GX2	6.67	6.8	-0.13	7.5	7.6	-0.1
K3+239.0	GX3	6.78	6.8	-0.02	7.6	7.6	0
K3+209.0	GX4	6.74	6.8	-0.06	7.58	7.6	-0.02
K3+279.0	GX5	6.65	6.8	-0.15	7.46	7.6	-0.14
K3+149.0	GX6	6.51	6.8	-0.29	7.37	7.6	-0.23
K3+119.0	GX7	6.52	6.8	-0.28	7.3	7.6	-0.3
K3+089.0	GX8	6.62	6.8	-0.18	7.65	7.6	0.05
K3+059.0	GX9	6.79	6.8	-0.01	7.75	7.6	0.15
K3+029.0	GX10	6.67	6.8	-0.13	7.49	7.6	-0.11
K2+999.0	GX11	6.61	6.8	-0.19	7.41	7.6	-0.19
K2+969.0	GX12	6.67	6.8	-0.13	7.46	7.6	-0.14
K2+939.0	GX13	6.67	6.8	-0.13	7.45	7.6	-0.15
K2+909.0	GX14	6.64	6.8	-0.16	7.44	7.6	-0.16
K2+879.0	GX15	6.67	6.8	-0.13	7.46	7.6	-0.14
K2+849.0	GX16	6.67	6.8	-0.13	7.46	7.6	-0.14
K2+819.0	GX17	6.7	6.8	-0.1	7.5	7.6	-0.1
K2+789.0	GX18	6.8	6.8	0	7.6	7.6	0
K2+759.0	GX19	6.85	6.8	0.05	7.64	7.6	0.04
K2+729.0	GX20	6.85	6.8	0.05	7.64	7.6	0.04
K2+699.0	GX21	6.92	6.8	0.12	7.69	7.6	0.09
K2+669.0	GX22	6.86	6.8	0.06	7.64	7.6	0.04
K2+639.0	GX23	6.87	6.8	0.07	7.66	7.6	0.06
K2+609.0	GX24	6.88	6.8	0.08	7.67	7.6	0.07
K2+579.0	GX25	6.89	6.8	0.09	7.66	7.6	0.06
K2+549.0	GX26	6.9	6.8	0.1	7.7	7.6	0.1
K2+519.0	GX27	6.85	6.8	0.05	7.67	7.6	0.07
K2+489.0	GX28	6.87	6.8	0.07	7.71	7.6	0.11
K2+459.0	GX29	6.83	6.8	0.03	7.71	7.6	0.11
K2+439.0	GX30	6.83	6.8	0.03	7.69	7.6	0.09
K2+399.0	GX31	6.86	6.8	0.06	7.71	7.6	0.11
K2+369.0	GX32	6.77	6.8	-0.03	7.68	7.6	0.08
K2+339.0	GX33	6.85	6.8	0.05	7.67	7.6	0.07
K2+309.0	GX34	6.86	6.8	0.06	7.67	7.6	0.07
K2+279.0	GX35	6.83	6.8	0.03	7.68	7.6	0.08
K2+249.0	GX36	6.83	6.8	0.03	7.69	7.6	0.09
K2+219.0	GX37	6.82	6.8	0.02	7.68	7.6	0.08
K2+189.0	GX38	6.82	6.8	0.02	7.68	7.6	0.08
K2+159.0	GX39	6.79	6.8	-0.01	7.69	7.6	0.09
K2+129.0	GX40	6.86	6.8	0.06	7.7	7.6	0.1
K2+099.0	GX41	6.82	6.8	0.02	7.71	7.6	0.11
K2+069.0	GX42	6.87	6.8	0.07	7.72	7.6	0.12
K2+039.0	GX43	6.88	6.8	0.08	7.71	7.6	0.11

桩号	测量断面编号	现状堤顶高程（m)	原设计堤顶高程（m)	堤顶差（m)	现状防浪墙顶高程（m)	原设计防浪墙顶高程（m)	防浪墙顶高程差（m)
K2+009.0	GX44	6.88	6.8	0.08	7.71	7.6	0.11
K1+979.0	GX45	6.88	6.8	0.08	7.7	7.6	0.1
K1+949.0	GX46	6.81	6.8	0.01	7.67	7.6	0.07
K1+919.0	GX47	6.8	6.8	0	7.63	7.6	0.03
K1+889.0	GX48	6.79	6.8	-0.01	7.65	7.6	0.05
K1+859.0	GX49	6.73	6.8	-0.07	7.58	7.6	-0.02
K1+829.0	GX50	6.54	6.8	-0.26	7.52	7.6	-0.08
K1+799.0	GX51	6.6	6.8	-0.2	7.48	7.6	-0.12
K1+769.0	GX52	6.78	6.8	-0.02	7.58	7.6	-0.02
K1+739.0	GX53	6.75	6.8	-0.05	7.68	7.6	0.08
K1+709.0	GX54	6.84	6.8	0.04	7.72	7.6	0.12
K1+679.0	GX55	6.81	6.8	0.01	7.74	7.6	0.14
K1+649.0	GX56	6.88	6.8	0.08	7.7	7.6	0.1
K1+619.0	GX57	6.72	6.8	-0.08	7.71	7.6	0.11
K1+589.0	GX58	6.68	6.8	-0.12	7.65	7.6	0.05
K1+559.0	GX59	6.75	6.8	-0.05	7.6	7.6	0
K1+529.0	GX60	6.38	6.8	-0.42	7.43	7.6	-0.17
K1+499.0	GX61	6.49	6.8	-0.31	7.45	7.6	-0.15
K1+469.0	GX62	6.44	6.8	-0.36	7.74	7.6	0.14
K1+439.0	GX63	6.48	6.8	-0.32	7.43	7.6	-0.17
K1+409.0	GX64	6.69	6.8	-0.11	7.5	7.6	-0.1
K1+379.0	GX65	6.73	6.8	-0.07	7.56	7.6	-0.04
K1+349.0	GX66	6.69	6.8	-0.11	7.53	7.6	-0.07
K1+319.0	GX67	6.71	6.8	-0.09	7.53	7.6	-0.07
K1+289.0	GX68	6.78	6.8	-0.02	7.71	7.6	0.11

桩号	测量断面编号	现状堤顶高程（m)	原设计堤顶高程（m)	堤顶差（m)	现状防浪墙顶高程（m)	原设计防浪墙顶高程（m)	防浪墙顶高程差（m)
K1+259.0	GX69	6.72	6.8	-0.08	7.68	7.6	0.08
K1+229.0	GX70	6.66	6.8	-0.14	7.54	7.6	-0.06
K1+199.0	GX71	6.64	6.8	-0.16	7.44	7.6	-0.16
K1+169.0	GX72	6.6	6.8	-0.2	7.44	7.6	-0.16
K1+139.0	GX73	6.61	6.8	-0.19	7.44	7.6	-0.16
K1+109.0	GX74	6.61	6.8	-0.19	7.45	7.6	-0.15
K1+079.0	GX75	6.8	6.8	0	7.58	7.6	-0.02
K1+049.0	GX76	6.85	6.8	0.05	7.63	7.6	0.03
K1+019.0	GX77	6.82	6.8	0.02	7.63	7.6	0.03
K0+989.0	GX78	6.82	6.8	0.02	7.63	7.6	0.03
K0+959.0	GX79	6.77	6.8	-0.03	7.6	7.6	0
K0+929.0	GX80	6.73	6.8	-0.07	7.58	7.6	-0.02
K0+899.0	GX81	6.75	6.8	-0.05	7.55	7.6	-0.05
K0+869.0	GX82	6.74	6.8	-0.06	7.56	7.6	-0.04
K0+839.0	GX83	6.71	6.8	-0.09	7.53	7.6	-0.07
K0+809.0	GX84	6.71	6.8	-0.09	7.51	7.6	-0.09
K0+779.0	GX85	6.72	6.8	-0.08	7.53	7.6	-0.07
K0+749.0	GX86	6.62	6.8	-0.18	7.44	7.6	-0.16
K0+719.0	GX87	6.32	6.8	-0.48	7.36	7.6	-0.24
K0+689.0	GX88	6.5	6.8	-0.3	7.73	7.6	0.13
K0+659.0	GX89	6.4	6.8	-0.4	7.64	7.6	0.04
K0+629.0	GX90	6.39	6.8	-0.41	7.32	7.6	-0.28
K0+599.0	GX91	6.57	6.8	-0.23	7.35	7.6	-0.25
K0+569.0	GX92	6.63	6.8	-0.17	7.44	7.6	-0.16
K0+539.0	GX93	6.62	6.8	-0.18	7.44	7.6	-0.16

桩号	测量断面编号	现状堤顶高程（m)	原设计堤顶高程（m)	堤顶差（m)	现状防浪墙顶高程（m)	原设计防浪墙顶高程（m)	防浪墙顶高程差（m)
K0+509.0	GX94	6.5	6.8	-0.3	7.31	7.6	-0.29
K0+479.0	GX95	6.45	6.8	-0.35	7.24	7.6	-0.36
K0+449.0	GX96	6.64	6.8	-0.16	7.44	7.6	-0.16
K0+419.0	GX97	6.71	6.8	-0.09	7.5	7.6	-0.1
K0+389.0	GX98	6.7	6.8	-0.1	7.49	7.6	-0.11
K0+359.0	GX99	6.66	6.8	-0.14	7.46	7.6	-0.14
K0+329.0	GX100	6.6	6.8	-0.2	7.4	7.6	-0.2
K0+299.0	GX101	6.52	6.8	-0.28	7.33	7.6	-0.27
K0+269.0	GX102	6.44	6.8	-0.36	7.24	7.6	-0.36
K0+239.0	GX103	6.41	6.8	-0.39	7.21	7.6	-0.39
K0+209.0	GX104	6.41	6.8	-0.31	7.2	7.6	-0.4
K0+179.0	GX105	6.52	6.8	-0.28	7.32	7.6	-0.28
K0+149.0	GX106	6.67	6.8	-0.13	7.54	7.6	-0.06
K0+119.0	GX107	6.99	6.8	0.19	7.81	7.6	0.21
K0+089.0	GX108	7.08	6.8	0.28	7.96	7.6	0.36
K0+059.0	GX109	7.29	6.8	0.49	8.14	7.6	0.54

由上表统计易知，现状堤顶高程较原设计顶高程存在部分沉降，整个堤段相较原设计：平均塘顶高程差值 7.74cm，最大差值达 48cm；平均防浪墙顶高程差值 2.44cm，最大差值 40cm，现状堤顶高程局部已不满足原设计顶高程。

三、工程质量评价

1、工程质量现状概述

工程各段运行时间达 8 年左右，目前工程已暴露出一定的问题：①由于地质情况及基础处理等原因，标准堤均有不同程度的沉降，防浪墙最大沉降值达到 0.40m，堤顶最大沉降值达到 0.48m；②堤顶砼路面由于不均匀沉降和大车压载，存在路面开裂破损严重、防浪墙与堤顶道路存在裂缝等；③部分防浪墙由于不均匀沉降，填缝处存在开裂、错缝、高差、砼剥落、钢筋外露、缺失等现象。

2、工程质量缺陷原因分析

1）、堤顶不均匀沉降原因分析

堤顶不均匀沉降主要是由于堤身结构特点所决定。建设时，堤身基础采取抛石体+排水板处理，基础受上部荷载作用，易产生沉降。另外，堤身填土由于运行时间长，也易产生固结及不均匀沉降。再则，堤顶通行社会车辆，堤顶局部施加较大荷载易产生不均匀沉降，堤顶易开裂。

2）、防浪墙破损、开裂、缺失等原因分析

一为堤身填土和防浪墙两者不均匀沉降引起的；二为防浪墙沉降缝施工处理不当导致开裂。

3）、镇压层及消浪防冲设施冲刷原因分析

工程沿线大部分地段镇压层及消浪防冲设施完好，滩涂淤积。但是部分堤段镇压层及消浪防冲设施也存在冲刷现象，转弯处水流流态复杂，顶冲标准海塘，易冲刷堤脚及防浪墙根部。

4）、管理范围、保护范围被占用情况分析

工程沿线管理范围、保护范围局部有被占用情况。管理保护范围内开挖种植农作物、圈围等现象局部有存在。局部堆砂违章占用管理范围、保护范围的现象时有存在，给工程的运行管理带来较大的困难。

4.1.1.6 海塘安全鉴定情况

2021 年 8 月，我公司受平阳县水利局委托，对宋埠~西湾海塘进行安全鉴定，主要评价结论如下：

1、工程质量评价

工程现状存在的缺陷，有工程自身的原因，也有管理及外部其它原因，现场检查发现部分堤顶道路破损，闸门锈蚀，码头堤段堤后堆载垦殖是本工程的主要问题。通过数据分析及现场实地查看，对海塘结构安全稳定影响较小。

目前存在的质量缺陷，均可通过一定的工程措施和加强管理予以解决。综合上述分析，本工程总体质量评价为“合格”。

2、防潮标准评价

1）海塘防潮闭合结论

本段堤塘基本形成防潮闭合，仅有一处码头作业区防浪墙开口，但有沙袋保护。综上本段海塘能达到设计防潮标准（20 年一遇）。

2）堤顶高程评价结论

整个堤段相较原设计：平均塘顶高程差值 7.74cm，最大差值达 48cm；平均防浪墙顶高程差值 2.44cm，最大差值 40cm，现状堤顶高程局部已不满足原设计顶高程。根据《浙江省海塘工程安全评价技术大纲》（试行）的相关规定，平均塘顶高程差值小于 30cm，且最大的高程差值未超过允许部分越浪设计要求的安全加高值，属“二类塘”。

3）越浪量评价结论

断面的越浪量均小于规范允许值 0.02m^3/(s.m)，满足规范要求，综合评定为“合格”。

3、结构稳定评价结论

1）边坡整体稳定评价结论

内、外坡整体抗滑安全系数均大于规范要求值 1.15，满足规范要求。评定为“合格”。

2）挡土墙稳定评价结论

各断面重力式挡墙稳定能满足规范要求。评定为“合格”。

3）防冲稳定评价结论

防冲镇压层为 0.4m 厚的灌砌块石护面，堤脚为＞200k 抛石。根据现场实地查看，护面局部表面覆盖有土体并长有植物，堤前防冲镇压层结构稳定，堤前镇压层块石及堤脚抛石体分布完整、完整未见明显冲刷。但根据计算，防冲块石厚度不满足规范要求，评定为“不合格”。

4）堤身结构稳定评价结论

（1）本工程堤顶路面宽度为 5.0m，大于 3.0m，防浪墙结构高度为 0.8m，高于堤顶 0.8m，堤顶宽度、防浪墙高度满足规范要求，评定为“合格”。

（2）堤顶路面基本完好，局部路面存在不均匀沉降引起的裂缝以及局部路肩破损，评定为“合格”。

（3）迎水侧 C25 挡墙护面结构完好，未见明显裂缝，工程运行至今未发现明显外移，能够满足运行需要，本次暂定评定为“合格”。

（4）防浪墙抗滑、抗倾安全系数满足规范要求，防浪墙结构基本完整。本次暂定评定为“合格”。

（5）背水面正六边型预制块护坡结构完好，护坡规整，无明显塌陷，背水面未见明显渗漏点评定为“合格”。

4、渗流安全评价

标准塘工程完建后运行情况良好，根据运行管理记录及实地调查，海塘从未发生渗漏现象。根据现场情况来看，本工程防渗体防渗效果基本良好，未发现明显的渗透破坏情况。理论计算表明各断面渗流溢出点坡降均小于允许值，渗流形态基本稳定，满足规范要求。渗流稳定评定为“合格”。

5、运行管理评价结论

1）日常运行管理评价结论

本工程日常运行管理基本按照《浙江省海塘建设管理条例》及相关规定开展，管理机构明确、职责分明、责任落实到位。发现险情，能及时查明原因，并采取相应的加固措施。

本工程日常管理评价为“合格”。

2）维修养护评价结论

维修养护按照《浙江省堤防工程维修养护技术规定》开展，发现问题能够及时分析原因，并采用相应的加固措施，以消除安全隐患。堤防维修养护也存在一定的问题。

维修养护评价为“基本合格”。

3）安全监测评价结论

本工程安全监测项目比较单一，水平、沉降观测基本按规定展开，安全监测评价为“基本合格”。

本工程运行管理暂评价为“合格”。

6、综合安全评价结论

本段海塘沉降较大，平均塘顶高程差值小于 30cm，最大差值达 48cm；通过对越浪量计算，越浪量满足规范要求，越浪对堤塘影响较小；现状三个水闸防洪（潮）标准满足要求；现状海塘主体结构、整体稳定、渗流及防冲均满足规范和运行要求；海塘护面结构厚度不满足规范要求。综合考虑，本段海塘评定为**“二类塘”**。

7、建 议

根据上述评价结论，提出如下建议：

1、本段海塘现状塘顶高程局部已经不能满足原设计的 20 年一遇防潮标准，同时

《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》将本段堤塘防潮标准已提高至100年一遇，建议尽早对本标准堤提标加固。

2、针对迎水面护面结构厚度问题，建议尽早加强结构厚度。

3、为确保海塘及交叉建筑物的运行安全，建议尽快对闸门防腐处理及止水材料更换，同时加强对水闸、码头便道等交叉建筑物进行定期检查，以保证海塘和交叉建筑物的安全。

4、加强巡查养护及滩地观测，各堤段滩地明显刷深后，及时采取加固措施进行维护。

5、现场未见管理范围、界桩等明显标志，管理单位应尽快布设，明确划定管理范围，并加强管理力度，做好物业保洁，设置安全路障，以利海塘运管安全。

6、时时监测护堤地的堆载物荷载变化，必要时对现状料场等堆载物进行清理。

4.1.1.7 水闸现状情况

南闸

根据南闸现场踏勘和检测资料，水闸主体结构整体情况较好，局部存在较明显的破损部位，其主要存在的问题如下所述：

一、建筑物

1、经现场检查，机房的柱、楼板，无裂缝、位移或变形等现象，但机房外立面有粉刷漆以及瓷砖脱落，启闭机房控制室内部粉刷漆脱落，地面粗糙，卫生情况较差。机房周边地坪沉降较为严重，室外地坪及踏步和启闭机房建筑交界处存在不均匀沉降，踏步结构存在裂缝。

2、水闸闸墩未发现明显裂缝，闸墩平均高潮位以下部分海洋附着物较厚；水闸第3孔、第4孔胸墙中间梁格出现纵向裂缝，3孔梁格裂缝共3道，呈上下分布，上部裂缝长度约2.0m，缝宽约1mm，4孔梁格裂缝共1道，长度约2.8m，缝宽约1.5mm；下游两侧翼墙与闸室连接处存在一定的位移及裂缝，位移值约 2cm，现状存在问题不影响建筑物正常使用，后续需进行相应加固或维修。

3、工作闸门为钢筋砼闸门，第1、4孔闸门无法正常启闭，1孔闸门螺杆与闸门连接螺栓脱落，4孔螺杆弯曲，闸门顶部及侧向上部均存在潮水倒灌情况，后续需进行相应加固或维修。

4、与原设计相关参数对比，水闸整体存在一定沉降，沉降值 43～57mm，现场检查水闸主体结构未发现明显不均匀沉降，且根据观测数据及分析报告，现状水闸沉降趋于稳定。

5、水闸设置了安全监测，满足日常运行管理需求。

二、金属设备

现状启闭设备均经过油漆涂刷，具体相关参数不详，启闭机未设置上行限位装置，杂物（混凝土盖板、砖块）堆积在启闭机底座，存在安全隐患。

三、机电设备

1、水闸用电负荷与原设计不一致。原设计54kW，现状增加约10kW，未见新增加负荷的相关说明资料。

2、水闸主电源设专用0.4KV架空线路、配电设备及备用柴油机组，均能满足水闸满负荷运行时的负载要求。闸门所配电动机满足闸门正常启闭要求。柴油发电机组功率满足使用要求。柴油发电机组排烟管未装设弹性波纹管，排风道未设导风管。环境空气质量自动监测站用电回路配电断路器安装、出线接线不规范。

3、防雷接地系统满足相关要求。存在问题：水闸屋面接闪带锈蚀严重。启闭机控制箱等用电设备外壳未接地。

4、水闸大部分电缆敷设采用电线管、穿管明敷等敷设方式。电缆表面绝缘层完整，没有严重划痕。存在问题：启闭机房内、控制柜（箱）内电缆布线零乱，箱内电缆、电线无标号。配电箱、控制箱内电缆孔洞未采用防火堵料封堵。明敷电缆管未采用镀锌钢管并未采取防护措施。

5、照明系统设有工作照明。照度满足《水利水电工程照明系统设计规范》所规定的照度标准值。存在问题：部分应急灯具损坏。

6、采用现地控制箱就地操作方式。存在问题：水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患。

中闸

根据中闸现场踏勘和检测资料，水闸整体保持较好，没有较明显的破损部位，其主要存在的问题如下所述：

一、建筑物

1、经现场检查，机房的柱、楼板，无裂缝、位移或变形等现象，但机房外立面有粉刷漆以及瓷砖脱落，启闭机房控制室内部粉刷漆脱落，地面粗糙，卫生情况较差。机房周边地坪沉降较为严重，室外地坪及踏步和启闭机房建筑交界处存在不均匀沉降，

踏步结构存在裂缝，裂缝现状已修补，二层屋面上人孔未设置盖板，雨水汇流室内，导致墙壁、进人孔口及地面冲蚀严重。

2、水闸闸墩未发现明显裂缝，闸墩平均高潮位以下部分海洋附着物较厚；左边跨胸墙中部梁格出现纵向裂缝，长度约 3.0m，最大缝宽约 2mm，主要分布中间梁格上半部分，裂缝中间宽，向右与中墩连接处呈上下分布 3 条细微裂缝。

3、工作闸门为钢筋砼闸门，闸门顶部及侧向上部均存在潮水倒灌情况，左边跨启闭螺杆弯曲，无法正常启闭，后续需进行相应加固或维修。

4、与原设计相关参数对比，水闸整体存在一定沉降，沉降值 16.15～49.13mm，现场检查水闸主体结构未发现明显不均匀沉降，且根据观测数据及分析报告，现状水闸沉降趋于稳定。

5、水闸设置了安全监测，满足日常运行管理需求。

二、金属设备

现状启闭设备均经过油漆涂刷，具体相关参数不详，启闭机未设置上行限位装置，存在安全隐患。

三、机电设备

1、水闸用电负荷与原设计一致。

2、水闸主电源设专用 0.4KV 架空线路、配电设备及备用柴油机组，均能满足水闸满负荷运行时的负载要求。闸门所配电动机满足闸门正常启闭要求。柴油发电机组功率满足使用要求。存在问题：柴油发电机组排烟管未装设弹性波纹管，排风道未设导风管。

3、防雷接地系统满足相关要求。存在问题：水闸屋面接闪带锈蚀严重。启闭机控制箱等用电设备外壳未接地。

4、水闸大部分电缆敷设采用电线管、穿管明敷等敷设方式。电缆表面绝缘层完整，没有严重划痕。存在问题：启闭机房内、控制柜（箱）内电缆布线零乱，箱内电缆、电线无标号。配电箱、控制箱内电缆孔洞未采用防火堵料封堵。明敷电缆管未采用镀锌钢管并未采取防护措施。

5、照明系统设有工作照明。照度满足《水利水电工程照明系统设计规范》所规定的照度标准值。存在问题：部分应急灯具损坏。

6、采用现地控制箱就地操作方式。存在问题：水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患。

北闸

根据北闸现场踏勘和检测资料，水闸整体保持较好，没有较明显的破损部位，其主要存在的问题如下所述：

一、建筑物

1、经现场检查，机房的柱、楼板，无裂缝、位移或变形等现象，但机房外立面有粉刷漆以及瓷砖脱落，启闭机房控制室内部粉刷漆脱落，地面粗糙，卫生情况较差。机房周边地坪沉降较为严重，室外地坪及踏步和启闭机房建筑交界处存在不均匀沉降，踏步结构存在裂缝，裂缝现状已修补，二层屋面上人孔未设置盖板，雨水汇流室内，导致墙壁、进人孔口及地面冲蚀严重。

2、水闸闸墩未发现明显裂缝，闸墩平均高潮位以下部分海洋附着物较厚；左边跨胸墙中部梁格出现纵向裂缝，长度约 3.0m，最大缝宽约 2mm，主要分布中间梁格上半部分，裂缝中间宽，向右与中墩连接处呈上下分布 3 条细微裂缝。

3、工作闸门为钢筋砼闸门，闸门顶部及侧向上部均存在潮水倒灌情况，左边跨启闭螺杆弯曲，无法正常启闭，后续需进行相应加固或维修。

4、与原设计相关参数对比，水闸整体存在一定沉降，沉降值 17.22～44.33mm，现场检查水闸主体结构未发现明显不均匀沉降，且根据观测数据及分析报告，现状水闸沉降趋于稳定。

5、水闸设置了安全监测，满足日常运行管理需求。

二、金属设备

现状启闭设备均经过油漆涂刷，具体相关参数不详，启闭机未设置上行限位装置，存在安全隐患。螺杆为新更换，老螺杆已压弯。

三、机电设备

1、水闸用电负荷与原设计一致。

2、水闸主电源设专用 0.4KV 架空线路、配电设备及备用柴油机组，均能满足水闸满负荷运行时的负载要求。闸门所配电动机满足闸门正常启闭要求。柴油发电机组功率满足使用要求。存在问题：柴油发电机组排烟管未装设弹性波纹管，排风道未设导风管。

3、防雷接地系统满足相关要求。存在问题：水闸屋面接闪带锈蚀严重。启闭机控制箱等用电设备外壳未接地。

4、水闸大部分电缆敷设采用电线管、穿管明敷等敷设方式。电缆表面绝缘层完整，

没有严重划痕。存在问题：启闭机房内、控制柜（箱）内电缆布线零乱，箱内电缆、电线无标号。配电箱、控制箱内电缆孔洞未采用防火堵料封堵。明敷电缆管未采用镀锌钢管并未采取防护措施。

5、照明系统设有工作照明。照度满足《水利水电工程照明系统设计规范》所规定的照度标准值。存在问题：部分应急灯具损坏。

6、采用现地控制箱就地操作方式。存在问题：水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患。

4.1.1.8 水闸安全鉴定结论

南闸

一、工程质量分析

本工程各项检测均满足标准要求，检测结果满足设计要求，运行中发现质量缺陷尚不影响工程安全，根据《水闸安全评价导则》（SL214-2015），其工程质量评定为“B”级。

二、建议

1、启闭机房墙壁进行粉刷，加强卫生管理工作。

2、对胸墙中部梁格、下游翼墙裂缝进行加固处理，对闸墩表面海洋附着物进行清除，对螺杆等金属结构进行维修，加强金属结构设备的除锈及防腐工作，安装启闭机上行限位装置；

3、增加用电负荷变更的相关说明，增设柴油发电机组排烟弹性波纹管，排风道导风管，规范环境空气质量自动监测站用电回路配电断路器安装、出线接线，更换水闸屋面接闪带，对启闭机控制箱等用电设备外壳未接地进行整改。

4、规范整改启闭机房内、控制柜（箱）内电缆布线、标明箱内电缆、电线型号，电缆孔洞采用防火堵料封堵，明敷电缆管采用镀锌钢管等防护措更换损坏的应急灯具。

中闸

针对中闸存在的问题，为使工程能良好运行，提出如下建议：

1、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）、《浙江省水利厅关于印发全面推进水利工程标准化管理实施方案（2016～2020 年）的通知》及温州市水利工程标准化建设相关要求，尽早开展水闸标准化建设，明确水闸管理及保护范围。

2、对启闭机房墙壁进行粉刷、翻新，加强环境卫生工作。

3、加强水闸维修养护工作，确保水闸正常、安全运行。

4、柴油发电机组排烟管未装设弹性波纹管，排风道未设导风管，建议整改安装。

5、水闸屋面接闪带锈蚀严重，启闭机控制箱等用电设备外壳未接地，建议整改。

4、启闭机房内、控制柜（箱）内电缆布线零乱，箱内电缆、电线无标号，配电箱、控制箱内电缆孔洞未采用防火堵料封堵，明敷电缆管未采用镀锌钢管并未采取防护措施，部分应急灯具损坏，建议整改。

6、采用现地控制箱就地操作方式。存在问题：水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患。

7、水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患，建议安装。

8、加强金属结构设备的除锈及防腐工作。

北闸

针对北闸存在的问题，为使工程能良好运行，提出如下建议：

1、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）、《浙江省水利厅关于印发全面推进水利工程标准化管理实施方案（2016～2020 年）的通知》及温州市水利工程标准化建设相关要求，尽早开展水闸标准化建设，明确水闸管理及保护范围。

2、对启闭机房墙壁进行粉刷、翻新，加强环境卫生工作。

3、加强水闸维修养护工作，确保水闸正常、安全运行。

4、柴油发电机组排烟管未装设弹性波纹管，排风道未设导风管，建议整改安装。

5、水闸屋面接闪带锈蚀严重，启闭机控制箱等用电设备外壳未接地，建议整改。

4、启闭机房内、控制柜（箱）内电缆布线零乱，箱内电缆、电线无标号，配电箱、控制箱内电缆孔洞未采用防火堵料封堵，明敷电缆管未采用镀锌钢管并未采取防护措施，部分应急灯具损坏，建议整改。

6、采用现地控制箱就地操作方式。存在问题：水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患。

7、水闸启闭机未设上行限位开关，存在安全隐患，建议安装。

8、加强金属结构设备的除锈及防腐工作。

4.1.1.9 项目用海批复概况

平阳新兴产业园围填海项目原为宋埠-西湾高涂围垦养殖规划区。2010 年 2 月 1 日，该养殖区由浙江省海洋与渔业局注册登记，获得围海养殖海域使用权证。2012 年平阳县人民政府提出将宋埠—西湾围垦养殖规划区转变为新兴产业园区。按照国家海洋局《区域用海规划编制技术要求》，平阳县人民政府组织编制了《平阳新兴产业园区域建设用海规划》，并于 2013 年 5 月得到国家海洋局批复《国家海洋局关于浙江省平阳县宋埠-西湾高涂围垦养殖用海规划的批复》（国海管字（[2013] 330 号）。规划期限为 2013 年至 2017 年，规划用海面积 604.1475hm^2，用海方式为建设填海造地，宗海图见下图。

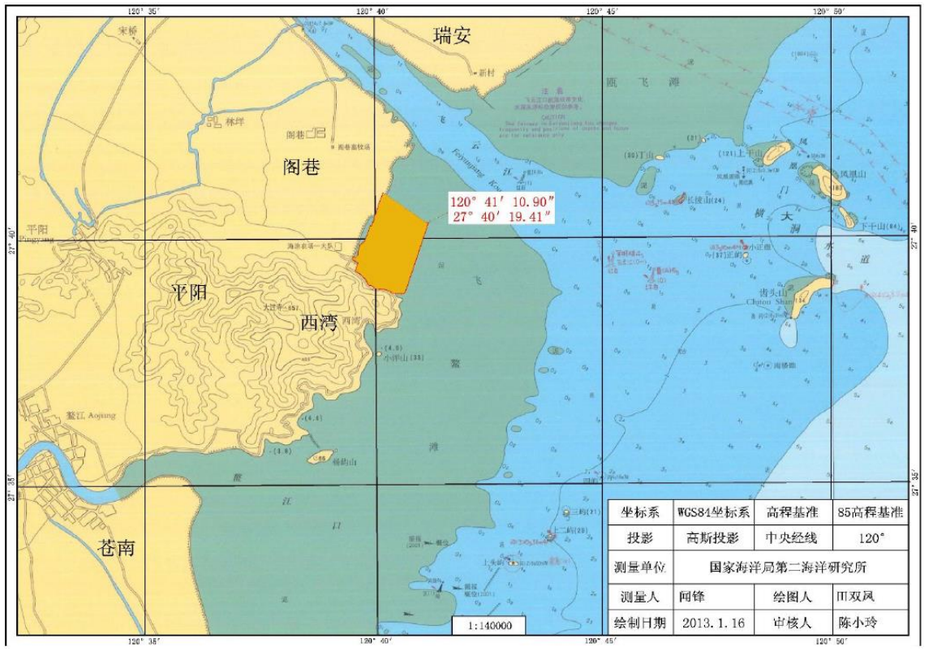


图 4.1-16 平阳新兴产业园区域建设用海规划宗海位置图

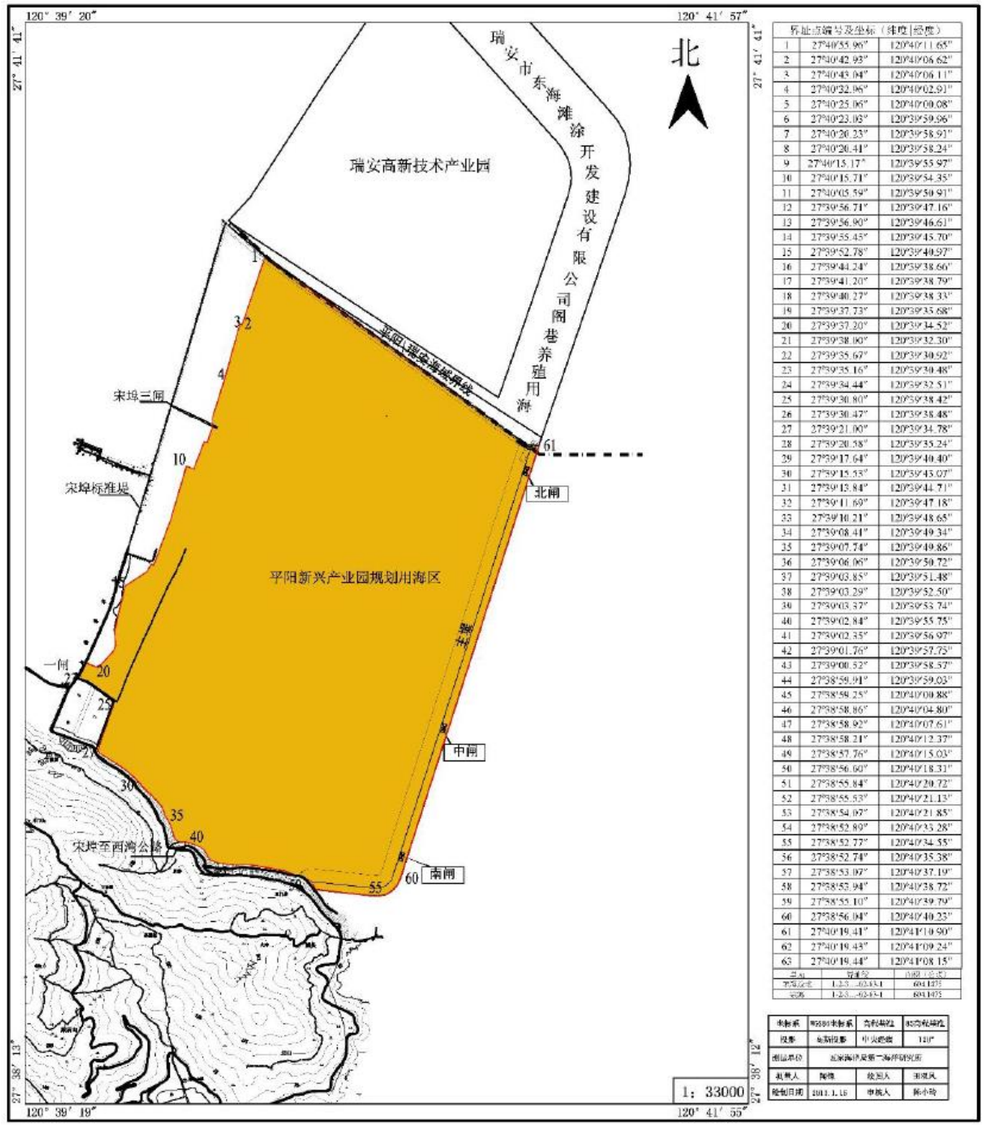


图 4.1-17 平阳新兴产业园区域建设用海规划宗界址图

根据《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号），严控新增围填海造地，完善围填海总量管控，取消围填海地方年度计划指标，除国家重大战略项目外，全面停止新增围填海项目审批。未经批准或骗取批准的围填海项目，由相关部门严肃查处，责令恢复海域原状，依法从重处罚。

本工程方案设计需避免新增占用海域，为避免涉海审批，应在原批复用海范围及老堤范围内进行改造提升。因此，本工程需在平阳新兴产业园区域建设用海规划宗界

的范围内进行工程设计施工。

4.1.1.10 存在的主要问题

随着我省沿海大湾区、大都市区建设不断推进，海塘保护区内保护对象重要性和安全需求还将不断提升，对海塘防洪御潮能力和生态景观提出新的需求，亟待提升改造，对标海塘安澜项目的定位，还存在以下问题：

（1）工程设防标准偏低

本工程是瑞平平原海塘的重要组成部分，是平阳县新兴产业园区防洪御潮安全的重要屏障，保护区内商业、工业、人口密集，经济发达、财富聚集，基础设施集中。根据《防洪标准》（GB50201-2014），其设防标准 50~200 年一遇，而现有海塘 20 年一遇标准偏低。

（2）水闸排涝能力不能满足最新的规划要求

根据《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划以及《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告》，该报告提出对宋埠老堤现 3 座水闸需进行改建，新建新北闸，本次工程仅对 3 座老闸进行改建，新北闸的建设留待后续工程实施。

（3）工程结构存在安全隐患

本工程结构存在的安全隐患如下：

1、海塘沉降变形较大

根据现场检查以及安全鉴定的结果，现状堤顶高程较原设计顶高程存在部分沉降，整个堤段相较原设计：平均塘顶高程差值 7.74cm，最大差值达 48cm；平均防浪墙顶高程差值 2.44cm，最大差值 40cm，现状堤顶高程局部已不满足原设计顶高程。。

2、水闸的闸门及启闭设施等不能满足运行要求

现状已建水闸闸门顶高程 3.00m，闸前 20 年一遇内河水位 3.39m，闸门开度过低影响泄洪，同时闸门及启闭设施使用多年，需要更换。

（4）滨海海岸生态系统亟待改善

1、岸线硬化程度过高，生态化不足

海塘工程是沿海抵御台风风暴潮最重要的安全屏障，是最基本的民生工程之一。传统的海岸硬防护大多使用混凝土构件或抛石建设而成，以其坚硬的结构抵御海浪、风暴潮等对海岸的侵袭，其结构设计和材料使用生态友好性较差，较少有生态上的考虑，破坏了海岸带生态系统的完整性，影响了无知交换和能量流通。随着近年来国家对生态环境越来越重视，以及社会经济发展，对水利工程功能上更高的要求，对海塘的生态化改造已迫在眉睫。

（5）海塘管理信息化水平不高、不智能

目前，本段海塘管理仍采用传统方式，主要靠现场管理人员定期巡查，逐级上报来实现信息传递，这样的方式费工费时，不利于部门间的信息共享，也延缓了防汛决策。管理设备上，由于观测设施不全，有效监测资料少，导致不能对海塘建成后的沉降变形情况进行动态掌握，难以对沉变规律及趋势做出科学合理分析。管理信息化水平不高、不智能。

随着社会的发展，海塘管理工作内容的不断变化，安全、生态、景观、文化成为现代海塘的新标准，这对海塘管理单位提出了更高的要求，管理上实现规范化、科学化、信息化成为必然。海塘管理工作因其行业的特殊性，亟需引入信息化管理，提高日常管理工作效率。信息系统在合理组织和管理数据方面有着得天独厚的优势，引入信息系统参与海塘的日常智能管理工作势在必行。

（6）安全+功能融合需求

本工程区块岸线统筹利用不够，没有发挥综合功能，海塘岸带空间相对狭窄，功能相对单一，与城镇建设、地域特色、生态景观、文化旅游等结合不够，海塘建设引领区域高质量发展作用不充分，工程区域基础设施、防灾减灾、岸带综合功能亟待统筹。

1、开放共享贯通需求

浙江构筑大花园“两环三横四纵”万里绿道网，包括环杭州湾、环南太湖、沿钱塘江、沿瓯江、沿海等 1 万里骑行绿道。2014 公里一线海塘安全、车行、慢行空间自北向南互联互通是环杭州湾、沿钱塘江、沿海骑行绿道普惠线，打造实现开放共享的重要途径，以海为韵，因地制宜开展海塘观海绿道建设。

2、多元美丽体验需求

随着生态海岸带和海塘安澜建设的不断推进，岸带内丰富的元素将活力共享、带来更加多元的空间体验，并有效与沿线自然人文景点、产业要素串联互通，打造未来区块更丰富更有品质的美丽体验地。

本工程沿线空间平直单调，绿化以草皮为主，缺乏管护，全线没有吸引人气或可供停留的节点。通过本工程的建设，在海塘塘身、塘后结合新产业园区的特色建设一定规模品质的景观便民设施，凸显多元美丽海洋活力，同时为沿海居民和游客体验多

彩滨海文化生活，以及宣传平阳新产业园区塑造空间。

4.1.2 相关规划

4.1.2.1 《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划（2020~2030 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，建设生态海塘，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。建设安全可靠、绿色生态、功能综合、运行高效的海塘工程体系，是贯彻落实党中央决策部署、坚持以人民为中心发展思想，增强人民群众获得感、幸福感、安全感的重要举措。为深入贯彻党的十九届五中全会和习近平总书记关于建设生态海塘的重要指示精神，统筹好发展和安全，以防范重大风险为出发点，协同推进海塘安全提标、生态提质、融合提升、管护提效，努力把我省沿海海塘打造成“重要窗口”的重要生命线、风景线、幸福线，为争创社会主义现代化先行省提供安全保障，特编制《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》。本规划依据《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二○三五年远景目标纲要》《浙江省海塘安澜千亿工程行动计划》和海塘建设相关政策要求制定，规划期限为 2020—2030 年，展望至 2035 年。

表 4.1-6 沿海重要保护对象和规划防潮标准情况统计表

沿海重要保护对象及范围		防潮标准（重现期：年）
省域中心城市	杭州城区	300
	嘉兴城区	300
	绍兴城区	300
	宁波城区（甬江以北）	300
	宁波城区（甬江以南）	200
	台州城区	200
	温州城区	200
	舟山城区	100
县（市）域中心城市	环杭州湾沿海沿线	300
	县城城区	100
城镇、乡村	一般城镇镇区、千人以上村庄	50
	千人以下村庄，农田等	20
各类产业高地	产业集聚区、开发区（园区）	100-300
主要海港	宁波舟山港（浙东南沿海港口）	100-300
	嘉兴港（浙北环杭州湾港口）	300
	台州港、温州港（浙东南沿海港口）	100-200
特殊设施	根据特殊设施类型、规模、可能影响安全的工况等综合分析确定。	

表 4.1-7 浙江省海塘保护区划分和规划防潮标准情况表（温州部分节选）

序号	保护区名称	防潮标准（重现期：年）	保护对象	涉 及 海 塘
344	洞头北岙保护区 2	50	北岙街道	杨文标准塘
345	洞头北岙保护区 3	100	北岙街道、东屏街道	南塘标准塘
346	洞头北岙保护区 4	50	北岙街道	洞头区环岛西片标准堤
347	飞云江北岸保护区	100	安阳街道、东山街道、锦湖街道、上望街道、莘塍街道、塘下镇、汀田街道	经济开发区海塘、滨江防洪堤（一期，二期）、丁山二期围涂海塘、滨江防洪堤（三期）、飞云江北岸标准海塘
348	飞云江北岸锦湖保护区	50	锦湖街道	滨江防洪堤（四期）
349	飞云江南岸沿海平原保护区	100	云周街道、海西镇、飞云街道、昆阳镇、南滨街道、万全镇、仙降街道	飞云段标准海塘、飞云江南岸城市防洪堤、飞云江南岸标准海塘、阁巷围涂海塘、宋埠西湾围垦主堤
350	鳌江北岸沿海平原保护区	100	鳌江镇、昆阳镇	鳌江海塘垂杨段、鳌江海塘钱仓段、西湾南堤及南顺堤、鳌江海塘下埠段、鳌江海塘镇区段、鳌江海塘东江段、鳌江海塘下厂段
351	鳌江南岸沿海平原保护区	100	金乡镇、灵溪镇、龙港市、麻布镇、钱库镇、萧江镇、炎亭镇、宜山镇、藻溪镇	鳌江海塘萧江段、西北塘、龙港标准海塘城区段、龙港标准海塘（江南海塘段）、鳌江标准堤双龙汇龙段、江南海涂围垦大堤、舥艚标准塘、龙港东塘段海塘（东塘巴曹段）
352	鳌江南岸炎亭保护区	20	千人以下	炎亭海堤（东西沙海塘）
353	苍南安峰保护区	20	千人以下	龙沙安峰海塘

表 4.1-8 浙江省海塘安澜千亿工程建设项目表（温州部分节选）

序号	项目编号	项目名称	建设地点	建设性质	问题海塘长度（公里）	实施年限	2020-2025		2026-2030		实施责任主体	十四五规划项目编码
							建设长度（公里）	水利投资（亿元）	建设长度（公里）	水利投资（亿元）		
	（1）	瑞安市滨江城防东延伸一期 A 段除险加固及生态修复工程	瑞安	拟建	1.54	2020-2021	1.54	1.10			瑞安市人民政府	
	（2）	瑞安市海塘安澜工程（滨江城防东延伸段海塘）	瑞安	拟建	1.13	2022-2024	1.13	0.80			瑞安市人民政府	
96	SW019-ZF-WZ28	瑞安市海塘安澜工程（江南段海塘）	瑞安	拟建		2026-2030			16.18	4.40	瑞安市人民政府	
97	SS078-ZF-WZ29	瑞安市海塘安澜工程（阁巷围区海塘）	瑞安	拟建	3.76	2021-2023	3.76	3.20			瑞安市人民政府	HTGD3303092B
98	SS079-ZF-WZ30	平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）	平阳	拟建	3.23	2022-2025	3.23	2.00			平阳县人民政府	HTGD3303096B
99	SS080-ZF-WZ31	平阳县鳌江标准堤（下厂段、下埠水闸、雁门水闸）加固工程	平阳	拟建	3.58	2022-2025	3.58	4.74			平阳县人民政府	HTGD3303097B
100	SS081-ZF-WZ32	平阳县鳌江标准堤加固工程（钱仓、东江段、萧江段海塘）	平阳	续建		2018-2021	15.31	2.03			平阳县人民政府	HTGD3303095B
101	SW020-ZF-WZ33	平阳县海塘安澜工程（鳌江海塘）	平阳	拟建		2026-2030			27.65	13.00	平阳县人民政府	
102	SS082-ZF-WZ34	龙港市海塘安澜工程（双龙汇龙段海塘）	龙港	拟建	3.56	2022-2025	3.56	4.80			龙港市人民政府	HTGD3303099B

宋埠西湾海塘位于平阳县新兴产业园东侧，划归飞云江南岸沿海平原保护区，规划防潮标准 100 年一遇。

4.1.2.2 大湾区大花园大通道大都市区建设

2018 年 8 月，省委省政府下发了《浙江省大湾区建设行动计划》《浙江省大花园建设行动计划》《浙江省大通道建设行动计划》。

2020 年 4 月，浙江省省长袁家军主持召开省“四大建设”联席会议，总结 2019 年大湾区大花园大通道大都市区建设工作，部署 2020 年重点工作任务。袁家军强调，要深入学习贯彻习近平总书记考察浙江重要讲话精神，把“四大建设”作为彰显“重要窗口”责任担当的主阵地，作为浙江聚焦聚力高质量、竞争力、现代化的关键举措，坚持一张蓝图绘到底，整体谋划、综合集成，切实抓好规划实施、政策落地、要素保障，高标准高质量推进建设工作，为“两手硬、两战赢”和“两个高水平”建设提供强大支撑。要求加快推进大湾区大花园大通道大都市区建设。

图 4.1-18 大花园建设概述图

本工程地处浙东南沿海，离岸海岛众多，海洋资源丰富，又地处新兴产业园与海岛旅游带之间，属产业园区海塘，应充分结合园区内道路、产业配套、生活配套、特色景观建设，为沿线产业发展创造空间和功能。

4.1.2.3 《飞云江流域（温州段）综合规划报告（2015－2030 年）》概况

《浙江省飞云江流域（温州段）综合规划报告（2015－2030 年）》由温州市水利电力勘测设计院于 2018 年 7 月编制完成。该规划的任务是按照综合利用的要求，根据飞云江流域社会可持续发展，统一规划、全面安排、综合治理、综合利用的原则，提出飞云江流域防洪减灾的总体布置、水资源配置与保护的基本格局、重要河段岸线利用、兴利除害与保护等重大工程布局和政策措施的流域综合规划方案，包括防洪排涝、水资源配置、水资源保护、发电、河道与河口整治、岸线利用、河道航运、水土保持、生态建设和流域综合管理等规划内容。

本次规划范围为飞云江流域温州段，包括瑞安市、文成县以及泰顺县部分区域和平阳县部分区域，集雨总面积为 3252km^2。

规划水平年的划分应与当地经济发展水平以及规划发展目标相一致：

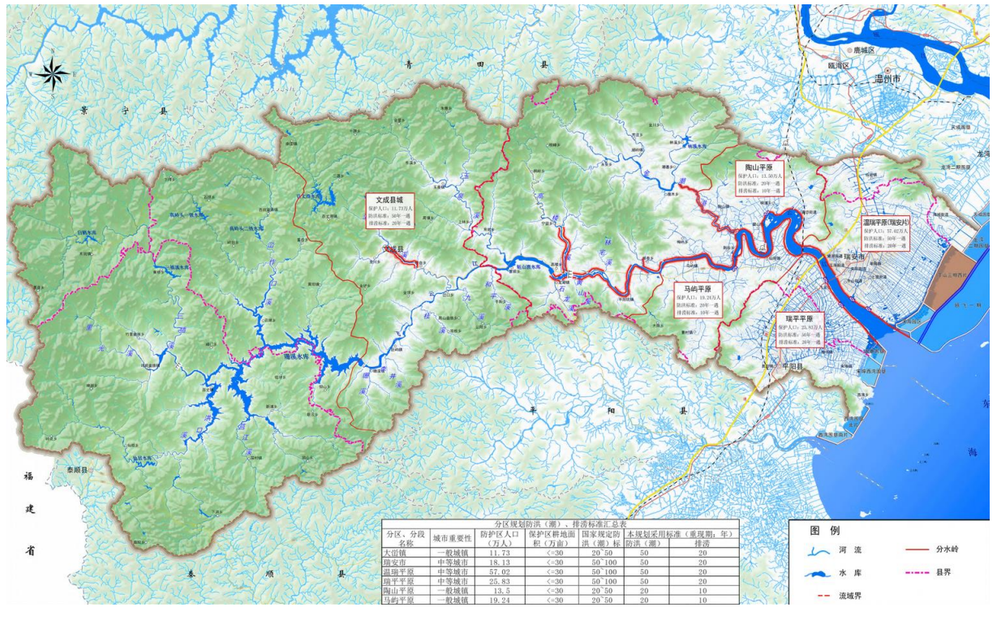
本规划现状水平年 2015 年；

近期水平年 2020 年；

远期水平年 2030 年。

规划标准：城市规划建成区，中期为 20 年一遇；远期为 50 年一遇。

温瑞、瑞平平原防洪标准 50 年一遇。马屿、陶山平原防洪标准为 20 年一遇。新建围垦区包括瓯飞围垦区防洪标准为 50 年一遇。其他农田防洪标准为 10 年一遇。



分区规划防洪（潮）、排涝标准汇总表						
分区、分段名称	城市重要性	防护区人口（万人）	保护区耕地面积（万亩）	国家规定防洪（潮）标	本规划采用标准（重现期，年）	
					防洪（潮）	排涝
大岙镇	一般城镇	11.73	<=30	20~50	50	20
瑞安市	中等城市	18.13	<=30	50~100	50	20
温瑞平原	中等城市	57.02	<=30	50~100	50	20
瑞平平原	中等城市	25.83	<=30	50~100	50	20
陶山平原	一般城镇	13.5	<=30	20~50	20	10
马屿平原	一般城镇	19.24	<=30	20~50	20	10

图 4.1-19 飞云江流域重要保护对象分布及规划防洪标准示意图

4.1.2.4 《浙江省飞云江流域防洪规划报告》概况

飞云江流域防洪规划由温州市水利电力勘测设计院在 2002 年编制完成，并在 2003 年批复执行，

主要内容简介如下：

一、规划范围

防洪规划范围为飞云江流域珊溪坝址以下至河口，主要内容包括主要河道整治与堤防规划，干支流两岸主要城镇防洪排涝规划，主要平原的防洪排涝规划。

二、规划标准

1、防洪标准

（1）温瑞平原（包括瑞安市城区）为 50 年一遇，瑞平平原（包括平阳县城）为 50 年一遇。

（2）温瑞平原、瑞平平原范围内城镇如飞云、仙降等镇为 50 年一遇。

（3）文成县城 50 年一遇，珊溪镇、玉壶镇、高楼镇平阳坑社区、龙湖社区、马屿镇等沿江城镇为 20 年一遇。

（4）马屿平原、陶山平原防洪标准为 20 年一遇。

（5）其他农田和村镇 10 年一遇。

2、排涝标准

（1）瑞安市、文成县大岙镇、平阳县城昆阳镇排涝标准为 20 年一遇。

（2）温瑞平原、瑞平平原排涝标准为 20 年一遇。

（3）沿江其他城镇排涝标准为 10 年一遇。

（4）马屿平原、陶山平原排涝标准为 10 年一遇，其他农田和村镇为 5 年一遇。

三、规划水平年

规划基准水平年为 1999 年，近期规划水平年为 2010 年，远期规划水平年为 2020 年。

因此，现状及远期瑞平平原排涝标准为 20 年一遇。

四、规划内容

流域防洪规划以流域综合规划为指导，深化防洪方案及工程实施意见，主要规划内容如下：

（1）在珊溪水库及赵山渡工程设计报告水文调度的基础上，深入分析干流现状及规划工况下，主要控制断面的安全泄量。

（2）以岸线布局规划为重点，提出干流及主要支流的整治方案，包括提线规划、清障规划、河道疏浚规划。

（3）确定干流及主要支流堤距，确定各堤段防洪标准下的设计洪水位、堤顶高程。

（4）对流域内各主要城镇提出防洪规划意见。

（5）提出防汛指挥系统、水文测报系统的初步方案及流域近期规划工况下的防洪预案要点。

（6）对规划区域进行环境影响评价和水土保持规划。

（7）对推荐的防洪规划方案进行投资估算。

（8）提出防洪规划分期实施意见。

4.1.2.5 《平阳县域总体规划》概况

一、规划背景

为了统筹城乡区域发展，在有限的土地资源下合理构建县域整体发展框架，合理安排城镇、农村居民点及各项基础设施、公共服务设施的空间布局，协调好保护与发展的矛盾，特编制本规划。

二、县域发展目标

围绕全面小康目标，以创建“三县一中心”为载体，全力打造特色鲜明经济强县、风格独特旅游大县、内涵丰富文化名县，实现平阳经济社会新跨越。

承接温州中心城市产业转移、“东引台资”和“融入长三角”，加快形成温州南部新兴产业集聚地；充分发挥境内众多旅游资源的优势；以建设鳌江流域中心城市为目标，大手笔勾画鳌江流域中心城市未来发展框架，把平阳建成浙南、闽北的重要工贸旅游城市、港口城市，温州鳌江流域的中心城市。

三、次区域划分与分区发展策略

（1）次区域划分：在平阳县域范围内划分三个次区域，并进一步划定管制区。

1、东部次区域：县域重点发展区域，是东部八镇一乡，包括昆阳、鳌江、萧江、钱仓、宋桥、郑楼、榆垟、宋埠八镇和西湾乡。

2、西部次区域：县域西部以生态保护为主的发展区域，以水头镇及其发展轴线为主要发展空间，以山地自然生态和风景名胜区为主要保护空间，主要包括水头镇、麻步镇、腾蛟镇、山门镇、顺溪镇、南雁镇、凤卧镇、鹤溪镇、梅溪乡、梅源乡、桃源乡、凤巢乡、龙尾乡、南湖乡、朝阳乡、闹村乡、晓坑乡、怀溪乡、青街乡、维新乡、吴垟乡等21个乡镇。

3、南麂海洋生态次区域：包括南麂及周边海洋生态保护区域。

（2）分区发展策略

1、东部次区域：促进县域中心城市结构的形成，积极引导中心区功能的形成，促进现代制造业为主的第二产业向该地区集聚，并在公共服务、居住配套等方面提供支持和保障，形成第二、第三产业集中发展的区域。实施以交通走廊为引导，整体联动、集约发展的模式。开发旅游休闲、会议培训和生态农业，可适当发展无污染的都市型工业，应与生态环境充分协调。

2、西部次区域：严格控制生态区的开发建设，加强绿化建设和生态恢复。在维护生态环境的前提下，积极引导旅游休闲等生态环境友好型的产业向该地区集聚，引导对环境影响较大的产业转移。以优化、整合、完善现有的发展空间为主，改善生态环境，引导高品质、组团式集约发展。

3、南麂海洋生态次区域：以海洋生物多样性的保护、维护区域生态安全和生态旅游为主，适度发展以海上观光、游乐、避暑、海洋生物观赏、科普教育及海上体育运动为主的旅游业和海珍品育苗及抗风浪网箱养殖为主的海水养殖业以及建设人工鱼礁，发展生态渔业。

四、中心城市：

①中心城市的城市规划区：从县域整体发展的角度确定平阳中心城市的规划区范围，将平阳全部县域范围作为城市规划区，总面积1050.68平方千米。

②城市性质：辐射浙南、闽北的重要工贸旅游城市、港口城市，温州鳌江流域中心城市的重要组成。其中昆阳突出县域中心功能、旅游服务功能和产业基地功能，鳌江突出港口功能和产业基地功能。

③规划期限：规划基期为2005年，近期到2010年，远期至2020年，远景展望至2050。

④城市规模：确定2020年城市人口发展规模为38万，其中2010年中心城市人口规模为26万。

⑤城市发展方向

昆阳片向北、向东的发展条件较好，是城市未来发展的主要方向，向西适当发展，向南只是分区的功能完善。

鳌江片未来城市发展的方向将是向东部西湾围垦区发展。

⑥总体布局结构

规划总体布局结构为“一城两片一组团”。

一城：即统筹功能区块及设施布局，形成昆鳌一体并包含西湾围垦区的组合城市。北与宋桥－郑楼城镇组团相衔接，南与龙港规划建设区块相协调，辐射带动沿鳌江的钱仓、萧江城镇区块，强化平阳中心城在鳌江流域的中心地位。

两片：昆阳片和鳌江片。

一组团：指东部的西湾围垦组团。

昆阳片和鳌江片在组合发展的基础上划分分区，其中昆阳建设规划区块分为四个分区，分别为老城区、城北工业区、城东新区和坡南片区；鳌江建设规划区块分为五个分区，分别为老城区、城西区、经济开发区、火车站站前区和城东新区。

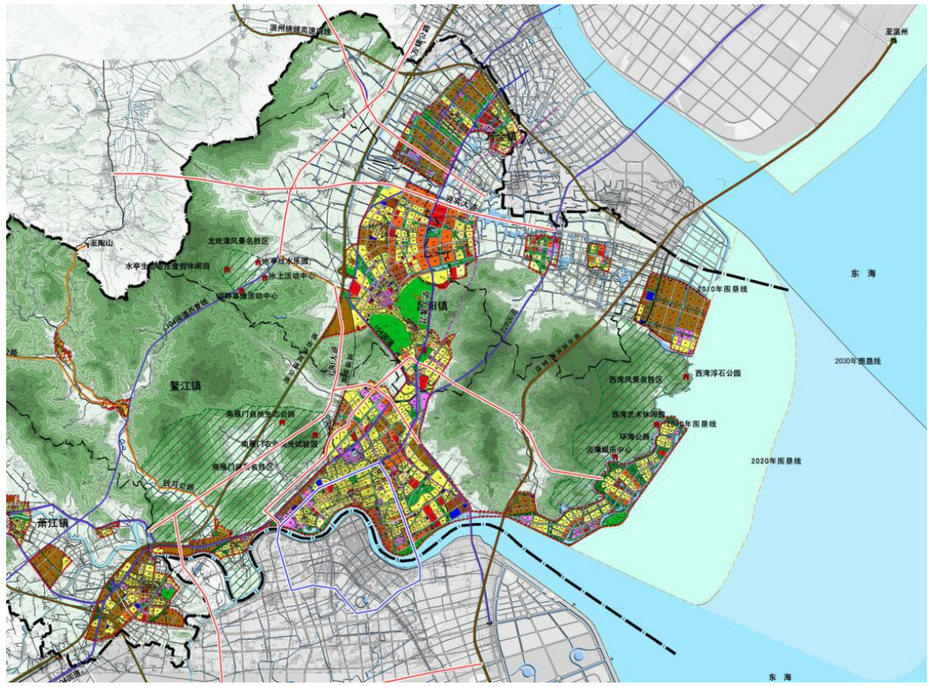


图 4.1-20 平阳县域空间规划总图

4.1.2.6 《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划（2016 年 9 月）》概况

一、研究与规划范围

研究范围为瑞平平原，东至东海，西、南以山区分水岭为界，北到飞云江，总研究面积 234.3km^2。工程规划范围为瑞平平原平阳片，规划面积 149.7km^2。

二、规划水平年

排涝规划应适应规划区建设发展的需要，提出以下规划水平年：

现状水平年：2014 年

近期水平年：2020 年

远期水平年：2030 年

三、规划任务

1、根据瑞平平原实际情况及相关已有规划，确定瑞平平原集镇区排涝标准为20年一遇最大 24h 暴雨不受淹；村庄区排涝标准为 10 年一遇最大 24h 暴雨不受淹；农田排涝标准为 10 年一遇最大 24h 暴雨 36h 排出。

四、主要水利工程概况

瑞平水系主要是涉及的水闸 16 座，总净宽为 116.6m，其中排往飞云江下游水闸共 7 座，总净宽 56m，具体水闸情况列表如下：

表 4.1-9 瑞平平原水闸概况一览表

水闸名称	宽度（m）	闸底（m）	流量（m³/s）	建成年月	所在乡镇
南码道水闸	18（3×6）	-1.375	180	1963.04	飞云街道
乔里套闸	8（1×8）	-0.30		2012	飞云街道
宋家埭水闸	12.5（5×2.5）	-1.59	90	1960.04	飞云街道
塘头水闸	9.9（3×3.3）	-1.91	68	1956.04	飞云街道
柏树闸	2.8（1×2.8）	0.12			飞云街道
阁巷闸	3.3（1×3.3）	0.12			飞云街道
团前闸	3.5（1×3.5）	0.12			飞云街道
阁巷一闸	6.0（2×3.0）	-0.5	52.1		阁巷围区
阁巷二闸	6.0（2×3.0）	-0.5	52.1		阁巷围区
阁巷三闸	6.0（2×3.0）	-0.5	52.1		阁巷围区
宋埠水闸	4.6（2×2.3）	0.12	20	1963.10	平阳西湾海滨村
宋埠二闸	3.0（1×3）	0.12	15	1985.10	平阳海涂农场
宋埠三闸	3.5（1×3.5）	0.12	17	1999.05	平阳县海涂农场
北闸	**7.0（2×3.5）**	**-0.5**	**85.3**		**平阳县宋埠围区**
中闸	**10.5（3×3.5）**	**-0.5**	**128.0**		**平阳县宋埠围区**
南闸	**14.0（4×3.5）**	**-0.5**	**170.6**		**平阳县宋埠围区**

五、平阳片排涝布局

平宋塘河沿程洪水位东高西低，东排排水不畅。瑞平平原平阳片现状主要是以瑞平塘河北排为主，平宋塘河东排为辅的排涝格局。其中，北排水量占总排水量的 64.3%。一方面，飞云江沿线排水闸较多，沿线水闸总净宽 64.3m，占瑞平平原外排水闸总净宽的 67%；另一方面，原宋埠农场外排水闸规模较小，现状宋埠老堤水闸总净宽仅 11.1m，排水效率低。随着宋埠～西湾围区内河道及 3 座排涝闸的建成，为瑞平平原涝水东排提供了有利的基础。

规划区内的水利计算成果见下表 4.3-2。

表 4.1-10 规划工况特征水位

序号	地点	现状地面高程	频率		
			10 年一遇	20 年一遇	50 年一遇
1	阁巷	3.6	3.53	3.66	3.80
2	宋埠	3.60	3.53	3.39	3.80

4.1.2.7 《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告》

根据前述规划成果，浙江广川工程咨询有限公司于 2017 年 3 月编制完成了《平阳县瑞平平原排涝工程可行性研究报告》，2018 年 7 完成了《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告》（报批稿）。该报告提出对宋埠老堤现 3 座水闸进行改建，本次工程仅对 3 座老闸进行改建，新北闸的建设留待后续工程实施。

农场 1#水闸：设计排水流量 181m³/s，5 孔×4m，闸底槛高程 0m。

农场 2#水闸：设计排水流量 181m³/s，5 孔×4m，闸底槛高程 0m。

海滨水闸：设计排水流量 170m³/s，5 孔×4m，闸底槛高程 0m。

新北闸：设计排水流量 135m³/s，3 孔×5m，闸底高程-0.5m。

水闸规模见下表。

表 4.1-11 水闸工程规模汇总表

水闸名称	底板高程（m）	净宽（m）	设计流量（m³/s）	闸前最大流速（m/s）（20 年）	闸前水位（m）		闸后水位（m）		
					常水位	20 年	常水位	20 年	50 年
农场 1#水闸	0	20	181	2.7	2.76	3.58	2.76	3.44	
农场 2#水闸	0	20	181	2.7	2.76	3.52	2.76	3.44	
海滨水闸	0	20	170	2.3	2.76	3.50	2.76	3.44	
新北闸	**-0.5**	**15**	**135**	**2.5**	**2.76**	**3.39**	**/**	**4.66**	**4.95**

4.1.2.8 《平阳县新兴产业园控制性详细规划调整》概况

一、工程规划范围

本规划适用于平阳县新兴产业园规划范围内的各项建设工程，包括宋埠滩涂围涂区块（根据围涂工程设计提供的最新图纸，面积约 589.35 公顷）和平阳县第一农场海涂分场（面积约 264.86 公顷，包含老堤塘两侧用地）（以下简称海涂农场区块）两个区块，总面积约 868.23 公顷。规划范围北面与瑞安市阁巷围垦区接壤，南侧紧靠西湾风景区至古盘山脚下，西侧紧邻原宋埠镇，以海滨村和甬台温高速公路复线为界，东侧濒临大海以新海塘为界。

二、规划结构

规划区功能定位为温州沿海产业带的重要产业基地、平阳县新兴产业拓展区和以特色产业集群为核心的现代化工业基地，是促进平阳县产业升级和提升的重要平台。本次规划结构为“一主一副一轴一带五片”。

“一主”：为位于园区中心园区级公共服务中心，兼近期镇级服务中心功能。

“一副”：为位于海涂农场区块的社区级公共服务中心，近期覆盖宋埠社区公共服务需求。

“一轴”：为连接宋埠社区的城市产业发展轴。

“一带”：为沿甬台温高速复线、古盘山脚、老宋埠标准堤、新宋埠标准堤布置的以农业、生态防护功能为主的生态带。

“五片”：位于北面的三个工业片区（三类工业片区、宋埠滩涂围涂区块二类工业片区、海涂农场区块二类工业片区）、位于东南面的休闲服务片区和位于南面的居住片区。

三、区域排水规划

1、排涝标准

根据《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划》，规划区的排涝标准定为20年一遇24小时暴雨24小时排出不受淹。规划范围内农业用地的排涝标准定为10年一遇3日最大降雨4日排出。

2、地面标高的确定

根据《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划》，规划区河道 20 年一遇水位 3.39m，考虑 0.3m 的安全超高以及地面沉降，规划地面标高不小于 4.4m。农用地高程宜控制在 3.60m。

四、海塘建设

海塘标准近期维持 20 年一遇，远期（2020 年以后）提高至 50 年一遇。

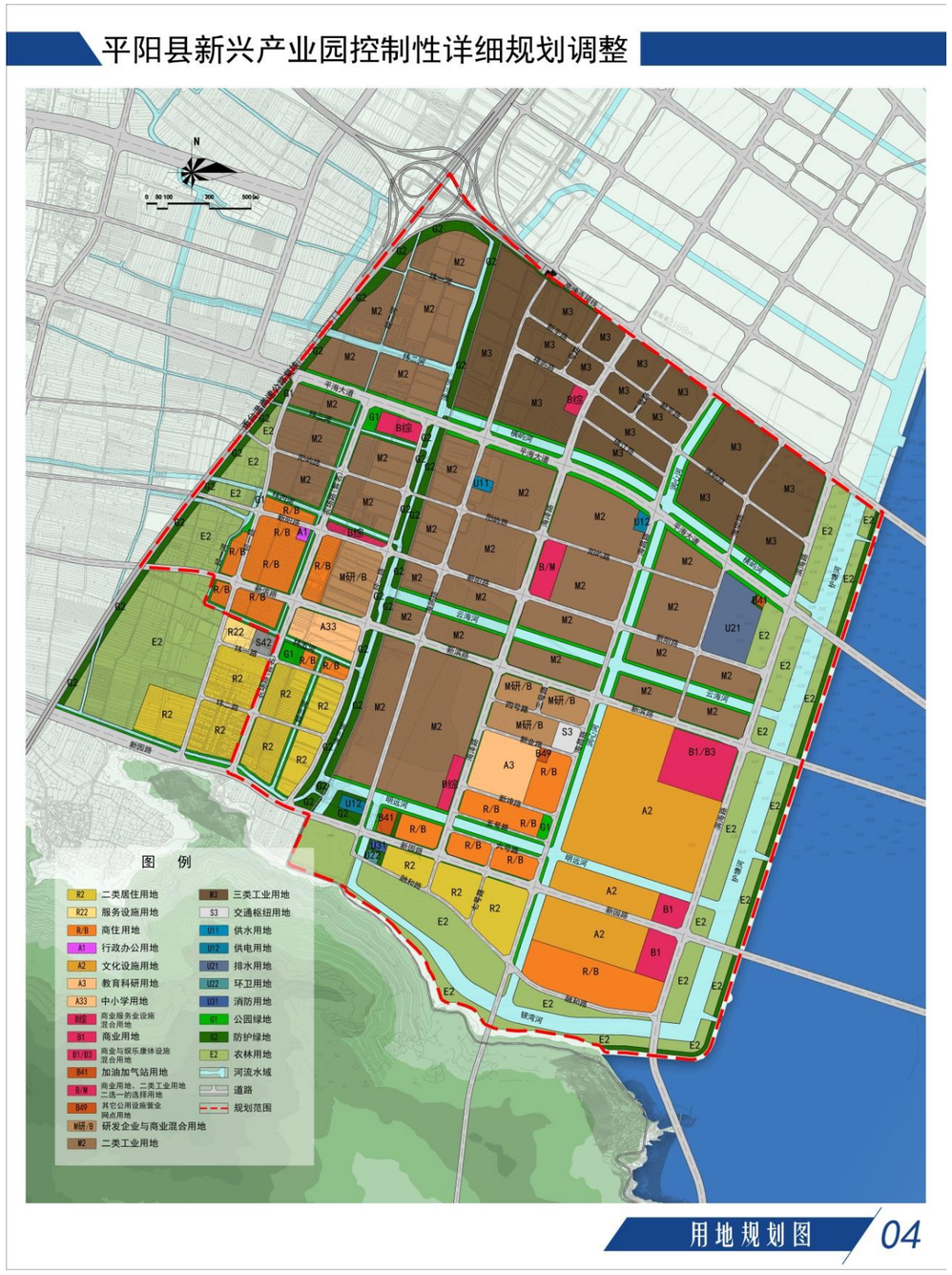


图 4.1-21 平阳县新兴产业园控制性详细规划用地规划图

4.1.2.9 平阳县水安全保障“十四五”规划

平阳县“十三五”期间累计完成水利投资 63.2 亿元，水利投资完成数列全市第一。

“十四五”将重点工作围绕“水安全、水资源、水生态、水文化”四个方面，推进平阳水利高质量发展。

水安全方面。重点实施海塘安澜千亿工程、水库保安工程、高速水路工程，其中海塘安澜千亿工程重点实施平阳县鳌江标准堤（下厂段、下埠水闸、雁门水闸）加固工程及平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘），水库安保工程重点实施小型水库除险加固，争取建设岳溪水库，高速水路工程主要实施瑞平平原排涝工程、鳌江南港流域江西垟平原排涝工程（二期）、鳌江南港流域江西垟平原排涝工程（四期）。

水资源方面。实施饮用水源保障工程，通过建水库，拦水坝等设施，解决饮用水源保障问题。

水生态方面。大力推进美丽河湖建设，打造幸福河。目前已完成鳌江干流南雁段、青街段、瑞平塘河美丽河湖创建，下步将力争每年创成2条美丽河湖，并联网成片，打造水生态文明示范区。

水文化方面。充分挖掘平阳水文化，在水头建设鳌江流域治水展示馆，在主要城镇建设水安全、水生态、水资源教育基地，提高公众水安全、水生态、水资源意识。

4.1.2.10 《温台沿海产业带发展规划温州市实施规划》简介

2009 年 2 月，温州市人民政府为贯彻落实省委、省政府建设温台沿海产业带的战略决策，根据温州沿海产业带的基础和条件，编制完成《温台沿海产业带发展规划温州市实施规划》。为接轨长三角，融入海西岸，全力推进温台沿海产业带和温州都市经济圈建设，沿海产业带重点突出三大定位：

现代产业新城。立足于港口岸线和滩涂资源开发，拓展发展空间，优化产业、城镇布局。以产业链整合和现代产业集群培育为突破口，构筑现代产业体系。推进新型城市化和新型工业化互动发展，把沿海产业带建设成为温州转型升级的现代产业新城。

统筹和谐示范区。坚持以人为本，统筹谋划、协调推进城市（镇）建设、产业发展、要素资源集约利用、生态环境抚育，完善基础设施和公共服务设施，将沿海产业带打造成有效实现产业、城市（镇）、生态统筹发展，经济、社会、环境协调发展的示范区。

改革创新试验区。把沿海产业带建设作为推进民营经济创新发展综合配套改革的

先行试验区，通过发展新产业、实施新机制，引导在外温商回乡投资创业和国内外企业集聚，使沿沿产业带成为创业活力更足、创新能力更强、发展环境更优、体制机制领先的发展新区。

按照“层次结合、梯度推进、确保实施”的总体要求，构建设沿海产来带“一轴六片十二产业区”的总体开发格局。“一轴”：是指沿海快速通道发展轴。“六片”：是指乐清片、瓯江口（洞头）片、龙湾片、瑞安片、平阳片和苍南片等 6 个片区。“十二产业区”：是指乐清湾临港产业基地、乐清经济开发区、大小门岛石化产业基地、状元岙临海产业基地、半岛产业基地、温州滨海工业园区、温州民营经济科技产业基地、瑞安东工业区、瑞安经济开发区、平阳临海产业基地、苍南工业园区（龙港）、苍南临港产业基地。

4.1.2.11 《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2018 年 9 月修订）

根据《浙江省海洋功能区划 (2011-2020 年)》，项目所在海域为飞鳌滩工业与城镇用海区（A3-33）（详见图详见图 4.3-4），该功能区位于飞云江口至鳌附近海域 ，地理位置西至东经 120°38′15″，南至北纬 27°35′39″，东至经 120°41′22″，北至纬 27°41′2″，功能区类型为工业与城镇用海功能区类型为工业与城镇用海。该区域内应重点保障工业与城镇建设用海，在未开发前可兼容渔业用；经严格论证后允许改变域自然属性填范围不得超过功能区前沿线，内水域面积少于的 12%，施工期间必须采取有效措施降低对周边功能区的影响等。

本项目为平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘），主要用于保护新兴产业园区建设，属工业与城镇用海，且规划范围在功能区范围内，园区内水域面积为 12%。本次方案不涉及堤外新增占海，符合《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》对所在海域的功能定位。

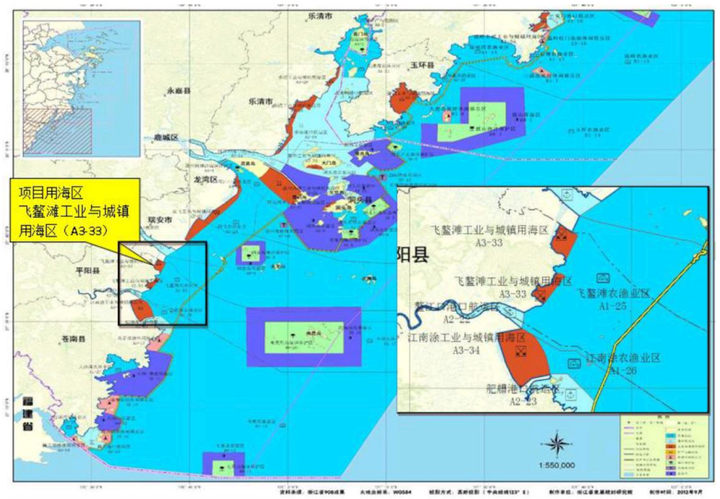


图 4.1-22 项目附近海域海洋功能区

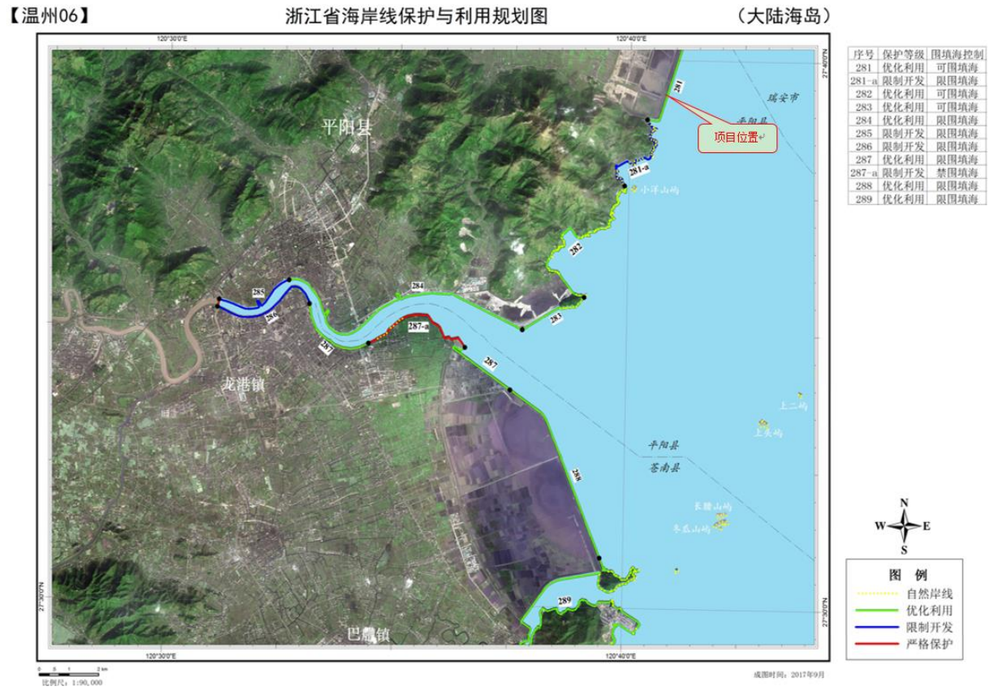
4.1.2.12 《浙江省海岸线保护与利用规划（2016-2020 年）》

宋埠西湾海塘所在的岸段编号为 281，保护等级为“优化利用”，围填海管控为“可围填海”，管理要求为：1、允许改变岸滩或海底形态和生态功能，允许围填海；2、在符合海域功能前提下，优化开发布局，实现海岸线集约高效利用；3、开发利用活动不应对周边河口水动力条件产生不利影响，不应对本功能区和周边功能区的基本功能产生不利影响。

初步分析，本项目为提标加固工程，工程外海侧占用一定海域，将适度造成岸滩或海底形态和生态功能的改变，本次设计以集约节约用海为目标，最大限度减少用海面积。由于项目所在海域涂面较高，工程建设不会对河口水动力条件产生不利影响，不应对本功能区和周边功能区的基本功能产生不利影响，满足《浙江省海岸线保护与利用规划》的管控要求。

表 4.1-12 宋埠西湾海塘所在岸段管控表

岸段编号	行政区	岸段名称	起点位置	终点位置	长度	保护等级	围填海控制	管理要求	所处功能区
281	平阳县	平阳西湾岸段	120.6858°, 27.6712°	120.6732°, 27.6485°	3.14	优化利用	可围填海	1、允许改变岸滩或海底形态和生态功能，允许围填海；2、在符合海域功能前提下，优化开发布局，实现海岸线集约高效利用；3、开发利用活动不应对周边河口水动力条件产生不利影响，不应对本功能区和周边功能区的基本功能产生不利影响。	飞鳌滩农渔业区（A1-25）



序号	保护等级	围填海控制
281	优化利用	可围填海
281-a	限制开发	限围填海
282	优化利用	可围填海
283	优化利用	可围填海
284	优化利用	限围填海
285	限制开发	限围填海
286	限制开发	限围填海
287	优化利用	限围填海
287-a	限制开发	禁围填海
288	优化利用	限围填海
289	优化利用	限围填海

图 4.1-23 浙江省海岸线保护与利用规划图（温州海域）

4.1.3 历史洪涝灾害

一、历史洪涝灾害

根据历史不完全记载，自南宋以来至明国时期，飞云江流域洪涝灾害有九十余次，，据旧志零星记载，从明万历二年(1574)至民国 27 年(1938)，在中游以下河湾段就发生过“洪水横溢”、“江潮内溢”、“陆地行舟”的水患 37 次。下游河口的飓掀海溢的灾害更甚，自南宋至民国就发生过 32 次，其中乾道二年(1166)八月十七日“夜潮入城”、“漂民庐，毁盐田、坏农稼”，就酿成“浮尸蔽川，存者十一”的惨景。从而亦锻炼了飞云江儿女与灾害进行不懈周旋的坚强意志和聪明才智。如宋建陡闸群，明治天井垟，清筑大海塘，以及民国时期对飞云江的截湾取直等等，都给后世留下了卓著的功绩和可资借鉴的经验。

二、现代洪涝灾害

建国后从 1949 年至 2013 共 55 年间发生大小洪水共计 43 次，其中流域性水灾 16 次，平均 4 年一次，其中发生较大洪水的年份有 1956 年、1958 年、1965 年、1969 年、1982 年、1990 年、1994 年、2005 年、2007 年、2009 年、2013 年等。

1994 年 8 月 21 日，9417 号台风雨 22 时 30 分在市境梅头镇登陆，全市遭受惨重损失。台风席卷全市平原、山区，瑞安过程雨量 324.4mm，飞云江潮位高达 5.02m，全市海塘、江堤全线失守，土堤几乎夷为平地，海水涌进陆地 5km；受灾乡镇 46 个，行政村 958 个，受灾人口 114.7 万人，进水建制镇 21 个，被洪水围困有 28.5 万人，倒塌房屋 83460 间，死 360 人；粮食作物成灾 30.7 万亩，绝收 10.7 万亩。经济作物成灾 10.7 万亩，绝收 6.5 万亩，死亡牲畜 8.5 万头；水利工程遭到严重损坏，丁山一期围垦工程土石混合堤坝 7km 决堤，各乡镇泥质海塘、江堤全线被冲垮，受损害的还有护岸工程 10 处，水闸 20 处，机埠泵站 210 处，全市直接经济损失 45.89 亿元。

21 世纪初，流域上游的防洪控制性工程珊溪水库建成后，下游河道防洪能力得以大幅度提高，为应对台风暴雨灾害发挥了重要作用。尽管如此，由于区间水量大，加上两岸防洪堤尚未建成，2000 年以后仍发生了数次较大的洪水，如 2005 年的“海棠”台风、2007 年的“罗莎”和“韦帕”台风、2009 年的“莫拉克”台风、2013 年“菲特”台风等，均发生了较为严重的洪涝灾害。

2005 年 5 月台风“海棠”于 19 日下午 18 时在福建连江黄岐镇登陆。受其影响，瑞安普降特大暴雨，据统计，全市有 11 个雨量站过程雨量超过 350mm，其中宁益、曹村、六科、潘山、林溪均在 550mm 以上，最大达 612mm，特大暴雨范围之广为该市 1959 年有观测记录以来的最大值。受强降雨影响，37 个乡镇 40 万人受灾，倒塌房屋 312 间，农田受灾面积 20930 公顷，减产粮食 14 万吨，死亡大牲畜 1.5 万头，水产养殖面积损失 930 公顷，造成 2546 个工矿停产，公路中断 53 条次，损坏路基 125.3km，损坏输电线路 148.1km，损坏通信线路 34km，水利设施损毁严重，其中堤防绝口 94 处 7.0m，损坏提防 305 处 43.5km，护岸 120 处、小水电站 6 座、灌溉设施 571 处、水闸 27 座。

2013 年 10 月 7 日 23 号“菲特”台风在福建省福鼎市登陆，该台风所带来的强暴雨和大风，给瑞安市造成了巨大损失，造成直接经济损失 17.822 亿元，是继 94 年 17 号台风之后，直接经济损失最大的一次。全市 15 个镇街全部受灾，受灾人口达 68.35 万人，紧急转移安置人员 5.6821 万人，倒塌房屋 566 间；这次农林牧渔业洪涝损失最大直接经济损失 9.6 亿元，受灾面积 18.65 千公顷，绝收面积 1.1 千公顷，水产养殖业损失 0.43 万吨；工业交通运输业损失 5.648 亿元、水利设施损失 1.65 亿元。

2015 年第 13 号台风“苏迪罗”于 8 日 22 时 10 分前后在福建莆田登陆，对位于登陆地点以北的温州造成极其严重影响。平阳县全县受灾人员达 55.7 万人，共转移人员 14023 人；农作物受灾面积 26 万亩，其中成灾面积 20.8 万亩，绝收面积 4.16 万亩；供电中断 37 条 10 千伏线路；全县公路中断 120 条次；水利堤防决口 10 处，水文测站损

坏 8 个。全县造成直接经济损失 30.768 亿元，其中农林牧渔业损失 1500 万元，工业、信息、交通运输业损失 1200 万元。

根据《台风风暴潮灾害影响下的温州平阳县脆弱性评估》等专题论文统计描述：(1)平阳具有较高的灾害暴露性。(2)增加脆弱性的主要因素包括围填海新区扩张与城市建设、存在的部分低质量房屋、城市排水管网系统和部分海塘标准较低、基层社区灾害应对能力相对不足等。(3)平阳防御风暴潮灾害能力的评估值为 0.796。建议将风暴潮灾害因素纳入国土空间规划考虑，健全灾害管理机构和机制，加固重点堤防，改进城市排水系统，提高农房等建筑的防洪抗台能力，提升基层社区的减灾能力。

总之，飞云江河口气象灾害频发，城市防洪御潮工程实施迫在眉睫。尤其是瑞平平原东片地势较低，东临大海，更易受台风影响造成风暴潮及洪涝灾害，更应切实做好防洪御潮排涝工作，否则将会对规划区城市建设和经济发展带来严重的不良影响。

4.1.4 海塘现状生态调查

平阳县属亚热带海洋性季风气候，日照充足，气候湿润，四季分明，雨水充沛，水生生物资源丰富。工程堤段外海临近南麂列岛，南麂列岛及近海滩涂区位优势独特，现已初步查明区内有各种门类的海洋生物 1,876 种，包括贝类 427 种、大型底栖藻类 178 种、微小型藻类 459 种、鱼类 397 种、甲壳类 257 种和其它海洋生物 158 种，其种群区系具有热带、亚热带和温带的多样性、代表性、稀缺性，被称为海洋生物南种北移、北种南移的基因库。

4.1.4.1 堤前浅海水生生物资源

4.1.4.1.1浮游生物

据《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划》（2014）等的不完全统计，平阳县海域浮游生物资源非常丰富。主要浮游生物中，温带种有窄隙角毛藻、圆筛藻、刺冠双凸藻、中华哲水蚤、太平洋磷虾等；亚热带和热带种有肥胖箭虫、海南细螯虾、中华假磷虾、精致真刺水蚤等。其中不少浮游生物（如中国毛虾等）同时也是渔业经济种类。

4.1.4.1.2游泳生物

南麂海域已鉴定的鱼类有 397 种，隶属于 30 目 134 科 245 属。绝大多数的鱼类为热带和亚热带的暖水性种类和暖温性种类，其中暖水性种有 214 种，占总数的 53.9%；暖温性种有 170 种，占 42.8%；而冷温性种仅有 13 种，占 3.3%；没有发现冷水性种。由此可见，本海域鱼类区系具有热带、亚热带性质。南麂海域为冷温性种类如宽纹虎鲨、白斑角鲨、黑鳃梅童鱼等分布的南缘，而在南海见到的暖水性种类如斑点丽鲨、刀光鱼、大眼油鳗、尖尾黄姑鱼等在本海域也偶有捕到。

根据 2013-2014 年在南麂列岛国家海洋自然保护区浅海区域开展渔业资源拖网调查资料显示，南麂列岛浅海区域发现的鱼类有 92 种，隶属 15 目、49 科、74 属，鱼类种数春季(55 种)>冬季(45 种)>秋季(44 种)>夏季 (34 种)，其中优势种为龙头鱼（*Harpodon nehereus*）、六指马鲛（*Polynemus sextarius*）、六丝钝尾虾虎鱼（*Amblychaeturichthys*）、凤鲚（*Coilia mystus*）、棘头梅童鱼（*Collichthys lucidus*）和绿鳍鱼（*Chelidonichthys kumu*）等 6 种。鱼类生物量各季节由高到低依次为夏季（825.87 kg）>冬季（160.05 kg）>秋季（139.14 kg）>春季（124.94kg）

4.1.4.1.3底栖生物

1．底栖动物 据《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划》（2014）资料表明：南麂海域贝类资源丰富，初步查明的 427 种海洋贝类分隶于 5 纲 15 目 197 科，包括多板纲 11 种，瓣鳃纲 177 种，掘足纲 2 种，腹足纲 218 种，头足纲 19 种，经济种类有百余种。南麂列岛的贝类不仅种类繁多，而且区系复杂，既有在全国沿岸常见的广温广布种，又有由黄海冷水团带到浙江沿岸的少数暖温带种类。同时，由于该海域受台湾暖流的影响和控制，出现了较多的热带种类，甚至过去只发现于海南岛南端和西沙群岛的典型热带种也出现在这一海域，这些种类在福建沿海尚未发现，从而形成了明显的 “间断分布”现象。亚热带种类是南麂列岛贝类组成的最主要成分。我国南北海域的各类贝类在南麂列岛几乎都可找到它的代表种。这种热带、亚热带和温带三种不同温度性质的贝类同时并存的现象，在国内是独一无二的，在国际上也是十分罕见的。

南麂海域虾类计有 79 种，种数居浙江省第一位，分别隶属 18 科 39 属，其中东海首次记录有 4 种，浙江首次记录有 12 种。南麂海域虾类组成以热带、亚热带的暖水性种类占绝对优势。

2．底栖植物 据《浙江南麂列岛国家级海洋自然保护区总体规划》（2014）资料表明：大型底栖海藻分隶于 84 属 178 种，其中蓝藻 2 属 2 种，红藻 52 属 107 种，褐藻 21 属 38 种，绿藻 9 属 31 种。其中，优势种 34 种，习见种 61 种，局限种 11 种，少见种 50 种，稀有种 22 种，养殖种 1 种。其温度性质可分为暖水性、温水性和冷水性三类。

冷水性种类仅 1 养殖种，属亚寒带性。温水性种类有 126 种，其中属于冷温带性的有 19 种，属于暖温带性的有 107 种。暖水性种类有 51 种，其中属于亚热带性的有 50 种，属于热带性的仅 1 种。

微小型藻类共鉴定出本区各种生境内有微小型藻类 459 种，其中硅藻门 297 种、26 变种、4 变型，蓝藻门 63 种、1 变种，甲藻门 53 种、5 变种，绿藻门 6 种、1 变种，金藻门 2 种、1 变种。其中有 30 种为我国海洋微小型藻类新纪录。

表 4.1-13 平阳县主要海洋生物资源表

种类	主要资源、种名
鱼类：397 种，经济鱼类 218 种，占总数的 54.9%，一般鱼类 126 种，占总数的 31.15%，名贵药用种、主要经济种 53 种，占总数的 13.35%。	经济鱼类：大黄鱼、鮸鱼、鳀鱼、小黄鱼、黄姑鱼、带鱼、银鲳、乌鲳、沙鲳、马鲛鱼、海鳗、鲨鱼、海蜒、鳐鱼、鲐鱼、鲆鲽鱼、石斑鱼、梅童鱼、龙头鱼、黄鲫、小公鱼、七星鱼、白姑鱼等。 稀有名贵鱼：鲟鱼、鲥鱼、黄唇鱼等。 药用鱼：海龙、海马、海娥鱼等。
甲壳类：257 种，其中虾类 79 种，经济种 64 种，占总数的 81%。	中国对虾、日本对虾、长毛对虾、中国毛虾、细螯虾、哈氏仿对虾、刀仿对虾、周氏新对虾、刀新对虾、高脊管鞭虾、长缝拟对虾、鹰爪虾、戴氏赤虾、须赤虾、脊尾白虾、安氏白虾、中国龙虾、锦绣龙虾、虾蛄等。
贝藻类：贝类 427 种，分隶于 5 纲 15 目 197 科；大型藻类 178 种。	贝类：偏顶蛤、荔枝螺、单齿螺、锈凹螺、等边浅蛤、管角螺、细角螺、蝾螺、青蚶、条纹隔贻贝、甲虫螺、厚壳贻贝、蛙螺、棘螺、棒锥螺、栉孔扇贝、尖刀蛏、小荚蛏、彩虹明樱蛤、缢蛏、真蛸等。 藻类：裙带菜、清澜鲜那藻、羊栖菜、海带、甘紫菜、长紫菜、皱紫菜、石花菜、马尾藻等。
其它海洋生物 158 种。	海蜇、沙蚕、紫海胆、龟足、藤壶等。

4.1.4.2 堤后内陆水生生物资源

4.1.4.2.1 浮游生物

近年来的生物资源调查表明，平瑞塘河浮游藻类主要以绿藻为主，密度 8.73 万 ind/ml～45.84 万 ind/ml，平均 30.75 万 ind/ml；硅藻为次之，密度 3866.6 ind/ml～9582.5 ind/ml。

4.1.4.2.2 游泳生物

平阳县淡水游泳生物以鱼类居多。据不完全统计，共有 97 种，分属 12 目 26 科 30 属。其中纯淡水鱼类有：鲤鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲴鱼、青鱼、草鱼、鳊鱼等 60 种；河口性鱼类有：梭鱼、鲻鱼、龙头鱼、赤鱼梭鳀、黄鲫、刀鲚、凤鲚、银鱼、鲈鱼、河鳗、鲥鱼、香鱼、鰕虎鱼等 24 种；溪间性鱼类 10 种；湖泊定居性鱼类 3 种。上述鱼类中有 50 多种是经济鱼类，它们分别是四大家鱼、鲤鱼、鲫鱼、鳊鱼、团头鲂、黄鳝、泥鳅、鲈鱼、银鲳、黄颡鱼、乌鳢、鲥鱼、刀鲚、凤鲚、鲻鱼等。

4.1.4.2.3 底栖生物

平阳县外荡底栖动物生物量 0.6 mg/L～174.0 mg/L，平均 37.6 mg/L。主要种类为腹足类和环节动物，腹足类生物量 7.7 mg/L,环节动物生物量 3.1 mg/L。

4.1.4.3 堤前滩涂苗种资源

据 2003 年统计资料，主要天然苗种资源如下：

4.1.4.3.1 鱼类苗种

鳗苗一般 11 月中旬开始出现，1～3 月为旺发期，4 月中旬开始减少。主要产地在西湾、鳌江口、宋埠沿岸及鳌江沿江一带。一般年产量 300～500 kg，计 180～300 万尾。

鲈、鲻鱼 每年开春后，即有大量鲈鱼、鲻鱼苗在平阳沿海出现。上世纪 90 年代以来，每年均有大量鲈、鲻鱼苗被捕获。

褐菖鲉 褐菖鲉苗最早在 4 月底出现，5～6 月为旺期，最迟为 11 月。南麂海区为主要产地，平均年产 1000 万尾（约 3 cm）以上。

石斑鱼 石斑鱼苗（50 g/ind～100 g/ind）最早在 4 月出现，6～7 月为旺期，最迟为 11 月，南麂海区为主要产地。

鲀鱼 鱼已鱼苗最早出现在 4 月，4～5 月为旺期，南麂海区为主要产地，平均年产 100 万尾（约 1～2 cm）以上。

三线矶鲈 三线矶鲈苗最早出现在 6 月，7 月为旺期，南麂海区为主要产地，平均年产 50 万尾（约 5 cm）以上。

真鲷 真鲷苗最早出现在 5 月，6 月为旺期，南麂海区为主要产地，平均年产 10 万尾（约 3 cm）以上。

星点东方鲀 星点东方鲀苗最早在 5 月底出现，6～7 月为旺期。南麂海区为主要产地，平均年产 10 万尾（约 1 cm）以上。

细刺鱼 细刺鱼苗出现在 7～8 月，南麂海区为主要产地，平均年产 50 万尾（3～10 cm）以上。细刺鱼体色绚丽，是海水观赏鱼养殖的适宜发展品种。

海猪鱼 海猪鱼苗出现在 7～8 月，南麂海区为主要产地，平均年产 1 万尾（10～20 cm）左右。海猪鱼是海水观赏鱼养殖的适宜开发品种。

细鳞鲀 细鳞鲀鱼苗出现在 7～8 月，南麂海区为主要产地，平均年产 10 万尾（7～

8 cm）以上，细鳞鲀是海水观赏鱼养殖的适宜开发品种。

弹涂鱼 弹涂鱼苗出现在 4～5 月，旺季在 8～10 月。西湾、鳌江的滩涂为主要产地，平均年产 100～200 万尾。

4.1.4.3.2 甲壳类苗种

河蟹苗和锯缘青蟹苗 一般 5 月上旬开始出现，6 月为旺发期，河蟹苗分布在平阳县沿海大小水闸及鳌江口，年产一般 500 万只；锯缘青蟹苗主要分布在沿岸的西湾、宋埠、鳌江等地，年产约 1000～2000 万只。

脊尾白虾苗 脊尾白虾主要靠自然纳苗获得，平时开闸纳潮时即有大量的白虾苗随潮流进入虾塘，一般虾塘亩产白虾 10 kg～20 kg。

4.1.4.3.3 贝类苗种

平阳海区滩涂贝类苗种较多，主要有缢蛏、彩虹明樱蛤、泥螺等，总年产量 100 吨左右。南麂海区还有一定数量的等边浅蛤、厚壳贻贝、蝾螺、荔枝螺、东风螺等天然苗种。

以上调查成果显示，工程范围浅海、内陆、滩涂各类动植物种类繁多，尤其是堤前滩涂苗种资源丰富，西湾、鳌江片区更是弹涂鱼的重要产地；平阳县外荡底栖动物生物量 0.6 mg/L～174.0 mg/L，在国际上也是罕见的。因此，工程构筑物应充分考虑潮间带的动植物栖息环境，为弹涂鱼、腹足类和环节动物营造良好生境。

4.1.5 项目建设的必要性

本项目建设的必要性主要体现在以下几个方面：

一、工程建设是海塘安澜千亿工程规划的需要

习近平总书记在中史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，开展实施海岸带保护修复，建设生态海塘，提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害的能力。水利部长鄂竟平 2018 年考察浙江时提出，浙江省是一个防洪不达标的省。袁家军书记指出，水利基础设施建设滞后是我省基础设施体系的突出短板。沿海海塘担负着防洪御潮的重大使命，其设防标准相对偏低，存在较大安全隐患，是当前水利整础设施短板中的短板。

我省沿海地区地处长三角区城一体化、长江经济带国家战略和我省大湾区、大都市区、大通道、四大新区建设的前沿阵地，沿海海塘建设事关我省乃至国家高质量发展的大局。随着全球气候变暖海平面持续上升面临的一系列现实问题，为防范化解重大风险，筑牢安全底线，更强提升防台御潮能力，更优打造生态岸带，更好支撑高质量发展，浙江省委省政府深入贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，落实习总书记关于提高防治灾害能力的重要指示精神，作出了实施海塘安澜千亿工程的决策部署。

宋埠~西湾海塘原设计为 20 年一遇挡潮标准，工程建成后运行约 8 年，根据实测断面分析，现状堤顶高程较原设计顶高程存在部分沉降，整个堤段相较原设计：平均塘顶高程差值 7.74cm，最大差值达 48cm；平均防浪墙顶高程差值 2.44cm，最大差值 40cm，现状堤顶高程局部已不满足原设计顶高程，挡潮标准已不满足 20 年一遇，设防标准偏低。同时原海塘采用重力式挡墙砼面板+土石堤混合结构，海塘岸线“不生态”，海塘岸带品质不高，且缺乏高效的管护，因此本次平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）通过安全提标、生态提质、融合提升和管护提效的具体措施，实现是海塘安澜千亿工程的具体实施，旨在建设“安全、生态、融合、引航”的“安全＋”高标准生态海塘。

二、工程建设是提升宋埠～西湾围垦区防洪挡潮标准，保护人民生命和财产安全的需要

飞云江口沿海是台风暴潮频发地区，洪潮灾害 95%以上是由台风影响产生的，河口及海岸区的防灾减灾体系的建设是事关沿海人民生命财产安全、社会和谐稳定的民生工程，直接关系到沿海经济发展区的安全、迫切需要构筑一道标准适宜的防御台风暴潮的安全屏障，保障区域的长治久安。

本工程现状海塘堤顶路面高程为 6.80m，采用砼面板+土石堤混合结构，原设计 20 年一遇挡潮标准，目前工程建成后运行约 10 年，根据实测断面分析，堤顶有较大的沉降，并有受台风影响损毁现象存在。目前现状堤防堤身单薄，设计标准较低，经多年运行，沉降较多，与瓯江河口综合规划远期达到 50 年一遇的防洪标准差距较大。因此，沿线防洪堤标准和结构都不能满足沿江城市发展的需求和高标准定位，一旦受到洪灾则损失巨大，社会和政治影响严重。

随着宋埠～西湾围垦片城镇规模的发展，以及现状海塘防洪标准与堤防结构安全储备不足与其规划定位、社会经济发展要求不相适应，因此，对海塘进行提升改造是非常需要和迫切的。

本工程是飞云江口南片瑞平平原防洪体系的重要组成部分，该工程的提标建设对于完善整个防洪工程体系、提高瑞平平原防洪御潮以及平原县新兴产业园区建设具有重要意义。

三、工程建设是完成飞云江下游海塘 100 年一遇挡潮标准闭合的关键

飞云江河口段及沿外海测堤防，除了丁山二期围区和阁巷围垦海塘、宋埠～西湾海塘为 20 年一遇标准外，飞云江南侧规划新建 100 年一遇仙降防洪堤、上埠防洪堤，其他江段目前基本已建成闭合的 50 年一遇标准海塘，且正在规划建设 100 年一遇安澜海塘，大大提高了飞云江宝香以下江段温瑞平原和瑞平平原的防洪潮能力。目前瑞安市海塘安澜工程（阁巷围区海塘）项目同在进行前期设计，一旦其先行建设，届时，本工程围垦段仅为 20 年一遇防潮标准，将成为飞云江口南岸 100 年一遇防洪闭合圈的短板。工程提标后设计挡潮标准为100年一遇；将同瑞安市阁巷围涂海塘标准提升工程共同形成100年一遇闭合圈，大大增强了区域防灾减灾能力，对保障平阳县社会、经济可持续健康发展具有积极的推动作用。

四、工程建设是保障平阳县新兴产业园经济展需要

根据《浙江省城镇体系规划（1999—2020 年）》、《温台地区城镇群空间规划》和《温台沿海产业带发展规划》以及《温州沿海产业带瑞安市实施方案》，根据省域地理环境特征和地域经济分异情况，将全省整合形成三大城镇产业发展重点区域。温台地区的产业向滨江、滨海发展的趋势明显，空间布局总体上呈现“沿线、沿海、沿江”的发展格局，其中“沿海”是未来产业布局的重点区域。在温台未来重点发展的 18 个工业开发功能区内有 9 个位于滨海地区，并且正不断向围垦区拓展。

此外，根据《温州市产业布局规划》与《台州湾产业带发展战略规划》，温州市域的工业布局将重点形成乐清片、滨海片、飞云江片和鳌江片四个大型滨海产业园。《温州沿海产业带平阳实施方案》提出平阳新兴产业园区：加快西湾南片围垦区和宋埠—西湾围垦区建设，强化基础设施及市政配套服务，建设平阳先进制造业基地。宋埠—西湾围垦区建设应与瑞安阁项围垦及产业区的开发进行整合发展，积极吸引来自瑞安及中心城区和乐清的产业转移，重点承接汽摩配、紧固件等通用设备业的发展，形成特色机械装备基地。利用西湾围垦区，发展优特钢及其制品、精细化工等临港产业。

五、工程建设是改善海塘生态环境和人居环境的需要

本工程堤后主要为平阳新型产业园区，工业、商业发达，人口密集，海洋环境质量直接关乎广大人民群众的生活环境和质量。生态宜居的湾区环境是平阳发展的核心竞争力的魅力所在，开展近岸海洋生态景观保护，既有利于充分发挥功能效益、改善区域生态环境，又有利于调动社会力量参与近岸海洋生态环境保护与可持续利用，同事还可满足居民享有宜居宜业生态环境的生活诉求。

良好的生态环境将成为推动平阳发展的一个关键因素，湾区战略需凸显生态宜居的特质，湾区环境建设是平阳县在内在需求和外部形势下的必然选择。本工程的实施可以对温州湾海洋环境进行整治，改善居民的出行条件及居住环境，拓展、改善民众的公共亲水空间。从长远看，近岸海洋景观带是沿岸居民生态旅游、娱乐休憩、享受自然景观的重要场所，工程通过打造近岸景观带及河道滨水空间，对于塑造当地形象、提高当地知名度、改善沿海生态环境，促进经济社会可持续发展具有重要的推动作用。

六、工程建设是实现水利工程数字化、信息化管理的要求

水利建设要从“工程水利”、“资源水利”向“智慧水利”转变，水利部提出了“智慧水利”建设要求，出台了《智慧水利总体方案》指导全国“智慧水利”建设。水利行业数字化转型工作已经成为行业今后一段时间的工作重点之一，水利工程信息化作为工程建设的重要内容是水利行业数字化和水利工程补短板的主要手段，也是“智慧水利”的重要建设内容。

建设智慧海塘系统，以工程带管理、工程带数字化为手段，充分利用现代工程管理技术和互联网+、大数据等先进信息化手段对宋埠西湾海塘工程管理的各方面提供全面支撑，形成全面的信息基础设施体系和专业性的智慧海塘工程综合管控平台，加快宋埠西湾海塘工程的数字化转型，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，切实提高工程管理社会服务水平，从观念、技术和管理上完成现代化。

综上所述，宋埠西湾现状海塘、水闸已不能满足平阳县国民经济和社会发展的需求。本项目的建设对提升平阳县防洪御潮标准、完善飞云江下游挡潮标准闭合圈、保障平阳县新兴产业园经济发展、改善海塘生态环境和人居环境和实现水利工程数字化、信息化管理均有重要意义，因此，迫切需要实施平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）。

4.1.6 海塘建设定位和目标

一、海塘建设场地

本段海塘建设区域属潮间带潮滩（淤泥滩）地貌，俗称“海涂”，围区经过新建标准塘建设，经吹土（砂）回填后，现状场地总体地势较平坦，，高程变化较小；堤外为抛石及滩涂，地形平整。

二、海塘空间条件

飞云江河口段及沿外海测堤防，除了丁山二期围区和阁巷围垦海塘、宋埠～西湾

海塘为 20 年一遇标准外，飞云江南侧规划新建 100 年一遇仙降防洪堤、上埠防洪堤，其他江段目前基本已建成闭合的 50 年一遇标准海塘，且正在规划建设 100 年一遇安澜海塘，大大提高了飞云江宝香以下江段温瑞平原和瑞平平原的防洪潮能力。目前瑞安市海塘安澜工程（阁巷围区海塘）项目同在进行前期设计，一旦其先行建设，届时，本工程围垦段仅为 20 年一遇防潮标准，将成为飞云江口南岸 100 年一遇防洪闭合圈的短板。

三、地方经济社会发展的要求

（1）根据《平阳县新兴产业园控制性详细规划调整》，本规划适用于平阳县新兴产业园规划范围内的各项建设工程，包括宋埠滩涂围涂区块（根据围涂工程设计提供的最新图纸，面积约 589.35 公顷）和平阳县第一农场海涂分场（面积约 264.86 公顷，包含老堤塘两侧用地）（以下简称海涂农场区块）两个区块，总面积约 868.23 公顷。规划范围北面与瑞安市阁巷围垦区接壤，南侧紧靠西湾风景区至古盘山脚下，西侧紧邻原宋埠镇，以海滨村和甬台温高速公路复线为界，东侧濒临大海以新海塘为界。

规划区功能定位为温州沿海产业带的重要产业基地、平阳县新兴产业拓展区和以特色产业集群为核心的现代化工业基地，是促进平阳县产业升级和提升的重要平台。本次规划结构为“一主一副一轴一带五片”。

“一主”：为位于园区中心园区级公共服务中心，兼近期镇级服务中心功能。

“一副”：为位于海涂农场区块的社区级公共服务中心，近期覆盖宋埠社区公共服务需求。

“一轴”：为连接宋埠社区的城市产业发展轴。

“一带”：为沿甬台温高速复线、古盘山脚、老宋埠标准堤、新宋埠标准堤布置的以农业、生态防护功能为主的生态带。

“五片”：位于北面的三个工业片区（三类工业片区、宋埠滩涂围涂区块二类工业片区、海涂农场区块二类工业片区）、位于东南面的休闲服务片区和位于南面的居住片区。

（2）根据《温州市产业布局规划》与《台州湾产业带发展战略规划》，温州市域的工业布局将重点形成乐清片、滨海片、飞云江片和鳌江片四个大型滨海产业园。《温州沿海产业带平阳实施方案》提出平阳新兴产业园区：加快西湾南片围垦区和宋埠—西湾围垦区建设，强化基础设施及市政配套服务，建设平阳先进制造业基地。宋埠—西湾围垦区建设应与瑞安阁项围垦及产业区的开发进行整合发展，积极吸引来自瑞安及中心城区和乐清的产业转移，重点承接汽摩配、紧固件等通用设备业的发展，形成特色机械装备基地。利用西湾围垦区，发展优特钢及其制品、精细化工等临港产业。

综上所述，宋埠西湾海塘建设存在以下需求：

（1）海塘安全提标：规划防潮标准需由原设计 20 年一遇提标至 100 年一遇，因地制宜确定“安全+”策略；

（2）生态提质：背水侧和迎水侧均需布置景观带，营造海塘生态空间，满足休憩、亲水、观景等需求；

（3）融合提升：需贯通附近工业区与本段海塘的衔接，强化基础设施及市政配套服务，打造活力空间，合理开辟亲水惠民的活力空间、滨海公园，不断提高人民群众获得感、幸福感、安全感。沿线应配套建设相应公共服务设施。

（4）管护提效：打造现代化智慧海塘和实现海塘标准化管护升级的需求。

根据海塘全方面的需求，本段海塘建设定位和目标如下：以防潮排涝为主，结合海岸线的生态修复、环境改善、打造休闲慢行系统、提升智慧化管理水平。

4.1.7 建设思路和总体布局

本次堤线布置沿老堤布置，本次设计堤线主要为宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，堤线从跳头山脚起，朝北东 19°方向，终点与阁巷主堤衔接。

海塘主要采用框架堤结构+抗滑桩+抛石镇压方案将海塘标准提高到 100 年一遇。

本段标准海塘沿线设有 3 座水闸（南闸、中闸、北闸），布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99。本次将 3 座水闸挡潮标准提高到 100 年一遇。

在 K2+094.50 背坡增加一座综合管理房，管理房采用 3 层结构，建筑面积 411.96m^2。

4.1.8 工程任务

4.1.8.1 工程建设任务

本工程主要任务是以防潮排涝为主，兼顾改善沿塘生态环境。

4.1.8.2 工程建设标准

本工程主要保护对象为平阳县新兴产业园区及瑞平平原地区，根据《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）及海塘安澜相关要求，确定本工程海塘所对应的防洪（潮）标准为 100 年一遇，按允许部分越浪设计。

根据《治涝标准》（SL723-2017）、《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划》、《平

阳县新兴产业园控制性详细规划》，规划工程区域为高新产业园区，确定工程区域的排涝标准：规划建成区为 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹。

4.1.9 项目建设的外部条件

4.1.9.1 技术规范和标准

1、《防洪标准》（GB50201-2014）；

2、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；

3、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

4、《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）；

5、《浙江省海塘工程技术规定（上、下册）》（1999 年 9 月）；

6、《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）；

7、《水闸设计规范》（SL265-2016）；

8、《水闸工程管理设计规范》（SL170-96）；

9、《水利工程建设标准强制性条文》（2020）；

10、《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL618-2021）；

11、《城市防洪工程设计规范》（GBT50805-2012）；

12、《土工合成材料应用技术规范》（GB/T50290-2014）；

13、《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）；

14、《水闸施工规范》（SL27-2014）；

15、《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；

16、《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；

17、《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）；

18、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；

19、《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；

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

21、《建设项目经济评价方法和参数》（第三版）（2006 年）；

22、《浙江省短历时暴雨图集》（2003 年）；

23、《浙江省水利水电建筑工程预算定额》（2010 年）；

24、《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额》（2010 年）；

25、《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定》（2018 年）；

26、《自然资源部海域海岛管理司关于海塘提升加固工程用海有关事项的复函自然资海域海岛函》；

27、《海岸带生态减灾修复技术导则 第 8 部分：海塘生态化建设》；

28、《海岸带生态减灾修复技术导则 第 10 部分：围填海工程海塘生态化建设》。

4.1.9.2 技术文件

1、《浙江省平阳县宋埠——西湾滩涂围垦工程可行性研究报告》（报批稿）温州市水利电力勘测设计院 2003 年 11 月；

2、《浙江省平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程初步设计报告（报批稿）》温州市水利电力勘测设计院 2004.5；

3、《浙江省平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程施工图设计图册》温州市水利电力勘测设计院 2009.2；

4、《平阳县宋埠～西湾围涂工程岩土勘察报告》温州市水利电力勘测设计院 2003.8；

5、浙围建［2003］75 号《关于平阳县宋埠—西湾滩涂围垦工程可行性研究报告的批复》，浙江省围垦局 2003.12

6、浙围建［2004］48 号《关于平阳县宋埠—西湾滩涂围垦工程初步设计的批复》，浙江省围垦局 2004.6

7、《瑞安市阁巷围涂工程初步设计报告（报批稿）》温州市水利电力勘测设计院 2003.12；

8、《瑞安市阁巷围涂海塘标准提升工程可行性研究报告（报批稿）》温州市水利电力勘测设计院 2019.4；

9、《飞云江流域综合规划报告》温州市水利电力勘测设计院；

10、《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划（2016 年 9 月）》浙江广川工程咨询有限公司 2016；

11、《平阳瑞平平原排涝工程初步设计》浙江广川工程咨询有限公司 2017.08；

12、《平阳县新兴产业园控制性详细规划》（2013）；

13、《平阳县新兴产业园控制性详细规划调整》（2017）；

14、《平阳县新兴产业园海涂农场地块控制性详细规划修编》（2015）

15、《平阳县县域总体规划（2006-2020）》（2014 修改）浙江省城乡规划设计研究

院 2010；

16、《温州市水安全保障“十四五”规划》；

17、《平阳县土地利用总体规划（2006-2020）》；

18、《温台沿海产业带发展规划》；

19、《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2018 年 9 月修订）；

20、《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》。

4.1.9.3 项目建设外部条件分析

工程用地情况以国土数据为准，项目不涉及海洋生态红线，由于现状海堤仅堤顶 5m 范围内有进行公共用海登记，初步估计本次用海申请面积为 42.45 公顷，其中涉及历史围填海图斑（已完成备案）面积 15.70 公顷，非透水构筑物用海 26.75 公顷。

4.1.10各规划对本工程要求

由前述各规划可以看出，各个规划对本工程的定位和要求基本相同。为匹配平阳县经济发展，保护平阳县新兴产业园区，对老海塘挡潮标准予以提升，为满足排涝及挡潮要求，对海塘上的水闸进行改造，同时兼顾生态任务。其中《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划（2020~2030 年）》要求提升挡潮标准至 100 年一遇，其余规划较早，要求提升挡潮标准至 50 年一遇。本着党的十九届五中全会精神，和全省统一标准建设的要求，本次海塘挡潮标准提升按《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划（2020~2030 年）》的要求，提升至 100 年一遇。

4.2 工程规模

4.2.1 波浪计算

4.2.1.1 风况

根据瑞安气象站（58752）1991 年~2020 年风况资料，本地区主要风向为 W 和 E、ENE、WNW，占 40%，其中以 W 为主风向，占全年 13%左右。全年平均风速为 2.2m/s；强风向为 ENE 向，最大风速为 19m/s。

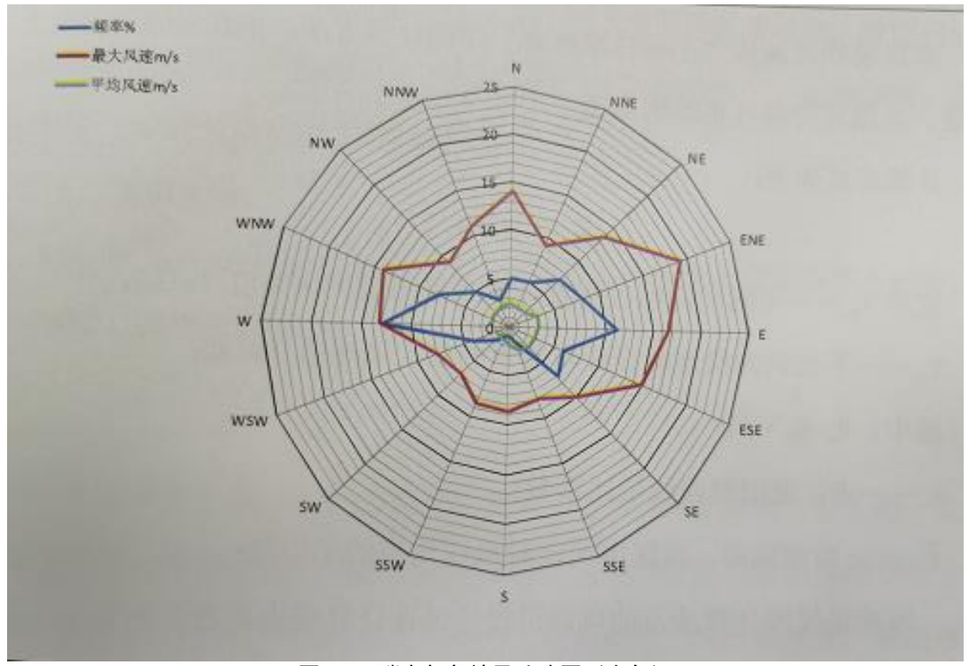


图 4.2-1 瑞安气象站风玫瑰图（全年）

4.2.1.2 设计风速

查《浙江省海塘工程技术规定》，本次设计风速按“工程技术规定”中的计算方法，推算沿本工程海堤风向和各重现期风速。

计算公式如下：

$$V_{ap}=1.45+1.17V_{cp}$$

式中：

V_{ap}——不同风向组过程设计年频率的最大风速值（m/s）；

V_{cp}——不同风向组定时设计年频率的最大风速值（m/s）；

其中 $V_{cp}=K_P \cdot Vc$

K_p——皮尔逊III型曲线模比系数；

Vc——指定风向、风区内的定时风速均值的平均值；

本次堤线段计算涉及的风向组设计风速计算成果见下表。

表 4.2-1 本工程设计风速表 单位：m/s

堤线分段	风向		重现期（年）				
			100	50	20	10	5
本工程主堤	主风向	E-ESE	36.1	31.5	25.5	21.1	16.9
	次风向	NE-ENE	34.2	31.3	27.3	24.4	21.3
		SE-SSE	32.6	28.9	24.1	20.4	16.7

表 4.2-2 丁山三期设计风速表（100 年一遇）

风速读取位置	重现期	风向组	Vc	Cv	Kp	VCp (m/s)	Vap (m/s)
海塘堤轴线	100 年一遇	N~NNE	10	0.36	2.256	22.6	27.8
		NE~ENE	13	0.29	1.960	25.5	31.3
		E~ESE	10	0.43	2.584	25.8	31.7
		SE~SSE	10	0.42	2.536	25.4	31.1
		S~SSW	11	0.45	2.680	29.5	35.9
		SW~WSW	9	0.45	2.680	24.1	29.7

表 4.2-3 阁巷设计风速表

堤线分段	风向		重现期（年）				
			100	50	20	10	5
北直堤（北桩 0+000～北桩 1+620）	主风向	NE-ENE	**37.8**	34.4	29.9	26.5	22.9
	次风向	N-NNE	30.9	27.9	23.7	20.4	17.2
		E-ESE	**42.1**	36.9	30.1	25.0	20.0
		NW-NNW	27.2	24.2	20.4	17.5	14.5
主堤（主桩 0+000～主桩 1+800）	主风向	E-ESE	**42.1**	36.9	30.1	25.0	20.0
	次风向	NE-ENE	**37.8**	34.4	29.9	26.5	22.9
		SE-SSE	32.6	28.9	24.1	20.4	16.7

本工程 100 年一遇主风向 E-ESE 设计风速 36.1m/s，丁山三期同风向频率为 31.7m/s，阁巷则为 42.1m/s，本工程设计风速成果基本介于两者之间。

表 4.2-4 临近站 100 年一遇设计风速对比表

方向＼各站	瑞安站	平阳站	洞头站	技术规定	备注
NE~ENE	31.3	26.8	30.1	35.2	次风向
E~ESE	18.8	22.6	30.8	36.1	主风向
SE~SSE	14.9	24.8	30.2	32.6	次风向

查《浙江省海塘安澜关键设计参数分析及复核报告》（送审稿），本次设计风速与邻近各站 P-III曲线 100 年一遇风速对比。本工程按《技术规定》查算设计风速略大于各站风速，偏安全考虑本次计算仍采用技术规定查算成果。

4.2.1.3 波浪数学模型的建立

SWAN 模型是 TU Delft 大学于 2000 年 10 月推出的第三代浅水波浪成长数学模型，是一种基于能量守恒原理的波浪谱模式，经不断改进完善，可全面合理地反映近岸波浪传播过程中的折射、绕射、浅化、风能输入、底摩擦、破碎、白浪、三相波与四相波非线性效应现象。该模式在国内已成功的应用于海岸、河口及近海水域波浪预报，在工程海域附近，我院已成功将该模型应用于瓯飞滩围垦、苍南核电、华润苍南电厂、温州浅滩、洞头围垦、江南围垦等较大的工程项目。

1）控制方程

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。

通过数值求解式，可以得到不同风过程中风浪从生成、成长直至衰减的全过程。在最新的 SWAN 模型中，不仅可以模拟出水以及淹没建筑物（潜堤）对波浪的遮拦影响，而且通过引进近似计算方法，可以对绕射进行近似模拟，能够给出近岸含建筑物

影响的合理波浪场分布，而它关于风浪过程的模拟则是其它模型所不具备的。关于SWAN 模型的详细讨论可见其用户手册说明。

2）物理过程的处理

源项 S 包括风产生的能量输入、白浪耗散、床底损失、波－波间相互作用等物理过程，可表示为：$S = S_{in} + S_{ds,w} + S_{ds,b} + S_{nl4}$。

（1）风摄入波动能量项

风能向波浪的转移在模式中使用 Phillips 共振机制和 Miles 反馈机制来描述，其机制的相应源函数通常表示为线性增长与指数增长之和：

$$S_{in}(\sigma，\theta)=A+BE(\sigma，\theta)$$

其中，系数 A 和 B 由波的频率和方向以及风速、风向决定。

对线性增长项：

$$A = \frac{1.5\times10^{-3}}{g^2 2\pi}\{U_* \max[0,\cos(\theta-\theta_w)]\}^4 H$$

其中，θ_w 为主风向；H 为过滤器，$H = \exp\left[-\left(\sigma/\sigma_{PM}^*\right)^{-4}\right]$，$\sigma_{PM}^* = \frac{0.13g}{28U_*}2\pi$，$\sigma_{PM}^*$ 为充分成长波浪的谱峰频率；U_* 为摩阻速度。$U_*^2 = C_D U_{10}^2$，U_{10} 为距水面 10m 处风速，C_D 为拖曳力系数由以下公式：

$$C_D(U_{10}) = \begin{cases} 1.2875\times10^{-3} & U_{10} < 7.5m/s \\ (0.8+0.065s/m\times U_{10})\times10^{-3} & U_{10} \ge 7.5m/s \end{cases}$$

指数增长项 B 本报告采用 Komen(1984)表达式：

$$B = \max\left[0\ ,\ 0.25\frac{\rho_a}{\rho_w}\left[28\frac{U_*}{C_{PH}}\cos(\theta-\theta_w)-1\right]\right]\sigma$$

式中，C_{PH} 为相速度，ρ_a，ρ_w 分别为空气和水的密度，U_* 为摩阻速度，θ_w 为主风向。

（2）波能耗散（Sds）

波能耗散由白浪效应、底摩阻和波浪破碎三方面组成。

①白浪（Whitecapping）效应

白浪主要由波陡控制，第三代波浪模型中（包括 SWAN）的白浪耗散公式用的是 Hasselmann（1974）的基于脉冲原理的一种模式：

$$S_{ds,w}(\sigma,\theta) = -\Gamma\tilde{\sigma}\frac{k}{\tilde{k}}E(\sigma,\theta)$$

式中，k 为波数，$\tilde{\sigma}$，$\tilde{k}$ 为平均频率和平均波数，Γ 是一个与波陡有关的系数：

$$\Gamma = \Gamma_{KJ} = C_{ds}\left[(1-\delta)+\delta\frac{k}{\tilde{k}}\right]\left(\frac{\tilde{S}}{\tilde{S}_{PM}}\right)^p$$

其中，C_{ds}，δ，p 为可调的系数，与风输入能量项所采用的表达式有关，对于Komen(1984)表达式，则 $C_{ds} = 2.36\times10^{-5}$，$\delta = 0$，$p$=4；$\tilde{S}$ 为整体波陡，$\tilde{S}_{PM}$ 为根据 P-M 谱计算得到的 $\tilde{S}$ 值，取 $\tilde{S}_{PM} = (3.02\times10^{-3})^{1/2}$，$\tilde{S} = \tilde{k}\sqrt{E_{tot}}$。$\tilde{\sigma}$、$\tilde{k}$ 和 E_{tot} 的算式为：

$$\tilde{\sigma} = \left(E_{tot}^{-1}\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\frac{1}{\sigma}E(\sigma,\theta)\,\mathrm{d}\sigma\mathrm{d}\theta\right)$$

$$\tilde{k} = \left(E_{tot}^{-1}\int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\frac{1}{\sqrt{k}}E(\sigma,\theta)\,\mathrm{d}\sigma\mathrm{d}\theta\right)$$

$$E_{tot} = \int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\mathrm{E}(\sigma,\theta)\,\mathrm{d}\sigma\mathrm{d}\theta$$

②床底波能损耗（Bottom friction）

当床底摩擦损失为床底作用导致波能耗散的最主要的机制时，床底波能损耗采用下式计算：

$$S_{ds.b}(\sigma,\theta) = -C_{bottom}\frac{\sigma^2}{g^2\sinh^2(kd)}E(\sigma,\theta)$$

式中，Cbottom 为底摩擦系数。

底摩擦系数与海底地形及粗糙度有关，浙东沿海岸滩地貌是近代水动力和泥沙作用的结果，以淤泥质海岸为主，本报告采用 Madsen et al.（1988）的涡动粘性模型计算底摩擦系数，它是一个与海底粗糙高度和实际波浪条件有关的函数，其式为：

$$C_{bottom} = f_w\frac{g}{\sqrt{2}}U_{rms}$$

式中，U_{rms} 为水质点轨迹运动速度，$U_{rms} = \int_0^{2\pi}\int_0^{\infty}\frac{\sigma^2}{\sinh^2(kd)}E(\sigma,\theta)d\sigma d\theta$；$f_w$ 为底摩擦因

子，可由有代表性的海底附近水质点移动振幅a_b和表征海底等效粗糙长度的 Nikuradze 数 KN 算得，本报告取 KN=0.005m，算得的f_w约为 0.01～0.02，相当于 Collins(1972)的拖曳理论模型中的底摩擦因子 C_f约为 0.007～0.014，本报告中取 0.01。

③水深引起的破碎

模型计算时暂不考虑波浪破碎，计算结束后再根据水深、破波参数对计算点前沿的波高进行修正，计算值超过破波波高的取破波波高。本工程外海海域水下地形较平缓，根据《港口与航道水文规范》8.2.2.3 小节的规定，破碎系数取 0.60。

（3）非线性波－波相互作用

深水波中，四阶波－波相互作用在波浪谱的发展过程中占据主导地位，通常使波能从峰频向低频转移，峰频变小。在发生白浪耗散时则使部分波能向高频传递。浅水中，三阶波－波相互作用促使能量从低频传向高频部分。

四阶波－波相互作用。精确计算四阶波－波相互作用将非常复杂，模型中通常采用参数化算法或者其他近似计算进行简化计算。采用 Hasselmann 等（1985）建议的离散谱的相互作用（DIA）计算四阶波－波相互作用。四个波的频率取为：

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma\ ,\quad \sigma_3 = \sigma(1+\lambda) = \sigma^+\ ,\quad \sigma_4 = \sigma(1-\lambda) = \sigma^-$$

其中，λ为常数取 0.25。四波相互作用项$S_{nl4}(\sigma,\theta)$可以描述为：

$$S_{nl4}(\sigma,\theta) = S^*_{nl4}(\sigma,\theta) + S^{**}_{nl4}(\sigma,\theta)$$

$$S^*_{nl4}(\sigma,\theta) = 2\delta S_{nl4}(\alpha_1\sigma,\theta) - \delta S_{nl4}(\alpha_2\sigma,\theta) - \delta S_{nl4}(\alpha_3\sigma,\theta)$$

式中，$\alpha_1 = 1, \alpha_2 = (1+\lambda), \alpha_3 = (1-\lambda)$，每一项的贡献：

$$\delta S_{nl4}(\alpha_i\sigma,\theta) = C_{nl4}(2\pi)^2 g^{-4}\left(\frac{\sigma}{2\pi}\right)^{l1}\left\{E^2(\alpha_i\sigma^+,\theta)\left[\frac{E(\alpha_i\sigma^+,\theta)}{(1+\lambda)^4} + \frac{E(\alpha_i\sigma^-,\theta)}{(1-\lambda)^4}\right] - 2\frac{E(\alpha_i\sigma,\theta)E(\alpha_i\sigma^+,\theta)E(\alpha_i\sigma^-,\theta)}{(1-\lambda^2)^4}\right\}$$

其中，$C_{nl4} = 3.0\times10^7$，有限水深中的四阶波相互作用等于深水中的四阶波作用乘以比例系数 R。

$$R(K_p d) = 1 + \frac{C_{sh1}}{K_p d}(1 - C_{sh2}\cdot K_d d)\exp(C_{sh3}\cdot K_p d)$$

其中，K_p 是初始计算中与 JONSWAP 谱中谱峰频率相应的波数。各系数为：$C_{sh1} = 5.5, C_{sh2} = 6/7, C_{sh3} = -1.25$。在水深非常浅，如：$K_p d\to 0$ 时，非线性相互作用趋向于无穷大，因此采用 $K_p d$=0.5，由此最大的 $R(K_p d)$＝4.43。谱峰波数 $k_p = 0.75\tilde{k}$ 。

三阶波相互作用项可以描述为：

$$S^+_{nl3}(\sigma,\theta) = \max\left\{0, \sigma_{EB}2\pi C C_g J^2 |\sin(\beta)|\left[E^2(\sigma/2,\theta) - 2E(\sigma/2,\theta)E(\sigma,\theta)\right]\right\}$$

$$S^-_{nl3}(\sigma,\theta) = -2S^+_{nl3}(2\sigma,\theta),\quad \beta = -\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\tanh\left(\frac{0.2}{Ur}\right)$$

$$Ur = \frac{g}{8\sqrt{2}\pi^2}\frac{H_s\bar{T}^2}{d^2}$$

其中，α_{EB} 为可调节的比例系数，$\bar{T} = 2\pi/\bar{\sigma}$，只有当 10>Ur>0.1 时才计算三阶波－波相互作用。相互作用系数由 Madsen 等（1993）公式计算：

$$J = \frac{k^2_{\sigma/2}\left(gd + 2c^2_{\sigma/2}\right)}{k_\sigma d\left(gd + \frac{2}{15}gd^3k^2_\sigma - \frac{2}{5}\sigma^2 d^2\right)}$$

在很浅的水中，三阶波——波相互作用会将波能从低频转向高频，经常会导致更高的谐波项。

（4）边界条件

在 SWAN 模型中，离开计算域及传向岸边界的波能被完全吸收。

3）模型差分格式

SWAN 模型采用全隐式有限差分格式，无条件稳定，允许较大的时间步长。对基本控制方程进行离散：

$$\left[\frac{N^{i_t,n} - N^{i_t-1}}{\Delta t}\right]_{i_x,i_y,i_\sigma,i_\theta} + \left[\frac{[C_xN]_{i_x} - [C_xN]_{i_x-1}}{\Delta x}\right]^{i_t,n}_{i_y,i_\sigma,i_\theta} + \left[\frac{[C_yN]_{i_y} - [C_yN]_{i_y-1}}{\Delta y}\right]^{i_t,n}_{i_x,i_\sigma,i_\theta}$$
$$+ \left[\frac{(1-\upsilon)[C_\sigma N]_{i_\sigma+1} + 2\upsilon(C_\sigma N)_{i_\sigma} - (1+\upsilon)[C_\sigma N]_{i_\sigma-1}}{2\Delta\sigma}\right]^{i_t,n}_{i_x,i_y,i_\theta}$$
$$+ \left[\frac{(1-\eta)[C_\theta N]_{i_\theta+1} + 2\eta[C_\theta N]_{i_\theta} - (1+\eta)[C_\theta N]_{i_\theta-1}}{2\Delta\theta}\right]^{i_t,n}_{i_x,i_y,i_\sigma} = \left[\frac{S}{\sigma}\right]^{i_t,n^*}_{i_x,i_y,i_\sigma,i_\theta}$$

其中，i_t 为时间层标号（i_x，i_y，i_σ，i_θ）分别为（x，y，σ，θ）方向相应的网格标号；Δt，Δx，Δy，$\Delta\sigma$，$\Delta\theta$ 为时域、地理空间方向步长、频率空间步长以及方向空间步长；迭代次数由指数 n 来表示，源项中的 n^* 代指 n 或者 n－1，对不同源项取值不同；

系数 υ 和 η 的取值处于 0 与 1 之间，它们决定谱空间的差分格式是偏于逆风还是中心差分，也即决定了模式的数值耗散和收敛性。$\upsilon=0$ 和 $\eta=0$ 时对应于中心格式，数值耗散趋于 0，计算精度高；$\upsilon=1$ 和 $\eta=1$ 为逆风格式，具有较强的数值耗散性，精度要稍低，但收敛性好。C_σ，C_θ 表达式中水深以及流速的微分采用一阶精度的逆风格式计算。

4）模型建立及网格剖分

根据宋埠西湾海塘工程整体走向，本工程主要受到外海 NE~ENE、E~ESE、SE~SSE 向波浪作用。波浪计算采用南麂岛海洋站的设计波浪要素为边界，模型东边界设置在南麂岛海洋站附近，与等深线基本平行，北边界和南边界垂直于等深线；计算域剖分采用矩形网格，并按三重嵌套计算，大区网格尺度大区网格尺寸 DX=DY=400m，中区网格尺寸 DX=DY=100m，小区网格尺寸 DX=DY=20m，SWAN 模型计算范围见下图。

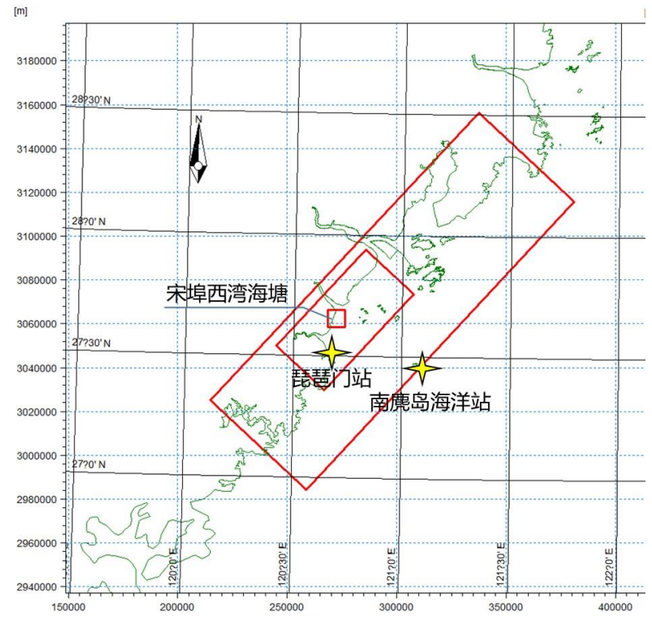


图 4.2-2 SWAN 模型计算范围示意图

5）模型验证

本次采用重现期波要素进行验证，以南麂岛海洋站的设计波要素为边界并结合工程海域的设计风速，计算琵琶门站的设计波要素，并与琵琶门站设计波要素的实测分析值进行对比。由于对受陆地和岛屿阻挡，琵琶门波浪站的南、西、北向的波浪十分微弱，因此本次验证只针对 ENE 向和 E 向，计算这两个方向 100 年一遇波要素组合 100 年一遇设计高潮位，验证结果见下表，统计分析结果符合较好，误差在 10%以内。

表 4.2-5 重现期波浪比较结果

重现期	边界方向组	琵琶门站实测分析值		模型计算值 $H_{13\%}$	相对误差
		PIII 适线 $H_{4\%}$	转换为 $H_{13\%}$		
100 年	ENE	6.19	5.25	5.36	2.1%
	E	6.61	5.63	5.42	-3.7%

4.2.1.4 计算条件

1）设计潮位

本次计算主要工况为 100 年一遇波浪条件组合 100 年一遇高潮位、平均高潮位、平均潮位，根据前述水文章节相关要素，其相关特征水位见下表。

表 4.2-6 潮位特征值

序号	潮位特征	数值（m）
1	100 年一遇	5.39
2	平均高潮位	2.57
3	平均潮位	0.36

注：85 高程基面。

2）设计风速

根据前述设计风速成果取用，见下表。

表 4.2-7 设计风速

堤线分段	风向		重现期（年）				
			100	50	20	10	5
主堤	主风向	E-ESE	36.1	31.5	25.5	21.1	16.9
	次风向	NE-ENE	34.2	31.3	27.3	24.4	21.3
		SE-SSE	32.6	28.9	24.1	20.4	16.7

3）波浪边界条件

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》（2021 年 3 月）提供的南麂站 100 年一遇 H1/10 和周期 T 推算海塘设计波要素，具体波浪要素见下表。

表 4.2-8 南麂岛海洋站 100 年一遇设计波要素

重现期	波向	NE~NNE	E~ESE	SE~SSE
100	$H_{1/10}$	10.7	13.2	8.1
	平均周期 T	16.2	16.8	14.1

4.2.1.5 计算结果

1）代表点位置

本次波浪计算工况为 100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位、平均高潮位、平均潮位，根据宋埠西湾海塘工程布置，共布置 8 个代表点，具体位置见下图，各代表点高程见下表。

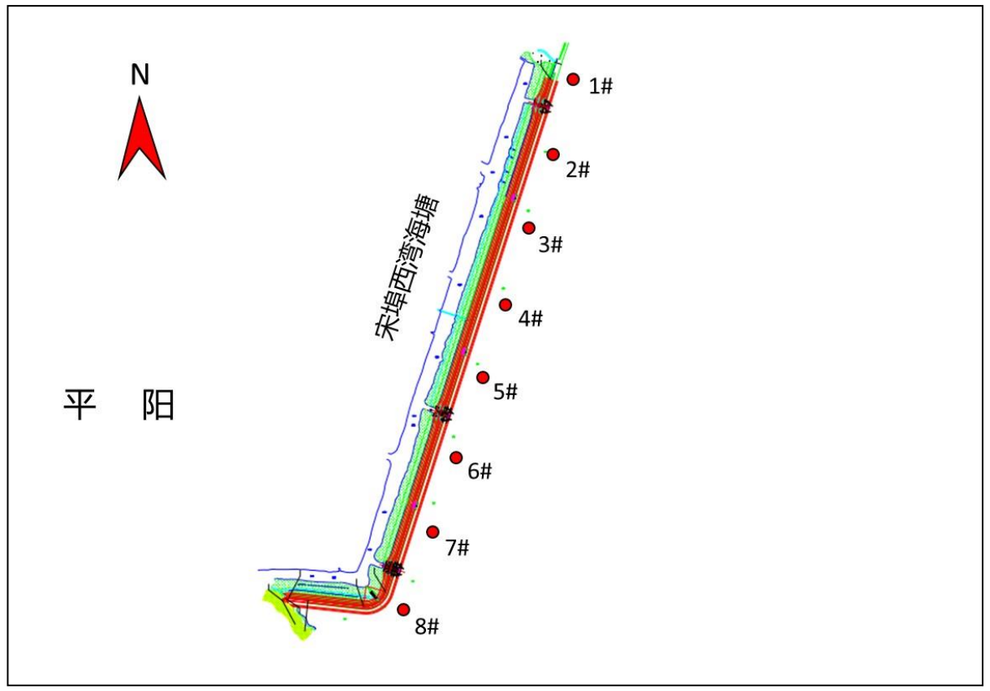


图 4.2-3 代表点位置示意图

表 4.2-9 计算特征点高程信息

代表点	85 高程（m）	代表桩号
1#	-0.06	K3+215.00
2#	0.43	K2+800.00
3#	1.17	K2+400.00
4#	1.34	K2+000.00
5#	0.92	K1+600.00
6#	0.46	K1+200.00
7#	-0.15	K0+800.00
8#	-0.30	K0+547.91

2）计算结果

100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位的波浪矢量图见以下 3 图，以下各表分别为 100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位、平均高潮位、平均潮位条件下各代表点波浪计算成果，从计算结果可知，由于宋埠西湾海塘前沿滩地较高，且距离较长，在 100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位、平均高潮位、平均潮位条件下，部分大

波破碎，当波浪破碎时，堤前最大波高即为破碎波高，其值为水深的 0.6 倍。

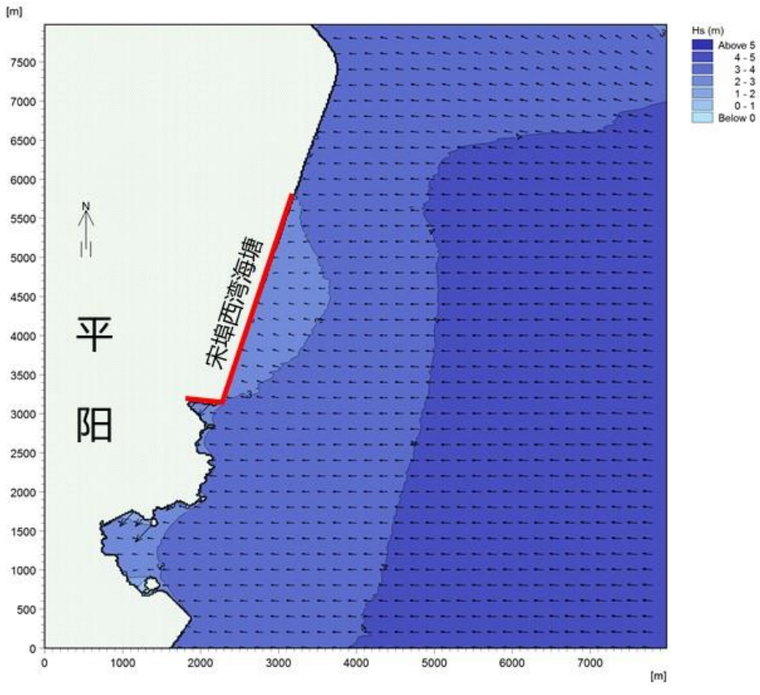


图 4.2-4 NE~ENE 向 100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位波浪场图

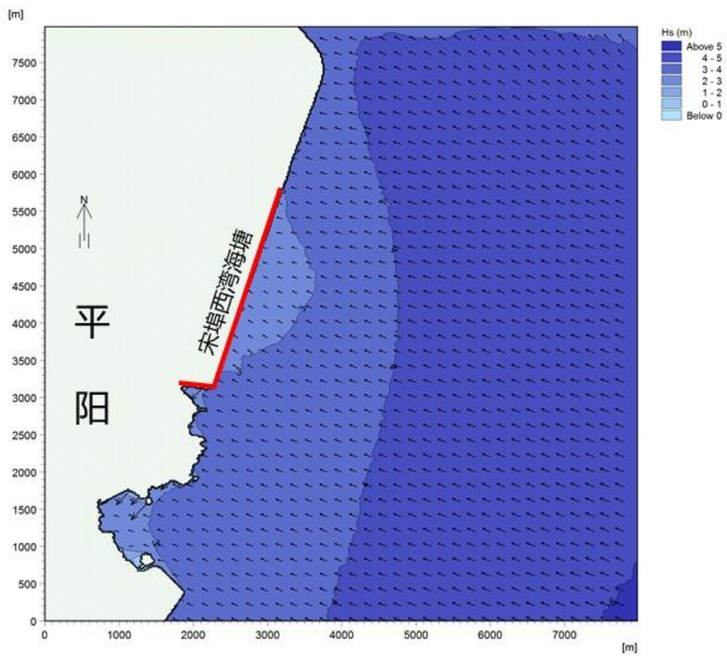


图 4.2-5 E~ESE 向 100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位波浪场图

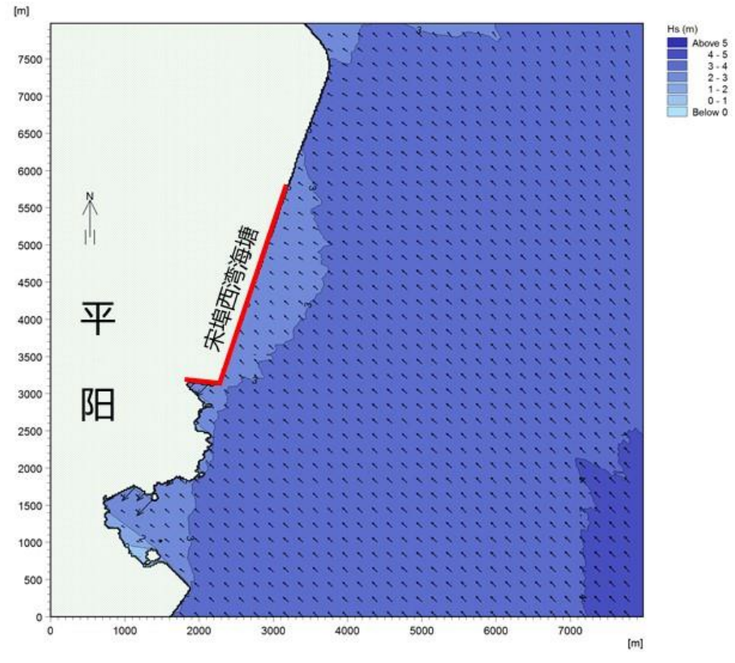


图 4.2-6 SE~SSE 向 100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位波浪场图

表 4.2-10 NE~ENE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	3.27*	3.27*	3.27*	3.00	2.15	16.2	117	178
2#	2.98*	2.98*	2.98*	2.80	2.01	16.2	113	181
3#	2.53*	2.53*	2.53*	2.53*	1.85	16.2	105	180
4#	2.43*	2.43*	2.43*	2.36	1.72	16.2	100	169
5#	2.68*	2.68*	2.68*	2.51	1.81	16.2	106	161
6#	2.96*	2.96*	2.96*	2.72	1.94	16.2	114	164
7#	3.32*	3.30	3.23	2.85	2.00	16.2	119	165
8#	3.41*	3.41*	3.41*	3.10	2.20	16.2	121	169

注：*代表破碎波高。

表 4.2-11 E~ESE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	3.27*	3.27*	3.27*	3.03	2.17	16.8	118	164
2#	2.98*	2.98*	2.98*	2.81	2.01	16.8	122	167
3#	2.53*	2.53*	2.53*	2.53*	1.85	16.8	123	166
4#	2.43*	2.43*	2.43*	2.38	1.74	16.8	125	153
5#	2.68*	2.68*	2.68*	2.56	1.85	16.8	128	146
6#	2.96*	2.96*	2.96*	2.80	2.00	16.8	135	149
7#	3.32*	3.32*	3.32*	2.95	2.09	16.8	138	148
8#	3.41*	3.41*	3.41*	3.19	2.28	16.8	127	155

注：*代表破碎波高。

表 4.2-12 SE~SSE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合 100 年一遇设计高潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	3.27*	3.19	3.11	2.75	1.93	14.1	99	147
2#	2.98*	2.98*	2.97	2.63	1.87	14.1	102	151
3#	2.53*	2.53*	2.53*	2.43	1.74	14.1	103	147
4#	2.43*	2.43*	2.43*	2.34	1.70	14.1	104	135
5#	2.68*	2.68*	2.68*	2.52	1.82	14.1	107	130
6#	2.96*	2.96*	2.96*	2.79	2.00	14.1	113	134
7#	3.32*	3.23	3.15	2.78	1.95	14.1	115	132
8#	3.41*	3.41*	3.38	2.99	2.11	14.1	106	139

注：*代表破碎波高。

表 4.2-13 NE~ENE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合平均高潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	1.58*	1.58*	1.58*	1.55	1.13	16.2	81	178
2#	1.28*	1.28*	1.28*	1.28*	0.98	16.2	73	183
3#	0.84*	0.84*	0.84*	0.84*	0.77	16.2	60	183
4#	0.74*	0.74*	0.74*	0.74*	0.55	16.2	55	171
5#	0.99*	0.99*	0.99*	0.99*	0.72	16.2	66	158
6#	1.27*	1.27*	1.27*	1.27*	0.97	16.2	73	163
7#	1.63*	1.63*	1.63*	1.50	1.08	16.2	83	160
8#	1.72*	1.72*	1.72*	1.72	1.25	16.2	86	169

注：*代表破碎波高。

表 4.2-14 E~ESE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合平均高潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	1.58*	1.58*	1.58*	1.55	1.13	16.8	84	162
2#	1.28*	1.28*	1.28*	1.28*	0.97	16.8	76	168
3#	0.84*	0.84*	0.84*	0.84*	0.76	16.8	62	165
4#	0.74*	0.74*	0.74*	0.74*	0.55	16.8	57	147
5#	0.99*	0.99*	0.99*	0.99*	0.73	16.8	68	137
6#	1.27*	1.27*	1.27*	1.27*	1.00	16.8	76	144
7#	1.63*	1.63*	1.63*	1.57	1.14	16.8	86	142
8#	1.72*	1.72*	1.72*	1.72*	1.29	16.8	89	152

注：*代表破碎波高。

表 4.2-15 SE~SSE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合平均高潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	1.58*	1.58*	1.58*	1.44	1.03	14.1	71	148
2#	1.28*	1.28*	1.28*	1.22	0.88	14.1	64	155
3#	0.84*	0.84*	0.84*	0.84*	0.68	14.1	52	149
4#	0.74*	0.74*	0.74*	0.73	0.54	14.1	48	119
5#	0.99*	0.99*	0.99*	0.97	0.70	14.1	57	114
6#	1.27*	1.27*	1.27*	1.27*	0.96	14.1	64	126
7#	1.63*	1.63*	1.63*	1.47	1.05	14.1	72	127
8#	1.72*	1.72*	1.72*	1.68	1.22	14.1	74	138

注：*代表破碎波高。

表 4.2-16 NE~ENE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合平均潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	0.25*	0.25*	0.25*	0.25*	0.25*	16.2	33	178
2#	-	-	-	-	-	-	-	-
3#	-	-	-	-	-	-	-	-
4#	-	-	-	-	-	-	-	-
5#	-	-	-	-	-	-	-	-
6#	-	-	-	-	-	-	-	-
7#	0.31*	0.31*	0.31*	0.31*	0.30	16.2	36	166
8#	0.40*	0.40*	0.40*	0.40*	0.40*	16.2	41	173

注：*代表破碎波高。

表 4.2-17 E~ESE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合平均潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	0.25*	0.25*	0.25*	0.25*	0.25*	16.8	34	162
2#	-	-	-	-	-	-	-	-
3#	-	-	-	-	-	-	-	-
4#	-	-	-	-	-	-	-	-
5#	-	-	-	-	-	-	-	-
6#	-	-	-	-	-	-	-	-
7#	0.31*	0.31*	0.31*	0.31*	0.31*	16.8	38	137
8#	0.40*	0.40*	0.40*	0.40*	0.40*	16.8	43	154

注：*代表破碎波高。

表 4.2-18 SE~SSE 向代表点波浪要素

（100 年一遇波浪组合平均潮位）

代表点	$H_{1\%}$(m)	$H_{4\%}$(m)	$H_{5\%}$(m)	$H_{13\%}$(m)	H_{mean}(m)	T(s)	L(m)	波向(°)
1#	0.25*	0.25*	0.25*	0.25*	0.23	14.1	29	131
2#	-	-	-	-	-	-	-	-
3#	-	-	-	-	-	-	-	-
4#	-	-	-	-	-	-	-	-
5#	-	-	-	-	-	-	-	-
6#	-	-	-	-	-	-	-	-
7#	0.31*	0.31*	0.31*	0.31*	0.28	14.1	32	99
8#	0.40*	0.40*	0.40*	0.40*	0.39	14.1	36	127

注：*代表破碎波高。

4.2.1.6 深水波要素复核

本工程外侧为开敞海域，受外海涌浪或混合浪为主，根据《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）及《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》（2021 年 3 月），可采用南麂站的长期观测资料分别作为深水波浪要素，通过浅水变形计算确定，并复核对照模型计算成果。

根据技术指南提供的南麂站 100 年一遇 $H_{1/10}$ 和周期 T，推算南麂站 100 年一遇设计波要素见下表。本工程主风向方位 ESE，左 45°风向方位 ENE，右 45°风向方位 SSE，相应选取南麂站 E 向、NE 向、SE 向设计波要素值。

表 4.2-19 南麂站 100 年一遇设计波要素

波向	H1/10（m）	H 平均波高（m）	T 平均周期（s）	L0 深水波长（m）
N	7.9	4.16	13.3	276
NE	10.7	5.79	16.2	409
E	13.2	7.34	16.8	440
SE	8.1	4.27	14.1	310
S	6.4	3.32	13.1	268
SW	4.6	2.35	8.7	118

表 4.2-20 海塘计算风向及南麂站波向对应表

计算风向	风向角	风向方位	选取南麂站波向
主风向（法线角度）	108°	ESE	E
风向一（左 45°）	63°	ENE	NE
风向二（右 45°）	153°	SSE	SE

本工程深水波要素见下表。海塘主风向受 E 向波浪作用，根据南麂站设计波浪成果，E 向波高最大、周期最长，对海塘防潮安全起主要控制作用。

表 4.2-21 宋埠西湾海塘 100 年一遇深水波要素表

设计风向	主风向（法线角度）	风向一（左 45°）	风向二（右 45°）
设计重现期（年）	100	100	100
设计高潮位（m）	5.39	5.39	5.39
波向	E	NE	SE
H 均前（m）	7.34	5.79	4.27
平均周期 T（s）	16.8	16.2	14.1
平均 L（m）	440	409	310

4.2.1.7 塘前波要素

波浪向工程处传播，因受地形影响，波高、波长、波向都要发生变化，需要进行波浪浅水变形计算。本工程海域海底坡度 i≤1/500，需进行底摩阻损失计算，波浪在浅水变形中的波高按下式计算：

$$\overline{H}_i = K_S \cdot K_f \cdot \overline{H}'_0$$

K_S——相应某一计算水深的浅水系数，按 d/L0 根据《规定》附表四查得；

K_f——包括摩擦损失在内的波能损耗系数，摩擦系数取 0.01；

$\overline{H}'_0$——第一段起始的计算深水平均波高（m）；

$\overline{H}_i$——变形后各段末端的平均波高（m）.

在工程计算中进行不同累计频率波高换算可用以下公式：

$$H_{F\%} = \overline{H}\left[\frac{-4}{\pi}\left(1+\frac{1}{\sqrt{2\pi}}H^*\right)\ln F\%\right]^{\frac{1-H^*}{2}}$$

式中：$H_{F\%}$—各累积率波高；

F%—各累积率；

H*—考虑水深因子系数。

采用南麂站100年一遇的深水波要素来推算塘前波高，根据规范方法进行波浪浅水变形计算。由于宋埠西湾海塘前沿滩地较高，且距离较长，在100年一遇波浪组合100年一遇设计高潮位、平均高潮位、平均潮位条件下，部分大波破碎，当波浪破碎时经推算，堤前波要素计算成果见下表。

表 4.2-22 宋埠西湾海塘100年一遇堤前要素表

桩号	K0+547			K2+000			K2+800		
设计重现期	100	100	100	100	100	100	100	100	100
设计高潮位	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39
波形式	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪
设计风向	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE
堤前滩地高程（m）	-0.30	-0.30	-0.30	1.34	1.34	1.34	0.43	0.43	0.43
堤前水深（m）	5.69	5.69	5.69	4.05	4.05	4.05	4.96	4.96	4.96
H均前（m）	2.28	2.20	2.11	1.74	1.72	1.70	2.01	2.01	1.87
平均周期T（s）	16.8	16.2	14.1	16.8	16.2	14.1	16.8	16.2	14.1
堤前平均L（m）	127	121	106	125	100	104	122	113	102
H1%（m）	3.41*	3.41*	3.41*	2.43*	2.43*	2.43*	2.98*	2.98*	2.98*
H4%（m）	3.41*	3.41*	3.41*	2.43*	2.43*	2.43*	2.98*	2.98*	2.98*
H5%（m）	3.41*	3.41*	3.38	2.43*	2.43*	2.43*	2.98*	2.98*	2.97
H13%（m）	3.19	3.10	2.99	2.38	2.36	2.34	2.81	2.80	2.63
破碎波高（m）	3.41	3.41	3.41	2.43	2.43	2.43	2.98	2.98	2.98

注：*表示波浪破碎。

4.2.2 排涝水利计算

4.2.2.1 水利计算方法

非恒定流河流数学模型是研究水体随时间和空间运动的重要手段之一，特别是随着计算机的高速发展，数学模型的应用有了更坚实的基础，应用的空间也更为广阔。本次计算使用丹麦水力科学研究所（DHI）开发的一维非恒定流水动力学MIKE11模型建立了水利计算模型。一维非恒定流方程组如下：

$$B\frac{\partial Z}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(\frac{\alpha Q^2}{A})+gA\frac{\partial Z}{\partial x}+gA\frac{|Q|Q}{K^2}=qV_x \quad (2)$$

式中：Z——断面水位（m）；

Q——断面流量（m³/s）；

A——断面面积（m²）；

B——断面宽度（m）；

K——流量模数；

q——旁侧入流。

定解条件包括水流的初值与边界值。

水流初始条件：

$t=0$，$Z(x,t)=Z(x,0)$；

$Q(x,t)=Q(x,0)$。

边界条件：

当$X=0$时，$Z(x,t)=Z(0,t)$；

当$X=L$时，$Z(x,t)=Z(L,t)$。

4.2.2.2 计算范围

水利计算范围为整个瑞平水系，总面积234.3km²。其中山区面积52.2km²，平原面积182.1km²。瑞平水系平阳片面积149.7km²，区内有河道517条，河道总长462.3km。其中，宋埠围区7.1km²，区内有河道7条，河道总长17.5km。

瑞平水系瑞安片面积84.6km²，区内有河道261条，河道总长279.13km。其中，阁巷新围区面积3.5km²，区内有河道3条，河道总长6.71km。

4.2.2.3 模型概化

1、河网概化

瑞平平原模型计算上边界取山区产流过程，以点入流形式进入各条河道；平原和围区的产水以旁侧入流的形式进入各自相应汇集河道；下边界根据涝水外排的方向，

相应选择飞云江与东海设计排涝潮型。整个模型概化河网总长 225.9km，计算断面 731 个，平均间距 310m。模型河网概化见图 4.6-1。断面资料采用水利普查断面资料，正常水位为 2.76m，河道糙率取 0.025～0.028。

2、水闸调度原则

瑞平平原中型水闸及重要小（1）型水闸由温瑞平水系管理局统一调度。根据 2015 年《瑞平片（飞云江南侧）中型及重要小型水闸控制运用计划》，结合水利计算，瑞平平原水闸调度原则为：

（1）台汛期间，瑞平平原内河水位维持在正常水位 2.76m 以下。

（2）当天气预报有 10～20 年以上一遇暴雨时（预报 1d 降雨量为 200～300mm），开启水闸，将平原水位预泄至 2.50m。

（3）当内河水位高于 2.50m，且内河水位高于外海潮位时，开启水闸排水。

（4）当内河水位低于 2.50m，或内河水位低于外海潮位时，关闭水闸。

（5）当遭遇 50 年一遇（含）及以上洪水时（预报 1d 降雨量达到 320mm 以上），至少提前 5 小时开启所有水闸，将平原河网水位预泄至 2.32m。

4.2.2.4 验证计算

为了使模型能较好地模拟流域的洪水，符合流域实际，采用实际洪水进行验证。通过验证计算，检查水文分析成果是否符合实际，河道概化是否切实反映流域特性，计算断面是否具有代表性，河道糙率等计算参数是否合理。

（1）验证洪水

2013 年第 23 号台风“菲特”于 9 月 30 日 20 时在菲律宾以东洋面生成。10 月 7 日 01 时 15 分在福建省福鼎市沙埕镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 14 级（42m/s），中心最低气压为 955 百帕。“菲特”台风期间，瑞安站、平阳站、曹村站最大 1d 降水分别达到 356.5mm，215.5mm、269mm，分别相当于 100 年、10 年、20 年一遇。瑞安站相应最高潮位 4.65m，相当于 10 年一遇。

2015 年“苏迪罗”台风洪水，瑞平平原最大 1d 降雨 119mm，低于 5 年一遇；瑞安站最高潮位 4.07m，也低于 5 年一遇。因此，选用 2013.10.6～10.8“菲特”台风暴雨洪水进行模型验证。本流域缺乏实测流量资料，验证洪水采用实测暴雨资料推求。“菲特”台风山区洪水计算成果见下表，平原区洪水计算成果见下表。

表 4.2-23 “菲特”台风洪水计算成果表（山区）

区域	集水面积（km²）	洪峰流量（m³/s）
瑶山河	4.96	54.9
下邱河	1.70	24.1
水亭河	4.21	112
溪沽下河	2.20	46.4

表 4.2-24 “菲特”台风洪量计算成果表（平原区）

区域	面积（km²）	1d 洪量（万 m³）	3d 洪量（万 m³）	区域	面积（km²）	1d 洪量（万 m³）	3d 洪量（万 m³）
瑞平塘河右干	36.3	710	895	瑞平塘河左侧(平原)	33.9	660	838
瑞平塘河左干	38.1	745	939	平宋塘河北侧	30.0	732	922
瑞平塘河右侧	33.2	717	905	宋埠围区	7.1	139	175
凤凰山	12.9	252	318	阁巷围区	3.5	68	86
瑞平塘河左侧(山区)	19.53	380	483	西大山	6.7	131	165
合计					221.23	4530	5730

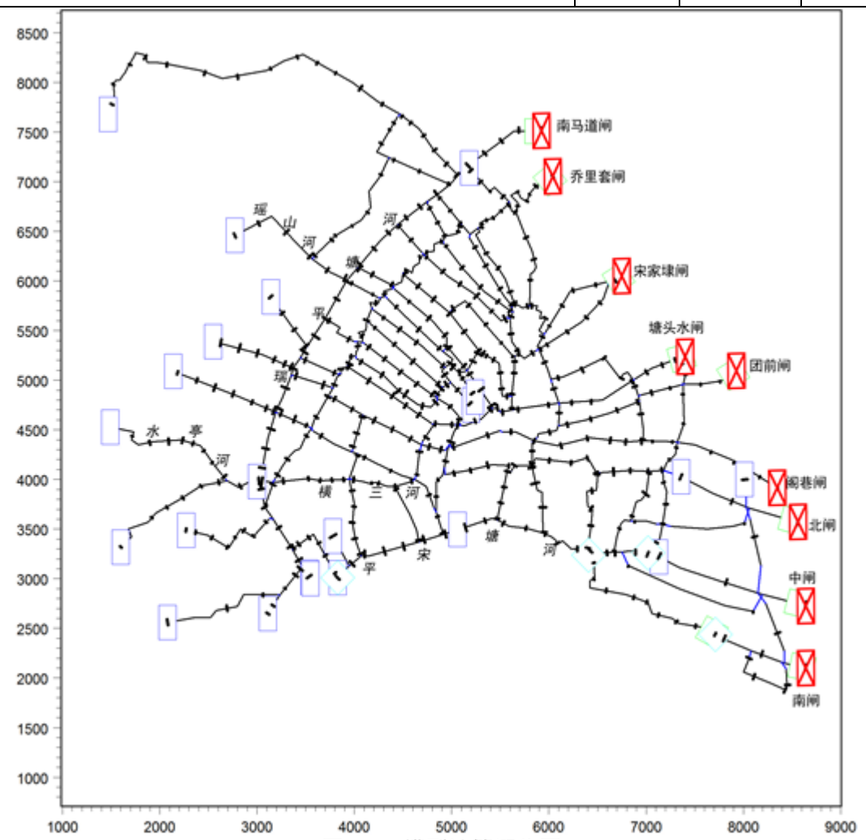


图 4.2-7 模型计算概化图

（2）模型验证

根据“菲特”台风洪水，利用模型计算平原水位，验证成果见下表。

表 4.2-25 “菲特”洪水验证计算成果表

地点	计算水位（m）	实测水位（m）	差值
平阳站	3.64	3.63	+0.01
林垟站	3.46	3.48	-0.02
南马道水闸	3.41	3.43	-0.02

由表可知，平阳站最高水位计算值比实测值高 1cm，林垟站、南马道水闸处最高水位计算值比实测值低 2cm，计算值与实测值吻合较好。说明河道概化基本合理，参数选择基本恰当，该模型可以用于瑞平平原的防洪排涝计算分析。

4.2.3 现状排涝能力分析

4.2.3.1 现状水利工程现状用地工况

现状工况计算面积 234.3km²，河道正常水位为 2.76m，现状城镇区面积约为 10.0km²，其中高程较高的硬化地面面积约 8.0km²。各频率水位计算成果详见下表。20 年一遇各主要水闸排水量见下表。

表 4.2-26 现状水利工程现状用地工况水利计算成果表

频率（%）	项目		昆阳	榆垟	宋埠	万全
	地面高程	街道	3.8	3.6	3.6	3.6
		农田	3.2	3.2	3.1	3.1
1	最高水位（m）		4.01	4.00	4.19	3.77
	农田受淹历时（h）		>3d	>3d	>3d	>3d
	街道受淹历时（h）		7.8	16.5	13.8	16.0
2	最高水位（m）		3.86	3.84	4.01	3.65
	农田受淹历时（h）		>3d	>3d	>3d	>3d
	街道受淹历时（h）		2.8	9.7	10.0	6.2
5	最高水位（m）		3.65	3.71	3.76	3.47
	农田受淹历时（h）		31.3	33.0	27.7	37.5
	街道受淹历时（h）		0.0	6.5	4.7	0.0
10	最高水位（m）		3.49	3.54	3.57	3.34
	农田受淹历时（h）		20.5	17.2	30.0	29.8
	街道受淹历时（h）		0.0	0.0	0.0	0.0

由上表可知，瑞平平原平阳片各镇区地面高程 3.5～3.8m，排涝能力为 10～20 年一遇。其中昆阳镇达到 20 年一遇，其他乡镇为 10 年一遇。农田地面高程 2.7～3.3m，排涝能力均不足 10 年一遇，遭遇 10 年一遇洪水时，受淹历时超过 40h。

飞云江沿线主要水闸 3d 总排水量 2156 万 m³，占总排水量的 64.3%；东海沿线水闸 3d 总排水量 1198 万 m³，占总排水量的 35.7%。可见，飞云江沿岸各水闸是瑞平平原主要的排涝通道。现状宋埠老堤三个水闸 3d 总排水量 1241 万 m³，与排海水闸总排水量 1198 万 m³基本相同。可见，由于受到宋埠老堤水闸规模的影响，宋埠～西湾水闸排涝能力仍然较低。

表 4.2-27 现状工况主要水闸 3d 排水量成果表（P=5%）

水闸名称	水闸净宽（m）	3d 排水量（万 m³）
南马道闸	18	1058
宋家埭闸	18	478
塘头闸	16	620
南闸	14	469
北闸	7	243
中闸	10.5	486
合计	北排	2156
	东排	1198

4.2.3.2 现状水利工程规划用地工况

瑞平平原现状城镇区面积约为 10km²，其中高程较高的硬化地面面积约 8.0km²。根据《平阳县县域总体规划（2006-2020）》，2020 年昆阳将增加城建面积约 19.3km²；根据《瑞安市南部组团（飞云片）分区规划》、《瑞安市仙降镇城镇总体规划》等相关规划，江南新区新增城镇面积约 32.7km²。因此，2030 年城镇区面积约为 62km²，部分水面、田面成为建设用地，可调蓄涝水面积下降，计算结果详见下列各图表。

表 4.2-28 现状水利工程规划用地工况水利计算成果表（P=5%）

工况	项目		昆阳	榆垟	宋埠	万全
	地面高程	街道	3.8	3.6	3.6	3.5
		农田	3.2	3.2	3.1	3.1
现状用地与现状水利工况	最高水位（m）		3.65	3.71	3.76	3.47
	农田受淹历时（h）		31.3	33.0	27.7	37.5
	街道受淹历时（h）		0.0	6.5	4.7	0.0
规划用地与现状水利工况	最高水位（m）		3.74	3.81	3.81	3.63
	农田受淹历时（h）		43.5	51.0	63.0	57.0
	街道受淹历时（h）		0.0	7.8	8.2	4.5

由表可知，在规划下垫面工况下，部分农田转变为建筑用地，调蓄面积减少，各

乡镇的水位有一定程度壅高，淹没时间也较现状工况有所延长。遭遇 20 年一遇洪水时，各乡镇水位雍高 5～16cm。农田淹没时间延长了 5～20h，集镇区淹没时间延长了 1～5h。需要采取一定的措施，降低平原水位，提高区域防洪排涝能力。

表 4.2-29 主要排水闸 3d 排水量成果表（P=5%）

水闸名称	水闸净宽（m）	3d 排水量（万 m³）	
		现状用地	规划用地
南马道闸	18	1058	1074
宋家埭闸	18	478	482
塘头闸	16	620	620
南闸	14	469	475
北闸	7	243	252
中闸	10.5	486	511
合计	83.5	3354	3414

4.2.4 排涝方案

针对本区域排涝方案，平阳县水利局已组织编制了《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告（报批稿）》（浙江广川工程咨询有限公司 2018.07），因排涝工程措施不在本次工程范围内，故不再复述。跟本工程相关的主要是拟定的新北闸，本次工程仅对 3 座老闸进行改建，新北闸的建设留待后续工程实施。

4.2.5 项目建设的规模

1.按照 100 年一遇提标加固海塘长度 3215.0m；对南闸、中闸、北闸提标加固，规模分别为 4 孔×3.5m、3 孔×3.5m、2 孔×3.5m；新建 7m 宽，4 跨×20m 农桥一座，连接城市道路；在海塘背坡新建综合管理用房一座。

2.生态提质方面：对塘前、塘身、塘后的岸带进行统筹设计，利用水闸下游箱涵设置景观平台，塘顶布置绿道，背坡绿化种植并设置栈道、绿道措施以构建沿海生态绿廊。

3.融合提升方面：结合海塘防灾减灾功能与休闲旅游和生态修复融合，塘顶路面 12.2m 可作为防汛检查通道、骑行道、游步道，结合塘后规划道路布置上下堤通行道并在堤后护塘河上设置便民桥。

4.管理标准化方面：建设一套智慧海塘综合管理系统，提高管理水平。

其中：

（1）海塘提标

本次工程建设主要内容包括宋埠～西湾海塘加固加高和堤顶改造及堤后绿化等内容，提升改造加高堤线总长 3215.0m。堤顶高程 7.80m，防浪墙顶高程 8.80m。堤顶采用允许越浪设计，设计挡潮标准由 20 年一遇提升为 100 年一遇，工程等级为 1 级。具体提升内容如下：

表 4.2-30 海塘提升工程特性表

序号	堤段	提升标准	堤顶高程（m）	防浪墙顶高程（m）	堤防长度（m）	备注
1	宋埠～西湾滩涂围垦主堤	100 年一遇	7.80	8.80	3215.0	

（2）水闸改建

本段标准海塘对现有 3 座水闸进行改造，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99，挡潮标准提高到 100 年一遇。

表 4.2-31 水闸工程特性表

序号	水闸名称	特性			
		设计标准	规模	闸底高程（m）	流量（m^3/s）
1	南闸	100 年一遇挡潮 20 年一遇排涝	4×3.5m	-0.50	170.61
2	中闸	100 年一遇挡潮 20 年一遇排涝	3×3.5m	-0.50	128.03
3	北闸	100 年一遇挡潮 20 年一遇排涝	2×3.5m	-0.50	85.32

（3）管理标准化

通过水利信息化基础设施建设和海塘智慧管理应用软件建设，行成一套涵盖工程基础监测系统、水闸自动化控制、安全防护、海塘监控管理中心、智慧工地及智慧海塘综合管理应用的智慧管理体系。主要建设内容包括综合管理房（采用3层结构，建筑面积 411.96m^2）及配套自动化管理设施。

4.3 工程运用调度原则

对标海塘安澜提出的建设任务，充分考虑“安全+”因素，结合本段海塘的建设现状、规划要求、发展需求及场地条件等明确功能定位、建设思路，从安全提标、生态提质、

融合提升、管理标准化等方面开展工程调度运行，论述如下：

（1）河道特征水位

围区河网正常水位为 2.76m。

（2）水闸调度原则

宋埠西湾海塘水闸工程调度原则需根据外围潮位工况适时开启，具体调度原则如下：

1、水闸平时处于关闭蓄水状态；

2、汛期降雨来临前，若外海洪潮位低于内河水位且内河水位高于常水位 2.76m 时，开闸放水，确保区域防洪排涝安全。

3、降雨后期，当内河水位回落至 2.76m 时，则关闭闸门。

4.4 工程实施影响分析及处理

本工程是一个社会公益性基础性项目，工程建设符合相关区域规划。工程实施可补齐短板、提高瑞平平原防洪挡潮能力，工程提标后设计防洪（潮）标准为 100 年一遇；将同瑞安市阁巷围涂海塘标准提升工程共同形成100年一遇闭合圈，大大增强了区域防灾减灾能力，对保障平阳县社会、经济可持续健康发展具有积极的推动作用。

本工程建设对环境影响是局部的、暂时的和可允许的，可以通过一定的预防措施加以改善。工程区水土流失也可采取工程措施进行治理。本工程是在现有堤防的范围内进行加高加固，工程堤段堤段主要将堤身范围内未确权范围进行征地确权，本项目未涉及重大交通、通讯、工矿企业等专项设施。

5 工程布置及建筑物

5.1 设计依据

5.1.1 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 年修订）；

3、《中华人民共和国水土保持法》（2010 年修订）；

4、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订）；

5、《中华人民共和国土地管理法》（2004 年修订）；

6、《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年修订）；

7、《中华人民共和国防汛条例》（2005 年修订）；

8、《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订）；

9、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年修订）；

10、《中华人民共和国节约能源法》（2016 年修订）

11、《中华人民共和国海域使用管理法》（2001 年）

12、《浙江省海域使用管理条例》（2012 年）

13、《浙江省河道管理条例》（2011 年）；

14、浙江省实施上述法律、法规的办法。

5.1.2 技术规范和标准

1、《防洪标准》（GB50201-2014）；

2、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；

3、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；

4、《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）；

5、《浙江省海塘工程技术规定（上、下册）》（1999 年 9 月）；

6、《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）；

7、《水闸设计规范》（SL265-2016）；

8、《水闸工程管理设计规范》（SL170-96）；

9、《水利工程建设标准强制性条文》（2020）；

10、《水利水电工程可行性研究报告编制规程》（SL618-2021）；

11、《城市防洪工程设计规范》（GBT50805-2012）；

12、《土工合成材料应用技术规范》（GB/T50290-2014）；

13、《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）；

14、《水闸施工规范》（SL27-2014）；

15、《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）；

16、《水工挡土墙设计规范》（SL379-2007）；

17、《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）；

18、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；

19、《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；

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

21、《建设项目经济评价方法和参数》（第三版）（2006 年）；

22、《浙江省短历时暴雨图集》（2003 年）；

23、《浙江省水利水电建筑工程预算定额》（2010 年）；

24、《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额》（2010 年）；

25、《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定》（2018 年）；

26、《自然资源部海域海岛管理司关于海塘提升加固工程用海有关事项的复函自然资海域海岛函》；

27、《海岸带生态减灾修复技术导则 第 8 部分：海塘生态化建设》；

28、《海岸带生态减灾修复技术导则 第 10 部分：围填海工程海塘生态化建设》。

5.1.3 技术文件

1、《浙江省平阳县宋埠——西湾滩涂围垦工程可行性研究报告》（报批稿）温州市水利电力勘测设计院 2003 年 11 月；

2、《浙江省平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程初步设计报告（报批稿）》温州市水利电力勘测设计院 2004.5；

3、《浙江省平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程施工图设计图册》温州市水利电力勘测设计院 2009.2；

4、《平阳县宋埠～西湾围涂工程岩土勘察报告》温州市水利电力勘测设计院 2003.8；

5、浙围建［2003］75 号《关于平阳县宋埠—西湾滩涂围垦工程可行性研究报告的批复》，浙江省围垦局 2003.12

6、浙围建［2004］48 号《关于平阳县宋埠—西湾滩涂围垦工程初步设计的批复》，浙江省围垦局 2004.6

7、《瑞安市阁巷围涂工程初步设计报告（报批稿）》温州市水利电力勘测设计院 2003.12；

8、《瑞安市阁巷围涂海塘标准提升工程可行性研究报告（报批稿）》温州市水利电力勘测设计院 2019.4；

9、《飞云江流域综合规划报告》温州市水利电力勘测设计院；

10、《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划（2016 年 9 月）》浙江广川工程咨询有限公司 2016；

11、《平阳瑞平平原排涝工程初步设计》浙江广川工程咨询有限公司 2017.08；

12、《平阳县新兴产业园控制性详细规划》（2013）；

13、《平阳县新兴产业园控制性详细规划调整》（2017）；

14、《平阳县新兴产业园海涂农场地块控制性详细规划修编》（2015）

15、《平阳县县域总体规划（2006-2020）》（2014 修改）浙江省城乡规划设计研究院 2010；

16、《温州市水安全保障“十四五”规划》；

17、《平阳县土地利用总体规划（2006-2020）》；

18、《温台沿海产业带发展规划》；

19、《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2018 年 9 月修订）；

20、《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南》。

5.1.4 设计基本资料

1、设计潮位

工程区设计高潮位成果见表 5.1-1。

表 5.1-1 工程处设计高潮位、设计低潮位成果表

单位：m（85 高程）

项目	设计频率 P（%）					备注
	1	2	5	10	20	
高潮位	5.39	5.12	4.77	4.48	4.22	由瑞安和上关山站插值所得
低潮位	-3.74	-3.68	-3.60	-3.53	-3.44	

2、内侧河道常水位及设计洪水位

内河水位引自《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划》和《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告（报批稿）》。

内河水位特征值表

名称			单位	数量	备注
围区内河	设计洪水位	规划	m	3.39	20 年一遇
	正常水位	规划	m	2.76	

3、地质参数

地基土层物理力学指标见地质章节。

根据《中国地震参数区划图》GB18306-2015 的划分，场地地震动峰值加速度调整系数 Fa 为 1.25，场地地震动峰值加速度值 a_{max} 为 0.063g，基本地震动加速度反应谱特征周期值 Tg 为 0.65s。

5.2 工程等级和标准

5.2.1 防洪（潮）标准

根据《省发展改革委省水利厅关于印发〈浙江省海塘安澜千亿工程建设规划〉的通知》，宋埠西湾海塘属飞云江南岸沿海平原保护区，与飞云段标准海塘、飞云江南岸城市防洪堤、飞云江南岸标准海塘、阁巷围涂海塘共同保护云周街道、海西镇、飞云街道、昆阳镇、南滨街道、万全镇、仙降街道等，规划防潮标准为 100 年一遇。

5.2.2 工程等级及建筑物级别

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017），防洪工程分等指标如下：

表 5.2-1 水利水电工程分等指标表

工程等别	I	II	III	IV	V
保护人口/10^4人	≥150	<150，≥50	<50，≥20	<20，≥5	<5
保护农田面积/10^4亩	≥500	<500，≥100	<100，≥30	<30，≥5	<5
保护区当量经济规模/10^4	≥300	<300，≥100	<100，≥40	<40，≥10	<10

根据《防洪标准》(GB50201-2014)，城市防护区应根据政治、经济地位的重要性、常住人口或当量经济规模指标分为四个防护等级。各等级的防洪标准按下表的规定确定。

表 5.2-2 城市防护区的的防护等级和防洪标准表

防护等级	重要性	常住人口（万人）	当量经济规模（万人）	防洪标准〔重现期（年）〕
I	特别重要	≥150	≥300	≥200
II	重要	<150，≥50	<300，≥100	200~100
III	比较重要	<50，≥20	<100，≥40	100~50
IV	一般	<20	<40	50~20

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）的规定如下：

表 5.2-3 《水利水电工程等级划分及洪水标准》中的堤防工程级别表

防洪标准〔重现期（年）〕	≥100	＜100，≥50	＜50，≥30	＜30，≥20	＜20，≥10
堤防级别	1	2	3	4	5

表 5.2-4 《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）中的工程级别表

防潮（洪）标准〔重现期（年）〕	≥100	100～50	50～30	30～20	≤20
海塘工程的级别	1	2	3	4	5

表 5.2-5 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）中的工程级别表

防洪标准〔重现期（年）〕	≥100	＜100 且≥50	＜50 且≥30	＜30 且≥20	＜20 且≥10
堤防工程的级别	1	2	3	4	5

（1）根据最新颁布的《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）的规定，本工程等别为 I 等，相应 100 年一遇防洪标准的堤防的主要建筑物级别为 1 级，水闸主要建筑物级别为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别为 4 级。

（2）根据保护人口、保护面积等分等指标复核

本海塘保护范围为瑞平平原，保护范围为 2322km²，保护人口为 238.32 万人，从防范超标准台风角度出发，确定宋埠西湾海塘防洪标准为由现状 20 年一遇提高到 100 年一遇，同时根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）及《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），保护人口≥150 万人，防洪（潮）标准≥100 年一遇，本工程设计等别为 I 等，工程主要建筑物级别为 1 级，满足上述要求。

综合上述分析，根据本工程的规模和防护对象，并考虑相关规划要求，按现行国家标准《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）、《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）的规定本工程等别为 I 等，主要建筑物标准海塘、水闸为 1 级，次要建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别为 4 级。

5.2.3 设计标准

1、标准海塘防潮标准：按 100 年一遇设防，允许部分越浪设计。

2、水闸挡潮标准：按 100 年一遇设防，允许部分越浪设计。

3、水闸内河侧防洪标准：按 20 年一遇设计，50 年一遇校核。

4、施工度汛标准：20 年一遇（不低于原海塘设计标准）。

5.2.4 主要设计参数允许值

一、安全超高

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），堤防工程安全加高值见下表 5.2-5。

表 5.2-6 堤防工程安全加高值

堤防工程级别		**1**	2	3	4	5
安全加高值（m）	不允许越浪	**1.0**	0.8	0.7	0.6	0.5
	允许越浪	**0.5**	0.4	0.4	0.3	0.3

本次设计堤防提标改造工程按允许越浪设计，防洪堤设计防洪御潮标准为100年一遇，工程等别为I等，主要建筑物级别为 1 级，堤防安全加高值为 0.5m，防渗土体顶部高于设计水位 0.5m。

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），水闸安全超高下限值见下表 5.2-6。

表 5.2-7 水闸安全超高下限值

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

二、越浪量控制标准

本工程按允许部分越浪设计，堤顶防浪墙顶高程按控制越浪量不大于 0.02m³/m·s 设计。

三、建筑物抗震设计标准

本工程抗震设防烈度为VI度。按照《水电工程水工建筑物抗震设计规范》（NB35047-2015），本工程设计烈度为VI度，可不进行抗震计算。

四、稳定安全系数

工程建筑物级别为 1 级，根据《海塘工程设计规范》（GB/T51015-2014）相关规定，土堤的护岸的抗滑稳定最小安全系数见表 5.2-7。

表 5.2-8 堤防稳定安全系数

项 目	整体抗滑稳定	基底抗滑稳定	抗倾覆稳定
正常运用条件	1.35	1.35	1.60
非常运用条件	1.20	1.20	1.50

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），土基上闸室抗滑稳定安全系数的允许值见下表 5.2-8。

表 5.2-9 水闸闸室稳定安全系数

项 目	水闸级别				基底应力(最大值与最小值比值)	基底应力
	1	2	3	4、5		
基本组合	**1.35**	1.30	1.25	1.20	1.5	平均基底应力不大于地基允许承载力
特殊组合	**1.20**	1.15	1.10	1.05	2.0	最大基底应力不大于地基允许承载力 1.2 倍

五、混凝土设计指标

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），本工程配筋混凝土混凝土强度等级为 C35，混凝土抗冻等级为 F50，抗渗等级为 W4。

六、合理使用年限和耐久性要求

（1）工程合理使用年限

本工程等别为 I 等，主要建筑物标准海塘、水闸为 1 级，根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）、《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T 50476-2019），1 级建筑物海塘合理使用年限为 100 年；1 级建筑物水闸合理使用年限确定为 100 年，闸门（更换闸门）合理使用年限确定为 50 年。

（2）混凝土强度等级

海塘、海滨北闸所处的侵蚀环境为四~五类，为提高混凝土结构耐久性，各部位混凝土结构强度等级应高于环境类别确定的最低混凝土强度等级，并应满足最小水泥用量，控制最大水灰比、最大氯离子含量、最大碱含量。混凝土保护层厚度应满足规范要求。抗冻等级符合规范要求。提高混凝土密实度，控制混凝土抗氯离子侵入性指标满足规范要求。根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），海塘、水闸迎水侧防浪墙、箱涵结构处于海水浪溅区或盐雾作用区，环境类别为五类，混凝土强度等级为 C40，海塘挡墙、水闸灌注桩等结构环境类别为四类，混凝土强度等级为 C35；钢筋混凝土最大裂缝宽度限值 0.15 毫米，最小保护层厚度 60~70 毫米。

5.3 工程选址及选线

5.3.1 堤线选择原则

海塘堤线的确定直接关系到项目建设的投资及可操作性。根据现状堤线布置情况、工程地质及地形条件，堤线确定原则为：

1、符合法律、法规及设计规范

设计堤线以水法、防洪法以及河道管理条例等法律、法规为准则，满足流域相关水利规划的要求，坚持科学布线的原则，减少占用河道，从而减少对防洪及通航的影响。

2、堤线顺直，水流畅通

堤线布置尽量利用现有海塘线布置、地质、水流、航运、用海、林地、土地等条件，保持堤线顺直，避免折线或急弯，以利于洪水畅通，且减少标准海塘受冲损坏的几率。

3、尽量在原堤线布置，少占土地

本次设计在原海塘进行加高加固，海塘内侧布置有护塘河，外侧为滩涂。为少占地，在满足堤塘结构安全条件下，以少占土地为原则。

4、保护海域、保护环境

堤线布置应尽量不占海域。滩涂海域的自然水面风光更是得天独厚的景观，其现有的自然风光、环境应加以保护。

5、结构合理，节省投资

考虑建筑物的造价及安全因素，应采取合理的堤身结构形式。堤线布置在环境许可和安全经济的前提下，尽可能兼顾沿江带经济、社会环境等方面的综合利益，控制工程投资成本，提高工程投资效益。

6、保持原有景观风格，形成新景观带

本次海塘提升涉及相关建筑物布置形成全新的沿海景观带，结合区域景观规划带动新兴产业园区的滨江景观开发，促进经济发展，提高生活休闲空间。

5.3.2 堤线布置方案选择

本项目海塘线路较长，堤外为海域，堤内与护塘河、局部道路等接壤，堤身上分布 3 座水闸，经前期与业主等管理部门衔接并结合相关规划，本次堤线布置沿老堤布置，不再开展其它堤线布置方案比选。本次设计堤线主要为宋埠～西湾滩涂围垦工程

主堤，堤线从跳头山脚起，朝北东 19°方向，终点与阁巷主堤衔接。

5.3.3 桥梁选址

本工程 K1+956 内河侧原有一座临时人行桥，运行多年，目前桥梁出现损毁，无法使用。本次工程在临时人行桥位置新建农桥一座，且此处新建农桥与 K2+094 处新建管理房距离仅 100m，方便平时堤防巡视，日常管理，汛期、台风期抢险工作。

5.4 建筑物选型

本工程区域位于东海沿岸，涉海部分需进行海域使用论证及海洋环境影响评价，涉及编制及审批周期较长，较为繁杂，因此根据本工程的地形地质条件，通过堤顶高程计算，主堤段现状堤顶高程约 6.29m～6.72m，需加高至 7.8m，加高高度在 1～1.5m。本次堤顶加高拟定 4 种断面型式进行比选：（1）方案一、土石堤结构+抛石镇压方案、（2）方案二、土石堤结构+抗滑桩方案、（3）方案三、框架堤结构+抗滑桩+抛石镇压方案。

（1）方案一、土石堤结构+抛石镇压方案

方案一采用传统土石堤结构形式，堤身进行加高，同时向外海侧拼宽，结合处用 L 型挡墙连接，堤顶宽度 12.2m，堤顶道路 7.8m 高程，防浪墙顶高程 8.8m。堤顶采用 C30 砼路面，临海侧布置 C30 砼挡墙，底部为 C40 钢筋砼底板，中间空隙采用石渣回填。

本方案迎水面设三级平台，一级平台为消浪平台，高程 4.6m，长 7.8m，采用 2.5tC30 四脚空心块，二级平台设 25m 长抛石镇压层，高程 2.5m，中间用坡度为 1:5.5 的缓坡衔接。为满足断面稳定要求，三级平台设长度 5m 抛大块石护脚，高程 1.5m，二级平台与三级平台以 1:20 的缓坡衔接，缓坡上部布置生态礁石，内部及上部覆土播撒草植。抛石镇压表面块石理砌保护，面层单块重不小于 200kg。

背水面随堤顶相应填高，外侧以 1:3.0 的斜坡与现状地面衔接，该斜坡采用景观绿化，打造沿堤景观带。

本方案投资约 7.76 万元/m，具体结构型式、每延米投资见下列各图表。

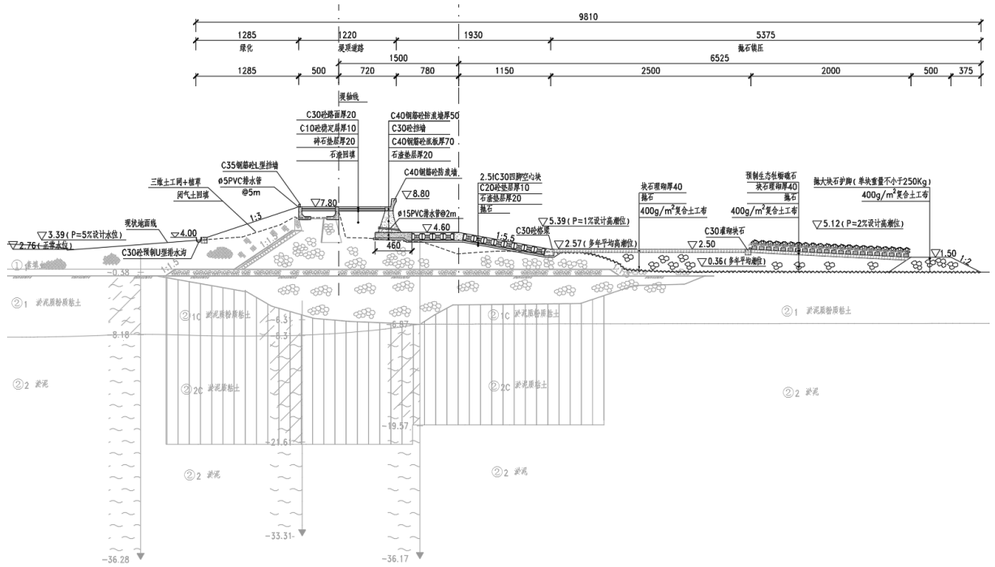


图 5.4-1 方案一：土石堤结构+抛石镇压方案

表 5.4-1 方案一每米投资

编号	项目名称	单位	每延米工程量	单价（元）	每延米合价
一	建筑工程				
1	原钢筋防浪墙拆除	m^3	0.59	301.75	178
2	混凝土路面拆除	m^3	0.53	216.33	115
3	原碎石垫层开挖	m^3	0.15	19.22	3
4	原预制块拆除	m^3	0.76	59.48	45
5	原石渣垫层拆除	m^3	1.52	7.94	12
6	表土清理（就近堆放）	m^3	2.07	17.49	36
7	C30 砼预制排水沟	m^3	0.08	914.51	73
8	C30 砼灌砌块石大方脚	m^3	0.98	625.80	613
9	闭气土回填	m^3	17.88	30.36	543
10	C35 钢筋砼 L 型挡墙	m^3	2.12	1076.17	2281
11	石渣回填	m^3	19.67	171.04	3364
12	C10 砼稳定层厚 10	m^3	1.00	867.43	867
13	碎石垫层厚 20	m^3	2.00	223.82	448
14	C30 砼路面厚 20	m^3	2.00	966.53	1933
15	C20 素砼垫层	m^3	1.74	897.29	1565
16	C40 钢筋砼底板厚 70	m^3	3.46	927.49	3209
17	C30 素砼挡墙	m^3	4.74	997.13	4726
18	C40 钢筋砼防浪墙	m^3	1.02	1022.66	1043
19	石渣垫层厚 20	m^3	4.86	171.04	831
20	C30 素砼格梁	m^3	2.40	959.69	2303
21	2.5TC30 四脚空心块	m^3	7.48	1266.97	9483
22	400g/m^2 复合土工布	m^2	53.90	17.11	922
23	抛石镇压	m^3	131.50	246.66	32436
24	表面大块石理砌	m^2	43.92	26.16	1149
25	抛大块石护脚	m^3	21.02	246.66	5185

编号	项目名称	单位	每延米工程量	单价（元）	每延米合价
26	φ5PVC 排水管	m	1.12	8.20	9
27	φ15PVC 排水管	m	2.70	13.60	37
28	三维土工网	m^2	12.10	19.14	232
29	钢筋制安	t	0.46	8456.21	3907
30	细部结构	m^3	13.74	0.95	13
31	小计				77562

（2）方案二、土石堤结构+抗滑桩方案

本断面堤顶加高方案同方案一采用土石堤结构。堤顶宽度 12.2m，堤顶道路 7.8m 高程，防浪墙顶高程 8.8m。堤身采用 C35 钢筋砼框架堤结构，底部空隙采用石渣回填。为满足断面稳定要求，基础布置 1 排ϕ100cm 钻孔灌注桩，桩长 45m。

迎水面设二级平台，一级平台为消浪平台，高程 4.6m，长 7.8m，采用 2.5tC30 四脚空心块，二级平台设抛石镇压层，高程 2.5m，中间用坡度为 1:5.5 的缓坡衔接。

背水面随堤顶相应填高，外侧以 1:3.0 的斜坡与现状地面衔接，该斜坡采用景观绿化，打造沿堤景观带。

本方案投资约 9.14 万元/m，具体结构型式、每延米投资见下列各图表。

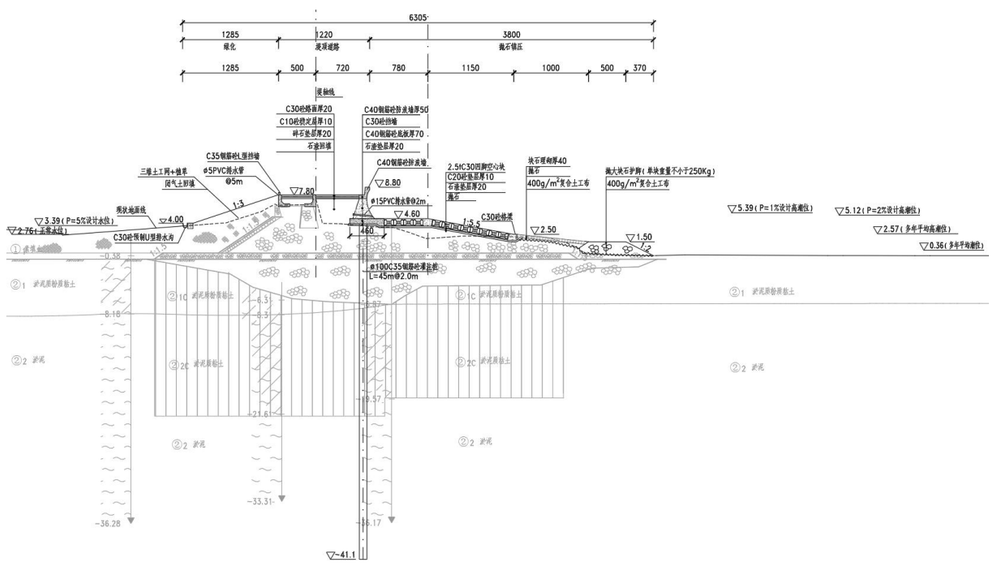


图 5.4-2 方案二：土石堤结构+抗滑桩方案

表 5.4-2 方案二每米投资

编号	项目名称	单位	每延米工程量	单价（元）	每延米合价
一	建筑工程				
1	原钢筋防浪墙拆除	m^3	0.59	301.75	178
2	混凝土路面拆除	m^3	0.53	216.33	115
3	原碎石垫层开挖	m^3	0.15	19.22	3
4	原预制块拆除	m^3	0.76	59.48	45
5	原石渣垫层拆除	m^3	1.52	7.94	12
6	表土清理（就近堆放）	m^3	2.07	17.49	36
7	C30 砼预制排水沟	m^3	0.08	914.51	73
8	C30 砼灌砌块石大方脚	m^3	0.98	625.80	613
9	闭气土回填	m^3	17.88	30.36	543
10	C35 钢筋砼 L 型挡墙	m^3	2.12	1076.17	2281
11	石渣回填	m^3	19.67	171.04	3364
12	C10 砼稳定层厚 10	m^3	1.00	867.43	867
13	碎石垫层厚 20	m^3	2.00	223.82	448
14	C30 砼路面厚 20	m^3	2.00	966.53	1933
15	C20 素砼垫层	m^3	1.74	897.29	1565
16	C40 钢筋砼底板厚 70	m^3	3.46	927.49	3209
17	C30 素砼挡墙	m^3	4.74	997.13	4726
18	C40 钢筋砼防浪墙	m^3	1.02	1022.66	1043
19	Ø100C35 钢筋砼灌注桩造孔	m	22.50	759.27	17084
20	Ø100C35 钢筋砼灌注桩	m^3	17.66	1043.49	18431
21	石渣垫层厚 20	m^3	4.77	171.04	815
22	C30 素砼格梁	m^3	2.40	959.69	2303
23	2.5TC30 四脚空心块	m^3	7.48	1266.97	9483
24	400g/m^2 复合土工布	m^2	18.73	17.11	320
25	抛石镇压	m^3	10.37	246.66	2558
26	表面大块石理砌	m^2	9.65	26.16	252
27	抛大块石护脚	m^3	18.20	246.66	4489
28	φ5PVC 排水管	m	1.12	8.20	9
29	φ15PVC 排水管	m	2.70	13.60	37
30	三维土工网	m^2	12.10	19.14	232
31	钢筋制安	m^3	1.70	8456.21	14362
32	细部结构	m^3	13.74	0.95	13
33	小计				91444

（3）方案三、框架堤结构+抗滑桩+抛石镇压方案

本断面主要利用老堤进行加高加固，堤顶进行加高。堤顶宽度 12.2m，堤顶道路 7.8m 高程，防浪墙顶高程 8.8m。堤身采用 C35 钢筋砼框架堤结构，底部空隙采用石渣回填。为满足断面稳定要求，基础布置 3 排 φ80cm 钻孔灌注桩。

为满足断面稳定要求，迎水面镇压层设三级平台，一级平台 4.0m 高程，宽 2.8m，

然后再以缓坡 1:3.5 到高程 2.5m 原砼灌砌块石平台，接着以缓坡 1:4 到高程 1.5m 宽 30.0m 的抛石镇压层，镇压层以 1:3 缓坡与现状涂面衔接。1.5m 高程以下采用抛石镇压表面块石理砌保护，面层单块重不小于 200kg。

背水面随堤顶相应填高，外侧以 1:3.0 的斜坡与现状地面衔接，该斜坡采用景观绿化，打造沿堤景观带。

本方案投资约 7.98 万元/m，具体结构型式、每延米投资见下列各图表。

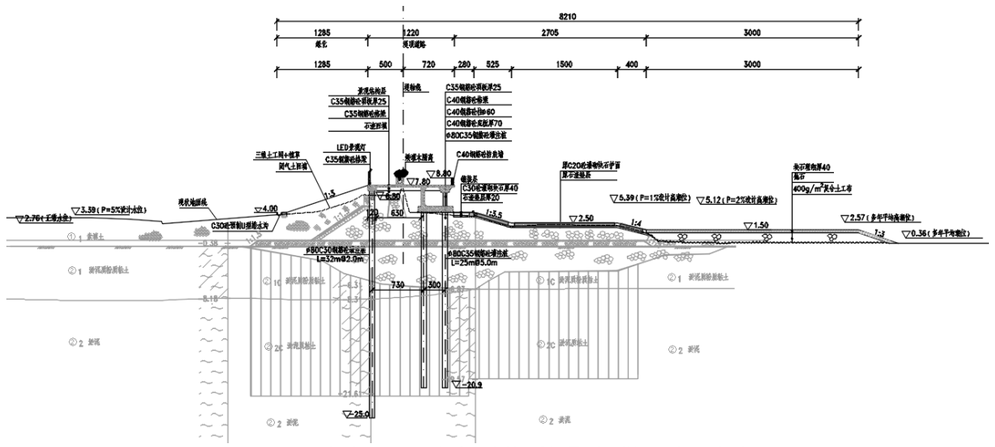


图 5.4-3 方案三：框架堤结构+抗滑桩+抛石镇压方案

表 5.4-3 方案三每米投资

编号	项目名称	单位	每延米工程量	单价（元）	每延米合价
一	建筑工程				
1	原钢筋防浪墙拆除	m^3	0.10	301.75	30
2	混凝土路面拆除	m^3	0.10	216.33	22
3	原碎石垫层开挖	m^3	0.15	19.22	3
4	原预制块拆除	m^3	0.76	59.48	45
5	原石渣垫层拆除	m^3	1.52	7.94	12
6	表土清理（就近堆放）	m^3	2.07	17.49	36
7	C30 砼预制排水沟	m^3	0.08	914.51	73
8	C30 砼灌砌块石大方脚	m^3	0.98	625.80	613
9	闭气土回填	m^3	17.88	30.36	543
10	C35 钢筋砼竖墙厚 40	m^3	0.48	929.72	446
11	石渣回填	m^3	11.33	171.04	1938
12	C35 钢筋砼顶板厚 25	m^3	2.75	1259.71	3464
13	C20 素砼垫层	m^3	0.51	897.29	458
14	C35 钢筋砼花坛	m^3	0.63	988.56	623
15	C40 钢筋砼底板厚 70	m^3	1.83	927.49	1697
16	C40 钢筋砼墙板厚 50	m^3	1.52	929.72	1413
17	C40 钢筋砼柱	m^3	0.12	1350.85	157
18	C40 钢筋砼格梁	m^3	2.79	994.20	2770
19	C35 钢筋砼栏杆	m^3	0.20	1032.18	206
20	Ø80C35 钢筋砼灌注桩造孔	m	26.00	759.27	19741
21	Ø80C35 钢筋砼灌注桩	m^3	13.06	1043.49	13630
22	石渣垫层厚 20	m^3	0.42	171.04	72
23	C30 灌砌块石护面厚 40	m^3	0.84	624.99	525
24	400g/m^2 复合土工布	m^2	34.62	17.11	592
25	抛石镇压	m^3	63.52	246.66	15667
26	表面大块石理砌	m^2	35.20	26.16	921
27	φ5PVC 排水管	m^3	1.12	8.20	9
28	三维土工网	m^2	12.10	19.14	232
29	种植土回填	m^3	0.38	39.59	15
30	钢筋制安	t	1.64	8456.21	13836
31	细部结构	m^3	10.31	0.95	10
32	小计				79799

（5）方案比选及推荐方案

海塘加高结构型式方案比选如下：

表 5.4-4 海塘加高加固断面结构型式比较分析表

方案	方案一：土石堤结构+抛石镇压方案	方案二：土石堤结构+抗滑桩方案	方案三：框架堤结构+抗滑桩+抛石镇压方案
优点	1、施工工艺成熟经验丰富，工期较短； 2、造价相对较低；	1、相对方案三断面小，堤外抛石少，未超过原堤身范围，不新增占用海域，审批较容易； 2、石料用量较少；	1、相对方案三断面小，堤外抛石少，不新增占用海域； 2、相对方案二造价相对较低； 3、桩长均匀，工后堤顶沉降控制较好。
缺点	1、堤外抛石范围超过老堤堤身范围，新增占用海域，审批复杂； 2、工程所需石方用量较大； 3、船抛石料较多，驳运石料所需船只对瓯江通航影响较大。	1、投资较大； 2、施工较复杂、工期相对较长；	1、临海侧桩基对堤身整体稳定帮助不大，靠镇压层和抗滑桩同时作用，后期临海侧镇压层冲刷后需及时补抛。
每延米投资	7.76 万元/m	9.14 万元/m	7.98 万元/m
比选结果	推荐方案	比较方案	比较方案

由上表可见稳定性上比较，各方案均能满足要求；占地上比较，方案二和方案三

均在老堤范围内进行基本不涉及占地，方案一抛石范围超过了原确权批复海域，审批比较复杂。故占地比较方案二、方案三优于方案一；从投资上比较，方案一＜方案三＜方案二＜方案二。

故综合结构、占地、投资等各方面比较，本次推荐方案一，即土石堤结构+抛石镇压方案为推荐方案。本次用海与 2020 年 9 月与自然资源厅海域海岛处对接，初步同意当前的设计方案。

5.5 工程总布置

本次堤线布置沿老堤布置，本次设计堤线主要为宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，堤线从跳头山脚起，朝北东 19°方向，终点与阁巷主堤衔接。

海塘主要采用框架堤结构+抗滑桩+抛石镇压方案将海塘标准提高到 100 年一遇。

本段标准海塘沿线设有 3 座水闸（南闸、中闸、北闸），布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99。本次将 3 座水闸挡潮标准提高到 100 年一遇。

在 K2+094.50 背坡增加一座综合管理房，管理房采用 3 层结构，建筑面积 411.96m^2。

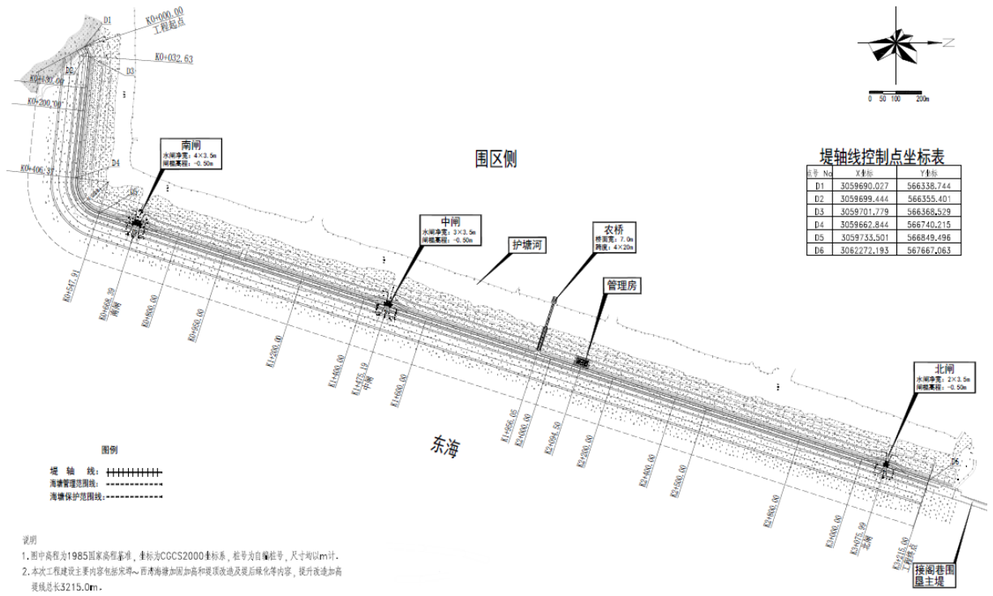


图 5.5-1 工程总平面布置图

5.6 海塘提标设计

5.6.1 堤顶高程计算

本次宋埠西湾海塘提标加固采用 100 年一遇高潮位与同频率风浪相组合，设计高潮位 hp=5.39m，允许部分越浪。本设计分别根据《海堤工程设计规范》（GB/T 51015-2014）和《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》对堤顶高程进行计算，最后采用两者中较大值作为参考确定堤顶高程。

5.6.1.1 堤顶高程计算方法

（1）根据《海堤工程设计规范》（GB/T 51015-2014）

1）防浪墙顶高程（ZP）为设计高潮位（Hp）加上波浪爬高（RF）加上安全超高（ΔH），其计算式如下：

$$Z_P = Hp + R_F + A$$

式中：Z_p—设计频率的塘顶（防浪墙顶）设计高程；

H_p—设计频率高潮位，本次校核取 5.39m（100 年一遇）；

R_F—波浪爬高值，对于本海塘按允许部分越浪校核，F=13%；

A—安全加高，1 级海塘允许部分越浪取 0.50m。

此外，根据《海堤工程设计规范》(GB/T51015-2014)8.3.3 条规定，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（水）位以上二分之一波列累计频率为 1%的设计波高，且不应小于 0.5m。

2）波浪爬高计算公式

波浪爬高的计算按《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）进行，计算式如下：

$$R_F = K_\Delta \cdot K_V \cdot R_0 \cdot H_{1\%} \cdot K_F \cdot K_y \cdot K_\beta$$

式中：

F—波浪爬高累积率，允许部分越浪取 13%；

R_F—波浪爬高累积率为$F\%$的波浪爬高值（m）；

K_Δ—与护面结构形式有关的糙率及渗透性系数；

K_V—与风速 V 及塘前水深有关的经验系数；

R_0—不透水光滑墙上的相对爬高（m）；

$H_{1\%}$—波高累积率为 1%时的波高值，当$H_{1\%} \geq H_b$时，则$H_{1\%}$取用H_b值；

K_F—爬高累积频率换算系数；

K_y—压载系数，与压载宽度、水深、波长有关；

K_β—当来波波向线与堤轴线的法线成 β 角时，上述计算得到的波浪爬高应乘以系数 K_β 加以修正。

（2）根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》

1）防浪墙顶高程（Z_P）为设计高潮位（Hp）加上波浪爬高（$R_{F\%}$）加上安全超高（ΔH），其计算式如下：

$$Z_P = Hp + R_{F\%} + \Delta H$$

式中：Z_P—设计频率的塘顶（防浪墙顶）设计高程；

H_p—设计频率高潮位，本次校核取 5.39m（100 年一遇）；

$R_{F\%}$—波浪爬高值，对于本海塘按允许部分越浪校核，F=13；

ΔH—安全加高，1 级海塘允许部分越浪取 0.50m。

2）波浪爬高计算公式

对于多级复合坡结构的海塘波浪爬高可按下列规定确定。本段海塘按照带肩台的斜坡式建筑物上的波浪爬高计算，计算式如下：

$$R_{1\%} = K_b \cdot K_\Delta \cdot K_U \cdot K_\beta \cdot R_0 \cdot H_{1\%}$$

$$R_{F\%} = K_F \cdot R_{1\%}$$

$$K_\Delta = \sum_{i=1}^{n} K_{\Delta,i} \cdot l_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} l_i$$

式中：

$R_{1\%}$—累积频率为 1%的波浪爬高（m）；

K_b—肩台折减系数;

K_Δ—位于静水面以下 0.5Hs 到静水面以上 1.5Hs 之间的护面结构的糙渗系数；

K_U—风速影响系数；

K_β—斜向波影响系数；

R_0—K_U =1.0 且 K_Δ=1.0 且 K_β=1.0 时，单一坡度斜坡式建筑物上的波浪相对爬高。

$H_{1\%}$—累积频率为 1%的波高(m)，$H_{1\%} \approx 1.51Hs$；

Hs—建筑物坡脚前半倍波长处的有效波高（m）；

$R_{F\%}$—累积频率为 F%的波浪爬高（m）；

K_F—爬高累积频率换算系数；

$K_{\Delta,i}$—第 i 种护面结构的糙渗系数；

l_i—第 i 种护面结构的外轮廓线长度（m）。

5.6.1.2 堤顶高程计算结果

波浪爬高及堤顶高程计算成果见下表。

表 5.6-1 堤顶高程计算成果（一）

根据《海堤工程设计规范》（GB/T 51015-2014）

设计断面	K0+547			K2+000			K2+800		
设计重现期	100	100	100	100	100	100	100	100	100
设计高潮位（m）	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39
波形式	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪
波向/风向	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE
夹角（°）	0	45	45	0	45	45	0	45	45
糙率参数 K_Δ	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

设计断面	K0+547			K2+000			K2+800		
经验参数 K_V	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
相对爬高 R_0	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
H1%	3.41	3.41	3.41	2.43	2.43	2.43	2.98	2.98	2.98
爬高累积频率换算系数 $K_{F\%}$	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
压载系数 Ky	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
波向修正系数 K_β	1	0.85	0.85	1	0.85	0.85	1	0.85	0.85
波浪爬高 R_F	2.52	2.14	2.14	1.80	1.53	1.53	2.21	1.87	1.87
安全超高（m）	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
计算防浪墙顶高程（m）	8.41	8.03	8.03	7.69	7.42	7.42	8.10	7.76	7.76
计算堤顶路面高程（m）	7.10	7.10	7.10	6.61	5.89	5.89	6.88	6.88	6.88
设计防浪墙顶高程（m）	8.80								
设计堤顶路面高程（m）	7.80								

表 5.6-2 堤顶高程计算成果（二）

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》

设计断面	K0+547			K2+000			K2+800		
设计重现期	100	100	100	100	100	100	100	100	100
设计高潮位（m）	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39	5.39
波形式	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪	涌浪
波向/风向	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE	主风向（法线角度）E~ESE	风向一（-45°）NE~ENE	风向二（+45°）SE-~SSE
夹角（°）	0	45	45	0	45	45	0	45	45
深水波长 L_0	127	121	106	125	100	104	122	113	102
H1%	3.41	3.41	3.41	2.43	2.43	2.43	2.98	2.98	2.98
肩台折减系数 Kb	0.68	0.68	0.68	0.59	0.59	0.59	0.65	0.65	0.65
糙率参数 K_Δ	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
风速影响系数 K_U	1.27	1.26	1.25	1.27	1.28	1.26	1.28	1.28	1.26
斜向波影响系数 K_β	1	0.84	0.84	1	0.84	0.84	1	0.84	0.84
相对爬高 R_0	1.70	1.70	1.70	1.38	1.38	1.38	1.59	1.59	1.59
换算系数 K_F	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
波浪爬高 R_F	2.51	2.10	2.09	1.26	1.06	1.04	1.97	1.65	1.63
安全超高（m）	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
计算防浪墙顶高程（m）	8.40	7.99	7.98	7.15	6.95	6.93	7.86	7.54	7.52
计算堤顶路面高程（m）	7.10	7.10	7.10	6.61	5.89	5.89	6.88	6.88	6.88
设计防浪墙顶高程（m）	8.80								
设计堤顶路面高程（m）	7.80								

根据上述两种计算方法成果表可知计算防浪墙顶高程最大为 8.41m，计算堤顶高程最大为 7.10m；本设计考虑临近海堤接顺以及远期工后预留沉降，拟定的防浪墙顶高程为 8.80m，堤顶高程为 7.80m。

5.6.1.3 堤顶高程合理性分析

表 5.6-3 工程上下游及周边海塘顶高程

位置	100 年一遇		数据来源
	堤顶高程（m）	防浪墙高程（m）	
阁巷围垦主堤	7.80	8.80	风浪成果
宋埠～西湾主堤	7.80	8.80	本次设计

将本工程堤顶高程与防浪墙顶高程同上游阁巷主堤堤顶高程进行比较分析，两者是一致的，因此，本工程堤顶和防浪墙顶高程取值是合适的。

5.6.2 越浪量计算

根据《海堤工程设计规范》，允许越浪量应根据海堤表面防护情况按下表取值：

表 5.6-4 海堤的允许越浪量

海堤表面防护	允许越浪量【m^3/（s*m）】
堤顶及背海侧为 30cm 厚干砌块石	≤0.01
堤顶为混凝土护面，背海侧为生长良好的草地	≤0.01
堤顶为混凝土护面，背海侧为 30cm 厚干砌块石	≤0.02
海堤三面（堤顶、林海侧和背海侧）均有保护，堤顶及背海侧均为混凝土保护	≤0.05

本工程海堤考虑原海堤拼宽，采用直立式结构，堤顶为混凝土护面，背海侧为有部分干砌块石部分为草地，为安全考虑，按草地计算，允许越浪量为≤0.01m^3/（s*m）。

表 5.6-5 海堤越浪量统计表

序号	桩号	波浪形式	越浪量（m^3/(s*m)）	允许越浪量（m^3/(s*m)）
1	K0+547	涌浪	0.0031	0.01
2	K2+000	涌浪	0.0013	0.01
3	K2+800	涌浪	0.0025	0.01

由表可知，上述断面越浪量均小于规范允许值，满足要求。

5.6.3 海塘结构设计

典型断面：土石堤结构+抛石镇压方案

方案采用传统土石堤结构形式，堤身进行加高，同时向外海侧拼宽，结合处用 L 型挡墙连接，堤顶宽度 12.2m，堤顶道路 7.8m 高程，防浪墙顶高程 8.8m。堤顶采用 C30 砼路面，临海侧布置 C30 砼挡墙，底部为 C40 钢筋砼底板，中间空隙采用石渣回填。

本方案迎水面设三级平台，一级平台为消浪平台，高程 4.6m，长 7.8m，采用 2.5tC30 四脚空心块，二级平台设 25m 长抛石镇压层，高程 2.5m，中间用坡度为 1:5.5 的缓坡衔接。为满足断面稳定要求，三级平台设长度 5m 抛大块石护脚，高程 1.5m，二级平台与三级平台以 1:20 的缓坡衔接，缓坡上部布置生态礁石，内部及上部覆土播撒草植。抛石镇压表面块石理砌保护，面层单块重不小于 200kg。

背水面随堤顶相应填高，外侧以 1:3.0 的斜坡与现状地面衔接，该斜坡采用景观绿化，打造沿堤景观带。

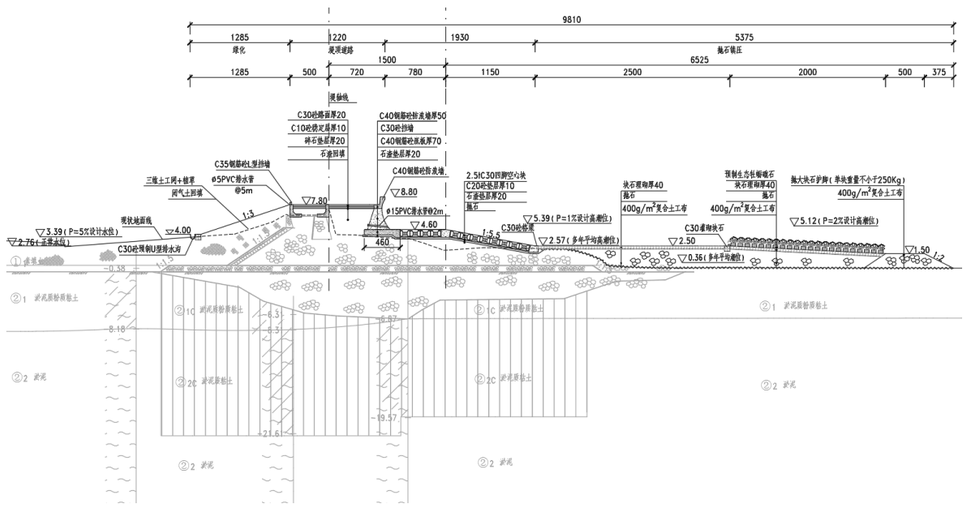


图 5.6-1 土石堤结构+抛石镇压方案典型断面

表 5.6-6 土石堤结构+抛石镇压方案每米投资

编号	项目名称	单位	每延米工程量	单价（元）	每延米合价
一	建筑工程				
1	原钢筋防浪墙拆除	m^3	0.59	301.75	178
2	混凝土路面拆除	m^3	0.53	216.33	115
3	原碎石垫层开挖	m^3	0.15	19.22	3
4	原预制块拆除	m^3	0.76	59.48	45
5	原石渣垫层拆除	m^3	1.52	7.94	12
6	表土清理（就近堆放）	m^3	2.07	17.49	36
7	C30 砼预制排水沟	m^3	0.08	914.51	73
8	C30 砼灌砌块石大方脚	m^3	0.98	625.80	613
9	闭气土回填	m^3	17.88	30.36	543
10	C35 钢筋砼 L 型挡墙	m^3	2.12	1031.38	2187
11	石渣回填	m^3	19.67	171.04	3364
12	C10 砼稳定层厚 10	m^3	1.00	867.43	867
13	碎石垫层厚 20	m^3	2.00	223.82	448
14	C30 砼路面厚 20	m^3	2.00	966.53	1933
15	C20 素砼垫层	m^3	1.74	897.29	1565
16	C40 钢筋砼底板厚 70	m^3	3.46	868.55	3005
17	C30 素砼挡墙	m^3	4.74	997.13	4726
18	C40 钢筋砼防浪墙	m^3	1.02	963.71	983
19	石渣垫层厚 20	m^3	4.86	171.04	831
20	C30 素砼格梁	m^3	2.40	959.69	2303
21	2.5TC30 四脚空心块	m^3	7.48	1266.97	9483
22	400g/m^2 复合土工布	m^2	53.90	17.11	922
23	抛石镇压	m^3	131.50	246.66	32436
24	表面大块石理砌	m^2	43.92	26.16	1149
25	抛大块石护脚	m^3	21.02	246.66	5185
26	φ5PVC 排水管	m	1.12	8.20	9
27	φ15PVC 排水管	m	2.70	13.60	37
28	三维土工网	m^2	12.10	19.14	232
29	钢筋制安	t	0.46	8456.21	3907
30	细部结构	m^3	13.74	0.95	13
31	小计				77203

5.6.3.1 新建塘顶结构设计

一、堤顶路面宽度

根据《海堤工程设计规范》要求，1 级海塘堤顶宽度不小于 5.0m；根据《浙江省海塘技术规定》要求，1 级海塘堤顶宽度不小于 7.0m；根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》，1 级海塘堤顶宽度不小于 12m，结合本工程原设计断面结构、施工交通等要求，本次取堤顶路面宽度 12.2m 控制。

二、堤顶路面结构

本次设计采用传统土石堤结构形式，堤身进行加高，同时向外海侧拼宽，结合处用 L 型挡墙连接，堤顶宽度 12.2m，堤顶道路 7.8m 高程，防浪墙顶高程 8.8m。堤顶采用 C30 砼路面，自下而上分别为石渣回填、20cm 厚碎石垫层、10cm 厚 C10 砼稳定层，20cm 厚 C30 砼路面。堤顶设景观结构层，同时坡度 1%向内坡倾斜以利排水。

三、堤顶防浪墙

新防浪墙采用 C40 钢筋砼，采用反弧挑浪式，高度为 1.0m（高出堤顶路面），基座埋深 0.5m，位于直立式挡墙顶部；防浪墙与堤顶路面砼之间设一道纵向分缝并用钢筋连接。

5.6.3.2 筑堤材料的选择

根据地区筑堤经验，筑堤材料以土料、石料及砂砾料为主，其中土料尽量选择粘性土闭气；石料主要为石渣、抛石护脚和镇压层。实际工程中，按海堤工程筑堤材料优先考虑就地取材的原则，石料及砂砾石从附近石料场购买。

5.6.3.3 迎水侧挡墙设计

迎水侧挡墙总高 1.9m，基础为 C40 钢筋砼底板，厚 0.7m，底板顶高程为 4.60m，宽 4.6m。

挡墙材料比选：1）混凝土；）灌砌块石。本挡墙饮水侧为有弧度设计，挡墙采用灌砌块石投资较少，块石需求量大，施工限制较多；采用混凝土结构，投资较多，但施工工艺较简单、方便，工效高，块石需求量较少，后期维护压力较小，成品更美观。

以上两种方案均可实施，故从经济性、材料获取、施工难度、成品美观等多方面考虑，迎水侧推荐采用 C30 砼挡墙。同时布置直径 φ15cmPVC 排水管，间距 2m。

5.6.3.4 护面结构设计

海堤迎潮坡面受浪潮直接冲击，应采用抗冲刷、抗风浪能力强、整体稳定性好的结构进行防冲保护。一般采用砼、细骨料砼灌砌石、浆砌石、干砌大块石、安放人工块体、合金网石笼等结构形式，砼、灌砌石、浆砌石整体性好，但消浪效果差，施工受潮汐影响较大，施工质量难以保证，在海堤工程中，一般不大面积采用，仅在坡面转角一定范围采用砼灌砌或浆砌进行局部结构加强；人工块体消浪效果好，但造价较高；合金网石笼整体性和消浪效果均较好，但造价较高，且外形难以平整，不美观。

根据本工程海塘现状实际情况，本次设计结合多种结构使用，底部均为抛石填充，一级平台为增强消浪效果采用 2.5tC30 砼四角空心块结构；二级平台表面采用 50cm 理砌块石，宽 25m。面层单块重不小于 200kg。

护面结构整体性好、高低错落、整体美观，消浪效果好。

5.6.3.5 迎水侧生态设计

根据海塘所处的区域海岸自然环境，遵循海岸原有走势与岸线形态；根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设技术指南（2021 年版）》，海塘设计需考虑景观生态结合性、塘身断面生态化、适时构建塘外高滩湿地，改善近岸水环境质量和生态功能。

本设计二级平台与三级平台以 1:20 的缓坡衔接，缓坡上部布置生态礁石，内部及上部覆土播撒草植。

5.6.3.6 背水坡结构

背水坡随堤顶相应加高，填高采用闭气土方，外侧以 1:3.0 的斜坡与现状地面衔接，该斜坡采用景观绿化，打造沿堤景观带。

5.6.3.7 排水系统

本工程部分海堤按允许部分越浪设计，宜设置坡面纵横向排水系统。堤顶路面坡度 1%向内坡倾斜以利排水，背水坡坡脚布置砼预制 U 型排水沟。

5.6.4 海塘与两端的连接

一、起点与永强标准堤的连接

本工程起点为跳头山，工程直接顶到跳头山，同山体形成闭合区，不存在衔接问题。

二、终点与阁巷围垦主堤的连接

终点与阁巷围垦的主堤相连接。阁巷围垦主堤设计标准为100年一遇，防浪墙顶高程 8.80m，堤顶高程 7.80m。本工程实施后防浪墙高程 8.80m，堤顶高程 7.80m，与之一致。建议防浪墙和海塘按标准断面实施，堤顶道路及防浪墙平转顺接。

5.6.5 其它建筑物

根据堤塘情况，水闸两侧迎水侧各设置 1 处下堤踏步，共计 6 处。背水侧每隔 500m 设置 1 处下堤踏步，共设置 6 处下堤通道，方便汛期检查和日常维护。

5.6.6 海塘稳定计算

5.6.6.1 整体稳定计算

本工程采用 100 年一遇设计高潮位进行设计，工程等别为I等，主要建筑物级别为 1 级，其不同工况下安全系数见下表。

表 5.6-7 土堤抗滑稳定安全系数

堤防工程的级别		1
安全系数	正常运用条件	1.30
	非常运用条件	1.20

一、计算工况

由于本次稳定计算是对已建断面要进行分析，地基土基本已完成固结，因此本次选取运行期工况最不利断面计算整体稳定，运行期工况见下表。

表 5.6-8 稳定计算工况及安全系数

计算工况及水位组合		安全系数
正常运行期	①背海坡：外海取 100 年一遇高潮位 5.39m，内河为常水位 2.76m。 ②临海坡：内河高水位 3.39m，外海为涂面高程。 ③临海坡：外海取 100 年一遇高潮位 5.39m 降落至滩涂面，内河为高水位 3.39m。 ④临海坡：内河高水位 3.39m，外江为涂面高程，考虑远期冲刷深度 1.5m。	1.3
非常运行工况（施工期）	①临海坡：内河洪水位 3.39m，外海为涂面高程。 ②背海坡：外海水位取 50 年一遇高潮位 5.12m，内侧施工期低水位 2.0m。	1.2

二、计算原理

本工程为土石堤，边坡稳定分析采用瑞典圆弧法计算，采用河海大学边坡稳定计算程序计算。

$$K=\frac{\sum\{cb\sec\beta+[(W1+W2_x001F_)\cos\beta-(\mu-\gamma W2)b\sec\beta]\times tg\phi\}}{\sum(W1+W2)\sin\beta}$$

式中：

b——条块宽度；

W_1——在堤块外水位以上的条块实重；

W_2——在堤外水位以下的条块实重；

μ——条块的重力线与通过条块底面中点的半径之间的夹角；

C、ϕ——坝体材料的粘聚力和摩擦角；

K——整体稳定安全系数。

海塘采取灌注桩加固的，灌注桩处理范围土层参数按照复合地基指标。复合地基抗剪强度 C_C 和 φ_C 参考文献《地基处理手册》(龚晓南主编)分别按下式计算：

$$C_C = C_S \times (1-m) + m \times C_P$$

$$\tan\phi_c = \tan\phi_s \times (1-m) + \tan\phi_p \times m$$

式中：C_S、φ_S——天然土体强度指标；

C_P、φ_P——桩身强度指标；

m——土体置换率。

三、计算参数选择

根据《浙江省海塘工程技术规定》（下册），老塘建成后龄期在 3～5 年以上者，塘身填土抗剪强度指标取经饱和后的直剪固结不排水指标 C_{cu}、ψ_{cu}，新近填筑的则取经饱和后直剪不固结不排水指标 C_{uu}、ψ_{uu}。上述强度是指经数理统计后求出的最小平均值。对于II、III级海塘，也可用算数平均值或算数平均值乘以 0.8～0.9 折减系数最为取用值。根据规范规定结合类似工程经验，本次计算采取老堤堤身范围土体指标取固快指标的 80%作为计算指标，堤身以外土体指标采取直剪快剪指标作为计算指标。

根据不同断面的要求分布考虑人群荷载 2.5KN/m^2，绿化荷载 2.5KN/m^2，车辆荷载 10KN/m^2，施工荷载 5KN/m^2。

地基土层力学指标选用地质勘察报告所提供的地基土层物理力学指标，堤身填料及地基土层力学指标分别见下列各表。

表 5.6-9 塘身填料力学指标表

堤身填料	容重（KN/m^3）	凝聚力（KPa）	摩擦角（°）
抛 石	20.0	0	33
碎 石	20.0	0	33
闭气土	18.0	20.0	15.0
混凝土	25.0	800	40.0

表 5.6-10 堤基土层力学指标表

项目 / 序号	地层名称	天然容重（KN/m^3）	抗剪强度			
			快剪		固快	
			粘聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）	粘聚力 c（kPa）	内摩擦角 φ（°）
①	素填土	17.7	9.3	7.4	10.2	15.1
②$_1$	碎块石土	19.8	[粘聚力 0、摩擦角 37.0°]			
②$_1$	淤泥质粉质粘土	17.0	9.0	4.5	9.5	13.4
②$_{1C}$	淤泥质粉质粘土	17.5	9.1	5.7	9.0	13.7
②$_2$	淤泥	16.3	8.0	3.4	9.2	11.2
②$_{2C}$	淤泥质粘土	16.9	8.9	5.0	9.7	13.3

三、稳定计算成果

标准堤整体稳定计算详见下图，计算成果见下表。

表 5.6-11 各断面整体稳定计算成果表

典型断面桩号	正常运行工况					非常运行工况		
	背海坡	临海坡	临海坡	临海坡	规范要求值	背海坡	临海坡	规范要求值
计算工况	设计高潮位	设计低潮位	水位降落	滩涂沉降		施工期高潮位	施工期低潮位	
桩 0+548	1.64	1.35	1.32	1.31	1.30	1.27	1.20	1.20
桩 2+000	1.67	1.40	1.36	1.32	1.30	1.28	1.26	1.20

由上表易知，设计工况下内外坡整体抗滑安全系数正常运行工况均大于规范要求值 1.30，非常运行工况均大于规范要求值 1.20，满足规范要求。

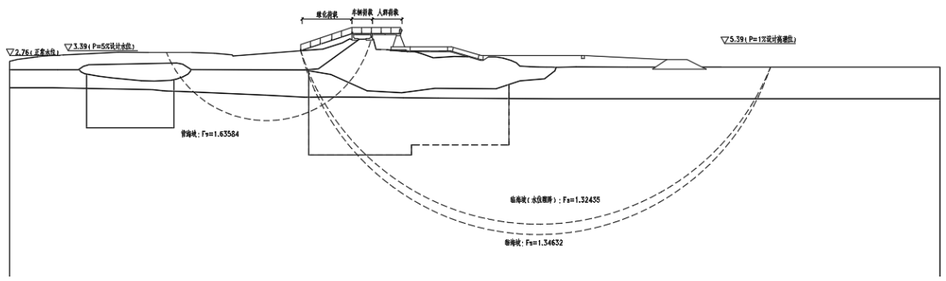


图 5.6-2 K0+548 设计高潮位、低潮位及水位降落稳定计算结果图（正常运行工况）

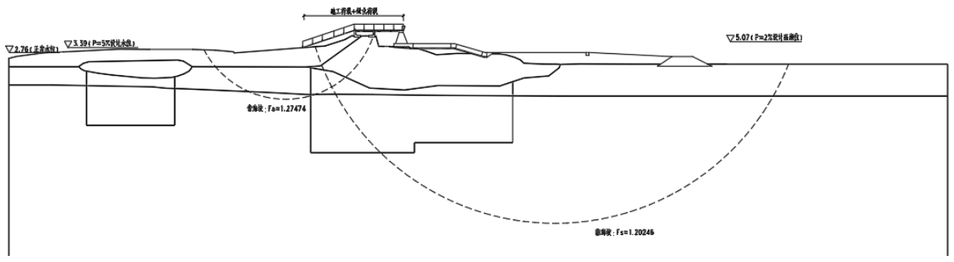


图 5.6-3 K0+548 施工期稳定计算结果图（非常运行工况）

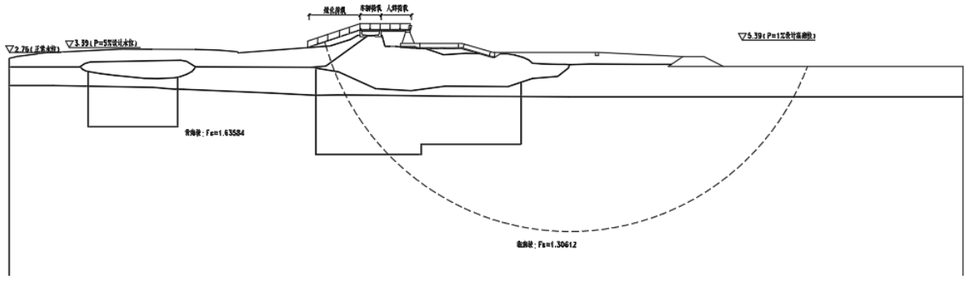


图 5.6-4 K0+548 考虑滩涂沉降临海坡稳定计算结果图（正常运行工况）

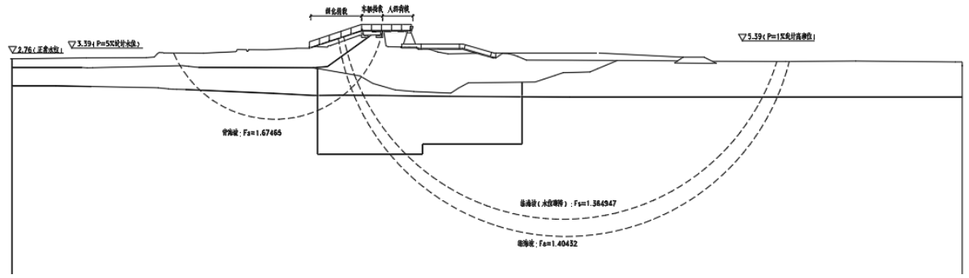


图 5.6-5 K2+000 设计高潮位、低潮位及水位降落稳定计算结果图（正常运行工况）

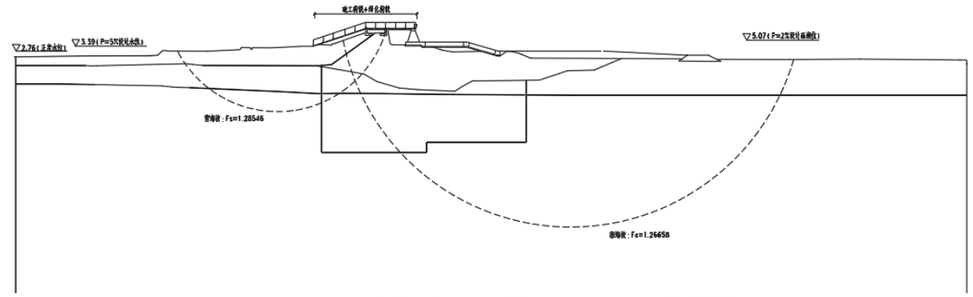


图 5.6-6 K2+000 施工期稳定计算结果图（非常运行工况）

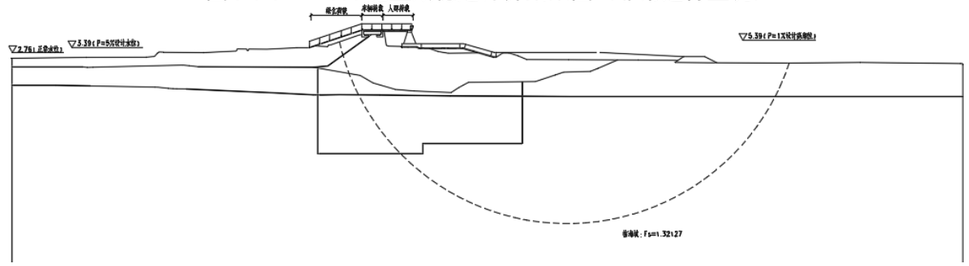


图 5.6-7 K2+000 考虑滩涂沉降临海坡稳定计算结果图（正常运行工况）

5.6.6.2 挡墙抗滑、抗倾稳定分析

本标准堤迎海侧挡土墙，其不同工况下安全系数见下表。

表 5.6-12 挡土墙抗滑稳定安全系数

堤防工程的级别		1
抗滑安全系数	正常运用条件	1.30
	非常运用条件	1.15
抗倾安全系数	正常运用条件	1.55
	非常运用条件	1.45

一、计算工况

由于本次稳定计算是对老堤加固断面进行分析，计算挡墙已建成运行多年，因此本次只选取运行期工况计算各断面整体稳定。

运行期工况为：

临海侧水位为滩涂面高程，堤身水位考虑渗水来不及排走的情况。

二、计算采用指标

考虑堤顶通车，考虑人群荷载 2.5KN/m^2，堤身填筑采用地质资料。

三、计算结果

海塘各断面挡墙抗滑抗倾计算成果见下表。

表 5.6-13 海塘各断面挡墙抗滑抗倾计算成果表

工 况		运行期				备 注
		抗滑	规范允许值	抗倾	规范允许值	
1	桩 0+548.00	2.78	1.30	5.06	1.55	
2	桩 1+200.00	2.91	1.30	5.24	1.55	
3	桩 2+000.00	2.63	1.30	4.79	1.55	
4	桩 3+200.00	2.67	1.30	4.87	1.55	

由上表可知，各断面挡墙稳定能满足规范要求。

5.6.6.3 渗流稳定计算

1、计算原理与方法

渗流计算属于无压渗流，有浸润面存在。在计算堤防渗流时，一般作为平面问题考虑，并符合达西定律。在此条件下，渗流运动可用拉普拉斯方程表示：

$$k_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + k_y \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = 0$$

式中:k_x——土的水平渗透系数；

k_y——土的垂直渗透系数；

H——渗透水流在某点的计算水头。

本次渗流计算采用河海大学编制的水工结构分析系统软件 AutobankV7.4 按有限元法进行计算。

2、渗流计算工况

本次采用河海大学渗流计算软件计算各断面渗流溢出点的流量与渗透坡降，现确定计算工况为：

工况一：正常工况(运行期)——外江 100 年一遇平均高潮位 5.39m，内侧常水位 2.76m。

3、渗流计算指标

渗流计算指标主要根据本次地勘结果，取值如下：

表 5.6-14 海塘基础土层渗透系数建议值表

项目 / 序号	地层名称	水平渗透系数（cm/s）	垂直渗透系数（cm/s）
①	素填土	3.9E-07	9.2E-07
②$_1$	碎块石土	[1.0E-02~1.0]	
②$_1$	淤泥质粉质粘土	9.6E-07	3.2E-07
②$_{1C}$	淤泥质粉质粘土	7.4E-07	5.2E-07
②$_2$	淤泥	5.5E-07	3.3E-07
②$_{2C}$	淤泥质粘土	6.0E-07	6.0E-07

表 5.6-15 土石料渗流计算参数

渗透土石料分区	水平渗透系数（cm/s）	垂直渗透系数（cm/s）
素填土	3.9×10^{-5}	9.2×10^{-5}
闭气土回填	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}
混凝土	1.00×10^{-8}	1.00×10^{-8}
抛石体	1.00×10^{-3}	1.00×10^{-3}

4、渗流计算成果

根据以上确定的计算公式、参数表及计算工况，得各工况的计算成果如下表所示。

表 5.6-16 渗流计算成果表

序号	桩 号	外江潮位（m）	地下水（m）	单位渗透流量 (m^3/s)	溢出点坡降	土层允许坡降
1	0+548	5.39	2.76	1.06×10^{-8}	0.21	0.30
2	2+000	5.39	2.76	1.54×10^{-8}	0.14	0.30

由上表可知，本工程渗流溢出点坡降均小于规范要求值，渗流形态基本稳定，满足规范要求。

5.6.7 沉降计算

5.6.7.1 现状沉降

根据郑州中核岩土工程有限公司 2016 年 7 月 6 日提交的《平阳县宋埠-西湾滩涂围垦工程沉降观测成果报告》，一标段（桩号 0+000 至桩号 1+813）施工期堤防累计沉降量为 2951~4003mm，平均累计沉降量为 3476.5mm；试运行期 2015 年 1 月至 2016 年 6 月堤防累计沉降量为 174~238mm，平均累计沉降量为 195.5mm，目前一标段堤防平均沉降速率为 0.05mm/d，符合堤防运行期地基沉降变化规律。二标段施工期堤防累计沉降量为 2837~4009mm，平均累计沉降量为 3594.8mm；试运行期 2015 年 1 月至 2016 年 6 月堤防累计沉降量为 124.5~211.5mm，平均累计沉降量为 155mm，目前二标段堤防平均沉降速率为 0.03mm/d，符合堤防运行期地基沉降变化规律。

上述报告显示：本段海塘工后试运行期实测（2015.1~2016.6），观测期间该段堤防累计沉降量最大值为 237.9mm，发生于 0+280 桩号 PY01 测点，该测点本次沉降速率为 0.08mm/d；累计沉降量最小值为 124.5mm，发生于 2+100 桩号 PY07 测点，本次沉降速率为 0.02mm/d。

经近期测图对比：现状堤顶高程较原设计顶高程存在部分沉降，整个堤段相较原设计：平均塘顶高程差值 7.74cm，最大差值达 48cm；平均防浪墙顶高程差值 2.44cm，最大差值 40cm，现状堤顶高程局部已不满足原设计顶高程。

工程运行时间达 8 年左右，根据《平阳县宋埠-西湾海塘加固提升工程可研阶段地质勘察报告》（南京瑞迪建设科技有限公司，2019 年 10 月）相关成果，堤身抛石体底高程与设计抛石体底高程差值和《平阳县宋埠-西湾滩涂围垦工程沉降观测成果报告》累计沉降值趋同基本无残余沉降。

5.6.7.2 沉降计算

1、计算方法

最终沉降量的计算公式为：

$$S_\infty = mS_c = m\sum_{i=1}^{n} \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

式中：

S_∞ —最终沉降量(mm)；

S_c —主固结沉降量(mm)；

m —沉降修正系数，

e_{1i} —第 i 土层平均自重应力作用下的孔隙比；

e_{2i} —第 i 土层平均自重应力和平均附加应力共同作用下的孔隙比；

h_i —第 i 层土的厚度(mm)；

任意时刻的地基沉降的计算公式为：

$$S_t = (m - 1 + U_t)S_c$$

式中：S_t —t 时刻沉降量（mm）；

U_t —t 时刻地基平均固结度；

2、计算参数

沉降计算时计算深度算至附加应力为 0.1 倍自重应力处；堤身土方：湿容重取 17.7KN/m^3，饱和容重取 18.03KN/m^3，堤身砌石天然容重取 20KN/m^3。

3、沉降计算成果

本沉降计算结果是表示本工程土石堤在加高前和加高后的地基沉降计算结果，根据地质勘察报告中 e-p 曲线进行计算。

本阶段根据方案设计及地质资料，选取典型断面进行计算，其成果见下表。

表 5.6-17 沉降量计算结果 单位：m

堤顶加高否	工况	计算沉降量
老海塘未加高	完工时地基沉降	3.61
	最终沉降量	3.85
按本次设计断面加高	完工时地基沉降	3.98
	最终沉降量	4.30

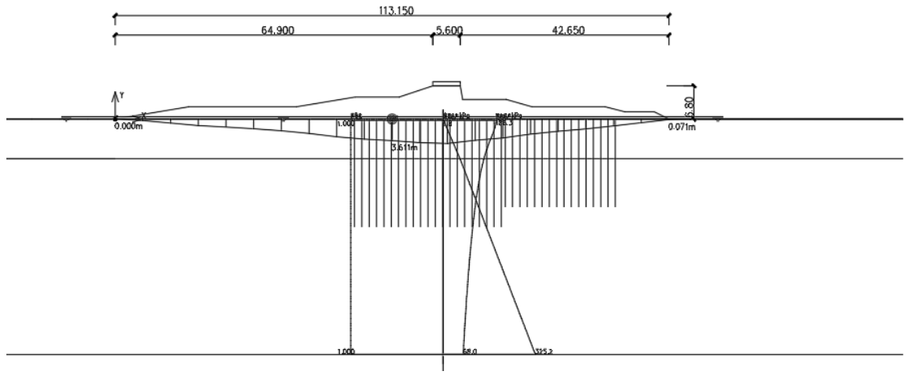


图 5.6-18 宋埠西湾海塘加高前沉降量盆型曲线 单位：m

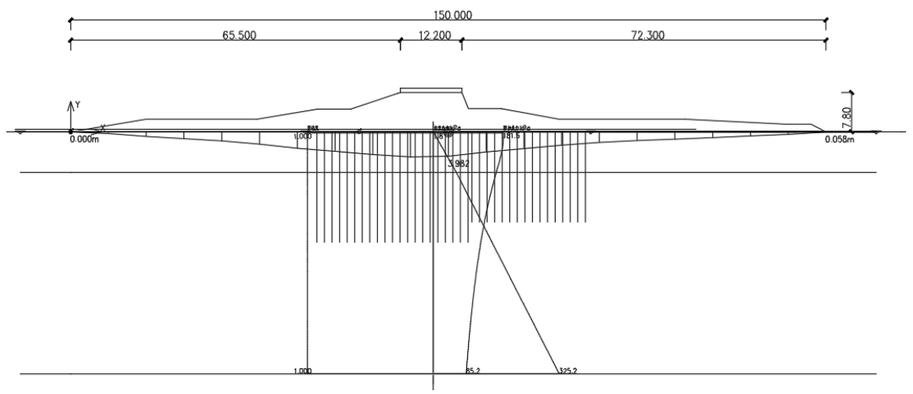


图 5.6-19 宋埠西湾海塘加高后沉降量盆型曲线 单位：m

软土地基的沉降计算受各方面因素影响较大，如土层厚度变化，地基土不均匀性引起的力学指标的变动，地基加载过程的变化等都会引起沉降计算与实际计算沉降的较大差异，同时计算理论本身也存在一定的局限性，十分精确地计算沉降是比较困难的。本次沉降分析从偏安全考虑，采用堤顶有无加高沉降对比分析，先计算原老堤断面的最终沉降，再按堤顶加高后的断面计算设计堤顶的最终沉降，两次最终沉降计算的差值作为本次设计堤顶高程的预留工后沉降。

根据本次计算结果，两次最终沉降差值为 0.45m。由此拟定本工程主段工后预留沉降为 0.50m，预留沉降计算年限为 15 年。建议在施工过程中加强沉降观测，根据实际观测的数据，了解沉降发展的趋势，判别地基沉降是否趋于稳定，并推求最终沉降量和确定预留加高程。建议路面铺装、防浪墙涂装贴面等留待沉降观测数据基本收敛后实施。

5.6.8 护面结构计算

（1）海塘迎潮面灌砌石理论厚度计算公式：

$$h = K_i K_r \frac{H}{\sqrt{m}} \sqrt[3]{\frac{L}{H}}$$

式中：

K_i——系数，砌石取 0.225；

K_r——重度系数，$K_r = \dfrac{\gamma}{\gamma_b - \gamma}$，$\gamma_b$和$\gamma$分别为块石和水的重度；

H——计算波高（m），当 d/L≥0.125，取$H_{4\%}$（$H_{1/10}$），当 d/L＜0.125，取$H_{13\%}$，d 为堤前水深（m）；当计算浆砌石护坡厚度时H一般取$H_{13\%}$（$H_{1/3}$）；

L——波长（m）；

m——斜坡坡度；

根据上述计算公式，现场原灌砌块石护面厚度 0.4m 满足要求。

3）塘脚护底块石稳定重量计算

先计算堤前最大波浪底流速，按斜坡塘考虑，计算公式如下：

$$V_{\max} = \frac{\pi H}{\sqrt{\frac{\pi L}{g} \sinh \frac{4\pi d}{L}}}$$

式中：

H——波高累积频率为 13%的波高（m）；

L——设计波长（m）；

d——塘前水深（m）；

g——重力加速度，按 9.81m/s^2；

$\sinh x$——双曲线正弦函数。

表 5.6-20 堤前护面底块石的稳定重量

底流速 V_{max}（m/s）	块石重量（kg）
2.0	60
3.0	150
4.0	400
5.0	800

根据上述计算公式，本工程海塘护底块石重量设计单块重量不小于 250kg。塘脚内侧生态牡蛎礁石单重为 250k，满足要求。

5.7 水闸改造设计

5.7.1 现状水闸基本情况

老水闸共三座，分别为南闸、中闸和北闸，布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39，K1+475.19 及 K3+075.99。其中中闸为排水闸，为 3 孔×3.5m，另外两座为进排两用水闸，参加本围区及内部平原水系的排涝任务，其中，南闸为 4 孔×3.5m，北闸为 2 孔×3.5m。

由于本工程的潮位变化幅度很大，水闸流量不是很大，同时为降低闸门高度，减少闸门的启闭力，水闸型式均为胸墙式水闸，闸室结构因地基土系深厚软土层，承载力低，抗冲能力小，因此闸底板型式为整体式平底板，采用桩基处理。

水闸主要建筑物包括：上游护底（消能防冲）段，闸室段，消能防冲段。

排水闸上游护底段：为保护闸底板免受冲刷掏坑，发挥水闸正常排水功能，在水闸闸室上游设长 10m 的厚 0.4m 的干砌块石护底。底部设碎石垫层 0.15m 厚。

闸室段：考虑到闸室的顺水流向、侧向浇渗的防渗问题并减小闸底的闸基应力，顺水流方向闸室段成一个整体，侧向将两刺墙、侧向边墩及闸室底板连成一个整体。闸室顺水流方向长 15m，各闸孔数不同，但每孔净宽都为 3.5m，孔口高 3.5m。中墩厚 1.0m，边墩厚 0.8m。闸底板高程-0.5m，闸顶交通桥高程与堤顶同高 6.80m，检修桥及启闭机房高程为 8.20m。闸底板采用 C25 砼整体结构，厚 0.8m，其下设 0.1m 厚 C10 素砼垫层，顺水流方向上、下游均做齿槽。考虑到侧向防渗，闸室两侧与底板防渗板桩齐平处各设置一道 5.0m 长防渗刺墙并且刺墙底部均设防渗板桩与闸底板处的防渗板桩相闭合，解决浇渗问题。为满足防渗要求，于闸底板（交通桥与启闭机室段）上游及下游各设长 5.0m 防渗板桩，板桩与闸底相交处做成齿槽。

上、下游翼墙采用八字墙式翼墙，翼墙采用扶臂式挡墙，闸室段及上、下游翼墙基础都采用 φ800 钻孔灌注桩基础，沿边墩及中墩下各设一排，间距 2.4m。

闸墩上下游各设一检修门槽，以方便检修。工作闸门槽设胸墙挡水。工作闸门选取 C30 砼预制闸门，检修闸门采用木叠梁门。

下游消能防冲段：消力池紧接闸室下游，顺水流方向长 11.0m，池深 1.1m。池底高程-1.6m，与闸底板以 1：4 斜坡连接。消力池 C25 砼底板厚 0.60m，池底设 φ50 排水孔，排水孔间距 2.0m，呈梅花形布置。消力池后设 C25 砼护坦，护坦顺水流向砼段长 10.0m，其后为 10.0m 长 C20 砼梁格干砌块石海幔，海幔前端护坦梁底部设板桩以防冲。海幔后进行抛大块石防冲。

5.7.2 老水闸改造设计

水闸原设计时，已经考虑到今后海塘加高的需求，原设计防潮标准为 50 年一遇，排涝为 20 年一遇。本次提升工程水闸防潮标准为 100 年一遇，排涝标准不变，对各项稳定进行复核并根据实际情况进行加固处理。

根据水闸实际运行的情况：闸门老化破损、高潮位时顶部漏水、闸室两侧存在漏水现象。根据本次计算堤顶高程加高至 7.8m，堤顶防浪墙高程为 8.8m，为保证水闸与海塘正常衔接需对水闸进行部分加高；本次设计，海堤临海侧拼宽 12.2m，为保证堤顶道路通行能力，水闸临海侧需进行改建。

北闸、中闸、南闸于 2016 年竣工，水闸运行情况良好，经现场检查，闸室内闸墩、底板等部位未见剥落、碳化、裂缝，本次设计暂不考虑对三座已建水闸采取延长使用年限、提高耐久性的措施，远期如发生混凝土保护层损耗、开裂，拟采用衬护钢板等加固措施。

综上所述确定水闸加固措施主要包括：胸墙下沿部分拆除改建，改建后胸墙下沿抬高至高程 4.0m，临海侧消力池及两侧翼墙拆除，改建为 C40 钢筋砼箱涵。更换闸门及止水，闸室两侧灌浆、水闸下部主体结构不予改变。原水闸混凝土结构下阶段可考虑采用聚合物砂浆对磨蚀老化表面进行加固处理。

水闸迎水侧与加高、拼宽后的堤顶路面衔接，堤顶高程为 7.8m，防浪墙顶高 8.8m。原闸门止水及门槽进行更换，闸门槽凿除后重新埋设预埋件，闸门更换为 C40 钢筋砼闸门宽 3.5m×高 4.5m。闸室堤防两侧灌浆处理，采用 50%粘土+50%水泥灌浆，灌浆底高程-5.0m，纵向设 6 排，横向 4 排，间距 2.0m，梅花形布置。

水闸两侧与堤顶衔接部位基础均已采用搅拌桩处理，本次加高待堤顶经观测沉降数值收敛后，再行实施堤顶铺装。

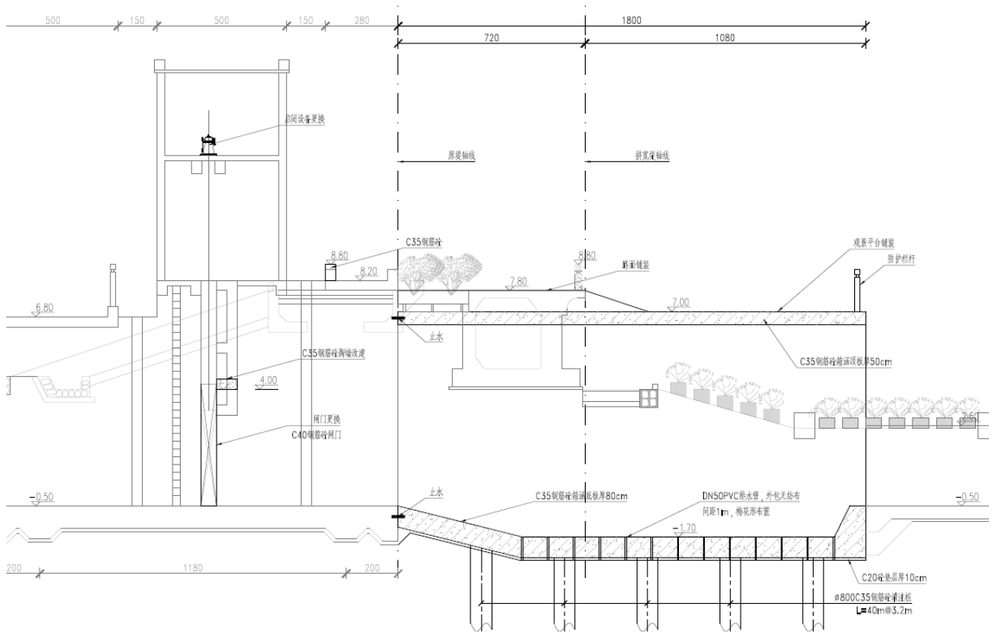


图 5.7-1 老水闸改造断面图

5.7.3 闸顶高程计算

根据《水闸设计规范》（SL265-2016），水闸闸顶高程＝设计洪水位+安全超高，并且位于防洪堤上的水闸，闸顶高程不得低于防洪堤堤顶高程。

表 5.7-1 闸顶高程计算成果表

项　目		水位（m）	波浪计算高度(m)	安全加高值(m)	计算高程(m)	设计采用值(m)
外海挡水时	1%高潮位	5.39	3.34	0.50	9.23	7.80 (设计堤顶高程)
外海挡水时内河正常蓄水	正常蓄水位	2.76	不计入	0.70	3.46	
内河泄水时	设计工况 5%	3.39	不计入	1.50	4.89	

根据计算，闸顶高程为9.23m。考虑到水闸外海挡水侧为胸墙+闸顶板+下游箱涵顶板结构，波浪难以翻越。故本次闸顶高程与海塘塘顶一致，取 7.80m。

5.7.4 水闸稳定安全复核

本次提升水闸主体结构未改变，本次防潮标准应按照100年一遇挡潮标准进行相关的安全复核，相应潮位及水位值应与海塘一致。

原水闸闸室与老海堤，改建箱涵与拼宽、加高海堤均紧密连接，箱涵顶部防浪墙与堤顶防浪墙高程一致、紧密连接，水闸与海塘的防潮封闭线闭合。

一、荷载组合及计算方法

北闸与中闸主体工程均位于软土地基之上，软基采用钻孔灌注桩处理，钢筋混凝土底板。原设计闸底板宽度分别为9.6m和14.1m，闸底板长度均为15.0m。现对北闸、中闸和南闸沿闸室基底面抗滑稳定进行验算，荷载组合情况见下表。

表 5.7-2 闸址处水位及潮位特征表

名　称	单位	数　量	备　注
设计高潮位	m	5.39	P=1%
平均低潮位	m	-1.88	
外海低水位	m	-0.50	
河道设计洪水位	m	3.39	P=5%
河道正常水位	m	2.76	
水闸闸底板高程	m	-0.50	
内河最低水位	m	1.5	

表 5.7-3 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	正常情况(正向挡水)	√	√	√	√	√	√	√		水闸已建成
	设计洪水(反向挡水)	√	√	√	√	√	√	√		
特殊组合	校核洪水(正向挡水)	√	√	√	√	√	√	√		
	校核洪水(反向挡水)	√	√	√	√	√	√	√		

土基上沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数，按下列公式计算：

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

式中：f——闸室基底面与地基之间的摩擦系数，取 0.20；

$\sum G$——作用在闸室上的全部竖向荷载；

$\sum H$——作用在闸室上的全部水平向荷载，kN；

K_c——沿闸室基底面的抗滑稳定安全系数。

二、基底抗滑稳定计算成果

计算结果见下表。

表 5.7-4 北闸抗滑稳定计算成果表

荷载组合	计算情况	上游水位（m）	下游潮位（m）	计算结果 Kc	规范要求[Kc]
基本组合	正常情况(正向挡水)	2.76	-1.88（平均低潮位）	4.23	1.35
	设计洪水(正向挡水)	3.39	-1.88（平均低潮位）	1.65	1.35
	设计洪水(反向挡水)	2.76	5.39（设计高潮位）	1.62	1.35
特殊组合	检修工况(正向挡水)	3.39	-1.88（平均低潮位）	4.21	1.20
	校核工况(正向挡水)	4.01	-1.88（平均低潮位）	1.63	1.20

表 5.7-5 中闸抗滑稳定计算成果表

荷载组合	计算情况	上游水位（m）	下游潮位（m）	计算结果 Kc	规范要求[Kc]
基本组合	正常情况(正向挡水)	2.76	-1.88（平均低潮位）	4.19	1.35
	设计洪水(正向挡水)	3.39	-1.88（平均低潮位）	1.63	1.35
	设计洪水(反向挡水)	2.76	5.39（设计高潮位）	1.58	1.35
特殊组合	检修工况(正向挡水)	3.39	-1.88（平均低潮位）	4.13	1.20
	校核工况(正向挡水)	4.01	-1.88（平均低潮位）	1.60	1.20

表 5.7-6 南闸抗滑稳定计算成果表

荷载组合	计算情况	上游水位（m）	下游潮位（m）	计算结果 Kc	规范要求[Kc]
基本组合	正常情况(正向挡水)	2.76	-1.88（平均低潮位）	4.20	1.35
	设计洪水(正向挡水)	3.39	-1.88（平均低潮位）	1.64	1.35
	设计洪水(反向挡水)	2.76	5.39（设计高潮位）	1.61	1.35
特殊组合	检修工况(正向挡水)	3.39	-1.88（平均低潮位）	4.18	1.20
	校核工况(正向挡水)	4.01	-1.88（平均低潮位）	1.63	1.20

由上表计算成果可知，闸室沿基底面的抗滑稳定安全系数满足规范要求。

三、闸室基底应力验算

水闸结构布置和受力情况对称，按下列公式计算：

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

式中：$P_{\substack{\max\\ \min}}$——闸室基底应力的最大值或是取小值，kPa；

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

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

A——闸室基底面的面积，m^2；

W——闸室基底面对于该底面垂直水流方向的形心轴的截面矩，m^3。

计算结果见下表。

表 5.7-7 北闸闸室应力计算成果表

荷载组合	计算情况	上游水位（m）	下游潮位（m）	$P_{\max}$ (kPa)	$P_{\min}$ (kPa)	$P_{\max}/P_{\min}$	规范允许最大值 $[P_{\max}/P_{\min}]$
基本组合	正常情况(正向挡水)	2.76	-0.50	71.21	70.22	1.014	1.50
	设计洪水(反向挡水)	2.76	5.39	90.45	70.32	1.286	1.50
特殊组合	校核洪水(正向挡水)	3.39	-0.50	59.89	59.29	1.010	2.00
	校核洪水(反向挡水)	1.5	5.39	92.22	59.07	1.561	2.00

表 5.7-8 中闸闸室基底应力计算成果表

荷载组合	计算情况	上游水位（m）	下游潮位（m）	$P_{\max}$ (kPa)	$P_{\min}$ (kPa)	$P_{\max}/P_{\min}$	规范允许最大值 $[P_{\max}/P_{\min}]$
基本组合	正常情况(正向挡水)	2.76	-0.50	80.81	78.70	1.027	1.50
	设计洪水(反向挡水)	2.76	5.39	102.64	78.80	1.302	1.50
特殊组合	校核洪水(正向挡水)	3.39	-0.50	67.96	66.45	1.023	2.00
	校核洪水(反向挡水)	1.5	5.39	104.65	66.19	1.581	2.00

表 5.7-9 南闸闸室基底应力计算成果表

荷载组合	计算情况	上游水位（m）	下游潮位（m）	P_{max} (kPa)	P_{min} (kPa)	P_{max}/P_{min}	规范允许最大值 $[P_{max}/P_{min}]$
基本组合	正常情况(正向挡水)	2.76	-1.88	81.40	78.97	1.031	1.50
	设计洪水(反向挡水)	2.76	5.39	101.69	79.22	1.284	1.50
特殊组合	校核洪水(正向挡水)	3.39	-1.88	68.81	67.53	1.019	2.00
	校核洪水(反向挡水)	1.5	5.39	105.66	65.20	1.621	2.00

在各工况下闸室基底不均匀系数均小于 1.50，满足要求，同时本工程基础采用灌注桩处理，水闸竖向力基本由桩承担，闸室不会产生不均匀沉降，闸室基本是安全的。综合上述计算及现状实际情况，地基应力安全性满足规范要求。

5.7.5 消能防冲设计

5.7.5.1 消能计算方法

1、消力池设计

①消力池深度计算

消力池深度根据下列公式计算：

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

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

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

$$\Delta Z = \frac{\alpha q^2}{2g\varphi^2 h_s'^2} - \frac{\alpha q^2}{2g h_c''^2}$$

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^2/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：

L_{sj}——消力池长度，m；

L_s——消力池斜坡段水平投影长度，m；

β——水跃长度校正系数，采用 0.75；

L_j——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 $$t = k_2\frac{U - W \pm P_m}{\gamma_b}$$

式中：

t——消力池底板始端厚度，m；

$\Delta H'$——闸孔池水时的上、下游水位差，m；

k_1——消力池底板计算系数，采用 0.18；

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；

消力池末端厚度，可采用 t/2，但不宜小于 0.5m。

2、海漫设计

当$\sqrt{q_s\sqrt{\Delta H'}}=1\sim9$，且消能扩散良好时，海漫长度可按下列公式计算：

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

式中：

L_p——海漫长度，m；

q_s——消力池末端单宽流量，m^2/s；

K_s——海漫长度计算系数，取 11。

3、防冲槽设计

消力池末端河床冲刷深度 d 按下式进行计算：

$$d=1.1(\frac{q_1}{[v_0]})-h$$

其中：

d——下游海漫末端河床冲刷深度（m）；

q——海漫末端单宽流量；

v_0——河道允许不冲流速（m/s）， m/s；

h——海漫末端河床水深， m。

5.7.6 闸消能计算水位组合

消能计算取两组工况水位组合：

工况一：上游正常水位 2.76m+闸下无水状态；

工况二：上游设计 20 年一遇洪水位 3.39m+泄流状态下的闸下正常水位。

5.7.6.1 水闸消能计算成果

在工况一、工况二条件下，将闸门逐渐开启，流量从小到大，采用挖深式消力池计算闸门不同开度下的消能。经计算确定，计算成果见下表。

表 5.7-10 各闸消能计算成果表

工况/水闸	开度	孔口高度（m）	流量（m³/s）	下游水深（m）	收缩水深（m）	跃后水深（m）	池深（m）	池长（m）	底板厚度（m）	海漫长度（m）
一/北闸	全开	4	105.58	2.19	1.222	2.977	0.858	16.98	0.52	31.11
一/中闸	全开	4	158.37	2.21	1.232	2.945	0.874	17.26	0.55	31.21
一/南闸	全开	4	211.16	2.33	1.253	2.985	0.899	17.55	0.57	32.02
二/北闸	全开	4	135.74	3.22	1.811	2.532	0.355	14.93	0.41	30.12
二/中闸	全开	4	203.60	3.24	1.817	2.483	0.316	15.85	0.44	30.15
二/南闸	全开	4	271.47	3.33	1.823	2.455	0.314	16.22	0.46	30.17

由计算结果，可确定各闸消力池池长最大长度计算值。因此，本次设计消力池斜坡段长 4.4m，水平段长 12.6m，消力池池长 18.0m，池深 1.2m，底板厚度 0.8m， 满足消能要求；计算海漫长度为 32m，计算长度较长，工程造价较高。参照类似工程经验，设计海漫采用糙率较大、抗冲刷能力较强的抛石，表层单重≥120kg 围堰抛石长度至海堤子堤；根据上式计算得到冲坑深度 d 约为 1.73m，因此消力池末端设计抛石防冲槽深 2.0m，抛石单重不小于 120kg。

5.7.7 水闸渗流安全复核

渗流计算的目的是计算闸下渗流场的各渗透系数。其中最主要的是计算闸底板下的渗透压力分布，渗流出逸处的渗透坡降。本次渗流稳定分析选用河海大学渗流计算系列软件模块进行有限元渗流计算。

一、渗流计算工况

北闸兼有纳潮与排涝功能，故水闸承受双向水头；中闸和南站为单向排水闸因此渗流工况较为简单。另外三座水闸基本型式基本相同，因此本次计算选取北闸进行渗流稳定复核。根据《水闸设计规范》（SL265-2016）本次渗流计算主要计算以下三种工况：

表 5.7-11 水位组合表

水位组合		内河水位(m)	外江潮位(m)	水头差(m)
正常	正向	2.76	-0.40	3.16
设计	正向	3.39	-0.40	3.79
	反向	1.0	5.39(100 年一遇)	4.39

二、渗径长度复核

闸基防渗长度根据下式计算：

$$L=C\triangle H$$

式中：

L——闸基防渗长度，m；

C——允许渗径系数值；

△H——允许水位差值；

根据地质勘查成果，海滨北闸闸基采用水平以及垂直防渗。根据《水闸设计规范》，设计考虑有滤层的情况下，允许渗径系数取 5。最大水位差为 4.39m，则计算渗径长度 21.95m。

水闸水平防渗由上下游消力池前段和水闸闸底板组成，水闸闸底板长为 15.0m，消力池前端长为 16.4m。综上，水闸水平防渗长度为 31.4m。同时考虑垂直防渗，闸底设有防渗板桩，桩长 5.0m。整个地下轮廓线长度为 41.4m，满足计算防渗长度 21.95m 的要求

三、渗透坡降复核

根据达西定律，某一渗流段的单宽流量为：

$$q=kJ_iT=k\frac{h_i}{l_i}T=k\frac{h_i}{\varepsilon_i}$$

式中：

k——渗流场土料的渗透系数，cm/s；

J_i——该渗流段的渗透坡降；

T——地基透水层的厚度，m；

h_i——渗流段的水头差，m；

ε_i——渗流段的阻力系数。

由上式可以看出，$\varepsilon_i=l_i/T$ 是一个只与渗流段的几何形状有关的函数。在该渗流段上，$h_i=\varepsilon_i q/k$ 渗透水头损失。闸基渗透水头损失之和等于上、下游水位差，即

$$H=\sum h_i=\frac{q}{k}\sum\varepsilon_i$$

从而可计算个渗流段的水头损失，即

$$h_i=\varepsilon_i H/\sum\varepsilon_i$$

求得各渗流段的阻力系数和上、下游水位差以后，很容易计算各段的水头损失。

四、渗流计算结果

现将各工况渗流计算结果汇总如下：

表 5.7-12 水闸渗流计算结果汇总

工况组合	水位（m）	渗流量（m^3/s）	最大渗透坡降	
			水平段	出口段
正常水位/下游无水	2.76/-0.4	6.26×10^{-8}	0.0572	0.139
设计洪水位/下游无水	3.39/-0.4	8.85×10^{-8}	0.085	0.141
内河低水位/设计高潮位	1.0/5.39	1.51×10^{-7}	0.078	0.143

五、渗流结果分析

验算闸基抗渗稳定性时，要求水平段和出口段的渗流坡降必须小于下表规定的水平段和出口段允许渗流坡降值。

表 5.7-13 各地基土水平段和出口段允许渗流坡降值

地基类别	允许渗流坡降值	
	水平段	出口段
粉砂	0.05～0.07	0.25～0.30
细沙	0.07～0.10	0.30～0.35
中砂	0.10～0.13	0.35～0.40
粗砂	0.13～0.17	0.40～0.45
中砾，细砾	0.17～0.22	0.45～0.50
粗砾夹卵石	0.22～0.28	0.50～0.55
沙壤土	0.15～0.25	0.40～0.50

地基类别	允许渗流坡降值	
	水平段	出口段
壤土	0.25～0.35	0.50～0.60
软粘土	0.30～0.40	0.60～0.70
坚硬粘土	0.40～0.50	0.70～0.80
极坚硬粘土	0.50～0.60	0.80～0.90

根据地质情况可知，水闸地基为淤泥混细沙、淤泥，属于软粘土。由上表得，软粘土水平段允许渗透坡降为 0.30～0.40，出口段允许渗流坡降为 0.60～0.70。由渗流计算结果可知，计算所得的渗流量较小，水闸水平段和出口段的渗透坡降都在允许范围内。水闸日常运行和现场检查均未发现明显的渗流破坏现象，可以初步判定水闸防渗抗渗性能较好，渗流安全性高。

六、侧向绕渗复核

在上下游水位差的作用下，渗流也可能从堤防两侧绕过翼墙渗透。现假定侧向绕流为层流，符合达西渗流定律，类似闸下渗流分析方法，将沿两岸翼墙和边墩等同于“地下轮廓线”。

水闸侧向轮廓线防渗部分水平段主要由上下游翼墙、边墩等组成，起点翼墙铺盖段前端，终点到下游翼墙 5m 处为止，闸室两侧翼墙长度分别为 19.8m 和 16.4m，边墩长 15m，最短水平向绕渗长度达 34.8m。最大水位差为 4.39m，则计算渗径长度 21.39m。现状水闸侧向防渗长度为 34.8m，远大于计算值 31.39m，满足水闸设计规范的要求。

5.7.8 水闸桩基复核

表 5.7-14 堤基各土层的端阻力和侧阻力特征值

地层编号及岩土名称	侧阻力特征值 q_{sai}（kPa）		
	预制桩	钻孔灌注桩	水泥土搅拌桩
②$_1$淤泥质粉质粘土	6.0	5.5	5.0
②$_{1C}$淤泥质粉质粘土	6.5	6.0	5.5
②$_2$淤泥	6.0	5.5	5.0
②$_{2C}$淤泥质粘土	7.5	7.0	6.5

根据《桩基规范》5.2.2 及 5.2.3

$$R_a = \frac{Q_{uk}}{K}$$

式中：

R_a —— 单桩竖向承载力特征值；

Q_{uk} —— 单桩竖向极限承载力标准值；

K —— 安全系数,取 K=2。

表 5.7-15 各闸单桩承载力复核计算值

水闸	桩顶高程 m	桩长 m	单桩承载力设计值 kN	桩顶反力 max
北闸	-1.5	47	342.12	339.77
中闸	-1.5	45	328.30	322.66
南闸	-1.5	47	348.33	343.73

各闸主体工程位于软土地基之上，软基底板采用φ800 钻孔灌注桩处理，桩长 45.0~47.0m。水闸加固后桩顶最大反力值均小于复核后的单桩承载力设计值，满足设计要求。

5.8 农桥工程设计

农桥位于 K1+956 内河侧，7m 宽，4 跨×20m，连接城市道路。

5.8.1 设计标准

本工程农桥仅做巡视、管理、抢险之用，故农桥桥宽定为 7m。

参考桥梁相关规范，并考虑到内河通航需求，内河 20 年一遇设计洪水位 3.39m，最小净空大于等于 2.50m，综上，本工程农桥桥面顶高程为 7.00m。

5.8.2 桥涵结构类型比选和拟定

5.8.2.1 桥梁上部结构比选

中小跨径常规结构桥梁的常见上部结构型式主要有：空心板、组合箱梁、T 梁、现浇连续箱梁。

1、空心板

空心板一般跨径较小，具有梁高较小、吊装重量轻、施工方便等优点。采用空心板时可降低梁高，降低桥台填土高度，从而减少桥长，降低造价。

2、组合箱梁

组合箱梁俗称小箱梁，一般采用预制安装，纵、横向通过现浇湿接缝连成整体，每片小箱梁自身封闭，结构稳定性较好。设计经验成熟，施工方便。

组合箱梁的梁高较为适中，跨越能力适中，梁高和跨径的关系较为均衡，经济性也相对较好。并且外观线条简洁流畅，美观大方，是近年来我省高等级公路建设较常采用的结构型式。但是为了提高经济性，这种结构的安全储备的富余量相对略小，在重载交通作用下，组合箱梁出现的病害比 T 梁和现浇箱梁病害相对略多。

3、T 梁

T 梁的应用时间较早，应用历史相对较长。一般采用预制安装，纵、横向通过现浇湿接缝连成整体。设计经验成熟，施工方便。

T 梁的构造简单，受力明晰，跨越能力较强。单片梁的吊装重量相对较轻，预制施工方便。T 梁设置有多道横隔板（梁），结构整体刚度大，结构整体性要好于组合箱梁。但是 T 梁的结构高度较高，在对建筑高度有要求的路段上的应用受到一定的制约。此外，单片 T 梁的梁宽较小，在同样桥宽下，梁片数多于小箱梁，外观略显繁杂（从桥下仰视），景观效果一般。

4、现浇连续箱梁

现浇连续箱梁的跨越能力大，中小跨径的连续箱梁一般多采用搭设支架现场浇筑的方法。连续箱梁的设计经验较为成熟，适应线形变化的能力强，变宽能力强，整体性好，结构刚度大。外形简洁、流畅，景观效果好。连续箱梁的横断面形式多样，可根据不同的景观要求灵活采用，常用在互通变宽路段、小半径曲线路段、城市高架桥以及对景观要求较高的路段。20m 及以下跨径的连续箱梁一般采用钢筋混凝土结构，20m 以上跨径的连续箱梁一般采用预应力混凝土结构。

5、上部结构综合比选

桥梁上部结构型式选择主要出于以下几方面考虑，即经济性、结构受力性能、施工难易程度、对路线变宽、超高的适应性、运营状况期间病害情况、养护费用、结构耐久性以及与周边环境的匹配性能等方面。

1）经济性

几种桥梁上部结构中，预应力砼连续箱梁的造价最高，T 梁的造价较为适中，组合箱梁的造价较低，空心板造价最低。对 T 梁来说，跨径 30m 的经济性较好，对组合箱梁来说，跨径 25～30m 的经济较好，对于空心板来说，20m 跨径经济性最佳。

上部结构造价与跨径关系的规律性较强，跨径越大，上部造价越高。而下部结构造价与跨径关系的规律性不是很强，主要是因为下部结构（含基础）涉及的因素众多，例如相同桥长内的桥墩个数、基础持力层埋深和厚度等因素可能造成工程量的突变。

2）结构受力性能

从预应力度方面来说：

空心板属于部分预应力砼 A 类构件；

组合箱梁属于部分预应力砼 A 类构件；

连续 T 梁属于全预应力砼构件；

预应力砼现浇箱梁属于全预应力砼构件；

从整体刚度方面来说：

现浇箱梁为整体封闭箱形断面，整体性好，抗扭、抗弯刚度最大。组合箱梁和 T 梁整体刚度主要受单片梁的自身刚度、主梁片数和横梁影响，而 T 梁的梁高比组合箱梁大，横梁设置也比组合箱梁多，整体的抗弯刚度比组合箱梁大。而空心板横向通过铰缝传力，且梁端没有刚性横梁，横向刚度最差。

3）施工难易度及工期

空心板、组合箱梁、T 梁和现浇箱梁均为目前国内公路桥梁上部结构结构型式，设计、施工已比较成熟。空心板、组合箱梁和连续 T 梁均采用主梁预制安装，施工技术成熟，施工简单方便，主梁预制施工质量容易控制，吊装重量组合箱梁比同等跨径 T 梁略重，空心板最轻，且具有明显优势。上下部结构可同时施工，主梁工厂化制作，施工工期较短。

预应力砼现浇连续箱梁常用的施工方法主要有移动模架施工和搭支架逐孔现浇等，施工技术成熟，但施工工艺相比预制结构稍显复杂，但移动模架施工对墩身高度、墩高以及墩身形式有一定要求，支架现浇对地基处理要求较高，对于软土地区支架区地基硬化费用较高，但不需要大型的预制场地。现浇箱梁采用移动模架或搭支架逐孔现浇施工，施工工期较长，若为加快进度，多点开工，则移动模架或支架等施工设备投入较大。

4）对路线变宽、超高的适应性比选

现浇箱梁对路线变宽、超高变化有较好的适应性。

空心板横向通过铰缝连接，顶面设有调平层且单片梁横向宽度较小，超高适应性较好，但挑臂变化幅度很小，变宽适应性极差。

组合箱梁和 T 梁采用湿接缝进行各片单梁之间的连接，具备一定的变宽适应性，但由于受到湿接缝宽度以及墩顶负弯矩区预应力钢束孔道布设的限制，变宽能力不强，对变宽较为剧烈的情况较难适应。

组合箱梁和 T 梁对超高变化的适应性也较差，特别是缓和曲线超高渐变段，横坡调整困难。在超高变化段，组合箱梁由于单片梁梁端设两个支座，支座容易出现脱空，出现单点受力等不利情况。

5）结构耐久性及常见病害

现浇连续箱梁为封闭的箱型断面，结构外表面接触大气的表面积要小于组合箱梁和 T 梁。现浇连续箱梁的结构刚度大，整体受力性能好，预应力砼现浇连续箱梁的裂缝相对较少，结构耐久性要好于组合箱梁和 T 梁。

组合箱梁和 T 梁由于纵、横向湿接缝较多，湿接缝位置容易开裂引起砼剥落，因此结构耐久性一般。相比这两种预制构件，组合箱梁由于梁高较低、腹板较薄，且横隔板道数较少，根据目前我省高速公路运营情况看，存在的病害要略多于 T 梁；T 梁虽然结构外露面积较大，但 T 梁整体刚度和结构受力性能均要优于组合箱梁，且 T 梁发生病害易检查、病害加固处理施工相比组合箱梁容易实施，因此总体上 T 梁的结构耐久性要好于组合箱梁。

空心板由于通过铰缝连接，横向刚度最弱，铰缝及桥面连续病害非常常见。

6）与周边环境的协调性

桥梁上部与周边环境的匹配性主要从桥梁景观考虑，现浇箱梁断面型式富于变化，可根据不同的路段、不同的周边建筑物和不同的景观要求，采用不同的断面型式，相对组合箱梁和 T 梁,现浇箱梁与周边环境有较好的协调性,结构线形流畅、简洁，景观效果较好。

预制组合箱梁和 T 梁结构型式基本固定，与周边环境的匹配性一般，相比 T 梁，组合箱梁相同桥宽主梁片数和横梁均要少于 T 梁，且主梁结构高度低，结构相对轻盈，因此桥梁景观效果要好于 T 梁。

空心板结构通透性较差、但其结构高度最低，与周边环境协调性较好。

综合以上比选，结合本工程实际情况，本工程农桥上部结构推荐采用空心板结构。

5.8.2.2 下部结构选择

常规结构桥梁的常见下部结构形式有： 3 柱式墩、2 柱式墩、独柱墩、花瓶墩、T 型墩、H 型墩、其他异形墩等等。

本项目为空心板，桥宽 7.00m 采用双柱式桥墩，墩柱顶部接盖梁，每根墩柱下接一根桩基，不设承台。

5.8.2.3 基础比选

本工程农桥为常规结构桥梁，根据地质条件和建设条件，较为适合的基础型式主要有钻（挖）孔灌注桩和预应力混凝土管桩。

1）钻（挖）孔灌注桩

钻（挖）孔灌注桩是目前国内使用最为广泛的桩基础形式，对地质条件的适应性较强，施工工艺成熟可靠，检测手段成熟齐全。在施工设备投入到位、施工管理得当的前提下，施工质量和施工进度均能得到有效保证，单桩和群桩的整体刚度都较好。

2）预应力混凝土管桩

预应力混凝土管桩又细分为预应力混凝土大直径管桩和 PHC 桩两种。两者各有优缺点，均有在桥梁上使用的工程实例。预应力混凝土管桩施工快速，费用低。PHC 桩在桩身强度、抗裂弯矩上优于预应力混凝土大直径管桩，但是 PHC 桩采用常压、高压两次蒸汽养护的 C80 混凝土，属结晶结构因而延性较差，打桩时桩头更易开裂。

3）基础综合比选

比较结果，PHC 桩的桩基数量较多且增加了承台，其每平米桥面的经济指标比钻孔桩高约 4%，同时施工周期也相对较长。

从耐久性考虑，PHC 桩的接头处质量较难保证，容易出现裂缝以及桩体破损等病害，接头处的上节和下节较难保证在同一轴线上，容易引起桩施工偏移或者倾斜。目前管桩的使用年限为 50 年，结构耐久性难以保证。

根据上述比较结果，并结合本项目具体条件，钻孔灌注桩较为合适，因此常规结构桥梁推荐采用钻孔灌注桩基础，桩径及桩基布置形式结合桥墩形式确定。

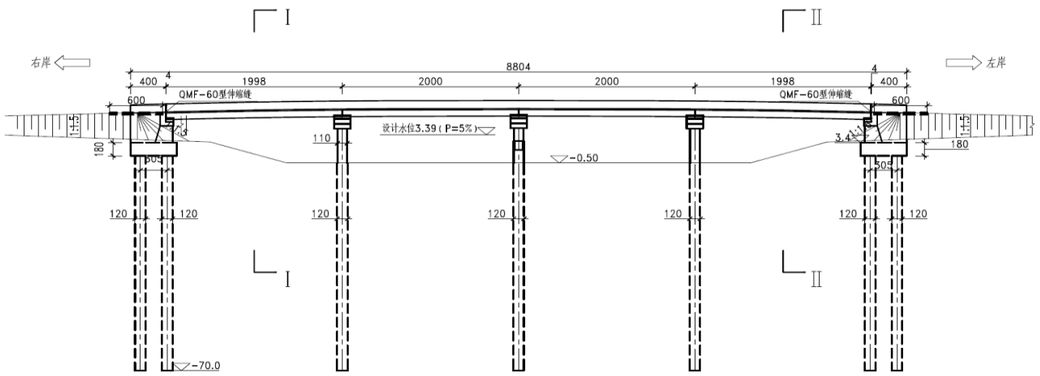


图 5.8-1 农桥立面图

综上所述，本工程农桥桥宽为 7.00m，共 4 跨，每跨 20m，桥面顶高程为 7.00m，上部结构采用空心板；下部结构采用采用双柱式桥墩，墩柱顶部接盖梁，每根墩柱下接一根桩基，不设承台；基础采用直径 1200mm 钻孔灌注桩，桩长暂定 70m，需进入有效持力层。

表 5.8-1 桩顶反力计算表

柱顶反力 max	桩顶反力 max	设计反力	梁板			活载	桩数	台帽	前墙	侧墙	承台	填土	桩顶反力全平均
			边	中	重	2							
2714	2961	3000	2	3	1490	812	6	326	819	1075	4177	2369	2029

5.9 综合管理房建筑设计

为了满足片区河网、水闸、堤防管理及配套工程的需要，拟在 K2+094 背坡增加一座综合管理房。

5.9.1 设计依据规范、标准

（1）《房屋建筑制图统一标准》（GB/T50001-2017）；

（2）《总图制图标准》（GB/T50103-2010）；

（3）《建筑设计防火规范》（GB50016-2014（2018 年版））；

（4）《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；

（5）《民用建筑设计通则》（GB50352-2019）；

（6）《工业建筑节能设计统一标准》（GB51245-2017）；

（7）《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210-2018；

（8）国家现行建筑设计规范及其它有关规划、消防、卫生、安全、环保等规范、规定。

5.9.2 设计思想

该工程建筑方案设计力求体现国家“适用、经济、安全、美观”的建筑方针，满足使用功能，规划要求及防火规范的条件下，充分利用现有环境，并结合该工程的具体情况，在自然中寻找逻辑性，设计出简洁的、具有时代精神的建筑形式；充分考虑周围环境，创造出满足生态需求的可持续发展的高品位环境，营建绿色生态管理区。设计中尽可能的发挥现有用地的综合效益，对建筑物的密度、绿化率、建筑系数等各项指标进行综合控制，使该工程的主入口、建筑物单体、厂区绿化有机的相结合，形成较为完美空间环境和园林景观效果。

5.9.3 建筑设计

近年来随着经济的快速增长，经济社会对水利工程设施有了更高的要求，堤防管理房就是这样一种既能满足使用功能，又能结合人们对水利工程景观性要求的建筑。

管理房与其它的建筑相比具有：建筑物较少，且体量小；管理人员少，自动化水平较高；绿化率较高，环境优美等特点。根据本工程的特点，在建筑设计上力求简洁别致的风格，创造一个良好的政府形象和工作环境。在进行单体建筑设计的同时，也注意其水利建筑的特点，把整段海塘作为一个整体建筑群考虑，使各建筑具有基本统一的形式，创造一个良好的外部环境空间。

本工程建筑设计上力求一种简洁、清新的艺术风格，创造一个良好的现代化管理形象和工作环境，并使之与城市文明、优美的区域环境相适应。本项目建筑物设计使用年限 100 年。

建筑立面设计的处理上力求表现其工业建筑的特点，采用现代、简洁的建筑形式。外立面装饰材料主要以涂料为主，局部采用外墙面砖。

设计主要指标:建筑采用 3 层结构，建筑面积 411.96m^2。

5.9.4 立面设计及屋顶绿化设计

管理房在建筑立面设计的处理上力求表现其工业建筑的特点，把整段海塘作为一个整体建筑群考虑，使各建筑具有基本统一的形式，创造一个良好的外部环境空间。通过园林绿化景观柔化建筑环境界面、空间关系，塑造赏心悦目的建筑外部艺术环境构筑人性化的空间和场所，营造管理区绿色、自然的生态化环境是设计的宗旨。

5.9.5 装修标准

建筑装修标准是依据国家相关规范，建筑外装修为立面采用大面积灰色调面砖局部浅色涂料，建筑物外门窗采用断桥铝合金型材，室内装修以规范及使用要求为设计依据。建筑装修标准是依据《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210-2018，建筑外装修为浅色涂料，局部配色带。檐口采用浅色真石涂料。

（1）墙体

管理房建筑外墙主要采用加气混凝土砌块 300 厚。

（2）楼地面

楼板采用现浇钢筋混凝土板。根据各专业不同功能的要求，楼地面面层分别采用抛光地砖、抗静电活动地板、环氧砂浆地面、普通水泥地面等，有水的房间楼地面设防水层。内墙面喷刷耐擦洗内墙涂料，厕所、浴室等处墙面贴瓷砖。

（3）门窗

门窗的选择根据位置和使用性能的不同，采用密闭门、防火门、隔声门、木门、钢门、铝合金门和密闭窗、节能断桥铝合金窗、不锈钢窗等。

（4）屋面及防水

屋面承重构件采用钢筋混凝土结构结合造型处理形成工业建筑独特的建筑风格；现浇钢筋混凝土板结构找坡；挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板保温层，4 公分厚 SBS 改性沥青卷材防水层。

图 5.9-1 综合管理房建筑效果图

5.10 工程安全监测

5.10.1永久观测项目

本工程为海塘工程，根据相关规定结合实际情况，本工程初步拟定运行期间进行以下项目观测：

一、堤身沉降位移观测

在堤顶每间隔 200m 设置固定位移观测点，由专职人员进行垂直沉降、水平位移观测，平时加强巡查，发现异常情况及时处理。

二、水闸观测

水闸主要观测以下几个项目：水位、流量、沉降与水平位移、扬压力。

三、岸滩演变观测

为掌握堤外一定范围内滩涂尤其是防冲防护断面段堤前淤涨等变化情况，正常年份一般每年可进行 2 次，以 5 月份、11 月份测量为宜，大洪水过后需要进行加测。

四、水文观测

在标准海塘上设立水尺，在遇台风或高潮期间，进行高潮位观测和波浪爬高目测或拍摄波浪爬高、越浪照片，取得摄影资料。

5.10.2施工期观测项目

本工程地基基础沿线较为复杂，有一定深度软土地基，压缩性大，强度低。由于地基的复杂性和土性的多异性，目前尚有很多问题难以完全用理论计算的方法进行精确计算，实践证明，在软土地基上建筑堤坝的实践中，原位观测是一种直接和有效的方法和手段，对控制工程质量、验证设计、指导施工、控制工程投资，具有十分重要的作用。

5.10.2.1 海堤工程

一、原位观测的目的

1、控制施工加载速率，指导施工，确保安全。

2、为优化工程设计提供直接的依据。

3、核算堤身沉降工程量，为堤身沉降工程量计算和竣工决算提供依据。

二、原位观测项目内容和布置

本工程原位观测布置的项目主要包括地表沉降观测、地基分层沉降观测、水平位移观测、孔隙水压力观测、水位观测等。根据本工程的实际，建议堤段间隔布置 2 个沉降主观测断面、1 个地表沉降观测辅助断面，每个主沉降观测断面布置 5～6 个测点，沉降观测辅助断面布置 3 个观测点。海塘原位观测工程量见下表。

表 5.10-1 各堤段原位观测工程量表

序号	项 目	单位	数 量	备注
1	地表沉降观测		36	
2	地基分层沉降观测		12	
3	水平位移观测		4	
4	孔隙水压力观测		12	
5	水位观测		4	
6	近岸固定断面水下地形测量		6	每 500m 设置一个，局部地形复杂段增加测量断面。

三、原位观测要求

1、地表沉降观测：要求在施工加载期每天至少观测 1 次；施工间歇期在荷载停歇 3 天内，每天观测 1 次，3 天后视观测结果，根据沉降速率的大小及孔隙水压力消散情况，每 3～15 天观测 1 次。

2、地基分层沉降观测：要求在施工加荷期每 2 天观测 1 次，施工间歇期每 5～30 天观测 1 次。

3、水平位移、孔隙水压力观测：要求同地表沉降观测。

四、原位观测控制指标

为了控制填筑速度，保障工程安全，初定原位观测的控制指标如下：

1、堤段日沉降量不大于 10mm。

2、日侧向位移不大于 5mm。

3、地基超静孔隙水压力不大于荷载所产生应力的 60%。

当上述指标超出时，应及时通知设计、监理单位，根据各观测数据和施工实际综合判断，采取相应措施，保证工程的安全。

5.10.2.2 水闸工程

水位通过水位标尺观测，布置在水闸上下游翼墙垂直段适当位置。过闸流量可通过水位观测，根据闸址处经过定期率定的水位——流量关系曲线推求。

沉降与水平位移的观测基准点应位于新鲜或微风化基岩上或稳定建筑物上，水闸泵站观测点结合主体结构牢固布置，施工期根据不同荷载阶段按时观测，特殊情况下根据监理、建设单位、设计单位的要求及时进行观测。

扬压力通过在水闸室底部设置渗压计进行观测，施工期根据不同荷载阶段按时观测，特殊情况下根据监理、建设单位、设计单位的要求及时进行观测。

水闸施工期监测项目的控制指标：水闸的水平位移速率≤2mm/d。

5.11 耐久性设计

根据《水工混凝土结构设计规范》（SL191-2008）《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL 654-2014），本工程标准海塘迎水侧钢筋砼结构处于海水浪溅区或盐雾作用区，潮湿并有严重侵蚀性介质作用的环境，海塘建筑物级别为1级，合理使用年限为100年。因此，上述部位水工混凝土结构按五类环境设计，混凝土要求掺入砼耐蚀抗裂剂或采用海工水泥拌合，钢筋混凝土强度等级为 C40、最小水泥用量为 360kg/m^3、最大氯离子含量 0.06%。各部位耐久性要求如下：

表 5.11-1 主体结构各部位砼耐久性要求统计表

部位		砼强度	抗冻指标	抗渗指标	最小裂缝宽度 mm	保护层厚度 mm
海堤	防浪墙	C40	F50		0.15	60
	路面	C30	F50		0.15	60
	素砼挡墙	C30	F50			
	素砼梁 预制块	C30	F50			
	路基挡墙	C35	F50		0.15	60
	底板	C40	F50		0.15	70
水闸	箱涵	C40	F50	W4	0.15	70
	桩基	C35	F50		0.15	70

此外，为保证工程结构安全性和耐久性，工程运行管理制订各主要建筑物和附属设施的运行、维修及工程检测的技术要求，并做好工程日常巡视检查、养护、定期检测、维修和部件更换等运行使用管理要求。

5.12 观景平台

本工程完建后在围区外侧将形成宝贵的滨海湿地资源，并结合沿线景观提升可形成不可多得的滨海休闲旅游区，成为当地的一大旅游资源，是群众旅游休闲的好去处。为方便群众泊车和观赏风景而不影响堤顶道路的交通安全，本次设计考虑在水闸下游箱涵上布置观景平台，一物多用、水景结合。

5.13 景观工程设计

5.13.1设计依据

1、《城市绿地设计规范》

2、《河道生态绿化技术规程》

3、《温州市河道生态建设技术导则》

4、《城市绿地设计规范》

5、《浙江省标准绿化技术规程》（DB33/T1009-2001）

6、《浙江省城市绿化管理办法》，1995，省政府第 64 号令

7、《城市绿化条例》

8、项目所在地的规划、自然条件、社会经济、历史文化等相关资料

5.13.2设计范围

本次设计范围位于平阳县新兴产业园区海塘提标工程堤身范围内，包括主堤的设计提升，主堤背水侧斜坡绿化带及坡脚 8m 的绿化景观带，设计范围内岸线全长约 3215.0m。

5.13.3设计理念

设计前提：本项目是以防洪御潮为主，兼顾景观提升，所以本次的景观设计均是以配合水利设计为前提，在水利设施周边的可利用空间内展开设计。

因地制宜：景观的设计改造方面，并非摒弃一切原有资源而进行大刀阔斧改建，而是从多层次、多角度来观察，设计出最适合的沿江景观设计方案。

水利结合：水利设施通常给人宽阔恢弘的印象，然而在生活居住环境中，混凝土的刚硬容易造成单一、冰冷、呆板的感觉，特别是在位于居民区周边的情况下，更显得工业化气息过重，缺乏人文与生态。所以本次景观设计将对水利设施空间进行设计提升，以打破人们对于水利设施的常规看法，拉进民生与工程两者之间的距离，让水利建设更好融入百姓生活。

5.13.4设计目标

以水利防洪建设为主，结合现状情况，在具备改造条件的范围内合理组织、利用空间的前提下，通过居住环境美化、水利工程形象提升、历史文化延续、人文风情融入、户外活动拓展、观光游览路线贯通、配套设施完善等措施，打造一条集多重功能为一体的高品质、复合型山水景观廊道。

5.13.5现状分析

1、堤顶:堤顶路面为混凝土路面，出现开裂.沉降明显。防浪墙厚重破裂，水闸局部栏杆为钢管式的，整体景观效果差:

2、背水坡:采用砼空心预制块内植草皮护坡，维持原设计，翻新破损及杂草。

3、背水侧绿地:基本都是荒地和菜地，杂草丛生，土层裸露，有大大小小的石块。

4、护塘河:河道宽敞、岸线平直，水量充足。

5.13.6景观提升设计

本次景观设计的主要内容分为三块:

一、堤顶提升

堤顶设置慢行道和骑行道，慢行道靠近防浪墙一侧、里面和防浪墙铺装的选择上整体采用自然、淳朴的风格。防浪墙可采用自然面的石板材质贯穿整个项目的风格基调。使用素雅的花岗岩材质进行统一铺砌，适当位置做形状变化和拼花处理，防浪墙背水侧和顶部采用 8cm 厚天然石材贴面。

在堤顶骑行道的铺装材料上可采用彩色沥青砼防滑路面，随着可持续发展和人本主义理论在城市建设中的应用，城市道路的美观性、色彩的识辨性及安全防滑的要求越来越高；彩色沥青砼是一种新型的彩色路面铺装材料，通体一色、永不褪色无色差、反光性好。彩色沥青砼防滑路面主要应用于公交车站台、停车场、公园、广场、人行道、自行车道等彩色路面。在减速带、公路拐弯、交叉路中、学校路口、车道区分等都非常适合采用彩色沥青砼进行美化和警示。

5.5m 宽的堤顶道路，将其划分为两个部分，靠近防浪墙 2m 宽铺 3cm 厚花岗岩形成慢行道，剩余 3.5m 宽为厚 4cm 彩色沥青骑行道。此外还针对三个水闸，周边统一采用几何形式平面布局，主要是铺地插人些许绿化，三个水闸周边景观风格统一又富有变化。

二、背水斜坡

采用砼空心预制块内植草皮护坡，维持原设计，翻新破损老旧内容，且以 200m 为间隔布置 3m 宽台阶，解决堤顶和背水坡绿带的高差问题。

三、背水坡景观带的设计

主堤背水侧与护塘河之间 7-8.5m 范围内的滨水绿化带的设计。在 7.0m 和 8.5m 不同的位置，布置不同的景观节点，如腹地宽为 8.5m 时，设计采用流线型平面布置，形成块面景观。道路相对宽敞呈广场式，中间加置花坛、座椅、小品等，引人步入富于变化和趣味。宽度变为 7m 时，只能采用直线布局，通过漫步道将景观节点串联。这一区域的景观节点有出挑平台、亲水踏步和栈桥等，丰富了岸线的变化。

图 5.13-1 堤顶景观提升效果图

5.13.7植物提升设计

采用一般栽植和理想规划栽植结合的方式。一般栽植即背水斜坡大面积的草坪设计带来一定程度的视觉通透感，但缺少竖向上的变化与一定的韵律。在背水坡框格梁块内植草，满足水利需求。

一、理想规划栽植

1.在整体植物选择上，选用适用于工业区，能美化净化环境的树种。阻灰挡尘的，且需要多层密植。

2.同时考虑到防洪堤的位置，选用抗风、抗旱、耐湿、抗冲力好，固土能力强，根系穿透力弱的植物材料。

3.在整体植物种植形式上，根据各个区域的功能和特点，来进行相应的植物种植形式设计。

4.在整体植物效果上，具有季相、色相的变化，四季分明；具有较好的层次感、具备起伏的林冠线，具有可持续性。

植物配置区分为堤顶和堤后两个区域。堤顶主要为三个水闸周边的植物选择为颜色鲜艳的灌木或者小乔木，需要抗风；背水坡叠景花坛采用色带灌木。可选用树种：灌木-鸡爪槭，海桐球，红叶石楠，金叶女贞，夏鹃，金边黄杨等；地被-白三叶，狗牙根。

二、植物设计原则

1、绿化要自然种植，要营造出明快通透的氛围，富有层次，高低错落，形成稳定的植物群落。

2、绿化要有地域特色，以乡土树种为主，形成司机常绿，又有季相变化的景观特色。

3、种植设计要求体现总体布局的功能要求，同时重视生态效益，确定绿化基调树种，每个区域根据其形成景观的要求确立合适的植物种类，既有各个区域的特色，又相互协调。达到树成群，草成坪、花成片的优美景观，做到四季常绿，季季有花，景观随季节不同而有鲜明的季相特征，植物景观要有优美的天际轮廓线，同时可利用色叶树及花灌木，形成大面积的色块效果。

三、植物设计要点

堤身背水侧采用草皮和灌木为主，在斜坡绿地上种植成片杜鹃；红叶石楠、金森女贞、等常绿灌木，堤身与护塘河沿岸滨水绿带种植常绿乔木香樟、乐昌含笑、小叶榕等，成丛种植、垂丝海棠、合欢、无患子、红枫等落叶乔木，并在穿插一些花叶良姜、美人蕉等地被，形成植物景观丰富的绿化空间。

四、植物配置

植物的选择与搭配是绿化设计成功的关键因素。设计以温州当地的乡土与适生树种为主，避免使用不适合当地气候条件的外来植物种类。上层大乔木以阔叶为主，形成上层界面空间。中层乔灌木以常绿阔叶树种为主，同时结合观花、观叶、观果及芳香树种。下层采用耐阴的低矮花灌木，地被及缀花草坪。拟选用的主要植物如下所列：

1.沿护塘河侧乔木:榕树、乌桕、香樟；灌木：桂花、女贞、石楠、茶花、红花继木、春鹃、金边黄杨等；地被：山麦冬、吉祥草、狗牙根。

2.背水坡排水沟和漫步道之间的绿化带。可相对舒朗，主要树种有，乔木：槐树、栾树、朴树；灌木：二乔、石榴、紫叶李；地被：过路黄、大吴风草。

3.局部平台广场中间点缀植被，如高杆色叶、开花植被，观赏草和花镜等。具体植物可选用，乔木：榉树、银杏、三角枫；灌木：樱花、紫薇；地被：山麦冬、花叶络石。

5.13.8景观绿化投资

景观绿化投资为 5547.03 万元，详见下表。

表 5.13-1 景观投资估算表

序号	项目	单位	数量	单价	总计
一	工程费用				
1	绿化	m^2	25720	200	5144000
2	景观工程	m^2	25720	1800	46296000
二	其他费用	项	1	1388880	1388880
三	基本预备费	项	1	2641444	2641444
	合计				55470324

5.14 工程安全监测

5.14.1永久观测项目

本工程为海塘工程，根据相关规定结合实际情况，本工程初步拟定运行期间进行以下项目观测：

一、堤身沉降位移观测

在堤顶每间隔 200m 设置固定位移观测点，由专职人员进行垂直沉降、水平位移观

测，平时加强巡查，发现异常情况及时处理。

二、水闸观测

水闸主要观测以下几个项目：水位、流量、沉降与水平位移、扬压力。

三、岸滩演变观测

为掌握堤外一定范围内滩涂尤其是防冲防护断面段堤前淤涨等变化情况，正常年份一般每年可进行 2 次，以 5 月份、11 月份测量为宜，大洪水过后需要进行加测。

四、水文观测

在标准海塘上设立水尺，在遇台风或高潮期间，进行高潮位观测和波浪爬高目测或拍摄波浪爬高、越浪照片，取得摄影资料。

5.14.2施工期观测项目

本工程地基基础沿线较为复杂，有一定深度软土地基，压缩性大，强度低。由于地基的复杂性和土性的多异性，目前尚有很多问题难以完全用理论计算的方法进行精确计算，实践证明，在软土地基上建筑堤坝的实践中，原位观测是一种直接和有效的方法和手段，对控制工程质量、验证设计、指导施工、控制工程投资，具有十分重要的作用。

5.14.2.1 海堤工程

一、原位观测的目的

1、控制施工加载速率，指导施工，确保安全。

2、为优化工程设计提供直接的依据。

3、核算堤身沉降工程量，为堤身沉降工程量计算和竣工决算提供依据。

二、原位观测项目内容和布置

本工程原位观测布置的项目主要包括地表沉降观测、地基分层沉降观测、水平位移观测、孔隙水压力观测、水位观测等。根据本工程的实际，建议堤段间隔布置2个沉降主观测断面、1 个地表沉降观测辅助断面，每个主沉降观测断面布置 5～6 个测点，沉降观测辅助断面布置 3 个观测点。海塘原位观测工程量见下表。

表 5.14-1 各堤段原位观测工程量表

序号	项 目	单位	数 量	备注
1	地表沉降观测		36	
2	地基分层沉降观测		12	
3	水平位移观测		4	
4	孔隙水压力观测		12	
5	水位观测		4	
6	近岸固定断面水下地形测量		6	每 500m 设置一个，局部地形复杂段增加测量断面。

三、原位观测要求

1、地表沉降观测：要求在施工加载期每天至少观测 1 次；施工间歇期在荷载停歇 3 天内，每天观测 1 次，3 天后视观测结果，根据沉降速率的大小及孔隙水压力消散情况，每 3～15 天观测 1 次。

2、地基分层沉降观测：要求在施工加荷期每 2 天观测 1 次，施工间歇期每 5～30 天观测 1 次。

3、水平位移、孔隙水压力观测：要求同地表沉降观测。

四、原位观测控制指标

为了控制填筑速度，保障工程安全，初定原位观测的控制指标如下：

1、堤段日沉降量不大于 10mm。

2、日侧向位移不大于 5mm。

3、地基超静孔隙水压力不大于荷载所产生应力的 60%。

当上述指标超出时，应及时通知设计、监理单位，根据各观测数据和施工实际综合判断，采取相应措施，保证工程的安全。

5.14.2.2 水闸工程

水位通过水位标尺观测，布置在水闸上下游翼墙垂直段适当位置。过闸流量可通过水位观测，根据闸址处经过定期率定的水位——流量关系曲线推求。

沉降与水平位移的观测基准点应位于新鲜或微风化基岩上或稳定建筑物上，水闸泵站观测点结合主体结构牢固布置，施工期根据不同荷载阶段按时观测，特殊情况下根据监理、建设单位、设计单位的要求及时进行观测。

扬压力通过在水闸室底部设置渗压计进行观测，施工期根据不同荷载阶段按时观测，特殊情况下根据监理、建设单位、设计单位的要求及时进行观测。

水闸施工期监测项目的控制指标：水闸的水平位移速率≤2mm/d。

6 机电及金属结构

6.1 电气

6.1.1 设计依据

1)建设单位设计任务书要求。

2)各工种提供的设计资料。

3) GB51348-2019《民用建筑电气设计标准》。

4) GB50034-2013《民用建筑照明设计标准》

5) GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》

6) GB50053-2013《20kV 及以下变电所设计规范》。

7) GB50052-2009《供配电系统设计规范》。

8) GB50054-2011《低压配电设计规范》

9) SL265-2016《水闸设计规范》

10) GB50254-2016《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》

11) GB50217-2018《电力工程电缆设计规范》

12) GB\T50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》

6.1.2 改建水闸电气工程

本工程水闸改建涉及 2 座进水闸，1 座排水闸。各水闸用电设备容量分别为 2、3、4 台启闭机电动机及少量的照明用电负荷，电动机单机容量 10KW，各水闸用电负荷约 30～50KW，其中南闸配置 S9-80/10 型 80KVA 变压器一台，中闸、北闸各配置 S9-50/10 型 50KVA 变压器一台。电源就近从 10KV 电网架空线路引接。水闸各采用一套 50SG1 型柴油发电机为备用电源，控制采用以电动操作为主，手动为辅方式。各水闸启闭机室内均设 GGD1 型低压配电柜，各水闸上、下游水位、闸门开度显示仪设于本水闸低压配电柜上。

6.2 金属结构

6.2.1 设计依据

（1）《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2013）；

（2）《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》（GB/T 14173-2008）；

（3）《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2011）；

（4）《水工金属结构防腐蚀规范》（SL105-2007）；

（5）其它现行有效的规程、规范和标准等。

6.2.2 金属结构

一、金属结构

本工程中的金属结构部分为水闸闸门止水更换。单个门槽的预埋件重量为 1.0T，共计 27.0T，包括工作闸门底下及两侧角钢，门槽工字钢及角钢预埋件。

南闸、中闸、北闸共有 9 扇闸门，改造后需对启闭机进行更换，采用 QL2×25t 螺杆启闭机。

二、金属结构的防腐

本工程门槽埋件外露部分均采用金属热喷涂保护。

在金属热喷涂前，应先对基体表面进行喷射处理，在金属表面预处理完成达到 GB8923《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中规定的 Sa2.5 级后，进行金属热喷涂锌，然后采用封闭层涂料及中间防锈漆封闭，外层涂长效耐海水涂料保护。本工程中防腐总面积约为 120m^2。

表 6.2-1 金属结构防腐材料特性和结构一览表

涂层系统	涂料牌号及名称	技术要求	颜色	漆膜总厚度（干膜厚）(μm)
金属涂层	喷涂金属铝层	最小局部厚度 120(μm)		
封闭层	双组分环氧底漆	环氧封闭漆，体积固体含量 60%以上	红色	30
中间层	双组分快干型环氧云铁防锈漆	体积固体含量 70%以上，能在 2 个小时后进行覆涂下道漆	浅灰色	80
面 层	脂肪族丙希酸聚胺脂面漆	体积固体含量 80%以上，附着力测试拉开法大于 8MPa 以上	中灰色	80

6.3 采暖通风与空气调节

闸站设置消防泵房、设备用房等设置机械通风系统，另外设置移动式除湿机。

闸站采用自然通风方案，进风口设置于房间两端外墙下部，在屋顶设置无动力屋顶涡轮排风机。

控制室设置分体空调。考虑江边湿度较大，另设 1 台移动式除湿机。

站房、高低压配电室采用自然进风、机械排风的通风方案。进风口设置于房间外墙下部，排风机选用壁式轴流风机，设置于外墙上部。

吊机设备间采用自然进风、机械排风的通风方案，室外新风通过设于闸站两端的外墙进风口进入闸站，再穿过隔墙的防火风口进入吊机设备间。排风机均选用壁式轴流风机。中控室、值班室和现场办公等房间设置风冷热泵型分体空调，利用外窗自然通风。其中中控室另设一台移动式除湿机。

6.4 消防

本工程设有室内消火栓系统。室内消火栓用水量为 10L/s。室内消火栓系统采用临时高压制，消防水池+消火栓系统加压泵供水。12 m^3 屋顶消防水箱设在闸站三层消防水箱间内。

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005，分别配置建筑灭火器。

7 施工组织设计

7.1 施工条件

7.1.1 工程概况

本工程位于平阳县宋埠～西湾滩涂围垦区，是平阳县新兴产业园一线堤（主堤），堤坝全长 3.2km，沿线有 3 座水闸，本次工程建设任务为通过工程措施，将海塘以及海塘上相应建筑物的现状防洪（潮）标准 20 年一遇提升改造至 100 年一遇，并将其改造为平阳县新兴产业园区沿海景观带，促进产业园区经济发展。

海塘起点和终点有道路连接，主要施工内容为土方开挖、矿渣回填、闭气土方（粘土）回填、理砌块石、干砌块石、大抛石、砼灌注桩、砼工程、钢筋制安等，主要工程量详见表 7.1-1。

表 7.1-1 主要工程量汇总表

序号	项 目	单位	工程量	序号	项 目	单位	工程量
1	土方开挖	m^3	9011	7	灌注桩造孔	m	637
3	闭气土回填	m^3	56624	8	钢筋砼灌注桩	m^3	320
4	砼工程	m^3	87804	9	抛石镇压	m^3	365786
5	碎石垫层	m^3	8820	10	抛石护脚	m^3	46703
6	石渣回填	m^3	94136	11	钢筋制安	t	2227

7.1.2 对外交通条件

本工程对外交通条件较好，铁路、水路、公路均可利用。

公路方面：对外交通可利用平海大道、开发区道路与温州绕城高速复线、104 国道、甬台温高速，工程区对外交通道路较为便利。

铁路方面：甬台温铁路和温福铁路穿过温州境内，金温铁路经过温州境内。由铁路运来的物资可运至温州站，再由公路转运至工地。

水路方面：工程区附近飞云江南岸的码头等均可作为水上运输的中转码头。

7.1.3 水文气象和工程地质

一、工程水文部分

平阳县属副热带季风气候区，气候温和，雨量充沛，四季分明，据温州气象台资料统计，年平均气温为 17.9℃，最高月气温为 7 月份，平均气温 28℃，最低月份为 1 月，平均气温 7.7℃，极端最高气温 39.3℃，极端最低气温-4.5℃，年平均水面蒸发量 894mm。因受季风影响显著，降水量不仅年际变化较大，而且年内分配不均。其中近 90%的降水量落在 3～10 月份。全年按降雨特性分为梅汛期、台汛期和非汛期。梅汛期(4 月 16 日～7 月 15 日)，为一年中降水日数量最多的时期，长时间连绵阴雨高湿天气，降水量较大。梅汛期最大暴雨通常发生在 6 月份；台汛期(7 月 16 日～10 月 15 日)天气以晴热为主，有局部雷阵雨，容易伏旱或夏秋连旱，台风活动频繁，其挟带的大量水汽常造成短历时大暴雨；非汛期（10 月 16 日～次年 4 月 15 日）干燥少雨，以晴好天气为主。

表 7.1-2 工程处设计高潮位、设计低潮位成果表

单位：m（85 高程）

项目	设计频率 P（%）						备注
	1	2	5	10	20	50	
高潮位	5.39	5.12	4.74	4.48	4.22	3.85	由瑞安和上关山站插值所得
低潮位	-3.71	-3.65	-3.57	-3.50	-3.42	-3.27	

表 7.1-3 工程处非汛期设计潮位成果表

项目	设计频率 P（%）				
	1	2	5	10	20
非汛期高潮位	4.28	4.17	4.03	3.92	3.8
非汛期低潮位	-3.85	-3.80	-3.72	-3.66	-3.45

内河正常水位为 2.76m。

二、工程地质条件

勘察场地地貌单元属飞云江入海口南侧冲海积平原（围垦区），地面高程约 3.0～4.5m，地形平坦。从区域地质来看，场地上部分布厚度大于 80m 的第四系松散沉积物，其中上部约 40.0m 为软土，为黏土及淤泥质土，属河口相和海相沉积物，为第四系软弱土。本次勘察所揭露地层，主要为第四系堆积层。根据野外钻探、室内土工试验成果，将钻探深度范围内场地土综合划分为 6 层（含亚层），除第①层素填土外，堤身填土划分为 1 层，堤基土划分为 5 层。拟建场地地下水对混凝土结构具微腐蚀性，对处于长期浸水混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，对处于干湿交替混凝土结构中的钢筋具中等腐蚀性。勘察场地属冲海积平原，地形平坦，本次勘察在场地内未发现地下暗浜、暗塘

等对工程不利的埋藏体及不良地质作用。淤泥质土厚度大，强度低，承载力低，若不处理会导致以后地面严重变形及建筑物产生过量沉降。本工程建筑抗震设防类别为丙类，场地设计地震分组为第二组，场地土类型为软弱土，场地类别为IV类，场地地震动峰值加速度为 0.0625g，场地特征周期为 0.75s，相应地震基本烈度值为VI度。

7.1.4 水电、通讯系统及材料供应

一、施工供水

现场拌制施工用水与生活用水，拟从附近管网接入自来水解决。

二、施工供电

本着就近配送、安全用电的原则进行协调接入以供施工及生活用电，根据本工程的实际情况，拟配置 200KVA 变压器 2 台，并配置相应的接入配电和功率补偿设施。

三、通讯系统

各项目部安装一台远程控电话机，作为对外联络通讯工具。负责人及施工人员等主要管理人员均配备手机，方便联络。施工场内配备无线对讲机，便于指挥调度和联系。

四、材料供应

工程所需的土石方、混凝土、钢材可由当地市场采购供应。工程施工所需的土料、石料来源情况如下：

1、土料

闭气土方：主要为开发区内河道整治或附近房开企业开挖产生的粘土料。

2、石料

本工程所需碎石、抛石、块石等石料均从附近石料场，据调查附近石料场为平阳县利得海涂围垦开发有限公司墨城山岙采石场，贮量能满足工程建设要求。

3、砂料

本地区砂细且含泥量较多，质量不佳。为此工程所用中粗砂须到附近的砂场采购外运。

7.1.5 影响工程施工因素

根据区域洪水、潮汐、气象特点，影响工程施工的因素有：

1、降雨影响：河道土方明挖工程一般按降雨量大于 10mm 停工计，并扣除法定节假日，月有效施工天数计为 20 天。

2、洪水潮位影响：一日二潮对海塘基础工程施工有一定影响。

3、气温对施工影响：冬季遇特强冷空气侵袭时，浆砌石及砼需做好防冻保温工作，夏季应做好降温工作，以确保工程和施工人员安全。

4、不良地质施工影响：局部地段地质条件差，现状河底高程低，堤防施工时可能存在局部的塌方而影响施工进度。

5、土方开挖一般宜采用无围堰侯潮作业，受洪水、台风影响较大，因此部分施工项目尽量安排在枯水期作业。

7.2 施工导截流

7.2.1 导流标准

本工程水闸施工期挡潮标准按设计重现期为 50 年一遇，工程等级为 1 级，临时建筑物为 4 级，灌注桩施工平台的防潮标准和水闸围堰相应挡水标准为非汛期 10 年一遇高潮位。

7.2.2 导流方案及导流时段

水闸门槽及止水设施更换需断流施工，由于施工时间短，安排在非汛期进行，采取晴天抢工期的方式，三座水闸的施工时间控制在三个月以内，单座施工控制在一个月以内，最大限度的减少水闸断水时间，减小对内部排涝、纳潮的影响。三座水闸分开施工，一座断水施工时，另外两座进行日常排涝及纳潮，非汛期单孔排涝及纳潮量是满足要求的。水闸下部工程安排在非汛期的 11 月份到次年 1 月份施工，故本工程导流时段为 11 月初～次年 1 月底，三个月时间。

7.2.3 围堰设计

海塘外侧为高滩，镇压层施工无需围堰。水闸门槽及止水设施更换需干水作业，采取外侧临时沙袋围堰挡水，内侧检修叠梁门挡水。外海侧围堰顶高程为 4.5m（非汛期 10 年一遇高潮位 3.92m）。围堰底高程为闸底板高程-0.50m，围堰高 4.72m。迎水面及背水坡铺 50cm 厚的袋装土防渗。工程围堰不高，且不需考虑交通问题，围堰顶宽采用 2m，迎水面及背水面边坡均为 1：1.0，为保证围堰稳定，在围堰内部设置钢管骨架，土石围堰断面见下图。

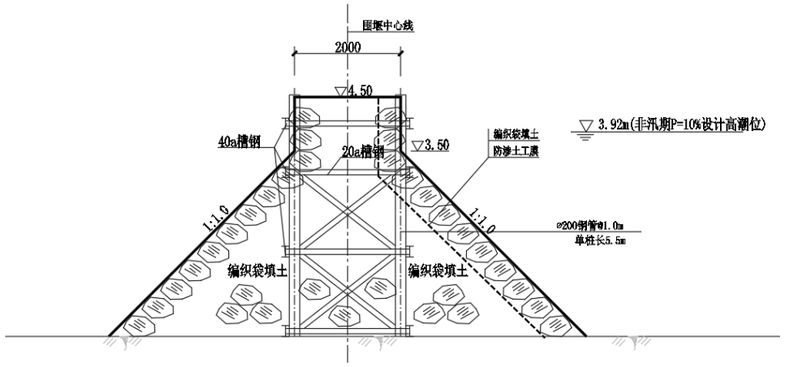


图 7.2-1 水闸下游围堰断面图

围堰高程内侧木叠梁检修门挡水，挡水高程可至闸顶，局部采用袋土反压。

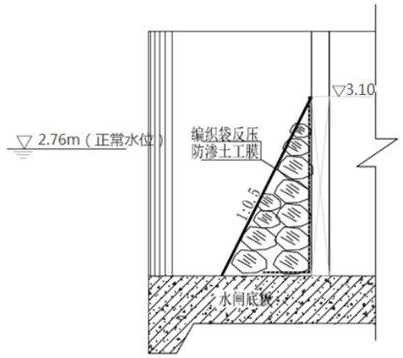


图 7.2-2 水闸上游围堰断面图

7.2.4 施工期间防洪排涝影响及解决措施

本工程宋埠西湾海塘提升改造工程在原有老堤堤身上进行加高加固，考虑到工程实际情况结合地区实际施工经验，本项目宋埠西湾海塘施工采取无围堰候潮施工方法，有利于节省工程投资和加快施工进度，正常施工情况下不存在施工导流问题，施工期不存在破堤现象，未降低原老堤的防洪挡潮标准，不会对原有的防洪功能造成影响。

水闸施工时对排涝纳潮的影响主要发生在止水设施更换断水作业时，考虑到施工时间短，可安排在非汛期进行，采取晴天抢工期的方式，两孔水闸的施工时间控制在三个月以内，单孔施工控制在一个半月以内，最大限度的减少水闸断水时间，减小对内部排涝、纳潮的影响。水闸两孔分开施工，一孔断水施工时，另外一孔进行排涝及纳潮，非汛期单孔排涝及纳潮量是满足要求。

7.3 施工度汛

7.3.1 度汛标准

本工程宋埠西湾海塘挡潮标准按设计重现期为100年一遇，海塘工程等级为1级，临时建筑物为4级。为确保工程施工期间已有保护对象的安全度汛，施工期度汛标准原则上不低于原海塘、水闸的防洪潮标准，即施工期度汛标准为20年一遇高潮位设计。

本工程在原有老堤堤身上进行加高加固，考虑到工程实际情况结合地区实际施工经验，本项目堤防施工采取无围堰候潮施工方法，有利于节省工程投资和加快施工进度，正常施工情况下不存在施工导流问题，施工期不存在破堤现象，未降低原老堤的防洪挡潮标准，不会对原有的防洪功能造成影响。迎水侧理砌块石和抛石施工时间避开主汛期，减少施工度汛风险。

7.3.2 施工度汛

进入汛期后密切关注气象，监视天气趋势和水雨情动态，加强气象预报，由抢险责任单位落实专职人员，对工程实施定期检查、观测，及时掌握工程运行情况。备足各种防汛物资和设备，确保工程安全度汛。

预报遇台风时，标准海塘、迎水侧贵重施工设备必须撤退至标准海塘内。落实备足必要的防汛材料物资、设备，尤其要备足块石、塘渣和编织袋的数量。为确保工程度汛安全，应重点采取以下措施：

1、成立防洪度汛组织机构

施工单位应成立防洪度汛领导小组，实行第一把手负责制，统一组织和指挥本单位的防洪度汛工作，各小组成员进行合理分工、各尽其职、各负其责。汛前，对防洪度汛工作进行统一规划和协调，并对全线进行一次全面、系统的检查；应当建立“防汛值班制度”和“防汛值班人员岗位职责条例”，发现问题，及时上报防汛领导小组进行处理。

2、建设单位、施工单位和工程监理单位都应该加强对有关人员的汛期安全和应急措施的教育。

3、合理安排施工进度，采取有效度汛方法，尽量减少损失。

合理安排施工是本工程度汛的重点，因此汛期应安排进退自如的施工方案。尽快加快施工进度，确保堤身尽快施工到设计高程。对于暂且不用的材料和设备，应及时转移出施工现场，对在工作区内作业的人员、设备和材料，应考虑安全撤出的措施和一切可行的方法，保护堤坝，减少损失。工程施工尽量安排在非汛期施工，砼面板、镇压层部分工程施工尽量安排在晴天、低潮位。在完成汛前准备的前提下，施工单位

根据自身情况和天气状况，采取灵活有效的施工方法进行施工。

4、加强水文、水情及热带气旋的预报

施工期应与当地气象部门及潮位站进行密切联系，做好天文大潮、大雾、大风和降水等情况预报工作，并指定专人负责。在天文大潮、雨季前后，应密切关注雨量及上游来水、外侧潮位的变化情况；同时要摸清热带气旋登陆是否有可能与天文大潮相遇；若遇有特殊情况，应及时分析并报告防汛领导小组。

5、备足防汛材料，确保汛期施工安全

施工单位应储备足够数量的砂、碎石、水泥和钢筋等材料，以供急需时使用。除此以外，施工单位还应准备一些沙袋、粘土袋、大块石及其它防汛物资，以满足工程抢险需要。在险工险段储备一些钢筋笼和大块石，以防出现险情时，能及时抢险，确保工程安全度汛。汛前还必须准备必要的其它防汛材料和设备（如：救水衣、船只、车辆等），并保证通讯顺畅、调度灵活和指挥方便。

6、对安全度汛的风险进行分析，对施工中度汛的方案进行论证。

7、应向保险部门投保工程险。

8、建设、监理单位应督促施工单位落实防台防汛的有关措施。

7.4 主体工程施工

7.4.1 施工方法

本工程主要施工内容有：C30 砼路面、C40 钢筋砼防浪墙、C30 砼挡墙、理砌块石护面、抛大块石护脚、钢筋砼灌注桩，钢筋制安等内容。

一、抛石

抛石采用候潮陆抛施工，采用自卸汽车端进法向前延伸立抛，立抛时采用分层水流阶梯式抛填，推土机配合推平 120HP 推土机推平。抛填层兼作施工路面，利用抛填车辆碾压密实，并按设计要求需预留沉降超高。必要时在适当设置临时回车墩，以利施工车辆运行。

抛投石料应大小搭配。块石要求石质坚硬，遇水不易破碎及水解，饱和抗压强度不小于 40Mpa，不允许使用薄片、条、尖角等形状的块石和风化石、泥岩。堤身达到预定断面，并经沉降初步稳定后，应按设计轮廓将堤身整理成型。

二、理砌块石护坡

要求块石料新鲜、坚硬、以一层与一层错缝锁结方式铺砌，下设碎石垫层配合砌筑，随铺随砌，其施工顺序为：选石、试放、修凿和安砌，块石的宽面与坡面横向平行，一定要做到底实上紧，砌筑面不允许出现外插石，石料采用自卸汽车运输，人工抬至坡面砌筑。

三、砼路面

堤顶路面主要包括堤顶 C30 砼路面 20cm、水泥稳定层 10cm、碎石垫层 20cm。在围堤堤身全部完成并且连续 3 天内每天沉降小于 2mm/d，结合观测资料具体分析后，进行堤顶路面的施工。

碎石垫层选用合格石料，3.5T 自卸汽车运料到堤顶进行铺料，人工整平，8T 压路机压实。8T 压路机压实并作好养护。堤顶路面所需的砼采用商品砼运送移动铺料，双胶轮车运输，人工摊铺。

四、钢筋砼施工

钢筋砼浇筑模板采用组合钢模，钢管脚手架固定。商品砼运到现场后，由人工双胶轮车或自卸式拖拉机运至现场，溜槽入仓，防止砼离析。浇注时为人工平仓，振捣器振捣密实，振动时间以砼不再显著下沉，不出现气泡并开始泛浆为准。砼浇筑后根据气候情况，适时洒水养护，养护时间不少于二周。在砼达到规范拆模强度要求后，能保证其表面及棱角不因拆模损坏时方可拆除模板。本工程采取候潮施工，施工必须合理安排时间，每个候潮施工前必须准备好基建面的清洗工作。

五、闭气土方

土方回填工程主要为海塘背后的填筑，填筑前必须对填筑区表层腐植土、废碴等清运到弃碴场，对填筑区内的坑穴、孔洞予以填平，原地面坡度过陡时，应按设计要求加以处理。基础用机械碾压 3-4 遍，狭窄部位采用小型振动碾（手扶式）或蛙式打夯机夯实。填筑由下而上，按水平方向分层分段回填，填筑面统一铺料，统一碾压。层厚满足要求后，一般不大于 50cm，进行振动碾压。各相邻的分段作业面均衡上升，减少施工接缝，如段与段之间不可避免出现高差，应以斜面相接，坡度为 1：3～1：5，高差大时用缓坡。碾压施工前（墙背填筑前）要进行碾压试验，确定碾压参数。采用进退错距法碾压施工，相邻作业面的搭接碾压宽度，平行堤轴方向不少于 50cm 垂直堤轴方向不小于 3m。施工时，要严格采用碾压试验确定的参数施工，铺筑碾压层次分明，尽量做到平起平升，以防碾压时漏压。

六、石渣回填

填筑前必须对填筑区表层腐植土、废碴等清运到弃碴场，对填筑区内的坑穴、孔

洞予以填平，原地面坡度过陡时，应按设计要求加以处理。基础用机械碾压 3-4 遍，狭窄部位采用小型振动碾(手扶式)或蛙式打夯机夯实。填筑由下而上，按水平方向分层分段回填，填筑面统一铺料，统一碾压。采用反铲挖掘机及装载机挖装填筑料 3.0 自卸汽车运输，采用后退法卸料，推土机平整，层厚满足要求后，一般不大于 50cm，进行振动碾压。各相邻的分段作业面均衡上升，减少施工接缝，如段与段之间不可避免出现高差，应以斜面相接，坡度为 1:3~1:5，高差大时用缓坡。碾压施工前(墙背填筑前)要进行碾压试验，确定碾压参数。采用进退错距法碾压施工，相邻作业面的搭接碾压宽度，平行堤轴方向不少于 50cm 垂直堤轴方向不小于 3m。施工时，要严格采用碾压试验确定的参数施工，铺筑碾压层次分明，尽量做到平起平升，以防碾压时漏压。

七、混凝土拆除

本工程所有混凝土拆除均不可采用爆破拆除。拆除工作计划采用挖掘机配合液压冲击锤施工。施工时，先确定好拆除区域，首先使用液压冲击锤震碎混凝土块，然后再采用挖掘机挖出，并预留 20cm 撬挖层；堰面及撬挖层采用人工风镐拆除，拆除料运出。

八、预制块拆除

预制块拆除自上而下分层施工，拆除工作计划采用挖掘机配合液压冲击锤对指定护坡进行拆除。严禁掏挖，拆除时，上层边坡支护未完成，禁止下一层拆除施工。拆除过程中应该防止无关人员进入其施工范围，避免在施工过程中溅出的石头或者石屑造成人员伤害。

九、土工布铺设

土工布铺设应力求平顺，松紧适度，不得绷拉过紧；土工布应与基础垫层面密贴，不留空隙。坡面铺设采用自下而上进行，坡顶、坡脚应以锚固沟或其它可靠方法固定，防止其滑动。对搭接部位进行缝合时缝合线应平直，针脚应均匀。缝合后应检查土工布是否铺设平整，是否存在缺陷。如存在不合要求的现象，应及时进行修补。局部修补采用胶粘法。

十、水闸段交通桥及防浪墙加高

水闸施工顺序如下：施工准备→下游交通桥砼拆除→下游交通桥及防浪墙砼浇筑→上游交通桥砼拆除→上游交通桥砼浇筑→局部结构修复→场地清理。

十一、金属结构安装

本工程机电设备安装包括电力设备、闸门启闭机等，机电设备安装可采用人工辅助机械安装的方式进行，金属结构构件可在加工厂内预装完成，经起重机起吊安装。

闸门安装前应进行门槽原砼的凿毛，调整预埋插筋和基础螺栓，并清除门槽内渣土与积水，再进行埋件安装。埋件安装和新砼采用搭设脚手架进行施工，按先埋设底槛，后埋设主及轨，反轨、侧轨及门楣的顺序进行，同时在组装场进行门叶组装，待埋件和门叶检查、测量合格后，方可进行启闭试验。

十二、水闸两侧灌浆工程

闸室堤防两侧采用 50%粘土+50%水泥充填灌浆，灌浆底高程-2.50m，纵向设 6 排，横向 4 排，间距 2.0m，梅花形布置。

灌浆施工顺序一般为施工准备→造孔→制浆→灌浆→终孔处理→验收。

造孔：按设计图纸要求放出每个孔的位置。造孔顺序先上游，后下游，分 2 序跳跃式造孔。

充填灌浆制浆：制浆采用纯水泥粘土浆，各项指标应按设计要求控制，灌浆过程中浆液容重和输浆量应每小时测定 1 次并记录，如浆料发生变化，应随时调整。

灌浆：灌浆随回堵内腔进度进行。采用纯压式全孔一次灌注。灌浆最大压力根据设计要求结合实际情况而定，浆液浓度采用水灰比为 1:1～0.5:1，浓度应逐级变浓，如掺入砂，砂量根据设计要求而定。

充填灌浆主要是充填孔洞或者裂缝，并对土体起轻微压密作用，因此要求压力以孔边不冒浆为宜，控制在 0.5L/cm^2～1.0L/cm^2。当发现边孔或堤坡冒浆立即停浆。按序次灌完后应在原孔复灌 2 次～3 次，即少灌多复。

7.5 施工交通及施工总布置

7.5.1 施工布置原则

1、施工所需各项临建设施必须在业主方划定的范围内布置。

2、由于本工程施工战线长，部分段海塘施工受空间限制，因此临时设施布置尽量简单实用，本着有利于施工、管理方便、安全可靠和经济的原则布置。

3、本着尽量减少资源浪费，充分利用施工用地，施工用地尽量在现有基础上规划，其他生产铺助设施视现场情况和实际需要合理规划布置。

4、施工时应充分考虑环境保护和景观工程，严格做好环境保护工作，文明施工。

7.5.2 场内交通

对外交通可利用平海大道、开发区道路与温州绕城高速复线、104 国道、甬台温高

速接通，工程区对外交通道路较为便利。场内交通主要为围垦区现有道路与进入海塘作业区的衔接。由于海塘背水侧为护塘河，需设置贝雷桥衔接，贝雷桥长度为 50m，场内交通道路为 500m。

7.5.3 风、水、电系统

一、施工供风

场内设若干台空压机供海塘堤顶、防洪墙、C25 钢筋砼面板等凿除。

二、施工用电

从附近 10KV 线路上架设供电线路至施工点，拟配置 200KVA 变压器 2 台，并自备 100KW 的柴油发电机组各 2 套。施工场地内沿线架设 380V 低压线路。

三、施工用水

施工用水考虑到水质对砼工程的影响，施工用水直接引用乡村自来水，生活用水也同样如此。

7.5.4 主要生产、生活设施布置

本工程为线性工程，线路长约 3.2km，为加快施工进度，可设两个施工段，每个施工段设主体施工区和临时生产区，整个工程设一个项目部，主体施工区河临时生产区位于堤后空旷地带，设有仓库、材料加工、修配、临时堆料厂等辅助生产设施。项目部设于工程起点转弯处的空旷位置，临时借地搭建项目部。

表 7.5-1 施工临时设施面积表

名　称	面积（m^2）	备　注
建设单位及设计代表用房	300	租用附近民房
施工办公、生活用房	2000	搭建临时项目部，占地约 3.5 亩
施工仓库	2000	临时占地约 3.0 亩
堆料场	2000	临时占地约 3 亩
临时弃渣场	5000	临时占地约 7.5 亩
临时道路	16000	宽 5.0m，临时占地约 24 亩
小　计		临时占地 41 亩

7.5.5 施工临时占地

工程施工期生活、仓库、施工工厂设施及料场、弃渣物等占地面积约 41 亩，占地面积中不含租用民房部分的占地面积。其中施工办公、生活用房 2000m^2，施工仓库 2000m^2，堆料场 2000m^2，临时弃渣场 5000m^2。

7.5.6 土石方平衡

本工程土方开挖量为 0.9 万 m^3，闭气土方回填 5.66 万 m^3，利用开挖土方 0.9 万 m^3，还需外购土方 4.76 万 m^3。工程需要石方 52.2 万 m^3，其中石渣 9.41 万 m^3，碎石量 1.54 万 m^3，抛石 41.25 万 m^3，均考虑从附近石料场购买。

7.5.7 料场的选择与开采

本工程建设所需天然从建筑材料主要为土料、石料、砂料等。

1、石料：石料可在离本工程区较近的瑞安市云周街道卓岙村采石场购买，矿区位于瑞安市火车站南边，有开矿山，主要以花岗岩为主，交通便利，距离项目较近，区内石料储量丰富，可满足工程量需求。也可到凤凰山石料场购买，料场位于瑞安市区东南方向，距瑞安市直线距离 14.6km，属东山街道凤凰头村管辖，料场岩性为砂质硅质岩、粉砂泥岩和花岗岩，弱风化为主，储量较丰富，约 1506 万 m^3，满足工程量需求，此料场位于海上岛屿，需船运至主堤码头，运距 11km，再自卸汽车运至本工程区内。

2、土料：本工程所需土料方，本阶段考虑采用平宋塘河清淤固化土，运距约 10km。

3、砂料：工程区无较理想砂料来源，所需砂料部分需购买外运至工地，工程区交通便利。

4、定钻孔灌注桩固壁泥浆粘土料的用量较少，采用外购进行提供。

7.6 施工总进度

7.6.1 施工计划编排措施

1、按照工期要求，分阶段制定施工计划和实施方案。对重点工程和难点项目，做好切实可行的施工组织设计，合理安排各分项工程的施工顺序，充分利用施工单位自身丰富施工经验缩短流水作业的流程，努力加快每个环节的施工进度，确保总体工程进度。

2、加强计划管理、实行流水作业，详细编制施工计划，并用文字、图表的方式把编制依据、工程特点、施工方法、工艺流程、材料设备、劳动力安排、施工质量和安全措施等内容传达到每个职工，使每个职工心中有数。在确保质量的前提下快速施工，因地制宜，根据工程的实际情况发挥职工的积极性，集思广益，应用和研究新技术、

新工艺，促进工程的顺利进行。

3、正确对待工期与质量的关系，把工期、质量、责任有机结合起来，奖罚分明，充分调动职工积极性。

4、实行施工进度检查制度，通过班组生产日报、旬报和月报，掌握工程实际情况及时修正施工计划；必要时，增加作业时间或加强人力、设备资源的投入；并及时向建设单位和监理单位呈报月和季度报表。

7.6.2 施工进度分期

施工进度分工程筹建期、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6个月，主要完成征地拆迁等政策处理、供电线路架设、施工招投标等工作；工程准备期为 1 个月，主要完成施工道路、临时房建、风、水、电系统等工作；主体工程施工期，计划为 34 个月，主要完成主体工程的施工，工程完建期为1个月。本工程施工总工期36个月。

一、施工准备期

施工准备工程计划在第一年9月主要完成“三通一平”、场内交通、水电系统、辅助企业、生活福利、仓库等设施，为主体工程开工创造有利条件。

二、主体工程施工期进度计划

1、海塘相应桩号 K0+000～K3+215.0，全长 3215.0m。施工进度于第一年 10 月初开工，第三年7月底完工，工期22个月。

2、水闸提标安排在第二年11月初开工，第三年1月底完工。

三、工程完工及验收

本工程于第四年8月完工，各项施工情况具体安排详见表7.6-1。

表 7.6-1 工程施工进度计划表

序号	工程项目名称	第一年				第二年												第三年												第四年							
		9	10	11	12	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	7	8
一	**施工准备期**																																				
二	**堤防工程**																																				
1	抛石																																				
2	钢筋砼底板																																				
3	砼挡墙																																				
4	迎水侧护面																																				
5	背水侧填筑																																				
7	堤顶后侧挡墙																																				
8	堤顶石渣填筑																																				
9	堤顶路面																																				
10	防浪墙																																				
三	**水闸工程**																																				
1	闸门槽拆建																																				
2	闸门更换																																				
3	闸墩及交通桥拆建																																				
4	两侧灌浆																																				
四	**农桥**																																				
五	**其它**																																				
1	景观绿化工程																																				
2	附属工程																																				
六	**场地清理及结束工作**																																				

7.6.3 主要工程量

土方开挖 4.5 万 m^3，闭气土方（粘土）回填 3.2 万 m^3，灌砌块石 6.4 万 m^3，抛石 0.7 万 m^3，砼工程 3.4 万 m^3，钢材 4758t，水泥 2.17 万 t。

根据本工程施工进度与本工程实际所产生的工程量推算本工程所需劳动力，需安排劳动力 14.66 万工日，高峰期施工强度 200 人/日。

7.6.4 主要施工机械设备

与本工程施工所需要主要机械设备见下表。

表 7.6-2 主要施工机械设备表

机械名称	规格	单位	数量	备用
自卸汽车	5T	辆	10	2
空压机	$3m^3$/mm	台	4	
反铲挖掘机	PC220	台	4	
推土机	100HP	台	2	
压路机	15T	台	2	
打桩机	冲击钻	台	5	1
载重汽车	10～20T	辆	5	
双胶轮车		辆	20	
混凝土泵	$30m^3$/h	台	2	
钢筋加工设备		套	2	
水泵	150QW400-7-15	台	5	1
插入式振捣器	电动软式	台	5	1
电焊机		台	3	1
风钻		套	4	
蛙式打夯机	HW-60	台	3	
砂浆拌和机	$0.4m^3$	台	2	
驳船		艘	2	
柴油发电机组	100KW	台	2	
变压器	200KVA	台	2	

7.7 招标及分标计划

一、分标及招标原则

本工程按工程布置、特点分成 1 个标段，进行公开招标。

本工程分标及招标主要考虑以下基本原则：

1、有利于工程招投标，并使投标单位具有充分竞争力。

2、工程作业内容及技术特点大致相近，避免横跨过多的技术专业，同时有利于在施工中好的工艺、方法相互学习。

3、有利于先后工序与作业的衔接和责任划分，尽可能减少争端，最大限度地防止相互干扰。

4、有利于现场设施与主要施工机具的充分利用与维护管理。

5、有利于开辟施工工作面，缩短工期。

6、有利于合同管理和施工监督，合理安排使用资金。

7、满足国务院国发［2002］20 号文的要求；工程施工分标不得过细或者化整为零要求。

二、分标及招标计划

为减少工程施工相互影响，将工程施工分为一个标段。另外，建设单位应根据工程施工内容，实施相应监理招标。

三、招标组织形式

根据《招标投标法》及《工程建设项目自行招标试行办法》（中华人民共和国发展计划委员会第 5 号令）的规定，项目法人在具备相应条件时可申请自行招标，如不具备自行招标条件，则需委托有相应资质的招标代理机构进行招标。结合本工程具体情况，建议业主方委托有资质的招标代理机构进行招标。

7.8 安全生产及相关措施

一、设计依据

（1）中华人民共和国劳动法；

（2）中共中央关于认真做好劳动保护工作的通知(中发(1978)67 号)；

（3）关于生产性建设工程项目职业安全监察的暂行规定(劳字(1988)48 号)；

（4）建设项目(工程)劳动卫生监察规定(中华人民共和国劳动部令第 3 号)；

（5）浙江省劳动安全卫生条例。

（6）《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL5061-1996)；

（7）《电器设备安全设计导则》(GB4064-83)；

（8）《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999)；

（9）《起重机械安全规程》(GB6067-85)；

（10）《建筑防雷设计规范》（GB50057-94）；

（11）《火灾自动报警系统设计规范（2000 年修订版）》（GBJ50116-98）；

（12）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；

（13）《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）。

二、安全生产目标

项目法人和参建单位必须实行安全生产目标管理，工程开工前应制定总的安全管理目标，包括伤亡事故指标，安全达标和文明施工目标以及采取的安全措施。

三、施工计划编排措施

1、按照工期要求，分阶段制定施工计划和实施方案，本工程要考虑加夜班施工。对难点项目，做好切实可行的施工组织设计，合理安排各分项工程的施工顺序，充分利用施工单位自身丰富经验施工的有利条件，缩短作业的流程，努力加快每个环节的施工进度，确保工程总体进度。

2、加强计划管理、实行流水作业，详细编制施工计划，并用文字、图表的方式把编制依据、工程特点、施工方法、工艺流程、材料设备、劳动力安排、施工质量和安全措施等内容传达到每个职工，使每个职工心中有数。在确保质量的前提下快速施工，因地制宜，根据工程的实际情况发挥职工的积极性，集思广益，应用和研究新技术、新工艺，促进工程的顺利进行。

3、正确对待工期与质量的关系，把工期、质量、责任有机结合起来，奖罚分明，充分调动职工积极性。

4、实行施工进度检查制度，通过班组生产日报、旬报和月报，掌握工程实际情况及时修正施工计划；必要时，增加作业时间或加强人力、设备资源的投入；并及时向建设单位和监理单位呈报月和季度报表。

二、技术保障措施

根据以往施工中存在的问题，积极开展技术革新活动，人人动脑筋，尊重科学，在应用和研制新技术、新工艺、新设备方面依靠技术进步，优质快速地建成本工程。把握本工程重点解决的难点问题。对关键项目施工中存在的问题，不断地总结提高，在保证质量地前提下，加快工程施工进度。

三、机械配备和人员保证措施

1、要求抽调精干的工程技术人员和富有经验的项目经理组建项目经理部加快管理，统一指挥，协调整个工程的施工；选派技术力量强、机械设备先进的施工队伍投入本工程的施工，从人员上落实和机械设备配备上保证工程按期完成。

2、在科学合理进行施工安排的基础上，发扬艰苦奋斗的精神，最大限度地保证本工程施工技术和现场管理人员在规定地时间内组织到位，以优势的力量，抢时间，争速度，争取提前实现进度目标。

3、施工过程中，要定期做好机械设备的维修保养，使机械设备的完好率达到 90％以上，保证正常运转。

四、安全生产措施

加强职工安全法制教育，增强安全生产意识。项目部成立安全生产小组，设专职安全员负责日常生产地安全检查、督促，保证施工地顺利进行。由于本工程为候潮施工，基础施工期间应有专人安排施工计划，避开潮位对防洪堤基础施工的影响。

本工程线路较长，地质条件复杂，应注意工作面整体稳定和开挖边坡的安全。

一、施工安全

施工期间，需建立施工安全制度，主要岗位实行上岗证制，工地需配置专职安全员，由安全员对施工现场安全进行全面检查。

建立进入施工现场的安全规定，对进入现场的人员和机械进行安全管理，对施工交通车辆驾驶人员应进行交通安全知识教育，并登记在册，确保车辆的运行安全。由于本工程附近有乡村，故施工道路的布置应尽量避开乡村及人员较集中地带，以免发生意外。

施工现场机械应由机组人员定期检查状况，建立现场机械安全操作手册。

对坡上施工人员及设备，特别是水闸基坑开挖施工时，应确保上坡处无危险物件滑落，机械及物资不能堆置在高坡边，以防滑落。

施工用电的安全，应建立安全用电制度，施工用电必须由专门电工负责，其余人员无权操作。

施工围堰应严格按设计要求进行施工，确保围堰不滑坡、不进水，保证工程施工安全。

二、度汛安全

本工程施工期度汛标准原则上不低于原设计防洪（潮）标准，即施工期度汛标准为20年一遇高潮位设计。

本工程海塘提升改造工程在原有老堤堤身上进行加高加固，考虑到工程实际情况结合地区实际施工经验，本项目堤防施工采取无围堰候潮施工方法，有利于节省工程投资和加快施工进度，正常施工情况下不存在施工导流问题，施工期不存在破堤现象，未降低原老堤的防洪挡潮标准，不会对原有的防洪功能造成影响。

工程度汛期间，实行项目法人负责制，严格按防汛预案操作，确保人员、机械及工程的安全度汛。

五、资金落实措施

在工程施工前期，除业主支付的开工预付款以外，本承包人将投入一定数量地自有流动资金，确保前期工作顺利展开。

对其中业主支付的进度款，实行专款专用。业主支付给承包人的工程进度款项是材料周转和工程实施地重要保证，必须做到专款专用，不得挪作他用。

六、后勤保障措施

加强机械设备和车辆地维修保养，保障施工机械地正常运转：搞好职工食堂，防病治病，保障职工身体健康，保证正常地出勤率，以确保工期。

加强与业主的联系，尊重当地的生活习惯，做好与当地政府、企业和群众的协调工作，取得人民群众的支持，使工程施工进展顺利。

7.9 标化工地建设

工地标准化建设应注意以下几方面：

一、全面提高思想认识

建标准化示范工地是建筑施工现场管理的重大革新与跨越，找准了解决建筑工地多年来存在的突出问题的突破口和切入点，为改善建筑工地的学习、工作、生活环境和行业形象注入了新的动力。为此，建筑现场各方责任主体务必高度重视标准化管理，进一步提高思想认识，并转化为具体的实践行动。

二、全面创建标准化示范工地

1、观摩标准化示范工地，虚心学习

新开工工程的建设单位负责人、项目经理、项目总监要组织与工程项目相关的工作人员到标准化示范工地进行观摩，虚心学习示范工地的经验和具体做法，特别要注意观摩示范工地的每个细节，把真经学到手，用于指导工作。要在创建示范工地的基础上，进一步提高创建质量和水平。

2、制定工作方案，健全领导机构

新开工工程必须制定创建标准化示范工地的方案、领导机构、工作进度和平面布置图，并按规定规格上墙，严格执行。创建目标要明确，责任分工要到人，日常工作记录要真实、齐全，形成覆盖建筑工地各个部门、各个环节的管理网络。

3、严格执行，提高管理水平

新开工工程必须严格贯彻标准化示范工地的各项要求，不得随意裁减相关管理要素。现场硬件必须达到标准，按规定配备视频监控系统和建筑施工现场信息管理系统，并真正发挥作用，用于指导、监督各项管理工作。

三、建立奖惩机制

新开工工程按照标准化示范工地的要求进行申报，经评审为标准化示范工地的，享受相应的扶持政策。施工单位也应根据标准化示范工地要求，对参与施工人员进行考核，并建立相应的奖惩机制。

8 建设征地与移民安置

8.1 概述

8.1.1 项目概况

平阳县位于浙江省东南沿海，县境陆域地处北纬 27°21′～27 °46′和东经 120°24′～121°08′之间，东临东海，南接苍南，西界文成、泰顺，北连瑞安。全县陆域面积 1051km^2，海域面积 1300km^2，与苍南县共有海域 37200 平方千米，辖 14 个镇、2 个乡，县政府驻昆阳镇县前街。

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）原为平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，位于平阳县新兴产业园东侧，东临大海，北至瑞安阁巷海塘，南至西湾跳头山脚。其中主堤长约 3.2km，北隔堤长约 2.2km，堤上现有水闸 3 座。

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）主堤，原堤防位于平阳县新兴产业园东侧，北至瑞安阁巷海塘，南至西湾跳头山脚，主要由主堤、水闸和北隔堤（与阁巷围区临界）组成，其中主堤长 3216.71 米，北隔堤长 2228 米，水闸三座共九孔，工程总投资 3.61 亿元。工程等别 IV 等，主要建筑物级别：海塘 4 级，水闸 3 级；主要建筑物防汛等级：海塘设计标准为 20 年一遇，设计堤顶高程 6.8 米，防浪墙顶高程 7.6 米，允许部分越浪，水闸挡潮设计标准为 50 年一遇，围区排涝设计标准为 20 年一遇。

本工程由温州市水利电力勘测设计院于 2004 年 5 月完成初步设计，浙江省围垦局于 2004 年 6 月批复初步设计，工程于 2009 年 2 月开工，2014 年 6 月完工，2016 年 11 月竣工。工程完工至今已 7 年多，海塘堤防及附属水闸等构筑物运行情况基本良好。

根据《浙江省海塘安澜千亿工程建设规划》，本工程在安澜千亿工程中项目编号为 SS079-ZF-WZ30，名称为平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）（以下简称“本工程”）。受平阳县滩涂围垦开发建设有限公司委托，由浙江惠川水利工程技术有限公司（以下简称“我公司”）对本项目的安澜提标编制可行性研究报告。原项目名称为“平阳县宋埠~西湾滩涂围垦工程堤坝提标工程”，后经评审变更为“平阳县新兴产业园区海塘提标工程”，防潮标准拟提高至 50 年一遇。在纳入省安澜工程后，定名为“平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）”，防潮标准提高至 100 年一遇。

本段标准海塘沿线设有 3 座水闸（南闸、中闸、北闸），布置于海塘上，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99。

三座水闸原设计检修交通桥顶高程 8.20m，室内启闭机平台 12.925m，检修平台 8.2m，闸槛高程均为-0.50m。水闸位于软土地基上，采用开敞式有胸墙闸室，原设计闸顶高程比两侧堤顶高 0.5m，胸墙底高程 3.0m。水闸为纳潮进水兼排涝闸，水闸原设计时，已经考虑到今后海塘加高的需求，原设计防潮标准为 50 年一遇，排涝为 20 年一遇。本次提升工程水闸防潮标准至 100 年一遇，排涝标准保持不变。

8.1.2 编制依据

1、《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；

2、《浙江省水利工程安全管理条例》（2008）；

3、《水闸工程管理设计规范》（SL170-96）；

4、《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）；

5、《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）；

6、《浙江省海塘建设管理条例》；

7、工程设计相关资料及地形资料等。

8.1.3 政策处理措施

根据现状有关政策，本工程从以下几方面开展政策处理工作：

1、本工程的实施将有利于当地的防洪安全，是一项民生工程，当地政府及群众应予大力支持，以保证本工程能按计划顺利完成。

2、建设业主成立专门政策处理小组，以便于妥善处理工作中的各项政策问题。

3、建设业主要积极地做好宣传，做好当地群众思想工作，以便当地群众对工程建设中造成的交通、环境影响给予理解和支持。

8.2 建设征地范围

工程建设区由永久占地区和临时用地区两个部分组成，其调查范围根据工程红线范围和工程管理范围、施工总布置方案及施工用地范围确定。

（1）工程永久征地范围

永久征地范围为堤身范围和背坡陆域管理范围，陆域管理范围由背坡脚外至护塘河边，拟作为护塘地，平均宽度为 37m。

（2）工程临时用地范围

工程临时用地范围根据施工组织设计成果确定，主要包括临时堆料场和施工辅助企业及生活福利设施等临时用地。在永久征地范围内的临时用地计入永久征地范围内，不再重复计算。

8.3 建设征地实物

8.3.1 调查方法和内容

设计单位与项目建设单位成立联合调查工作组，负责本工程建设征地实物调查和复核工作，调查成果经当地确认，作为本阶段工程建设规划设计依据。调查组对工程建设征地范围涉及的房屋、土地实物逐项进行调查统计和动态复核。实物调查根据《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）和《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》(SL442-2009)的要求开展。实地调查范围以工程划定的红线范围为依据，现场逐一调查、核实；各类房屋及附属建筑物调查以 1/2000 地形图为基础现场复核并分类统计；土地调查以 1/2000 地类地形图为基础，与平阳县资规局衔接。

8.3.2 征地实物调查成果

本工程永久占地和临时用地位于宋埠西湾围区，均为国有土地。

（一）永久征地

本工程为标准海塘提升工程，主要在原海塘断面结构上进行加高加固，永久建设用地均为老堤堤身及管理范围，已建海塘堤身占地 32.23 公顷，护塘地占地约 11.84 公顷，新建农桥及水闸上游水面占地约 0.33 公顷，总计 44.61 公顷。

表 8.3-1 工程占地汇总表

序号	项目	面积（m^2）	面积（亩）	面积（公顷）	备注
1	原堤顶道路 5m	16038.94	24.06	1.60	已批用地
2	迎水坡消浪平台外拼 15m	48204.84	72.31	4.82	已处理围填海图斑，水闸下游箱涵透水体不计
3	迎水坡镇压层平台外 67m	216940.04	325.41	21.69	非透水构筑物，免缴海域使用金
4	背坡 12.85m	41157.38	61.74	4.12	国有绿地
5	护塘地 37.15m	118439.20	177.66	11.84	国有绿地
6	新开河道	2031.15	3.05	0.20	规划新北闸上游
7	跨河农桥占地	2026.15	3.04	0.20	国有绿地
8	跨河农桥占用水面	1270.92	1.91	0.13	国有水面
小计	1+2 已批面积	64243.79	96.37	6.42	
	3 镇压层用海	216940.04	325.41	21.69	
	4+5+6+7 新增用地	164924.80	247.39	16.49	
总计		446108.62	669.16	44.61	

（二）临时征地

工程施工期生活、仓库、施工工程设施及料场、弃渣场、施工临时道路等占地约 41.0 亩，均利用现有堤防管理范围空间作为施工临时设施场地。

8.4 工程征地拆迁处理补偿投资估算

本工程永久占地和临时用地位于宋埠西湾围区及堤外海域，均为国有，无需缴纳土地使用费及海域使用金，故无相关费用。

9 环境影响评价

9.1 概述

一、地理位置

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）地处平阳县城东北方向 12 公里的东海岸，位于东经 120°37′28″～120°41′15″，北纬 27°40′50″～27°39′02″。处于飞云江口南岸，东濒东海，南至西湾跳头，西靠万全陆地，北与瑞安市阁巷围垦交界。

二、流域概况

飞云江是浙江省八大水系之一，发源于浙闽交界的仙霞岭，控制流域面积 3252km^2，干流长 203km，其中感潮河段长 59km。上、中、下游三河段分别以百丈口和滩脚为界。上、中游为山溪性河流，坡降流急，落差较大；下游属感潮河道，坡降平缓，河湾发育，流域地形狭长，地势西高东低，地貌以中、低山与丘陵分布为主，平原与盆地所占面积较小。

三、土壤

壤分布从东到西分布程序为盐土——盐渍潮土——脱盐土，近海平原为草甸土，海滨土壤主要为盐渍土、脱盐土。

9.2 环境现状调查与分析

本工程所处区域地貌单元属河流与潮汐共同作用形成的浙南冲海积平原，为海陆交互相沉积。目前老堤沿线高程一般在 5～6m 左右。

9.3 环境影响预测评价

9.3.1 对水环境的影响

本工程属于生态类工程，运行时工程本身不排放污染物。仅运行管理人员产生一定量的日常生活污水及垃圾，经妥善处置后，工程本身运营期间对水环境基本不会造成影响。

工程建成后，随着防洪排涝能力的提高，大大降低发生洪涝灾害的频率，相应地可减少汛期因受淹区污物下泄污染河流水质的机会。

此外，工程护岸设计结合防洪排涝，重视其生态价值，并设置一定宽度的绿化带，亲水性和景观性较好，有利于减少水土流失、截留污染物质，减轻河道水体的污染负荷。

因此，工程建设运行后，将有利于当地水环境的改善。

9.3.2 施工期环境影响

1、施工对水质的影响

施工期的河道开挖、围堰、海塘施工等作业都会导致河水浑浊，生活污水及机修油污水等的任意排放会影响周边水质。应采取必要的措施，以减缓影响。

施工期生产废水主要来自砂石骨料冲洗，混凝土拌合以及砼养护。施工期生产废水不含有毒有害物质，但废水中悬浮物含量较多。施工期的生产废水直接排放将增加河流水体悬浮物含量，对水质可能造成一定影响。

由于施工期工人较多，日排放生活污水、生活垃圾中含有大量的有机污染物和大肠杆菌，直接排放将影响工程河段水质。

2、施工对空气环境的影响

施工期间施工机械产生的燃油废气，施工作业区开挖、填筑、水泥装卸和砼搅拌产生的粉尘及汽车行驶过程中产生的尾气、扬尘等，将对空气质量产生一定的影响。还有一些建筑材料需露天堆放，一些施工作业点表层土壤需人工开挖且临时堆放，在气候干燥又有风的情况下，会产生扬尘，扬尘点主要在下风向近距离范围内，对外环境产生影响的是一些微小的尘粒。

3、施工噪声对环境的影响

工程施工期间，各种施工机械的操作以及汽车、船只等运输，均可能会产生一定的噪声，噪声源可达 80～100dB，根据《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-90）规定，昼间噪声限值为 70dB，夜建限值为 55dB，为此应对施工建设过程中的高噪声设备采取一定的防噪措施。

9.3.3 营运期环境影响

1、噪声：项目运营后清污机、皮带输送机和水泵的运行使用频率较低；启闭机和泵站不同时使用，电焊机是在检修时使用，其噪声排放为间歇排放，柜式空调和轴流风机功率较小，噪声较低。

2、固废：项目固废有清污机清出的污物（漂浮物、淤泥），平均每年约产生 10t/a。

9.4 环境保护措施

（1）水环境保护

施工期，对生产废水主要采取修建沉淀池、隔油池和上清水回用的措施；对生活

污水，施工作业区设移动厕所，生活区设厕所、化粪池。

项目运营期主要应大力加强堤岸沿线的环境保护及管理。

（2）生态环境保护

加强施工组织与管理，尽量减少不必要的施工占地，减少对施工区域周围植被的破坏。对临时性占地，应尽量缩短时间，及时恢复土地原有使用功能。在选择石料供应场（采石场）时，应选择符合环保要求的单位。施工过程中，应做好“三废”的治理工作。加强工程施工过程中的环境监理、监测工作，从水、声、气、生态等环境方面进行全方位的监理、监测。

（3）噪声控制

施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具，尽量选用低噪声的施工机械或工艺；并合理配置施工机械，降低组合噪声级，以从根源上降低噪声源强；

给接触高噪声的操作人员配发耳塞等噪声防护用品。在靠近村落、居民点的施工地段，应尽量避免夜间施工，以减少施工过程产生的噪声扰民。施工期运输车辆安排在白天行驶，夜间（22：00～6：00）应停止行驶。特殊情况应报当地有关部门批准，并公告沿途居民。

（4）大气环境保护

选用符合排放标准的施工器具，使尾气达标排放；加强车辆合理调配和维护，减少尾气排放；配备洒水车及其它洒水设施，对交通道路、施工作业区和辅助企业生产区实施洒水降尘；对高粉尘污染生产环节采取封闭或半封闭作业；加强施工人员劳动保护。

（5）固体废弃物处置

工程有部分弃渣，需选取合适的弃渣场，同时设置相应的防护措施；施工生活区设置垃圾桶收集生活垃圾，由当地环卫部门定期清运处理。

（6）社会环境保护

根据实际情况合理安排施工材料的车辆运输，减轻对公路的交通压力。对部分较繁忙的施工路段，应加强交通管理，并采取必要的限制和分流措施，防止因施工车辆增多而发生交通堵塞。工程开工前应发布公告，争取将对公众生活、生产带来的不利影响降低到最小程度。 在施工场地周围架设护栏，夜间以红灯警示，提醒注意交通安全，避免行人和车辆发生意外。 施工单位应教育施工人员文明作业，砂石料运输采取相应的防护措施，对于撒落路面的砂石料应及时派员清扫，以尽量避免路面受损。需要对电线、电缆、供水管线等进行移位建设时，施工过程中应充分征求城建、交通、通讯、电力、供水等有关部门的意见，将影响降低到最低程度。

9.5 环境管理与监测

9.5.1 环境管理

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和水行政主管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、执行、监督机构

1、管理机构

工程环境管理工作应由专门机构负责，因此可在工程建设单位、运行管理单位和施工单位设环保科，环保科是工程环境保护的职能部门，负责工程日常的环境管理工作。环保科人员可专职或兼职，需配备必要的办公、交通、通讯等设施。

2、执行单位

环境保护的具体措施必须由工程建设单位、运行管理单位和施工单位执行、落实，各负其责。在招投标阶段，承包商在标书中应有环境保护内容，中标后合同中应有实施环保措施的条款，并应明确违约责任，即在接受本工程的施工任务时，也同时接受环境保护设施的施工任务。建设单位和施工单位必须将环保工程的施工纳入项目的施工计划，保证其建设进度和资金落实，并将环保工程进度情况报告环境保护部门。在施工开始后，建设单位应配备环保人员负责施工期环境管理与监督；施工单位要具备相应的环保施工资质，同时应配备环保人员，监督环保措施的实施。在工程建设过程中，施工监理中要包括环境监理内容，并配备专门的监理人员，按有关法律法规和规定的要求，做好施工期间的环境监理工作。环境监测任务可委托当地具有相应资质的环境监测单位承担。运行期，工程运行管理单位应根据环境管理计划，落实运行期的环保措施。

3、监督机构

平阳县环境保护行政主管部门对工程建设和运行过程中环保措施的落实情况给予具体的监督和指导。工程竣工时，应向平阳县环境保护行政主管部门申请竣工环境保

护验收。

9.5.1.3 环境管理任务

1、贯彻国家及有关部门的环保方针、政策及法规条例，落实污染防治规划，对工程环境保护措施的执行情况进行监督。

2、在工程建设过程中负责工程的环境监理工作。

3、落实环境监测任务，组织环境监测计划的实施。

4、编制年度环保工作计划，整编环境监测资料，编制年度环境质量报告。

5、制订工程环境管理的制度。

6、开展环保教育及宣传，提高建设单位、运行管理单位和施工单位等有关人员的环保意识。

7、针对工程建设各阶段对环境保护工作的不同要求，环境管理工作的侧重点亦有所不同。在施工期应加强工程施工环境管理，落实“三同时”的环保方针，监督检查施工期环保措施的落实情况，并组织进行施工期环境监测；在运行期应监督环保措施的执行，并开展环境监测，掌握工程影响范围内各环境因子的变化情况，发现问题，及时提出对策措施，并监督实施，确保工程环境总体目标的实现。

9.5.1.4 环境管理内容

1、施工期环境管理

施工期现场的环境管理，主要包括施工期污废水处理、防尘降噪、生态保护、施工期的劳动保护、卫生防疫、交通运输以及施工期环境监理等内容，均应纳入工程招投标内容。

2、运行期环境管理

应做好工程管理人员的生活污水和生活垃圾的处理以闸门启闭噪声防治等。

3、竣工验收

项目竣工投产运行前，需完成项目竣工环境保护验收，验收程序、内容及要求规定根据现行的《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）执行。

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，确保工程运行期间环保措施的落实。

9.5.2 环境监测

9.5.2.1 施工期环境监测

本次除险加固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，并防止水污染，应在工程区进行水质监测。运行期为保护水库及下游河道水质，也需进行水质监测。

1）水质监测

监测位置：施工区生产废水排放口、周边海域处。

监测项目：主要为污水流量、pH 值、SS、COD_{Cr}、高锰酸盐指数、BOD_5、石油类、氨氮、总磷、粪大肠菌群等。

监测频率：视施工进度而定，在施工高峰期加强监测，保证每年施工高峰期、枯水期连续监测两天，每天测一次。

监测方法：水样采集及分析方法按《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）及《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的有关规定进行。

2）噪声监测

监测地点：施工交通公路两侧边缘 5m 处。

监测项目：L_{eq}。

监测频率：施工高峰期连续监测一昼夜。

监测方法：按《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的有关规定进行。

3）土壤监测

监测地点：防洪堤南侧土石方开挖点

监测项目：根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》执行

监测频率：施工前

监测方法：按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166 -2004）中的有关规定进行。

9.5.2.2 环境监理

1）主体工程环境监理

本工程应实施环境监理制度，以便对施工期各项环境保护措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

a、机构设置与工作方式

施工期环境保护监理部拟设专职人员，所选专职人员必须具有环境监理相应资质

证书。环境监理人员常驻工地，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理方式以巡视为主，并随时关注各项环境监测数据，发现问题后，立即要求承包商限期处理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

b、工作范围及责职

施工环境监理的工作范围包括主体工程施工区、辅助企业施工场地、生活营地、施工道路及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

2）施工环境监理的主要责职为：

① 根据国家有关环保法律法规，依据合同开展环境保护监理工作。

② 指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

③ 根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见。

④ 独立、公正公平地开展工作，监督、检查、评估承包商环境保护职责的落实和环境保护措施的实施。审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

⑤ 加强检查施工现场的环保工作情况，重点监督检查生产废水、生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。作好巡视记录，按时提交月报、季报和年报等相关资料。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

⑥ 检查施工期间河道及施工扰动区的生态保护工作。应对施工人员进行生态保护的宣传教育工作，协助业主作好环境保护设施竣工验收工作和工程环保竣工验收。

⑦ 对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

9.6 环境保护投资估算

本工程环境保护总投资共计 100.0 万元，详见下表。

表 9.6-1 环境保护投资估算表

单位:万元

序号	环保措施	费用(万元)	备注
一	环境保护措施	20.00	
二	环境监测措施	10.00	
1	水质监测	4.00	
(1)	施工期水质监测	4.00	
(2)	运行期水质监测	0.00	列入工程运行成本
2	噪声监测	2.00	
3	施工期大气监测	2.00	
4	人群健康监测	2.00	
三	环境保护仪器设备及安装工程	4.00	
四	施工期环境保护临时措施	40.00	
1	大气污染防治措施	10.00	晒水车 5t/d 及建筑材料运输和堆放加蓬盖
2	水污染防治设施	14.00	砖砌化粪池 1 个、沉淀池 5 个，隔油池 5 个，运行维护清理费 2.00 万
3	噪声污染防治措施	6.00	施工机械的维护及临时隔声屏障
4	固废收集处置措施	10.00	设置垃圾箱、定期清运
五	环境保护独立费用	20.00	包括建设管理费、环境监理费、科研勘测设计咨询费、工程质量监督费等
1	建设单位管理人员经常费	6.00	包括管理人员经常、宣传教育技术培训费等
2	监理费	8.00	2 万元/人.年（1 人，2 年）
3	环保设施竣工验收费	4.00	
	一～五部分合计	94.00	
六	预备费	6.00	
七	总投资	100.00	

9.7 综合评价结论

本工程的建设任务是提高防洪标准，提高区块的防洪能力，抵御流域洪水，保护保护区内不受洪涝灾害的侵袭，保障当地社会经济的可持续发展。因此，本工程的建设是十分必要的。

工程建设对环境保护有显著的促进作用，但也有一定的负面影响，工程的主要负面影响存在于工程建设期。工程施工过程中将对施工区及其附近区域产生一定的影响，主要是施工废水、弃渣排放及施工噪声引起，但这种影响是局部的，不会对区域环境

产生长远影响，并且随着施工结束和治理措施实施，环境质量基本可以得到恢复。

从长远和全局利益考虑，本工程的建设对环境影响利多弊少，在全面落实各项防治措施和环保管理的基础上，本工程建设在环境保护方面讲是可行的。

10 水土保持

10.1 概述

10.1.1法律法规

1、《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第 39 号，2010 年 12 月 25 日）。

2、《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第 77 号，2003 年 9 月 1 日）。

3、《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令第 61 号，2002 年 10 月 1 日）。

4、《中华人民共和国土地管理法》（中华人民共和国主席令第 28 号，2004 年 8 月 28 日）。

5、《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第88号，1998年1月1日）。

6、《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 22 号，1989 年 12 月 26 日）。

7、《建设项目环境保护管理条件》（国务院[1998]令第 253 号）。

10.1.2部委规章

1、《开发建设项目水土保持方案管理办法》（水利部、国家计委、国家环保局、水保[1994]513 号）；

2、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（水利部[1995]令第 5 号 根据 2005 年 7 月 8 日《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》修订）；

3、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部[2002]令第 16 号 根据 2005 年 7 月 8 日《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》修订）；

4、《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部[2002]令第 12 号）。

10.1.3规范性文件

1、《规范水土保持方案编报程序、编写格式和内容的补充规定》（水利部保监[2005]15 号）；

2、《关于加强水土保持工作的通知》（浙水政[1994]5 号文）；

3、《浙江省水土保持设施补偿费水土流失防治费征收和使用管理办法》（浙价费[1997]107 号[1997]财综 37 号）；

4、《温州市水土保持设施补偿费，水土流失防治费征收和使用管理细则》（温价费[1998]279 号、温财政[1998]315 号）；

5、《关于公布省级水土流失重点防治区的通知》（浙江省人民政府浙政发[1999]141 号）；

6、《水利部水土保持司关于开发建设项目水保咨询服务计划的指导意见》（水保监[2005]22 号）；

7、《关于进一步规范开发建设项目水土保持工程概（估）算编制工作的通知》（浙水保[2009]2 号）；

8、《关于印发<浙江省开发建设水土保持工作指南（试行）>的通知》（浙水保[2007]20 号。

10.1.4技术规范与标准

1、《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；

2、《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）；

3、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1-16453.6-2008）；

4、《土壤侵蚀分类及标准》（SL190-2007）；

5、《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；

6、《浙江省水土保持植物工程概算定额》（试行）浙江省水利厅、浙江省发展和改革委员会；

7、《水土保持工程概（估）算编制规定及定额》（水总[2003]67 号）；

8、《浙江省水利水电建筑工程预算定额》（2010 版）。

其它相关技术标准、规程规范。

10.2 主体工程水土保持评价

本工程所在区域的水土流失类型以水力侵蚀为主，其主要表现形式为面蚀。根据《关于划分国家水土流失重点防治区的公告》（中华人民共和国水利部公告[2006]第 2 号），工程所在区域不属于国家级水土流失重点监督区。根据《浙江省水土流失重点防治区划分》工程所在区域不属于国家及省级水土流失重点防治区。

根据现场查勘，工程区大部分为滩涂海域，工程涉及的石料场及附近的岛屿、低山丘陵植被覆盖以灌木及杂草为主。本工程区陆域土壤侵蚀背景值约为 300t/km^2•a，沿海滩涂土壤侵蚀背景值 0t/km^2•a，均小于工程区容许土壤流失量 500t/km^2•a，土壤侵蚀

强度属微度。

10.3 水土流失防治责任范围及防治分区

本工程水土流失防治责任范围分项目建设区和由于工程建设活动而可能造成水土流失及危害的直接影响区。

一、项目建设区

包括工程永久征地和临时占地

1、工程永久建设用地

主要为原防洪堤堤身及外侧镇压层，约为 337 亩。

2、工程临时占地

工程施工期生活、仓库、施工工厂设施及料场、弃渣物、施工临时道路等占地面积约 41.0 亩，占地面积中不含租用民房部分的占地面积。

二、直接影响区

直接影响区指开发建设项目对周边造成水土流失及危害的区域。本工程直接影响区为工程周边 10m 范围合计 96 亩。

10.4 水土流失影响分析与预测

10.4.1水土流失预测

工程扰动原地貌、损坏土地和植被的面积共计 28.86hm^2。

可能造成的水土流失预测根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），采用类比法，结合项目区的土壤类型、植被状况、气候特性及项目的施工方式，采用定性及定量预测相结合的方法。

经预测，工程可能产生的水土流失总量约 1680t，新增的水土流失总量约 1594t。施工期是水土流失防治的重点时段，回填区及临时堆土场是工程水土流失防治的重点区域。水土流失危害主要表现在损坏地表植被、影响周边区域景观等。

10.4.2可能造成水土流失危害分析

根据工程现状的水土流失预测，可能造成的水土流失危害主要有以下几个方面：

1、料场开挖所产生的弃渣放在渣场（料场内），经雨水冲刷等作用，将会诱发滑坡，洪水将其带入溪流还会造成河道淤积，影响河道水质和行洪。

弃渣在雨水冲蚀下，可形成面蚀，可能使局部地段失去稳定，导致塌方，影响安全，并造成新的水土流失。

2、工程在建设过程中，损坏了原有的地表、植被，使其蓄水保土能力丧失或降低；加之土方开挖和回填，加剧了土壤侵蚀，对周边生态环境产生较大的影响。开挖的临时堆土、施工临时堆料在降雨大风天气易流失进入周边水系，淤积堵塞排水河道，导致排涝设施排水能力降低。

3、加剧水土流失强度，影响土壤肥力。

4、水土流失将破坏水环境，污染水资源，不利于生态平衡。

5、影响施工安全，如建设区防治水土流失措施不到位，积水和泥沙淤积会影响工程施工进度和施工安全。

6、土石方运输过程中，散落于附近道路上的土石颗粒也将影响环境卫生和沿线景观等。容易产生水土流失，原有生态环境受到一定影响。

10.5 水土流失防治标准和总体布局

本工程水土流失防治区域包括工程建设区和直接影响区，其中直接影响区主要是土石方的挖填和人为活动对建设区附近植被的破坏。因此施工过程中，施工单位必须加强现场管理，监理单位应加强监督，减少对建设范围以外地区植被的破坏。

根据本工程水土保持流失区域的特点，水土保持防治区共分三个：

I区为工程建设区，海塘加高加固施工面。

II区为临时设施防治区，包括临时生产设施布置场地。

一、I区

工程建设区为海塘加高加固施工工作面，该部分水土流失主要发生在施工期，工程完工后，防洪堤本身也是一项水保工程，水土流失会减少到最低程度，可以不设其它水保设施。在工程施工期，大规模的土石填方应安排在非汛期和晴天施工，下雨前应做好施工面的保护和排水引流，以防止更多的水土流失。

二、II区（临时设施防治区）

施工完成后临时设施应拆除，重新疏松被压实的土壤，平整后种植常绿灌木或针叶和撒播草籽。

三、其它措施

1、在工程土石方施工时，应避免土石方施工机械损坏附近河岸护岸，严禁土石方倒入河道中，对于施工运输过程中散落于河道的土石方应进行疏浚，保持河道畅通。

2 尽量减少运输过程中土石方散落于道路中，散落于道路中的土石方应定期派专人

进行打扫，保持路面干净。

3、施工中的临时场地要尽量避开植被良好区，临时占地要尽可能少。

4、施工结束后拆除临时建筑物，清理场地，尤其要重点清除建筑垃圾，运至指定的弃土场处理。并对临时借地复垦，恢复其土地使用功能。

5、监理单位和施工单位必须加强石料运输道路的现场管理和巡视，做好清扫收集等水保工作。

四、整体措施的相互协调基及布局

本方案各项水土保持措施需合理有序的进行，做到工程措施和植物措施相结合。本方案水土保持措施实施后，由本工程引起的水土流失将得到有效治理。

10.6 弃渣场设计

弃渣场、出料口的临空边缘应设置防护墩，其高度应不小于车辆轮胎直径的 1/3，且不低于 0.3m。宜用土石堆体、砌石或混凝土浇筑。

10.7 表土保护与利用设计

根据场地占地类型，临时占地为旱地，场地施工前对表层土进行剥离，剥离厚度 30cm，剥离量 9011m³，临时堆放在表土堆场，施工后期用于场地覆土。

10.8 水土保持工程设计

1、切实贯彻“三同时”制度，水土保持防护工程与主体工程同步进行，各防治区内的水土保持措施配合主体工程同时实施，相互协调，有序进行。

2、加强现场组织管理，切实做到文明施工，严格控制施工红线，减少施工对周边的影响，基础处理产生的桩基泥严禁排入周边水域。

3、土石方运输车辆应进行遮盖，两侧和后挡板完好，严禁超速超载，防止运输造成土石方沿途撒落流失，若有撒落，应及时予以清理。施工车辆驶离项目区时，对车轮和底盘进行清洗。

4、施工区定期洒水控制扬尘，特别是土石方施工区、临时堆土、车辆通行便道等尘土较多和人员活动区域。

5、植物措施要加强后期抚育，保证植被存活率。

6、工程区靠近河道和海域，台风期间应加强与当地气象部门的联系，做好大风和降水等情况预报工作，备足防汛材料，做好人员、机械和材料的撤高预案，保障施工期间的排水设施通畅，大规模的土石方工程避开主汛期，应考虑安全撤出的指施和一切可行的方法。

10.9 水土保持监测与工程管理

一、监测范围及时段

水土保持监测范围即为工程水土流失防治责任范围，本工程水土流失防治责任范围面积为 28.86hm²，即为水土保持监测范围。水土保持监测时段由施工准备期至设计水平年，与方案设计时段一致。

二、监测方法及频次

水土保持监测方法包括简易观测小区法、简易沉砂池法、标准地法、现场调查、巡查法；监测频次为每年的汛期 4～10 月，每月 1 次，非汛期隔月 1 次。

三、监测点布设

根据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）的要求，在实地踏勘的基础上，针对本工程的水土流失特点，设置 4 个监测点，分别位于堤防填筑边坡、回填区、临时堆土场、施工临时道路等。

10.10 水保费用

10.11 水保费用

本工程水土保持投资估算共计 177.46 万元（具体投资以水保专项报告为准），此项费用计入工程总投资中。工程在采取方案提出的各项防治措施后，能够有效地控制项目建设可能产生的水土流失，恢复项目区的生态环境。建设单位需严格按照水保方案落实水土保持工程项目的设计，积极配合当地水行政主管部门加强监督检查。从水土保持角度分析，本工程不存在重大的水土保持制约因素，工程建设是可行的。

表 10.11-1 水土保持投资估算表

编号	工程名称	建安工程费	植物措施费		独立费用	合计
			栽植费	管理费		
一	工程措施	11.18				11.18
1	Ⅰ区（主体工程防治区）	11.18				11.18
二	植物措施	2.00				2.00

编号	工程名称	建安工程费	植物措施费		独立费用	合计
			栽植费	管理费		
2	Ⅱ区（施工临时设施防治区）	2.00				2.00
三	临时措施	93.64				93.64
1	临时防护工程	82.41				82.41
①	Ⅰ区（主体工程防治区）	40.95				40.95
②	Ⅱ区（施工临时设施防治区）	41.46				41.46
2	其他临时工程	11.23				11.23
四	独立费用				59.47	59.47
1	建设管理费				2.56	2.56
2	工程监理费				3.20	3.20
3	水土保持方案编制费				42.00	42.00
4	科研勘测设计费				3.70	3.70
5	水土保持监测费				8.00	8.00
五	第一至四部分合计					166.29
七	水土保持补偿费					11.17
八	总投资					177.46

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》(DL5061-1996) 的要求，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，分析建设与生产过程中的危害因素，采用先进的技术措施和可靠的防范手段，保障劳动者在生产过程中的安全与健康，确保工程建成后符合劳动安全及工业卫生的要求。

11.1 危险与有害因素分析

11.1.1设计依据

11.1.2法律、法规及有关规定

（1）中华人民共和国劳动法；

（2）中共中央关于认真做好劳动保护工作的通知(中发(1978)67 号)；

（3）关于生产性建设工程项目职业安全监察的暂行规定(劳字(1988)48 号)；

（4）建设项目(工程)劳动卫生监察规定(中华人民共和国劳动部令第 3 号)；

（5）浙江省劳动安全卫生条例。

11.1.3主要技术规范、规程

（1）《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL5061-1996)：

（2）《电器设备安全设计导则》(GB4064-83)；

（3）《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999)；

（4）《起重机械安全规程》(GB6067-85)；

（5）《建筑防雷设计规范》（GB50057-94）；

（6）《火灾自动报警系统设计规范（2000 年修订版）》（GBJ50116-98）；

（7）《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；

（8）《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）。

11.1.4危险与有害因素分析

本工程的主要任务是以防洪挡潮为主，兼顾改善周边环境。在生产过程中不使用和不产生任何有害有毒物质，更无污染源产生，是一个清洁的生产基地。工程对环境总的来说有利影响是主要的，工程完成后，对周围环境一般不会造成任何危害。

11.2 劳动安全措施

11.2.1防火、防爆

1、消防设计原则

工程在建筑结构和消防设施设计中贯彻以“预防为主，防消结合”的方针。从建筑和结构设计上采取切实可行的防火措施，防止火灾的蔓延扩散。

2、防火设计

对建筑物和机电设备，特别是电气设备的防火，主要采取隔离、设置阻燃材料和配置足够的灭火装置等措施。

11.2.2防雷电及防电气伤害

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。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。

2、过电压保护及接地

建筑物屋顶设置避雷带，以防直击雷的侵入。

3、电气设备防误操作

开关柜选用具有防误操作功能的开关柜，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，供电气运行人员易于辨认，尽可能杜绝误操作。

11.2.3防机械任务、防坠落伤害

1、机械设备

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。

2、防坠落伤害

高度在 2.0m 以上的工作平台、人行通道（部位），在坠落面侧设置固定式防护栏杆。水工建筑物的闸门门槽处，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。

11.2.4防洪、防淹

工程的防洪标准均按国家有关规程规范进行设计，除此以外设有以下措施：

1、工程设一套自动化水情测报系统，该系统和上、下游地方防汛台、站有可靠的通讯联系和必要的报警装置。

2、堤塘堤顶内侧应有排水设施。

11.2.5施工期安全

主要指施工安全和度汛安全。

一、施工安全

施工期间，需建立施工安全制度，主要岗位实行上岗证制，工地需配置专职安全员，由安全员对施工现场安全进行全面检查。

建立进入施工现场的安全规定，对进入现场的人员和机械进行安全管理，对施工交通车辆驾驶人员应进行交通安全知识教育，并登记在册，确保车辆的运行安全。由于本工程附近有乡村，故施工道路的布置应尽量避开乡村及人员较集中地带，以免发生意外。

施工现场机械应由机组人员定期检查状况，建立现场机械安全操作手册。

对坡上施工人员及设备，特别是水闸基坑开挖施工时，应确保上坡处无危险物件滑落，机械及物资不能堆置在高坡边，以防滑落。

施工用电的安全，应建立安全用电制度，施工用电必须由专门电工负责，其余人员无权操作。

施工围堰应严格按设计要求进行施工，确保围堰不滑坡、不进水，保证工程施工安全。

二、度汛安全

本工程施工期度汛标准原则上不低于原设计防洪（潮）标准，即施工期度汛标准为 20 年一遇高潮位设计。

本工程海塘提升改造工程在原有老堤堤身上进行加高加固，考虑到工程实际情况结合地区实际施工经验，本项目堤防施工采取无围堰候潮施工方法，有利于节省工程投资和加快施工进度，正常施工情况下不存在施工导流问题，施工期不存在破堤现象，未降低原老堤的防洪挡潮标准，不会对原有的防洪功能造成影响。

工程度汛期间，实行项目法人负责制，严格按防汛预案操作，确保人员、机械及工程的安全度汛。

11.3 工业卫生措施

11.3.1防噪音及防振动

工程的噪音、振动源主要来自各种设备上的电动机及变压器等，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防尘、防污、防腐蚀、防毒

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。所有电器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。

11.4 安全卫生评价

安全卫生满足相关的规范规定要求，设置必要的安全卫生管理机构以及专人负责安全卫生方面宣传教育和管理工作，是工程运行中劳动安全与工业卫生的必要保证。

（1）工程施工用水可直接从堤内塘河取水，水质需经过试验合格后方可用于施工。生活用水可以从附近街道接管，保证生活区饮用水的质量达到《生活饮用水质标准》。工程完工后，管理区应统一规划整理、清除障碍，绿化管理区，创造一个良好的生产、生活环境。

（2）应有完善的通讯设施，管理区对内、对外通信畅通。管理区万一发生重大情况和安全事故，都能及时报告有关部门，及时组织支援和处理。

（3）为了贯彻落实安全卫生工作，根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（DL5061-1996）的规定，安全卫生管理人员每 1000 人配置 2~5 人，考虑到本工程实际的运行模式，配置 1 人来管理工程的安全卫生工作，可以由工程管理人员兼职，根据生产需要，应定期向职工进行劳动安全、工业卫生方面教育、宣传，保障劳动者在生产过程中安全和健康，并负责保养维修安全卫生设施（温度计、温度计、声级计等监测仪器）。

11.5 劳动安全与工业卫生投资概算

工程职业安全卫生设施基本上已与生产设施相结合考虑，水工建筑物、机电设备、防火安全设施等费用已包含在各项目的投资费用当中，不另行计列。

12 节能评价

12.1 设计依据

节约资源是我国长期的基本国策，本工程节能设计主要依据以下有关规范和文件编制。

12.1.1政策、法规

1、《中华人民共和国节约能源法》（2007 年 10 月修订，2008 年 4 月 1 日实施）；

2、《关于加强节能工作的规定》(国发【2006】28 号)；

3、《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》（国家发改委[2010]6 号；

4、《中国节能技术政策大纲》；

5、国家发展和改革委员会发改投资〔2006〕2787 号文“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”；

6、《浙江省人民政府关于印发浙江省固定资产投资项目节能评估和审查管理办法的通知》（浙江省人民政府浙政发〔2010〕35 号）；

12.1.2规程、规范和标准

1、《企业节能量计量方法》（GB/T 13324-2009）；

2、《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）；

3、《用电设备电能平衡通则》（GB/T 8222-2008）；

4、《节电措施经济效益计算与评价方法》（GB/T 13471-2008）。

5、《水利项目节能评估和审查暂行办法》；

6、《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2005)；

12.2 能耗分析

本工程主要建筑物有标准堤全长 3.21km，交叉水闸加高 3 座，主要能耗发生在施工期，施工期主要消耗能源为用于运输石方和原材料等运输工具消耗的柴油，桩基施工和砼施工消耗的电和柴油和用于养护用的淡水资源。

项目能源消耗包括建设期和工程运行期两阶段。

1）施工期能耗种类

（1）土石方机械能耗：主要有挖掘机、装载机、推土机、钻孔灌注桩造孔机械等，主要能耗为燃油。

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

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

本工程的施工工厂主要有混凝土拌和系统、机械修配系统及综合加工系统。其主要消耗能源为电能。

2）运行期能耗种类

工程运行期能源消耗主要有运行维护各类水工建筑物闸门消耗透平油和电能以及管理用电等。

各类能源折算为标准煤计算成果见下表，电力能源折算标准煤系数采用 2006 年全国平均水平计算。

表 12.2-1 施工期及运行期能源消耗统计

能源种类		数 量	消耗折算标准煤系数	标准煤数量（万 t）
施工期	柴 油	217.69t	1.4571kg 标准煤/kg	0.03168
	汽 油	21.87t	1.4714kg 标准煤/kg	0.0033
	电 力	80.168 万 kW·h	0.4040kg 标准煤/kW·h	0.0319
	小计			0.067
运行期	电力	60.28 万 kW·h	0.4040kg 标准煤/kW·h	0.0242
	小计			0.024
合计				0.091

12.3 节能措施

从工程的设计、建设、管理、运行等各个环节紧紧围绕节能这项工作；工程的开发与建设应坚持开发与节约并举、节能优化、效率为本的原则。

12.3.1节能

本工程主要消耗的能源为柴油和电能。因此相应的措施为：

（1）本地区能源供应基本能满足本工程的需求，夏天用电高峰期，服从电力部门

的高峰安排，适当进行错峰施工。

（2）柴油主要消耗于石方及原材料运输、桩基施工和砼施工，因此通过加强交通运输节能和采用低能耗设备来减少柴油消耗。建设及运行管理过程中应积极推进节能型综合交通运输体系，尽量少用能耗大的汽车、设备，鼓励使用节能环保型的运输工具和设备。

（3）工程管理房采用以下节能措施：

①本工程管理用房，按照《公共建筑节能设计标准》进行设计；

②管理房推荐采用新型节能墙体材料、高效节能办公设备、电器、照明产品等。水闸启闭机房内不设空调，采用自然风。所有照明灯或景观灯均采用节能灯；

③施工和运行期间，管理房、建设单位用房、施工单位用房和设计代表用房等严格控制室内空调稳定，夏季室内空调设置不低于 26℃，冬季室内空调设置不高于 20℃。

④优化施工用电方案，推广应用高效节能技术、提高电能使用效率，改进用电调度原则，实现电力节能、环保和经济调度。

12.3.2节水

随着经济的发展，污水的排放，可开发利用的水资源变得越来越少。水资源的优化配置、合理开发，并在开发利用中加以保护受到人们的关注和重视。

本工程的用水主要是生产用水、生活用水和消防用水。标准堤施工用水可直接从堤内塘河取水，水质需经过试验合格后方可用于施工。管理区、生活区等生活用水可以从附近乡镇接管。

采取的主要节能措施如下：

（1）生活用水设分级计量措施；

（2）生活给水管采用 PVC 塑料管材，卫生洁具采用节水型。

12.3.3工程节能设计

做好工程的优化设计，选择合理经济的设计方案，本工程在总体布置和设计中，充分体现了节能理念。

根据工程的建设条件，工程布置及建筑物设计从技术、经济、社会、环境等方面进行了多方案比较，确定较为经济合理的布置方案。

12.3.4施工节能设计

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。在施工总进度安排上，合理安排施工工期。

12.3.5管理节能设计

本工程已建立健全工程管理组织机构，合理确定管理人员定员安排，明确工程运行原则，制定切实可行的工程管理制度，落实目标责任制，为工程发挥设计效益做好了管理准备。

12.4 节能效果综合评价

12.4.1设计中的节能措施评价

1）根据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。

2）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。

3）落实管理机构和人员，明确节能管理原则和要求，为工程发挥设计效益做好了管理准备。

12.4.2综合评价

本报告依据合理利用能源、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、结构设计、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，能源消耗总量相对较低，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 设计依据

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 年修订）；

3、《中华人民共和国水土保持法》（2010 年修订）；

4、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订）；

5、《中华人民共和国土地管理法》（2004 年修订）；

6、《中华人民共和国河道管理条例》（2017 年修订）；

7、《中华人民共和国防汛条例》（2005 年修订）；

8、《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订）；

9、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年修订）；

10、《中华人民共和国节约能源法》（2016 年修订）

11、《中华人民共和国海域使用管理法》（2001 年）

12、《浙江省海域使用管理条例》（2012 年）

13、《浙江省河道管理条例》（2011 年）；

14、浙江省实施上述法律、法规的办法。

13.2 工程管理体制

13.2.1管理体制和机构

根据《水法》、《中华人民共和国河道管理条例》、《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》、《浙江省海塘工程技术规定》等法规中保护特定的专用海塘，由专用单位负责维护管理。

本工程项目法人为：平阳县水利发展投资有限公司。本工程目前由平阳县水利发展投资有限公司管理，暂无专门的管理用房及配套设施，本次加固加高后仍由原单位管理；管理体制及机构不变。负责工程段堤防和水闸工程的日常管理和维护工作。台汛期间，管理机构应由属地防汛指挥部同一调度指挥。

主要职责：

1、按照《水法》及《防洪法》对工程范围实施日常管理及汛期抗洪监察工作，防止堤防两岸管理范围被侵占，防止在河道行洪断面范围内设障的违法行为。

2、对堤防工程进行检查观测，掌握工程的运行状况及变化情况，完善工程的档案管理制度。

3、对海塘、水闸工程进行养护修理，消除质量隐患，确保安全。

4、根据防洪指挥机构的调度命令，执行有关堤防防汛抢险事宜。

13.2.2管理人员

按照《浙江省水利工程管理定岗定员标准（试行）》的有关规定，海塘工程定员标准如下：

表 13.2-1 海塘工程定员级别

定员级别	防洪标准 [重现期（年）]
1	≥100
2	＜100，≥50
3	＜50，≥20

表 13.2-2 海塘工程管理岗位类别及名称

序号	岗位类别	岗位名称
1	单位负责类	单位负责岗位
2		技术总负责岗位
3	行政管理类	行政事务负责与管理岗位
4		人事劳动教育管理岗位
5		文秘岗位
6	财务与资产管理类	财务与资产管理负责岗位
7		会计岗位
8		出纳岗位
9	档案管理类	档案管理岗位
10	安全生产类	安全生产管理岗位
11	工程管理类	工程技术管理负责岗位
12		海塘工程技术管理岗位
13		信息和自动化管理岗位
14		海塘观测岗位
15		涉塘管理岗位
16		交叉建筑物管理岗位
17		防汛管理岗位
18		维修养护岗位
19		防汛物资管理岗位
20	海塘巡查管理类	巡查管理岗位
21		巡查岗位
22	水政监察类	水政巡查岗位
23	辅助类	辅助类岗位

表 13.2-3 海塘工程管理各岗位定员

序号	岗位类别	岗位名称	定员级别		
			1 级	2 级	3 级
1	单位负责类	单位负责岗位	1~3	1~2	1~1.5
2		技术总负责岗位			
3	行政管理类	行政事务负责与管理岗位	2~3	1~2	1~1.5
4		人事劳动教育管理岗位			
5		文秘岗位			
6	财务与资产管理类	财务与资产管理负责岗位	2~3	2	2
7		会计岗位			
8		出纳岗位			
9	档案管理类	档案管理岗位	1	1	0.5~1
10	安全生产类	安全生产管理岗位	1	1	0.5~1
11	工程管理类	工程技术管理负责岗位	3~6	2~4	1.5~3
12		海塘工程技术管理岗位			
13		信息和自动化管理岗位			
		海塘观测岗位			
14		涉塘管理岗位			
15		交叉建筑物管理岗位			
16		防汛管理岗位			
17		维修养护岗位			
18		防汛物资管理岗位			
19	海塘巡查管理类	巡查管理岗位	0.5～1.5	0.5～1	0.5
20		巡查岗位	（2～8）km/人		
21	水政监察类	水政巡查岗位	3~4	2~3	1.5~2.5
22	辅助类	辅助类岗位	(0.06～0.08)×以上各岗位人数总和	(0.06～0.08)×以上各岗位人数总和	(0.06～0.08)×以上各岗位人数总和

本段海塘为 1 级海塘，防潮标准为 100 年一遇，根据上表及实际情况，定员级别为 1 级，管理机构本着精简高效的原则，合理设置职能机构。工程建成后由原管理单位统一管理。平阳县滨海新区建设管理委员会现有技术总负责 1 人、巡查员 1 人，同时兼管多项任务，本段海塘、邻近河网、水闸等水工构筑物尚无专门管理人员。

本项目管理本阶段暂按 18 人考虑，其中单位负责类 1 人，行政管理类 2 人，财务与资产管理类 2 人，档案管理类 1 人，安全生产类 1 人，工程管理类 6 人，海塘巡查管理类 2 人，水政监察类 3 人。

13.2.3管理用房

由于邻近河网、水闸等水工构筑物尚无专门管理用房，本工程及根据《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）中 8.2.2 条:1、办公用房应根据定编人数，按人均建筑面积不大于 15m^2 确定。定编人数少于 50 人的单位，可适当扩大建筑面积；2、生产、生活用房中的仓库、资料档案室、防汛调度室建筑面积应根据防汛任务及其他管理要求确定，其他房屋总建筑面积按定编人数人均不大于 35m^2 确定。

本工程定编人员 18 人，本设计综合管理房建筑面积 411.96m^2，人均 22.88m^2，不大于 50m^2（15+35），满足要求。

13.3 工程运行管理

13.3.1建筑物管理

标准堤、水闸等建筑物采取专职人员和兼职人员分段管理、分工负责的方法，由管理站统一制定护堤(坝)公约、管理工作制度、维修养护制度、检查(观测)制度、排涝闸管理制度、排涝闸控制运行操作规程等。并进行广泛宣传，专门培训。管理单元的划分由管理站根据实际情况进行划分。

标准堤、排涝闸由专职人员进行每月二次的定期观测，平时要加强巡视检查，发现异常应及时报告，并组织调查抢修；堤外涂面淤涨、刷深观测应在汛前、汛中、汛后分别观测，掌握淤涨、冲刷变化规律；外潮位观测应在高低潮位期进行，遇大潮汛时，应进行摄像，取得高潮位变化、波浪情况的图像资料。

排涝闸的维护运行管理，应由专职人员负责，统一调度运行，开闸运行时，应严密观测运行情况，平时要经常进行机电、启闭机、闸门的维修养护和闸室裂缝观测，发现异常，及时处理。

工程观测记录、图像资料、异常情况处理记录、值班检查记录应妥善保管存档，需上报的，及时上报。

13.3.2工程观测

一、堤防工程观测

1、堤身沉降位移观测：在堤顶每间隔 300m 设置固定位移观测点，由专职人员进行垂直沉降、水平位移观测，平时加强巡查，发现异常情况及时处理。

2、岸滩演变观测：为掌握堤外一定范围内滩涂淤涨等变化情况，一般每年可进行 2 次，以 5 月份、11 月份测量为宜。

3、水文观测：在标准堤上设立水尺，在遇台风或高潮期间，进行高潮位观测和波浪爬高目测或拍摄波浪爬高、越浪照片，取得摄影资料。

二、水闸工程观测

为了确保工程安全运行，设置以下观测设施：

1、上、下游水位观测：在闸墩上、下游适当位置设立自动水位仪，以便了解分析水闸运行过程中上、下游水位变化情况。

2、沉陷、位移观测：在闸墩及翼墙的上、下游适当位置设立沉陷观测标点，沉陷观测标点兼作位移观测点。

3、上、下游河床变形观测：尤其是下游河床变形观测，设立2～3个固定测量断面位置，定期测绘上下游河道断面，通过变形观测可以了解河道断面变化情况以便分析其对水闸排水量、水闸安全等可能产生的影响。

4、水流形态观测：主要为记录每次开闸运行时上、下游流态变化状况。

13.3.3工程控制运行

一、堤防工程控制运行

工程管理调度本着“经常养护，随时维修，养重于修，修重于抢”的原则。平时加强巡视检查，发现异常及时报告，并组织检查抢修。

1、堤身有无发生沉陷、位移和裂缝等情况；

2、堤防护坡有否冲掉和脱离情况；

3、内外坡脚基础有无淘刷、管涌等破坏现象；

4、护岸以及防洪工程是否完好。

对检查出的缺陷和问题应编制维修计划，对工程发生较大损坏，修复工作量大，技术较复杂时，应组织有关单位研究编制大修。

二、水闸工程控制运行

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。

1、水闸排水应尽量避免在闸下无水时开闸。

2、防汛期间根据防汛指挥部门的指挥，可以适当预降内河水位，确保内河防洪排涝安全。

3、运行过程中应及时对工程进行监测和检查，了解建筑物是否有异常情况发生。

4、水闸下游的引河内不宜停靠船只，更不得进入水闸的管理范围，在管理范围线上应设立明显的标志警告牌。

13.3.4防汛抗台管理

一、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。

二、防汛重点

防汛防台工作主要为：

1、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；

2、强对堤、闸巡查制度，发现有损部位要及时加固，不留隐患；

3、备抢险抗台物资；

4、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。

13.3.5管理费用

工程运行管理费用包括：海塘、水闸等工程建筑物的维护管理费用，工程观测费用，房屋、交通、水电、通讯、生产、生活等建筑、设施的运行费用，人员工资及福利费等。

管理必须有稳定的经费来源做保障，工程年运行费用主要由工程维护费、防汛抢险费、管理人员工资及福利、材料费、办公费等组成。

由于堤防工程完全是社会公益性事业，应根据每年所需费用，建议由受益区政府或企业按保护区的效益等进行分摊、自筹或当地政府财政解决。

13.4 工程管理范围和保护范围

13.4.1管理法律依据

本工程管理的国家法律、法规及规范依据为：

①《中华人民共和国水法》

②《中华人民共和国防洪法》

③《中华人民共和国防汛条例》

④《中华人民共和国河道管理条例》

⑤《堤防工程管理设计规范》（SL/T171-2020）

⑥《浙江省水利工程安全管理条例》（2008）

⑦《浙江省海塘建设管理条例》（2015年修正）

⑧《浙江省河道管理条例》

13.4.2工程管理和保护范围

根据相关规划，本工程提升改造后工程等别Ⅰ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》、《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。

一、标准海塘

1、管理范围：塘身以及迎水坡脚起向外延伸 70m，背水坡脚起向外延伸 30m。

2、保护范围：海塘的保护范围为背水坡管理范围向外延伸 20m。

二、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 200m，左右侧边墩翼墙起各向外延伸 70m。

2、保护范围：管理范围外 20m 为保护范围。

标准堤和水闸的管理范围以及保护范围经上级主管部门批准同意后，在竣工验收前埋桩标界，在划定的管理范围内严禁进行爆破、打井挖塘、采石取土、挖坑开沟、建坟建房等有害于工程建筑物安全运行的活动，保护范围内未经批准，不得从事影响工程防汛、防台、防潮、抢险、影响工程建筑物正常运行的活动，堤外非码头处未经许可不得停泊船只。

未经管理部门批准许可，不得在保护区范围内从事影响水工建筑物正常运行的活动。同时在海塘沿线设桩立界，做好宣传工作。

13.5 工程设施与设备

为实现海塘工程管理制度化、专业化、信息化的标准化管理目标，保障海塘工程的安全运行，充分发挥工程效益，根据《浙江省海塘工程运行管理规程（试行）》以及《浙江省海塘工程管理手册编制指南（试行）》进行标准化设计。

13.5.1管理标志设置与管理

根据已批复的海塘管理范围划定方案，设置界桩、管理范围和保护范围公告牌等以明确海塘工程管理范围，设置公里桩（牌）以明确海塘长度；

设置禁行限行标志及设施以限制社会车辆在堤顶道路上的通行。对已设置的管理设施进行日常维护。

13.5.2涉河涉堤项目监督管理

通过定期、不定期检查、专项检查，组织地方联合检查，重要技术指标委托第三方检测、复核，召开监管会议等手段，实行涉河涉堤项目监督管理。对符合批复文件要求的完工项目进行专项验收，完成资料归档工作。

13.5.3信息化管理

设置监控设施，使用海塘综合业务系统开展巡查，使用数据库维护系统进行管理信息统计、汇总。

13.5.4档案管理

海塘在日常维修养护和除险加固过程中形成的具有查考、利用和保存价值的文字、图纸、图表、声像、磁盘、光盘等不同载体的历史记录进行收集、归档、管理、使用和销毁等管理。

归档的资料主要包括：采购项目档案、工程档案资料

（1）采购项目档案资料主要包括：采购预算执行文件、采购前期准备文件、采购开标（含谈判、询价）文件、采购评审文件、采购中标（成交）文件、采购合同文件、采购成果、验收及结算文件、其他文件等。

（2）工程档案资料主要包括：工程管理文件材料、施工文件材料、监理文件材料、竣工验收文件等。

13.5.5标识标牌

为规范水利工程标准化管理验收工作，根据浙江省水利厅《浙江省水利工程标识牌设置指南（试行）》（2016 年 8 月）、《浙江省水利工程标识牌标准（试行）》（2016 年 8 月）等有关文件和规定，让工程面貌更具现代化、标准化，制定本工程标识标牌设置要求及操作建议。新（改、扩）建水利工程的标识牌设置（调整）应在工程投入使用前完成。

14 工程信息化

14.1 概述

14.1.1工程概况

平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）原为平阳县宋埠～西湾滩涂围垦工程主堤，位于平阳县新兴产业园东侧，东临大海，北至瑞安阁巷海塘，南至西湾跳头山脚。其中主堤长约 3.2km，北隔堤长约 2.2km，堤上现有水闸 3 座。

本工程目前由平阳县滨海新区建设管理委员会管理，暂无专门的管理用房及配套设施，也不具备系统的工程信息化设施。

14.1.2设计依据

1. 《浙江省水利信息化建设规划》
2. 《2017 年水利信息化工作要点》
3. 《加快推进新时代水利现代化的指导意见》
4. 《浙江省防汛抗旱指挥系统建设指南》
5. 《浙江省水利发展“十四五“规划》
6. 《浙江省大中型水闸运行管理规程》（2018 年 3 月）
7. 《浙江省水利工程标准化管理验收方法》（2018 年 8 月）
8. 《浙江省水利工程管理定岗定员标准》（2016 年 8 月）
9. 《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》（2016 年 7 月）
10. 《浙江省水利工程视频监控系统技术规定》
11. 《信息采集系统总体设计报告》
12. 《工业控制计算机系统验收大纲》（JB/T5234-91）
13. 《建设领域计算机软件工程技术规范》（JGJ/T90－92）
14. 《电子信息系统机房设计规范》（GB50174-2008）
15. 《静态继电保护及安全自动装置通用技术条件》（DL478-2010）
16. 《电测量及电能计量装置设计技术规程》（DL/T5137-2001）
17. 《继电器及装置基本试验方法》（GB/T7261-2008）
18. 《水电厂闸站自动化控制系统基本技术条件》（DL/T578-2008）
19. 《电子设备雷击保护导则》（GB7450-87）
20. 《水闸设计规范》（SL265-2016）
21. 《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》（GB50171-2012）
22. 《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》（GBJ149-2010）
23. 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB50150-2016）
24. 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）

14.1.3工程任务

根据管理单位对于三个水闸和海塘沿线的总体建设需求，结合水利厅对于闸站信息化、标准化的要求，以排涝挡潮调度为中心，运用先进的水利相关技术建设海塘及沿线三个闸站的综合信息化管理系统，并为远期建设项目留有余地和接口能实现以下内容：

1. 实现闸门启闭的自动化控制

实现对各个闸门的自动化启闭控制，可远程对闸门进行操控，从而简化人员布置，提高工程运作效率，达到节能减排的目的。同时对现地控制箱及闸门存在的问题进行改造。

2. 实现水位信息及设备运行状况数据采集

实现闸站内水位信息、设备运行状况（如闸门启闭、开度仪显示状态等）的数据采集，实现闸站水位、工况信息远程监视，从而消灭信息孤岛，使得管理单位能够与上级管理部门进行信息共享，为闸站管理和调度提供有效的数据支持。

3. 实现海塘沿线与闸站内外的实时监控与预警

实现海塘沿线与闸站内外情况及设备运行过程的视频图像实时监控、闸门运行过程中对过往船只及行人的警示和警报、入侵报警等，从而增加闸站安全防护手段，提高工程建设的社会效益。

14.1.4设计原则

在设计时应遵循先进性、实用性、可靠性、可扩展性和安全性等原则，确保系统的成功建设及可持续发展，各原则如下所示：

1. 先进性原则

采用成熟、具有国内先进水平，并符合国际发展趋势的技术，结合软硬件产品和设备，确保各子系统能够在几年内基本满足应用的需求。在设计过程中充分依照国际上的规范、标准，借鉴国内外目前成熟的综合信息系统的结构体系，保证系统建设具有较长的生命力和扩展能力。

2. 实用性原则

系统设计时应面向实际，注重系统的实际功效，充分考虑系统结构与使用者之间的密切联系。在符合水利工程信息化建设标准的基础上，尽可能最大化地发挥系统的实用性，满足用户的实际需求。

3. 可靠性原则

依靠系统的模块化、智能化设计，保证系统能够长期稳定地工作。具备一定的故障与恢复分析和容错能力，确保一个环节出现意外时不会影响整个系统的运行，各个子系统的终端部件出现故障时不影响其他部件的运行。并在安全体系建设、复杂环节解决方案和系统切换等各方面考虑周到、切实可行，建成的系统具有可靠性高、稳定性强等优点。

4. 可扩展性原则

整个系统应采用分层分布的网络结构，使用国际公认的，开放的网络通讯协议，便于对系统进行扩展和连接。系统设计时应具有一定的前瞻性，充分考虑系统升级、扩容、扩充和维护的可行性。软件扩展和升级简便，具有标准接口，硬件具有可扩展接口，无需更换设备即可接入新的功能。系统可以满足今后信息化、数字化系统管理的扩展需求。

5. 安全性原则

把系统设计的安全性放在首位，既要考虑水利信息资源的充分共享，也要考虑各类信息传递间的保护和隔离措施。控制系统在各个层次的访问权限，构建严格的操作体系，充分利用日志系统、健全的备份和恢复策略增强系统的安全性。同时采用先进的防火墙技术保证系统网络方面的性能安全，确保水利信息化建设能够安全有效运行。

14.2 建设方案

8. 对现有三座水闸（南闸、中闸、北闸）的水工、机电、金结工况进行适当改造，以利于下一步自动化系统的建设。在三个闸站分别设置 1 套自动化控制系统（共 3 套），并对现地控制箱进行改造，实现闸门远程运行以及自动化设备工况信息的采集、建设运行和管理；
9. 在三闸分别建设 1 套视频监控系统（共 3 套），对闸站上下游、闸内外情况进行实时监控，能够及时发现不文明或违法行为，及时发现闸站异常情况；
10. 在三闸分别建设 1 套安全预警系统（共 3 套），在闸站放水前通知过往船只和居民注意安全，并对闸站进行安全保护措施；
11. 建设闸站与控制中心的网络通讯系统，将三个闸站与控制中心用光纤网络进行连接，提高数据传输的速率，加强闸站的管理时效性；
12. 沿海塘布置 1 套视频监控系统，1 套安全预警系统。
13. 在综合管理房设置控制中心，增设大屏显示系统、机房等重要设备，实现控制中心集中、远程操控的功能；
14. 建设软件平台，统一工程调度，符合水利工程标准化建设内容，并未远期建设项目接入留有余地。

14.3 需求分析

14.3.1水利标准化管理的需求

为全面落实习总书记标准化思想和国务院深化标准化工作改革的决策部署，全面提升全省水利工程管理水平，让水利工程更好地造福人民，2016 年 1 月 10 日，浙江省省政府印发《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）文件，对全省水利工程标准化管理提出指导意见，明确水利工程标准化管理的主要任务和保障措施。为进一步明确任务、落实责任，指导和推动各地全面开展水利工程标准化管理创建工作，确保完成目标任务，根据省政府办公厅（浙政办发〔2016〕4 号）文件，省水利厅于2016年2月19日印发了《全面推进水利工程标准化管理实施方案（2016～2020年）》（浙水科〔2016〕1 号）。

根据《浙江省大中型水闸运行管理规程》（2018 年），水闸工程需开展定期检查；对于影响工程安全运行的缺陷应设置处理措施；并建立运行管理平台（包含工程信息、工程检查、工程观测、维修养护、应急管理、设备管理等），汇入相关数据；水闸重要管理区（闸门、上下游水面、启闭机房等)应设置视频监控，并接入省级视频监控系统。

14.3.2工程防汛调度的需求

各级防汛调度不能第一时间获得水闸的水情雨情信息，防汛调度缺少实时的信息依据。引水工程需要采集分析水闸的水文、设备工况、图像、安全防范等各方面的数据，及时准确地掌握工程水情和工情信息，为调度决策及指挥提供技术支持和科学依据，充分发挥工程效益。

14.3.3运维管理单位数据采集的需求

目前海塘沿线水闸无自动化设备，只能采集闸位数据，并且无法远程查看，应水利工

程标准化要求，闸站引水工程应能够采集水位、闸门开度、设备工况、视频图像等信息，满足水利工程管理所远程查看、控制的需求，及时掌握闸站运行与安防情况，做到工程的全方位管理。

14.3.4海塘工程管理的需求

由于沿线各闸之间的距离较远，操作方式依靠现地控制箱手动操作，使得管理非常不方便。所以必须在闸站内设置自动化控制系统，实现闸门的远程控制和数据查看。通过建设其他配套系统，如视频监控系统、安全预警系统、软件平台等，可以远程实时查看闸站内设备、环境的情况，也能够在闸站放水之前进行语音预警，为闸站及过往居民提供安全保障。有效提升管理单位的管理水平，减少人为因素和人力成本，增强管理所对水闸的控制能力。

14.3.5功能需求

14.3.5.1 通信功能

通信功能包括闸站自动化控制系统内部各结点之间的通信、与外部系统的通信、现地控制单元与现场总线上的设备通信。通信软件应采用开放系统互联协议或适用于工业控制的标准协议。通信软件配置应能由用户修改，并提供详细的说明文件，以便于将来与其他计算机系统进行数据交换。为保护自动化控制系统方面的投资，主控级与现地控制单元的通信协议应是公开的，并有详细的说明，以保证将来现地控制单元中的主要设备改型或升级不受影响。

14.3.5.2 数据采集

自动采集实时数据或图像；自动采集设备工况信息；自动接收上级命令信息。

14.3.5.3 数据处理

采集数字量输入、模拟量输入、数字量输出等数据的相关信息，生成运行报表、历史数据、曲线记录等。

14.3.5.4 数据存储

闸站自动化控制系统数据库应包括实时数据库和商用关系型数据库。实时数据库应采用分布式数据库，实时数据库点要对象化。各个工作站根据其用途，可通过网络访问分布在各个现地控制单元的实时数据。主控调度层节点的应用软件要基于实时数据对象。

14.3.5.5 人机接口

主控级控制台人机界面软件采用基于浏览器的人机界面 MCGS 组态软件。人机接口画面(由画面编辑软件编辑)不应有单独的人机接口处理程序，所有的人机接口画面只有一个人机接口处理程序。人机接口应具有汉字处理能力及汉字输出能力，汉字应符合国家一级汉字库标准。

14.3.5.6 报警、记录显示和打印

具有各类报警记录、运行报表、操作票和操作指导的显示和打印，报警记录的显示应能按设备类型和报警类型分类显示；

具有趋势记录、事故追忆及相关置记录的显示和打印；

具有彩色画面拷贝能力(以文件形式存贮，并提供打印工具)和显示彩色画面拷贝文件的工具。

14.3.5.7 控制与调节功能

现地控制单元在现地人工控制或主控调度级远方控制均应具有以下控制调节功能：闸门顺序控制；排水量的控制调节。

14.3.5.8 现地控制单元接口

提供现地控制单元提供人机接口软件，在该类终端上可显示实时过程画面。

14.3.5.9 监测终端接口功能

提供人机接口监视软件，画面风格应与管理工作站保持一致。

14.3.5.10 诊断功能

提供完备的诊断软件，以实现主控调度层、现地层各节点的诊断功能。诊断范围包括网络设备、计算机设备和I/O模块，诊断结果应精确到模块和通道。应提供闸站自动化控制系统CPU运行负载率(负荷率统计周期为1s)和内存使用情况的监视软件。

14.3.5.11 双机切换功能

应具备故障在线检测及双机自动切换功能，闸站自动化控制系统正常情况下双机主备方式运行，在主用机发生故障时，备用机应能不中断任务且无扰动地成为主用机运行。

14.3.6性能需求

14.3.6.1 集成性

系统中的功能模块应具有相对的独立性，某一功能模块的故障不应影响其它功能模块的功能。系统所提供的软件是成熟的工业用或商用软件。

14.3.6.2 开放性

应尽可能采用开放的技术和标准。在硬件方面，应能保证能对系统中现有的设备增加功能，或在系统中添加新的设备；在软件方面，要易于系统软件和应用软件的扩展和升级。

14.3.6.3 实时性

1.数据采集周期

开关量：<1s；

电气模拟量：<1s；非电气模拟量(不包括温度量)：<2s；

温度量：1-5s；

事件顺序记录分辨率：≤2ms；

实时数据库刷新周期：<1s。

回放图像分辨率≥352×288

黑白清晰度≥520TVL、彩色清晰度≥480TVL

2.主备计算机数据库的数据应保持高度一致，主用计算机上由运行操作人员通过人机接口输入的数据应在 1 秒内复制到备用计算机数据库。

3.主控调度层对系统数据采集和发送数据的速率和数量应满足调度系统的要求。

控制响应

现地控制单元级接受控制命令到开始执行不超过 0.5 秒；

主控调度层发出命令到现地控制单元级接受命令的时间不超过 1 秒；

操作员执行命令发出到现地控制单元回答显示的时间不超过 1 秒。

4.人机接口

调出新画面的时间不超过 1.5 秒；

画面上实时数据刷新时间从数据库刷新后算起不超过 1 秒；报警或事件产生到画面刷新和发出音响的时间不超过 1 秒。

5.双机切换

热备用时保证任务不中断。

14.3.6.4 可靠性

1.计算机接口系统中任何设备的单个元件故障不应造成系统关键性故障或外部设备误动作，应防止设备的多个元件或串联元件同时发生故障。闸站自动化控制系统中系统设备的平均无故障时间 MTBF 应满足如下要求

主控调度层计算机设备（含硬盘）大于 16000 小时；

现地控制单元级设备大于 32000 小时。

2.可维修性

可维修平均修复时间（MTTR）由制造商提供，当不考虑管理辅助时间和运送时间时，一般为 0.5～1 小时。

对软件故障应有记录文件，记录出故障的模块以及故障原因，以利于软件故障的排除。

硬件上有便于试验和隔离故障的断开点。

应尽可能采用商用化的标准硬件，以保证系统的长期可用性及保护业主的投资。

3.可利用率

综合自动化系统系统可利用率指标应达到 99.99%。

4.CPU 负载率

计算机 CPU 平均负载率不大于 20%，最大负载率不大于 40%；在任何时候，内存的使用率不应大于 50%，CPU 负载率及内存的使用率应能实时监视。以上数据统计周期不大于 1s。

14.3.6.5 可维护性

设备具有自诊断和寻找故障的程序，按照现场可更换部件水平确定故障点；

软件故障检测可准确到任务级；

具有便于试验和隔离故障的断开点；

互换件和不可互换件应有保证识别的措施；预防性的维修所造成的磨损性故障将尽量减少提高硬件的代换能力。

14.3.6.6 系统可扩性和可变性

1.可扩充性

在任何时候，内存使用率不应大于 80%。

系统具有一定的开放能力，在功能、配置、通信接口等方面均有一定的扩展能力。

2.可变性

系统允许用户补充、修改数据库 I/O 点的定义、定值、单位、标度及其它数据特征；

允许用户自行开发画面、打印报表及其它功能；

允许在主机数据库为已有的 LCU 重新安排检测点的分类以及提供新的检测点；

允许对 LCU 或终端重新编址和重新布置。

14.3.7工程建设安全需求

1.安全设计原则

正常情况下，监控系统的主控调度层和现地控制单元均能实现对主要设备的控制和调节，并保证操作的安全和设备运行的安全。

监控系统故障时，上一级的故障不应影响下一级的控制调节功能及操作安全，即调度级及其通信通道故障时，不应影响主控调度层控制级和现地控制单元的功能，而主控调度层控制级发生故障时，不应影响现地控制级的功能。

当现地控制单元故障，甚至整个监控系统同时故障时，监控系统不具备正常的控制和调节功能（如启闭机起动），但仍有适当措施（如简单可靠的硬布线停机回路）来保证主控调度层主要设备的安全，或者将它们转换到安全状态。

2.操作安全

应有下列保证操作安全性的措施：

对系统每一功能和操作提供检查和校核，发现有误时能报警和撤销；对任何自动或手动操作可作提示指导和存贮记录。

在人机通信中设置操作员控制权口令，按系统管理员、运行控制调节人员、运行监视人员、运行参数定值修改人员、系统应用软件维护人员不同的职责和权限，对各类人员进行口令和权限管理。

按控制级实现操作闭锁，其优先权顺序为：现地控制单元最高，主控调度层控制级第二。

3.通信安全

系统设计应保证信息传送中的错误不会导致系统关键性故障，主控调度层控制级与单元控制级的通信应按照标准回送程序进行检查和确认。在例行检查遭拒绝时，应重复进行通信联络并报警，在多次重复后应发出通道故障报警信号，如在 1s 内未能通信成功，则发出通信失败故障信号，对通信通道的误码应自动予以保存。

4.硬件、软件及网络安全

应有电源故障保护和自动重新启动，且不会对被控对象产生误操作；有自检能力，检出故障时能自动报警；设备故障能自动切换到备用设备上，而不影响系统的正常工作，并能报警；软件应有完善的防错纠错功能，软件的一般性故障应能登录且具有无扰动自恢复能力；系统中任何地方单个元件的故障不应造成被控设备的误动；对于系统中用于外部通讯的服务器或工作站除了应提供必要的网络安全软件外，还应装设硬件“防火墙”，以避免外部非法侵入。

14.4 总体设计

14.4.1架构方案

应用现代化的技术手段，自动采集闸站关键点的工情、水文、视频、安全预警等信息，并自动进行分析、处理和存储。一方面，可提高闸站信息采集的准确性和时效性，使闸站的日常运行达到最佳状态的同时提高人员管理效率。另一方面，统盘运作，对闸站的安全防范做到全面有针对性，营造更加安全可靠的蓄水排水环境。在对信息化采集的数据分析处理的基础上，从技术层面进一步提高管理水平，满足闸站现代化管理的需要。

系统架构主要分为五个层次，采集层、网络层、数据层、集控中心层、应用层，系统架构图如下：

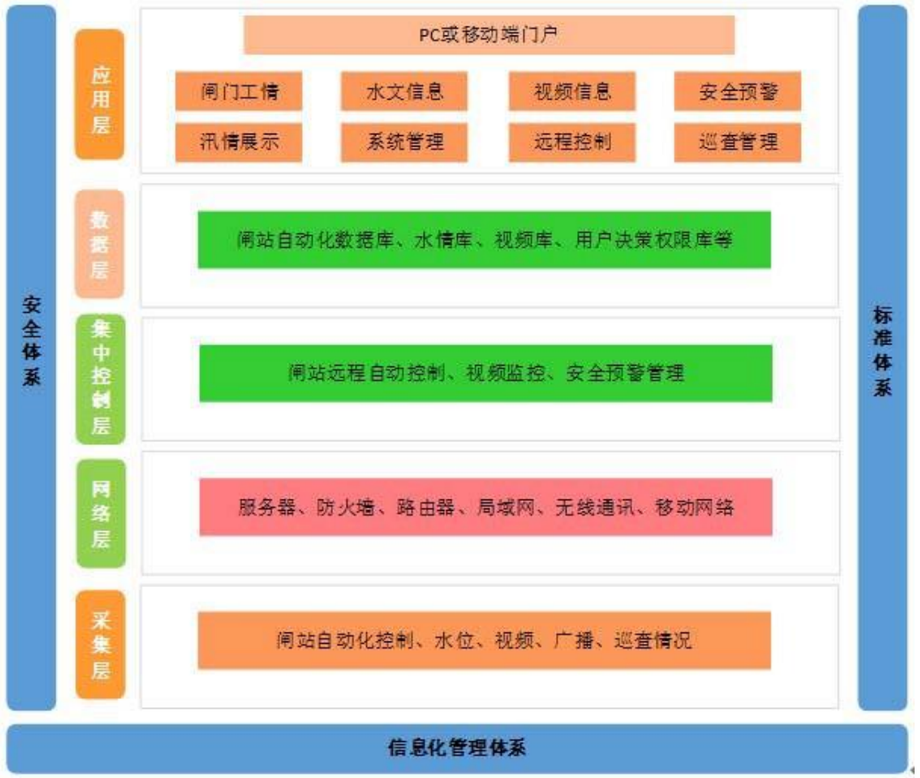


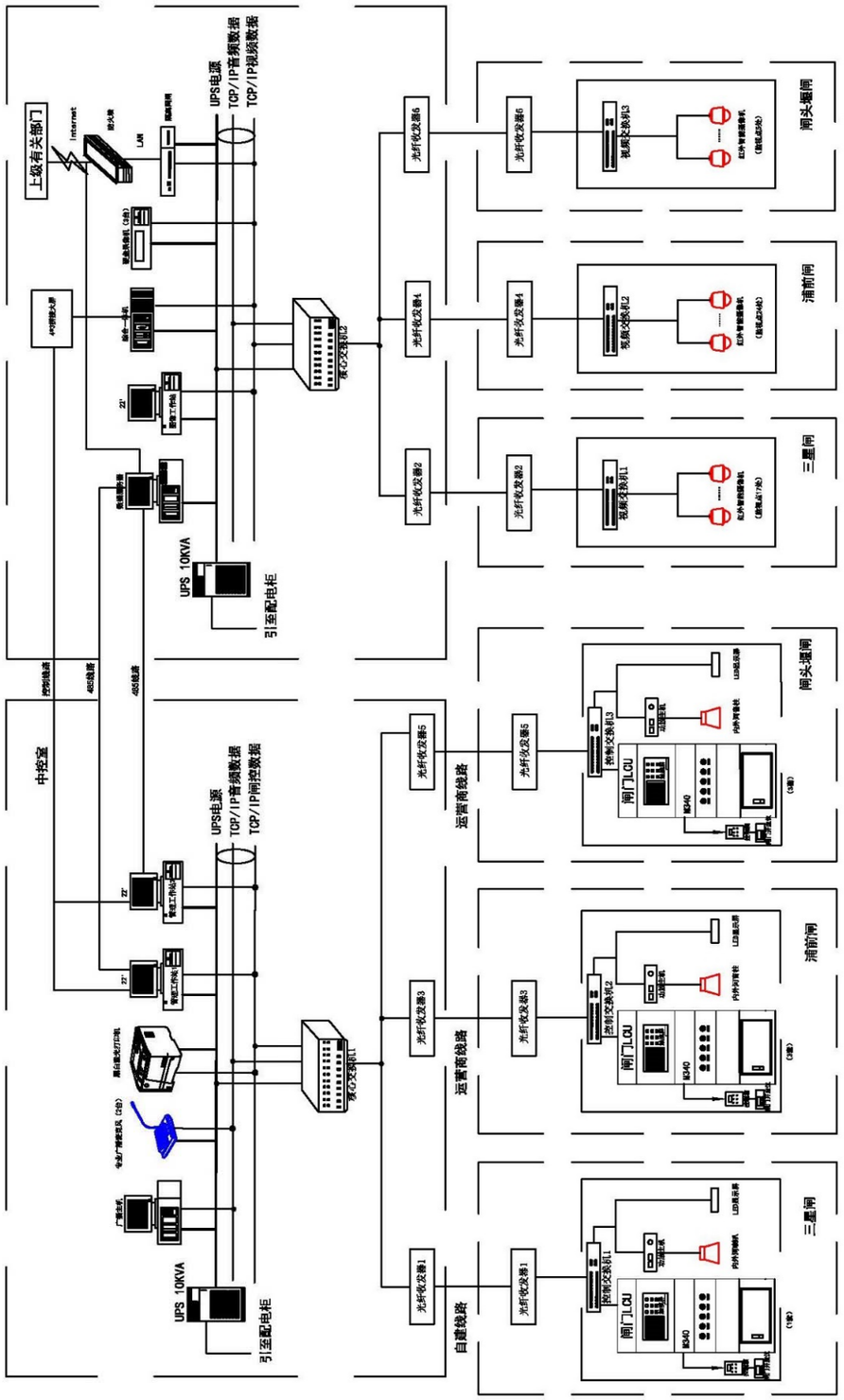
图 14.4-1 系统架构图

闸站信息化系统从系统结构上看可分为上下两层，总结为“一个中心，四个子系统”。

上层为：管理房集控中心

下层为：闸站自动化控制子系统、视频监控子系统、安全预警子系统、网络传输子系统

系统结构图如右图：



14.4.2分层分区设计

1.采集层

在各闸站通过前端各类自动化控制设备、视频设备、各类传感器采集工情、水文、工程安全等信息，并执行相应指令。

由此本系统主要由上层的基于云平台的信息管理系统，以及下层的网络传输子系统、闸站自动化改造子系统、视频监控子系统、安全预警子系统等组成。

2.网络层

光纤专网、内外网数据推送、INTERNET 云服务等多种网络传输技术，建设支持本系统运行的各种硬件及网络环境。除了服务器、计算机、传真机等硬件设备外，还包括防火墙、网闸、路由等网络安全设备，在采集层、数据层、应用层之间建立一层防御体系，保证数据的安全、完整。

3.数据层

负责对系统数据的存储管理，实现数据的分类、组织、编码、存储、维护等。主要包括数据库系统以及各种应用数据库。

4.集中控制层

在各水闸专网范围内，实现水闸日常运行操作的集中自动化控制，操作员在各控制中心依据标准化操作规范，安全可靠地集中远程操作各水闸，及时响应省、市、区、乡镇、村的防汛指令和需求。

5.应用层

系统以 PC 或移动端为最终端应用设备，可显示闸门工情、水文信息、视频信息等数据，为调度决策提供统一的应用平台。

根据控制方式可将系统分为现地控制层和主控调度层，现地控制层优先级高于主控调度层。

现地控制层即系统架构中的采集层，主要由各个 LCU 现地控制单元、视频监视设备、安全预警设备和信号传输设备组成，负责在现场采集各闸门的现场实时运行状态、视频信号、开度和限位以及水位等信息，并根据上位机发送来的主控指令对现场各闸门及视频设备进行自动控制，同时当系统自控系统出现故障时，可以启动现地 LCU 柜的手动后备控制回路，实现操作员在现场对各闸门的现地应急控制或设备检修和维护。

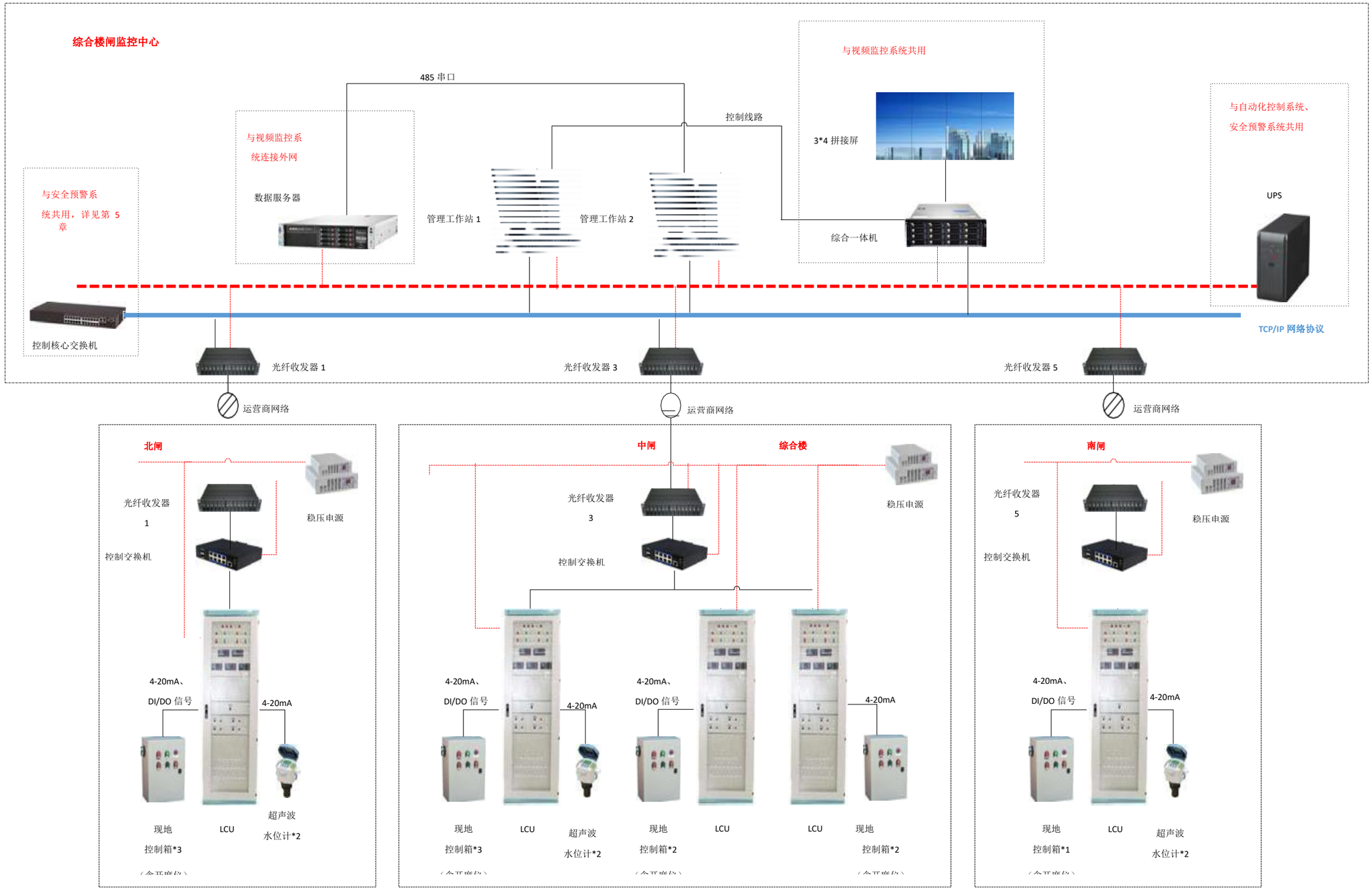
主控调度层即系统架构中的网络层和集中控制层，主要由架设在综合楼控制中心的服务器、网络设备、大屏显示和各个主控上位机构成，它可提供交互式人机监控界面，集中采集水闸、闸站的各项状态信息以及水位等电性能数据、开关状态和流量等信息，发出各项主控指令，处理发生的故障信息并对紧急状态进行控制，保持系统的整体协调。

14.5 闸站自动化控制系统

14.5.1系统设计结构

系统结构采用传统的两层结构设计，通讯介质采用光纤网络和现地 RS485 串行网络结合方式组建。系统采用内部局域网进行数据上传与查看，最上层是主控调度层，由管理工作站、数据服务器、大屏显示系统及相应网络设备构成，管理工作站通过 RS485 串口将数据传送至数据服务器内，再通过外部网络上传到有关部门，同时，工作站通过控制线路与大屏显示系统连接，可通过操作管理工作站进行视频的显示，并利用 UPS 提供后备电源（与视频监控系统、安全预警系统共用），以防断电后造成数据丢失等不良现象；底层（现地控制层）包括三座闸自动化控制系统的现地控制设备与器件等，包含光纤收发器、LCU 柜（内含 PLC、继电器、闸门开度仪等设备）、超声波水位计等。现地的光纤收发器与调度层各设备接入控制核心交换机，形成回路。

系统通过设置 PLC 程序，实现闸门的远程操控功能。系统结构图如下所示。


综合楼闸监控中心
485 串口
控制线路
与视频监控系统共用
3*4 拼接屏
综合一体机
与视频监控系统连接外网
数据服务器
管理工作站 1
管理工作站 2
与安全预警系统共用，详见第 5 章
控制核心交换机
与自动化控制系统、安全预警系统共用
UPS
TCP/IP 网络协议
光纤收发器 1
光纤收发器 3
光纤收发器 5
运营商网络
运营商网络
运营商网络
北闸
光纤收发器 1
稳压电源
控制交换机
4-20mA、DI/DO 信号
4-20mA
现地控制箱*3
LCU
超声波水位计*2
中闸
综合楼
光纤收发器 3
稳压电源
控制交换机
4-20mA、DI/DO 信号
4-20mA
现地控制箱*3
LCU
超声波水位计*2
4-20mA、DI/DO 信号
现地控制箱*2
LCU
LCU
4-20mA
现地控制箱*2
南闸
光纤收发器 5
稳压电源
控制交换机
4-20mA、DI/DO 信号
4-20mA
现地控制箱*1
LCU
超声波水位计*2

14.5.2系统建设内容

闸站自动化控制系统分为两层结构，分别为主控调度层和现地控制层，每层都包括网络通讯、设备布置及主要设备配置。以下从各个闸站的角度出发对各部分内容进行介绍。

14.5.2.1 主控调度层

14.5.2.1.1 系统功能

主控调度层是闸站的实时监控中心。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。

14.5.2.1.2 网络通讯

主控调度层采用光缆通讯，布置一台控制核心交换机与三个闸站进行数据的传输。各闸站通过裸光纤将控制数据上传至控制中心。

14.5.2.1.3 设备布置

主控调度层的设备放置在综合楼控制中心内。该层的配置包括 2 台管理工作站、1 套数据服务器、1 台防火墙和 1 台网闸、1 台控制核心交换机（与安全预警系统共用一台）、1 套 UPS 电源装置（与视频监控系统、安全预警系统共用一套）。

管理工作站放置在操作台上，数据服务器与控制核心交换机集成在视频/网络柜中，UPS 电源装置集成在 UPS 柜内。

14.5.2.1.4 主要硬件配置

1.管理工作站

序号	名称	参数
1	CPU	Intel 酷睿 i7
2	内存	≤8G
3	硬盘	≤1T
4	光驱	DVD-RW
5		6 串口/1 并口/10USB 口/2 以太网口
6	网卡	10/100/1000M 网卡（自适应）
7	显卡	内存≤4G
8		至少有 2 个 485 串口
9		一台三星 22”彩色液晶显示器，分辨率 1600×1200
10		一个工作键盘(101 标准键盘)，PS2 接口，光电鼠标

2.数据服务器

序号	名称
1	E5-2609V48 核 1.7GHz
2	16G 内存 DDR4
3	2TSAS7.2K3.5*2
4	H330
5	网卡 4 千兆
6	电源*2
7	具有 485 串口
8	导轨

3.控制核心交换机

序号	名称	参数
1	千兆以太网交换机	
2	包转发率	>252MpPs
3	端口描述	24 个 10/100/1000Base-T 以太网端口，4 个 100/1000SFP，4 个万兆 SFP+，2 个 QSFP+
5	工作温度范围位 0-50℃;机架安装	

14.5.2.1.5 软件功能

闸站自动化监控系统中各节点计算机应具有有效的编译软件以进行应用软件的开发。编译编辑软件包括：

1) 编程语言程序；
2) 交互式数据库编辑软件；
3) 交互式画面编辑软件工具；
4) 交互式报表编辑工具和语音报警和查询开发工具；
5) 现地控制单元中使用的编程工具；
6) 画面编辑软件工具和报表编辑软件工具在编辑画面和报表时应方便灵活，画面和报表动态数据与数据库的连接应尽可能直接通过鼠标操作进行。

1.数据采集

自动采集各现地单元的各类实时数据或图像；自动采集智能装置的有关信息；

自动接收上级调度部门的命令信息；

自动接收闸站自动化控制系统以外的数据信息。

2.数据处理

对自动采集的数据进行可用性检查；

对采集的数据进行工程单位转换；

具有数字量输入点的抖动限值报警及处理；具有模拟量输入点的梯度限值报警及处理；

具有数字量输出动作次数统计及报警(设备维护)；具有输入/输出通道的自诊断功能；

对采集的数据进行报警检查，形成各类报警记录和发出报警音响；对采集的数据进行数据库刷新；

生成各类运行报表；形成历史数据记录；生成曲线图记录；

形成分时计量电度记录和总加记录；具有事件顺序记录的处理能力；

事故追忆数据处理能力(包括记录事故时刻的相关量)；主辅设备动作次数和运行时间的统计处理能力；

按周期或请求方式发送有关数据给上级部门。

3.数据存储

监控系统数据库应包括实时数据库和商用关系型数据库。实时数据库应采用分布式数据库，实时数据库点要对象化。各个工作站根据其用途，可通过网络访问分布在各个现地控制单元的实时数据。主控调度层节点的应用软件要基于实时数据对象。

数据库的数据结构定义应包括闸站自动化控制系统和管理所需要的全部数据项。至少应包括数字量输入点、事件顺序记录点、模拟量输入点、脉冲量输入点、数字量输出点、模拟量输出点、数字量计算点、模拟量计算点、其它数据点等以下数据记录点类型。

数据库结构定义应灵活，可方便地增加数据库记录的数据域。

数据库查询采用 SQL 数据库语言。数据库系统应支持快速存取和实时处理(关键数据项部分常驻内存)以及数据库的复制功能，并保证数据库的完整性和一致性。

闸站自动化控制系统还应具有历史数据库(用于存贮有关历史数据)，历史数据库管理系统供监控系统报表子系统、信息管理系统及监控系统以外系统(如MIS 系统)使用。

闸站自动化控制系统数据库管理软件(包括实时数据库和历史数据库)，包括数据库生成程序、编辑程序、数据库在线修改程序(修改或增减数据库记录)，历史数据库的维护、管理、归档等软件。

在管理工作站或工程师授权的系统中的某个计算机节点上，可对系统中某个节点的数据库进行编辑，下载，重新装入等数据库维护操作，并有具体措施保证某个节点的数据库和整个系统的数据库的一致性。

4.人机接口

主控级控制台人机界面软件采用基于浏览器的人机界面 MCGS 组态软件。人机接口画面(由画面编辑软件编辑)不应有单独的人机接口处理程序，所有的人机接口画面只有一个人机接口处理程序。人机接口应具有汉字处理能力及汉字输出能力，汉字应符合国家一级汉字库标准。

5.报警、记录显示和打印

具有各类报警记录、运行报表、操作票和操作指导的显示和打印，报警记录的显示应能按设备类型和报警类型分类显示；

具有趋势记录、事故追忆及相关置记录的显示和打印；

具有彩色画面拷贝能力(以文件形式存贮，并提供打印工具)和显示彩色画面拷贝文件的工具；

上述记录打印应能由操作员在控制台上选择和控制打印机打印。

6.控制与调节功能

按照项目当前运行控制方式和预定的决策参数进行控制调节，满足防洪、换水及通航的控制要求。对运行设备控制方式的设置包括：

运行设备自动/手动控制方式设置。其它控制方式：

现地/运方控制方式；主/备控制方式。

运行人员能够通过主控调度控制级人机接口，完成对单台设备的控制与调节。

现地控制单元在现地人工控制或主控调度级远方控制均应具有以下控制调节功能：

闸门顺序控制。

控制调节软件还须包括以下功能：

安全稳定智能控制：当电动机进入三相不平衡、过流/过压、稳定储备系数超出规定范围、电动机振动等不良工况时，监控系统能识别并能够自动将电动机拉回稳定运行工况内。

7.现地控制单元接口

应为闸站自动化控制系统现地控制单元提供人机接口软件，在该类终端上可显示实时过程画面，画面风格应与操作员站基本保持一致，其功能至少应包括控制和调节以及参数值修改操作等。

8.监测终端接口功能

为闸站自动化控制系统中的监视终端提供人机接口监视软件，画面风格应与管理

工作站保持一致，除不能对画面上的对象进行控制操作和运行参数进行修改外，其他功能应与管理工作站一致。

9.诊断功能

提供完备的诊断软件，以实现主控调度层、现地层各节点的诊断功能。诊断范围包括网络设备、计算机设备和 I/O 模块，诊断结果应精确到模块和通道。应提供闸站自动化控制系统 CPU 运行负载率(负荷率统计周期为 1s)和内存使用情况的监视软件。

10.双机切换功能

闸站自动化控制系统应具备故障在线检测及双机自动切换功能，闸站自动化控制系统正常情况下双机主备方式运行，在主用机发生故障时，备用机应能不中断任务且无扰动地成为主用机运行。

14.5.2.2 现地控制层

14.5.2.2.1 系统功能

现地控制层的现地控制单元，应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水闸闸门、启闭机的运行状态及相关设备动作情况；通过通信接口接到闸站专用以太网上，与主控层交换信息。现地控制单元与主控层有相对独立性，它们应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。

1.实时监测功能

电动机状态、负荷等实时监测；闸门上、下游水位实时监测；闸门开启高度实时监测；

闸门启闭机升、降、停状态实时监测；闸站电机故障保护状态实时巡测；

闸站电机的继电保护及监控电机的电流、电压和功率参数的实时监测。

2.实时控制功能

监控系统能按照当前的运行控制方式和预定的决策参数进行控制调节，以满足闸站的实时控制要求。系统对闸门的控制主要有以下两种方式：接收调度层管理工作站的调度命令运行；现地 LCU 柜上人工输入调度指令运行，在监控设备等故障的情况下能进行人工开启。

3.故障报警功能

当监控对象发生故障时，本系统能自动报警。发生事故时，本系统能自动停止运行，并报警。紧急情况下自动切断电源，确保闸门、

启闭机安全。并标识出故障类别，使系统具有事故追忆功能。

4.设备安全保护

1)闸门限位保护

系统在保留常规的上下限位保护功能的前提下，增加 PLC 控制的限位保护功能。

在开启闸门过程中，可能会出现闸门开度超过安全限位的情况，需设置一个光电行程开关，并将其作为一个输入点进入 PLC。当闸门开度达到最大时行程开关动作，PLC 监测到行程开关信号后将跳开开闸回路，使闸门立即停止开启。而在正常关闸门过程中，有时会出现闸门关过头后反向开启的情况。对此，同样需设置一个行程开关限制接点，当闸门开度达到最小时行程开关动作，PLC 跳开关闸回路，使闸门立即停止动作。

2)电机保护

在正常操作闸门过程中，由于种种原因，当闸门卡住、电动机负载超过某个限制、温度过高时，过载监视接点动作，PLC 监测到动作信号后将所有闸门的控制回路跳开，使闸门立即停止动作。

5.现场工情指示功能：

在现场控制柜上设置反映闸门位置、启闭电气过载、机械过载、故障及操作电源等信号灯，提供工情指示功能。

14.5.2.2.2 网络通讯

各闸站现地设备若距离网络点不足 100 米，采用超五类双绞屏蔽线进行传输，若大于 100 米，则通过自敷光缆的方式进行传输。

14.5.3 单闸系统设计

14.5.3.1 控制系统建设

由于各闸的控制设备为 2016 年建设完成，自动化程度较低，仍然采用人工控制的方式启闭闸门，为配合实现自动化控制，需要增加远程控制设备。以中闸为例，闸站控制系统建设内容如下：

1.现地控制柜

各闸共设 1 套 LCU 柜，尺寸为800*600*2260(宽*深*高)mm，用于远程控制各孔闸门的启闭，并采集闸门运行过程中的各类数据。

LCU 柜采用前开玻璃门、后双开门、下设百叶窗的设计类型，方便设备安置和屏蔽较大杂物。柜体放置在内河侧 2 号启闭机靠左相对处，紧邻现地控制箱。内含 PLC、触摸屏、继电器、端子排、空气开关等电气设备，主要采集三扇闸门运行过程中的现地/远控、闸门上升下降、闸门全开全关、投锁解锁位、闸门开度（从现地控制箱内接入）、内外河水位、机械故障等信号。

一套 LCU 柜采集的 DI、DO、AI 信息表如下所示：

表 14.5-1 数字量输入模块信息表

DI：数字量输入模块					
序号	I/O 点	序号	I/O 点	序号	I/O 点
1	1#闸门现地/远控	12	2#闸门现地/远控	23	3#闸门现地/远控
2	1#闸门上升	13	2#闸门上升	24	3#闸门上升
3	1#闸门下降	14	2#闸门下降	25	3#闸门下降
4	1#闸门机械故障	15	2#闸门机械故障	26	3#闸门机械故障
5	1#闸门电源监视	16	2#闸门电源监视	27	3#闸门电源监视
6	1#闸门全开位	17	2#闸门全开位	28	3#闸门全开位
7	1#闸门全关位	18	2#闸门全关位	29	3#闸门全关位
8	1#闸门投锁位	19	2#闸门投锁位	30	3#闸门投锁位
9	1#闸门解锁位	20	2#闸门解锁位	31	3#闸门解锁位
10	1#闸门极限位	21	2#闸门极限位	32	3#闸门极限位
11	紧停	22	备用		

表 14.5-2 数字量输出模块信息表

DO：数字量输出模块					
序号	I/O 点	序号	I/O 点	序号	I/O 点
1	1#闸门开	7	3#闸门开	13	备用
2	1#闸门关	8	3#闸门关	14	备用
3	1#闸门停	9	3#闸门停	15	备用
4	2#闸门开	10	分励脱扣	16	备用
5	2#闸门关	11	备用		
6	2#闸门停	12	备用		

表 14.5-3 模拟量输入模块信息表

AI：模拟量输入模块					
序号	I/O 点	序号	I/O 点	序号	I/O 点
1	1#闸门开度仪	4	内河水位仪	7	备用
2	2#闸门开度仪	5	外河水位仪	8	备用
3	3#闸门开度仪	6	备用		

2.水位计

通过现场勘查以及查阅初设报告，内河水位计可装在河道河壁处，距离闸堤接口约 10m 位置；外河水位计可安装在堤岸拐角处，设置 4m 立杆。

14.5.3.2 闸站设备改造

由于各闸开度控制设备叫老旧，所以必须更换新的开度仪；同时对现地控制柜内的接线进行调整，并增加分励脱扣，为系统增加多重保护。

14.5.3.3 设备布置

中闸配置 1 套 LCU 柜，远程控制 3 扇闸门的启闭，各闸按闸门数量配置。LCU 柜内包含 1 套 PLC、1 块触摸屏、继电器、端子排、空气开关等电气设备；PLC 通过 4~20mA 与现地控制箱中的开度仪进行连接，远程获取闸门开度数据。由于现地控制箱内的开度仪缺少 4~20mA 信号，所以需要更换新的开度仪，并对其（3 套现地控制箱）进行接线、电气设备的改造；利用信号电缆将 PLC 与上下游的 2 台水位计连接起来，水位数据可通过 4~20mA 信号传输至 PLC 内，从而能够远程读取水位数据。

闸站内设置 1 套稳压电源（与视频监控系统、安全预警系统共用一套），从配电箱中取电，为 LCU 柜设备、现地控制箱设备供电。

现地设备的接地电阻要求不大于 10 欧姆。

14.5.3.4 主要设备配置

1.PLC

序号	名称	参数
1	机架数量	4（4、6、8 或 12 个插槽），插槽最大数量 48
2	输入/输出	机架内离散量 I/O：1024 个通道，机架内模拟量：256/66 个通道
3	通道最大数量	36
4	集成通信端口	以太网 Modbus/TCP 网络：1×10BASE-T/100BASE-TX，串行链路：1 个，处于 RTU/ASCIIModbus 主机/从机模式或自付模式，USB 端口：1 个变成端口（PC 终端）
5	通信模块	网络最大数量：，以太网 Modbus/TCP 网络：

2.触摸屏

序号	名称	参数
1	显示器	10.1 寸 TFT
2	分辨率	1024×600
3	亮度（cd/m²）	350
4	对比度	500:01:00
5	背光类型	LED
6	显示色彩	16.7M
7	LCD 可视角（T/B/L/R）	60/60/70/70
8	触控面板类型	四线电阻式
9	触控精度	动作区长度（X）±2%，宽度（Y）±2%
10	输入电源	24±20%VDC
11	电源隔离	内置
12	功耗	650mA24VDC
13	耐电压	500VAC（1 分钟）
14	防护等级	NEMA4/IP65CompliantFrontPanel

3.监控 PLCI/O 量

序号	名称	参数
1	开关量输入	32 点
2	开关量输出	16 点
3	模拟量输入	4 点
4	具有以太网通讯接口	

4.控制交换机

序号	名称	参数
1	MAC 地址表	8K
2	包缓冲区	1Mbit
3	包转发率	5.3Mpps
4	交换延迟	＜5μs
5	数据交换方式	存储转发(Store-and-Forward)
6	最大过滤速度	148800pps（100M）
7	2 个千兆光口	1000Base-FX,单/多模，SFP 接口
8	8 个百兆电口	10/100Base-T(X)自适应以太网 RJ45 接口（有 PoE 功能）
9	工作温度	-40℃~+85℃
10	储存温度	-40℃~+85℃
11	相对湿度	5～95%无凝露
12	供电要求	48VDC
13	防护等级	IP40
14	安装方式	导轨安装

5.光纤收发器 1

序号	名称	参数
1	类型	单模单纤
2	接口类型	RJ-45，SC/ST（可选）
3	传输速率	10/100Mbps
4	最大传输距离	20000 米

6.闸门开度仪

序号	名称	参数
1	数码显示位数	6 位
2	输入信号	SSI 同步串联信号 24-26 位，1 位外部置位信号
3	位置信号输出	2 路位置信号输出，1 路 4-20mA 模拟量输出，1 路 RS485 或 MODBUSRTU 数字输出量
4	通讯协议	自带仪表或 MODBUS 协议，也可定制
5	工作电压	工作电压：220VAC（可定制 24VDC）
6	方向设置	旋转编码器正反向设置；直线位移传感器正反向设置
7	远程显示	两路信号可一路进 PLC，一路进远程显示仪表

7.超声波水位计

序号	名称	参数
1	量程	0.3-8m
2	精度	±1mm+0.17%测量值
3	输出	1 路 4-20mA
4	电源	220VAC

8.稳压电源

序号	名称	参数
1	源电压标称值	220V（AC）
2	源电压频率	50Hz
3	额定输出电压	220V±2%
4	源电压范围	154V～264V
5	短时工作范围	120V～300V
6	稳定输出电压精度	①、输入 220V±10%时，输出 220V±1.5%； ②、输入 220V±20%时，输出 220V±2.5%； ③、输入 220V±20%～30%时，输出 220V±3%～4%；
7	功率因数	COSΦ≥0.95（满载）
8	瞬态总恢复时间	10-90ms
9	音频噪音	≤60dB（A）、10KVA 以上≤70dB(A)
10	过载能力	输入 220V 时，允许 1.2 倍额定输出电流短时过载
11	源频率效应	≤6%.（源频率标称值±2%）

9.电源避雷器

序号	名称	参数
1	最大持续工作电压	Uc:34V
2	额定放电电流	In（8/20）：700A
3	最大放电电流	Imax：2000A

10.分励脱扣

序号	参数
1	MX
2	AC220

14.6 视频监控系统

14.6.1系统结构

系统结构分为综合楼控制中心和监控现地，采用光纤网作为通讯介。系统的最上层是主控设备放置层，由 1 台视频工作站、3 台硬盘录像机、1 套 3*4 拼接大屏系统以及相应网络设备构成，并利用 UPS 提供后备电源（与自动化控制系统、安全预警系统共用），以防断电后造成数据丢失等不良现象；下层（现地设备层）由视频监控功能系统的前端监视点、交换机等组成。现地的光纤收发器与控制中心各设备接入网络核心交换机，形成回路。

14.6.2系统建设内容

14.6.2.1 主控设备

14.6.2.1.1 系统功能

综合楼中控室是视频的实时监控中心。负责处理来自前端采集的视频数据，再经过视频工作站，显示在 LCD 拼接屏上，管理人员可以使用软件对现地的球机进行转动、切换等操作。

通过对视频接口进行二次开发，当工作人员在选择上位机软件的闸站类别时，视频工作站及大屏显示系统能自动展示该闸站的视频画面。

14.6.2.1.2 网络通讯

视频主控设备采用光缆通讯，在控制中心布置网络核心交换机与现地设备、中控室设备进行数据的传输。各闸站通过裸光纤将视频数据上传至控制中心。

14.6.2.1.3 设备布置

闸站视频控制中心的设备放置在综合楼内，配置包括 1 台视频工作站、3 台硬盘录像机、1 台网络核心交换机、1 套LCD 拼接显示屏（与自动化控制系统共用一套）1 套UPS 电源装置（与视频监控系统、语音广播系统共用一套）。

视频工作站放置在操作台上，硬盘录像机和网络核心交换机集成在视频/网络柜中，UPS 电源装置集成在 UPS 柜内。

14.6.2.1.4 主要硬件配置

1.视频工作站

同自动化控制系统“管理工作站”。

2.硬盘录像机 1

序号	参数
1	2U 标准机架式 IP 存储，嵌入式处理器，嵌入式软硬件设计
2	支持 24 路高清，320M 带宽网络视频接入，160M 网络带宽输出
3	支持关键视频添加标签和加锁保护、断网续传、SMART2.0 等功能
4	2 个千兆以太网口，充分满足网络预览、回放以及备份应用

3.硬盘录像机 2

序号	参数
1	2U 标准机架式 IP 存储，嵌入式处理器，嵌入式软硬件设计
2	支持 32 路高清，320M 带宽网络视频接入，160M 网络带宽输出
3	支持关键视频添加标签和加锁保护、断网续传、SMART2.0 等功能
4	2 个千兆以太网口，充分满足网络预览、回放以及备份应用

4.硬盘录像机 3

序号	参数
1	2U 标准机架式
2	2 个 HDMI，2 个 VGA,HDMI+VGA 组内同源
3	8 盘位，可满配 6TB 硬盘
4	2 个千兆网口，2 个USB2.0 接口、1 个USB3.0 接口，2 个USB2.0 接口、1 个 USB3.0 接口
5	报警 IO：16 进 4 路（可选配 8 出）

5.网络核心交换机

同自动化控制系统“网络核心交换机”。

14.6.2.1.5 软件功能

1.夜视功能

应保证在夜间监测时也能够很清晰的看到流域情况。

2.自动扫描功能

摄像机应能够根据预设的方向和位置自动扫描，保证全方位查看整个需要监控的区域状况。

3.录像/保存功能：应保证视频能够时时播放的同时，要能够存储下 30 天以上的视频原始数据记录，以备查看。

4.视频录像

视频监控系统应能实时的记录多路监控系统信号，系统需将视频信号以H.265格式压缩。

视频监控系统应配有视频端操作软件，可对本区域内场景视频录像进行设置，用户可以选择预存储视频通道，预先设置录像时间等。

5.视频检索与回放

视频监控系统应能实时对视频摄像头等进行操作，可以根据用户的查询请求（如某路某时），查询录制在硬盘上的数据，并可回放显示，供事后调查取证使用。可根据需要对录制的数据进行锁定（防止误删除）、删除、复制等操作，对图像可以进行编辑、打印等。

6.画面分割

系统应采用画面分割技术，同一显示器能接受几幅图像信息，画面可任意组合、放大和缩小，并能切换其中任一幅图像。系统支持最大 16 路同步回放。监视器图像切换有自动循环和手动切换两种方式。

7.字符叠加

每幅画面能叠加字符，显示摄像机编号、地址、日期、时钟（精确到秒）。字符内容可通过键盘实时修改。

8.系统应具有观察点预置功能

于重要的位置，可在主机上预置摄像机的位置、光圈、焦距、景深等参数，在需要查看该观察点时，通过输入预置号即可观察到预定位置。观察点预置功能的设置、撤消和修改可在主机上方便地实现。

9.移动侦测报警功能

应能在显示器上设置敏感区域，敏感区内一旦有异常即发生报警，系统能自动将相应区域摄像机的画面切换到显示器上，并自动起动录像。视频报警功能的设置、撤消和修改可在主机上方便地实现。

10.系统具有计算机通讯口

通过 IE 或配套客户端软件，应能实现远方计算机联网控制摄像头、云台的动作，切换画面。运行人员可操作软件的菜单，完成以下工作：参数设定，报警显示、记录，功能检测，手动控制现场设备动作。

11.系统具有自诊断功能

故障时应能发出声、光报警信号。摄像头、云台、编解码器等现场设备被盗时能报警。

12.多级用户密码管理

整套系统应能实现多用户多级别的管理，不同级别用户有不同的操作权限，提高系统安全性。可在系统安装时设定，也可在系统运行后任何时间改变设置。

13.日志管理功能

用户所有重要操作，如登录、控制、退出、报警等，均应有操作记录，软件可对

操作记录进行查询和统计，自动生成系统运行日志，可查询及以报表方式打印输出。所有操作记录具有不可删除和不可更改性（除系统管理员）。

14.6.2.1.6 视频监控展示时应具有以下效果

图像监视系统软件采用画面分割技术，同一显示器能接受多幅图像信息，画面可任意组合、放大和缩小，并能切换其中任一幅图像，图像清晰稳定。

每幅画面能叠加字符，显示摄像机编号、地址、日期、时钟(精确到秒)。字符内容可以直接通过微机键盘实时修改。

具有视频移动侦测、视频报警及电子地图功能。可在微机显示器上设置敏感区域及报警设备布(撤)防，敏感区内有移动目标时，自动起动录像，并可打印，便于及时分析原因。视频移动侦测功能和报警设备布(撤)防的设置、撤消和修改可在微机控制器上方便地实现。

微机控制器具有计算机通信口，通过 IE 或配套客户端软件以实现远方计算机联网浏览信息、控制摄像头、云台动作、切换画面的投切。

对监视器所显示的图像可以进行录像，并能把录像内容在监视器上回放，能复制存档保存；回放速率可以为正常速率：1/2、1/10、1/20 正常速率；或逐帧放像。

14.6.2.2 现地设备

14.6.2.2.1 网络通讯

各闸站现地摄像头若距离网络点不足 100 米，采用超五类双绞屏蔽线进行传输，若大于 100 米，则通过自敷光缆的方式进行传输。

14.6.2.2.2 水闸典型设计

1.布点原则及方案

在闸前闸后均已建基于联通的视频监控设施，图像信息直接传输到平阳县水利局局内，管理单位可以通过联通的访问接口进行数据访问，但无远程控制摄像头的权限，本次方案针对已建和未建视频的重要部分进行新建和补充建设设计。

结合《浙江省大中型水闸运行管理规程》（2018 年）以及《浙江省水利工程标准化管理验收方法》（2018 年），闸站内重要点位视频监控仍存在盲区，且无法远程调看视频，所以拟在下表所列地点中新建视频点位。

表 14.6-1 视频监控点位布置表

序号	编号	监控点名称	立杆/壁装	设备类型	数量
1	Q1	左侧大门	立杆 5M	高清球机	1
2	Q2	右侧大门	立杆 5M	高清球机	1
3	Q3	管理处前	立杆 5M	高清球机	1
4	A1	门 1 锁定位 1#	壁装	枪机	1
5	A2	门 1 锁定位 2#	壁装	枪机	1
6	A3	门 2 锁定位 1#	壁装	枪机	1
7	A4	门 2 锁定位 2#	壁装	枪机	1
8	A5	门 3 锁定位 1#	壁装	枪机	1
9	A6	门 3 锁定位 2#	壁装	枪机	1
10	Q4	外河侧	立杆 5M	高清球机	1
11	Q5	内河侧	立杆 5M	高清球机	1
12	Q6	启闭机室 1#	壁装	高清球机	1
13	Q7	启闭机室 2#	壁装	高清球机	1
14	Q8	发电机室	壁装	高清球机	1
15	Q9	高压配电室	壁装	高清球机	1
16	Q10	交通桥	立杆 5M	高清球机	1
17	Q11	限高杆	立杆 5M	高清球机	1
		合计			17

2.设备布置

现地设备包括前端摄像头、避雷器、视频交换机、光纤收发器等，闸站内设置 1 套稳压电源（与自动化控制系统、安全预警系统共用一套），从配电箱中取电，用于给上述这些设备供电。

摄像头支持断网续传功能保证录像不丢失，支持 3D 定位，可通过鼠标框选目标以实现目标的快速定位与捕捉，支持定时抓图与事件抓图功能，支持定时任务、一键守望、一键巡航功能，防雷、防浪涌、防突波，IP66 防护等级，可广泛应用于需要大范围高清画质监控的场所。

3.主要硬件配置

（1）红外高清网络球机

序号	参数
1	200 万 7 寸红外
2	1920×1080@30fps
3	0.05Lux/F1.6(彩色)，0.01Lux/F1.6(黑白)，0LuxwithIR
4	150 米红外照射距离
5	焦距：4.7-94mm，20 倍光学
6	支持音频、报警；支持宽动态、透雾、强光抑制、SmartIR、3D 数字降噪；支持萤石云；区域入侵侦测、越界侦测、音频异常侦测、移动侦测
7	水平键控速度最大 160°/s，垂直键控速度最大 120°/s，垂直范围-15°~90°
8	H.265/H.264/MJPEG
9	最大支持 256GBMicroSD 卡
10	AC24V，40Wmax(其中加热 6Wmax，红外 12Wmax)
11	支持 IP66
12	工作温度：-30℃-65℃

（2）200W 枪机

序号	参数
1	200 万 1/2.7”CMOSICR 红外阵列筒型网络摄像机
2	最小照度 0.01Lux@(F1.2,AGCON),0LuxwithIR； 0.014Lux@(F1.4,AGCON),0LuxwithIR；
3	快门 1/3 秒至 1/100,000 秒
4	镜头 4mm,水平视场角:90.3°(6mm,8mm,12mm 可选)
5	视频压缩标准 H.265/H.264/MJPEG;H.265 编码类型 MainProfile；帧率 50Hz:25fps(1920×1080,1280×960,1280×720)
6	感兴趣区域 ROI 支持三码流分别设置 1 个固定区域；存储功能 NAS(NFS,SMB/CIFS 均支持)
7	智能报警越界侦测,区域入侵侦测,场景变更侦测,人脸侦测,虚焦侦测， 物品遗留侦测,物品拾取侦测,非法停车侦测,人员聚集侦测,徘徊侦测,快速移动侦测, 进入区域侦测,离开区域侦测
8	工作温度和湿度-30℃~60℃,湿度小于 95%(无凝结)电源供应 DC12V±25%
9	功耗 5.5WMAX
10	红外照射距离最远可达 30 米
11	防护等级 IP67

（3）视频交换机

序号	参数
1	24 口百兆非网管交换机
2	机架式
3	24 个百兆电口，2 个千兆电口，2 个复用的千兆

（4）光纤收发器 2

序号	名称	参数
1	类型	单模单纤
2	接口类型	RJ-45，SC/ST（可选）
3	传输速率	10/100Mbps
4	最大传输距离	20000 米

（5）监控避雷器

序号	名称	参数
1	最大持续工作电压	5V
2	标称放电电流	3kA
3	最大通流容量	5kA
4	相应时间	1ns

14.6.3主要技术要求

1.前端技术要求

系统前端设备包括不同类型的摄像机，并涉及系统前端设备安装所需的机座、云台、支架、防雨罩、刮雨器、紧固件等必须的附件。

在闸站重点区域采用红外高清网络球机，具有 150 米红外照射距离，即使是夜晚也能清晰看清视频范围内的事物活动；闸门锁定处安装 200W 枪机，固定监控锁定情况。

立杆采用 5m 变径圆柱杆。

2.传输技术要求

系统前端设备采用网络摄像机，摄像机和存储设备之间采用超五类双绞线或通讯光纤进行图像、控制信号的传输（若视频传输距离大于 100 米或外界环境因素干扰较大则使用光纤传输，传输距离小于 100 米则使用网线），完成视频图像在内部 LAN 网络上的传输，通过连入以太网交换机的视频工作站实现对该监视系统的数字控制、管理和设置。

3.存储技术要求

系统配置 3 台硬盘录像机对三座水闸闸前端设备上传的图像进行存储，由系统管理软件进行管理，通过视频工作站调看实时、历史图像，要求存储时间不少于 30 天。

4.防雷技术要求

系统应设置完善的电源、信号等防雷装置。系统还应具有良好的

接地措施，所有设备的外壳、交流电源、电缆屏蔽层等应按有关的规定接地。系统接地使用闸站已有的公用接地网，接地电阻≤10 欧姆。

14.7 安全预警系统

14.7.1系统设计结构

系统结构分为综合楼控制中心和广播现地，采用光纤网作为通讯介质。系统的最上层是主控设备放置层，由广播控制主机、话筒及相应网络设备构成，并利用 UPS 提供后备电源，以防断电后造成数据丢失等不良现象；底层（现地控制层）由安全预警系统的号角、功放、音柱、LED 显示屏和警示灯组成。各闸周围较空旷，使用号角预警；如接入其他构筑物周围有民居，使用 IP 音柱预警。现地的光纤收发器与调度层各设备接入控制核心交换机，形成回路。

14.7.2系统建设内容

14.7.2.1 主控设备

14.7.2.1.1 系统功能

中控室是安全预警系统的远程调度中心。负责输入语音，并远程管辖现地设备，远程设置现地设备参数，也可远程监控设备的工作状态和异常状态。通过操作位于主控调度层的广播主机，可进行点对点、点对面的分区语音播报，对于各个区块的不同情况可以提供不同的播报内容。

14.7.2.1.2 网络通讯

广播主控设备采用光缆通讯，布置控制核心交换机（与自动化控制系统共用一台核心交换机）与现地设备、中控室设备进行数据的传输。各闸站通过裸光纤与主控设备连接。

14.7.2.1.3 设备布置

广播控制中心的设备放置在综合楼内，配置包括 1 台广播主机、2 只寻呼话筒、1 台报警主机、1 台控制核心交换机（与自动化控制系统共用一台）1 套 UPS 电源装置（与自动化控制系统、视频监控系统共用一套）。

广播主机和寻呼话筒放置在操作台上，报警主机集成在标准箱中，UPS 电源装置集成在 UPS 柜内。

14.7.2.1.4 主要硬件设备

1.广播主机

序号	名称	参数
1	电源、功耗	AC100-240V；≤300W
2	显示屏幕	15 寸电阻式(四线)触控屏，TFT32 位真彩色,1024*768 分辨率
3	CPU	Inteli7
4	硬盘	固态硬盘 120G
5	内存	DDR38G

2.寻呼话筒

序号	参数
1	专业控制台设计，坚固耐用，高档铝合金面板，全金属机身
2	具有 7 寸数字真彩显示屏，电容式触摸屏，分辨率 800*480
3	内置 3W 扬声器和话筒咪头，用于免提通话、接收广播和监听(数字降噪)
4	可对全区、分区、个别终端进行广播喊话
5	具有红色紧急按键，支持一键广播到预设分区
6	支持来/去/未接电显示功能，具有常用通信电话薄查询功能
7	支持 U 盘或读卡器接入，点播音频文件并通过网络广播到前端设备
8	支持 MiniSD 卡接入，可以升级终端固件程序
9	支持触摸屏背景界面自由更换
10	内置 Flash 存储，可以存储音频、配置信息及备份，支持远程修改和升级
11	标准 RJ45 接口，有以太网口的地方即可接入，支持跨网段和跨路由

3.软件功能

系统软件包由服务器软件、工作站软件及节目制作等工具组成，应满足以下要求：

1) 系统采用 C/S 架构，基于 Windows 平台应用。
2) 统一管理系统内所有 IP 内通设备，包括寻呼话筒，对讲终端，广播终端和接口设备。
3) 即时显示各类终端运行状态，如登录 IP 地址、音量、任务状态，可远程调节所有终端音量。
4) 配置各类终端参数：终端名称、广播权限（操作范围、优先级）、对讲权限（呼叫范围、优先级）、监听权限（监听范围）等。
5) 具有实时采播和定时采播功能，可通过声卡向指定终端广播音乐或通知。
6) 文件广播，将服务器中音频文件，向指定终端播放（支持任意多路文件同时广播）。
7) 定时任务，在设定的时间，向预设的终端播放文件列表内容。
8) 消防广播，当服务器收到终端的触发信号，向指定区域的终端播放紧急疏散语音。
9) 节目管理，维护系统所需的广播音频文件，便于工作站或终端调用。
10) 为工作站软件提供数据接口，根据账户授予相应操作权限。
11) 日志功能，每次呼叫、通话和广播操作均有记录供查询。
12) 单台服务器容量 1000 台终端，支持 64 台服务器互联。
13) 支持主服务器和备用服务器热切换，提升系统可靠性。

14.7.2.2 现地设备

14.7.2.2.1 网络通讯

各闸站现地设备若距离网络点不足 100 米，采用超五类双绞屏蔽线进行传输，若大于 100 米，则通过自敷光缆的方式进行传输。

14.7.2.2.2 典型设计

1.布点原则及方案

由于各闸周围较空旷，对音量传播的距离要求较高，所以选用广播功放带号角的喊话方式，号角安装在闸站屋顶两侧。LED 显示屏与警示灯安装在闸堤结合处。

2.设备布置

现地布置 1 台广播功放、2 只号角喇叭、1 只话筒、2 套 LED 显示屏（每套面积为 $2m^2$）、1 只警示灯和 1 套报警入侵系统，广播功放集成在防水设备箱内，起到网络传输结点的作用。LED 显示屏和警示灯可进行远程控制，当闸站需要放水时，远程控制 LED 屏亮，并显示“闸站正在放水，请过往船只及行人注意安全”等字样。话筒与广播功放相连，当网络出现问题时，可以通过现地喊话进行安全预警。广播功放与自动化控制系统共用一台控制交换机和一对光纤收发器。闸站内设置 1 套稳压电源（与自动化控制系统、视频监控系统共用一套），从配电箱中取电，用于给上述这些设备供电。

3.主要硬件配置

1) 广播功放

序号	参数
1	机架式设计，高性能的网络定压功放，启动时间≤1 秒
2	内置 D 类数字功放，120W(定压 100V)输出，发热小功效更高，无信号时自动进入省电模式
3	设有 5 个输入通道，每一通道均可独立调节音量，统一音调控制
4	可以自由设置 5 个输入通道的优先级(前面板话筒口默认最高优先)
5	提供音频线路输出，接外部功放扩音
6	标准 RJ45 网络接口，有以太网口的地方即可接入，支持跨网段和跨路由

2) 号角喇叭

序号	名称	参数
1	功率	50W/60W
2	输入电压	100V
3	阻抗	黑-COM；白-410Ω
4	灵敏度	102dB±3dB
5	频率响应	300-6.5KHZ
6	接线端子	2-芯连接线
7	尺寸	270x270x340mm

3) 浪涌保护器

序号	名称	参数
1	标称放电电流	10kA
2	最大放电电流	20kA
3	保护等级	II级保护
4	波形	8/20us
5	漏电 75%Uc1mA	≤20uA
6	响应时间	≤25ns
7	产品结构	插拔式
8	保护方式	进线保护
9	防护等级	IP20

4) LED 显示灯

序号	名称	参数
1	点中心距	10mm
2	像素密度	10000 点/m^2
3	屏体分辨率	32×16
4	显示基色	单色
5	可视距离	10-100m
6	亮度	3000cd/m^2
7	使用寿命	100000 小时

5) 电源避雷器

序号	名称	参数
1	最大持续工作电压	Uc:34V
2	额定放电电流	In（8/20）：700A
3	最大放电电流	Imax：2000A

6) 警示灯

序号	名称	参数
1	类型	LED 频闪指示灯
2	电源	AC220V
3	功率	1W
4	颜色	红色
5	发光方式	常亮、闪亮

7) 报警主机

序号	参数
1	基于 8 防区
2	8 个独立子系统，99 或 66 个用户密码
3	可扩展至 48 个有线或无线防区
4	每个独立分区最多可接 8 个键盘
5	每个系统最多可接 24 个键盘
6	支持远程上传/下载
7	支持市场主流报警通讯格式

8) 继电器输出模块

序号	名称	参数
1	电源	12VDC
2	工作温度	0℃-49℃

9) 红外探测器

序号	参数
1	2 个红外感应器，我跟信号专用处理器，2 个反射镜
2	自适应被动红外探测技术
3	18 片独立幕帘
4	吸顶安装，高度 2.4m 至 4.8m

14.8 网络通讯系统

14.8.1系统概述

水闸信息传输依靠通信网络来实现，设备的可靠运行需要稳定的电源提供。由于通信方式直接影响信息传输的可靠性、时效性、安全性和可扩展性，以及信息化建设的投资规模等，因此，信息传输和电路建设的规划和设计需综合考虑水闸的地理环境条件及投资费用后确定。

水闸地理位置较为偏僻，且覆盖面积较广。因此水闸内的通信建设及电路建设必须因地制宜，在保证监测数据即时传输的同时，充分考虑网络工程建设的投资成本，为综合楼控制中心信息化管理提供有力的数据通道支持。

14.8.2组网比较

针对三个闸和控制中心组成的网络，拟采用租用裸光纤的组网方式，通过运营商的现地勘查，对每个点的具体建设方式比较如下表所示：

表 14.8-1 各运营商组网方式技术比较表

序号	组网方式	带宽	稳定性	传输距离	运行成本（租费）
1	数字电路	百兆	不稳定	远，可跨省跨市	较高
2	裸光纤	——	稳定	较近，本市传输	低
3	光缆	百兆	稳定	远，可跨省跨市	高

由上表可以看出，数字电路在三种组网方式中的稳定性最差，但是传输距离最远，可以跨省跨市传输，运行成本在三者之间处于中等水平；裸光纤与光缆在三种组网方式中的稳定性最好，其中裸光纤传输距离较近，仅限于本市传输，运行成本最低，光缆传输距离较远，可跨省跨市，但是运行成本是最高的。

考虑到各闸都处于平阳县滨海地带，且需要显示高清的视频图像，线路必须稳定，所以综合运行效果及成本考虑，选择租用裸光纤进行控制、视频等数据信息的传输。

14.8.3建设内容

根据水闸信息化系统的整体功能设想，需要网络传输子系统具有以下功能：

实现远程监控内网：该工程需要将三个闸站（含控制中心）连接成一个内网，传输闸站自动化控制数据、视频监控数据、水文监测数据、安全预警数据，在综合楼控制中心集中监控并实现远程控制。

建设综合楼控制中心预留至上级平台数据推送网络：将控制中心的数据推送至平台。

14.8.4网络传输

本项目布置 3 条裸光纤，用于三座闸交通桥视（视频）与控制中心之间的网络通讯，并建设 1 条 200M 光缆与省平台实现对接。闸站内则利用超五类屏蔽双绞线与自建光缆的形式完成设备之间的网络通讯。各闸站通讯网络分为自动化控制系统网络、视频监控系统网络和语音广播系统网络。

14.8.4.1 自动化控制系统网络

自动化控制系统网络分为现地控制层 LCU 数据交换网络、主控调度层中心网络和远程传输网络。

现地控制层 LCU 数据交换网络采用星型网连接的方式，利用裸光纤，将三座闸现地数据传至主控调度层。闸站内设备与闸站主网络之间的网络通讯遵循小于 100 米使用超五类双

绞屏蔽线连接，大于 100 米施工方自敷光纤的原则进行设置，若自敷光纤则需要增加一对光纤收发器，辅助网络传输。

主控调度层是主干部分，核心是采用控制核心交换机（千兆）进行大数据量的交换。控制核心交换机通过各闸站的光纤收发器、控制交换机与现地控制 LCU 数据交换网络连接。主控调度层的数据服务器设备，包括连接外网部分都直接接在控制核心交换机上，并预留有和其他网络系统连接的接口。管理工作站在局域网内通过 RS485 串口与数据服务器相连，再通过远程传输网络与上级有关部门进行通讯。

远程传输网络主要通过防火墙、网闸和路由器接入到 VPN/InterNet 网，用于和上级有关部门连接。

网络系统采用裸光纤组成 200M 工业以太网结构（光纤采取租赁的方式，由业主解决），传输速率应为自适应式，采用 TCP/IP 协议，遵循 IEEE802.3 标准。在控制中心配置 1 台 100/1000M 控制核心交换机，提供不少于 24 个 1000MRJ45 口，用于自动化系统的组网，提供不少于 2 个 1000MRJ45 口，用于和控制室服务器连接。在每个闸站，配置 1 台控制交换机，每台提供 2 个 1000MRJ45 口，用于组网，提供 8 个 10/100MRJ45 口，用于与控制柜内 PLC 的以太网通讯模块连接。每个闸站配套一对光纤收发器，传输距离为 20 公里，将电信号转换为远距离传输的光信号。若距离小于 100 米则使用超五类双绞屏蔽线传输。

14.8.4.2 视频监控系统网络

视频监控系统采用网络摄像机。图像信号由前端监视点设备采集后，经过通过租用的运营商裸光纤传入控制中心。硬盘录像机作为图像存储及远程浏览设备，对输入的视频信号采用H.265压缩标准进行数字化处理后录像存储，并通过网络核心交换机接入系统内部局域网（以太网），供远程用户通过IE或客户端软件进行访问浏览实时图像和历史图像及其他相关操作。视频工作站主要供控制中心管理人员进行图像浏览、历史图像抓拍存储和相关设备的测试等操作，并实时显示在 LCD 大屏上，提供更佳直观的视觉体验。

每个闸站现地都配置 1 台视频交换机，每台提供 2 个 1000MRJ45 口，用于组网，提供 24 个 10/100MRJ45 口，用于与现地视频监控点连接。在控制中心配置 1 台 100/1000M 网络核心交换机，提供不少于 24 个 1000MRJ45 口，用于视频监控系统的组网，提供不少于 2 个 1000MRJ45 口，用于和控制室服务器连接。

在监控中心配置 1 台套图像工作站、3 台硬盘录像机、1 套 LCD 大屏显示系统，完成视频的显示、控制与调度。

14.8.4.3 语音广播系统网络

安全预警系统做为视频监控系统的一个有效的补充，能实现控制中心对闸站放水期间的重点监视与警报功能。当闸站进行放水时，信号由布置在控制中心的寻呼话筒输入，经由租用的运营商裸光纤传入现地各闸站内外河的号角和IP音柱内，同时利用PLC远程控制警报灯闪烁，控制 LED 显示屏显示“闸站正在放水，请过往船只及行人注意避让”等字样。

综合楼现地用号角传音，和广播功放之间用超五类双绞屏蔽线连接，号角安装在闸站屋顶两侧，LED 显示屏与警示灯安装在闸堤结合处。远期河网水闸接入如周边有民居则用IP音柱传音，安装在闸站屋顶两侧，LED显示屏与警示灯安装在闸堤结合处。各闸站现地扩音设备与自动化改造系统共用 1 台控制交换机和一对光纤收发器，每台交换机提供 2 个 1000MRJ45 口，用于组网，提供8个10/100MRJ45 口，用于与功放、IP音柱相连。在控制中心与自动化改造系统共用1台控制核心交换机，提供不少于24个1000MRJ45口，用于安全预警系统的组网，提供不少于2个1000MRJ45口，用于和控制室服务器连接。

监控中心配置1台广播主机、2只寻呼话筒，实现声音的录入和现地设备的控制。

14.8.5网络安全

各系统网络安全需遵循《信息安全等级保护管理办法》，按照《信息安全服务规范》（CCRC‐ISV‐C01:2018）的“三级信息系统安全等级保护”执行，同时作为关键信息基础设施进行保护。

14.9 综合楼控制中心

14.9.1概述

控制中心坐落在综合楼内。控制中心是系统日常运行管理的中枢，即水闸内部专网数据和云平台数据交互的媒介，也是水闸专网控制平台和云公共服务平台信息的汇集点。控制中心存储专网内各系统数据，提供闸站自动化控制和视频监控应用服务，同时还为云平台提供数据支撑。

运行管理人员在中心实时监测水闸各类信息，接收、发布水闸运行指令，在控制室内实现各闸站（水闸）远程自动化启闭。

14.9.2主要建设内容

控制中心建设范围主要包括机房环境建设和网络设备架设，为信息化管理平台提供硬件环境支撑。机房环境建设包括机柜设备安装、防雷接地等。

控制中心是整个水闸通讯的枢纽、各种信息的集散地，是业务系统运行的基础，针对水闸管理的现状，拟在远期新北闸侧建设控制中心，配备相关的网络通讯设备、服务器、操作台等，同时为瑞平平原水系管理单位预留数据接口，并与省水利厅的水利数据仓实现数据互联互通。方便三个闸站的数据传输与共享。

本系统采用 TCP/IP 网络体系结构，对水闸内各类网络设备统一规划进行布局设计。

主要建设内容如下。

1. LCD显示系统建设；
2. 标准化操作台建设；
3. 中心机房建设。

控制中心左侧为调度标准化操作台和 LCD 大屏系统，右侧为中心机房，平面图如下所示：

图 14.9-1 控制中心效果图 1

控制中心共分为两部分，左侧为 LCD 大屏系统和标准化操作台，主要用于控制和视频数据的管理和监看，并进行广播语音的输入，操作台后方是文件柜，可以放置书本、文件等物品。控制中心右侧为中心机房，主要放置机柜、服务器、网络设备等。

控制中心效果图如下所示：

图 14.9-2 控制中心效果图 2

14.9.2.1 LCD 大屏系统

14.9.2.1.1 系统结构

LCD 大屏显示系统是控制中心建设的组成部分，能够集中展示闸控画面、视频图像等信息，强大的显示技术为用户提供了一个网络集中监控、信息资源共享、分析决策和指挥调度的显示平台。

大屏显示系统由拼接大屏、拼控器、配套线缆和支架以及控制软件等构成。

1.拼接屏

拼接屏显示规模：

LCD 拼接显示屏 3×5 拼接		
显示系统	拼接显示系统	
	显示单元尺寸：	55 寸
	拼接规模：	3（行）×4（列）
	全屏显示面积：	4860mm 宽×2060mm 高
	全屏物理分辨率：	1920x1080
	系统整体厚度为 114mm；前维护箱体无需后维护空间。	

2.综合一体机

综合一体机支持多种视频输入、输出业务板，同时提供高速网络接口，接入本地局域网，可以接入前端网络摄像机的网络视频数据、模拟视频信号、管理工作站、其他业务系统计算机显示信号或网络远程桌面，通过设备内部拼接控制功能，利用强大的数据处理能力，实现图像的拼接和漫游操作。

14.9.2.1.2 系统显示模式

1. 单屏显示：组合大屏的每个单元单独显示一路视频画面，每个单元的视频信号可以任意切换。
2. 整屏显示：整个大屏显示一路完整的视频图像，显示的图像可以是复合视频（PAL 或 NTSC）、VGA、S-Video、Ypbpr/YCbCr、DVI。
3. 单屏任意分割显示：以一个屏为单元可任意 1、4、9、16 路画面分割显示。
4. 图像叠加：可以将任意一个或者多个信号叠加到其他信号之上显示。
5. 全屏任意分割显示：可以对任意重要目标细节画面进行切割放大显示。
6. 图像半透明混合处理:可将任意一个信号叠加到其他信号
7. （地图）之上，图像透明度可调，即可以看到实图像又不覆盖其他信号。
8. 图像漫游：将任意一个信号在整个大屏上进行随意移动。
9. 图像拉伸：可将一个信号在整个屏幕墙上随意缩放。
10. 网络抓屏：可通过网络将远端电脑的操作界面投射到电视墙上（例如将客户端操作投像到大屏显示）。

14.9.2.1.3 软件功能

整个大屏显示系统以综合平台作为拼接控制单元，视频综合平台支持多种视频输入、

输出业务板，同时提供高速网络接口，接入本地局域网，可以接入前端网络摄像机的网络视频数据、模拟视频信号、其他业务系统计算机显示信号或网络远程桌面，通过视频综合平台内部拼接控制功能，利用视频综合平台强大的数据处理能力，实现图像的拼接和漫游操作。视频综合平台提供DVI、HDMI等多种高清数字输出接口，连接LCD大屏幕显示系统，实现多种视频信号的高清输出显示。

综合平台实现了矩阵切换、业务应用、存储、解码的大集成，可以轻松实现模拟前端、IP 前端、数字高清前端和混合前端等多种监控网络的接入，升级扩容简洁、系统改造方便、设备高度集成，系统达到电信级的稳定性和可靠性。

视频综合平台参考ATCA（AdvancedTelecommunicationsComputingArchitecture高级电信计算架构）标准设计，支持模拟及数字视频输入、模拟及数字矩阵切换、视频图像拼控管理、高清数字视频输出等功能，是一款集图像处理、网络功能、日志管理、用户和权限管理、设备维护于一体的电信级视频综合处理交换平台。

14.9.2.2 标准化操作台

标准化操作台是用于进行沿线各闸运行监控管理、工程视频相关图像数据处理、存储及监视的工作场所。

操作台采用不锈钢结构，大概尺寸长*宽*高 5000*1000*800（mm）含5 把座椅。桌面上放置 2 台管理工作站、1 台视频工作站、1 台打印机、1 台广播主机和 2 只话筒。

14.9.2.3 中心机房

机房建设应为计算机和网络的可靠运行提供合乎规范的环境条件和工作条件，为满足计算机等设备对温度、湿度、洁净度、电性能、防火性、防静电能力、抗干扰能力、防雷、接地等各项指标的要求。

根据工程实际需求，对空调系统、电源防雷及接地系统、静电防护、综合布线系统等部分进行重点考虑，具体如下：

14.9.2.3.1 空调系统

根据 GB50174-2008《电子计算机房设计规范》和 GB/T2887-2011《电子计算机场地通用规范》中规定机房的温湿度要求，建设工程控制中心的空调系统。具体要求如下表所示。

表 14.9-1 工程控制中心机房建设要求

	A 级		B 级	C 级
	夏季	冬季		
温度	23℃±2℃	20℃±2℃	15℃-30℃	10℃-35℃
湿度	45%-65%	45%-65%	40%-70%	30%-80%

根据实际需求，温湿度 C 级满足调度中心机房要求，加之设备数量较少，装柜时相互间距离较大，不易产生热量堆积，故本系统配备 2 套 3P 变频商用空调，一套放在操作台室，一套放在机房。

14.9.2.3.2 防雷接地

雷电入侵电器设备的形式有两种：直击雷和感应雷。雷电直接击中线路并经过电器设备入地的雷击过电流称为直击雷；由雷闪电流产生的强大电磁场变化与导体感应出的过电压，过电流形成的雷击称为感应雷。

1. 交流工作地在工程控制中心中，有大量的使用380V/220V交流电源的电气设备，这些设备按国家有关规范中对电气的规定进行工作接地，即把中性点接地。接地电阻不应大于 4Ω。
2. 安全保护地当机房内各类电气设备的绝缘损坏时，将会对设备和操作、维修人员的安全构成威胁。为了保证设备和人身的安全，而把机房所有设备的外壳与地之间做良好的连接，称为安全保护地。

接地电阻不应大于 4Ω。

本方案采用接地方式：交流工作接地、安全保护接地，防雷接地可利用建筑物原有的接地方式，接地电阻≤4Ω。工程控制中心专用地保证接地电阻≤4Ω，用于工程控制中心的直流接地。

14.9.2.3.3 防静电保护

在机房设置接地端子箱，将天花龙骨、墙身龙骨、活动地板支架、非工程控制中心的管、金属的门、窗、屏蔽用金属板等均做等电位连接，并分别接入接地端子箱，由接地端子箱引线与大楼提供接地线连接。

14.9.2.3.4 综合布线

1. 工程控制中心的各设备走线与市电设备走线分开，交叉时以接近于垂直的交叉，电源走线采用在地板下铺金属线槽走线方式。线槽在地面上架空排放。
2. 照明线路均上走线，并采用金属线槽及电线管敷设。
3. 各类线缆独立敷设并用金属管槽屏蔽保护，所有金属管槽都可靠连接并接入机

房电柜的保护接地，各电气开关及连接线缆清晰标注，易于连接。

4. 电缆型号符合招标文件规定、满足国家标准。
5. 严格执行电气安装有关的规定，不同回路、不同电压的线种安装在不同的金属线槽及专用的电线管道上。
6. 由于各闸启闭室已建，所以需尽量沿地角、墙角、吊顶内走线，保持现场布线的美观性。

14.9.2.3.5 电源系统

中控室需进行电源改造，重新布线，方便接入 10KVA 电源，为中控室设备提供电力。

14.9.2.3.6 机柜布置

机房共布置 3 套机柜，分别为网络/视频柜、服务器和 UPS 柜。网络/视频柜放置与视频监控系统相关的硬盘录像机，以及相关网络设备（控制核心交换机、网络核心交换机、路由器等）；服务器柜放置数据服务器、防火墙、网闸；UPS 柜放置 UPS 与蓄电池。

1.数据服务器

用于存储自动化控制数据，通过 485 信号连接服务器数据库与防火墙，实现数据访问与读取，真正意义上做到信号的物理隔离。

2.防火墙

防火墙的主要功能有入侵检测、主动防御、病毒防护等，在内外网络之间做一层保护措施。

3.网闸

从物理上隔离、阻断具有潜在攻击可能的一切连接，使网络系统不受外界的攻击和破坏，实现真正的安全。

4.核心交换机

核心交换机分为控制核心交换机和网络核心交换机，主要作用是汇聚现地与中控室设备，形成完成的网络体系。

5.不间断电源

采用 10KVA，后备时间 1h 的不间断电源设备，保障设备在市电中断（事故停电）的情况下仍然能正常工作而不受到损害。供电范围包括：存储设备、工作站、数据服务器、机房内所有网络设备、数据服务器等设备电源、应急照明电源、消防、漏水设备电源。不间断电源以放射式向用电设备供电，配电系统各级之间成套时应当考虑有选择性地配合。

14.9.3主要硬件配置

14.9.3.1 防火墙

技术指标	指标要求
系统架构	系统要求为下一代防火墙产品，杜绝 UTM 产品
规格性能	网络处理能力≥10G，并发连接≥260 万，每秒新建连接 18 万/秒，标准 2U 机箱，标准配置 6 个10/100/1000M 自适应电口，8 个SFP 插槽，支持一个扩展槽，最大支持 26 个接口，1 个 Console 口，支持液晶屏。
网络适应能力	支持路由、透明、交换、旁路以及混合模式接入，满足复杂应用环境的接入需求；
	支持物理子接口技术，可以虚拟多个逻辑接口（不依靠 vlan 区分）；聚合模式（Channel 模式）支持三种：轮询、热备、802.3ad；
	802.3ad 方式支持 3 种负载算法：根据源目的 mac 组合、根据 mac 和ip 组合、根据 ip 和 TCP/UDP 端口组合；
	支持 DHCP 地址绑定（根据 MAC 地址静态分配 IP 地址）；支持 DHCPServer、DHCPClient 和 DHCP 中继功能；
	支持 DNS 透明代理，防火墙收到客户端 DNS 请求报文时，防火墙会将请求报文中的 DNS 地址替换为防火墙指定的代理 DNS 地址，帮助其实现 DNS 解析
	支持使用命令对策略路由默认优先级进行调整
	支持基于权重的路由负载均衡，算法支持：源地址目的地址哈希、轮询、源地址哈希、目的地址哈希、源地址轮询、备份、随机、流量均衡、最优链路带宽负载、最优链路带宽备份、时延负载、跳数负载
	支持静态路由，支持策略路由，支持对称路由；支持 ISP 路由，并支持手动导入；支持动态路由协议 RIPv1/v2、OSPF、BGP；
IPv6 支持	支持 IPv6 地址配置，支持 IPV6 手动及自动的 IP/MAC 探测及绑定，支持 IPV6 的本地认证；支持 IPV6 下静态路由及策略路由；
访问控制能力	支持基于源目的 IP 地址、源目的安全域、VLANID、MAC 地址、时间、用户、地理区域、服务协议及应用等多种方式进行访问控制；支持通过一条安全策略配置应用控制、入侵防护、URL 过滤、病毒检测、内容过滤、网络行为管理等高级访问控制功能，且无需编辑即可直观审计策略配置
	支持八种会话长连接自定义设置，每种长连接可以被任意安全策略引用，实现不同的业务、不同的会话保持时长最长可达 50 天
	支持按源目的 IP、源目的接口、用户、地理区域及应用进行流量排名，并显示流量统计
	要求支持基于源目的 IP 地址、源目的安全域、VLANID、MAC 地址、时间、用户、地理区域、服务协议及应用等多种方式进行访问控制，要求系统具备自主研发的基于用户的安全访问控制技术
网络地址转换能力	支持全面的 NAT 转换能力，支持对源目的地址、端口的转换；包括一对一，一对多，多对一，多对多地址转换方式
	支持 FULL_CONE 和 SYMMETRIC 两种类型的转换方法，默认为 SYMMETRIC

链路冗余能力	支持基于优先级的链路备份，具有备援网关功能
用户认证	支持基于 web 的无客户端方式用户认证；在使用 web 认证客户端时支持 NAT 探测；
内容过滤	实现 HTTP、FTP、POP3、SMTP、IMAP 五种应用协议的双向内容过滤，支持预定义敏感信息库及自定义敏感信息库两种方式进行敏感信息定义，支持阻断及日志两种处理动作；
	支持自定义添加关键字，并设置每一个关键字的权重值。当命中的关键字权重相加超过警戒值之后，将会触发内容过滤策略，数据会依据内容过滤策略的动作判断是允许还是拒绝
带宽管理能力	支持根据 IP 地址、用户、服务、应用、时间等信息划分虚拟 QoS 通道进行带宽管理；支持 QoS 配置向导，支持多层级调度类嵌套，支持优先级设置实现差分服务；
抗攻击能力	支持对应用层 Flood 攻击进行五种处理动作：警告、阻断、普通防护、增强防护及授权服务器防护（要求提供截图，并加盖公章）；支持局域网广播防护，支持全局配置的局域网广播防护及基于二层接口的局域网广播防护，可以防止局域网内广播和多播数据包泛滥，保障网络正常通信
	支持对拒绝服务、缓冲区溢出、恶意扫描、木马后门、病毒蠕虫、僵尸网络、跨站脚本、SQL 注入、WEB 攻击等的防御；
防病毒	支持病毒云查杀（要求提供截图）；支持通过与终端安全管理系统联动及木马云查杀功能生成日志或者动态策略。生成的木马专项查杀动态策略可以在数据被监测携带木马时，根据动态策略配置阻断数据或者记录日志
入侵防御	IPS 特征库不少于 3000 条特征值
	支持对拒绝服务、缓冲区溢出、恶意扫描、木马后门、病毒蠕虫、僵尸网络、跨站脚本、SQL 注入、WEB 攻击等的防御，具备针对 DNS、FTP、ICMP、IMAP、SQL、NNTP、POP、SMTP、SNMP 等协议类型的入侵检测与防御
	防火墙支持 IPS 功能，并支持 IPS 规则库单独升级，特征库支持自动和手动方式更新；系统必须具备一种基于网络的入侵检测方法
	支持基于防护类型及防护级别的预定义 IPS 模板；基于行业类型特点的预定义 URL 模板
动态策略	防火墙动态策略功能，可以通过与入侵防护策略、防弱口令扫描、威胁情报中心、终端安全管理系统的联动，生成动态策略信息，根据用户在基本配置中配置的动态策略动作，命中动态策略的数据将会被阻断或者记录日志
防弱口令扫描	支持针对 FTP、SMTP、POP3、IMAP、MYSQL 协议防弱口令扫描功能，可以帮助用户记录或者拦截网络中猜测 FTP 用户名密码，邮件用户名密码的行为。并支持生成动态策略，下发给防火墙，再次受到相同攻击时，用户可以选择禁止还是允许口令猜测的行为

14.9.3.2 网闸

序号	名称	参数
1	系统吞吐量	4520Mbps
2	硬件配置	2U 机箱，单电源，具有液晶面板
3	内网	6 个 10/100/1000Base-T 端口，2 个 SFP 接口，1 个 Console 口，2 个 USB 口
4	外网	6 个 10/100/1000Base-T 端口，2 个 SFP 接口，1 个 Console 口，2 个 USB 口

14.9.3.3 路由器

序号	名称	参数
1	模块化	
2	端口	8 个FE，2 个GE 接口，2 个USB2.0 端口，1 个 Mini-USB 控制台端口，1 个串行辅助/控制台端口

14.9.3.4 UPS 电源

序号	名称
1	容量 10kVA，时间 1h，带蓄电池
2	工作方式：带旁路输入，主用直流 DC/AC
3	交流输入 220V±15%，频率 50Hz±5％
4	AC，DC 备用的在线工作方式
5	交流输出 220V±2％，频率 50Hz±1％，正弦波，瞬变响应恢复时间≤40ms
6	输出谐波失真≤5%，噪音≤60dB
7	在额定负载下，效率至少为 85%
8	隔离的 RS485 或 RS232C 通信接口，支持 MODBUS 通信协议
9	保护功能：输出短路、输出过载、温度过高、电池欠压过压、输出欠压过压、抗雷击浪涌保护功能
10	具有输出报警无源空接点
11	安装方式：机架式，柜内安装

14.9.3.5 打印机

序号	名称	参数
1	黑白打印速度	30ppm
2	最大打印幅度	A3
3	最高分辨率	1200×1200dpi

14.9.3.6 液晶显示单元

序号	名称
1	LCD 显示单元需具备 CCC、CE、FCC、RoHS 检测报告。
2	LCD 显示单元需具有防腐蚀、防火、防尘等级 IP6X、抗震 8 级检测报告。
3	LCD 显示单元为：55“超窄边液晶屏；物理分辨率达到 1920×1080，物理拼缝≤5.3mm，响应时间≤8ms。输入接口：VGA×1，DVI×1，BNC×1，YPbPr×1，HDMI×1，USB×1。
4	LCD 显示单元亮度达到 500cd/㎡，对比度达到 5000:1，图像显示清晰度为 950TVL，亮度鉴别等级为 11 级。
5	LCD 显示单元采用超宽视角液晶屏，视角可达 178°，画面的输出精确和稳定，色彩饱和靓丽，屏幕更加明亮。屏幕漏光度小于 0.01cd/㎡，可抵抗太阳光等强光干扰,照度在 95KLux 能正常工作。
6	液晶显示单元面板为韩国三星原装面板
7	液晶拼接屏必须采用整机设计，严禁使用飞线屏，显示屏具备完整后壳，不得以支架或挡

	板替代，无任何裸露在外的电路线，整体美观大方，而且产品符合检测规范。
8	LCD 显示单元具备智能光感护眼功能,液晶单元可自动识别环境光强弱,根据环境光变化调节屏幕亮度。
9	具有节能功能。可以实现拼接单元的自动变频节能功能。打开“节能模式”时，对应拼接单元上会依次显示实时百分比功率、实时功率、累计功率、节能减排等直观显示项目。显示单元支持定时屏保和开启。背光手动控制功能，可以手动调节背光;支持一键开启或关闭背光功能，实现节能环保效果。
10	LCD 显示单元支持 U 盘点播，内置 MPEG、JPEG 和RealMedia 解码器，支持点播 U 盘、移动硬盘中的视频、图片、音频或文本资源。视频：支持 TS、3g2、avi、mkv、mov、mp4、mpg、tp 等文件。音频：支持 mp3、wma、m4a、wav、aac 等文件。图片：支持 jpg、bmp、png 等文件。文本：支持 txt 文件。
11	LCD 显示单元支持 HDTVI 同轴高清视频信号，带一入一出环通接口。支持分辨率：720P@50Hz/60Hz、720P@25Hz/30Hz、1080P@25Hz/30Hz。
12	LCD 显示单元支持全接口环通，支持 BNC、VGA、DVI、SDI、DP(4K)、S-video 等接口的环通，BNC、DVI、VGA、HDMI、SDI、DP(4K)、S-video 等信号的环通显示，及 RJ45 接口环通输出；内置拼接处理引擎，配合环通接口，无需外设拼接控制器可实现自拼接显示。
13	LCD 显示单元内置黑白精显模式，可将彩色信号转换成黑白灰度模式并提高图像细节辨认能力。
14	LCD 显示单元需支持 7 色独立调整、精确色彩控制、肤色校正功能。内置图像处理引擎支持 RGBCMYF 七种颜色亮度(IBC)、色调(IHC)、饱和度(ICC)独立调整。显示器需要具有厂家自带的自动校色系统，不需要人工参与自动对显示器进行色彩属性一致性校准。显示器色温可以以 100K 为单位，在 2000K 至 10000K 之间调节。
15	LCD 显示单元可将输入的非 50Hz/60Hz 的图像转换成 60Hz 输出，彻底解决由于低帧率造成的画面卡顿感，使图像显示相比低帧率的图像更平滑顺畅。
16	LCD 显示单元内置 wifi 模块，支持无线管理，支持手机短信及网络邮件报警功能，显示屏出现异常时可通过互联网进行邮件和短信报警。
17	用户可以选择显示默认开机 LOGO、定制开机 LOGO、不显示 LOGO。用户可以任意定制 LOGO 而无需升级软件,而且具有 LOGO 拼接技术，可设置 15*15，具有自然拼接模式；能实现开机 LOGO 拼接及开机高清底图拼接。
18	LCD 显示单元支持边缘屏蔽功能，智能去除黑边功能，可消除显示终端上存在的黑边，及因拼缝带来的图像变形。
19	LCD 采用双 CPU+多个协处理器核的构架；双 CPU 负责通讯、色彩调整及模块控制等控制功能；3 个 DSP 核+1 个 FPGA 核负责图像数据的处理，分工明确保证系统稳定性和实时性，使图像处理更加游刃有余。
20	LCD 显示单元通过调整 γ 曲线，使得实际 γ 曲线更为平滑且更为准确，从而提升显示设备的显示效果。
21	LCD 显示单元支持自动镜像功能，可以实现显示内容（视频、文本等）镜像、OSD 菜单的自定义 0-360°旋转。

14.9.3.7 大屏拼接控制器

序号	名称
1	产品需具备权威机构所出具的 CCC、RoHS、CE、FCC 检测报告。
2	产品为框架式结构，采用无源背板，机箱不小于 13 个板卡插槽，系统稳定可靠
3	产品支持在输出通道叠加图片 LOGO，图片位置可调。
4	产品主控板具有 4 个串口，每个串口挂载 8 个 RS485 控制设备，可将 IP 数据发送给串口。
5	产品支持视频输入通道参数设置功能，可对单个视频输入通道进行分辨率、帧率、码率、亮度、对比度、饱和度、色调、去噪等参数设置，图像显示模式可设定标准、室内、室外、弱光等显示模式进行设置。
6	产品具备视频遮挡报警、视频丢失报警、非法访问报警、IP 冲突报警等功能
7	产品具备三码流编码功能：样机支持主码流、子码流、第三码流编码输出功能
8	产品解码显示视频无卡顿，编码预览视频无卡顿。
9	产品支持显示预案功能，可将样机的视频输出状态保存为场景，可设置多个场景并可对每个场景进行配置、清空、复制、修改、切换等操作，可实现多个场景轮巡切换、（预案）轮巡。
10	产品支持虚拟云台控制功能，具备虚拟云台控制按键，可调整球机和云台的运行速度和方向，并且支持多用户云台抢占、云台控制锁定功能
11	产品单板支持 128 个漫游窗口叠加，支持窗口置顶或置底设置。
12	产品支持 1、2、4、6、8、9、12、16、32、36、48、64 画面分割显示。
13	产品支持将 25 帧或 30 帧的视频转换为 50 或 60 帧。
14	产品支持走廊模式显示功能。
15	产品支持英飞拓、PELCO 等键盘接入。
16	产品对录像文件解码延时≤110ms。
17	产品支持 4K 输出板最大分辨率为 4096×2160，其它板卡支持至少 8 种分辨率输出 1920×1080、1680×1050、1600×1200、1400×1050、1280×1024、1280×960、1280×720、1024×768。
18	产品支持手动视频切换功能，支持将选定的视频输入切换到选定的视频输出，支持视音频同步切换、异步切换，画面切换时不出现黑屏。
19	产品具有同一输入通道的视频图像在不同输出端口显示的失步误差小于 1ms。
20	产品可通过无线终端将视音频、图片、PPT 等传送到屏幕上显示。
21	采用嵌入式非 X86 架构，主控板不具备 X86 架构特征元件（CPU、内存条、硬盘、VGA 接口）。

14.10 软件平台

根据平阳县水利局对于三个闸站的总体建设需求，结合水利厅对于闸站信息化、标准化的要求,需要建设日常运行管理平台来实现对三个闸站的日常管理。日常运行管理平台平台软件系统框架按照分层与分模块的设计，预留扩展接口，并能方便接入。整个系统包括应用层、支撑层、数据层、采集层等多个层次的内容。应用层主要指具体的功能应用；支撑层包括具体的软件支撑；数据层包括各数据库内容；采集层主要指各个具体数据的采集系统。

图 14.10-1 软件平台架构图

14.10.1 数据库建设

数据库建设将采用 MicrosoftSQLServer 数据库管理软件，并参照水利行业信息化相关技术规范和标准、浙江省水利厅相关水利信息化技术标准进行建设，确保数据格式的规范性、通用性和可扩展性。

数据库存储瑞平平原河网、海塘、泵闸运行管理等业务相关数据信息，数据库主要包括实时监测数据库、基础信息数据库和业务数据库三大类。

各类数据库详细内容如下:

1.实时监测数据库

1)实时水雨情数据库

主要存储实时遥测水文数据信息，包括河道水情信息、降雨量信息信息等。水雨情数据库将以雨润数据库为基础进行数据基础，实现数据共享使用。

2)实时工情数据库

存储各水利工程实时运行数据，包括水库闸门运行状态、泵站运行状态、启闭机开关运行等实时工情信息，为水利工程监管及工程实时调度提供数据支持和参考。

3)视频监控数据库

存储水利工程的图像和视频信息的信息源信息。

4)安全监测数据库

同步已建的泵站工程的沉降安全监测信息。

2.基础信息数据库

1)水利工程基础信息数据库

存储水利工程的工程信息、划界险情、注册登记、安全鉴定、操作手册、管理制度、设备管理、工程图纸和工程面貌等信息。

2)水利工程组织管理数据库

存储水利工程组织管理相关信息，包括管理单位、管理事项、岗

位设置、管理人员、管护经费等信息。

3)地理信息数据库

以矢量电子地图形式存储相关地理信息，包含公共基础信息和水利相关信息等。其中，公共基础信息主要包括行政区划、道路及交通设施、城镇分布和基础设施等要素；水利相关信息主要包括各类水利工程、站网（雨量站、水文站等）、水利工程运行工况监测点等要素。

3.业务管理数据库

业务管理数据库主要包括日常巡查、安全检查、维修养护、应急管理、值班管理、调度运行等各类业务管理数据。

14.10.2 应用支撑平台建设

1. GIS 平台。搭建快速、易用的 GIS 平台，地图应采用天地图。
2. 统一视频服务。利用省厅提供的统一视频服务平台，接入自建的相关视频。用户可以直接通过视频模块查看泵站视频分布情况和视频信息，可以通过云台控制对视频进行远程控制，包括转动、聚焦等操作。对短历史时间内的视频可以进行回放。
3. 数据汇聚接口。利用省厅提供的数据汇聚服务系统，实现数据与省厅的对接。

14.10.3 综合管理平台建设

1.基础信息管理

1）工程基本信息管理。工程基本信息的展示平台。包括工程信息、工程面貌、经费管理、管理单位信息、管理单位负责人信息、培训情况、岗位的组成和在职人员的详细情况。

图 14.10-2 基础信息

2）确权划界管理。在 GIS 平台上展示工程确权划界的相关图层及确权划界的资料管理，并关联工程相关界桩信息。

图 14.10-3GIS 工程划界展示

点击地图上的相应的标识标牌，即可查看所点击的标识标牌的信息以及图片信息。

3）经费管理。对日常工作中的经费进行记录、入账形成日志。

可以对某一经费台账进行编辑、删除、查看等相关操作，也可以手动添加新的管护经费的台账。

二、运行管理费用

序号	项目名称	计划费用（万元）	实际费用（万元）	资金来源	备注
1	管理人员工资	40		自筹	
2	职工福利费	2		自筹	
3	折旧费	6		自筹	
4	修理费	/		自筹	
5	物料消耗	4		自筹	
6	低值易耗品	18		自筹	
7	办公费	2		自筹	
8	差旅费	2		自筹	
9	劳动保险费	5		自筹	
10	水电费	5		自筹	
11	财产保险费	/		自筹	
12	工会经费	1		自筹	

图 14.10-4 管护经费台账查看

4）档案管理。与现有档案管理系统对接，对档案资料进行统一管理，分门别类。实现档案的精确查询、模糊查询。档案包括工程技术资料档案、年度整编资料等。

5）制度文件管理。实现对闸泵站相关制度文件的精确查询、模糊查询等。

图 14.10-5 制度手册的展示

图 14.10-6 制度手册的添加

6）人员信息管理。对所有人员、岗位、职责、通讯录等信息的管理，及相关教育培训等信息管理。

2.设施设备资产管理

设备台账管理。建立设备台账，主要记录和提供各种必要的设备信息，建立设备台账，反映设备的基本情况以及变化的历史记录，提供管理设备和维护设备的必要信息。

备品备件管理。备品备件管理与设备台账及物资管理关联，可以随时调用在设备台账和物资仓库中针对某具体备品备件的所有信息，并做到相应的分析判断。

3.日常运行管理

运行监视平台。运行监视闸泵站内各业务系统的实时数据。包括闸泵站自动化监控、水雨情测报、视频监控、工程安全监测等系统的数据，是管控一体化的纽带。

闸站自动化监控：通过同步闸门站运行操作的数据库，将闸门操作运行记录跟运行统计数据以表格的形势展示，并可以直接关联打印机，对表格数据进行打印。

调度台账管理。包括调度流程管理及操作票管理。调度管理模块能够根据接收到的工程运行调度指令，按照相关规定自动提供可供选择的调度方案，并能够记录、跟踪调度指令的流转和执行过程。

图 14.10-7 闸门操作票的添加

防汛值班管理。值班管理系统以自动化的模式将值班人员的出勤情况和值班记录统一管理，保障值班事务的规范化和标准化，为闸泵站稳定运行提供基本保障。

在交接班的时候，需要填写交接班记录表。记录在交接班的时候，闸门泵站的运行情况以及基本的交接班信息，形成电子台账，以便以后的查阅。

图 14.10-8 交接班记录表

工程检查管理。包括工程检查及工程观测。工程检查模块能够按照泵站、涵闸等的日常检查、定期检查、不定期检查要求，实现

检查表的填写、审核和自动生成检查报告。工程观测模块能够对所有工程的工程观测信息进行管理，包括观测项目、观测仪器、观测资料等，并能够进行资料整编，方便

查询。

日常检查：通过与平台相配套的巡查 app 来实现日常巡查的数据的上报。平台字典统计该工程每天的巡查情况。其中绿色表示正常巡查；红色表示改日巡查有隐患上报需要处理；灰色表示当前日期未巡查。

图 14.10-9 巡查统计

在工程检查模块中，可以查看本月的所有巡查记录，也可以通过修改查询时间来查看历史的巡查记录。

图 14.10-10 历史巡查记录

点击某一天的巡查记录，可以查看某一天的巡查轨迹。每一个绿色的点表示该巡查点正常，如果存在隐患，那么该巡查点会显示红色，如果出现异常，那么该巡查点显示黄色。

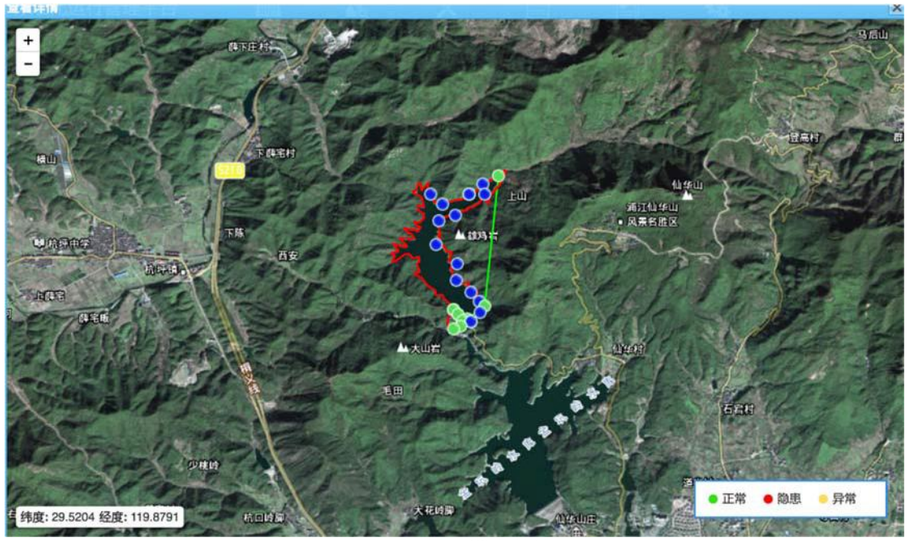


图 14.10-11 巡查轨迹

维修养护管理。包括预算管理、项目管理及日常维保。预算管理模块实现以预算管理为控制手段，全过程管控设备日常维护和检修工作，提高设备检修资金利用率。项目管理模块能够对每年的所有工程的维修、养护项目进行管理，方便进行查询统计。日常维保模块主要针对日常维修资金（人工费、日用劳保）的管理。

图 14.10-12 维修养护

安全台账管理。包括安全生产管理及隐患治理。安全生产管理模块能够对工程的安全生产情况进行管理，方便查询统计。需要管理的信息包括组织机构、管理网络、安全台帐、培训记录、安全检查及存在问题处理记录、事故处理等。隐患治理模块主要对隐患登记，反映按流程管理情况，并根据整改结果进行统计，形成月统计表和年统计表。

应急管理。包括预案管理、预警发布、应急保障和应急响应。预案管理模块实现预案的分类存储及查询功能。预警发布模块主要实现当设备参数超限时自动向技术人

员报警，同时提供在线统计实时数据的超限情况等。应急保障实现防汛抢险物资的登记与管理。应急响应主要实现对预案的执行情况进行可视化跟踪，发布指令到相关抢险队伍责任人并了解队伍行进情况等。

14.11 运行管理

14.11.1 运行管理组织机构

为使自动化控制系统可靠运行，应配有专职的管理人员。一般情况下，系统可配备电气自动化、计算机应用等专业人员 6-8 名，负责完成系统的运行管理和日常维护。其中 4-6 名为运行人员，1-2 名为检修维护人员，两类人员定期进行岗位轮换。

14.11.2 运行管理制度

14.11.2.1 控制运行制度

海塘各闸每个月需进行一次闸门全开全关的操作，每次启闭的过程中，必须由本所 2 名以上工作人员配合操作，并且应确保 1 人以上是熟练操作人员。

中闸为3孔闸门，在开闸引水时，应先开中孔，再依次开两边孔。关闭闸门时顺序应相反。如开一孔能满足引水要求时，应开中孔。南闸为4孔闸门，在开闸引水时，应先开中孔，再依次开两边孔，直至闸门全部开启。关闭闸门时顺序应相反。如开一孔能满足引水要求时，应开中孔，再根据实际情况依次开两边孔。

14.11.2.2 观测检查制度

（1）保持观测工作的系统性和连续性，按照规定的项目、测次和时间，在现场进行观测。

1）定期检查 a、检查内容

对办公楼、发电机房及配电房、水闸主体、下游连接段、总干渠及附属建筑物各部位、观测设施、管理范围内的河道和水流形态等进行巡视检查。

b、检查周期频率

每月检查两次。其中，违章情况、水流形态、破损情况、管理区环境卫生等须每日进行巡查。

下列情况应加强检查，每周 1 次：

①大洪水、是上游水位超过警戒水位期间；②启动防汛防台应急响应或是发布寒潮预警时；③台风以及暴风雨或地震影响本区域时。2）汛期检查 a、检查内容

①经常检查所规定的内容②汛前检查③汛中检查④汛后检查 b、检查周期

结合每年汛前（4 月 15 日前）、汛期、汛后（10 月 15 日后），由管理单位或其上级主管部门组织专业人员对水闸的重要部位和主要设施进行全面检查，对由经常检查发现问题后提出的定期检查项目应着重检查，并将检查结果报上级主管部门。

3）特别检查 a、检查内容

对水闸的重要部位和主要设施进行全面检查，对由经常检查发现问题后提出的特别检查项目应着重检查，并将检查结果报上级主管部门。对发现的问题进行分析，制订相应应急处置方案和修复计划。

b、检查周期

当水闸遭受 100 年一遇洪水、12 级以上台风，达到或超过设计水位（或超过历史最高洪水位）运行、出现险情或发生重大工程事故时，水闸遭受强烈地震时，应及时报告上级水行政主管部门，并组织对工程进行特别检查。

（2）做到“四随”（随观测、随记录、随计算、随校核）、“四无”

（无缺测、无漏测、无不符合精度、无违时）、“四固定”（人员固定、设备固定、测次固定、时间固定），以提高观测精度和效率。

（3）每次观测结束后，应及时对记录资料进行计算及整理，严禁将原始记录留到资料整编时，再进行计算与检查；对观测成果进行初步分析，如发现观测精度不符要求，立即重测；如发现异常情况，即进行复测，同时加强观测，并采取必要的措施。

（4）观测设施（包括观测仪器）应每年进行一次率定、校测。

（5）每年年初均应对上一年度观测资料进行整编，并将整编成果报区水利局审查，对审查合格的资料整编成果应装订成册，归入技术档案。必须对发现的异常现象作专项分析，必要时可会同科研、设计、施工人员专题研究。

（6）水闸工程的检查，包括经常检查、定期检查、特别检查和安全鉴定（设备等级评定），水闸工程各项检查应逐项填写检查记录，遇有异常情况，应及时采取措施进行处理。其中，定期检查、特别检查、安全鉴定结束后，应根据成果出具检查、鉴定报告。

（7）经常检查由工程技术人员开展进行，一般每月进行 1 次，

主汛期，每周进行 1 次。

（8）结合每年汛前（4 月 15 日前）、汛期、汛后（10 月 15 日后），由工程技术人员对水闸的重要部位和主要设施进行全面检查，对由经常检查发现问题后提出的定期检查项目应着重检查。检查周期：每季 1 次，每年汛前和汛后必须各检查 1 次。

（9）当水闸遭受特大洪水、台风，达到或超过设计水位（或超过历史最高洪水位）运行或发生重大工程事故时，应及时组织对工程进行特别检查，对发现问题进行分析，制订相应应急处置方案和修复计划。

（10）首次安全鉴定应在竣工验收后 5 年内进行，以后应每隔 10

年进行一次全面安全鉴定；运行过程中遇超标准洪水、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，应及时进行安全鉴定。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。经安全鉴定认定为三类水闸，应及时编制除险加固计划，报区水利局批准。经安全鉴定认定为四类水闸需要报废或降等使用的，应报省水利厅批准。

14.11.3 运行维护经费

系统每年的运行维护费用，建议管理单位结合运行养护社会化服务，列入日常性经费开支。

本项目运行维护经费制定依据为《浙江省水利工程维修养护定额标准及经费编制细则（2018 年）》。

14.11.4 保障措施

1. 若长久不用，应确保水闸能在一个月内全开全关一次。
2. 从人员素质和技术水平开始，严把工程质量第一关。
3. 经常性地开展全体人员的质量意识教育，明确“质量第一”的真正内涵，把质量目标从思想上落实到每一位项目组人员的行动中，共同抓好质量管理，最终保证设备的可靠运行。
4. 建立严格的质量责任制，明确规定质检人员的职责。
5. 制定明确的质量计划、质量方针和目标，做到目标具体、措施落实、确保工程质量的稳定和不断提高。

14.12 投资估算

表 14.12-1 自动化设备投资表

序号	名称	单价（元）	备注
	总计	3423000	
一	闸站自动化控制系统	330360	
1	现地控制层	211560	
1.1	北闸	56460	
1.2	中闸	70500	
1.3	南闸	84600	
2	主控调度层	118800	
二	视频监控系统	406845	
1	现地设备	293850	
1.1	北闸	67800	
1.2	中闸	67800	
1.3	南闸	67800	
1.4	海塘	90450	
2	主控设备	112995	
三	语音预警系统	205695	
1	现地音响及报警设备	142335	
1.1	北闸	31635	
1.2	中闸	31635	
1.3	南闸	31635	
1.4	沿堤	47430	
2	广播控制设备	63360	
四	网络及控制中心	2221500	
1	网络通讯系统	360000	3 年租赁费
2	控制中心	1299000	
3	标化软件平台	562500	
五	启闭机改造费用	258600	

本工程自动化设备投资估算 342.3 万元。

15 投资估算

15.1 概述

本次工程建设主要内容包括宋埠～西湾海塘加固加高和堤顶改造及堤后绿化等内容，提升改造加高堤线总长 3215.0m。堤顶高程 7.80m，防浪墙顶高程 8.80m。堤顶采用允许越浪设计，设计挡潮标准由 20 年一遇提升为 100 年一遇，工程等级为 1 级。本段标准海塘对现有 3 座水闸进行改造，桩号分别为 K0+668.39、K1+475.19、K3+075.99，挡潮标准提高到 100 年一遇。同时新建 7m 宽，4 跨×20m 农桥一座，连接城市道路。

15.2 编制原则及内容

一、编制依据

（1） 《浙江省水利水电工程设计（概）预算编制规定（2021 年）》、《浙江省水利水电建筑工程预算定额》(2021)；《浙江省水利工程造价计价依据（2021 年）》；《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定》；

（2） 《省发展改革委关于浙江电网 2020-2022 年输配电价和销售电价有关事项的通知》（浙发改价格[2020]364 号）；

（3） 浙江省温州市平阳县 2021 年 9 月建材信息价；

（4） 国家、行业主管部门和浙江省颁发的有关法规、标准及定额；

（5） 现阶段设计提供的工程量、设计文件及图纸。

二、基础单价

1）人工预算单价

根据《浙江省水利水电工程设计概（预）算编制规定（2021 年）》，人工预算单价不分工程类别，人工预算单价为 128 元/工日。

2）主要材料预算价格

水泥、钢筋、砂石料价格按《2021 编规》规定执行，水泥预算价限价为 300 元/t、钢筋预算价限价为 3000 元/t、柴油限价为 3000 元/t、炸药限价为 6000 元/t、外购砂石料 1 预算价限价为 60 元/m³，外购砂石料 2 预算价限价为 30 元/m³，商品混凝土预算价限价为 150 元/m³，其市场价高于限价之间的差价，计取税金后进入单价之内，实际价低于限价时，按实际价计算。

表 15.2-1 主要材料预算价格表

编号	材料名称	单位	单价	限价	价差	备注
1	钢筋	t	4622.00	3000.00	1622.00	
2	钢板	kg	6.21	3.00	3.21	
3	型钢	kg	4.75	3.00	1.75	
4	柴油	kg	7.33	3.00	4.33	
5	汽油	kg	8.77	6.60	2.17	
6	石渣	m³	58.25			
7	碎石	m³	153.00	60.00	93.00	
8	块石	m³	160.09	60.00	100.09	
9	水泥 42.5 级	kg	0.58	0.30	0.28	
10	泵送商品混凝土 C10	m³	517.00	150.00	367.00	
11	泵送商品混凝土 C20	m³	482.00	150.00	332.00	
12	泵送商品混凝土 C30	m³	523.00	150.00	373.00	
13	泵送商品混凝土 C40	m³	603.00	150.00	453.00	
14	泵送商品混凝土 C35	m³	560.00	150.00	410.00	

主要材料预算价格为除税价。

3）施工用电、风、水价格

施工用电电价：0.81 元/kW•h（除税价）；

施工用水水价：0.70 元/m³（除税价）；

施工用风风价：0.13 元/m³（除税价）。

4）施工机械台时费

执行浙江省水利厅、浙江省发改委和浙江省财政厅联合发布的《浙江省水利水电工程施工机械台班费定额（2021）》。

三、工程取费标准

表 15.2-2 建筑工程单价取费标准表

序号	费用名称	土方工程	石方工程	混凝土工程	基础处理工程
1	措施费	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2	间接费	7.5%	11%	10.5%	10%
3	企业利润	6%	6%	6%	6%
4	税金	9%	9%	9%	9%
5	阶段系数	5%	5%	5%	5%

钢筋制作安装间接费费率按相应工程类别混凝土工程的 60%计算。

单独土石方工程的开挖、运输，以及工程量 3 万方以上的围垦、护岸工程土石方开挖、运输及抛填，其间接费费率按相应工程类别土石方工程（疏浚工程）的 75%计算。

四、预备费

工程部分基本预备费费率取 5%，政策处理部分基本预备费费率取 10%，价差预备费按规定不计列。

五、其他说明

1、本工程闭气土方、抛石、堆石棱体、堤顶石渣回填工程量计算时已根据沉降计算结果考虑预留沉降部分；根据以往类似工程经验，抛石沉损系数为 1.4，桩基钻孔考虑 0.5m 空钻。

15.3 资金筹措

本工程本阶段暂定除专项部分外投资，省级资金补助 50%，剩余 50%均由地方财政自筹解决。

15.4 投资主要指标

本项目总投资 37470.08 万元，其中工程部分估算投资为 31685.59 万元（建筑工程 25849.21 万元，机电设备及安装工程 504.53 万元，金属结构设备及安装工程 291.73 万元，临时工程 955.55 万元，独立费用 2575.73 万元，基本预备费 1508.84 万元）；专项部分 5784.49 万元。

15.5 投资估算表

表 15.5-1 总估算表

万元

编号	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				
1	一	建筑工程	25849.21			25849.21
2	二	机电设备及安装工程	404.83	99.70		504.53
3	三	金属结构设备及安装工程	47.38	244.35		291.73
4	四	施工临时工程	955.55			955.55
5	五	独立费用			2575.73	2575.73
6		一～五项合计				30176.75
7		基本预备费				1508.84
8		静态投资(6+7)				31685.59
	Ⅱ	专项部分				
9	一	环境保护工程				60.00
10	二	水土保持工程				177.46
11	三	送出工程				
12	四	水文化专项工程				
13	五	交通专项工程				
14	六	专项提升工程				5547.03
15		一～六项合计				5784.49
	Ⅲ	征地移民补偿部分				
16	一	农村部分补偿费				
17	二	城(集)镇部分补偿费				
18	三	企(事)业单位补偿费				
19	四	专项设施补偿费				
20	五	防护工程费				
21	六	库底清理费				
22	七	其他费用				
23		一～七项合计				
24		基本预备费				
25		有关税费				
26		其他专项费用				
27		静态投资(23+24+25+26)				
Ⅳ		工程总投资合计				
28		静态总投资(8+15+27)				37470.08
29		价差预备费				
30		建设期融资利息				
31		工程总投资(28+29+30)				37470.08

表 15.5-2 建筑工程估算表

元

编号	项目名称	单位	数量	单价	合价
一	建筑工程				
一	海堤部分				
1.1	原钢筋防浪墙拆除（外运 5km）	m^3	1458	142.61	207925
1.2	混凝土路面拆除（外运 5km）	m^3	1563	116.41	181949
1.3	原碎石垫层开挖（利用）	m^3	2949	14.94	44058
1.4	原预制块拆除（外运 5km）	m^3	3047	44.63	135988
1.5	原石渣垫层开挖（回填利用）	m^3	6068	19.17	116324
1.6	表土清理（就近堆放）	m^3	9011	13.64	122910
1.7	C30 砼排水沟	m^3	278	918.71	255401
1.8	C30 砼灌砌块石大方脚	m^3	3403	582.90	1983609
1.9	闭气土回填（外购土方）	m^3	56624	62.15	3519182
1.10	石渣回填	m^3	64996	100.57	6536648
1.11	碎石垫层	m^3	6782	126.33	856770
1.12	C20 素砼垫层	m^3	5765	756.58	4361684
1.13	C10 砼稳定层厚 10	m^3	3391	864.14	2930299
1.14	C30 砼路面厚 20	m^3	6782	908.80	6163482
1.15	C30 砼挡墙	m^3	16074	984.96	15832247
1.16	C35 钢筋砼 L 型挡墙	m^3	7834	1051.38	8236511
1.17	C40 钢筋砼底板厚 70	m^3	11734	879.03	10314538
1.18	C40 钢筋砼防浪墙	m^3	3542	1057.08	3744177
1.19	石渣垫层 20cm 厚	m^3	16861	100.57	1695711
1.20	C30 素砼格梁	m^3	8275	817.53	6765061
1.21	400g/m^2复合土工布	m^2	178432	17.54	3129697
1.22	抛石镇压	m^3	344256	219.76	75653699
1.23	表面大块石理砌	m^2	148942	13.66	2034548
1.24	抛大块石护脚	m^3	45661	219.76	10034461
1.25	2.5TC30 四脚空心块安放	m^3	25434	1198.67	30486973
1.26	预制透空生态礁石	m^2	67892	450.00	30551400
1.27	Ø50PVC 排水管	m		8.20	
1.28	Ø150PVC 排水管	m		13.60	
1.29	三维土工网	m^2	42014	17.99	755832
1.30	钢筋加工与安装	t	1849	7646.03	14137509
1.31	路灯	个	174	3000.00	522000
1.32	细部结构	m^3	57909	0.94	54434
	海堤部分小计				241365027
二	水闸				
2.1	北闸改建				
2.1.1	抛石体开挖（临时堆场）	m^3	6508	15.55	101199
2.1.2	抛石回填（利用开挖料）	m^3	6508	33.87	220426
2.1.3	钢筋砼拆除	m^3	990	213.90	211761
2.1.4	C40 钢筋砼胸墙	m^3	1.23	1117.13	1374
2.1.5	C40 钢筋砼箱涵	m^3	714	1086.10	775475
2.1.6	C40 钢筋砼翼墙	m^3	259.9	1078.35	280263
2.1.7	钢筋加工与安装	t	5.83	7646.03	44576
2.1.8	⌀80C30 钢筋砼灌注桩造孔（粘土层）	m	143.8	195.40	28099
2.1.9	⌀80C30 钢筋砼灌注桩	m^3	72.89	903.90	65885
2.1.10	钻渣外运 5km	m^3	72.89	23.05	1680
2.1.11	灌注桩钢筋笼制安	t	5.83	7520.20	43843
2.1.12	景观平台护栏	m	42	600.00	25200
2.1.13	景观平台铺装	m^2	172	400.00	68800
2.1.14	细部结构	m^3	721	32.61	23512
	北闸改建小计				1892093
2.2	中闸改建				
2.2.1	抛石体开挖（临时堆场）	m^3	6508	15.55	101199
2.2.2	抛石回填（利用开挖料）	m^3	6508	33.87	220426
2.2.3	钢筋砼拆除	m^3	1071	213.90	229087
2.2.4	C40 钢筋砼胸墙	m^3	1.85	1117.13	2067
2.2.5	C40 钢筋砼箱涵	m^3	932.58	1086.10	1012875
2.2.6	C40 钢筋砼翼墙	m^3	259.9	1078.35	280263
2.2.7	钢筋加工与安装	t	96.2	7646.03	735548
2.2.8	⌀80C30 钢筋砼灌注桩造孔（粘土层）	m	212	195.40	41425
2.2.9	⌀80C30 钢筋砼灌注桩	m^3	107	903.90	96717
2.2.10	钻渣外运 5km	m^3	107	23.05	2466
2.2.11	灌注桩钢筋笼制安	t	8.61	7520.20	64749
2.2.12	景观平台护栏	m	48	600.00	28800
2.2.13	景观平台铺装	m^2	231	400.00	92400
2.2.14	细部结构	m^3	942.61	32.61	30739
	中闸改建小计				2938761
2.3	南闸改建				
2.3.1	抛石体开挖（临时堆场）	m^3	6508	15.55	101199
2.3.2	抛石回填（利用开挖料）	m^3	6508	33.87	220426
2.3.3	钢筋砼拆除	m^3	1153	213.90	246627
2.3.4	C40 钢筋砼胸墙	m^3	2.46	1117.13	2748
2.3.5	C40 钢筋砼箱涵	m^3	1174	1086.10	1275081
2.3.6	C40 钢筋砼翼墙	m^3	259.9	1078.35	280263
2.3.7	钢筋加工与安装	t	115.71	7646.03	884722
2.3.8	⌀80C30 钢筋砼灌注桩造孔（粘土层）	m	283.28025478	195.40	55353
2.3.9	⌀80C30 钢筋砼灌注桩	m^3	142.32	903.90	128643
2.3.10	钻渣外运 5km	m^3	142.32	23.05	3280
2.3.11	灌注桩钢筋笼制安	t	11.39	7520.20	85655
2.3.12	景观平台护栏	m	53	600.00	31800
2.3.13	景观平台铺装	m^2	297	400.00	118800
2.3.14	细部结构	m^3	1187	32.61	38708

	南闸改建小计				3473305
	水闸小计				8304159
三	农桥 80*7				
3.1	农桥 80*7	项	1	2800000.00	2800000
	农桥 80*7 小计				2800000
四	管理工程				
4.1	管理用房工程				
4.1.1	管理用房	m^2	411.96	3000.00	1235880
	管理用房工程小计				1235880
4.2	安全监测工程				
4.2.1	安全监测	%	0.5	252469186.00	1262346
	安全监测工程小计				1262346
4.3	水情自动测报系统工程、标准化设施				
4.3.1	水情自动测报系统	项	1	1000000.00	1000000
	水情自动测报系统工程、标准化设施小计				1000000
	管理工程小计				3498226
五	其他建筑工程				
5.1	其他建筑工程	%	1	252469186.00	2524692
	其他建筑工程小计				2524692
	合计				**258492104**

表 15.5-3 机电设备及安装工程估算表

元

编号	项目名称	单位	数量	单价		合价	
				设备	安装	设备	安装
二	机电设备及安装工程						
一	水闸						
1.1	S9-80/10 型 80KVA 变压器	台	1	60000.00	10000.00	60000	10000
1.2	S9-50/10 50KVA 变压器	台	2	20000.00	5000.00	40000	10000
1.3	10kV 电缆 ZR-YJV22-10-3×35	m	3000		62.58		187740
1.4	50SG1 型柴油发电机	套	3	160000.00	20000.00	480000	60000
1.5	GGD1 低压配电柜	只	3	70000.00	8400.00	210000	25200
1.6	MNS 低压配电屏	只	3	45000.00	5400.00	135000	16200
1.7	闸门控制箱	只	3	20000.00	2400.00	60000	7200
1.8	照明配电箱	只	3	4000.00	480.00	12000	1440
1.9	电力电缆 ZR-YJV-10-3×35	m	50		62.58		3129
1.10	电力电缆 ZR-YJV-1-3×50+1×25	m	20		99.06		1981
1.11	电力电缆 ZR-YJV-1-5×10	m	25		32.40		810
1.12	电力电缆 ZR-YJV-1-5×6	m	80		21.54		1723
1.13	电力电缆 ZR-YJV-1-4×6	m	25		17.42		436
1.14	控制电缆 KVVP-1-7×1.5	m	80		12.96		1037
1.15	绝缘电线 BV-0.45/0.75-4	m	250		2.21		553
1.16	绝缘电线 BV-0.45/0.75-2.5	m	400		1.41		564
1.17	绝缘电线 BVR-0.45/0.75-2.5	m	250		1.98		495
1.18	电灯	套	50		300.00		15000
1.19	灯开关	只	30		30.00		900
1.20	插座	只	10		25.00		250
1.21	镀锌扁钢-50×5	m	200		19.63		3926
1.22	镀锌圆钢φ16	m	300		15.78		4734
	水闸小计					997000	353318
二	启闭设备						
2.1	启闭机	套	9		8000.00		72000
	启闭设备小计						72000
三	信息化系统						
3.1	闸站自动化控制系统	项	1		330360.00		330360
3.2	视频监控系统	项	1		406845.00		406845
3.3	语音预警系统	项	1		205695.00		205695
3.4	网络及控制中心	项	1		2221500.00		2221500
3.5	启闭机改造费用	项	1		258600.00		258600
	信息化系统小计						3423000
四	交通设备						
4.1	车辆	项	1		200000.00		200000
	交通设备小计						200000
	合计					**997000**	**4048318**

表 15.5-4 金属结构设备及安装工程估算表

元

编号	项目名称	单位	数量	单价		合价	
				设备	安装	设备	安装
三	金属结构设备及安装工程						
一	闸门						
1.1	QL2X25t 螺杆启闭机	台	9	120000.00	11378.00	1080000	102402
1.2	滑块（NGB）	块	24		1500.00		36000
1.3	闸门附件（Q235B）	t	2		6500.00		13000
1.4	门槽预埋件（STNi2Cr）	t	27	35628.00	6500.00	961956	175500
1.5	环氧浆液防腐	m^2	279		45.00		12555
1.6	门叶附件（Q235B）	t	5		6307.00		31535
1.7	闸门（Q235B）	t	20	20076.00	3267.00	401520	65340
1.8	热喷铝＋涂料保护	m^2	120		312.51		37501
	闸门小计					2443476	473833
	合计					**2443476**	**473833**

表 15.5-5 临时工程估算表

元

编号	项目名称	单位	数量	单价	合价
四	施工临时工程				
一	导流工程				
	围堰填筑	m^3	1586	97.76	155047
	围堰拆除	m^3	1586	26.33	41759
	导流工程小计				196806
二	施工交通工程				
	施工便道	m	3200	101.94	326208
	贝雷桥	座	1	152363.75	152364
	施工交通工程小计				478572
三	施工供电工程				
	200KVA 变压器	台	2	80000.00	160000
	10kv 高压线	km	2.5	120000.00	300000
	施工供电工程小计				460000
四	施工房屋建筑工程				
(1)	施工仓库				
	施工仓库	m^2	2000	300.00	600000
	施工仓库小计				600000
(2)	办公、生活及文化福利建筑				
	施工单位用房	m^2	500	300.00	150000
	建设、监理单位及设计代表用房	m^2	300	500.00	150000
	办公、生活及文化福利建筑小计				300000
	施工房屋建筑工程小计				900000
五	安全文明施工费				
	安全施工费	%	1.4	268806435.00	3763290
	文明标化工地建设费	%	0.5	271213657.00	1356068
	安全文明施工费小计				5119358
六	其他施工临时工程				
	钢护筒（重复利用 5 次）	t	526	1381.76	726806
	水上工作平台	m^2	800	185.85	148680
	四脚空心块预制场	m^2	200	1000.00	200000
	其他施工临时工程	%	0.5	265049633.00	1325248
	其他施工临时工程小计				2400734
	合计				**9555470**

表 15.5-6 独立费用估算表

元

编号	费用名称	计算式	合价
一	建设管理费		10534003
1	建设单位开办费	费用标准 90000 元×定员人数 8 人	720000
2	建设单位人员费	费用指标 110000 元/人年×定员人数 8 人×费用计算期 3 年	2640000
3	建设管理经常费	(建设单位开办费 720000 元+建设单位人员费 2640000 元)×费率 20%	672000
4	建设监理费		4155916
5	经济技术服务费	一至四部分工程投资×费用指标 0.85%	2346087
二	生产准备费		143166
1	生产及管理单位提前进厂费	一至四部分建筑安装工程投资×生产及管理单位提前进厂费费率 0%	
2	生产职工培训费	一至四部分建筑安装工程投资×生产职工培训费费率 0%	
3	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%	136285
4	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%	6881
三	科研勘察设计费		12337259
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%	545139
2	前期勘察设计费	前期勘测费 2391413.91 元+前期设计费 21522.73 元	2452937
3	工程勘察设计费	工程勘察费 4601916.09 元+工程设计费 4737266.56 元	9339183
四	其他		2742900
1	工程质量检测费	一至四部分工程投资×工程质量检测费费率 0.5%	1362849
2	工程保险费	一至四部分工程投资×工程保险费费率 0.5%	1380051
3	其他税费		

16 经济评价

16.1 概述

本工程是飞云江河口南岸防洪体系中的一个重要的水利工程，工程实施后，可大大提高瑞平平原防洪挡潮能力，工程提标后设计防洪（潮）标准为100年一遇；将同瑞安市阁巷围涂海塘标准提升工程共同形成100年一遇闭合圈，大大增强了区域防灾减灾能力，对保障平阳县社会、经济可持续健康发展具有积极的推动作用。因此本工程的社会效益非常显著，是一项社会公益性的水利工程，基本无财务收入。

16.2 评价的依据

本工程的经济评价按照中华人民共和国水利部 2013 年发布的《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）进行，方法采用国家计委、建设部颁发的《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》。

16.3 评价采用的主要参数

1）社会折现率：采用 8%；

2）价格：考虑国家有关部门对影子价格的参数未及时调整发布，而当前市场经济的发育已初具规模，市场价格基本可反映其价值，影子价格的调整系数接近于 1.0，故费用和效益的计算均可取现行价格，不会影响经济评价的结论；

3）计算期：本项目计算期取 30 年，其中建设期取 2 年，运行期 30 年，工程全部完工后开始发挥效益；

4）基准年与基准点：开工第一年为基准年，该年年初为基准点，各项费用和效益均按照年末发生和结算。

16.4 费用估算

16.4.1固定资产投资

本工程总投资为37470.08万元，本工程施工期计划约为2年，正常运行期30年。

16.4.2年运行费

工程年运行维护费按工程部分总投资的1%估算，年运行费为374.70万元，按每年2%递增，年运行费从工程建设完成后开始投入。

16.4.3流动资金

流动资金包括维持项目正常运行所需购买燃料、材料、备品、备件和支付职工工资等的周转资金，按总投资 0.1%估算，37.47 万元，流动资金按每年 2%递增，从工程运行的第一年开始投入。

16.5 效益分析

本工程建成后将主要有防洪、改善水环境、促进旅游业等效益，在本报告中以综合评价的方式来考虑经济效益。

16.5.1经济效益

1）防洪效益

本工程的防洪效益，主要体现在本工程实施后，遭遇规划设计标准内的洪水时，可以有效保护河道堤防及两岸居民安全，从而减少洪灾损失。

本次评价采用类比分析法分析，参考同类型工程分析成果，初步分析本工程建设类工程单位投资综合防洪效益为 10%左右。本工程静态总投资为 37470.08 万元，计算得综合防洪效益 3747.01 万元。根据社会经济的发展，防洪效益按每年 2%递增。

2）水环境改善效益

工程完工后，可极大提高河道水环境，促进该地区发展。因本部分效益难以量化，本次评价暂不计入。

3）土地利用价值

本工程的实施，为地区提供了稳定、优质的生产、生活环境，促进了社会经济快速发展，提高了工程周围地区土地的开发利用价值。本工程的土地增值分摊效益按多年平均30万元计算。

4）社会和环境效益

本工程实施后，可以有效保护护高楼段沿江两岸人民生命财产和工农业生产等各项事业的安全，促进地区经济更快更稳的向前发展，维护社会稳定，因此，本工程不仅具有较好的经济效益，其社会效益和环境效益亦十分显著。

16.6 国民经济评价

16.6.1国民经济评价指标

经济评价指标按动态计算，社会折现率 8%，计算期 32 年（运行期 30 年，建设期 2 年）。

表 16.6-1 国民经济评价分析表

序号	年份	建设期		正常运行期					
	项目	1	2	3	4	5	6~30	31	32
1	效益流量	0.00	0.00	3777.01	3851.95	3928.39	4006.35~6425.72	6553.63	6684.10
1.1	防洪效益			3747.01	3821.95	3898.39	3976.35~6395.72	6523.63	6654.10
1.2	水环境改善效益								
1.3	土地利用价值			30.00	30.00	30.00	30	30.00	30.00
1.4	社会和环境效益								
2	费用流量	-37470.08	0.00	-412.17	-420.41	-428.82	-437.40~-703.53	-717.60	-731.95
2.1	固定资产投资	-37470.08							
2.2	流动资金			-37.47	-38.22	-38.98	-39.76~-63.96	-65.24	-66.54
2.3	年运行费用			-374.70	-382.19	-389.84	-397.64~-639.57	-652.36	-665.41
3	净效益流量	-37470.08	0.00	3364.84	3431.53	3499.56	3568.96~5722.19	5836.03	5952.15
4	累计净效益流量值	-37470.08	-37470.08	-34105.24	-30673.71	-27174.14	-23605.19~86929.67	92765.70	98717.86
评价 1.经济内部收益率（%）		9.14							
2.经济净现值（IS=8%)万元		4668.80							
3.经济效益费用比		1.12							

16.6.2敏感性分析

为了预测本项目在经济上可能承担的风险，对影响较大的不确定性因素进行敏感性分析。

1）工程投资增加 10%；

2）效益减少 10%。

3）工程投资增加 10%同时效益减少 10%。

敏感性分析计算表见下表。

表 16.6-2 敏感性分析计算表（is=8%）

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	9.14	4668.80	1.12
投资增加 10%	9.13	5106.73	1.12
效益减少 10%	8.06	249.54	1.01
投资增加 10%效益减少 10%	8.06	248.43	1.01

由上表可知，各敏感性因素发生变化，其国民经济内部收益率均大于社会折现率（i=8%），经济净现值均大于 0，经济益本比均大于等于 1，说明工程具有较强的抗风险能力。

16.7 国民经济评价结论

本工程按现行价格估算，工程总投资 37470.08 万元。根据计算的效益，国民经济内部收益率（EIRR）为 9.14%，大于社会折现率 8%，国民经济净现值（ENPV）4668.80 万元，国民经济效益费用比（EBCR）为 1.12，其各项指标均能很好地满足要求，表明本项目社会效益、经济效益显著，设计方案经济合理。由敏感性分析可知，在投资增加 10%、效益减少 10%、投资增加 10%同时效益减少 10%三种情况下进行敏感分析，内部经济收益率均大于 8%，这表明本项目有一定的抗风险能力，因此该项目国民经济评价可行。

综上所述，本工程的建设在经济上是可行的。

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《关于建立健全重大决策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）国家发展和改革委员会《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）水利部关于印发《重大水利建设项目社会稳定风险评估暂行办法的通知》（水规计[2012]474 号）；

（5）《浙江省重大决策社会稳定风险评估实施办法（试行）》（浙委办[2012]51 号）；

（6）《关于进一步加强重大决策社会稳定风险评估工作的意见》（温委办发[2012]138 号）；

（7）中华人民共和国《风险管理原则与实施指南》（GBT 24353-2009）；

（8）现行的其它有关重大项目社会稳定性风险评估标准、规范、规程；

（9）《国有土地上房屋征收与补偿条例》（国务院令第 590 号）；

（10）《平阳县征收农民集体所有土地管理办法的通知》（平政发〔2014〕208 号）；

（11）《平阳县人民政府关于重新公布征地补偿标准的通知》（平政发〔2017〕244 号）；

（12）《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T169-2004）；

（13）《水利水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290-2009）；

17.2 风险调查

本工程社会稳定风险调查应重点围绕项目建设实施的合法性、合理性、可行性、和可控性等方面开展。

本工程建设与《平阳县县域总体规划（2003-2020）》、《温州瑞平平原（平阳片）防洪排涝规划（2016 年 9 月）》、《飞云江流域（温州段）综合规划报告（2015－2030 年）》、《平阳县新兴产业园控制性详细规划调整》等内容进行衔接，建设范围符合上述规划。

本工程是在现有堤防的范围内进行加高加固，工程堤段堤段主要将堤身范围内未确权范围进行征地确权，本项目未涉及重大交通、通讯、工矿企业等专项设施。

本工程建设对环境影响是局部的、暂时的和可允许的，可以通过一定的预防措施加以改善。工程区水土流失也可采取工程措施进行治理。

本工程是一个社会公益性基础性项目，工程建设符合相关区域规划。工程实施可补齐短板、提高瑞平平原防洪挡潮能力，工程提标后设计防洪（潮）标准为 100 年一遇；将同瑞安市阁巷围涂海塘标准提升工程共同形成100年一遇闭合圈，大大增强了区域防灾减灾能力，对保障平阳县社会、经济可持续健康发展具有积极的推动作用。

17.3 风险因素分析

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。根据本工程特性、建设征地区实物指标、区域经济构成和总体发展水平等综合分析，本工程的社会风险影响因素相对较少，且在不同的建设阶段，表现为不同的影响因素。经分析，社会稳定风险影响主要因素有群众支持问题、受损补偿问题、工程建设与当地基础设施协调问题、利益诉求问题和社会治安问题以及其他不可预见性问题等。

表 17.3-1 工程社会风险因素及后果分析表

序号	风险类型	发生阶段	风险因素
1	政策规划和审批程序	决策	立项过程中公众参与程序
2	征地拆迁及补偿	准备、实施	施工临时用地等补偿标准
3			施工临时用地补偿程序和方案
4			对当地的其他补偿
5	生态环境影响	实施	水体污染物排放
6			噪声和振动影响
7			固体废弃物及其二次污染（垃圾臭气、渗沥液等）
8			公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观
9			水土流失
10	项目管理	准备、实施	项目“五制”建设
11			项目单位六项管理任务
12			文明施工和质量安全管理
13	经济社会影响	实施	流动人口管理
14			对周边交通的影响
15	安全卫生	实施	安全、卫生与职业健康
16			社会治安和公共安全
17			火灾、洪涝灾害
18	媒体舆情	决策、准备、实施、运营	媒体网络舆论导向

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下表。

表 17.3-2 项目主要社会风险因素影响后果分析表

序号	风险类型	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
2	征地拆迁及补偿	准备、实施	施工临时用地、补偿标准	可能存在因涉及居民对补偿标准不满，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
3			土地征用补偿程序和方案	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
4	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
5			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
6			固体废弃物及其二次污染（垃圾臭气、渗沥液等）	生活垃圾的不当丢弃，可能引发群众不满，造成上访或其他社会矛盾
7			公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观	工程建设将影响生态，对当地生态环境产生破坏，进而引发上访、集会等不稳定事件
8			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
9			其他影响	可能存在施工过程中开挖到地下文物，导致工程建设停滞
10	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
11			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
12			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
13	经济社会影响	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
14			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
15	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
16			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
17			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
18	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 风险防范与化解措施

1、政策规划和审批程序风险化解措施。按国家法律法规要求完成水土保持专题、环境影响评价专题的编制和审批。按国家法律法规要求，开展实物调查工作，在广泛征求利益相关者意见的前提下，完成相关审批工作。

2、征地补偿问题风险化解措施。广泛深入宣传国家有关移民政策、法律和地方规定；统一政策、统一补偿支付时间、统一实物补偿标准、准确计算分户移民补偿额、实物补偿程序公开化和程序化、对移民存在的疑问及时耐心解释和引导工作、保持居民反映和申诉渠道的畅通。

3、生态环境影响风险化解措施。针对工程施工造成的自然环境和生态环境不利影响，严格按照有关规定采取措施，使不利的负面影响最小化。合理进行施工布置和作业，减少不利环境影响，减轻噪声扰民和扬（粉）尘对居民的影响；

4、群众支持问题风险化解措施。工程施工用工和建筑材料，尽可能吸纳和采用当地居民和材料，为地方提供更多的就业机会，提高居民经济收入；基础设施建设过程中在满足工程要求的同时，尽可能方便当地居民，改善当地其他基础设施条件；针对

当地特殊贫困人群实施帮扶措施，落实和解决群众较为关心的问题。

5、利益诉求问题风险化解措施。当地政府和建设单位设立专门部门，听取被征地农民民正常诉求；主动了解其思想动态和诉求需求；及时解决和处理相关利益方的诉求，对不能及时解决的应协调有关部门解决；保持利益相关方诉求渠道的畅通，并及时与当地政府部门密切配合，解决有关问题。

6、社会治安问题风险化解措施。与当地有关部门配合，加强移民和施工人员法制教育；施工单位对施工外来人员的教育管理工作，充分尊重当地群众的生活习惯、宗教信仰和风俗特点；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；施工单位及时兑现工人工资，若出现拖欠问题，业主在劳动部门的配合下，有权代扣施工单位的工程结算款用于发放施工人员尤其是民工工资；开展形式多样、内容丰富的“地企共建”活动，增进了解与友谊，共建和谐社会。

7、其他不可预见性问题风险化解措施。针对其他不可预见性的问题，建设单位在日常工作中，除与当地居民多沟通交流外，还应该注重与当地党委、政府沟通交流和互通情况，及时分析和预测可能出现的不确定问题，采取预防或防范措施，注重及时发现和观察细微矛盾的出现，及时制定应对和采取相应措施加以解决，预防矛盾的积累和集中爆发。

预防和解决社会稳定风险问题，建设单位所依靠的主要是当地政府，因此建设单位应与政府有关部门、当地居民及时交流信息，将有可能影响社会稳定和事关群众利益的问题尽可能圆满解决，前期各项工作积极稳妥的推进，尤其是认真做好居民个人实物的补偿和解决好工程建设与居民切身的利益问题，同时在地方政府的领导下，根据有关规定和要求，组建专门机构，并配合相应人员，处理相关事务，切实做好维护社会稳定，使工程建设真正起到带动地方经济，造福一方百姓的作用。

17.5 风险分析结论

综上所述，在本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：

一、主要风险因素

本工程实施存在 18 项不利于社会稳定的主要风险因素，分别为：立项过程中公众参与程序问题、土地征用补偿标准问题、土地征用补偿程序和方案问题、水体污染物排放问题、噪声和振动影g响问题、固体废弃物及其二次污染问题（垃圾臭气、渗沥液等）、公共开放活动空间、绿地、水系、生态环境和景观问题、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、文明施工和质量安全管理问题、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。

二、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工程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。

三、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。

四、结论与建议

经综合分析，本工程社会稳定风险程度低，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。

建议在下阶段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，开展社会稳定风险评估工作。

18 结论与建议

（1）宋埠西湾现状海塘、水闸已不能满足平阳县国民经济和社会发展的需求。本项目的建设对提升平阳县防洪御潮标准、完善飞云江下游挡潮标准闭合圈、保障平阳县新兴产业园经济发展、改善海塘生态环境和人居环境和实现水利工程数字化、信息化管理均有重要意义，因此，迫切需要实施平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）。

（2）本工程主要建设内容包括海塘提标（20 年一遇提高到 100 年一遇）3215.0m 以及配套的景观等设施、改建水闸 3 座、新建管理房 1 座以及配套自动化设施，通过以上工程措施能够提高挡潮能力，同时提高了生态环境，促进了地方经济发展，提升了水工程自动化管理，是合理可行的。

（3）本项目总投资 37470.08 万元，其中工程部分估算投资为 31685.59 万元，经过经济计算与分析表明，本项目经济内部收益率 11.66%＞8%，说明本项目的国民经济评价指标较好，从敏感性分析来看，本项目能够承受不确定因素一定的变化幅度，项目有一定的抗风险能力，项目建设将带来可观的实际收益，建议早日实施。

（4）本工程将以“浙江省海塘安澜千亿工程”为契机，将平阳县宋埠西湾围区海塘提标加固。在满足防洪潮安全的前提下兼顾融合提升，使宋埠西湾围区生态环境和功能得到全面提升。工程社会经济效益显著，技术可行，不存在制约建设的重大不利因素，建议抓紧推进项目建设。

（5）为满足瑞平平原排涝要求，平阳县水利局于 2018 年组织编制了《平阳县瑞平平原排涝工程初步设计报告》，省发展改革委于同年 9 月，以“浙发改设计〔2018〕64 号”文批复了该工程初步设计报告。该工程拟在本段海塘北闸以南 900 米处新建 1 座新北闸，水闸规模 3 孔×5 米，设计排水流量 135 立方米每秒，现新北闸尚未开工建设。本次海塘提标加固要求新北闸的规模、设计标准在满足区域排涝及海塘提标的基础上，与海塘工程同步建设发挥效益，并与平阳县瑞平平原排涝工程做好衔接。

19 附件

浙江省发展和改革委员会文件

浙发改设计〔2018〕64 号

省发展改革委关于平阳县瑞平平原排涝工程初步设计的批复

平阳县发展和改革局：

你局《关于要求审批平阳县瑞平平原排涝工程初步设计的请示》（平发改投资〔2018〕118 号）收悉。根据我委《关于平阳县瑞平平原排涝工程项目可行性研究报告的批复》（浙发改农经〔2017〕1065 号）和工程初步设计专家审查意见，现将本工程初步设计主要内容批复如下：

一、工程任务和规模

1.工程任务：以排涝为主，兼顾改善水环境。

2.主要建设内容和规模：包括河道、水闸以及桥梁工程；其

中河道治理总长为 97.198km，建设护岸 136.368km；改建节制闸 3 座，总净宽 60m，新建排涝闸 1 座，净宽 15m；改造、新建 114 座桥梁。

3.排涝标准：集镇区 20 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹，村庄区 10 年一遇最大 24 小时暴雨不受淹，农田 10 年一遇最大 24 小时暴雨 36 小时排出。

二、水文和工程地质

基本同意报告中关于水文与工程地质条件评价的有关成果。

三、工程布置、主要建筑物及结构

1. 基本同意工程等别为III等，宋埠老堤水闸为 3 级建筑物，设计洪水标准为 20 年一遇；新北闸建筑物级别为 3 级，设计防潮标准为 50 年一遇；河道护岸为 4 级建筑物，临时建筑物为 5 级。

2. 原则同意工程总布置。平阳县瑞平平原排涝工程采用“两纵三横”排涝格局，纵一河为瑞平塘河-南马道水闸，纵二河为周贵垟河-叶垟直河-林中后河-杨黄底河-直洪殿河-宋家埭水闸，北排入飞云江；横一河为平宋塘河-农场 2#水闸-中闸，横二河为平宋塘河-新渎河-下戴倪河-海滨水闸-南闸，横三河为水亭河-长口河-郭庄河-长桥河-北闸，东排入外海。农场 2#闸、海滨闸和农场 1#闸分别位于东排河道横一河、横二河、横三河与宋埠老堤节点位置处；新北闸位于宋埠围区云海河正对的海堤位置处。原址拆建阻水桥梁。

3.基本同意河道护岸顶设计高程取用与现状地面或田埂高程

的方案。

4.原则赞同堤岸断面结构型式。城镇段和农村段分别采用直立式生态砌块挡墙和松木桩护岸，部分堤后有房屋的护岸采用灌注桩平台护岸。下阶段要根据现状地形结合周边环境情况，进一步优化护岸断面设计，增强生态性。

5.基本同意护岸抗滑稳定和挡墙稳定的计算方法和成果。

6.基本同意河道清淤设计方案。采用绞吸式挖泥船，管道输送至弃碴场的方案。

7.基本同意水闸结构设计方案。

8.跨河的新建、改建桥梁工程共计 114 座，下阶段要结合通行能力做好专项设计专项审查，并注意与周边环境的协调。

四、机电及金属结构、消防

基本同意机电及金属结构、消防设计的内容。

五、施工组织设计

同意工程施工总体布置和主体工程施工方法，施工总工期为 48 个月。

六、建设征地与拆迁安置

1.工程永久征地 1368.27 亩（主体工程建设征地 1268.33 亩，安置用地 99.94 亩），临时用地 939.93 亩，拆迁各类房屋 2.38 万 m^2。

2.请妥善做好政策处理和拆迁安置工作。

七、环境保护设计与水土保持设计

基本同意环境保护设计与水土保持设计方案。

八、劳动安全与工业卫生、节能设计

基本同意劳动安全与工业卫生及节能设计内容。

九、工程管理

基本同意工程管理设计主要内容。该工程项目法人为平阳县水利发展投资有限公司，建成后分别由平阳县水利管理所和平阳县滨海新区建设管理委员会负责管理。

十、设计概算

本工程核定总概算 119938 万元，建设资金除上级补助外，其余采用 PPP 模式筹集解决。

附件：平阳县瑞平平原排涝工程总概算表

浙江省发展和改革委员会

2018 年 9 月 7 日

附件

平阳县瑞平平原排涝工程总概算表

单位：万元

编号	序号	工程或费用名称	概算价值(万元)			
			建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
1	Ⅰ	**工程部分**				
2	一	建筑工程	54745.33			54745.33
3	二	机电设备及安装工程	49.49	296.68		346.17
4	三	金属结构设备及安装工程	40.22	165.75		205.97
5	四	施工临时工程	6653.35			6653.35
6	五	独立费用			6580.34	6580.34
7		一至五部分合计(2+3+4+5+6)				68531.17
8		预备费(9+10)				3426.56
9		基本预备费(5%)				3426.56
10		价差预备费				
11		建设期还贷利息				
12		送出工程				
13		静态总投资(7+9+12)				**71957.73**
14		工程部分总投资(10+11+13)				**71957.73**
15	Ⅱ	**征地和环境部分**				
16	一	水库区征地补偿和移民安置投资				
17	二	工程建设区征地补偿和移民安置投资				13719.34
18	三	水土保持工程				1767.76

编号	序号	工程或费用名称	概算价值(万元)			
			建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
19	四	环境保护工程				600.00
20		一至四部分合计(16+17+18+19)				16087.10
21		预备费(22+23)				1286.97
22		基本预备费(8%)				1286.97
23		价差预备费				
24		有关税费				5792.96
25		建设期还贷利息				
26		静态总投资(20+22+24)				**23167.03**
27		征地和环境部分总投资(23+25+26)				**23167.03**
28	Ⅲ	**专项工程部分**				
29	一	桥梁工程				22907.61
30	二	绿化工程				1905.72
31		专项工程部分静态总投资(29+30)				**24813.33**
32		专项工程部分工程总投资(29+30)				**24813.33**
33	Ⅳ	**工程总投资合计**				
34		静态总投资(13+26+31)				**119938**
35		工程总投资(14+27+32)				**119938**

附注：投资项目执行唯一代码制度，通过投资项目在线审批监管平台，实现投资项目“平台受理、代码核验、办件归集、信息共享”。请项目业主准确核对项目代码并根据审批许可文件及时更新项目登记的基本信息。

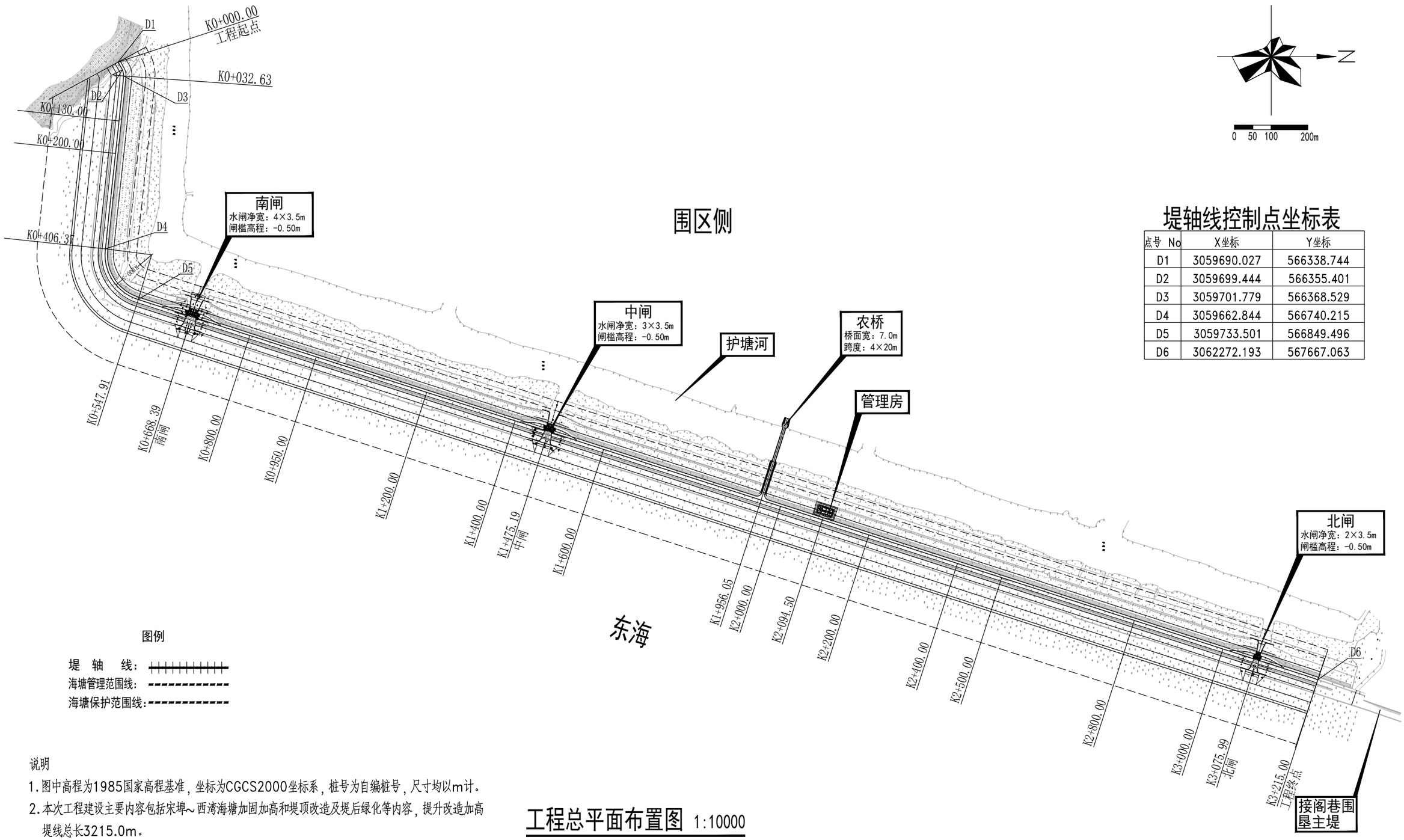
抄送：省国土资源厅、省环保厅、省财政厅、省水利厅，温州市发改委、水利局，平阳县水利局，浙江广川工程咨询有限公司。

浙江省发展和改革委员会办公室　　2018年9月10日印发

项目代码：2017-330326-76-01-086522-000

工程地理位置及水文测站图 1:100000

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程地理位置及水文测站图				
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	1:100000	日期	2021.12	图号	00-01



堤轴线控制点坐标表

点号 No	X坐标	Y坐标
D1	3059690.027	566338.744
D2	3059699.444	566355.401
D3	3059701.779	566368.529
D4	3059662.844	566740.215
D5	3059733.501	566849.496
D6	3062272.193	567667.063

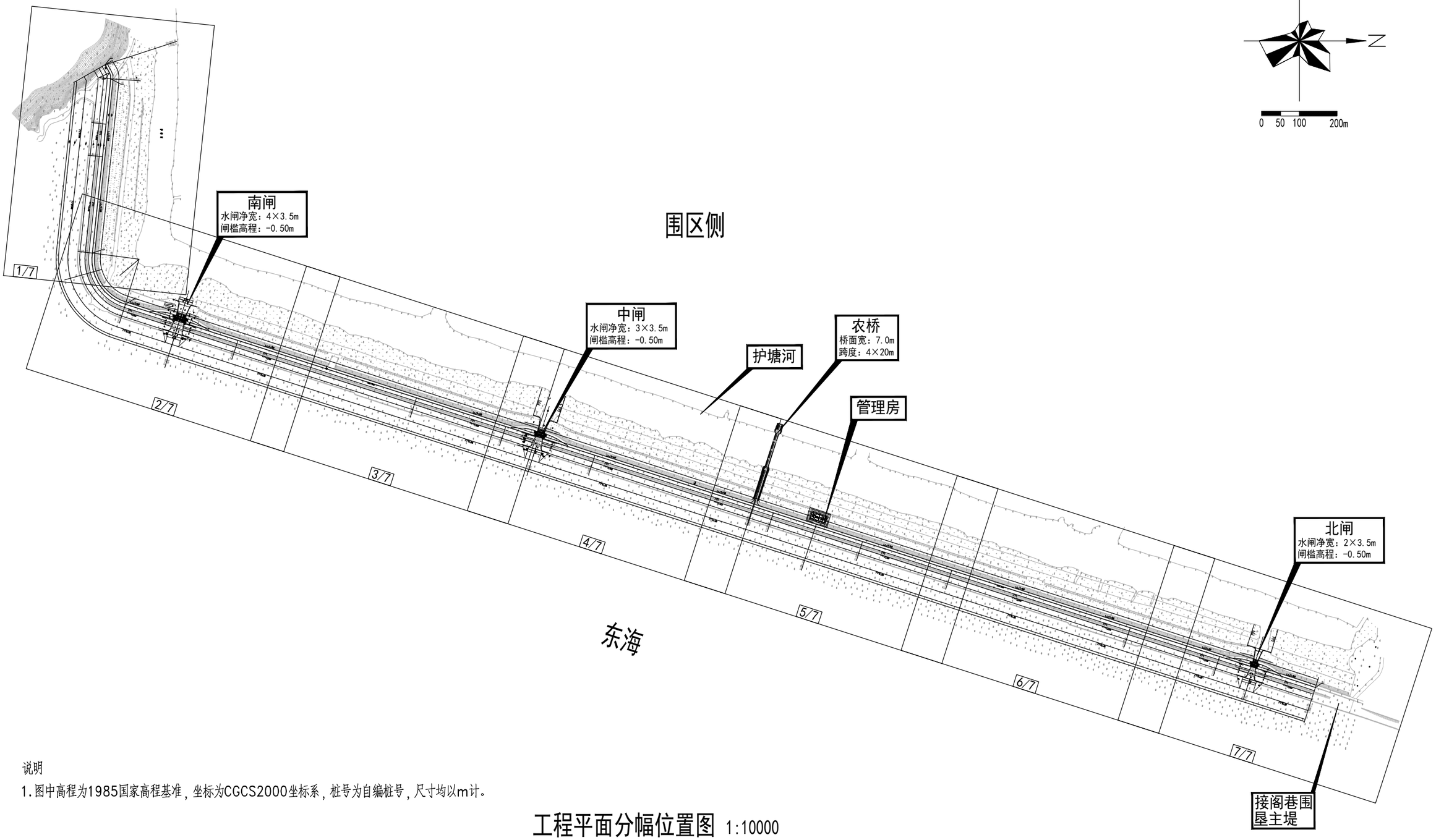
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本次工程建设主要内容包括宋埠～西湾海塘加固加高和堤顶改造及堤后绿化等内容，提升改造加高堤线总长3215.0m。

工程总平面布置图 1:10000

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程总平面布置图			
	审 查		校 核	王泽龙	制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	见图	日期 2021.12	图号 01-01

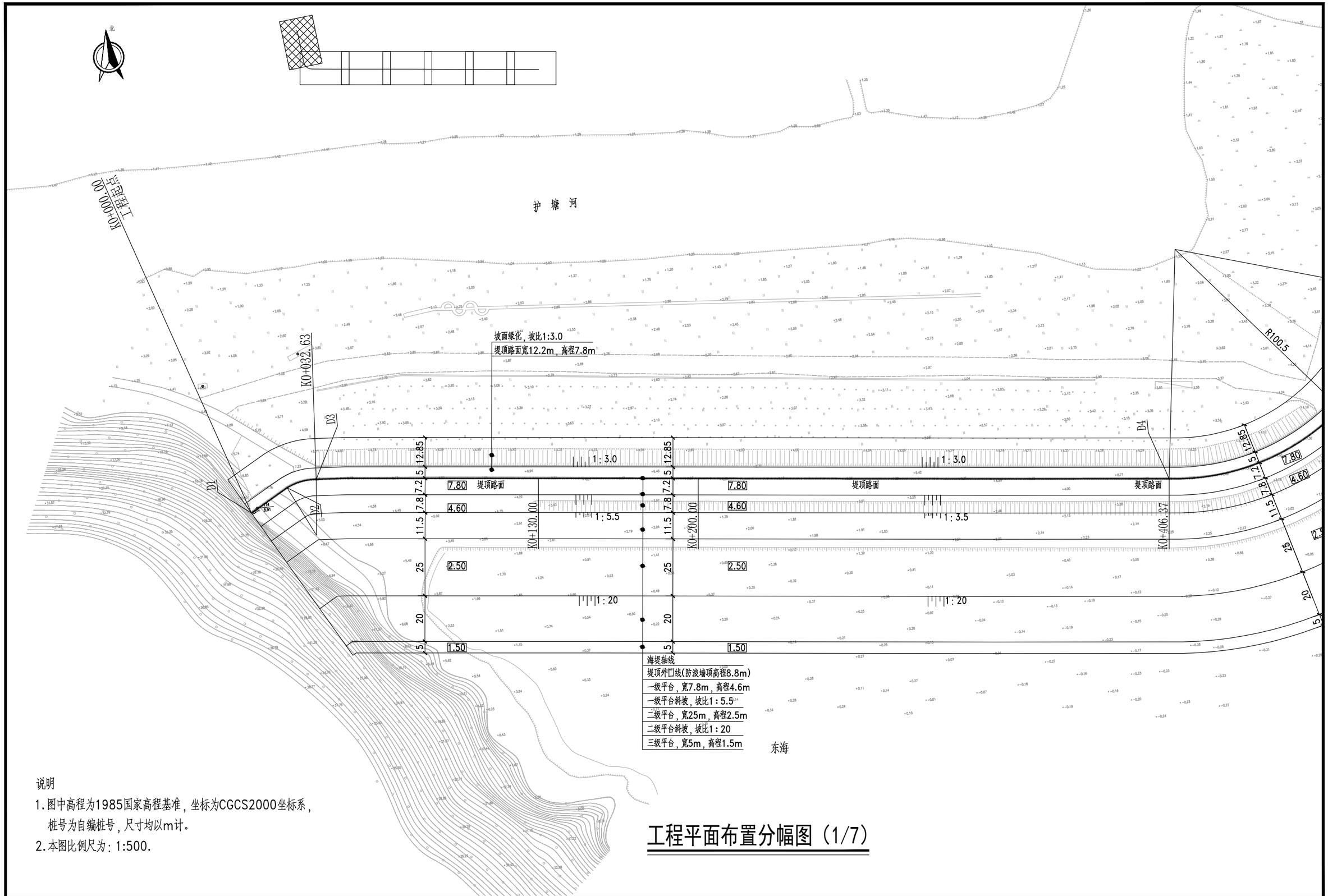


说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

工程平面分幅位置图 1:10000

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面分幅位置图			
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	02-01



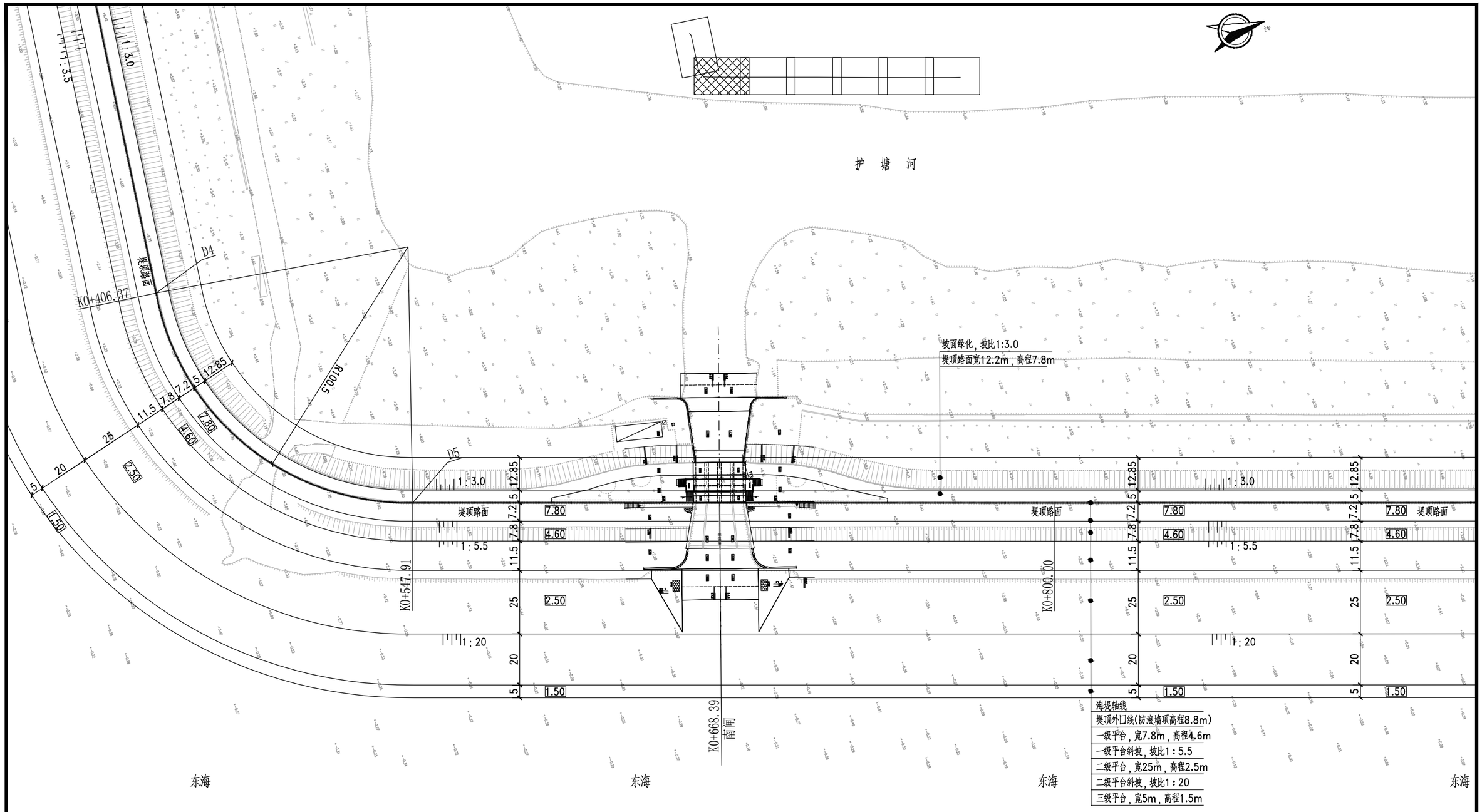
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（1/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面布置分幅图（1/7）			
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	02-02



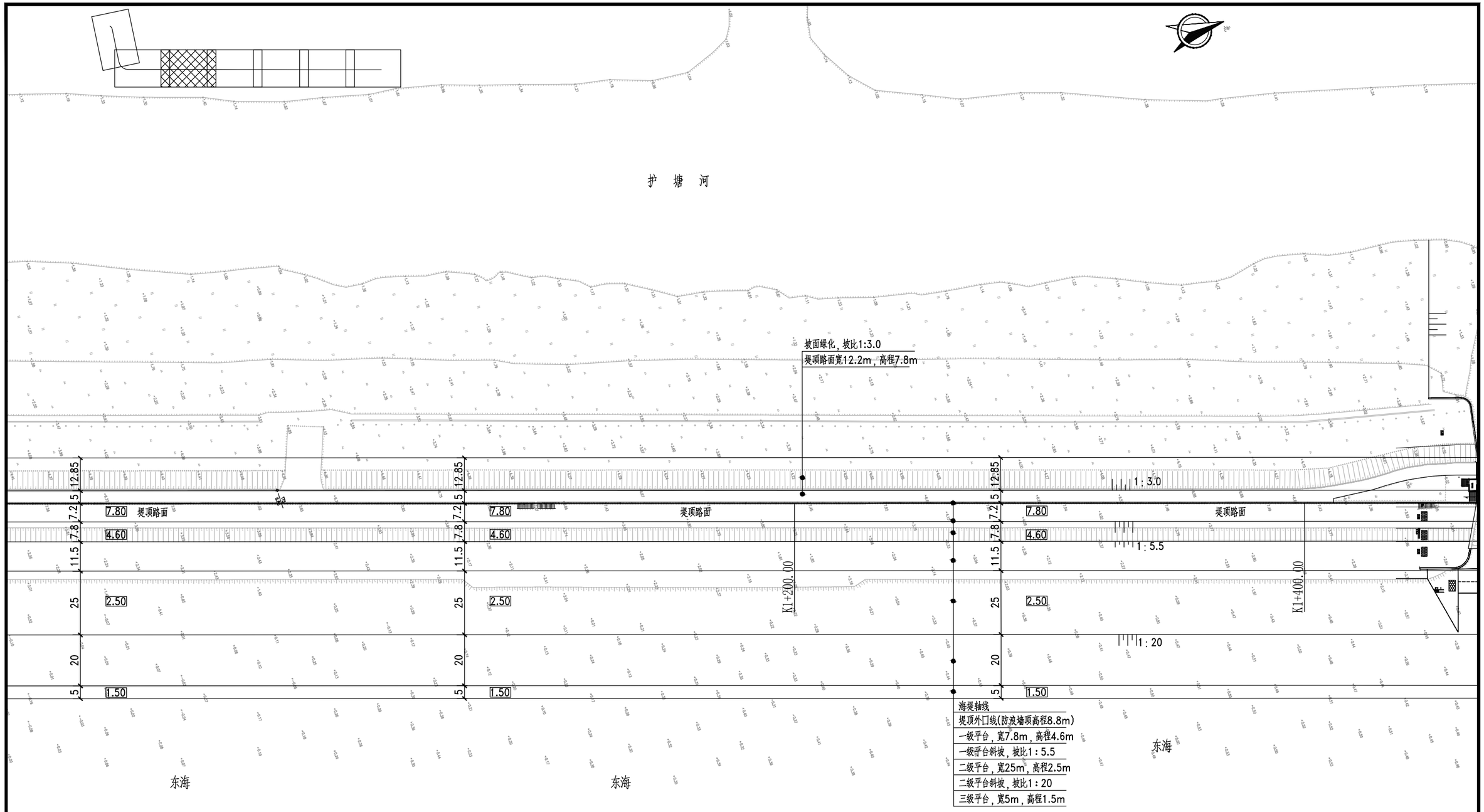
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（2/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面布置分幅图（2/7）				
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号 02-03



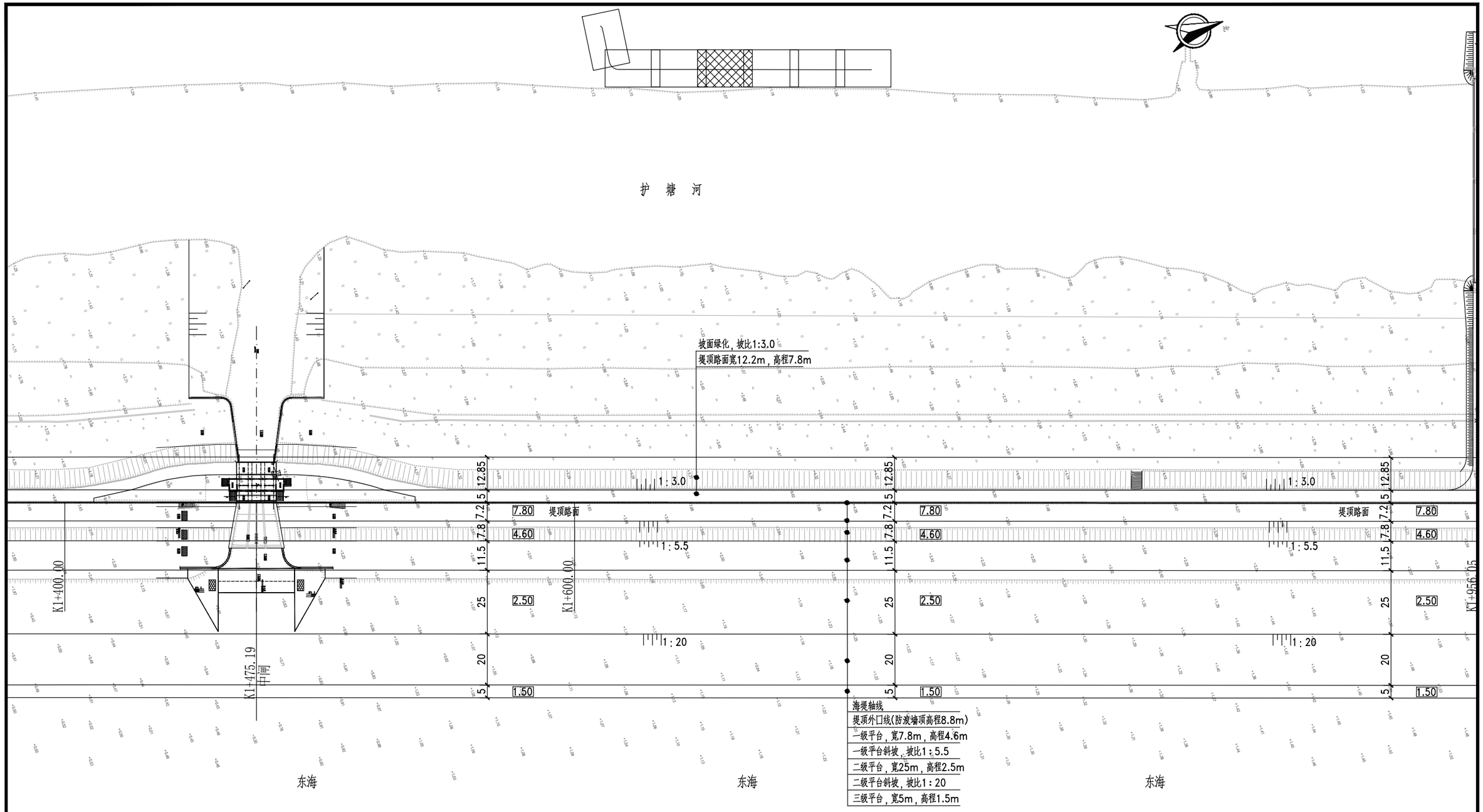
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（3/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）			工程平面布置分幅图（3/7）				
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	02-04



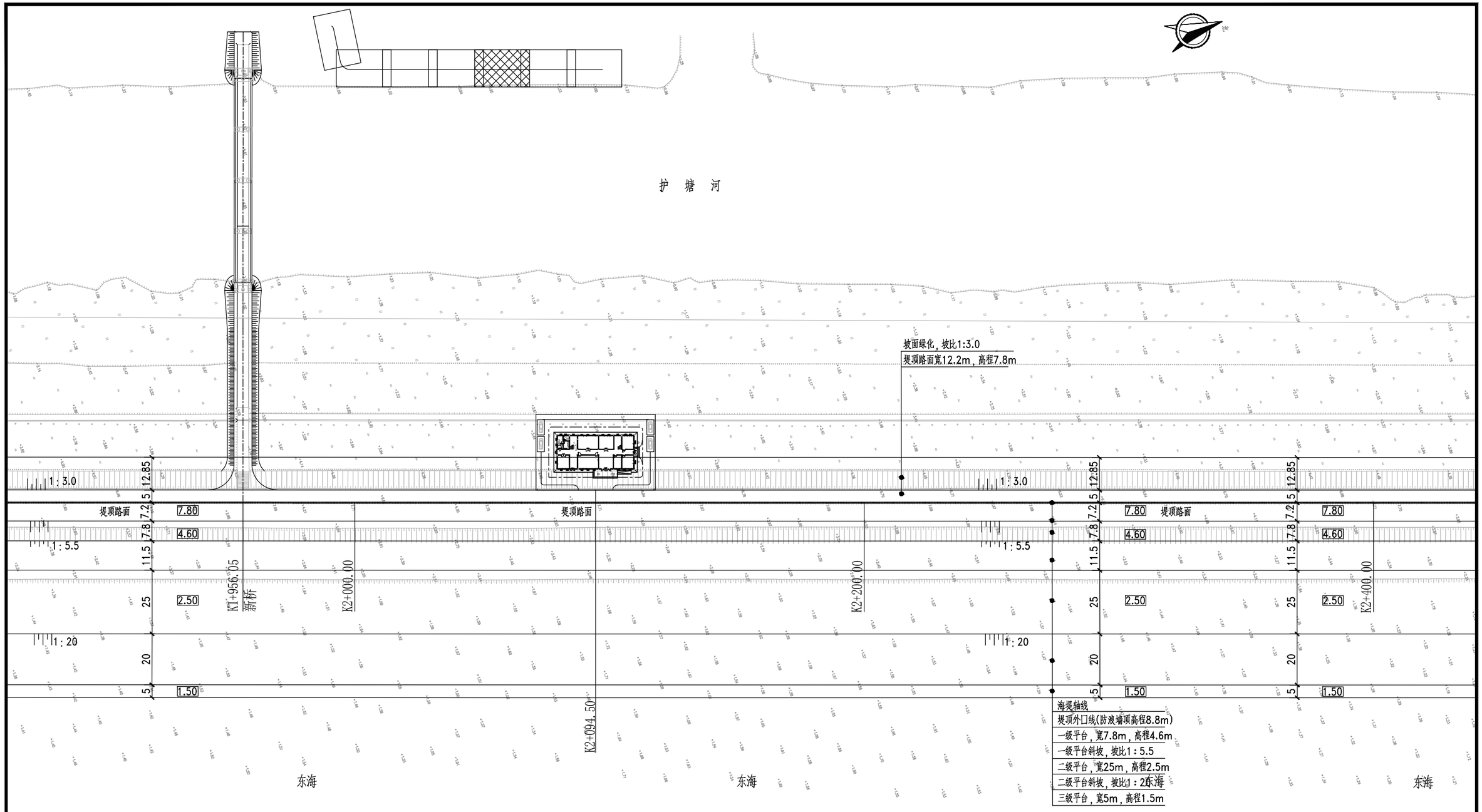
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（4/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面布置分幅图（4/7）			
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	02-05



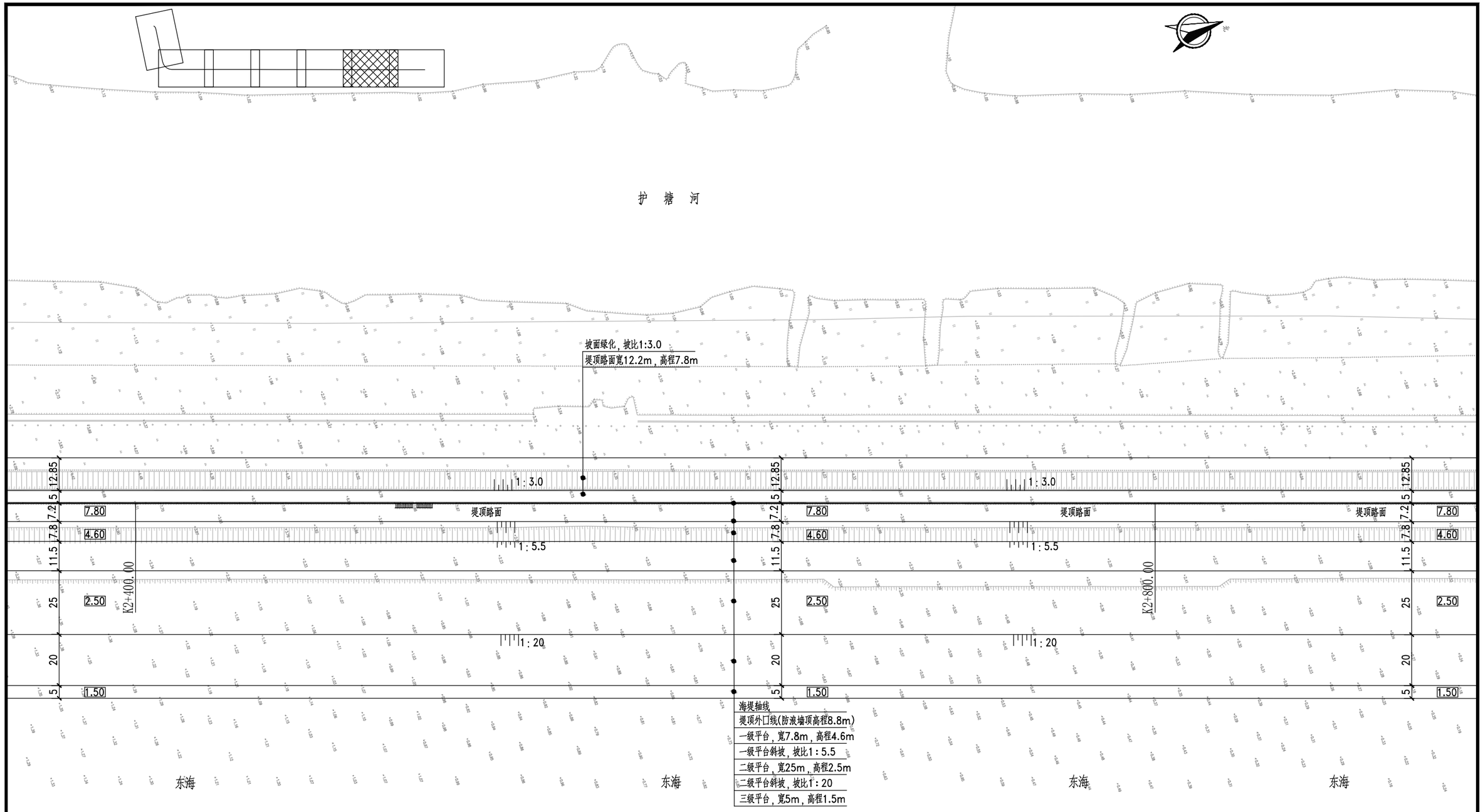
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（5/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面布置分幅图（5/7）			
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	见图	日期 2021.12	图号 02-06



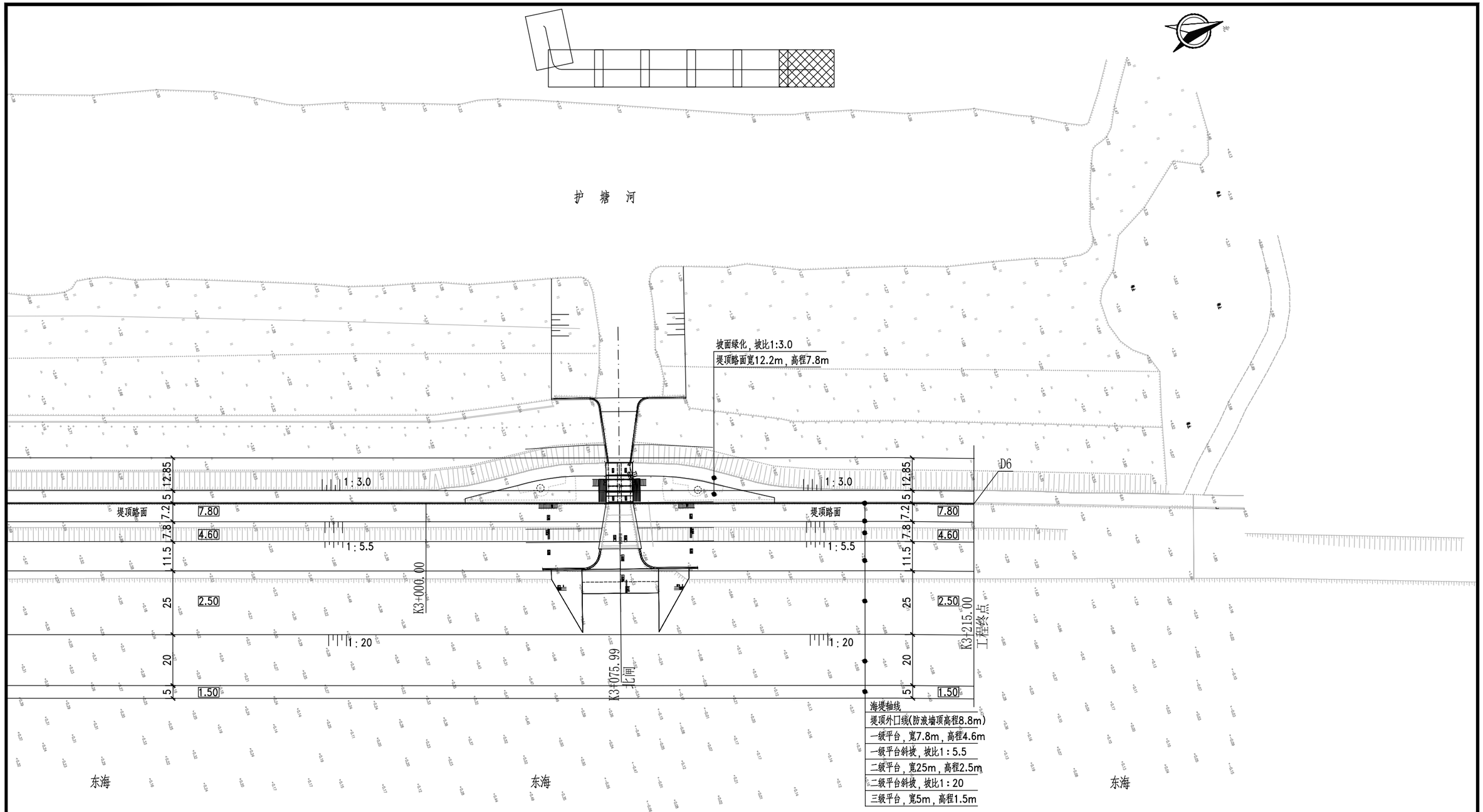
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（6/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面布置分幅图（6/7）			
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	见图	日期 2021.12	图号 02-07



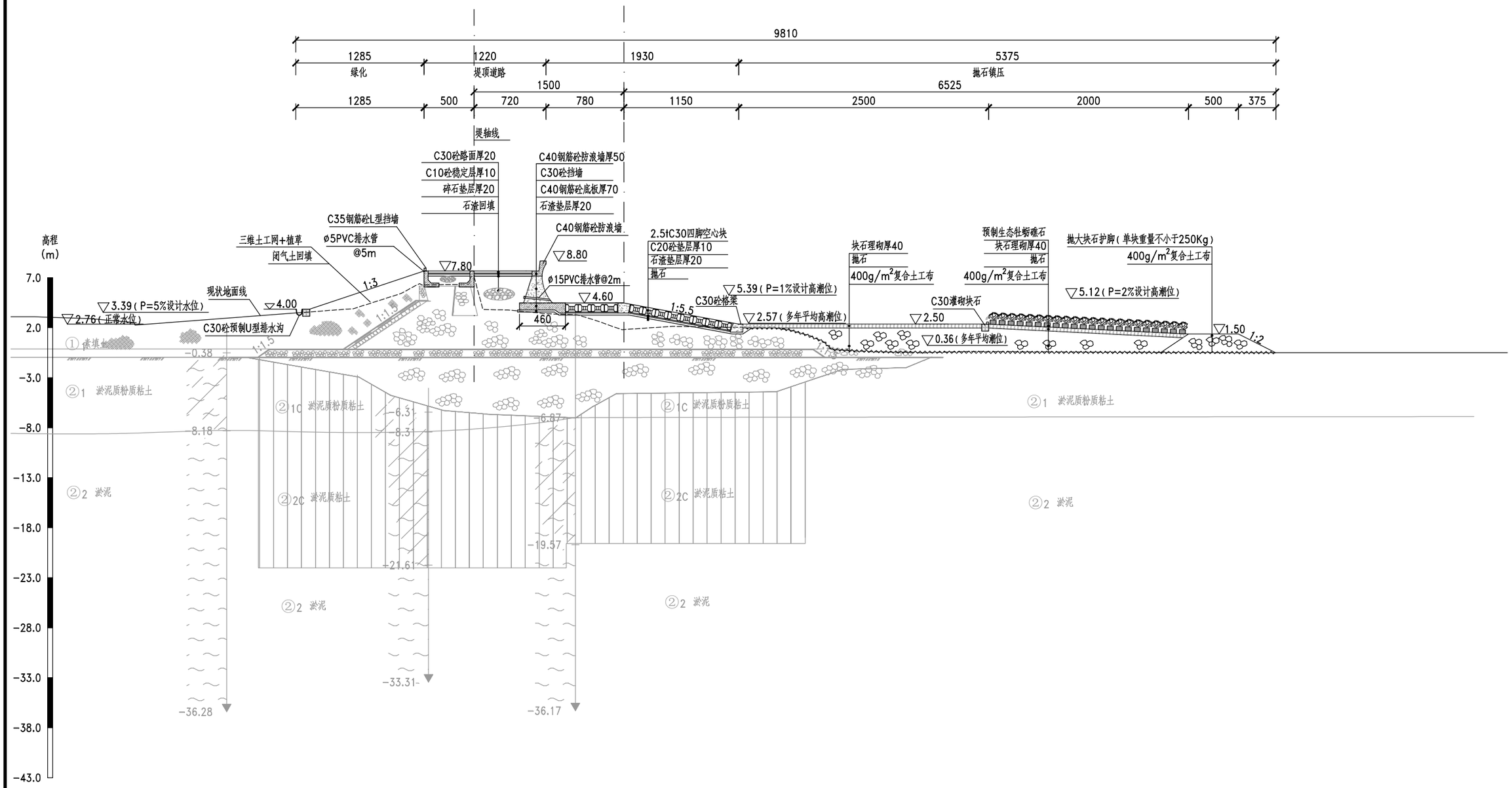
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

2.本图比例尺为：1:500.

工程平面布置分幅图（7/7）

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				工程平面布置分幅图（7/7）				
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	02-08



海塘提升改造标准断面图

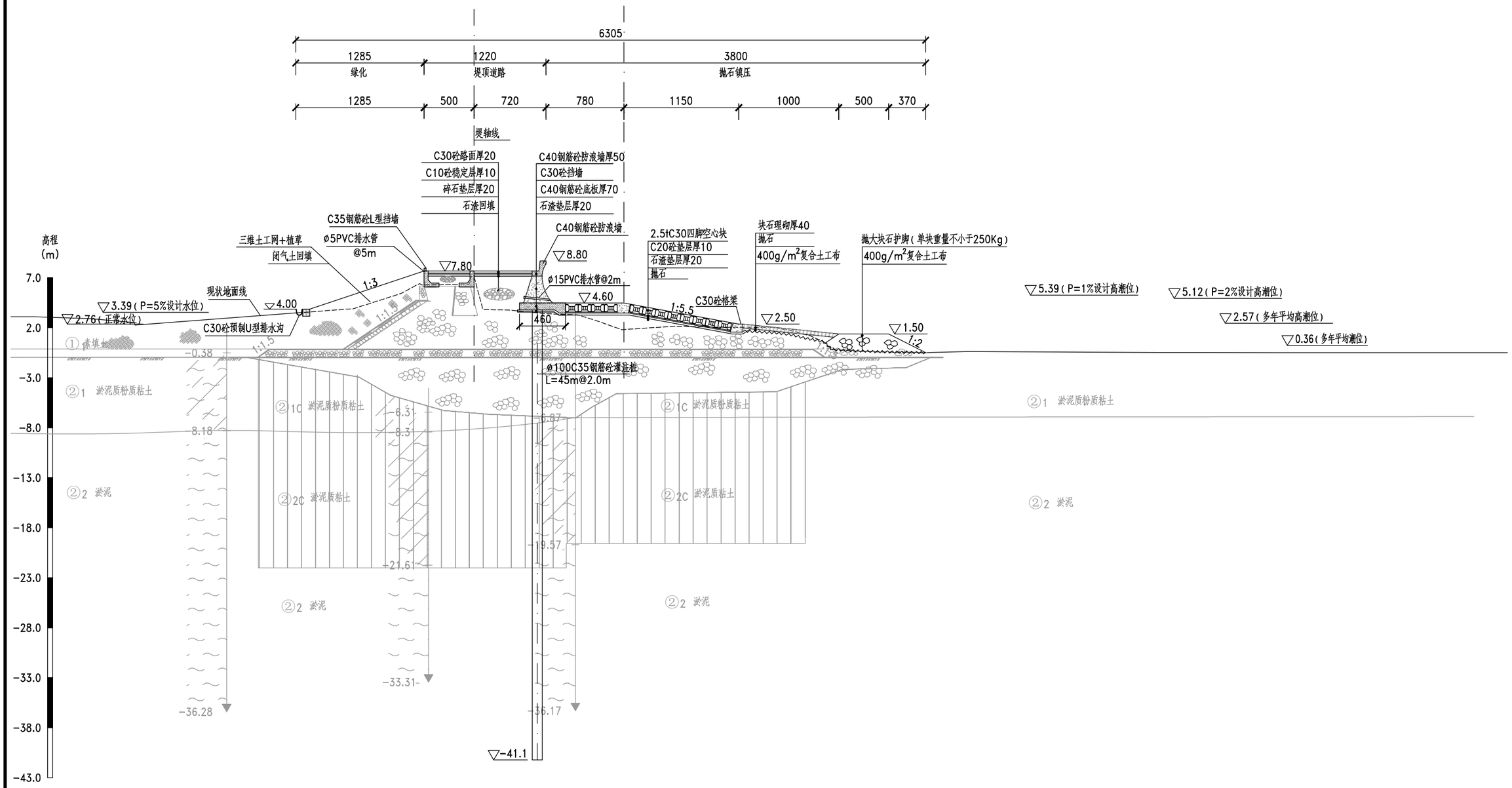
方案一(推荐方案)

说明:

1、图中单位:高程、桩号以m(米)计,其余除注明外均以cm(厘米)计.

2、本图比例尺:1:400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号:A233029788	核定			项目负责		设计		平阳县海塘安澜工程(宋埠西湾海塘)				海塘提升改造标准断面图:方案一(推荐方案)			
	审查			校核		制图		设计阶段	可研	专业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	03-01



海塘提升改造标准断面图

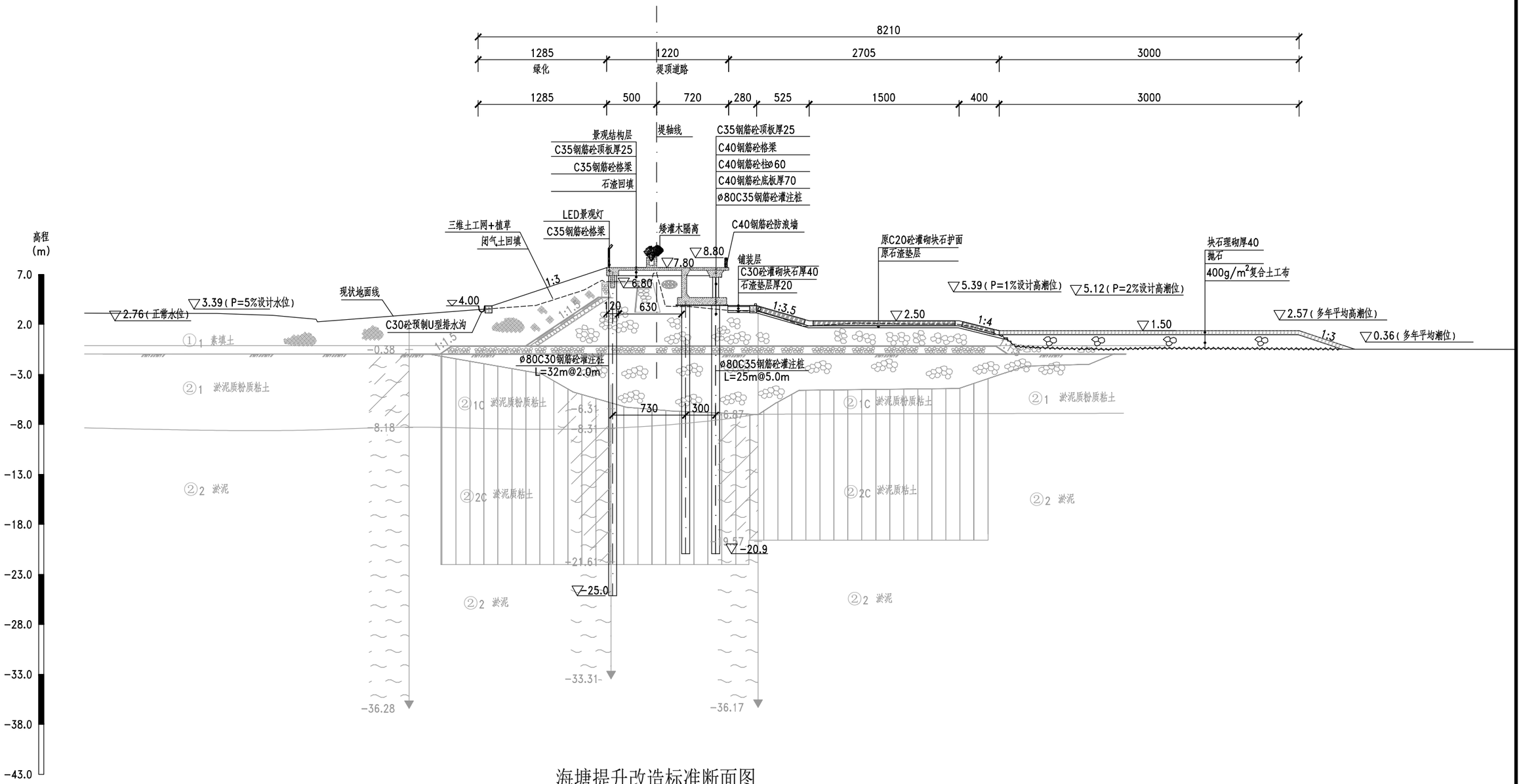
方案二(比较方案)

说明:

1、图中单位:高程、桩号以m(米)计,其余除注明外均以cm(厘米)计.

2、本图比例尺:1:400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号:A233029788	核定			项目负责		设计		平阳县海塘安澜工程(宋埠西湾海塘)				海塘提升改造标准断面图:方案二(比较方案)			
	审查			校核		制图		设计阶段	可研	专业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	03-02



海塘提升改造标准断面图

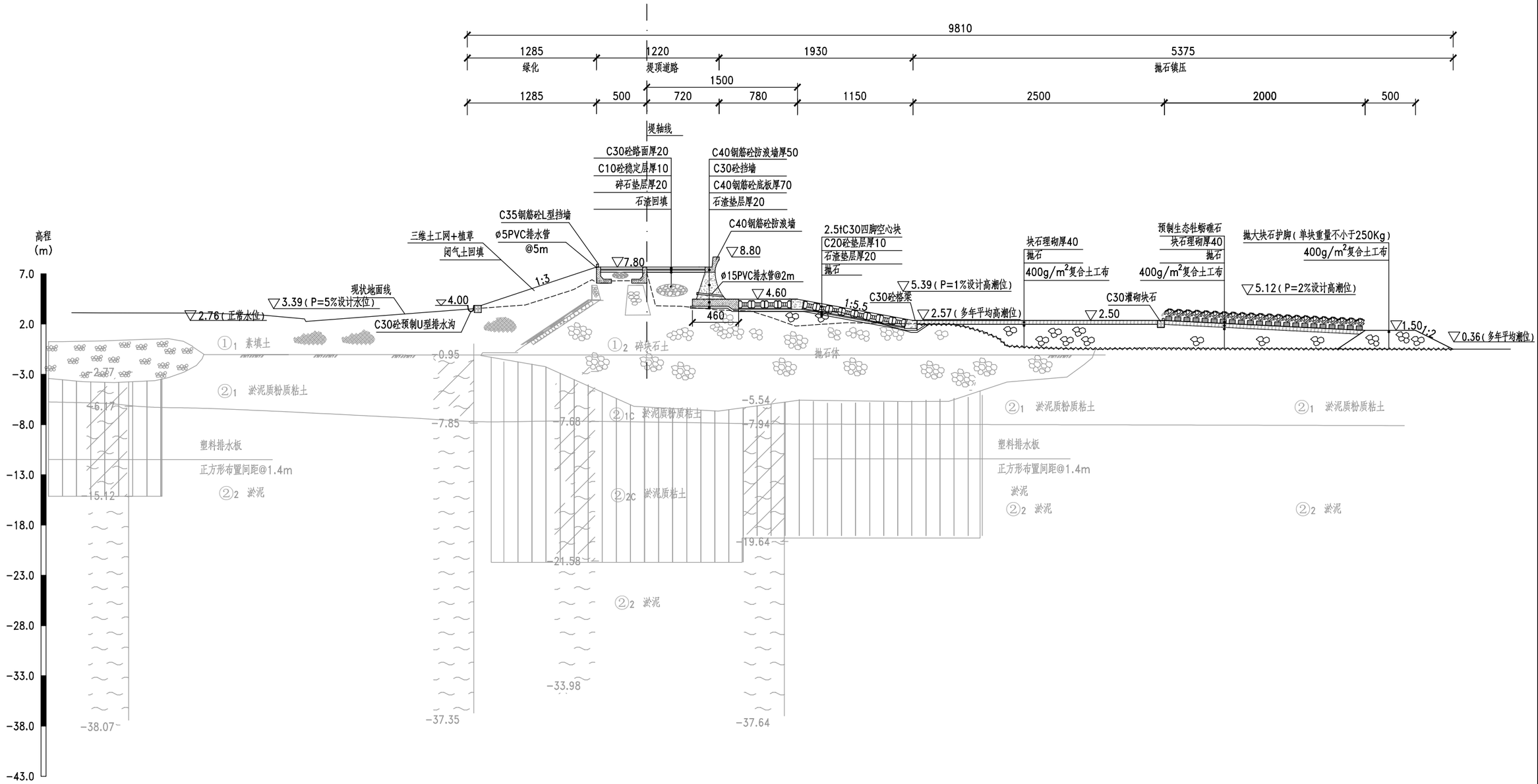
方案三(比较方案)

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米)计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定			项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				海塘提升改造标准断面图：方案三（比较方案）			
	审　查			校　核	王泽龙	制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	03-03



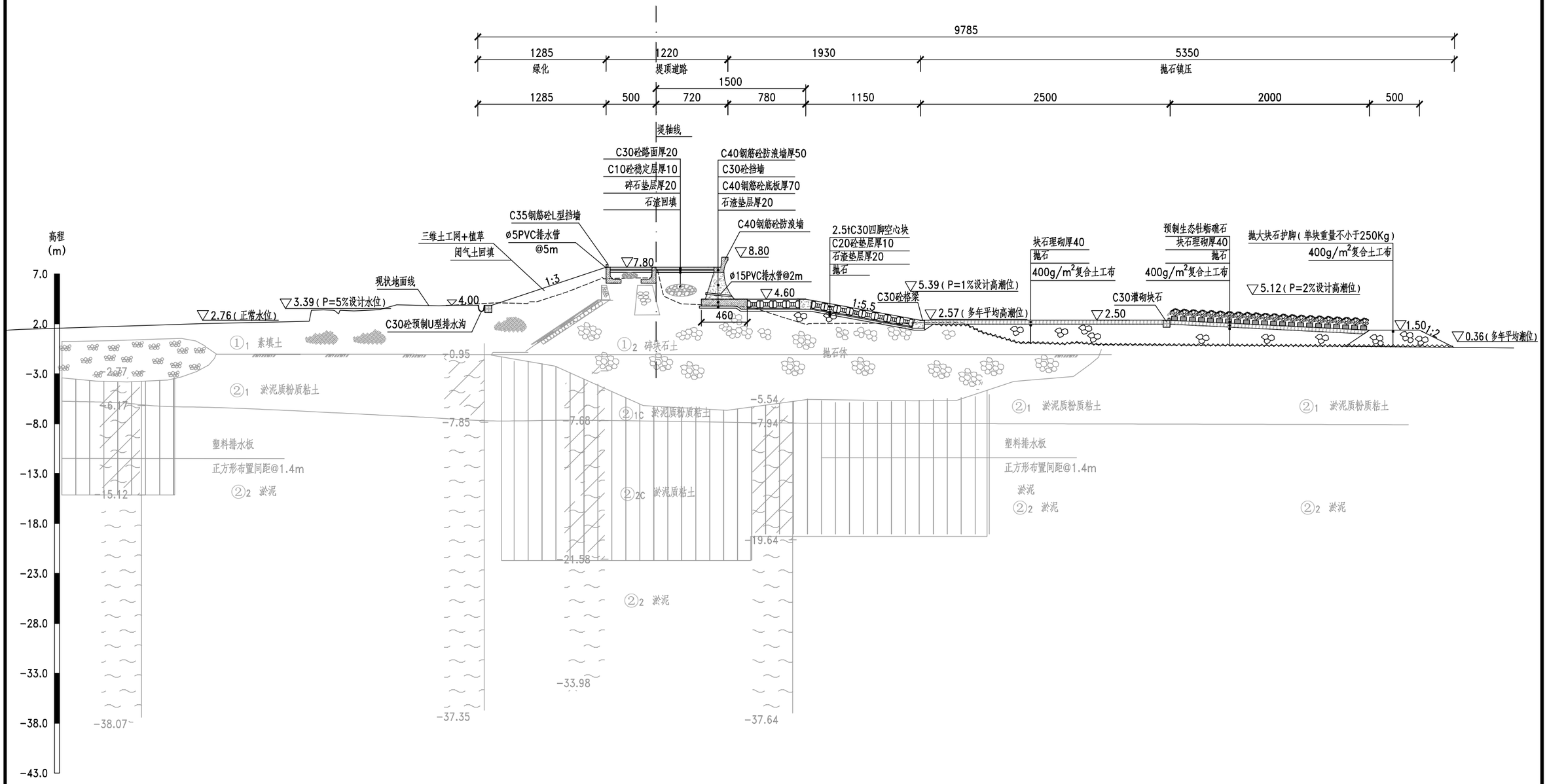
K0+547.91海塘提升改造断面图

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米）计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定			项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				K0+547.91海塘提升改造断面图			
	审　查			校　核	王泽龙	制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	04-01



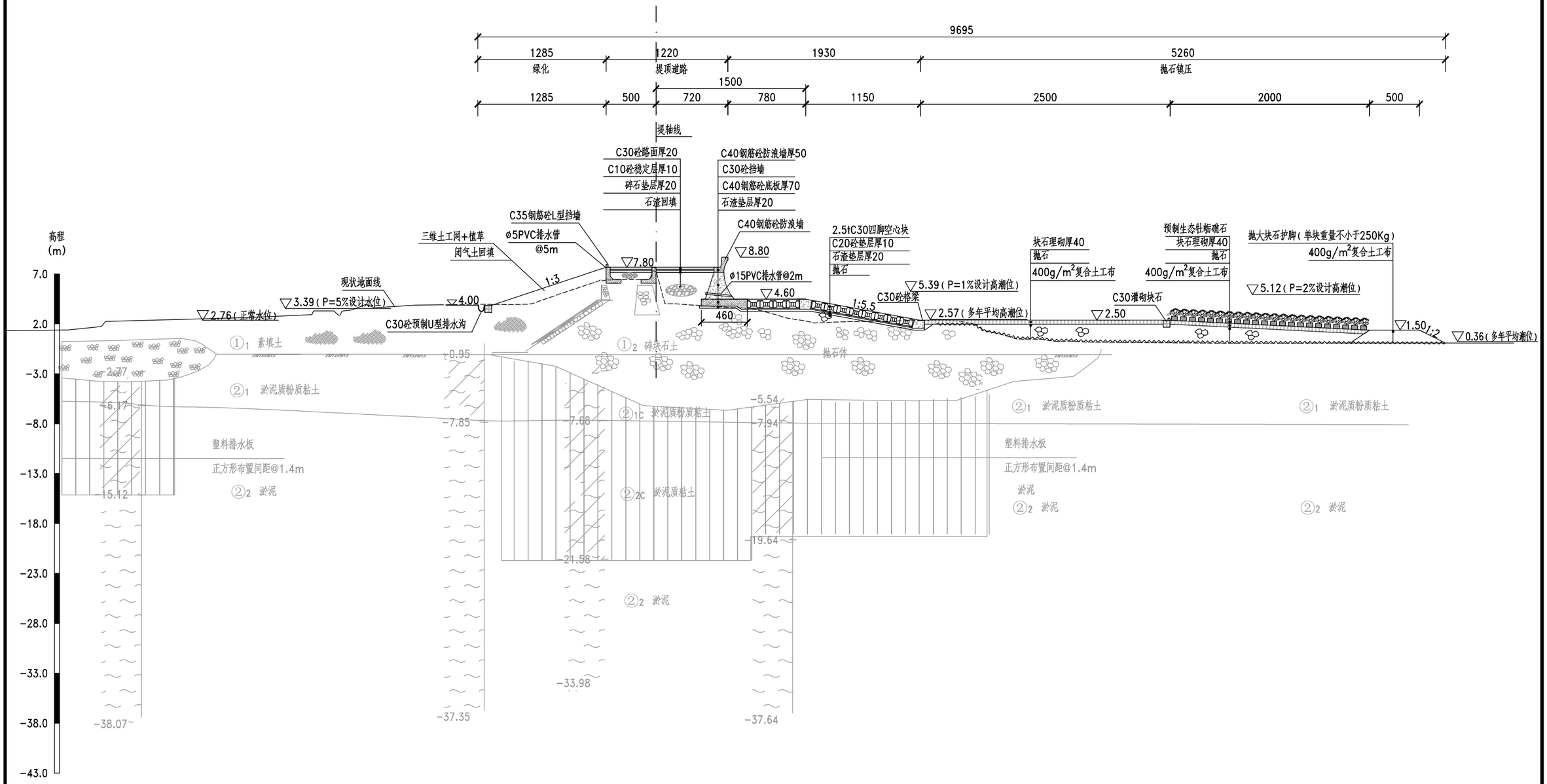
K0+950.00海塘提升改造断面图

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米)计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核定			项目负责		设计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				K0+950.00海塘提升改造断面图			
	审查			校核	王泽龙	制图		设计阶段	可研	专业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	04-02



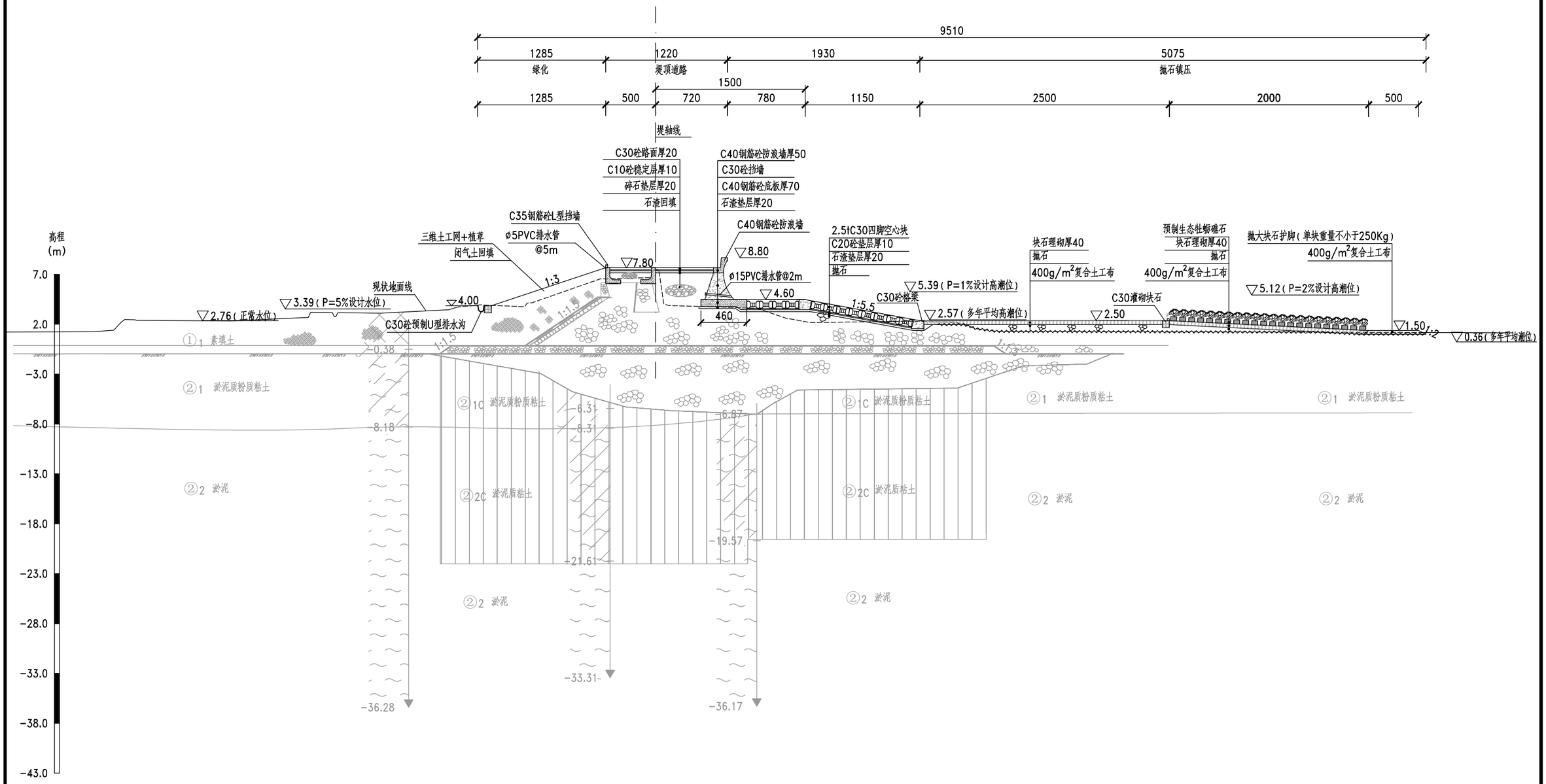
K1+400.00海塘提升改造断面图

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米)计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核定			项目负责		设计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				K1+400.00海塘提升改造断面图			
	审查			校核	王泽龙	制图		设计阶段	可研	专业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	04-03



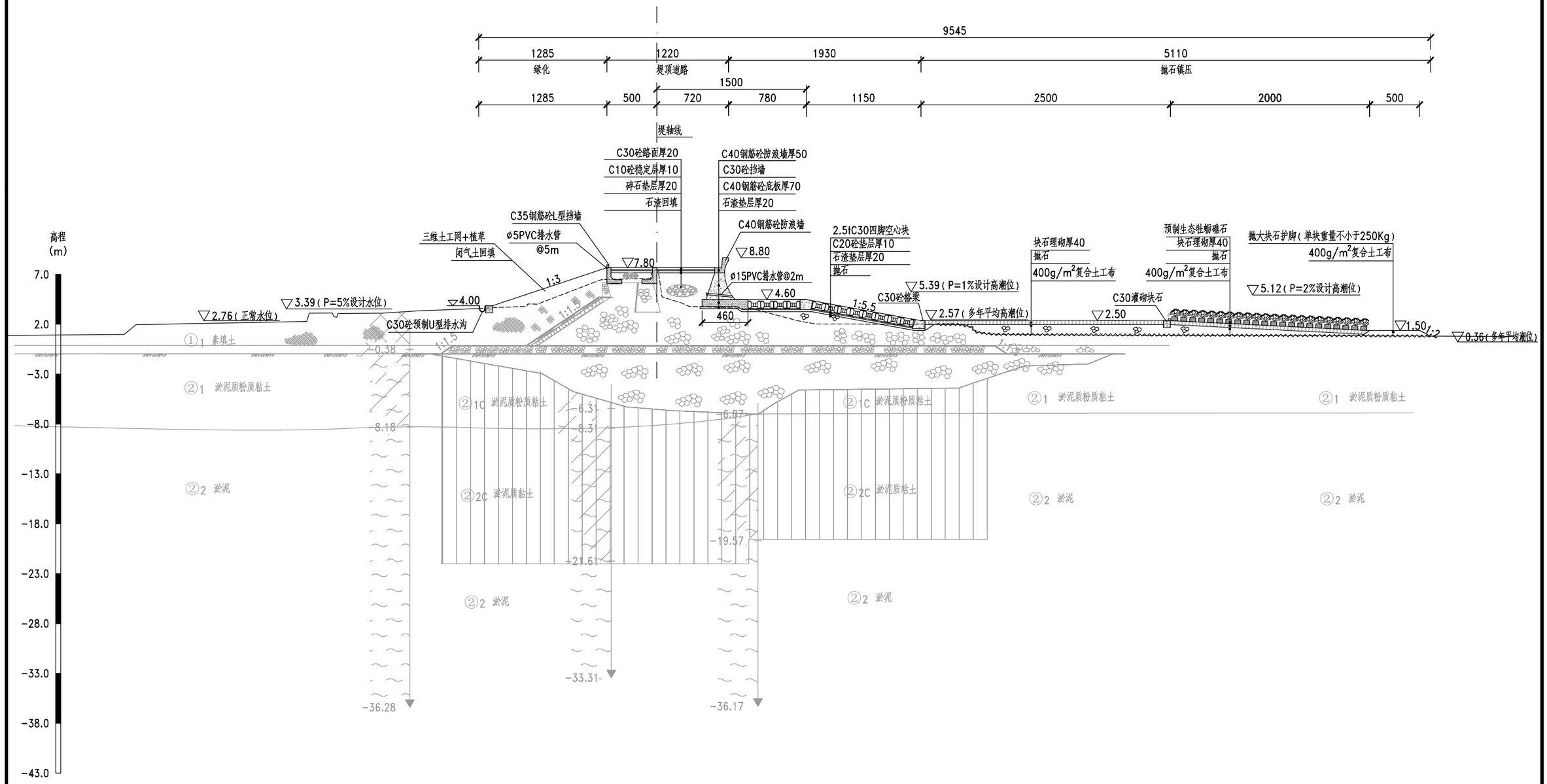
K2+000.00海塘提升改造断面图

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米)计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核定		项目负责		设计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				K2+000.00海塘提升改造断面图			
	审查		校核		制图		设计阶段	可研	专业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	04-04



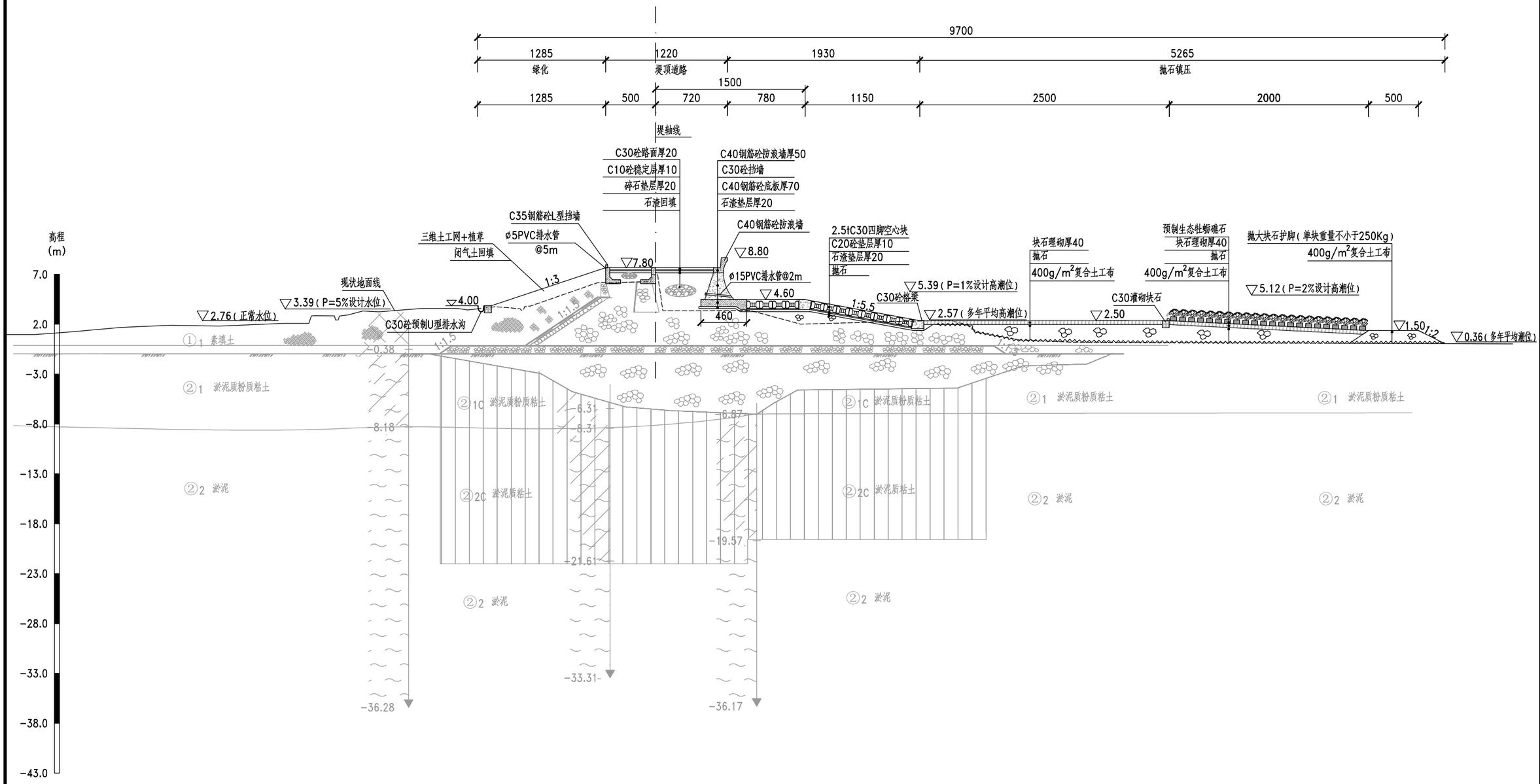
K2+500.00海塘提升改造断面图

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米)计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核定		项目负责		设计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				K2+500.00海塘提升改造断面图				
	审查		校核		制图		设计阶段	可研	专业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	04-05



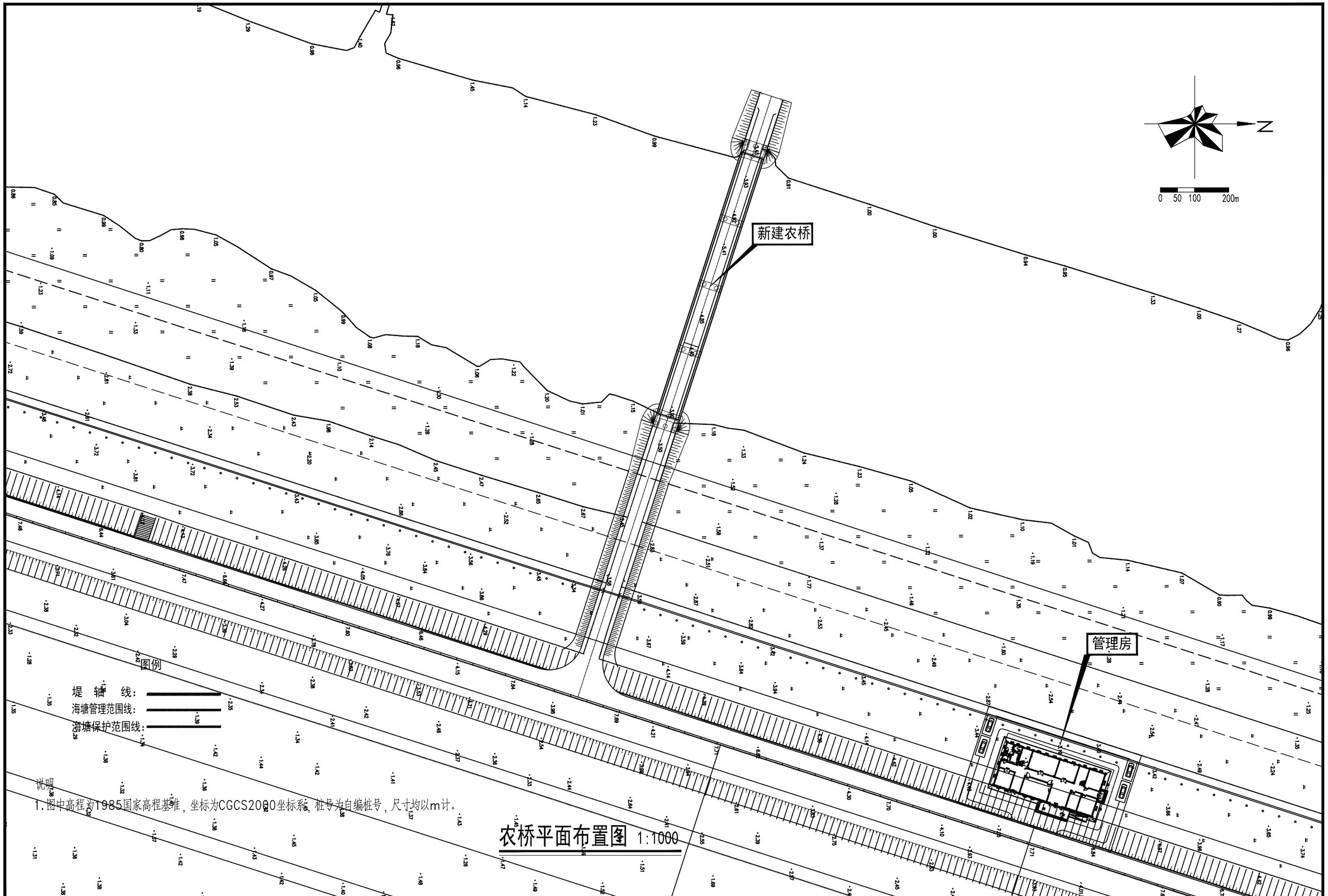
K3+000.00海塘提升改造断面图

说明：

1、图中单位：高程、桩号以m(米)计，其余除注明外均以cm(厘米)计。

2、本图比例尺：1：400.

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				K3+000.00海塘提升改造断面图				
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	04-06

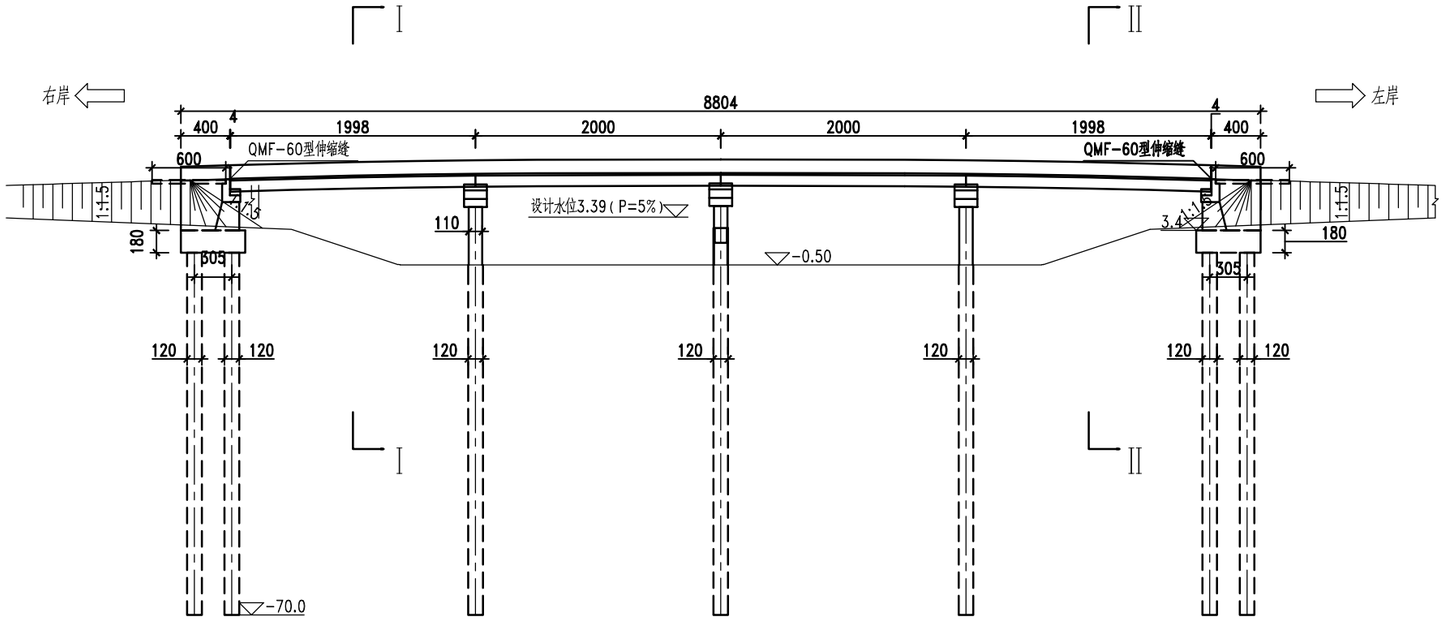


说明

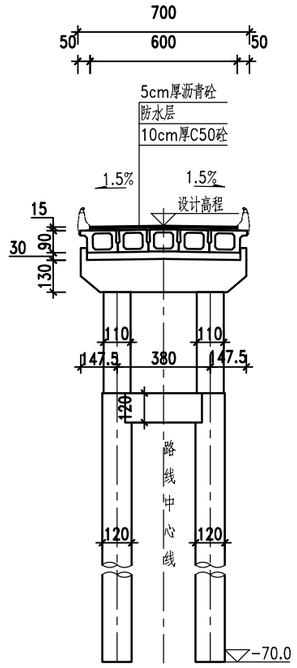
1.图中高程为1985国家高程基准，坐标为CGCS2000坐标系，桩号为自编桩号，尺寸均以m计。

农桥平面布置图 1:1000

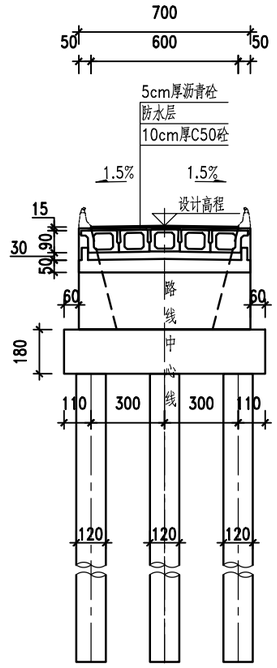
浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				农桥平面布置图		
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例 见图	日期 2021.12	图号 05-01



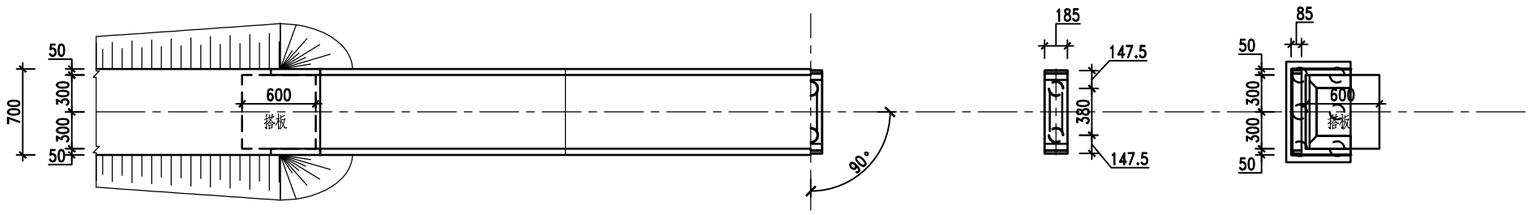
立面图 1:500



I-I 1:250



II-II 1:250

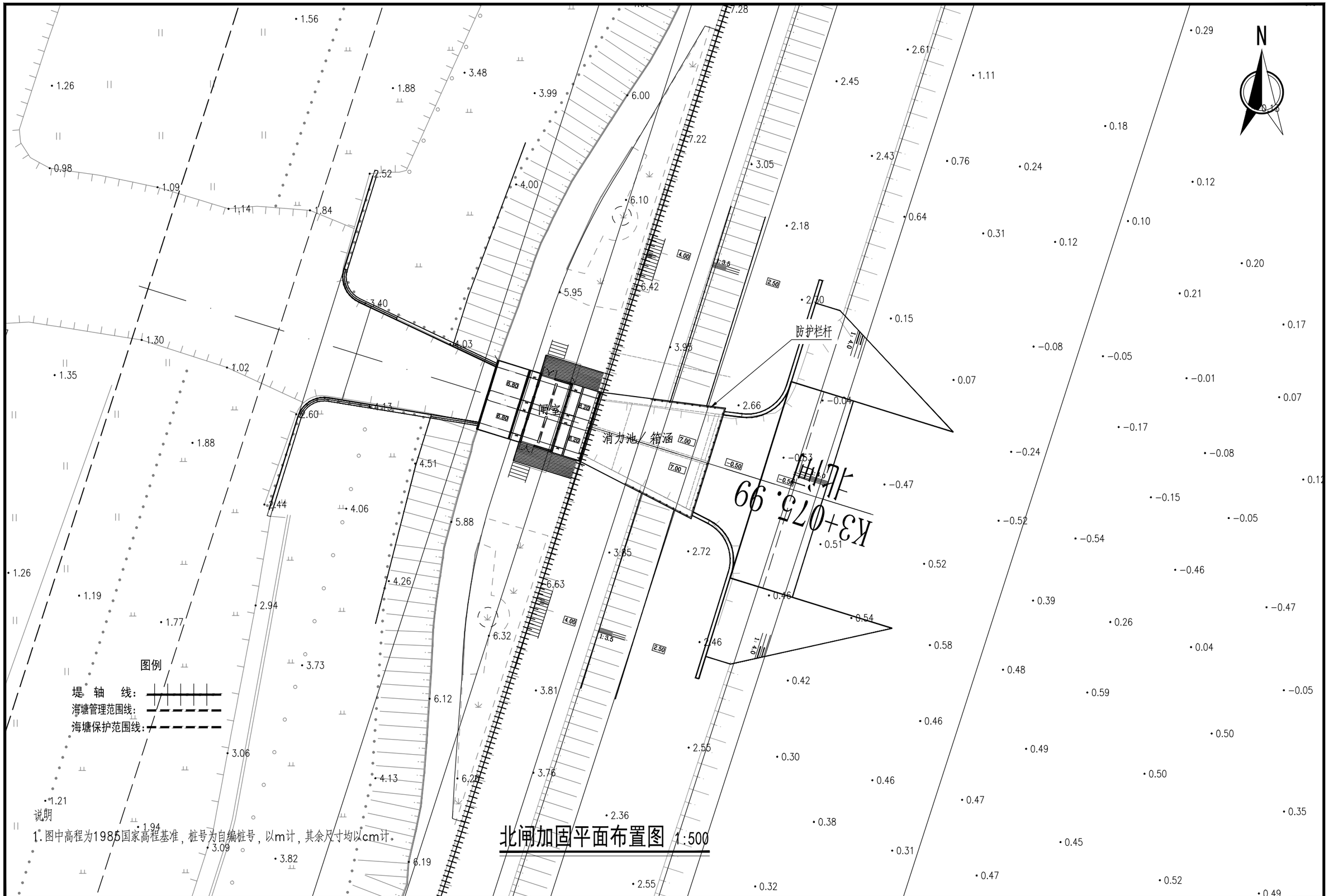


平面图 1:500

注:

1. 本图尺寸除标高、里程桩号以米计外，其余均以厘米计。
2. 荷载等级:公路—Ⅱ级；桥面净宽:1x净6m。
3. 上部结构采用预应力砼(后张)简支空心板，桥面连续；下部结构桥台采用U台，桥墩采用柱式墩，墩台采用桩基础。
4. 本桥平面位于直线上，桥面横坡为双向1.5%，纵断面位于R=1000m的竖曲线上。
5. 桥台采用GJZF$_4$300x350x59型四氟滑板式橡胶支座；桥墩采用GJZ300x350x57型板式橡胶支座；0、3号桥台采用QMF-60伸缩缝。
6. 左台后搭板长度为6m，右台后搭板长度为6m，搭板钢筋构造图。

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				农桥桥型布置图				
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	05-02

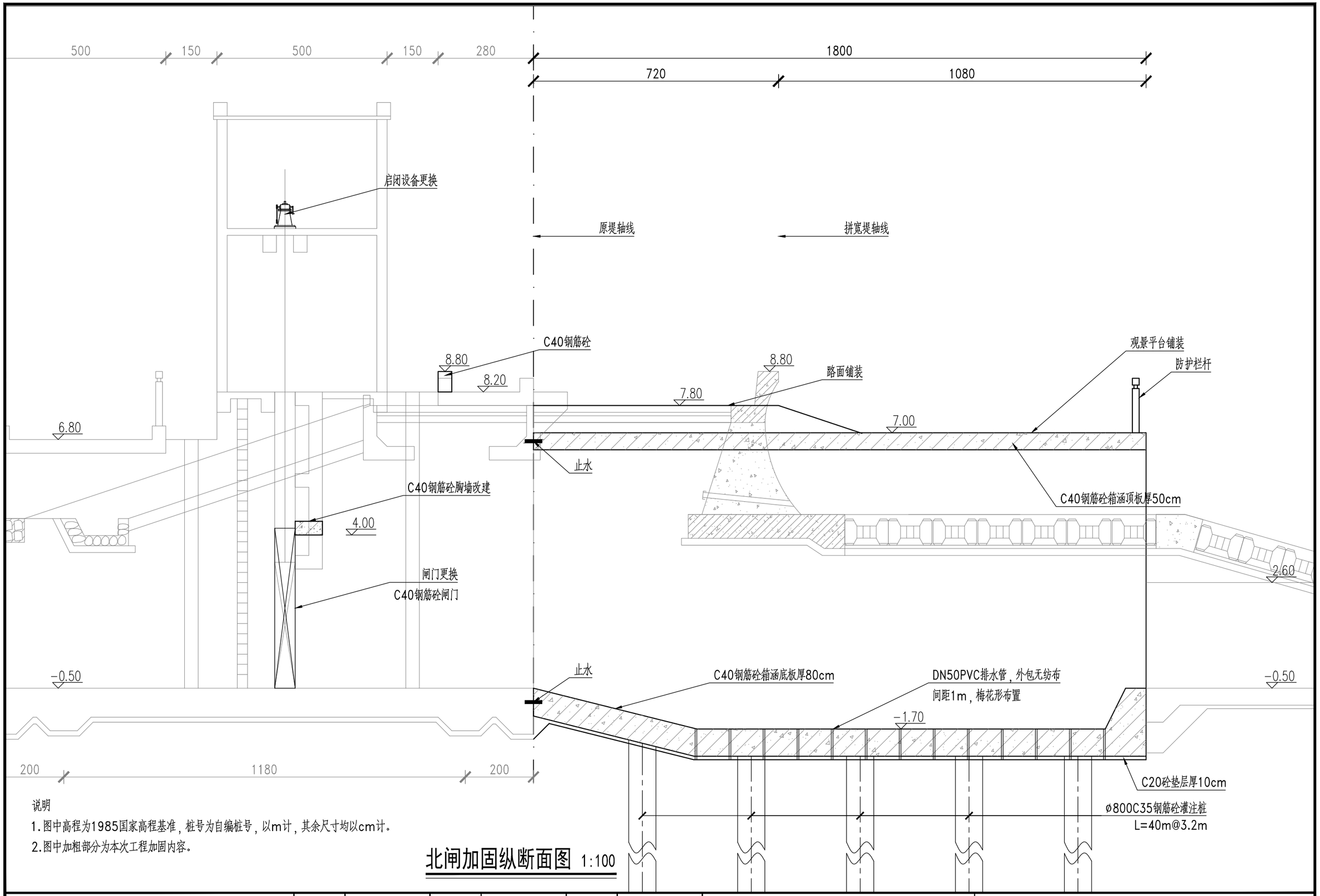


说明

1.图中高程为1985国家高程基准，桩号为自编桩号，以m计，其余尺寸均以cm计。

北闸加固平面布置图 1:500

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				北闸加固平面布置图				
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例	1:500	日期	2021.11	图号	05-03



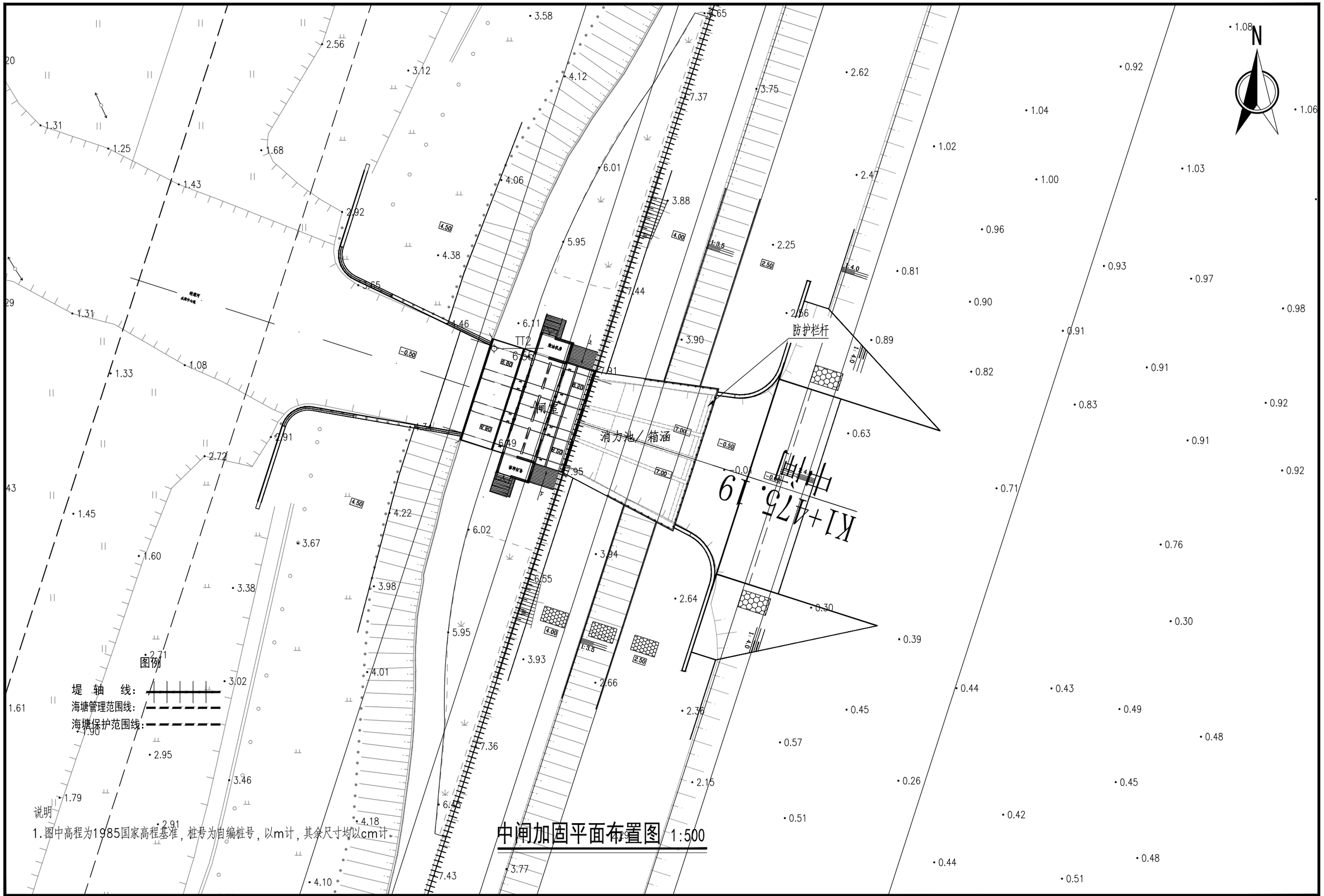
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，桩号为自编桩号，以m计，其余尺寸均以cm计。

2.图中加粗部分为本次工程加固内容。

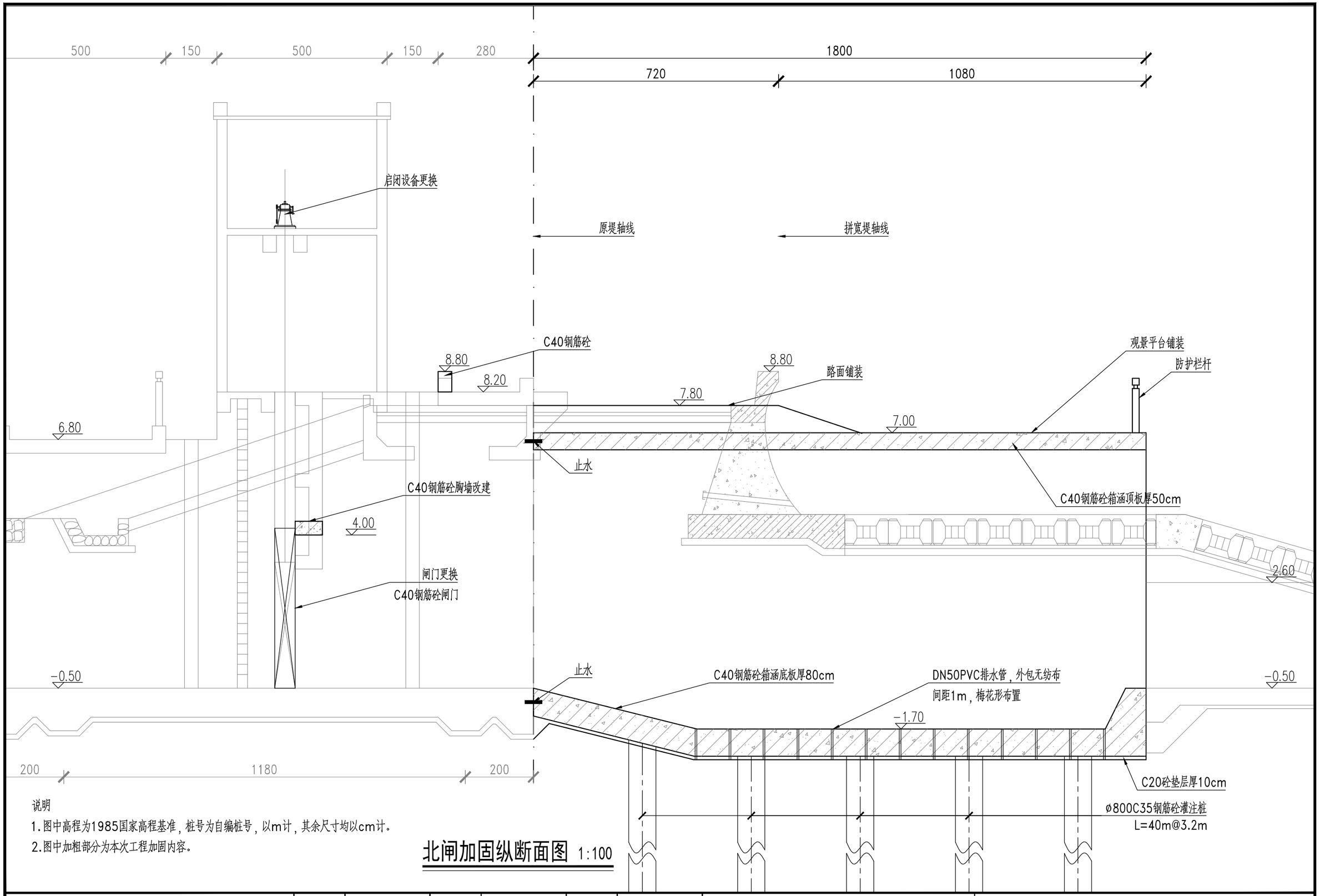
北闸加固纵断面图 1:100

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				北闸加固纵断面图		
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例 1:100	日期 2021.11	图号 05-04



中闸加固平面布置图 1:500

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				中闸加固平面布置图		
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例 1:500	日期 2021.11	图号 05-05



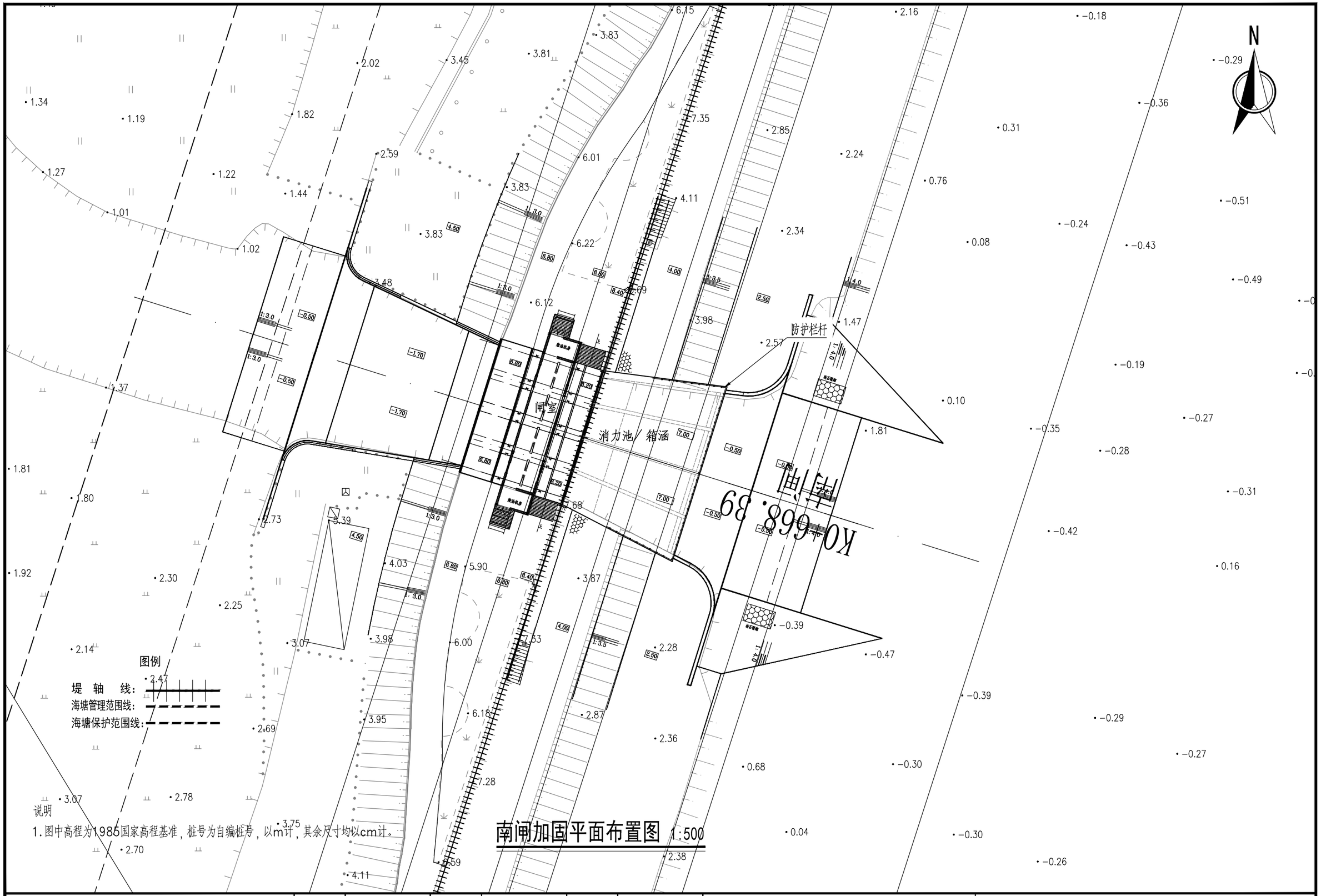
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，桩号为自编桩号，以m计，其余尺寸均以cm计。

2.图中加粗部分为本次工程加固内容。

北闸加固纵断面图 1:100

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				中闸加固纵断面图		
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例 1:100	日期 2021.11	图号 05-06

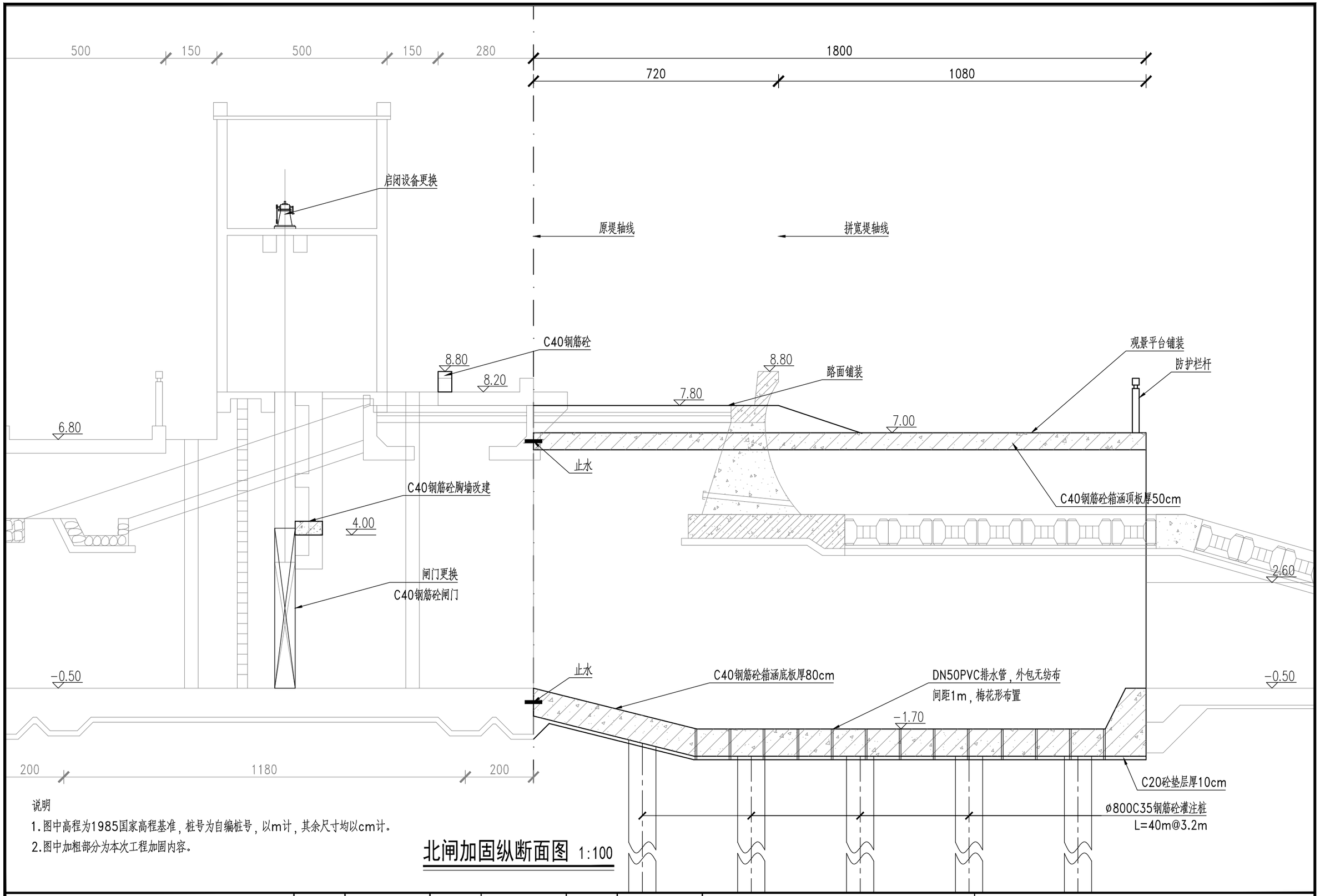


说明

1.图中高程为1985国家高程基准，桩号为自编桩号，以m计，其余尺寸均以cm计。

南闸加固平面布置图 1:500

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核 定		项目负责		设 计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				南闸加固平面布置图		
	审 查		校 核		制 图		设计阶段	可研	专 业	水工	比例 1:500	日期 2021.11	图号 05-07



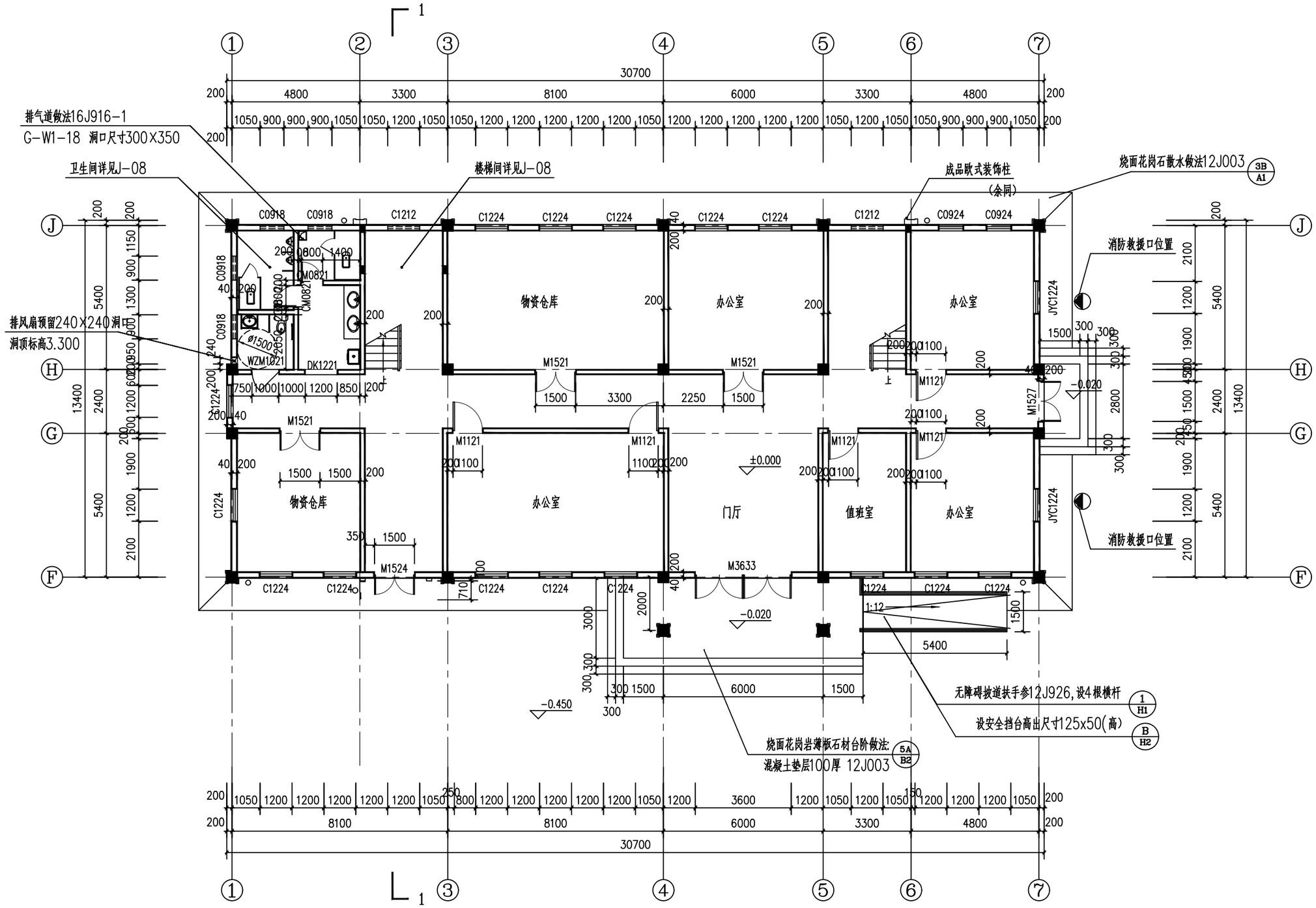
说明

1.图中高程为1985国家高程基准，桩号为自编桩号，以m计，其余尺寸均以cm计。

2.图中加粗部分为本次工程加固内容。

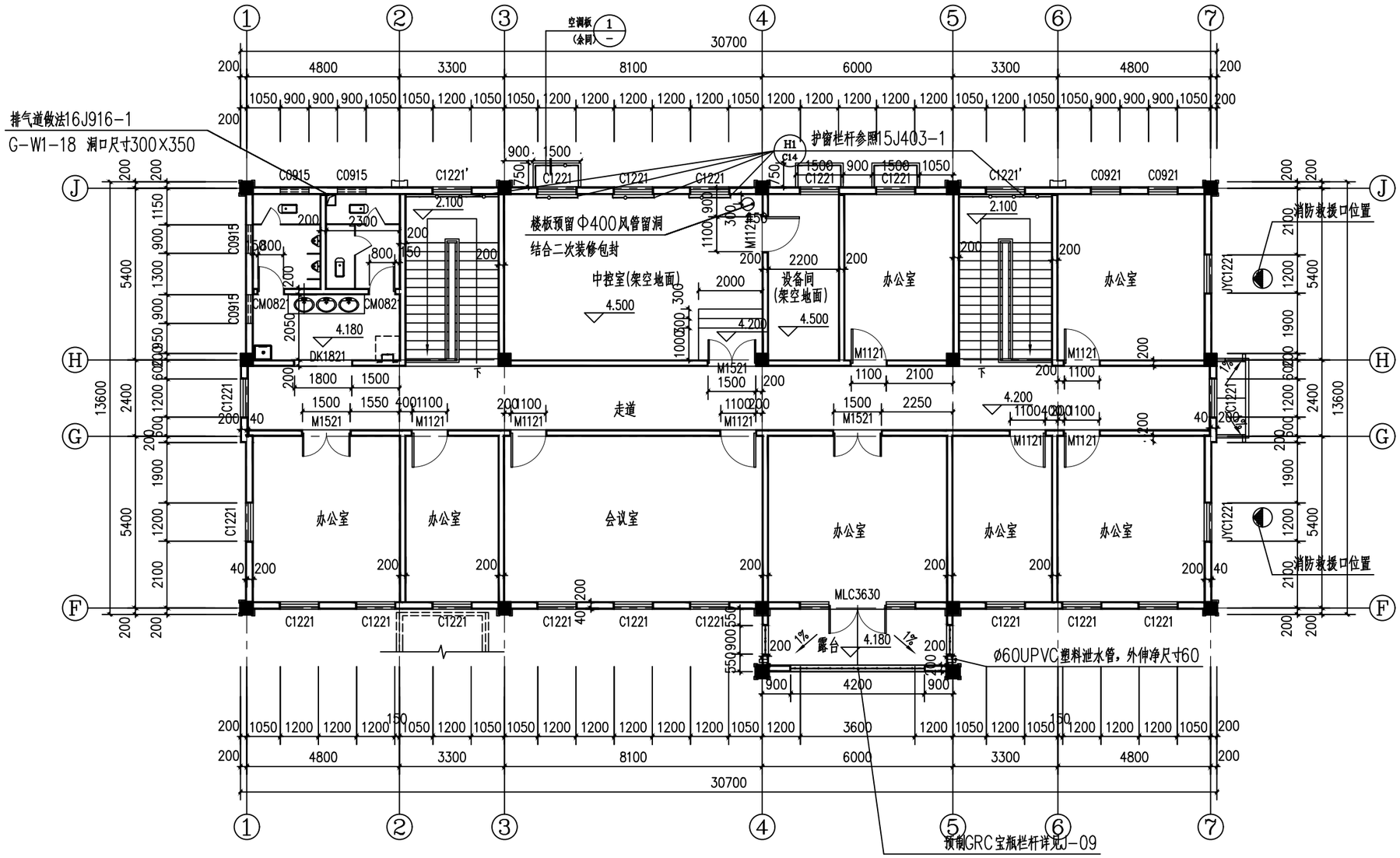
北闸加固纵断面图 1:100

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				南闸加固纵断面图		
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例 1:100	日期 2021.11	图号 05-08



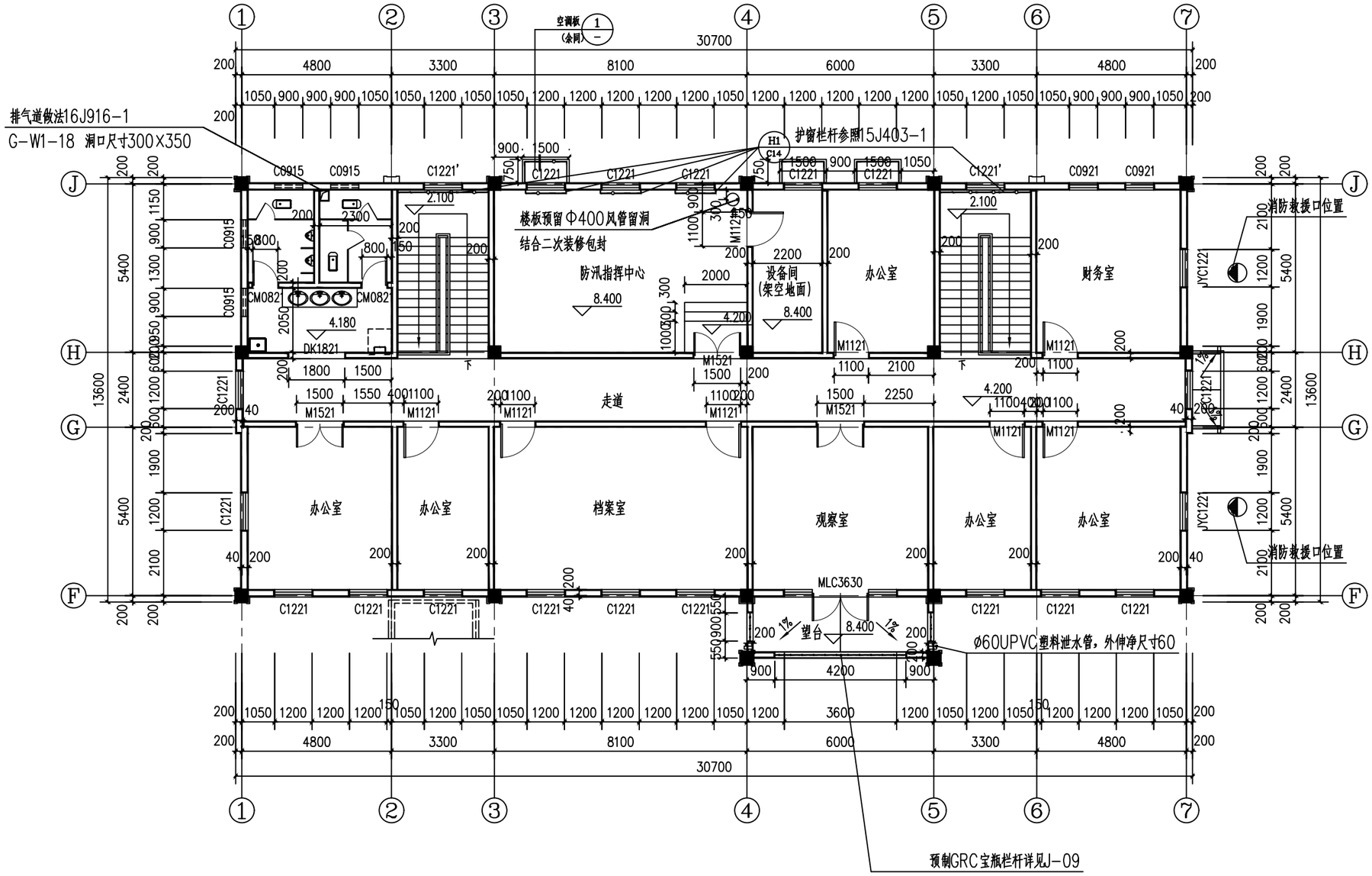
综合管理房首层平面图 1:200

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				综合管理房首层平面图			
	审　查		校　核	王泽龙	制　图		设计阶段	可研	专　业	建筑	比例	见图	日期	2021.12	图号	06-01



综合管理房二层平面图 1:200

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				综合管理房二层平面图		
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	建筑	比例 见图	日期 2021.12	图号 06-02

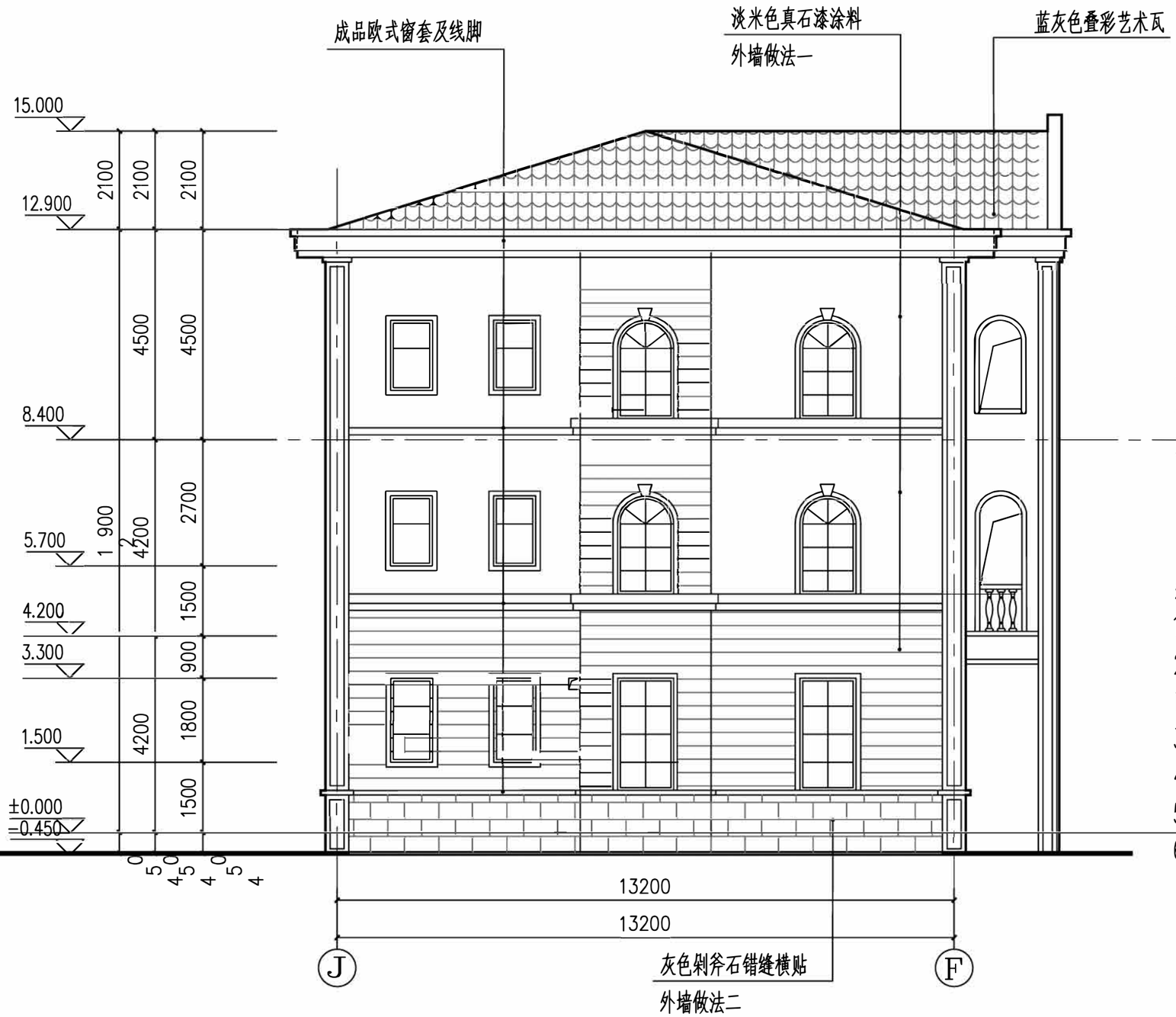


综合管理房三层平面图 1:200

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）			综合管理房三层平面图				
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	建筑	比例	见图	日期	2021.12	图号	06-03

1--7立面图 1:100

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				1--7立面图		
	审　查		校　核	王泽龙	制　图		设计阶段	可研	专　业	建筑	比例 见图	日期 2021.12	图号 06-04



外墙一：

面层涂料见05J909-TL10-外涂5a，彩色细粒式真石漆

外墙面弹性底涂，柔性腻子

2.5厚干粉类聚合物水泥防水砂浆，压入一层耐碱玻璃纤维网布

3.6厚1:2.5水泥砂浆抹平

4.12厚1:3水泥砂浆打底，扫毛或刮出纹道

5.2厚配套专用界面砂浆批刮

陶粒混凝土复合砌块墙,表面清理干净

外墙二：

1.1:1水泥(或白水泥掺色)砂浆

2.贴8-10厚外墙砖(在砖粘贴面上随贴随涂刷一遍混凝土界面处理剂,增强粘结力)

3.8厚1:2建筑胶水泥砂浆（或用专用胶）粘结层

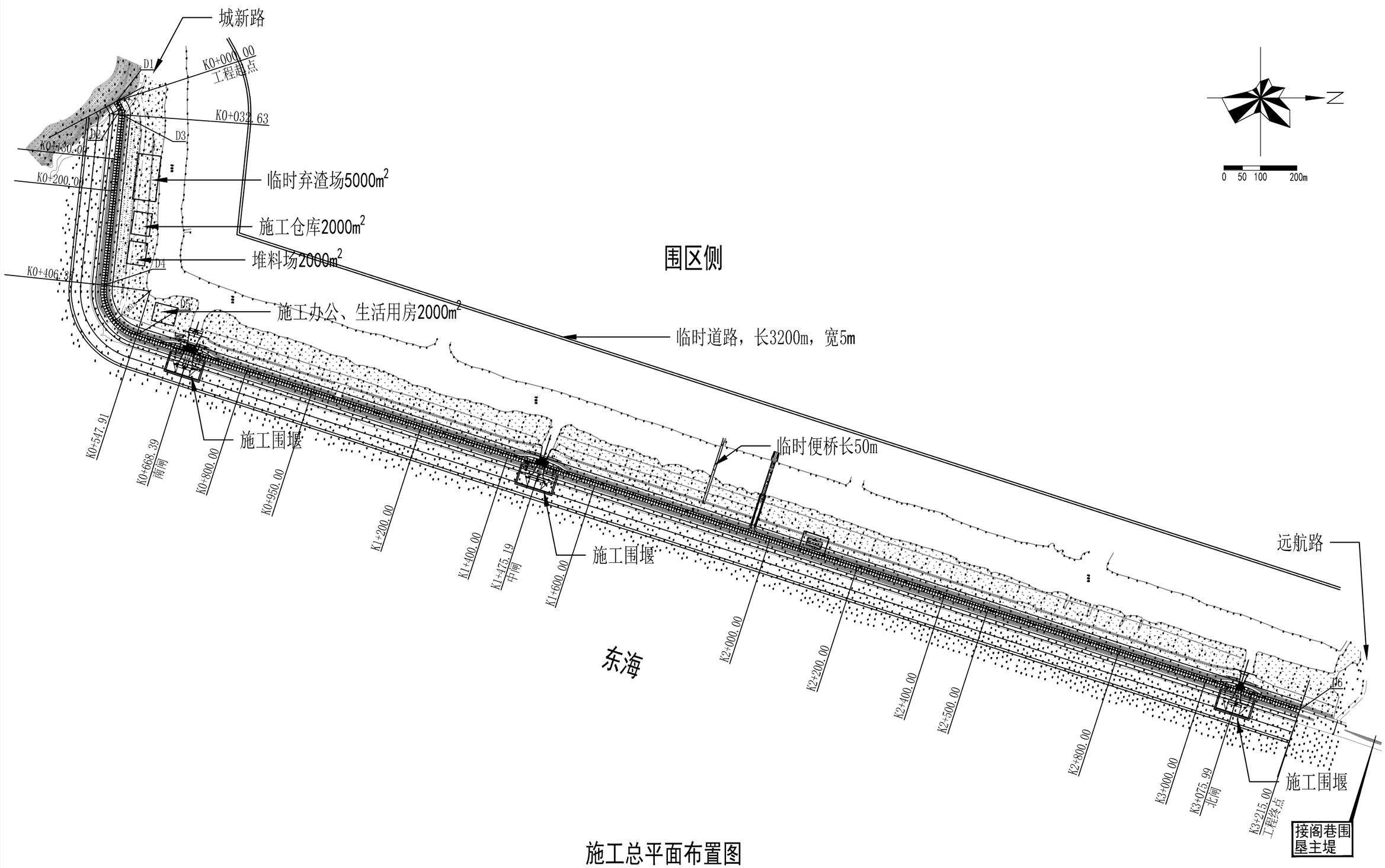
4.8厚专用聚合物抗裂防水砂浆

5.刷素水泥浆一道

6.陶粒混凝土复合砌块墙,表面清理干净

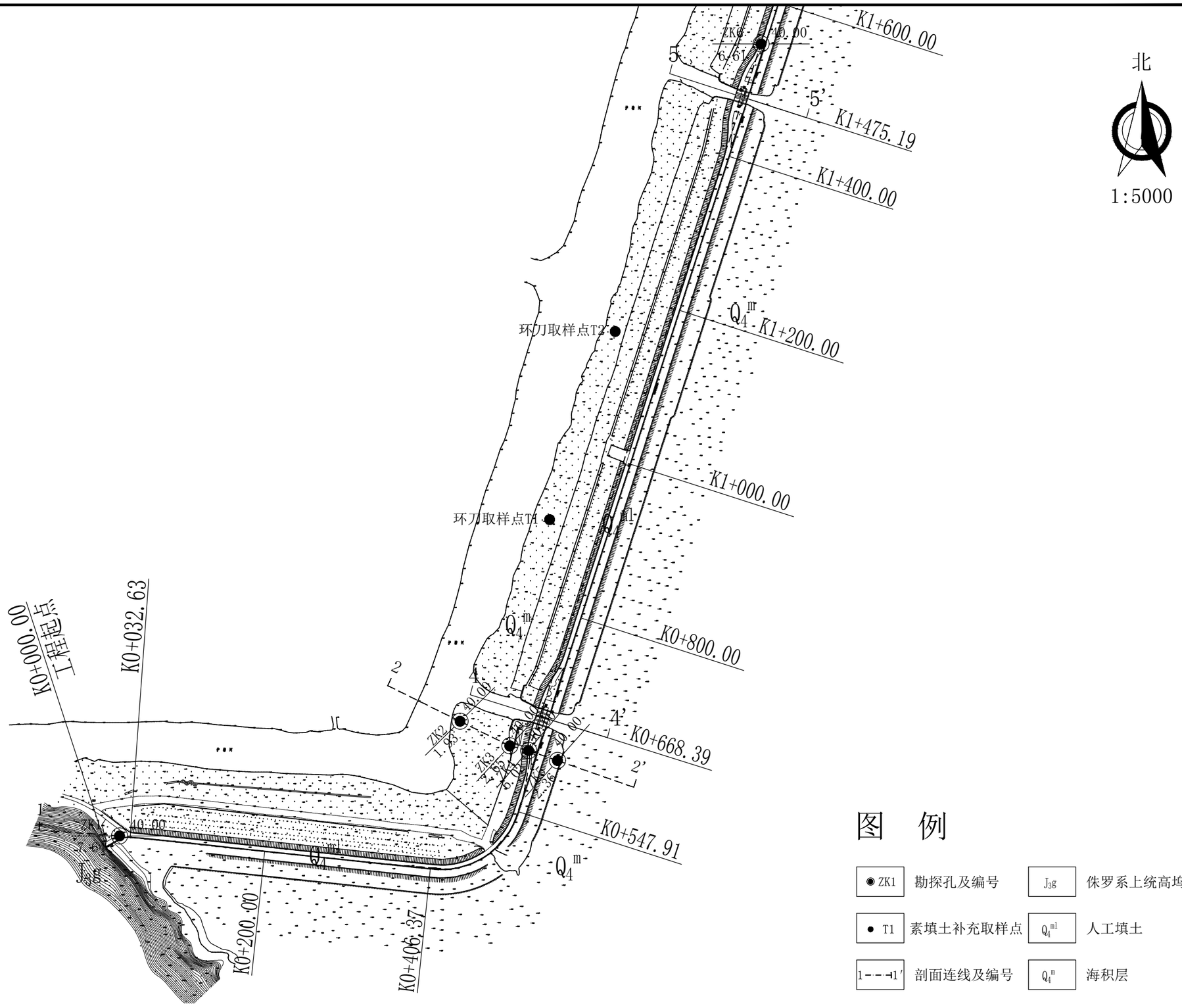
J-F立面图 1:100

浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				J-F立面图			
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研建	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.11	图号	06-05

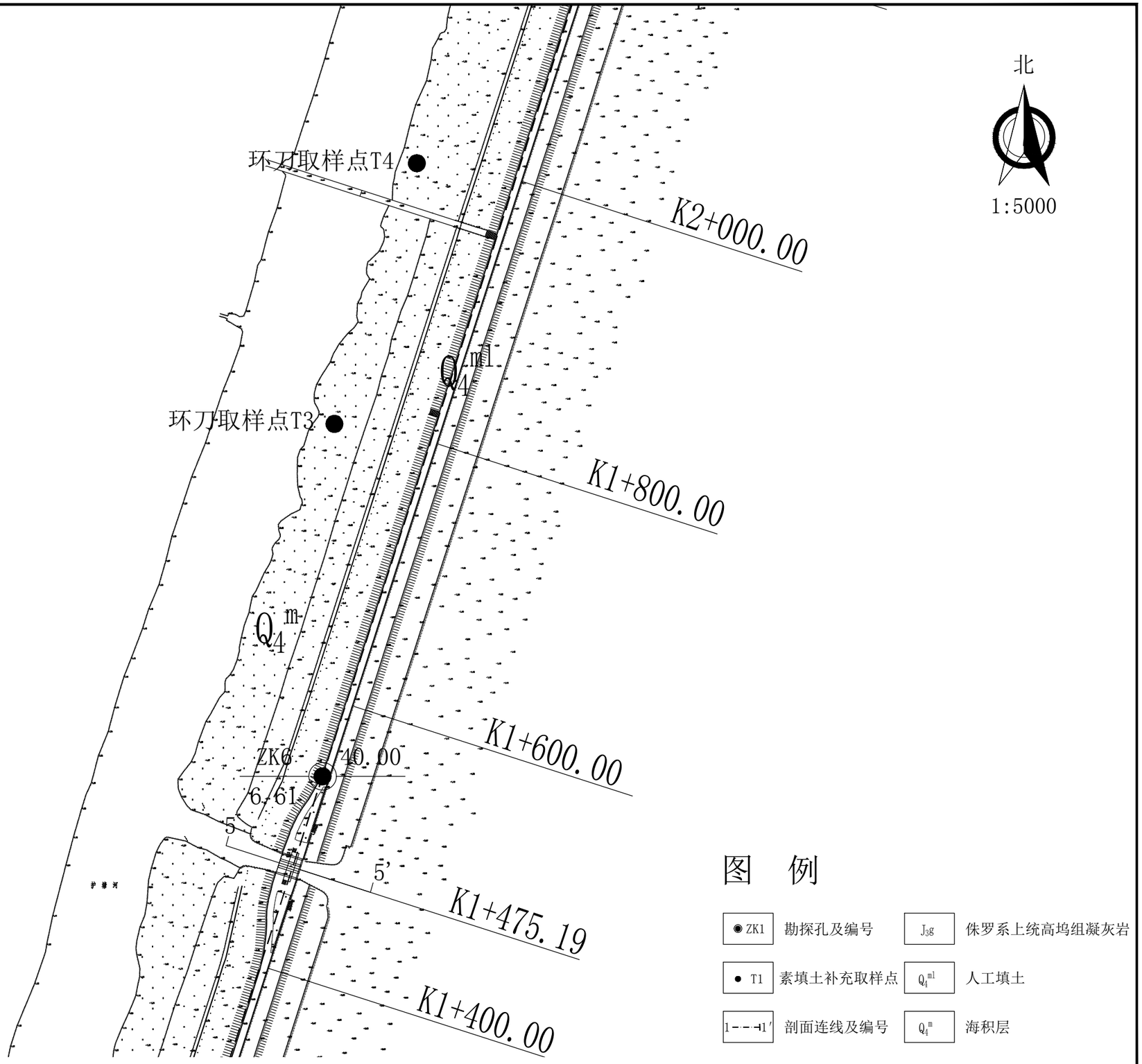


施工总平面布置图

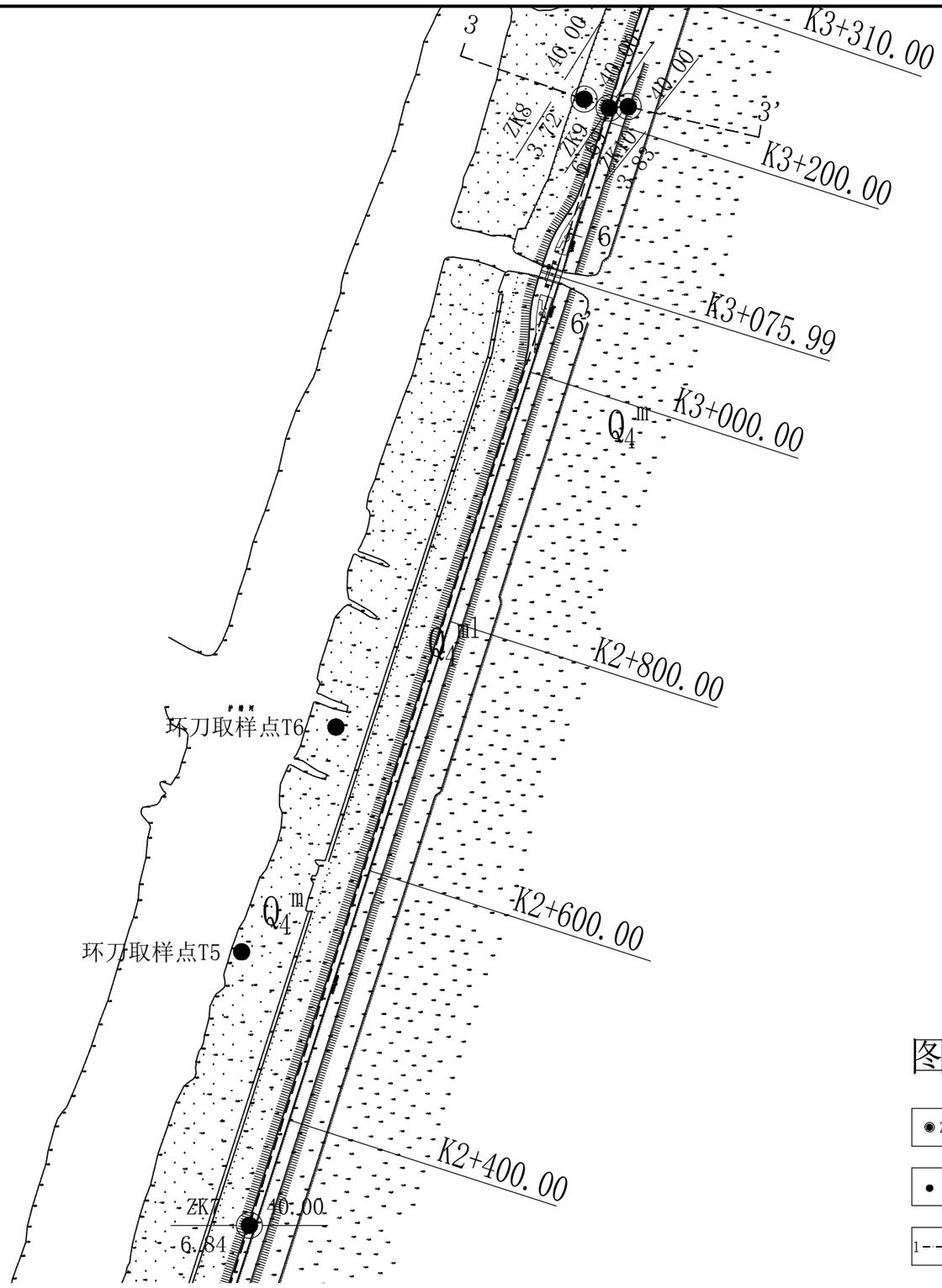
浙江惠川水利工程技术有限公司 证书编号：A233029788	核　定		项目负责		设　计		平阳县海塘安澜工程（宋埠西湾海塘）				施工总平面布置图			
	审　查		校　核		制　图		设计阶段	可研	专　业	水工	比例	见图	日期	2021.12	图号	07-01



工程地质平面图（1/3） 附图01



工程地质平面图（2/3） 附图02



北

1:5000

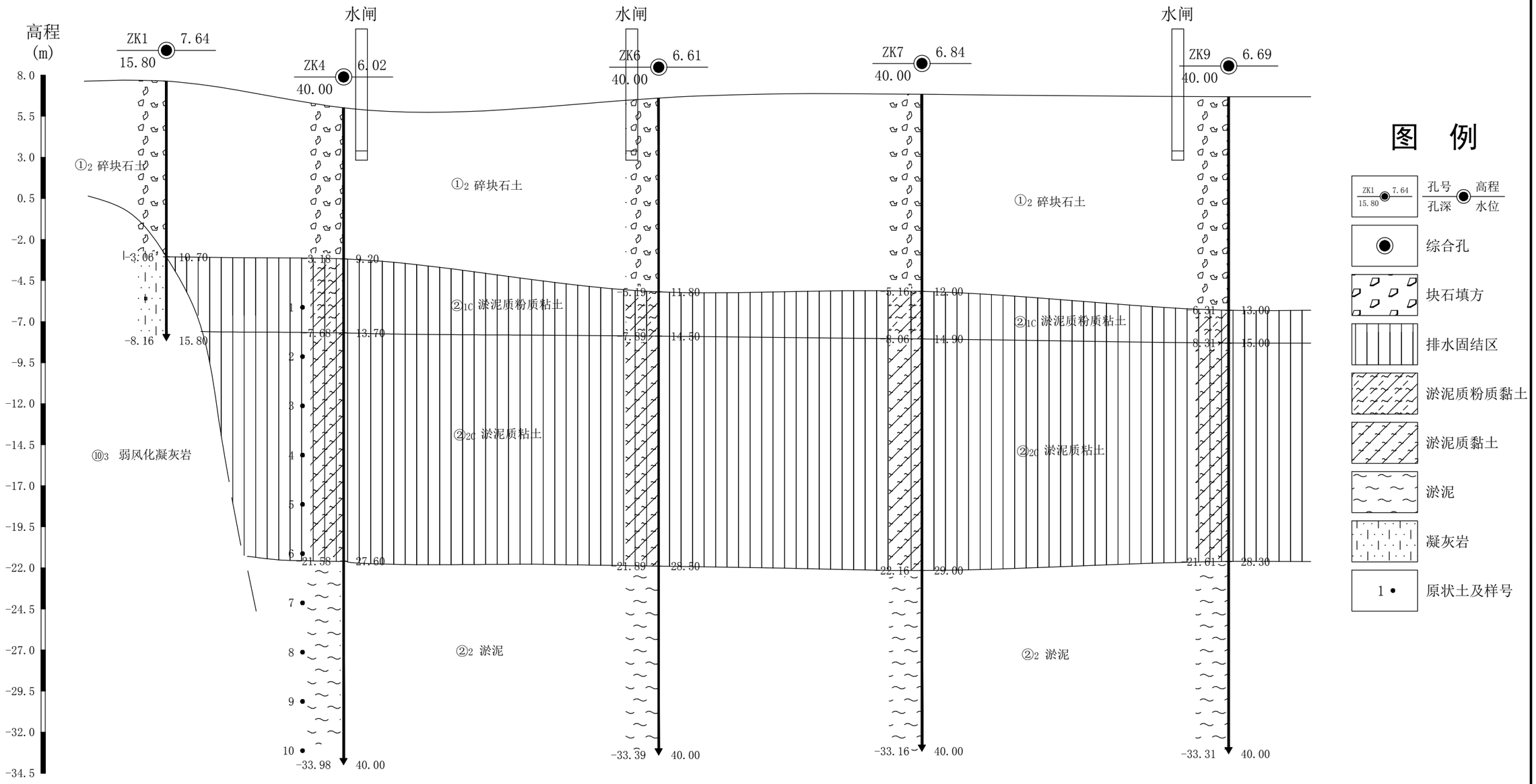
图 例

ZK1	勘探孔及编号	J_3g	侏罗系上统高坞组凝灰岩
T1	素填土补充取样点	Q_4^{ml}	人工填土
1---1'	剖面连线及编号	Q_4^{m}	海积层

工程地质平面图（3/3） 附图03

工 程 地 质 剖 面 图 1--1’

比例：水平：1： 12000　　垂直：1： 250



孔距(m)	517.70	920.80	769.30	896.30

工程地质剖面图（1/3） 附图04

工 程 地 质 剖 面 图 2--2’

比例：水平：1： 1000　　垂直：1： 500

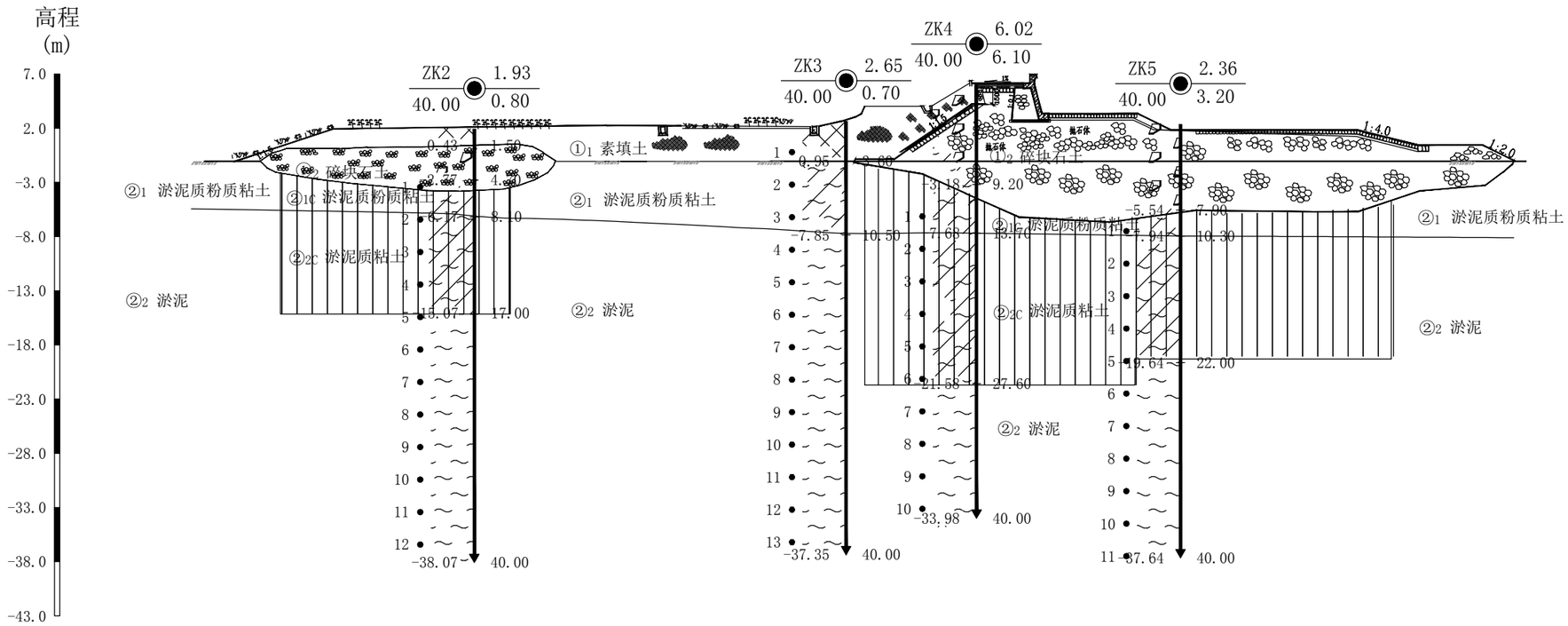
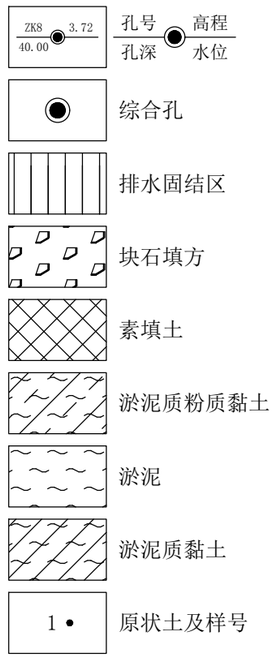


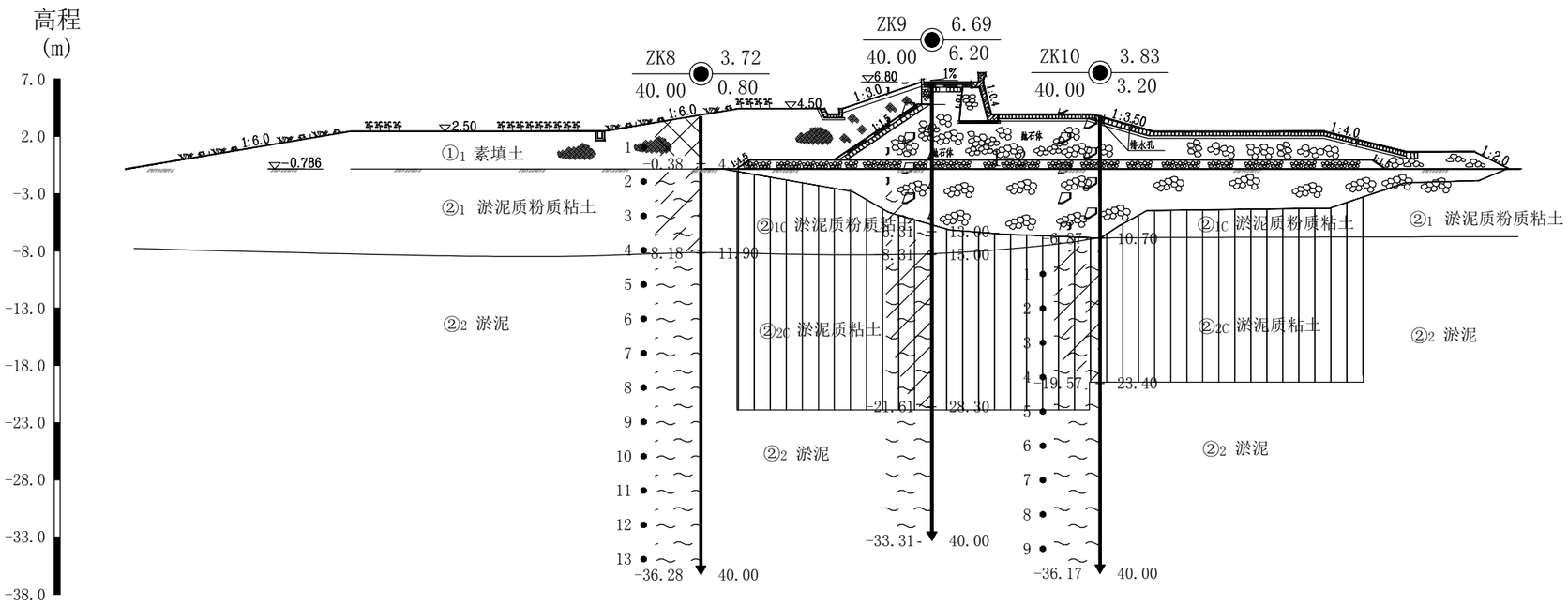
图 例



工程地质剖面图（2/3） 附图05

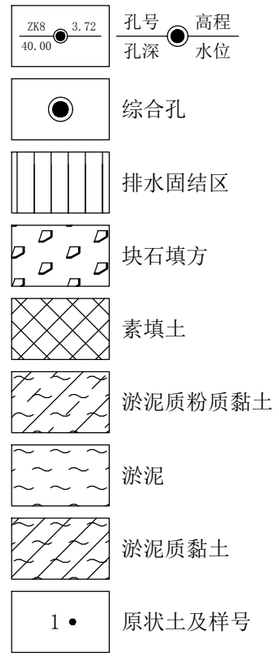
工 程 地 质 剖 面 图 3--3’

比例：水平：1： 500　　垂直：1： 500



孔距(m)	20.20	14.70

图　例



工程地质剖面图（3/3）　附图06

工 程 地 质 剖 面 图 4--4’

比例：水平：1： 100　　垂直：1： 350

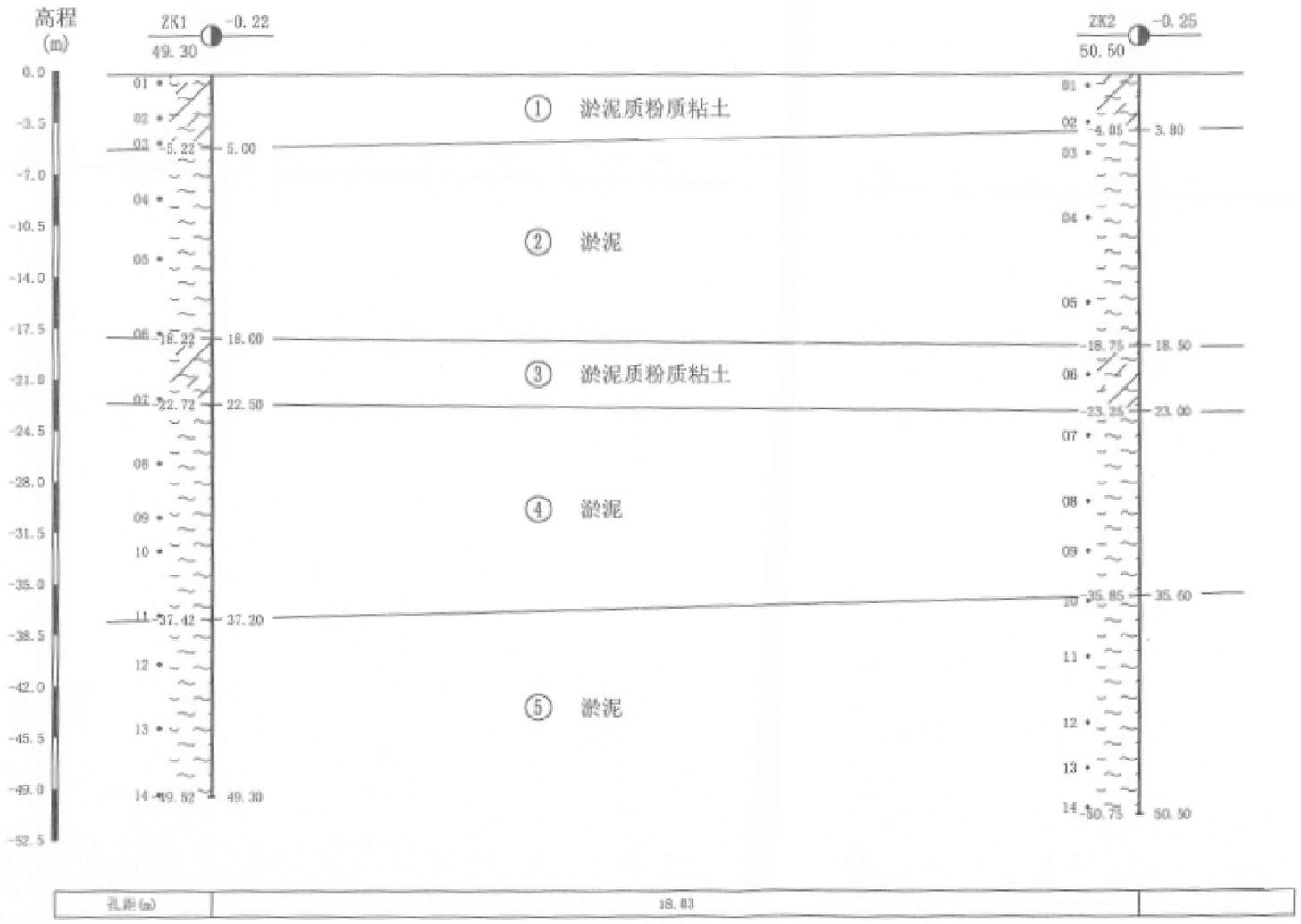


图 例

孔号 / 孔深　高程 / 水位

技术孔

淤泥质粉质粘土

淤泥

强风化

14 • 原状土及样号

温州市水利电力勘测设计院
浙江省建设厅

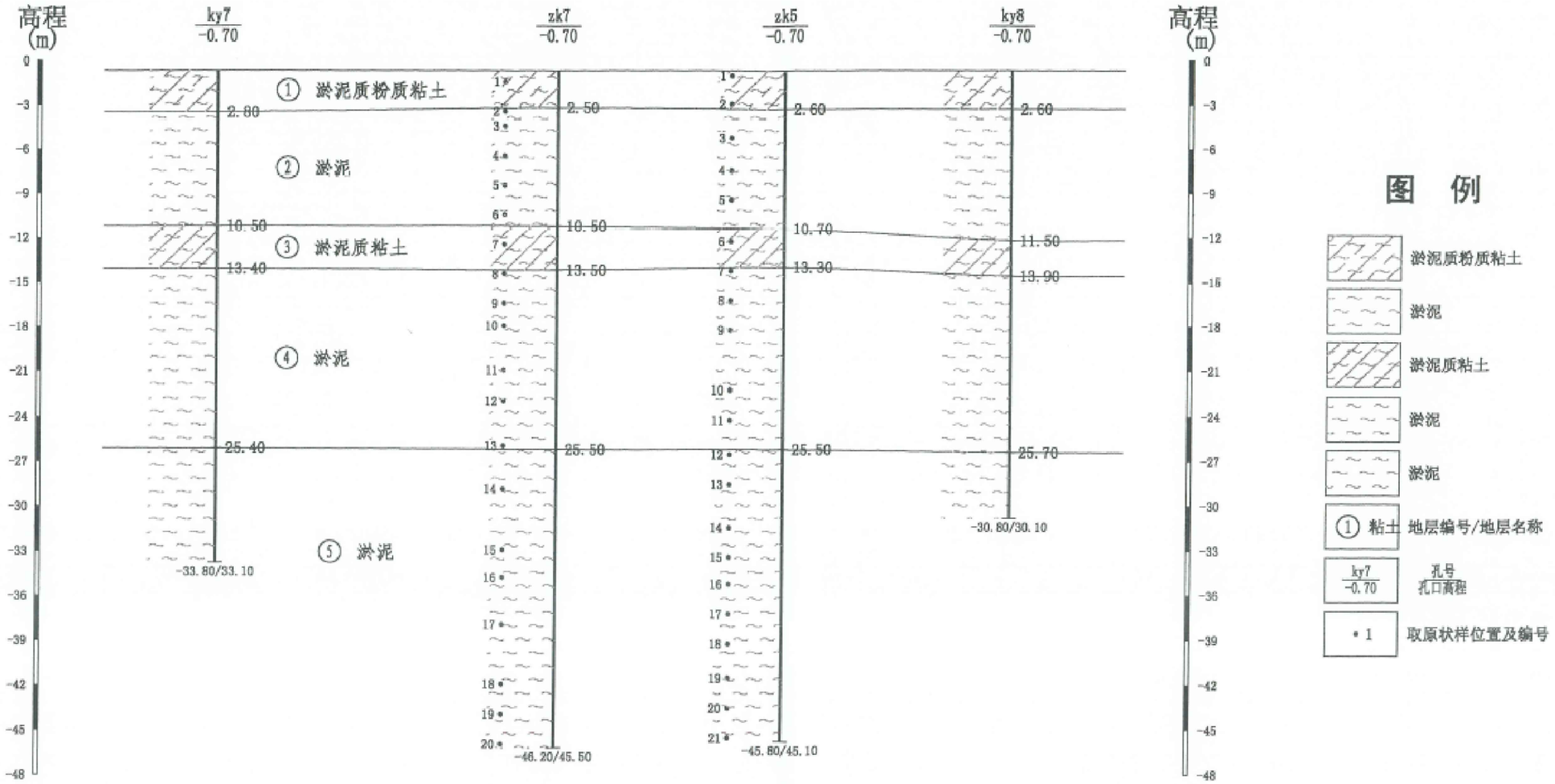
说明：

1、本图参考自《平阳县宋埠西湾围垦主堤及南闸改址工程地质勘察报告》，温州市水利电力勘测设计院，2008年12月。

南闸址原地质剖面图 附图07

工 程 地 质 剖 面 图 5--5’

比例：水平：1： 400　　垂直：1： 300



孔距（m）	30.0	20.0	20.0	

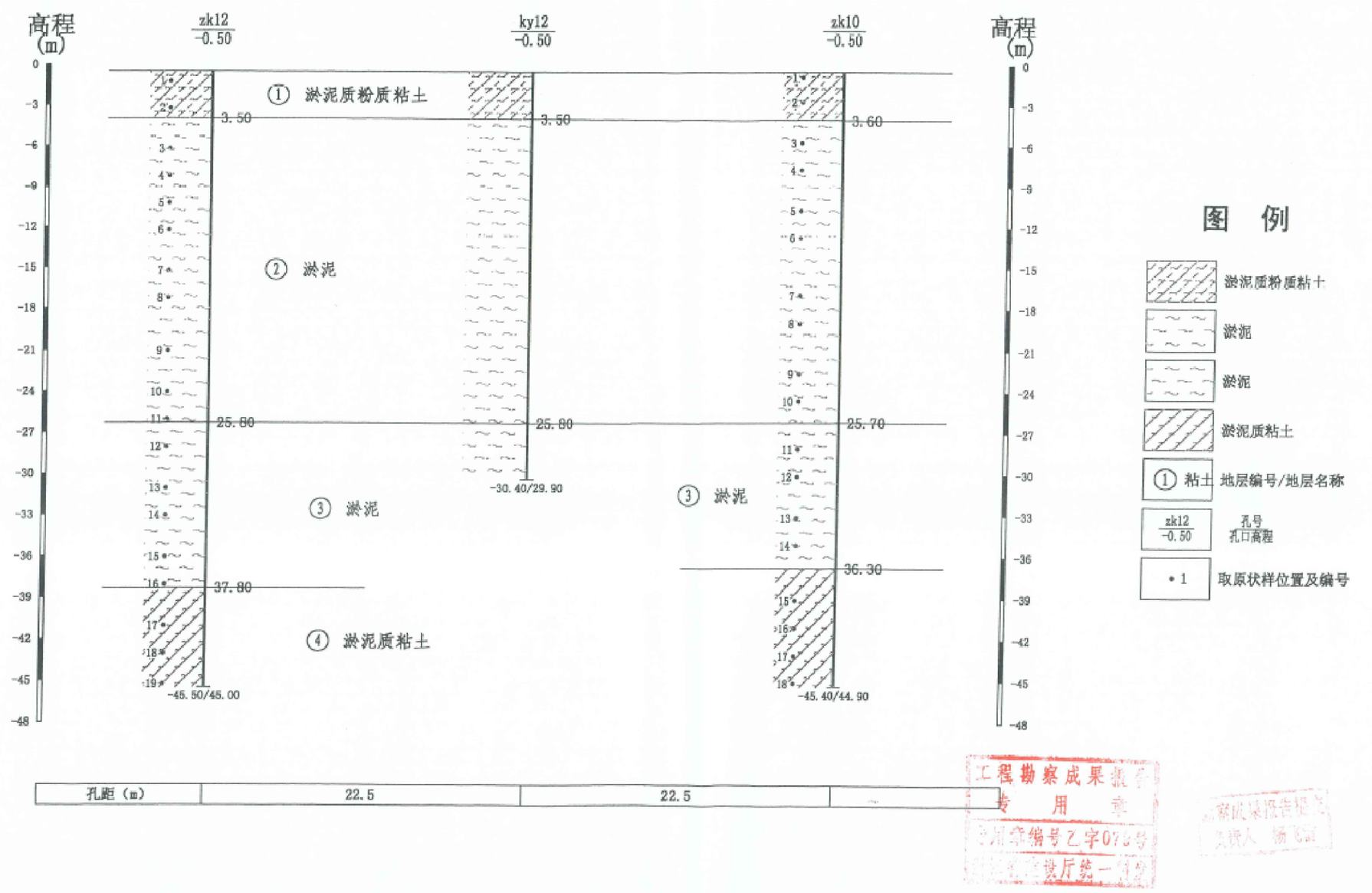
说明：

1、本图参考自《平阳县宋埠西湾围垦工程水闸工程地质勘察报告》，温州市水利电力勘测设计院，2004年03月。

中闸址原地质剖面图 附图08

工 程 地 质 剖 面 图 6--6’

比例：水平：1： 300　　垂直：1： 300



说明：

1、本图参考自《平阳县宋埠西湾围垦工程水闸工程地质勘察报告》，温州市水利电力勘测设计院，2004年03月。

北闸址原地质剖面图 附图09