国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程

环境影响报告书

（公示稿）

建设单位：福清市交通建设投资集团有限公司

环评单位：福建中科环境检测技术有限公司

二〇二六年一月

目录

1 概述.....1
1.1 项目由来.....1
1.2 环境影响评价工作过程.....2
1.3 项目特点.....4
1.4 分析判定相关情况.....5
1.5 环境影响评价关注的主要环境问题.....6
1.6 环境影响报告书主要结论.....6
2 总则.....7
2.1 编制依据.....7
2.2 环境影响因素识别及评价因子筛选.....13
2.3 环境功能区划及评价标准.....16
2.4 评价时段.....26
2.5 评价工作等级及评价范围.....26
2.6 评价重点.....36
2.7 环境保护目标.....36
3 工程概况与分析.....44
3.1 工程概况.....44
3.2 交通量预测.....47
3.3 道路工程（含桥梁）.....50
3.4 绿化工程.....75
3.5 改移复建工程.....77
3.6 管线工程.....80
3.7 工程占地情况.....92
3.8 施工方案及组织计划.....99
3.9 土石方及其平衡情况分析.....140
3.10 方案比选.....147
3.11 污染源分析.....162
3.12 前期建设回顾性分析.....176

3.13 规划符合性分析.....185
4 环境现状调查与评价.....228
4.1 自然环境概况.....228
4.2 区域社会经济环境现状.....242
4.3 海洋资源概况.....244
4.4 海洋环境现状调查与评价.....247
4.5 陆域生态环境现状调查与评价.....248
4.6 大气环境质量现状调查与评价.....248
4.7 声环境质量现状调查与评价.....249
4.8 周边海域环境敏感目标情况.....252
5 环境影响预测与评价.....257
5.1 水文动力环境影响预测与评价.....257
5.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....276
5.3 海水水质环境影响分析.....278
5.4 海洋沉积物影响分析.....282
5.5 声环境影响预测与评价.....283
5.6 大气环境影响评价与预测.....302
5.7 地表水环境影响预测与评价.....304
5.8 固体废物环境影响评价.....306
5.9 生态环境影响分析与评价.....308
6 环境风险分析与评价.....342
6.1 评价依据.....342
6.2 环境敏感目标概况.....342
6.3 环境风险识别.....343
6.4 环境风险分析.....344
6.5 分析结论.....352
7 环境保护对策措施.....353
7.1 施工期环境保护对策措施.....353
7.2 运营期环境保护对策措施.....360

7.3 生态环境保护对策措施.....367
7.4 环境风险防范措施及应急要求.....372
8 环境经济损益分析.....387
8.1 社会经济效益分析.....387
8.2 环境损益分析.....387
8.3 环境工程投资估算及效益分析.....389
8.4 效益分析小结.....391
9 环境保护管理及监测计划.....392
9.1 环境保护管理计划.....392
9.2 环境监测计划.....394
9.3 环境监理计划.....397
9.4 污染物排放清单.....400
9.5 建设项目竣工环保验收内容.....404
10 环境影响评价结论.....406
10.1 工程概况.....406
10.2 与相关规划、区划的符合性.....406
10.3 环境现状.....406
10.4 主要环境影响评价结论.....413
10.5 环境保护对策措施.....422
10.6 公众参与调查结果.....427
10.7 总结论.....428
附表 1 建设项目海洋生态环境影响评价自查表.....429
附表 2 建设项目生态环境影响评价自查表.....432
附表 3 建设项目声环境影响评价自查表.....433
附表 4 建设项目环境风险评价自查表.....434

1 概述

1.1 项目由来

根据福建省人民政府《关于福建省普通国省干线公路网布局规划的批复》，“八纵十一横十五联”普通国省干线公路要求按二级及以上公路标准规划建设，并能满足社会经济发展要求和交通量远景需要。228 国道（纵一线）福州境内规划路线起于罗源县鉴江（宁德界），终于福清市新厝镇江口（莆田界），规划总里程约 284km。福州滨海大通道起于罗源县鉴江（宁德界），接 228 国道，终于福清市新厝镇江兜，接 G324 线，全长 277km。沿途经过罗源县、连江县、马尾区、长乐区、福清市 5 个沿海县（市）区。228 国道与福州滨海大通道共线约 218km。

国道 G228 线福清境内段里程长，投资大。福清市政府根据区域总体规划，采取分期实施，重点推进的战略。国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程（以下简称“本工程”），由福清市交通建设投资集团有限公司（以下简称“建设单位”）进行建设，属于国道 G228 线福清境内段其中一部分，工程主线段设计修建起点桩号为 K212+820，在闽台蓝色产业园顺接 G228 蓝园段，路线呈东西走向，自东向西于 K213+083.816 处与蓝色大道平交（蓝色大道接线段路线起点（LK3+930）顺接现状蓝色大道，自北向南延伸，终点（LK4+287.614）），沿岸线布置，经前华村，后建东港特大桥跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路，终点桩号 K217+320。

工程前期手续办理情况：2021 年 6 月 7 日至 8 日，福建省发改委、省交通运输厅在福州联合组织召开了国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程可行性研究报告审查会，根据审查意见修改后建设单位于 2021 年 11 月报送《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程可行性研究报告》审定稿（以下简称“工可报告”），2022 年 12 月 22 日，工程获得福建省发展和改革委员会关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程可行性研究报告批复（闽发改网审交通〔2022〕197 号）。

2022 年 5 月 22 日，工程获得福清市自然资源和规划局关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程的预审意见（融自然函〔2022〕

258 号）。2023 年 5 月 08 日，工程获得福建省水利厅关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程水土保持方案报告书的批复（闽水审批〔2023〕67 号）。

本工程已开展前期工程建设，2024 年 9 月 13 日福建省海洋与渔业执法总队出具《行政处罚决定书》（闽海渔〔2024〕0401 号），对福清市交通建设投资集团有限公司“未依法报批海洋环境影响报告书，擅自开工建设”的环境违法行为作出“处罚款人民币壹佰陆拾捌万元整（￥1680000 万元）”的行政处罚。福清市交通建设投资集团有限公司于 2024 年 12 月 20 日缴齐罚款（详见附件 13）。

1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护条例》的有关规定，按照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》的要求，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程属于“五十二、交通运输业、管道运输业-130 等级公路（不含维护；不含生命救援、应急保通工程以及国防交通保障项目；不含改扩建四级公路）-新建 30 公里（不含）以上的二级及以上等级公路；新建涉及环境敏感区的二级及以上等级公路”以及“五十四、海洋工程-153 跨海桥梁工程-非单跨、长度 0.1 公里及以上的公铁桥梁工程；涉及环境敏感区的”，应编制环境影响报告书。

2024 年 5 月福清市交通建设投资集团有限公司（下称建设单位）委托福建中科环境检测技术有限公司（下称评价单位）承担该工程的环境影响评价工作。本次环评主要分以下几个阶段：

第一阶段：评价单位福建中科环境检测技术有限公司接受福清市交通建设投资集团有限公司进行工程的环境影响评价工作。评价单位组织有关技术人员收集资料、现场踏勘、走访调查，对工程产业政策合理性、规划符合性和选址合理性等进行初步分析，并结合建设工程的建设内容和环境现状调查，制定调查方案，识别环境影响因子，确认评价工作等级，制定评价工作方案；同时，评价单位要与建设单位按照《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》的相关规定进行第一次公示，公示时间为 2024 年 5 月 27 日至 2024 年 6 月 7 日。

第二阶段：评价单位对环境现状监测数据进行收集、委托调查，并利用工程

分析、产排污系数计算和现状污染调查等方法，定量或定性分析工程施工期、营运期对周围自然生态环境（大气环境、声环境、水环境、生态环境等）存在的潜在的、不利影响范围和程度。

第三阶段：评价单位对工程环保措施的可行性进行论证，给出污染物排放清单，确定环境影响评价结论，进行环境影响报告书的编制工作。同时，建设单位在福建环保网网站上进行了征求意见稿公示，并在《海峡都市报》上进行二次登报公示，登报公示时间分别为2024年6月18日、2024年6月19日。

在征求意见稿公示结束后，建设单位完成《国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程环境影响评价公众参与说明》。评价单位结合《国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程环境影响评价公众参与说明》完善工程环评报告后，将《国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程环境影响报告书》（送审稿）提交建设单位报请生态环境行政主管部门审查。

本工程环境影响评价工作程序详见图1.2-1。

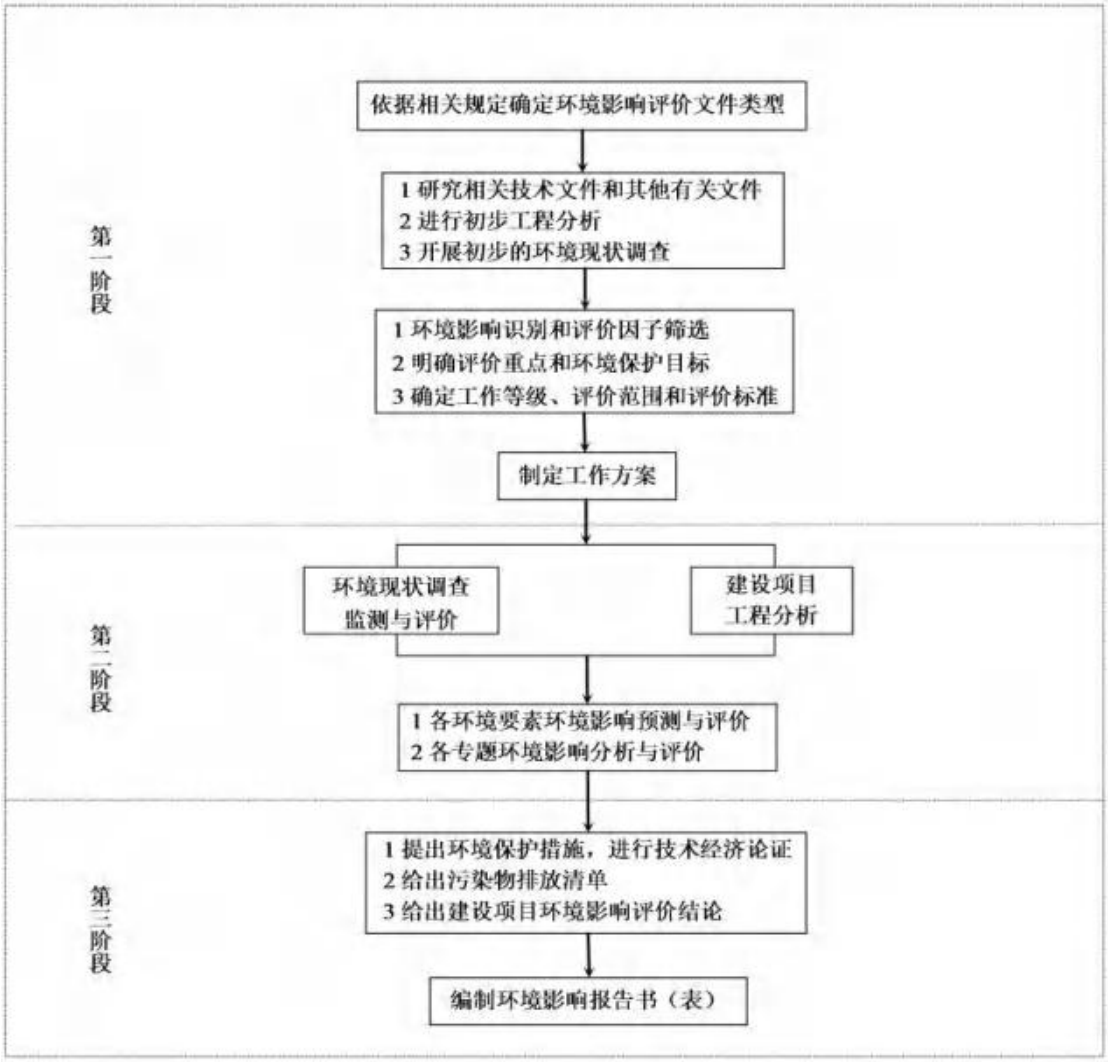


图 1.2-1 工程环境影响评价工作程序流程图

1.3 项目特点

1、按一级公路兼城市主干路标准建设，设计速度 60km/h，车道数为双向六车道，桥面宽度取值 28m。梁设计基准期：100 年，桥梁设计安全等级：一级；桥梁设计荷载：公路 I 级；环境类别：III 类环境；抗震设防标准：Ⅶ度；抗震设防类别：东港特大桥抗震设防类别为 B 类，其余桥梁抗震设防类别为 C 类。设计水位：1 设计洪水频率：特大桥 1/100，大、中桥 1/100，小桥涵、路基 1/100。建设内容包括道路工程、排水工程、交通工程、电气及照明工程、景观绿化工程等。

2、工程环境区位较敏感。距离福清兴化湾水鸟省级自然保护区较近，项目以上跨形式跨越 3 处生态保护红线（兴化湾零星红树林生态保护红线区及福建福

州兴化湾水鸟省级自然保护区），涉及生态保护红线 0.1196hm^2。

3、根据国土三调及年度更新数据，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程桥墩占用红树林湿地面积为 0.0004hm^2，实际该范围内无红树植物分布，不会直接破坏红树林，仅对 0.0074hm^2 的红树群落造成遮阴。仅间接对周边红树群落造成的影响，主要表现为：施工期间增加的人为活动和噪声会对红树群落周边活动的鸟类造成驱赶。同时，项目施工导致红树群落区海域的悬浮泥沙增加。

4、工程施工过程中，桩基施工产生悬沙对海水水质及海洋生物产生一定程度的影响，此外桥梁桩基占海会对水文动力、冲淤环境产生影响。

5、工程交通噪声的影响和桥梁桩基占用海域对海洋生态的影响。

1.4 分析判定相关情况

本项目与国家、地方产业政策要求相符合，与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《福清市国土空间规划（2021-2035 年）》福州市、福清市生态环境分区管控方案等相关要求相符合，福建省“十四五”海洋生态环境保护规划、福建省海岸带及海洋空间规划等相关要求相符合，符合福建省国省道公路网布局规划、福清市公路干线路网规划等。

本工程以上跨形式跨越 3 处生态保护红线（兴化湾零星红树林生态保护红线区及福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区），涉及生态保护红线 0.1196hm^2，类型为红树林及重要滩涂及浅海水域。根据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知（试行）》等文件要求，本工程需开展有限人为活动论证。为此，福清市交通建设投资集团有限公司委托福州榕邦林业技术服务有限公司编制了《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，并于 2025 年 8 月 3 日获得福清市人民政府认定本工程为生态红线内允许有限人为活动的意见（附件 12）。工程建设应加强环境管理，禁止弃渣和污水入海，采取生态措施，并按规定办理相关审批手续，接受福清市自然资源和规划局的监督，在此前提下，工程建设与福建省“三

区三线”划定成果不冲突。

具体分析详见章节“3.15.2 相关规划、条例的符合性分析”。

1.5 环境影响评价关注的主要环境问题

根据本工程建设构成及其对环境因素的影响，结合现场调查情况及拟建公路沿线的环境特征，确定本工程应关注的主要环境问题为：

（1）生态环境影响：主要关注工程建设对陆域生态及水体环境的影响以及施工期的生态环境影响，尤其是施工期建设对福清兴化湾水鸟省级自然保护区、周边红树林生态环境的影响以及对沿线植被生态和景观环境的影响。

（2）水环境影响评价：工程紧邻居民区，施工场地、桥梁、施工产生的废水、废渣会对周边水体环境产生影响、施工过程悬浮泥沙入海对海水水质和海域生态环境产生的影响；营运期有发生船舶碰撞桥墩事故的风险，继而造成船舶燃料油泄漏入海，运输车辆发生交通事故造成危险品泄漏入海等对海洋环境的影响等。应优化工程设计和施工方案，施工期和营运期废水、废渣不得随意排入水体。

（3）声环境影响评价：工程评价范围内涉及的声环境保护目标主要为前华村居民区。工程还需进一步通过采用合理工程形式，采取低噪声路面技术、设置隔声窗、声屏障、设置减速禁鸣标志等措施降低噪声源强。

（4）大气环境影响：主要关注施工期土石方开挖、运输等产生的施工扬尘等对周边大气环境的影响。

1.6 环境影响报告书主要结论

国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程的建设符合国家产业政策，符合《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等相关规划，与《福建省普通国省干线公路网布局规划》《福州港总体规划（2035 年）》、福建省“三区三线”划定成果不冲突。工程建设将对所在海域水文动力条件、冲淤环境、声环境、大气环境、地表水环境、生态环境产生一定的影响。在施工阶段和运营阶段严格落实本报告提出的各项环境保护对策措施、生态补偿和修复措施、风险防范对策措施，切实落实工程的监理和跟踪监测的前提下，工程建设所造成的环境影响在可以接受的范围内，从环境保护的角度考虑，工程建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律、法规及政策

（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；

（3）《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日实施；

（4）《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修正；

（5）《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日施行；

（6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日施行；

（7）《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月 1 日施行；

（8）《中华人民共和国土地管理法》，2019 年 8 月 26 日修正；

（9）《中华人民共和国森林法》，2020 年 7 月 1 日实施；

（10）《中华人民共和国野生动物保护法》，2018 年 10 月 26 日修改；

（11）《中华人民共和国防洪法》，2016 年 7 月 2 日修正；

（12）《中华人民共和国公路法》，2017 年 11 月 4 日修正；

（13）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2024 年 1 月 1 日起施行；

（14）《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月；

（15）《中华人民共和国湿地保护法》，2021 年 12 月；

（16）《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月；

（17）《中华人民共和国航道法》，2016 年 7 月修订；

（18）《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月修订；

（19）《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 2 月修订；

（20）《中华人民共和国自然保护区条例》，2017 年 10 月修订；

（21）《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月修订；

（22）《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》，2021 年 9 月修订；

（23）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》，环发〔2015〕57 号，2015 年 5 月 6 日；

（24）《关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072 号，2022 年 9 月 28 日；

（25）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142 号，2022 年 8 月 16 日；

（26）《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，农渔发〔2022〕1 号，2022 年 1 月 13 日；

（27）《农业农村部办公厅关于进一步做好水生生物增殖放流工作的通知》，农办渔〔2024〕5 号，2024 年 5 月 12 日；

（28）《自然资源部关于印发《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》的通知》，自然资发〔2023〕234 号，2023 年 11 月 22 日；

（30）《建设项目环境保护管理条例》，国务院（2017）第 682 号令；

（31）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；

（32）《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日起施行；

（33）《地面交通噪声污染防治技术政策》，环发〔2010〕7 号，2010 年 1 月 11 日；

（34）《关于加强环境噪声污染防治工作改善城乡声环境质量的指导意见》，环发〔2010〕144 号，2010 年 12 月 15 日；

（35）《关于印发<公路建设项目水土保持工作规定>的通知》，水保[2001]12 号文，水利部、交通部；

（36）《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》（环发〔2003〕94 号文）；

（37）《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》环发〔2007〕184 号）。

2.1.2 地方法规、政府规章等文件

（1）《福建省生态功能区划》，福建省人民政府（2010 年 1 月）；

（2）《福建省流域水环境保护条例》，2012 年 2 月 1 日；

（3）《福建省海洋环境保护条例》.，2016 年 4 月 1 日通过；

（4）《福建省海域使用管理条例》，2018 年 3 月修订；

（5）《福建省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 1 日施行；

（6）《福建省水污染防治条例》，2021 年 11 月 1 日施行；

（7）《福建省大气污染防治条例》，2019 年 1 月 1 日施行；

（8）《福建省土壤污染防治条例》，2022 年 9 月 1 日施行；

（9）《福建省固体废物污染环境防治条例》，2024 年 6 月 1 日施行；

（10）《福建省海岸带保护与利用管理条例》，2017 年 9 月；

（11）《福建省湿地保护条例》，2022 年 11 月；

（12）《福建省自然资源厅关于进一步深化用地用海要素保障全力稳经济大盘的通知》，闽自然资发〔2022〕57 号，2022 年 8 月 2 日；

（13）《福州市土壤污染防治行动计划实施方案》，榕政综〔2017〕36 号，2017 年 2 月 4 日；

（14）《福州市水污染防治行动计划工作方案》，榕政综〔2015〕390 号，2015 年 12 月 31 日；

（15）《福州市大气污染防治办法》，2023 年 8 月 1 日；

2.1.3 评价技术规范

（1）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

（5）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

（6）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

（7）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

（8）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；

（9）《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024）；

（10）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

（11）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；

（12）《海洋监测规范》（GB17378-2007）；

（13）《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

（14）《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）；

（15）《公路环境保护设计规范》（JTGB04-2010）；

（16）《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）；

（17）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）。

2.1.4 相关规划

（1）《国家公路网规划（2013 年-2030 年）》（发改基础〔2022〕1033 号）；

（2）《福建省生态功能区划》，福建省人民政府，2010 年；

（3）《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》（闽政办〔2021〕59 号），2021 年 4 月 15 日；

（4）《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》（闽环保海〔2022〕1 号），2022 年 2 月 7 日；

（5）《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》，闽政办〔2021〕42 号，福建省人民政府办公厅，2021 年 8 月 20 日；

（6）《福建省普通国省干线公路网规划（2012-2030 年）（闽政文〔2012〕12 号）；

（7）《福建省海洋生态保护红线划定成果》，2017 年 12 月；

（8）《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》；

（9）《福建省湿地保护规划（2024—2030 年）》，闽林文〔2024〕109 号，2024 年 11 月 21 日；

（10）《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，闽环保海〔2022〕1 号；

（11）《福建省“三区三线”划定成果》，福建省人民政府，2022 年 10 月；

（12）《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》；

（13）《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》；

（14）《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》，榕政综〔2021〕178 号；

（15）《福建省近岸海域环境功能区划(修编)》（征求意见）2024 年 11 月；

（16）《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

（17）《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（泉

政文〔2021〕50 号）；

（18）《福州市生态环境分区管控方案（2023 年更新）》（榕政办规〔2024〕20 号）；

（19）《福州市生态环境局关于发布福州市 2024 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（榕环保综〔2025〕1 号）；

（20）《福州市近岸海域环境功能区划(2023~2035 年)》（征求意见稿）；

（21）《福州港总体规划（2035 年）》；

（22）《福清市国土空间总体规划（2021-2035）》；

（23）《福清市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》；

（24）《福清市城乡总体规划（2017-2035）》；

（25）《闽台（福州）蓝色经济产业园总体规划修编》（2017-2035 年）及规划环评。

2.1.5 项目有关文件及相关专题报告

（1）建设项目环境影响评价委托书，2024 年 5 月 24 日，见附件 1；

（2）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程可行性研究报告》，中交公路规划设计院有限公司、福州路信公路设计有限公司，2021 年 11 月；

（3）工程可行性研究报告审查专家组评审意见，2021 年 6 月 8 日；

（4）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程两阶段施工图设计（修编稿）》，福建省交通规划设计院有限公司，2022 年 4 月；

（5）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程两阶段初步设计文件（修编稿）》，福建省交通规划设计院有限公司，2022 年 12 月；

（6）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程两阶段施工图设计-工程地质勘察报告》，福建省交通规划设计院有限公司，2022 年 5 月；

（7）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路项目周边海洋环境现状调查报告》，福建海洋研究所，2021 年 1 月；

（8）《核能供汽管道项目（福清核电至蓝园及江阴工业区）工程（涉海段）秋季海洋环境现状调查报告》，福建中海圣电科技有限公司，2023 年 12 月；

（9）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程春季海洋环境现状调查分析报告》，福建中科环境检测技术有限公司，2024 年 5 月；

（10）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程

（11）《福建省人民政府关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程建设农用地转用和土地征收的批复》，闽政地〔2024〕185 号，2024 年 4 月 2 日；

（13）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程海域使用论证报告书》，福建海洋工程咨询服务有限公司，2022 年 4 月；

（14）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程海洋环境数值模拟研究》，厦门蓝海绿洲科技有限公司，2021 年 4 月；

（15）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程水土保持方案报告书》，福建省欣盛工程设计有限公司，2023 年 4 月；

（16）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告（报批稿）》，福州榕邦林业技术服务有限公司，2025 年 6 月；

（17）《关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路项目建设认定为生态红线内允许有限人为活动的意见》，福清市人民政府，2025 年 8 月 3 日；

（18）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程对一般湿地生态功能影响评价（报批稿）》，福州榕邦林业技术服务有限公司，2025 年 10 月；

（19）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程监理报告》；

（20）《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程水土保持监测季度报告》；

（21）建设单位提供的其他资料。

2.2 环境影响因素识别及评价因子筛选

2.2.1 环境影响因素识别

通过对工程环境影响因素的分析，结合工程沿线的环境特征，列出工程行为与环境要素矩阵，进行本工程施工期和营运期环境影响识别分析。本工程环境影响因素详见表 2.2-1~表 2.2-2。

表 2.2-1 海洋环境影响要素和评价因子分析一览表

受影响对象	评价因子	施工期		运营期	
		工程内容及影响方式	影响性质	工程内容及影响方式	影响性质
浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物(含鱼卵仔稚鱼)	种类组成、生物量、密度（丰度）、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等	项目占用会造成海洋生物损失，桥梁基础施工产生悬浮物，施工机械含油废水和施工人员生活污水，直接影响	短期	桥面雨水汇流经沉淀池沉淀后进入海域环境，直接影响	长期
初级生产力	叶绿素 a	项目占用，直接影响	短期	间接影响	短期
红树林湿地	分布面积、物种种类、物种盖度、生物多样性、生境稳定性、生态健康情况	项目直接占用及桥梁的形式跨越产生投影遮蔽效应会造成损失，直接影响	短期	间接影响	短期
福清兴化湾水鸟省级自然保护区	主要保护对象数量和种群规模、主要生态功能、物种栖息地连通性	桩基施工产生悬浮泥沙扩散，影响周边海域环境，间接影响	短期	间接影响	短期
自然岸线	长度、宽度、类型和功能	桥梁的形式跨越自然岸线，间接影响 桥墩桩基占用岸线，直接影响	短期	间接影响	长期
海水水质	悬浮物、化学需氧量、五日生化需氧量、石油类	桥梁基础施工产生悬浮物，直接影响 施工机械含油废水和施工人员生活污水，间接影响	短期	桥面雨水汇流经沉淀池沉淀后进入海域环境，直接影响	短期
沉积物环境	石油类、重金属等	桥梁基础施工产生悬浮物，直接影响	短期	桥面雨水汇流经沉淀池沉淀	短期

		施工机械含油废水和施工人员生活污水，间接影响		后进入海域环境，直接影响	
鸟类	主要保护对象数量和种群规模、主要生态功能、物种栖息地连通性	施工期悬砂入海对海洋生态的影响，间接影响	短期	营运期交通噪声、桥面灯光，直接影响	长期

表 2.2-2 陆域环境影响要素和评价因子分析一览表

时段	环境要素	影响对象/因子	工程内容及表征	影响程度
施工期	环境空气	扬尘、NO_X、烃类、沥青烟	施工机械发动机尾气、道路扬尘、施工粉尘、沥青烟	-1S
	声环境	噪声	施工机械噪声	-1S
	固体废物	建筑垃圾、生活垃圾	施工建筑固废和施工人员的生活垃圾	-1S
	生态环境影响	水土流失	临时施工场地水土流失	-2S
营运期	环境空气	NO_2、CO	汽车尾气	-1L
	声环境	等效连续 A 声级 Leq	交通噪声	-1L
	固体废物	生活垃圾	交通车辆产生垃圾	-1L
	环境风险	石油类、危险化学品	营运期船舶碰撞桥墩发生溢油、危险化学品运输车辆发生事故造成危险化学品泄漏	-3S
注：-1 表示环境要素所受负面影响程度为较小或轻微，进行影响描述； -2 表示环境要素所受负面影响程度为中等，进行影响分析；+号表示正面影响； -3 表示环境要素所受负面影响程度较大或较为敏感，进行重点评价。 “S”表示短期影响，“L”表示长期影响。				

2.2.2 评价因子

结合环境影响的识别，进行评价因子的筛选，筛选结果见表 2.2-2。

表 2.2-2 评价因子筛选

时段	环境要素	环境现状评价因子和内容	影响评价因子和内容
施工期	海洋水文动力环境	潮汐、潮流、余流、悬沙、波浪	/
	地形地貌与冲淤环境	海岸地貌、海底地貌、水深； 表层和柱状样沉积物、类型、粒径；海岸线、水深线与冲淤变化	/
	海水水质	水温、pH、盐度、溶解氧、COD、活性磷酸盐、无机氮（亚硝酸盐-氮、硝酸盐-氮、氨-氮）、石油类、重金属（汞、铜、锌、镉、铬、铅、砷）	悬浮物

时段	环境要素	环境现状评价因子和内容	影响评价因子和内容
	海洋沉积物质量	石油类、有机碳、硫化物、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷	/
	海洋生物质量	铜、铅、锌、镉、总汞、砷、铬、石油烃	/
	海洋生态	初级生产力、叶绿素 a、底栖生物、潮间带大型底栖生物、浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物	浮游生物、底栖生物、渔业资源
	红树林	红树林植被、大型底栖生物	/
	环境空气	TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、CO、O_3	颗粒物、沥青烟
	地表水环境	COD、氨氮、SS、石油类	SS、石油类
	声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
	固体废物	/	一般工业固体废物、生活垃圾
	生态环境	海洋生态、景观、红树林、鸟类	海洋生态、景观、红树林、鸟类、水土流失
	环境风险	/	悬浮物、石油类
营运期	海洋水文动力环境、冲淤环境	/	潮流、泥沙
	海水水质	/	悬浮物、石油类、COD_{Cr}、BOD_5、氨氮
	海洋生态	/	浮游生物、底栖生物、渔业资源
	环境空气	TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、CO、O_3	NO_2、CO
	地表水环境	COD、氨氮、SS、石油类	SS、石油类
	声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
	固体废物	/	生活垃圾
	环境风险	/	石油类、危险化学品

2.3 环境功能区划及评价标准

2.3.1 环境功能区划及质量标准

2.3.1.1 生态环境功能区划

（1）福建省生态功能区划

根据《福建省生态功能区划》，本工程全段所在区域生态功能属Ⅱ闽东南生态区的$Ⅱ_2$闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区，陆域段属于 5203 福清－平潭城整合集约化高优农业生态功能区，海域段属于 5208 福清－崇武海域渔业和生物多样性保护生态功能区，详见表 2.3-1 及图 1.2-1。

表 2.3-1 工程所在区域生态环境功能区

生态区	生态亚区	生态功能区	所在区域与面积	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
Ⅱ闽东南生态区	$Ⅱ_2$闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区	5203福清－平潭城整合集约化高优农业生态功能区	福清市大部分乡镇和平潭全县，地理坐标 119°12'~ 119°55'E，25°15'~25°50'N，面积1163.5km^2	水资源短缺；工业点源污染和城镇生活废弃物污染严重，龙江水质恶化；农业面源污染和规模化畜禽养殖污染均很突出；丘陵坡地植被严重退化，土壤侵蚀较严重，石漠化威胁加大。部分木麻黄林老化枯死，防风固沙林防护功能下降，砂矿开采毁林、破坏旅游景点，风沙威胁加大。	土壤侵蚀轻度敏感与敏感、酸雨轻度敏感与敏感、地质灾害轻度敏感与敏感	城镇生态环境、集约化高优农业生态环境、营养物质保持、自然与人文景观保护	建设生态城镇和生态工业区，发展循环经济和清洁生产，加快城镇环保设施建设，重点治理工业废水和城镇生活废水污染，改善龙江水质；对重点工业区进行空气污染监控；加大污染废弃物的处置力度；增加城镇绿地面积。发展生态农业，控制农业面源污染和规模化畜禽养殖污染；加强丘陵坡地植被恢复和水土流失综合治理；加强 324 国道和福泉高速路等重要交通干线两侧一重山视域景观建设。平潭岛大规模开发要高度重视风沙和石漠化防治，加强水资源保护，合理发展生态旅游。

		5208福清—崇武海域渔业和生物多样性保护生态功能区	福清湾、海坛海峡、海坛岛东面近岸海域、兴化湾平海湾、南日群岛与湄洲岛周边海域，地理坐标24°47'9"~25°41'44"N，118°53'24"~120°21'00"E，面积约 5449km^2	海洋生物资源及其栖息环境受到不同程度破坏，部分海洋生物资源（如中国鲎）衰退较严重；海坛岛长江澳等地海岸线蚀退问题较突出；福清湾龙江口区域污染严重导致水质恶化。	重要海洋生物（中国鲎）生境高度敏感、部分海域海洋生物生境轻度敏感	渔业生态环境、滨海旅游生态环境	加强海洋生物多样性保护，重点建设平潭中国鲎自然保护区和牛山岛生态系统自然保护区，加强兴化湾湿地的保护；采取控制捕捞和人工放流的方法恢复海洋生物资源；加强岸线蚀退的防护；合理布局海水养殖，合理控制海洋渔业捕捞强度，实行休渔制度。合理开发利用和保护海岛与滨海旅游资源，保护旅游区的生态环境。合理规划沿岸产业布局，控制城镇与工业污水及港口污染。

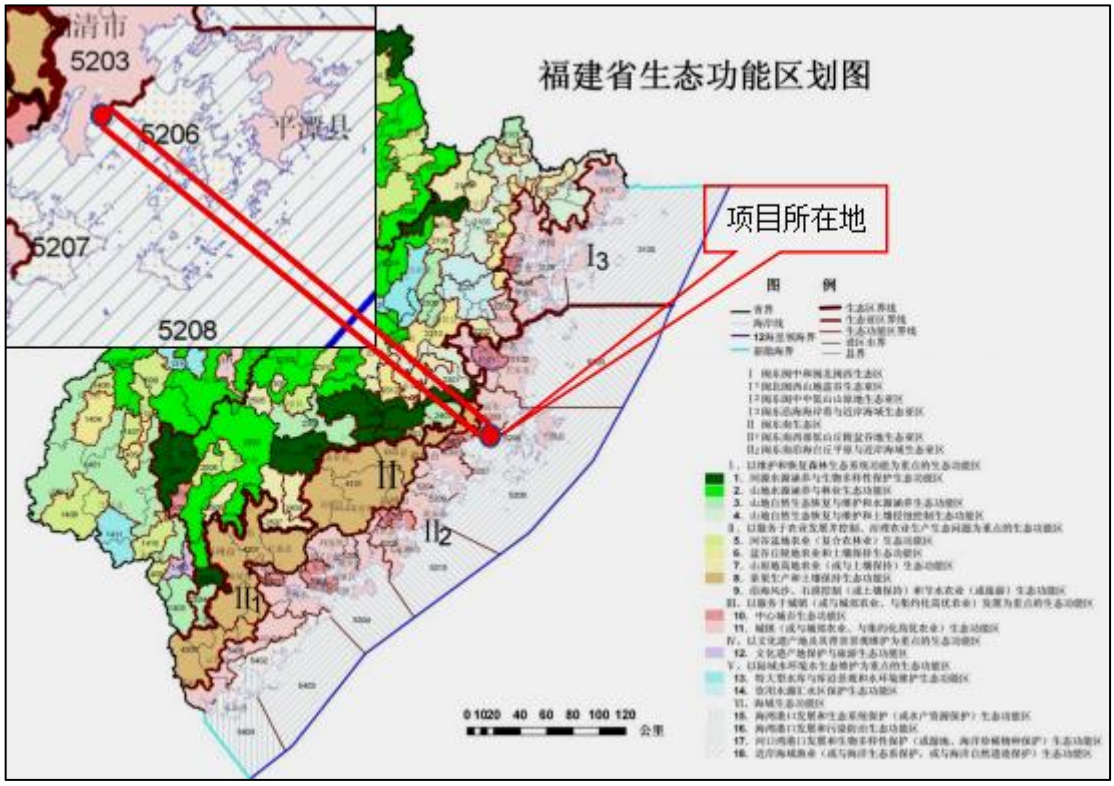


图 2.3-1 福建省生态环境功能区划

（2）福清市生态功能区划

根据福州市政府批复的《福清市生态功能区划》（榕政综[2006]63 号），本工程位于江镜镇，陆域段属于“福清中部农业生态生态功能小区（520118106）”的范围。海域段属于“兴化湾渔业养殖与旅游环境生态功能小区（520118112）”。

区域的生态功能区划见图 2.3-2。

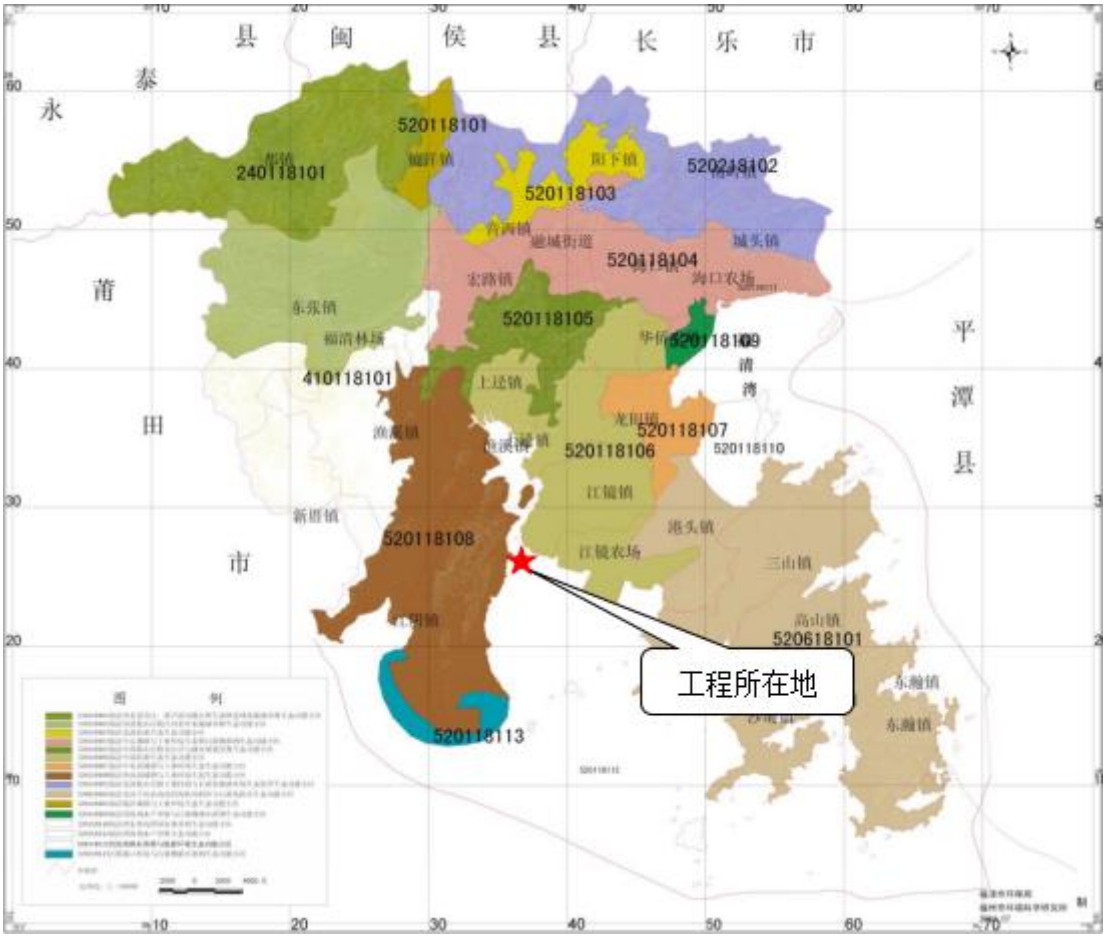


图 2.3-2 福清市生态功能区划

2.3.1.2 海洋环境功能区划及环境质量标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》《福州市近岸海域功能区划(2023~2035 年)》，本工程位于海坛海峡-兴化湾二类区（FZ28-B-II），周边的环境功能区还包括兴化湾下垄四类区（FZ32-D-III）、兴化湾一类区（FZ36-A-I）、兴化湾前薛三类区（FZ31-C-III）、兴化湾江阴东部三类区（FZ33-C-III）、兴化湾江阴壁头四类区（FZ34-D-III）。详见下图 2.3-3。

（1）海水水质标准

工程所在海域海坛海峡-兴化湾二类区（FZ28-B-II）执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类海水水质标准，项目周边海域兴化湾一类区（FZ36-A-I）执行第一类海水水质标准，兴化湾下垄四类区（FZ32-D-III）、兴化湾前薛三类区（FZ31-C-III）、兴化湾江阴东部三类区（FZ33-C-III）、兴化湾江阴壁头四类区（FZ34-D-III）执行第三类海水水质标准，标准限值见表 2.3-3。

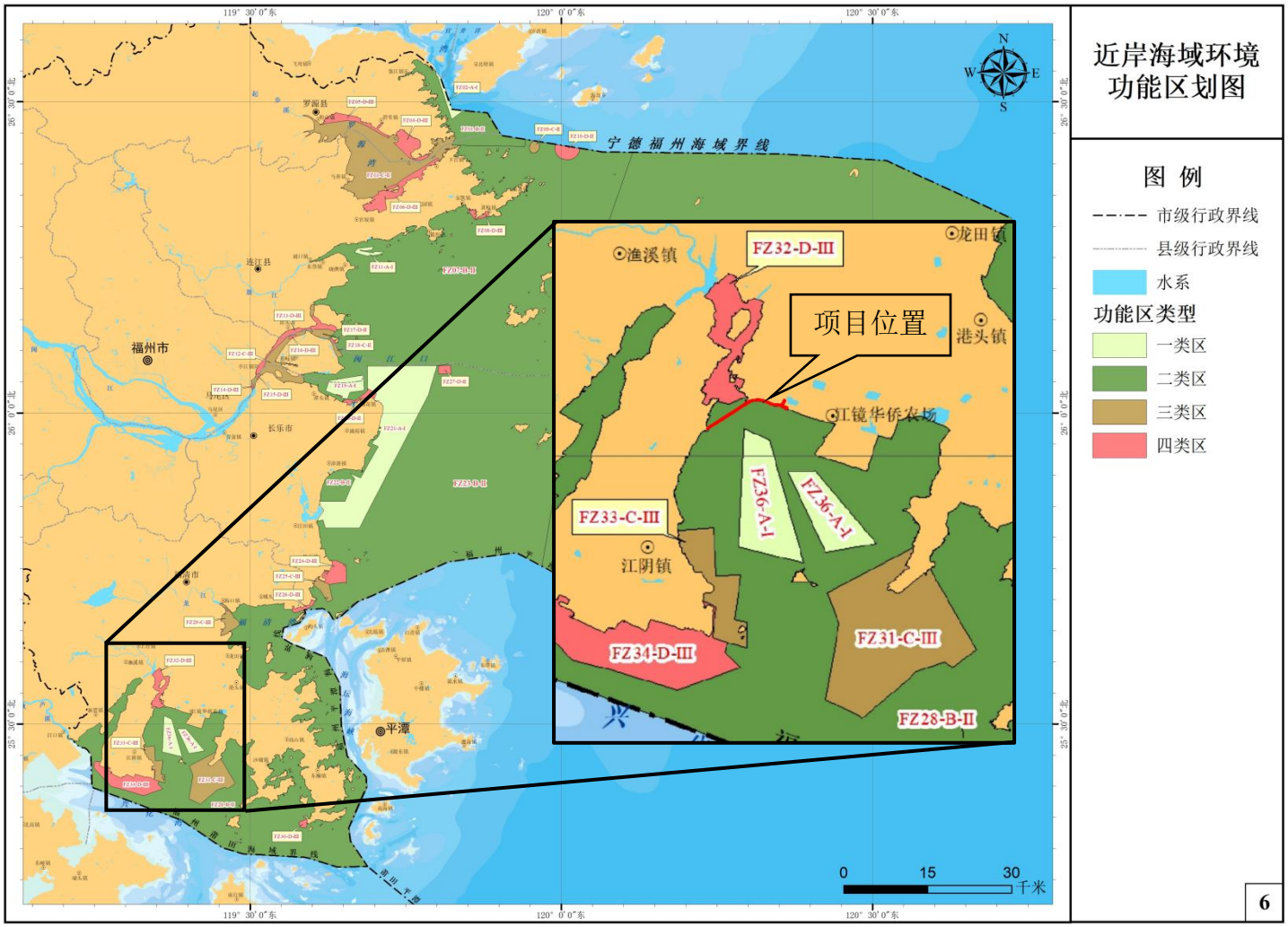


图 2.3-3 福州市近岸海域环境功能区划图

表 2.3-2 海水水质标准（摘录） 单位：水温（℃）、pH（无量纲）、其他 mg/L

项目 \ 标准	第一类	第二类	第三类	第四类
水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的温升夏季不超过当时当地 4℃	
pH	7.8-8.5 同时不超过该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8-8.8 同时不超过该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	
DO＞	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
BOD_5≤	1	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
非离子氨≤	0.020			
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
氰化物≤	0.005		0.10	0.20
硫化物≤	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050
石油类≤	0.05		0.30	0.50
汞	0.00005	0.0002		0.0005
镉	0.001	0.005	0.010	
铅	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬	0.05	0.10	0.20	0.50
砷	0.020	0.030	0.050	
铜	0.005	0.010	0.050	
锌	0.020	0.050	0.10	0.50
镍	0.005	0.010	0.020	0.050

（2）海洋沉积物质量标准

工程所在海域海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准，具体标准限值见表 2.3-3。

表 2.3-3 海洋沉积物质量标准（摘录）

项目	评价标准（有机碳为%，重金属为 10^{-6}）	
	第一类	第二类
硫化物	≤300	≤500
有机碳	≤2.0	≤3.0
油类	≤500	≤1000
汞	≤0.20	≤0.50
镉	≤0.50	≤1.50
铅	≤60	≤130
锌	≤150	≤350
铜	≤35	≤100

砷	≤20.0	≤65.0
铬	≤80.0	≤150.0

（3）海洋生物质量标准

工程所在海域贝类海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准，海洋鱼类、甲壳类生物质量评价，目前国家尚未颁布统一的评价标准，本报告参照《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 中的海洋生物质量评价标准进行评价，铬参照《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准评价，标准限值见表 2.3-4 及表 2.3-5。

表 2.3-4 海洋贝类生物质量标准值（鲜重） 单位：mg/kg

项目	第一类	第二类
总汞	≤0.05	≤0.10
镉	≤0.2	≤2.0
铅	≤0.1	≤2.0
锌	≤20	≤50
铜	≤10	≤25
砷	≤1.0	≤5.0
铬	≤0.5	≤2.0
石油烃	≤15	≤50

表 2.3-5 环境影响评价技术导则海洋生态环境附录 C（节选） 单位：mg/kg

生物类别	铜≤	砷≤	铅≤	镉≤	锌≤	总汞≤	石油烃≤
鱼类	20	1	2.0	0.6	40	0.3	20
甲壳类	100	1	2.0	2.0	150	0.2	20

2.3.1.3 大气环境功能区划及环境质量标准

本工程路线起于福清市江镜镇前华村南侧，路线往南西前进，建前华大桥跨水闸，建东港特大桥跨东港，后终于江阴镇莆头村西侧，属于《福清市环境空气质量功能区划》中的二类区，常规污染物 TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_2、NO_2、CO、O_3 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 1 中的二级标准；工程区执行的环境质量标准详见下表。

表 2.3-6 环境空气质量标准（摘录）

污染物	取值时间	二级标准限值	单位	标准来源
SO_2	年平均	60	μg/m₃	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部 2018 年第 29 号）中的二级浓度限值
	24 小时	150		
	1 小时	500		
NO_2	年平均	40		
	24 小时	80		

	1 小时	200		
PM_{10}	年平均	70		
	24 小时	150		
$PM_{2.5}$	年平均	35		
	24 小时平均	75		
TSP	年平均	200		
	24 小时平均	300		
CO	24 小时平均	4	mg/m_3	
	1 小时平均	10		
O_3	日最大 8 小时平均	160	$\mu g/m_3$	
	1 小时平均	200		

2.3.1.4 声环境功能区划及环境质量标准

①现状评价

工程所在区域不在《福清市城市建成区声环境功能区划》中所划定的范围，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），集镇执行 2 类声环境功能区要求，因此沿线村民居住区声环境为 2 类区。

②影响评价

拟建工程设计等级为一级公路兼城市主干路，根据《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）中关于声功能区类别的划分，工程建成通车后，对于工程两侧评价范围 35m 内的区域，若临路以高于三层楼房以上（含三层）建筑为主，第一排建筑物面向道路一侧的区域划分为《声标准质量标准》4a 类标准适用区域，评价范围内其它区域为《声标准质量标准》2 类标准适用区域；两侧评价范围 35m 内的区域，若临路以低于三层楼房建筑（含开阔地）为主，公路边界线 35m 以内的区域划分为《声环境质量标准》4a 类标准适用区域，评价范围内公路边界线 35m 以外的区域划分为《声环境质量标准》2 类标准区域。

依据《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》（环发〔2003〕94 号），评价范围内的学校、医院（疗养院、敬老院）等特殊敏感建筑，其室外昼间按 60dB、夜间按 50dB 执行。具体见表 2.3-7。

表 2.3-7 声环境质量评价标准

适用区域	类别	标准值/dB（A）	
		昼间	夜间
道路边界 35m 范围内，临路以高于三层楼房以上（含三层）建筑为主，将第一排建筑物面向公路一侧的区域	4a 类	70	55

道路边界 35m 范围内，临路以低于三层楼房建筑（含开阔地）为主，道路边界线 35m 以内的区域			
评价范围内其他区域，以及 4a 类评价范围内的学校、医院（疗养院、敬老院）等特殊敏感建筑室外	2 类	60	50

2.3.2 污染物排放标准

（1）大气污染物排放标准

本工程废气主要为工程施工过程中施工扬尘及船舶排放的废气，颗粒物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控浓度限值，标准值见表 2.3-8。

表 2.3-8 大气污染物综合排放标准（摘录）

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度（mg/m^3）
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

（2）水污染物排放标准

①船舶污染物

本工程东港特大桥施工需要使用船舶进行吊装，工程施工产生的船舶污染物主要来源于施工船舶，根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修正）、《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，船舶事先需对其排污设备实施铅封，船舶油污水经处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）排放或定期排入接收设施，各类污染物排放控制要求具体见表 2.3-9。根据《船舶水污染物排放标准》（GB3552-2018）要求，船舶污水由施工单位安排罐车定期采取密封管道的方法抽走，抽取过程中要做好防渗漏措施，最后交由有相应处置能力的单位进行处理，不会对周边水环境产生不利影响。

表 2.3-9 船舶污染物排放相关标准

污水类别	排放区域	船舶类别		排放控制要求	备注
机器处所油污水	沿海海域	/		排放口铅封处理，禁止排放	铅封管理规定
	沿海	400 总吨及以上船舶		油污水处理装置出水口石油类≤15mg/L，或收集并排入接收设施。	GB3552-2018
		400 总吨	非渔业船舶	油污水处理装置出水口石油类≤15mg/L，或收集并排入接收设施。	

污水类别	排放区域	船舶类别		排放控制要求	备注
		以下船舶	渔业船舶	1）自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，油污水处理装置出水口石油类≤15mg/L，或收集并排入接收设施。 2）自 2021 年 1 月 1 日起，油污水处理装置出水口石油类≤15mg/L，或收集并排入接收设施。	
船舶生活污水	利用船载收集装置收集，排入接收设施				
	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域（航行中）	2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）处理装置的		利用船载生活污水处理装置处理，BOD_5≤50mg/L，悬浮物≤150mg/L，耐热大肠菌群数≤2500 个/L。	
		2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）处理装置的		利用船载生活污水处理装置处理，BOD_5≤25mg/L，悬浮物≤35mg/L，耐热大肠菌群数≤1000 个/L，化学需氧量≤125mg/L，pH 值 6.5~8，总氯＜0.5mg/L。	
	与最近陆地距离 3~12 海里的海域	（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放； （2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。			
	与最近陆地＞12 海里的海域	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。			
船舶垃圾	在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。				
	对于食品废弃物，在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。				
	对于货物残留物，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。				
	对于动物尸体，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。				
	在任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。				
	在任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。				

②生活污水

考虑到本工程现阶段不具备纳管条件，工程施工期间，施工人员在施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，执行《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中表 1 旱作物标准，详见表 2.3-10。

表 2.3-10 农田灌溉水质基本控制项目限值（摘录）

序号	项目类别	作物种类		
		水田作物	旱地作物	蔬菜
1	pH	5.5~8.5		
2	水温/℃≤	35		
3	悬浮物/（mg/L）≤	80	100	60[a]，15[b]
4	五日生化需氧量（BOD_5）/（mg/L）≤	60	100	40[a]，15[b]
5	化学需氧量（COD_{Cr}）/（mg/L）≤	150	200	100[a]，60[b]
6	阴离子表面活性剂/（mg/L）≤	5	8	5
7	粪大肠菌群数/（MPN/L）≤	40000	40000	20000[a]，10000[b]
8	蛔虫卵数/（个/10L）	20		20[a]，10[b]

③施工废水

车辆清洗废水、施工废水经沉淀处理后回用于施工路段路面洒水、机械和车辆清洗，不外排。回用水水质标准执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中的要求，详见表 2.3-11。

表 2.3-11 城市杂用水水质基本控制项目及限值（摘录）

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位≤	15	30
3	浊度/NTU≤	5	10
5	BOD_5/（mg/L）≤	10	10
5	氨氮/（mg/L）≤	5	8
6	阴离子表面活性剂/（mg/L）≤	0.5	0.5

（3）噪声排放标准

施工期间噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），详见表 2.3-12。

表 2.3-12 建筑施工场界环境噪声排放限值

类别	污染源名称	执行标准		
噪声	施工噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	昼间	70dB
			夜间	55dB
1、夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。 2、当场界距噪声敏感建筑物较近，其室外不满足测量条件时，可在噪声敏感建筑物室内测量，并将该表中相应的限值减 10dB（A）作为评价依据。				

（4）固体废物排放标准

施工建筑垃圾的处置执行建设部 2005 第 139 号令《城市建筑垃圾管理规定》《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；施工生活

垃圾应按照《城市环境卫生设施规划规范》（GB50337－2003）中的要求进行综合利用和处置。东港特大桥施工需要使用船舶进行吊装，工程施工产生的船舶污染物主要来源于施工船舶，根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修正）、《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，船舶垃圾按《船舶水污染物排放标准》（GB3552-2018）要求处置，具体控制要求见上表 2.3-9。

2.4 评价时段

声环境影响评价应按施工期和营运期分别进行，施工期评价应包括全部施工阶段；营运期应取道路竣工投入运营后第 1 年、第 7 年和第 15 年分别代表运营近期、中期、远期进行评价。

（1）施工期：本工程计划 2026 年 6 月竣工。

（2）营运期：道路竣工投入运营后第 1 年（2026 年）、第 7 年（2032 年）和第 15 年（2040 年）三个特征年为评价时段。

2.5 评价工作等级及评价范围

2.5.1 陆域生态环境

（1）评价工作等级

依据《环境影响评价技术导则——生态影响》（HJ19-2022）中“6.1.6 线性工程可分段确定评价等级”“6.1.7 涉海工程评价等级判定参照 GB/T19485”以及《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358—2024）中“7.1.1 生态影响评价宜根据沿线敏感程度分段确定评价等级”，本工程分海域段、陆域段进行生态环境影响评价。

本工程为线性工程，工程总面积为 0.2643km^2，其中永久使用面积 0.245km^2（其中用海面积 0.206km^2，用地面积 0.039km^2）、临时占地面积 0.0193km^2，合计工程陆域用地面积为 0.0583km^2（＜20km^2），依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中有关生态影响评价工作等级划分的原则：

a）涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；

b）涉及自然公园时，评价等级为二级；

c）涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；

d）根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

e）根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

f）当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久占地和临时占地和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；

g）其他情形，评价等级为三级

h）当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

同时，规定线性工程可分段确定评价等级，线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级；在建设工程可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级。同时涉及陆生、水生生态影响时，针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

依据上述判定原则，确定本项目陆生生态影响评价等级为 2 级，水生生态依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）判定为 1 级，具体见章节“2.5.2 海洋生态环境”。划分情况具体见表 2.5-1。

表 2.5-1 生态环境评价等级判据

类型	涉及区段	级别	工程与敏感区的位置关系	评价等级	评价依据	评价要求
自然保护区/重要生境	福清市兴化湾水鸟省级自然保护区/兴化湾水鸟栖息地/兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地	省级	K217+320 东南侧最近距离约 122m，影响评价范围涉及保护区。 K214+700~K213+700 南侧最近距离约 158m，影响评价范围涉及保护区。 K213+700~K212+820 南侧桥梁垂直投影最近距离约 5.5m，影响评价范围涉及保护区。	二级	线路在敏感区范围内无永久、临时占地，评价等级由一级下调到二级	根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，二级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 3 个，调查时间宜选择植物生长旺盛季节。 二级评价每种生境类型设置的调查样线数量不少于 3 条，同时收集野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。
生态保护红线	兴化湾零星红树林生态保护红线区/福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区	/	K213+600~K213+100 以上跨形式跨越 3 处生态保护红线，用地用海范围合计占用生态保护红线 0.1196hm^2。桥梁垂直投影合计占用面积生态保护红线 0.0004hm^2。	二级	c）	
生态公益林	生态公益林	国家级、县级	K217+320 占用公益林面积 0.3505hm^2，包括国家一级公益林 0.0093hm^2，县级公益林 0.3412hm^2。	二级	e）	
重要生境	红树林分布区	/	K213+600~K213+100 永久占用红树林湿地面积为 0.0004 hm^2（实际涉及区域无红树林植物分布）。实际已生长红树群落区域桥梁垂直投影覆盖面积为 0.0074hm^2。	一级	a）	根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，一级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个，调查时间宜选择植物生长旺盛季节。 一级评价每种生境类型设置的调查样线数量不少于 5 条，同时收集野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。

其余区段	临时占地	/	K217+320 西侧 68m 处存在临时施工场地，面积约 29 亩	三级	g）	现状调查以收集有效资料为主，同时开展一定的遥感调查或现场调查。定性描述或面积、比例等定量指标，重点对评价范围内的土地利用现状、植被现状、野生动植物现状等进行分析，编制土地利用现状图、植被类型图、生态保护目标分布图等图件。

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则——生态影响》（HJ19-2022）及《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358—2024）的相关要求和规范，本次生态评价范围以线路两侧各 300m 范围为基准。为保证评价范围的连贯性和生态系统完整性，在此基础上根据地形地貌及区域生态敏感性对评价范围进行适当调整，涉海范围，纳入海洋环境影响评价。本次陆域生态环境评价范围如下：

陆域段生态环境评价范围：工程线路中心线及临时占地范围向两侧外延 300m。陆域生态环境影响评价范围见下图。

表 2.5-2 生态环境评价范围

类型	涉及区段	工程与敏感区的位置关系	评价等级	评价范围
自然保护区/重要生境	福清市兴化湾水鸟省级自然保护区/兴化湾水鸟栖息地/兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地	K217+320 东南侧最近距离约 122m，影响评价范围涉及保护区。	二级	穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300 m 为参考评价范围
		K214+700~K213+700 南侧最近距离约 158m，影响评价范围涉及保护区。		
		K213+700~K212+820 南侧桥梁垂直投影最近距离约 5.5m，影响评价范围涉及保护区。		
生态保护红线	兴化湾零星红树林生态保护红线区/福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区	K213+600~K213+100 以上跨形式跨越 3 处生态保护红线，用地用海范围合计占用生态保护红线 0.1196hm^2。桥梁垂直投影合计占用面积生态保护红线 0.0004hm^2。	二级	线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线

				向两侧外延 1km 为参考评价范围
生态公益林	生态公益林	K217+320 占用公益林面积 0.3505hm^2，包括国家一级公益林 0.0093hm^2，县级公益林 0.3412hm^2。	二级	线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为参考评价范围
重要生境	红树林分布区	K213+600~K213+100 永久占用红树林湿地面积为 0.0004 hm^2（实际涉及区域无红树林植物分布）。桥梁垂直投影覆盖红树群落面积为 0.0074hm^2。	一级	线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1km、线路中心线向两侧外延 1km 为参考评价范围
其余区段	临时占地	K217+320 西侧 68m 处存在临时施工场地，面积约 29 亩，	三级	临时用地，以用地边界外扩 200m 为参考评价范围

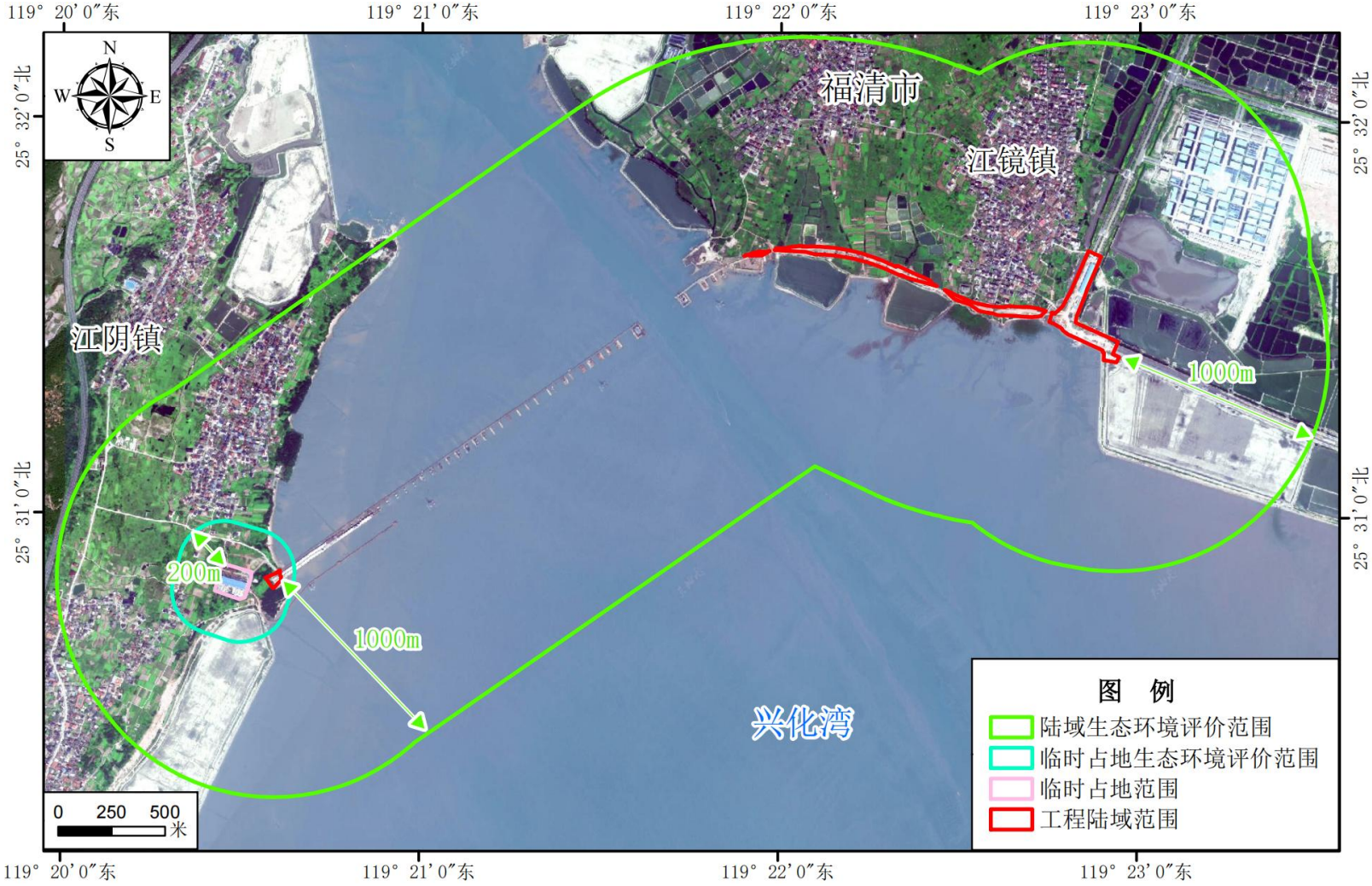


图 2.5-1 陆域生态评价范围图

2.5.2 海洋生态环境

（1）评价工作等级

本工程为国道 G228 福清江镜前华至江阴莆头段公路，共设置桥梁 4066 米/2 座（东港特大桥 3920m，前华大桥 146m），平面交叉 1 处，设置观景台 1 处。

对照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）表 1 及附录 B，本项目属于跨海桥梁工程，根据项目建设内容进行评价工作等级判定，主要影响类型及评价等级详见下表。

表 2.5-3 评价等级判据

影响类型 \ 评价等级		1	2	3
水下开挖/回填量 Q（10^4m^3）[b]		Q≥500	100≤Q＜500	Q＜100
线性水工构筑物轴线长度 L（km）	透水	L≥5	1≤L＜5	L＜1
b：海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。				

本项目总挖方量为 7.52 万 m^3（含 0.97 万 m^3 剥离表土），小于 100 万方，因此水下开挖/回填量 Q＜100，属于 3 级；涉海长度 3462m，因此线性水工构筑物轴线长度 1km≤3.462km＜5km，属于 2 级；但考虑到工程以上跨形式跨越 3 处生态保护红线（兴化湾零星红树林生态保护红线区及福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区），涉及生态保护红线 0.1196hm^2，跨越区域属于《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（H1409-2025）所规定的重要敏感区，评价等级应提高一级，因此本项目海洋生态环境影响评价等级由 2 级提高至 1 级。

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（H1409-2025）的技术要求，海洋生态环境影响评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km～30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。最终确定海洋生态环境评价范围为：潮流主流向的扩展距离约 24km，垂直于潮流主流向的扩展距离约 20km，约 350km^2 的海域范围，可以覆盖各单项评价因子的评价范围。评价范围见图 2.5-2。

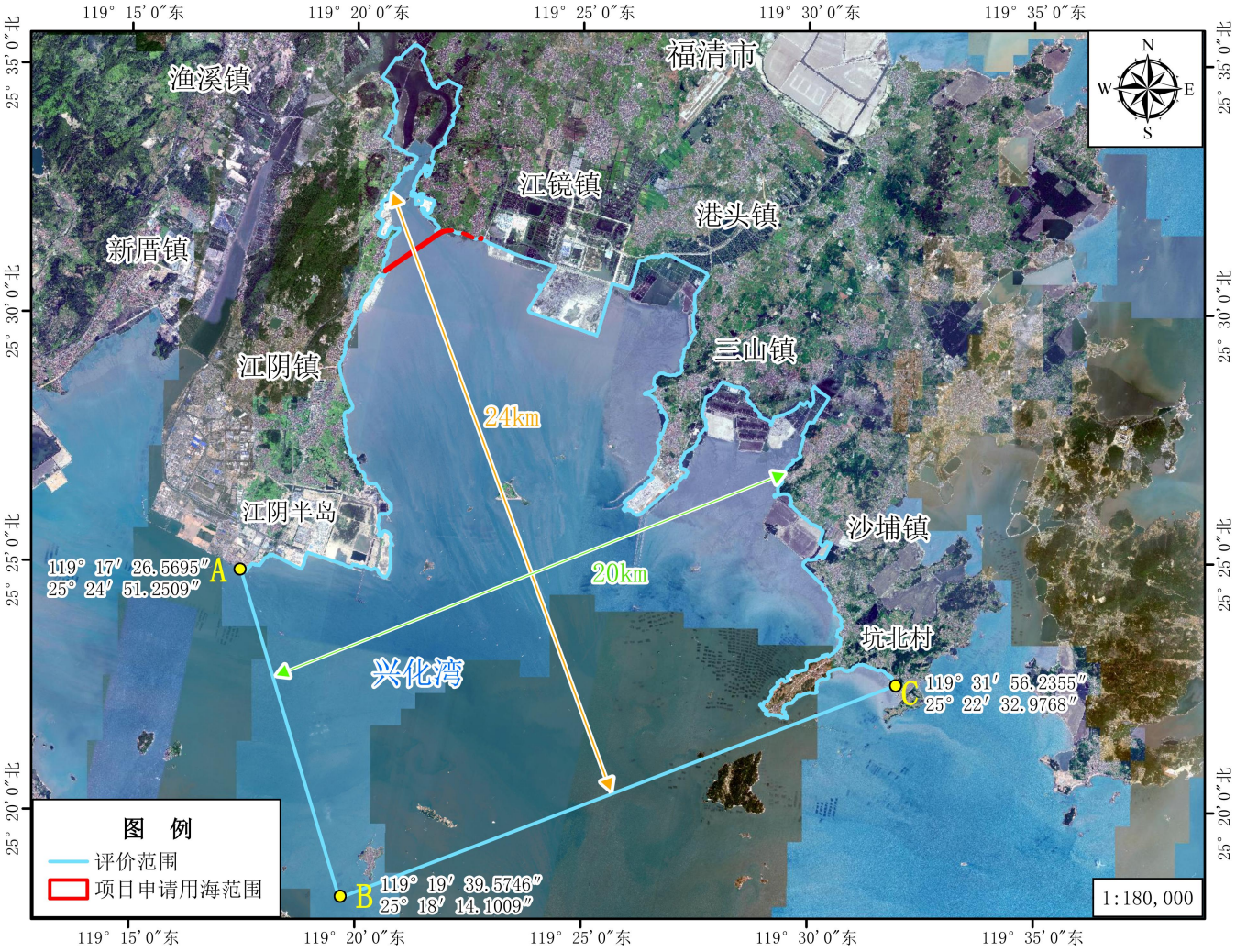


图 2.5-2 海域评价范围图

2.5.3 声环境

（1）评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）中的规定，本工程所处区域的声环境功能区主要为 2 类、4a 类功能区，建设前后评价范围内敏感目标噪声级最高增高量为 14.6dB（A），因此本工程声环境评价等级为一级。

（2）评价工作范围

声环境一级评价范围为拟建道路中心线外两侧 200m 及临时占地场界周边 200m 范围。评价范围见图 2.5-3。

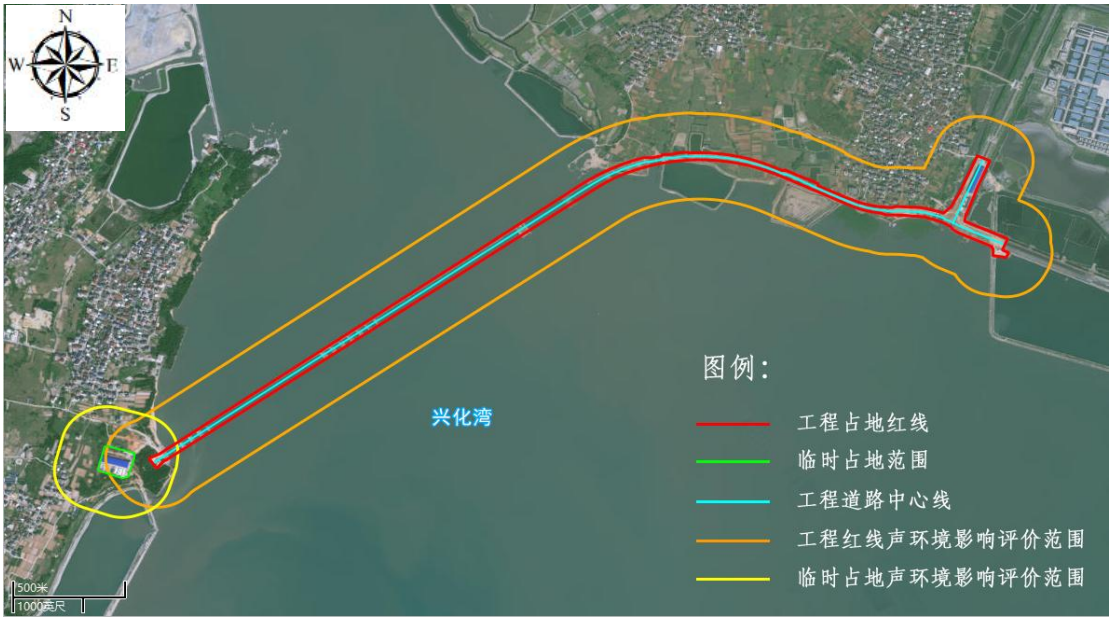


图 2.5-3 声环境影响评价范围

2.5.4 大气环境

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）及《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ1358-2024），本工程建设等级为一级公路兼城市主干路，沿线不涉及服务区、车站、加油站、隧道工程等，无集中式大气污染物排放源，大气环境影响评价不必进行评价等级判定，不设大气评价范围。

2.5.5 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ1358-2024）及《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），本工程为一级公路兼具城市主

干路，且不设加油站，因此不必进行地下水环境影响评价等级判定。

2.5.6 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ1358-2024）及《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2018），本工程为一级公路兼具城市主干路，且不设加油站，因此不必进行土壤环境影响评价等级判定。

2.5.7 环境风险

（1）评价等级

本工程属于非污染生态影响型项目，工程无直接生产、加工、使用或贮存有毒物质、易燃物质、爆炸性物质，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中关于环境风险评价等级的判定标准，本工程涉及的危险物质主要是施工期和运营期桥下通航船舶的燃油泄漏可能产生的环境风险，主要风险源为船舶泄漏柴油造成周围海洋环境污染等。

对照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）8.3 评价等级判定可知，项目环境风险采用 HJ169（即《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018））的判定方法，同时，对照 HJ1409 附录 G 中油类物质临界量为 100t。根据福建省港航勘查设计研究院《国道 G228 线福清江境前华至江阴莆头段公路工程东港特大桥航道通航条件影响评价报告》（2021 年 8 月）及《水上溢油环境风险评估技术导则》（2017 年）附录 C，运营期溢油泄漏量取 27m^3，约 23t。据此计算 Q=0.23，小于 1，判定本项目海洋风险评价等级为三级，因此本次海洋风险评价参照海洋生态环境影响评价范围。

对于本工程建成后车辆在行驶过程中，发生交通事故，尤其是装载危险品的车辆发生事故，会造成危险品外溢带来的环境污染。本评价根据《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358—2024）的要求开展运营期危险货物运输车辆事故环境风险评价，本工程距离福清兴化湾水鸟省级自然保护区较近，船舶携带的燃料油如果发生泄漏进入海域，将造成对海水水质的污染和对水生生态的毒害。因此，本工程重点对营运期船舶燃料油泄漏后可能造成的影响进行预测分析

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）及《建设项

目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。

根据本工程环境敏感目标的分布及船舶溢油、危化品泄漏预测可能对环境产生危害的范围，综合确定本工程环境风险评价范围与前述海域评价范围一致，具体见图 2.5-2。

2.6 评价重点

根据工程特点、环境污染排放特征以及评价等级划分结果，本评价工作重点包括以下几个方面：

（1）工程选址选线的规划符合性、环境可行性分析；

（2）工程施工期对生态保护红线的环境影响评价；

（3）工程对沿线土地利用、自然植被、水土流失等因子的影响进行评价，着重评价对沿线生态环境的影响，并提出防治措施。

（4）工程水工构筑物对所在海域海洋水文动力、冲淤环境的影响；

（5）工程施工期对所在海域海水水质、沉积物、海洋生态的影响；对保护区、湿地生态的影响；

（6）以营运期交通噪声影响评价为重点的声环境影响评价，以及相应的环保对策措施；

（7）以施工期施工扬尘及营运期汽车尾气影响评价为重点的大气环境影响评价，以及相应的环保对策措施。

2.7 环境保护目标

根据工程的特点和工程所处海域的环境特征，确定本工程环境保护目标为：

（1）工程实施引起的所在海域及其周边海域水动力及冲淤变化不影响海域使用功能的正常使用；

（2）评价范围内海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量不因本工程建设而影响其环境功能，保证周边环境敏感点不因本工程建设而降低其环境质量要求；

（3）评价范围内海洋生态环境、空气环境、声环境等基本不受破坏。

2.7.1 海洋环境保护目标

本工程海洋环境保护目标主要为自然保护区、海洋生态保护红线区、自然岸线、保护物种；陆域环境保护目标主要为线位沿线村庄、学校。

表 2.7-1 主要海洋环境敏感区和环境敏感目标

序号	名称			方位	距离（km）	保护目标及保护要求
1	福清兴化湾水鸟省级自然保护区	实验区		S	0.005①	保护对象：黑脸琵鹭、黑嘴鸥等众多珍稀濒危动物物种、丰富水鸟资源和滨海湿地生态系统。 功能：提供水鸟栖息地、水体净化、调节气候、保护滨海湿地。
		核心区		S	1.05	
2	海洋生态保护红线	兴化湾零星红树林生态保护红线区		S	0.003	保护对象：秋茄红树植物及其红树林生态系统。 功能：保护红树林生态系统。
3	一般湿地	红树林		S	占用部分②	保护对象：红树林生态系统。 功能：保护红树林生态系统，利于滩涂污染物净化。
4	江镜滨海防风固沙生态保护红线区			N	0.176	保护对象：防风固沙生态系统。 功能：保护防风固沙生态系统。
5	周边海域开发活动	围垦养殖	江镜镇前华村围垦养殖	S	0	养殖类型主要为鳗鱼，海水水质：二类
6			江镜镇陈厝村围垦养殖	S	0	养殖类型主要为九节虾、蛤苗、虾等，海水水质：二类
7		城南三级渔港		NW	3.3	正常运行
8		下垄码头进港航道		穿越	0	正常运行
9	海水水质监测站位	FJD01019（国控）		N	1.5	GB3097-1997 第三类海水水质标准
10		FJD01024（国控）		S	3.7	GB3097-1997 第一类海水水质标准
11		FJS0107（省控）		S	11.5	GB3097-1997 第三类海水水质标准
12	无居民海岛	虎屿		S	9.6	无居民海岛应坚持保护为主、适度利用的原则
13		牛屿		S	11.4	
14		小牛屿		S	11.9	
15		青屿		SE	9.3	
16		车子屿		SE	16.5	
17		桃仁屿		SE	15.6	

注：①根据相关用海规范，工程申请用海需以桥面垂直投影外扩 10m，工程实际福清兴化湾水鸟省级自然保护区实验区距离为 5.5m。②工程永久占用红树林湿地面积为 0.0004 hm^2（实际涉及区域无红树林分布），无临时占用。此外，工程涉及桥梁投影覆盖红树群落面积为 0.0074 hm^2。

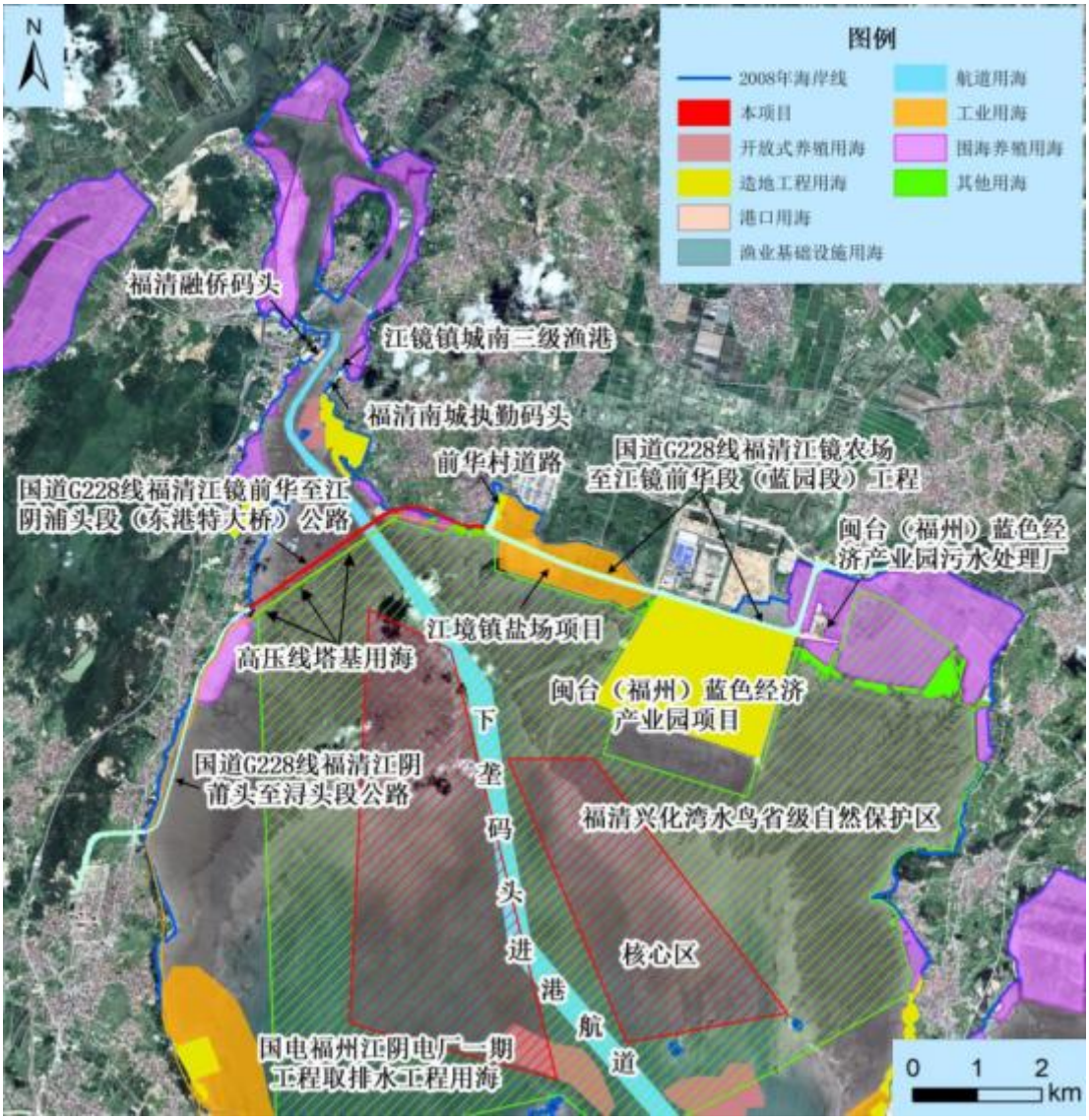


图 2.7-1 本工程海洋周边环境敏感目标分布图（一）

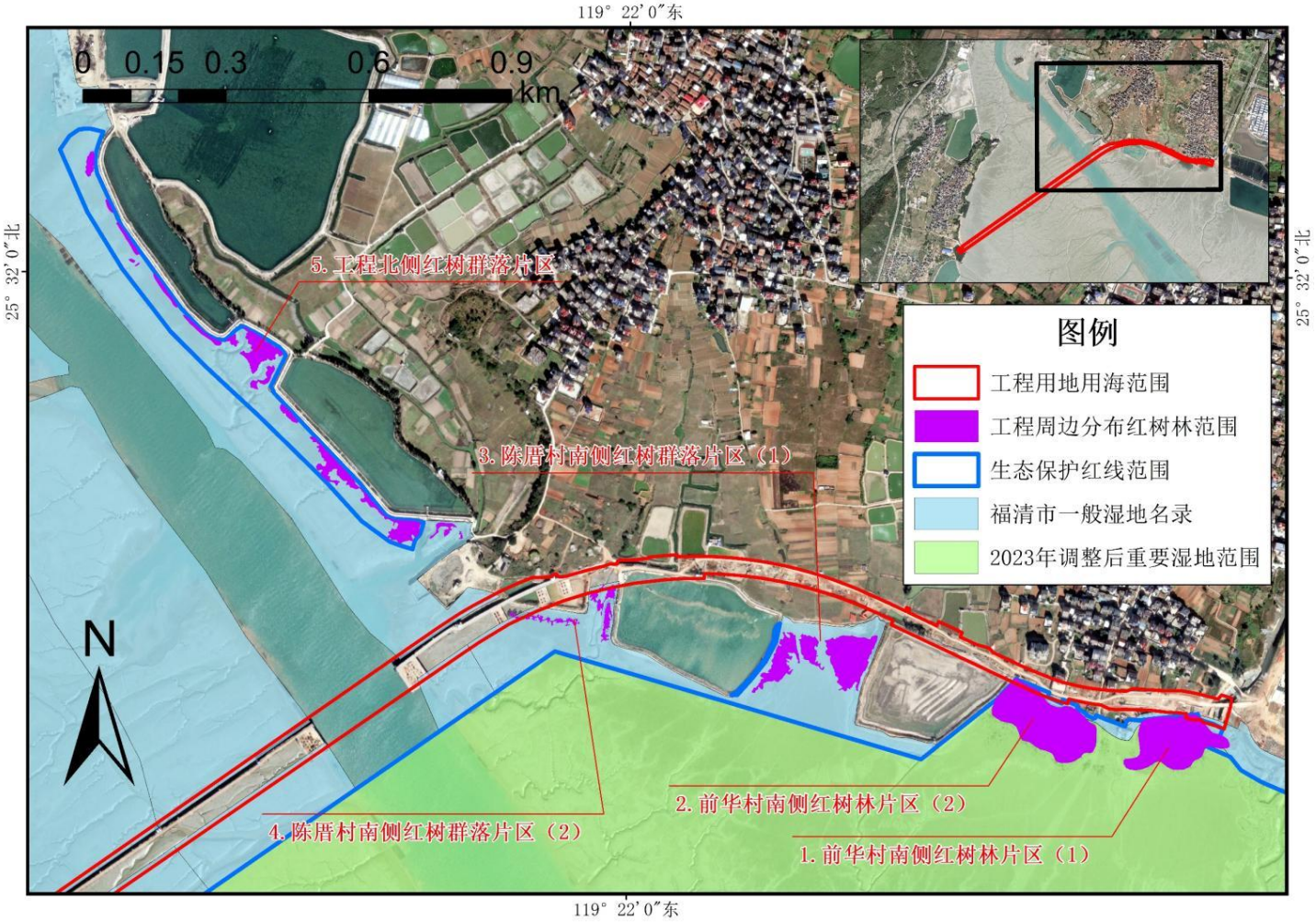


图 2.7-2 本工程海洋周边环境敏感目标分布图（二）

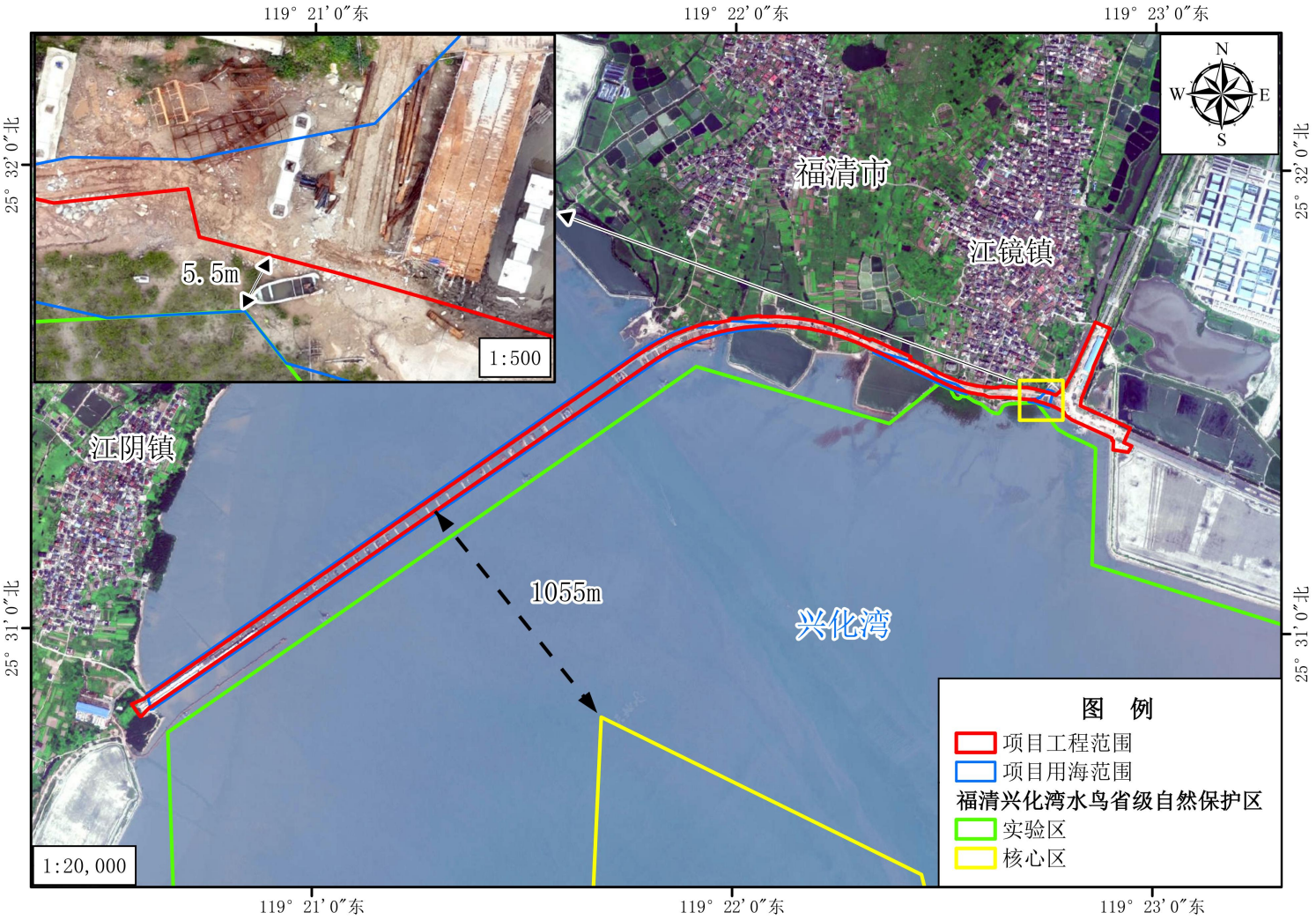


图 2.7-3 本工程海洋周边环境敏感目标分布图（三）

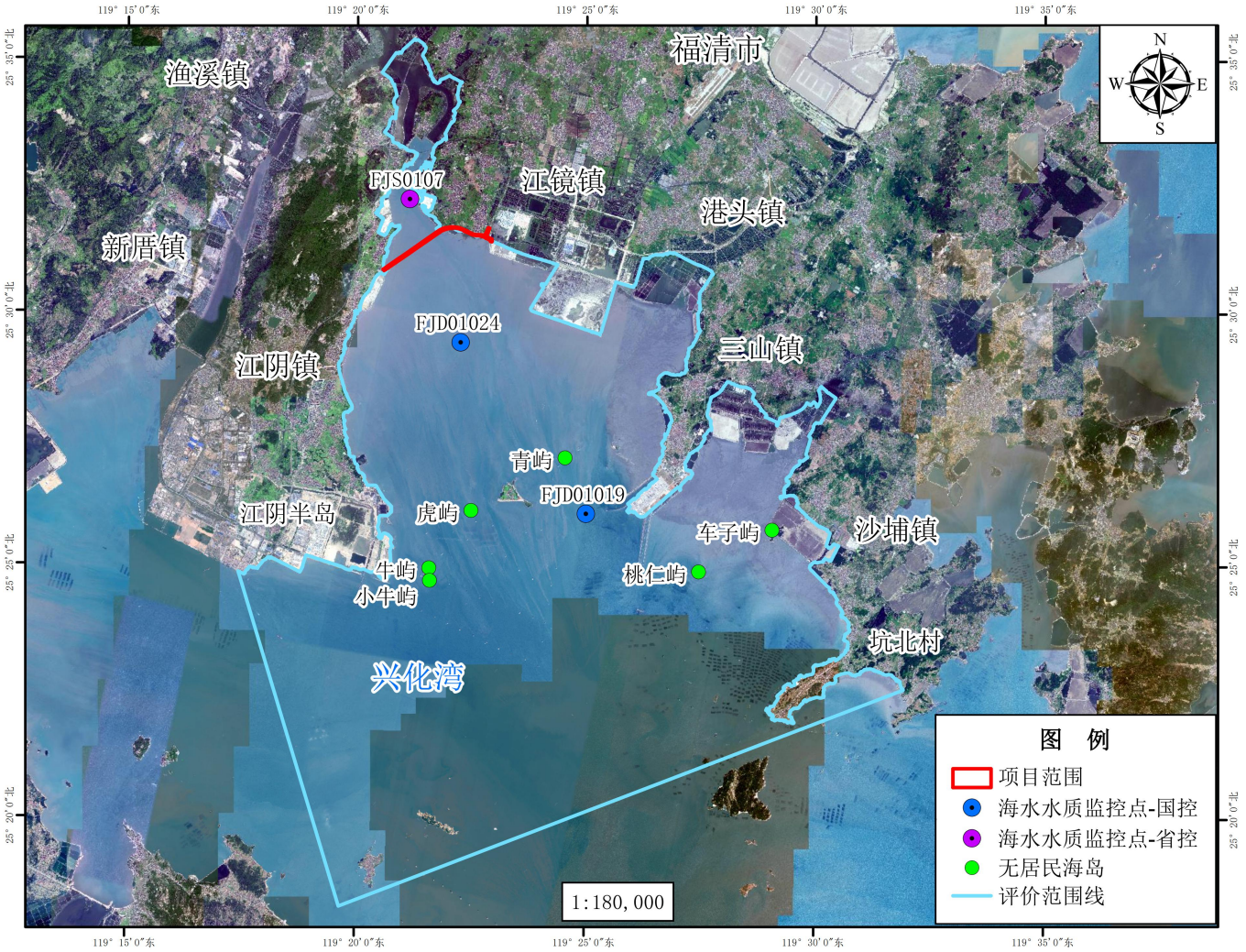


图 2.7-4 本工程海洋周边环境敏感目标分布图（四）

2.7.2 生态环境保护目标

海洋生态保护目标见“2.7.1 海洋环境敏感区和环境敏感目标 ”，本工程陆域段沿线主要涉及植被、耕地（不占用永久基本农田）等。主要生态环境目标详见表 2.7-2。

表 2.7-2 本工程陆域段沿线生态环境保护目标一览表

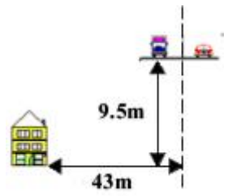
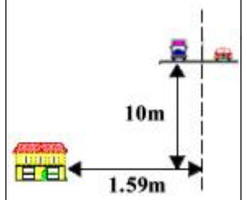
序号	敏感目标	位置关系	数量/占用面积 hm^2	保护对象（内容）或级别
1	植被	陆域段道路中心线两侧外延 300m 范围内的植被	主要为植被、耕地	人工植被、耕地
2	动物	陆域段道路中心线两侧外延 300m 范围内的动物	陆域段两岸均为人类活动频繁的区域，动物数量较少。	常见的鸟类、蛙类

2.7.3 声环境、大气环境保护目标

根据现场勘查，道路中心线两侧 200m 范围内主要的声环境和环境空气保护目标为前华村。本工程沿线声环境、大气环境敏感目标分布情况详见表 2.7-3。

敏感点的声环境预测距离：前华村居民区距离国道 G228 道路中心线最近约为 16.59m，与道路红线最近约为 1.59m。

表 2.7-3 拟建工程建成后主要声环境和环境空气保护目标

序号	环境保护目标名称	所在位置				拟建公路路基形式	纵坡（%）	敏感点地面与路线路面高差（m）*	评价区内可能受影响的户数/人数	环境特征*	拟建公路与敏感点关系平面图	实景照片	与拟建公路位置关系断面示意图
		方位*	声环境功能区	与公路中心线的距离（m）*	与公路红线的距离（m）								2 类区房屋 4a 类房屋
1	前华村（K213）	路右	2 类	52	43	路堤	3.4	9.5	70 户/240 人	房屋多为1～4 层混凝土结构；建设年代：2000 年后建设为主，建筑平行于公路。			
		路右	4a 类	16.59	1.59	路堤	3.4	10	6 户/21 人	2~5 层混凝土结构；建设年代：2000 年后建设为主，建筑平行于公路。			

3 工程概况与分析

3.1 工程概况

3.1.1 项目基本情况

（1）项目名称：国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程

（2）建设单位：福清市交通建设投资集团有限公司

（3）建设地点：福清市江镜镇、江阴镇

（4）建设性质：新建

（5）线路走向：工程主线段设计修建起点桩号为 K212+820（地理坐标：东经 119°22′56.592228″，北纬 25°31′26.564988″），在闽台蓝色产业园顺接 G228 蓝园段，路线呈东西走向，自东向西于 K213+083.816 处与蓝色大道平交（蓝色大道接线段路线起点（LK3+930）顺接现状蓝色大道，自北向南延伸，沿岸线布置，经前华村，后建东港特大桥跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路，终点桩号 K217+320（地理坐标：东经 119°20′34.203120″，北纬 25°30′50.210316″）。工程所在地理位置见图 3.1-1。

（6）建设内容与规模：本工程为国道 G228 福清江镜前华至江阴莆头段公路，工程主线段全长 4.500 公里，起点顺接 G228 蓝园段交叉口展宽段（K212+820~213+080）路基宽度 55m，双向八车道；公路段（K213+080~K217+320）路基宽 28m，双向六车道，设计速度 60km/h。设置桥梁 4066 米/2 座（东港特大桥 3920m，前华大桥 146m），平面交叉 1 处，起点左侧设置滨海观景台 1 处。蓝色大道接线段全长 357.614m，路线起点（LK3+930）顺接现状蓝色大道，自北向南延伸，终点（LK4+287.614）与主线段平交，采用城市主干路、双向六车道，路基宽度 54m，设计速度 50km/h。

本项目设置主线桥 2 座 4066 米，其中：特大桥 1 座 3920 米大桥 1 座 146 米。前华大桥(K213+157.5)上部采用 PC 连续现浇箱梁，左幅桥跨径为 7x25 米，桥长 184 米；右幅桥跨径为 4x25 米，桥长 108 米。单幅桥宽 16.75 米=0.5 米防撞栏+15.75 米行车道+0.5 米防撞栏。

东港特大桥(K215+344)主桥上部结构采用(115+260+115)米混合梁连续刚构桥，东引桥上部结构采用(3×50 米)+2×(3×45 米)+3×(3×50 米)+3×(4×50 米)现浇连续箱梁，西引桥上部结构采用 9×(4×50 米)+(3×50 米)现浇连续箱梁，全桥长 3920 米，桥宽 28 米＝2×(0.5 米防撞栏+12.25 米行车道+0.5 米防撞栏)+1.5 米中央分隔带。

本次设计内容包括：道路工程、沿线交通工程、桥梁工程、给排水工程（含给水，雨水、污水）、电气工程（含电力、通信、道路照明、交通监控）和景观绿化工程等。

（7）项目投资：总投资约 15.85 亿元，其中环保投资 1343.4059 万元。

（8）工程占地：本工程总占地面积 10.4832hm^2，其中永久占地共计 8.2499hm^2（其中路基工程区 4.8356hm^2、桥梁工程区 3.4143hm^2，），工程红线外临时占地共计 2.2333hm^2。

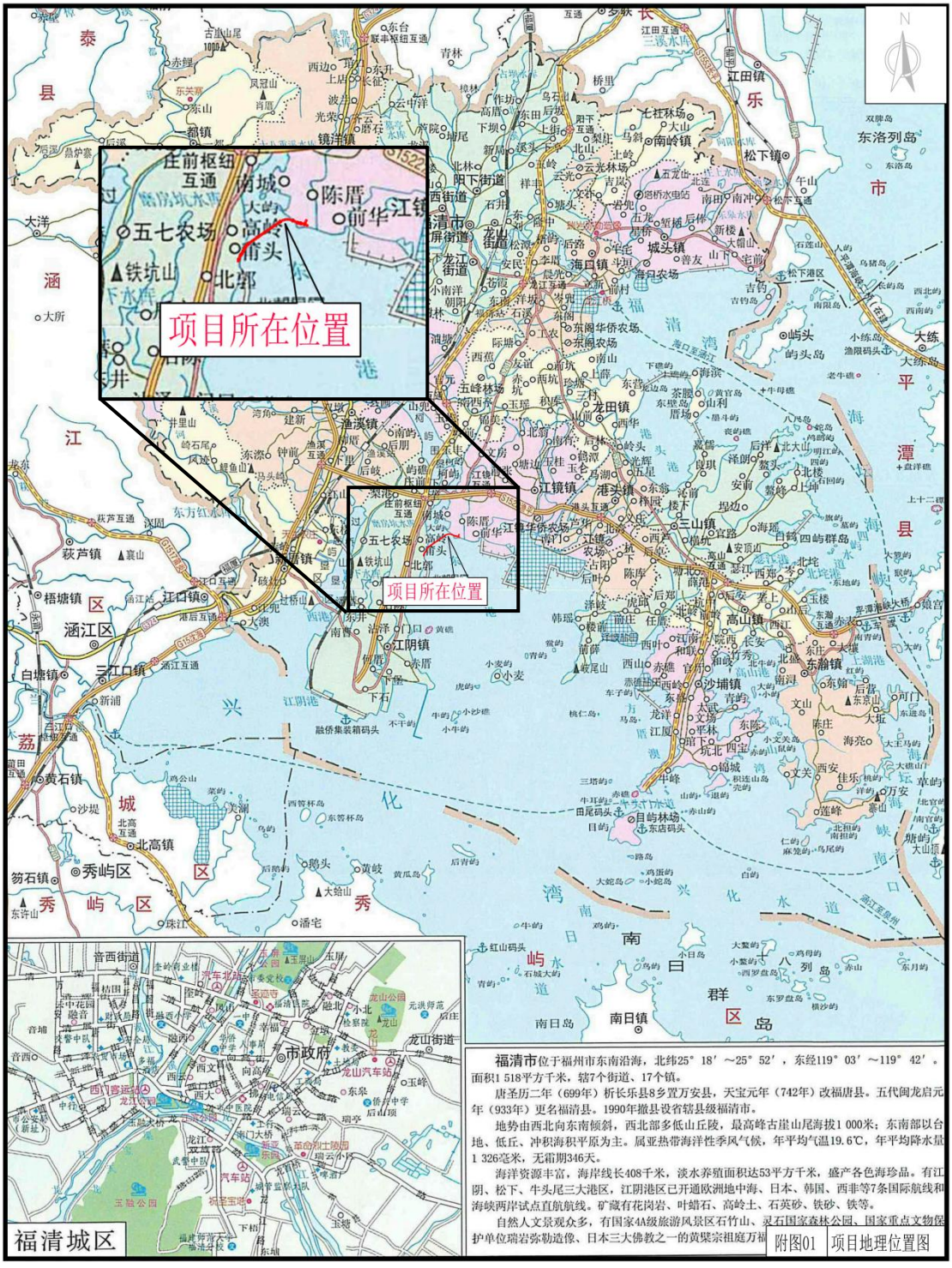


图 3.1-1 项目地理位置图

3.1.2 主要经济技术标准

本工程采用的主要技术标准参见表 3.1-1。

表 3.1-1 主要技术指标表

序号		指标名称	单位	指标	备注
主线段	1	道路等级	级	一级公路	
	2	设计速度	km/h	60	
	3	桩号	m	K212+820~K217+320	
	4	行车道数	/	双向 6 车道	
	5	长度	km	4.500	
	6	路基宽度	m	55m/28m	
	7	桥梁	m/座	4066/2	东港特大桥 3920m，前华大桥 146m
	8	最大纵坡	%	3.7%	
	9	最短坡长	m	330	
蓝色大道接线段	1	道路等级	级	城市主干路	
	2	设计速度	km/h	50	
	3	桩号	m	LK3+930~LK4+287.614	
	4	行车道数	/	双向 6 车道	
	5	长度	km	0.358	
	6	路基宽度	m	54m	
	8	最大纵坡	%	2.469	
	9	最短坡长	m	13	
沿线设施及其他工程	1	安全设施	km	4.500	
	2	服务设施	km	4.500	
	3	管理、养护设施	km	4.500	
	4	观景台	m^2	2475	
	5	绿化工程	hm^2	1.018	路基绿化面积（含观景台）6933m^2，路堤植物护坡面积 3080.9m^2，路堑植物护坡面积 166m^2

3.2 交通量预测

3.2.1 相对交通量

（1）根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程可行性研究报告》，拟建工程各特征年交通量预测结果如下：

①路段交通量预测（各特征年）

依据可研提供的资料，拟建工程各特征年交通量预测结果如下表所示：

表 3.2-1 拟建工程交通量预测结果表

年份	2020	2025	2030	2035	2039	2044
趋势交通量	25510	34787	45681	56115	64642	70080
诱增率（%）	35	35	35	35	35	35
诱增交通量	8929	12175	15988	19640	22625	24528
港口转移交通量	2579	4079	6450	9550	10500	11331
通道总交通量	37018	51042	68120	85305	97767	105938
本工程预测交通量	9254	12760	17030	21326	24442	26485
单位：辆/日（标准小客车），建设规模以 2044 年预测交通量为准。						

（2）本评价以 2026 年为近期（工程建成通车后第 1 年）、2032 年为中期（工程建成通车后第 7 年）和 2040 年为远期（工程建成通车后第 15 年）进行预测分析；对于工可中未提供交通量数据的预测年（2026 年、2032 年、2040 年），本评价采取内插法求得该预测年的标准车流量。故本工程主线近、中、远期的车流量详见表 3.2-2。

表 3.2-2 预测年各特征年交通量预测结果

年份	2026	2032	2040
本工程预测交通量	13614	18748	24851
单位：辆/日（标准小客车）。			

3.2.2 相关交通特性分析

（1）车型比

根据本工程的工程可研报告，其各特征年的车型构成比见表 3.2-3。

表 3.2-3 拟建工程车型比例预测表

年份	小型载货汽车	中型载货汽车	大型载货汽车	小型客车	大型客车	拖挂汽车
2020	15.81%	9.71%	9.74%	51.43%	3.54%	9.77%
2025	15.21%	8.85%	6.62%	57.43%	3.04%	8.85%
2030	13.55%	8.05%	6. 13%	62.31%	2.54%	7.42%
2035	12.95%	7. 15%	5.40%	66.21%	2.04%	6.25%
2040	11.25%	6.35%	4.63%	71.81%	1.54%	4.42%
2044	15.81%	9.71%	9.74%	51.43%	3.54%	9.77%

依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），车型分类标准见表 3.2-4。

表 3.2-4 车型分类表

车型	汽车代表车型	车辆折算系数	车型划分标准
小	小客车	1.0	座位≤19 座的客车和载质量≤2t 货车
中	中型车	1.5	座位＞19 座的客车和 2t＜载质量≤7t 货车
大	大型车	2.5	7t＜载质量≤20t 货车
	汽车列车	4.0	载质量＞20t 的货车

将可研中的小型载货汽车、小型客车归为小型车，中型载货汽车、大型客车归为中型车，大型载货汽车归为大型车，拖挂汽车归为汽车列车，得到本工程车型比如下：

表 3.2-5 车型比例预测表

年份	小型车		中型车		大型车	汽车列车
	小型载货汽车	小型客车	中型载货汽车	大型客车	大型载货汽车	拖挂汽车
2020	15.81%	51.43%	9.71%	3.54%	9.74%	9.77%
2025	15.21%	57.43%	8.85%	3.04%	6.62%	8.85%
2030	13.55%	62.31%	8.05%	2.54%	6. 13%	7.42%
2035	12.95%	66.21%	7.15%	2.04%	5.40%	6.25%
2040	11.25%	71.81%	6.35%	1.54%	4.63%	4.42%
2044	15.81%	51.43%	9.71%	3.54%	9.74%	9.77%

对于工可中未提供交通量数据的预测年，本评价采取内插法求得该预测年的车型比。本工程近、中、远期的车型比见下表。

表 3.2-6 预测年车型比例预测表

年份	小型车		中型车		大型车	
	小型载货汽车	小型客车	中型载货汽车	大型客车	大型载货汽车	拖挂汽车
2026	15.54%	56.45%	9.01%	3.14%	6.72%	9.14%
2032	13.79%	60.75%	8.41%	2.74%	6.42%	7.89%
2040	11.25%	71.81%	6.35%	1.54%	4.63%	4.42%

（2）昼夜比

根据工可交通量分析及预测资料并结合现有城镇道路交通观测资料，昼夜比约为 0.85：0.15，高峰小时流量为全天交通量的 12%。

（3）折算系数

依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），车辆折算系数见表 3.2-4。

3.2.3 绝对交通量预测

本工程小时交通量预测结果见表 3.2-7。

表 3.2-7 本工程主线小时交通量预测结果　　单位：辆/h

路段名称	时段	近期（2026 年）			中期（2032 年）			远期（2040 年）		
		昼间	夜间	高峰小时	昼间	夜间	高峰小时	昼间	夜间	高峰小时
G228	小型车	401	142	770	584	206	1122	933	329	1792
	中型车	68	24	130	87	31	168	89	31	170
	大型车	88	31	170	112	40	215	102	36	195

3.3 道路工程（含桥梁）

3.3.1 路基

路基工程共分为三段，包括①工程起点桩号 K212+820 至桩号 K213+083.816 与蓝色大道平面交叉；②路线起点（LK3+930）顺接现状蓝色大道，自北向南延伸，终点（LK4+287.614）与本工程主线段平交；③前华大桥终点至东港特大桥起点段路基。

主要控制点：起点与 G228 蓝园段衔接，与蓝色大道平面交叉，与前华大桥衔接，与东港特大桥衔接。

（1）横断面设计

①整体式路基（双向 8 车道）K212+820～K213+080

路基宽度为 55m= 4m（人行道）+3.5m（非机动车道）+2.0m（侧分带）+0.5m 米（路缘带）+4×3.5m（行车道）+0.5m（路缘带）+6.0m（中央分隔带）+0.5m（路缘带）+4 ×3.5m（行车道）+0.5m 米（路缘带）+2.0m（侧分带）+3.5m（非机动车道）+4m（人行道），该段落位于交叉口展宽段，道路横断面布置见图 3.3-1。

②整体式路基（双向 6 车道）K213+080~K217+320

路基宽度为 28m=0.75m（土路肩）+0.75m（硬路肩）+3x3.5m（行车道）+3.0m（中央分隔带）+3x3.5m（行车道）+0.75m（硬路肩）+0.75m（土路肩），道路横断面布置见图 3.3-2。

③整体式路基（双向 6 车道）蓝色大道 LK3+930～LK4+287.568

路基宽度为 54m=4.5m（人行道）+4.5m（非机动车道）+2.5m（侧分带）+0.5m

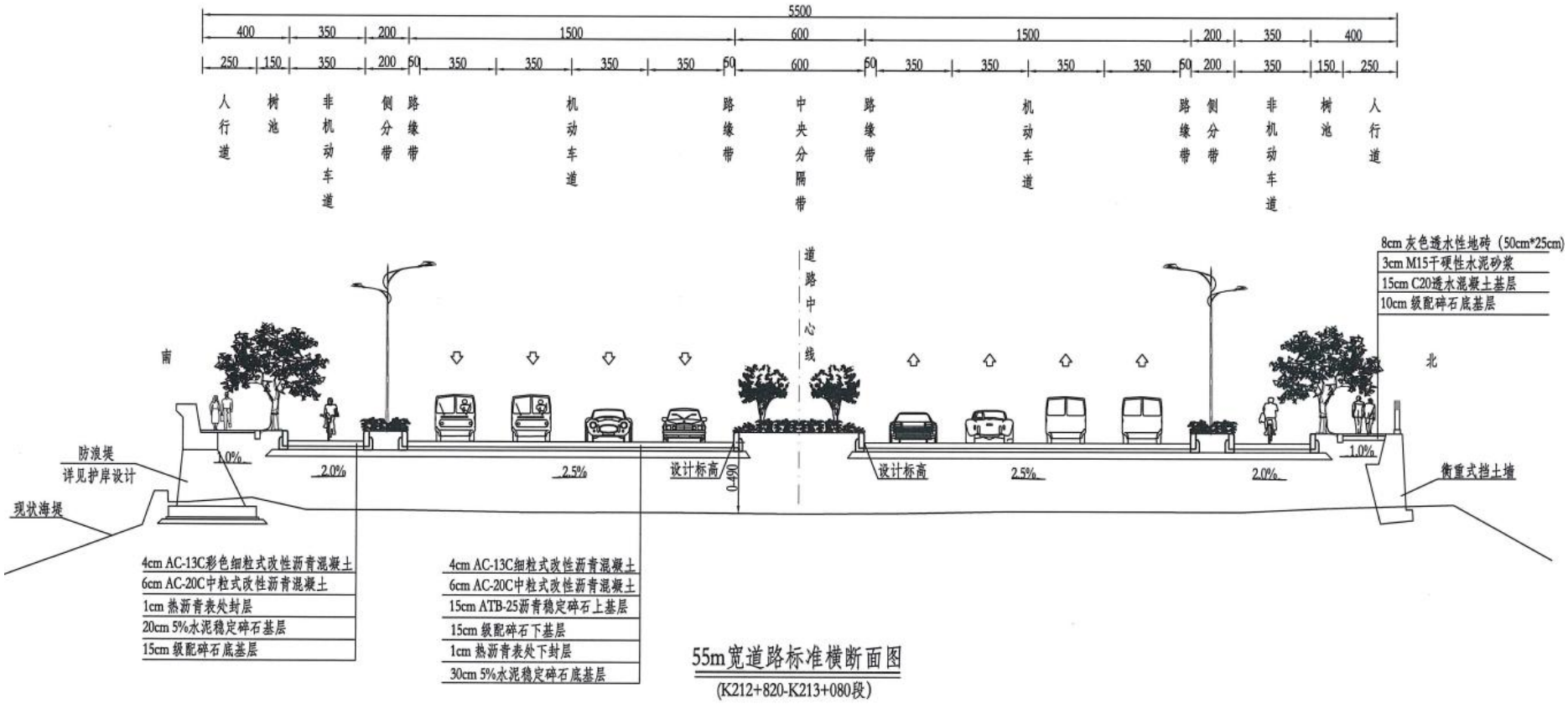
米（路缘带）+3×3.5m（行车道）+0.5m（路缘带）+8.0m（中央分隔带）+0.5m（路缘带）+3×3.5m（行车道）+0.5m（路缘带）+2.5m（侧分带）+4.5m（非机动车道）+4.5m（人行道），道路横断面布置见图 3.3-3，公路平面布置见图 3.3-6~图 3.3-13。

（2）纵断面设计

本工程沿线路分布的主要地貌为海积平原，沿线水系发育，两侧多分布养殖坑塘，地势开阔平坦，地形坡度较小，约 5-13°，工程最大纵坡 3.7%，最大坡长 1075m，最小纵坡 1.025%，最小坡长 330m，凸型竖曲线最小半径为 9000m，凹形竖曲线半径最小半径为 8000m。

工程主线起点路基与 G228 蓝园段衔接，设计标高 7.20m，于桩号 K213+083.816 与蓝色大道平面交叉设计高程 10.429m，后顺接前华大桥，道路横断面布置见图 3.3-4。

桩号 LK3+930～LK4+287.568 为蓝色大道段路基，起点设计高程 4.717m，终点设计高程 10.177m，原地面高程 3.770～4.718m，路基以填方为主，道路横断面布置见图 3.3-5。

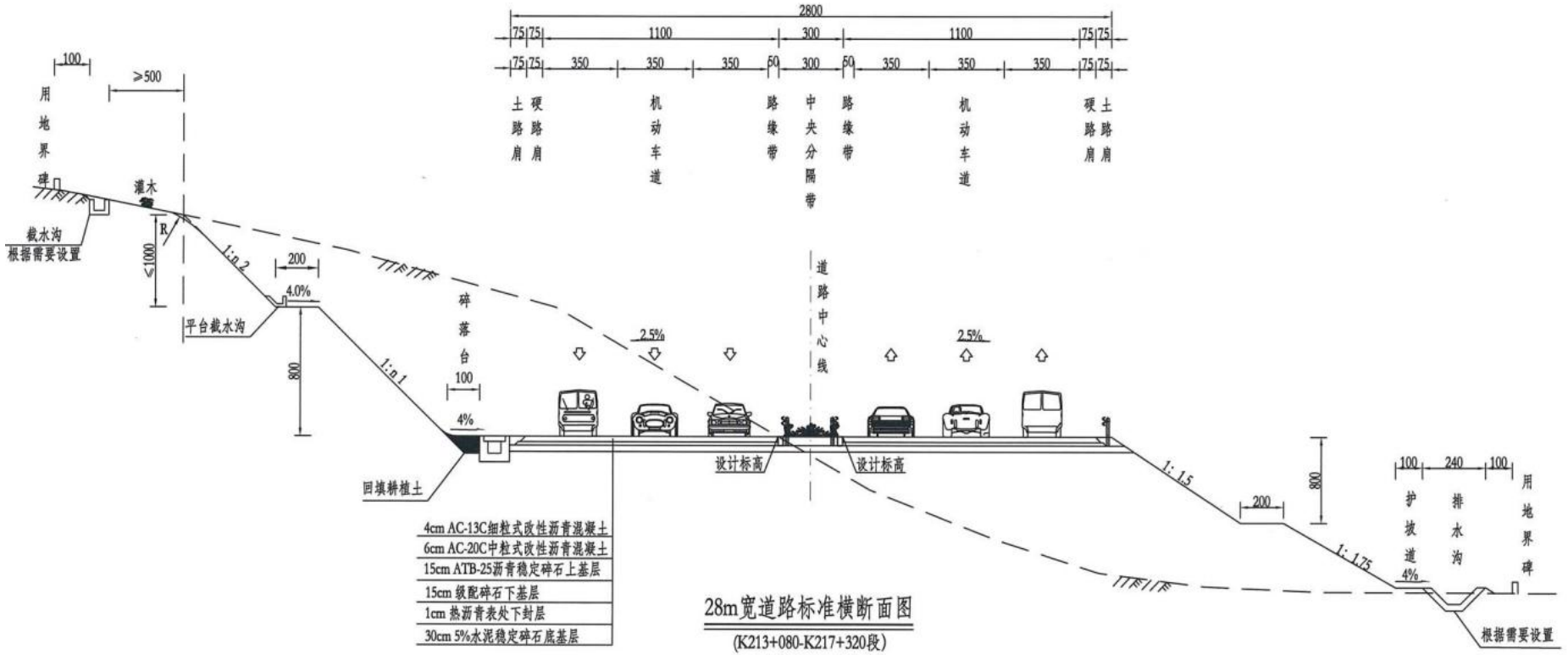


说明：

1、单位:厘米.比例1:200。

2、道路等级：一级公路，设计速度为60km/h。

图 3.3-1 55m 宽道路标准横断面



28m宽道路标准横断面图

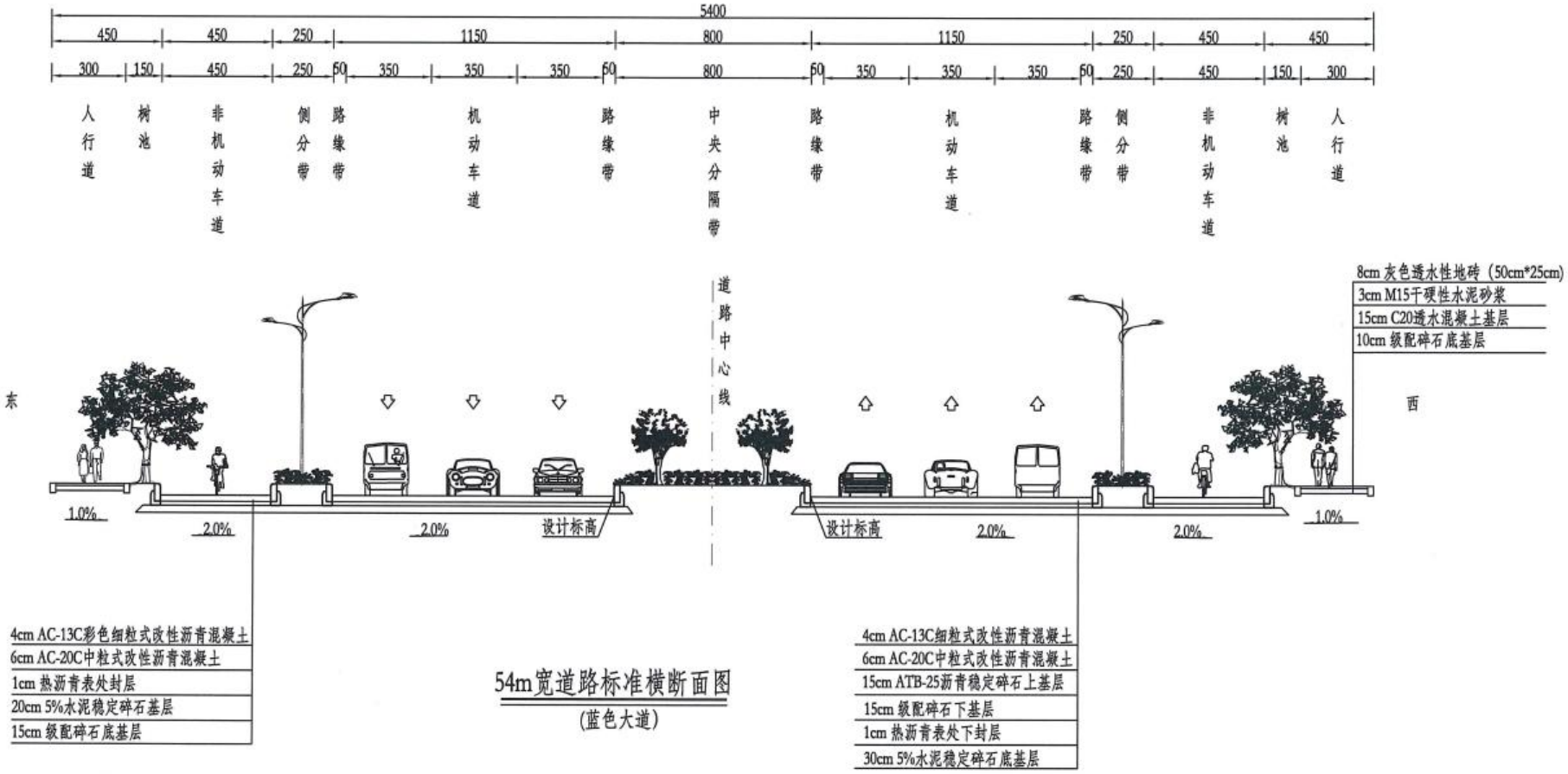
(K213+080-K217+320段)

说明：

1、单位:厘米.比例1:200。

2、道路等级：一级公路，设计速度为60km/h。

图 3.3-2 28m 宽道路标准横断面

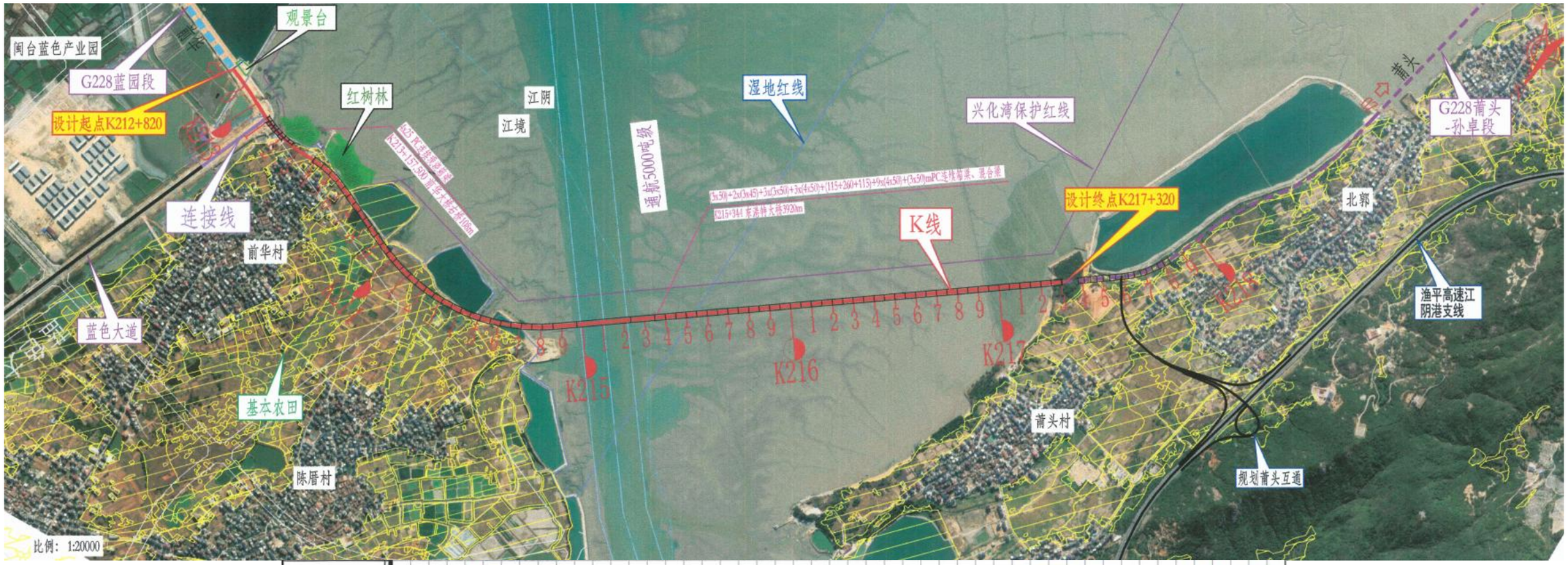


说明：

1、单位:厘米.比例1:200。

2、道路等级：城市主干路，设计速度为50km/h。

图 3.3-3 54m 宽道路标准横断面



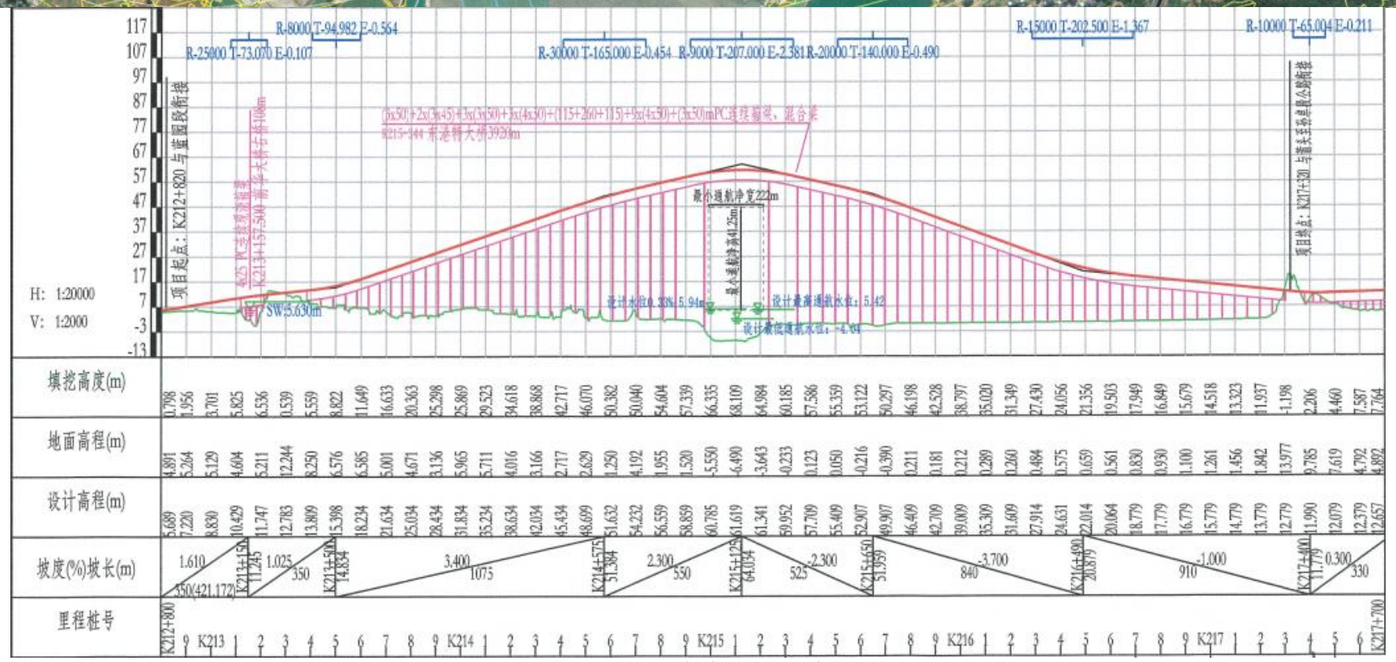


图 3.3-4 主线线路平纵缩图

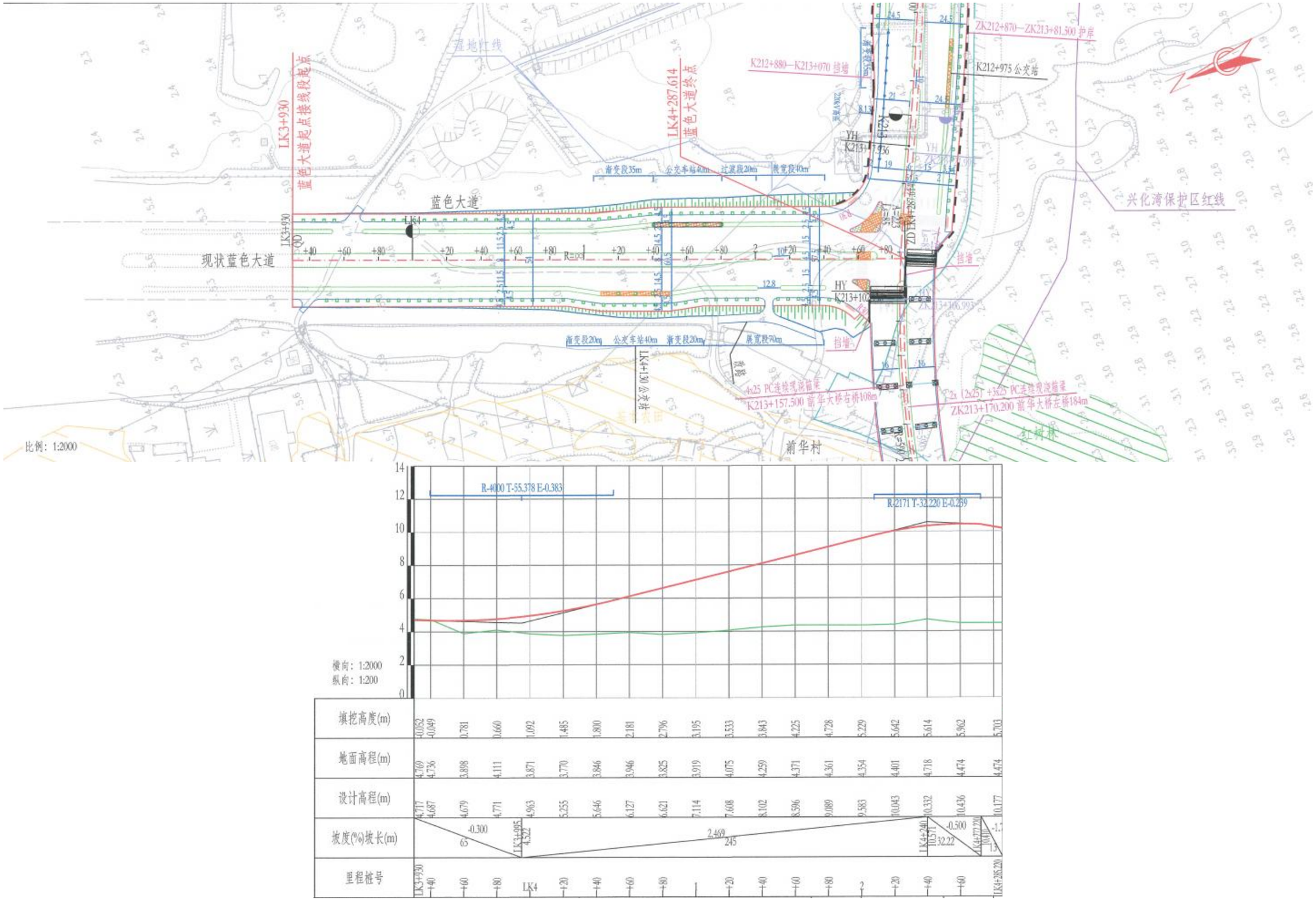


图 3.3-5 蓝色大道平纵缩图

图 3.3-6 公路平面布置图（一）

图 3.3-7 公路平面布置图（二）

图 3.3-8 公路平面布置图（三）

图 3.3-9 公路平面布置图（四）

图 3.3-10 公路平面布置图（五）

图 3.3-11 公路平面布置图（六）

图 3.3-12 公路平面布置图（七）

图 3.3-13 公路平面布置图（八）

（3）路基边坡

①路堤边坡

本工程路堤段落内单阶最大坡高不大于 4.0m，边坡坡率不陡于 1:1.5，所以主要采用路堤边坡撒播草（植灌）防护措施。灌木选用粉花夹竹桃，具有景观要求路段可选用野蔷薇，草籽选择麦冬、马尼拉。顺延桥台路堤边坡采用浆砌石铺砌防护。具体布置桩号见下表，边坡撒播草（植灌）防护布设总面积 3080.9m^2。

②路堑边坡防护

路堑机械液压客土喷草（植灌）防护适用于边坡坡率不陡于 1:1 的土质边坡及设边坡及碎落台的路堑防护。机械液压客土喷草（植灌）防护是将由种植土、有机质、纤维料、肥料等合理比例配制成的专业客土基材喷射于坡面，以此给植物生长的提供有效基质的防护方法。该防护方法适用于路堑稳定的土质、较差土夹石及全、强风化岩质边坡，开挖坡面坡率不陡于 1:1.0。当目标植物群落以草为主时，坡面喷草防护；当目标植物群落以灌木为主且坡面不易冲刷时，先喷播草籽，草长成后插栽灌木，并保证 4 平方米灌木数量不少于 1 棵。插植灌木选用粉花夹竹桃、野蔷薇，喷播草籽选择麦冬、马尼拉，共布设面积 166m^2，主要布设于路基工程区 K213+225～K213+240 及 K217+304~K217+320 段右侧。

③挡土墙防护工程

沿路基工程区设置路肩墙对路基进行防护，挡墙采用 C20 片石混凝土结构，挡墙两 侧边坡 1:0.25， 基础边坡 0.2:1。

表 3.3-1 挡土墙防护工程

序号	起讫桩号	挡墙型式	主要尺寸及说明	长度
右线				
1	K213+211.5 ～K213+215	重力式挡土墙	左侧墙高 7.5 米	3.5 米
2	K213+215 ～K213+221	重力式挡土墙	左侧墙高 7.5 米	6.0 米
3	K213+221 ～K213+225	重力式挡土墙	左侧墙高 3.5 米	4.0 米
4	K213+225 ～K213+229	重力式挡土墙	左侧墙高 3.5 米	4.0 米
5	K213+229 ～K213+263	重力式挡土墙	左侧墙高 3.5 米	34.0 米
6	K212+880 ～K212+910	重力式挡土墙	右侧墙高 2.5 米	30.0 米
7	K212+910 ～K212+940	重力式挡土墙	右侧墙高 3.5 米	30.0 米
8	K212+940 ～K212+970	重力式挡土墙	右侧墙高 4.0 米	30.0 米
9	K212+970 ～K213+000	重力式挡土墙	右侧墙高 4.5 米	30.0 米
10	K213+000 ～K213+020	重力式挡土墙	右侧墙高 5.5 米	20.0 米
11	K213+020 ～K213+040	重力式挡土墙	右侧墙高 6.0 米	20.0 米

序号	起讫桩号	挡墙型式	主要尺寸及说明	长度
12	K213+040 ～K213+070	重力式挡土墙	右侧墙高 6.5 米	30.0 米
13	K213+320 ～K213+340	重力式挡土墙	右侧墙高 3.5 米	20.0 米
14	K213+340 ～K213+350	重力式挡土墙	右侧墙高 4.0 米	10.0 米
15	K213+350 ～K213+358	重力式挡土墙	右侧墙高 4.5 米	8.0 米
16	K213+358 ～K213+370	重力式挡土墙	右侧墙高 5.0 米	12.0 米
17	K213+370 ～K213+384	重力式挡土墙	右侧墙高 5.5 米	14.0 米
左线				
1	K213+262.2～K213+309	重力式挡土墙	左侧墙高 7.5 米	46.8 米
2	K213+309 ～K213+315	重力式挡土墙	左侧墙高 2.0 米	6.0 米
3	K213+315 ～K213+320	重力式挡土墙	左侧墙高 3.0 米	5.0 米
4	K213+320 ～K213+326	重力式挡土墙	左侧墙高 4.0 米	6.0 米
5	K213+326 ～K213+330	重力式挡土墙	左侧墙高 6.0 米	4.0 米
6	K213+330 ～K213+336	重力式挡土墙	左侧墙高 6.5 米	6.0 米
7	K213+336 ～K213+356	重力式挡土墙	左侧墙高 7.5 米	20.0 米
8	K213+356 ～K213+361	重力式挡土墙	左侧墙高 7.0 米	5.0 米
9	K213+361 ～K213+369	重力式挡土墙	左侧墙高 6.0 米	8.0 米
10	K213+369 ～K213+375	重力式挡土墙	左侧墙高 6.5 米	6.0 米
11	K213+375 ～K213+379	重力式挡土墙	左侧墙高 7.0 米	4.0 米
12	K213+379 ～K213+385	重力式挡土墙	左侧墙高 8.0 米	6.0 米

（4）不良地质处理

针对桩号 K213+290~K213+306 主线左幅表层存在厚度为 4.5m 的崩坡积堆积物采用换填法处理，挖除崩坡积堆积物并设置挡墙，针对桩号 K213+320~K213+360 主线段，表层为 3 米的人工堆积体，采取挖除人工堆积体（作为余方外运），换填合格土至原地表以上，平均换填厚度 3m。

3.3.2 路面

本工程属于浙闽沿海山地中湿区 IV-4，拟推荐采用的路面结构为沥青混凝土路面方案。为保证我省潮湿地区地面水侵入路面底面，加强层间粘结力，在级配碎石下基层与 3%水泥稳定碎石底基层之间设置一层热沥青表处下封层。桥面铺装采用的结构相应于主线路面。

（1）机动车道

机动车道路面结构方案：厚 4.0cm 中粒式改性沥青砼上面层（AC-13C）+厚 6.0cm 中粒式改性沥青砼下面层（AC-20C）+PC-3 乳化沥青粘层油+厚 15cm 沥青稳定碎石上基层（ATB-25）+PC-3 乳化沥青透层油+厚 15cm 级配碎石下基

层+厚 1cm 改性热沥青表处下封层+厚 30cm 的 5%水泥稳定碎石底基层。

（2）沥青路面与桥梁相接处理

沥青路面与桥梁相接处采用：厚 31cm 现浇水泥砼过渡板+厚 31mC15 水泥砼底层+横缝拉杆和纵缝拉杆。

（3）非机动车道

非机动车道路面结构方案：厚 4.0cm 彩色改性沥青砼上面层（CAC-13C）+PC-3 乳化沥青粘层油+厚 6cm 改性沥青砼下面层（AC-20C）+PC-3 乳化沥青透层油+厚 1cm 改性热沥青表处下封层+厚 20cm 的 5%水泥稳定碎石底基层+15cm 级配碎石底基层。

（4）人行道

人行道路面结构方案：8.0cm 环保型透水砖+3cm 干硬性水泥砂浆+15cmC20 无砂透水混凝土+10cm 级碎石。

本工程人行道环保型透水砖铺装分布如下表：

表 3.3-2 路面透水砖分布

序号	起讫桩号	长度（m）	8cm 透水砖面积（m^2）
	主线右幅		
1	YK212+800~YK213+103.5	303.50	1055.0
	主线左幅		
2	ZK212+800~ZK213+081.5Z	281.50	1022.0
	蓝色大道		
3	LK3+930~LK4+240	310.0	2794.0
合计		895	4871.0

3.3.3 桥梁

（1）主桥

东港特大桥主桥为混合梁连续刚构，双向六车道一级公路，设计速度 60km/h，汽车荷载等级为公路-Ⅰ级，设计洪水频率按 300 年一遇。工程场地地震动峰值加速度位于 0.1g 分区，对应的地震基本烈度为VII度。

整体式路基标准断面宽度为 28m，东港特大桥主桥桥面净宽为 2×（0.5m+12.25m+0.5m）=2×13.25m。本桥桥梁中心桩号 K215+344.00，桥跨为 3×50+2×（3×45）+4×（4×50）+5×50+（115+260+115）+9×（4×50）+3×50mPC 连续箱梁、变截面混合梁连续刚构梁，通航孔混合梁连续刚构桥全长

490m，桥梁全长 3920m。下部构造采用双薄壁实心墩、箱型墩配桩基础；板凳台配桩基础。东港特大桥通航孔桥采用主跨 260m 的混合梁连续刚构，桥型立面图示意见下图。

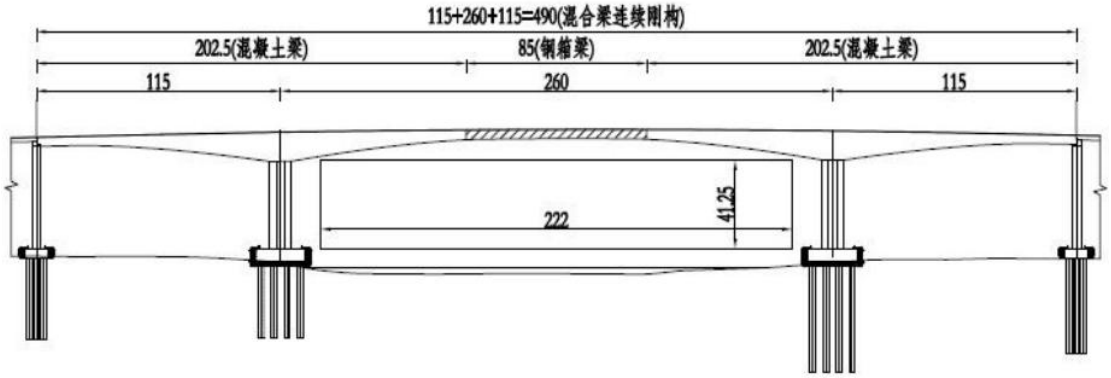


图 3.3-14 主桥桥型立面示意图

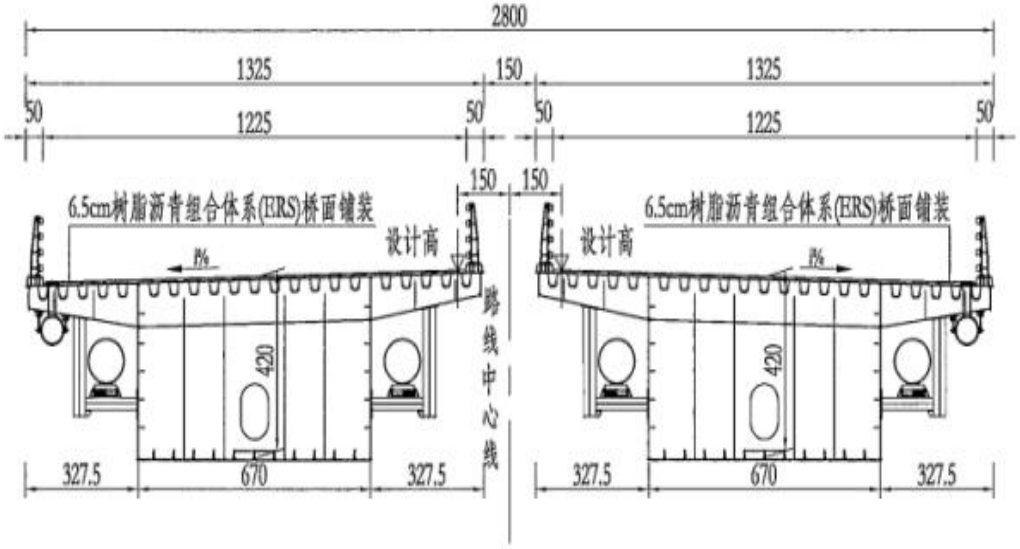


图 3.3-15 桥型布置图

（2）引桥

本工程引桥总长 3430m，引桥结构为现浇箱梁，桥跨为（3×50）+2×（3×45）+3×（3×50）+3×（4×50）+（115+260+115）+9×（4×50）+（3×50）mPC 连续箱梁、变截面混合梁连续刚构梁。下部构造采用双薄壁实心墩、箱型墩配桩基础；板凳台配桩基础。东港特大桥引桥全长 3430m，布孔以 50m 跨径为主，由于路线桩号 K213+415 和 K213+517 处北侧有两栋现状民宅，为保持民宅南侧的通透性，故第二联和第三联采用 45m 跨径。

表 3.3-3 引桥梁段数量表

梁段类型	适用情况	梁段数量
A1 类梁段	50m 跨径梁端无牛腿	28
A2 类梁段	50m 跨径梁端设牛腿	6
A3 类梁段	45m 跨径梁端无牛腿	4
B1	50m 跨径	24
C1	50m 跨径	34
C2	45m 跨径	4
D1	50m 跨径梁端无牛腿	24
D2	50m 跨径梁端设牛腿	10
D3	45m 跨径梁端无牛腿	4

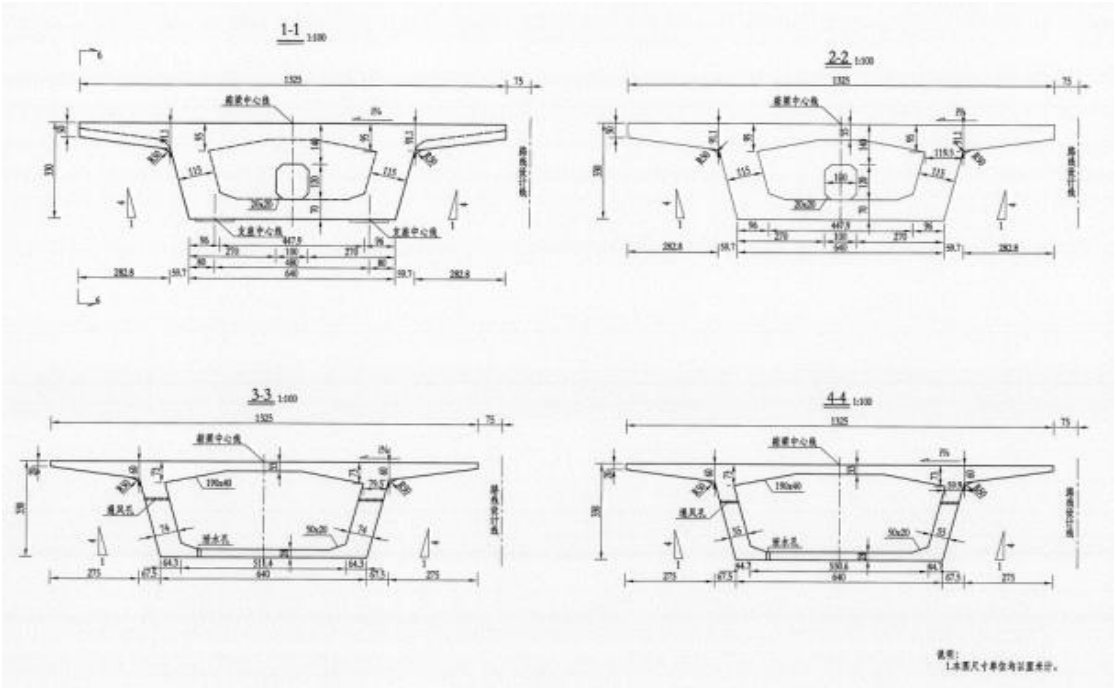


图 3.3-16 A1 梁段一般构造图

（3）前华大桥

本桥左桥桥梁中心桩号 K213+170.20，右桥桥梁中心桩号 K213+157.50，左桥桥跨为 2×（2×25）+3×25 现浇箱梁，右桥桥跨为 4×25 现浇箱梁。左桥长 184m，右桥长 108m，桥梁全长 146m。下部构造采用柱式墩配桩基础、花瓶墩配桩基础、门架墩配桩基础，U 台配桩基础。本桥左桥处于缓和曲线段长 - 85.00、R1=00、R2=-590.000，圆曲线段长=172.569、R=-590.00 路段内；右桥处于缓和曲线段长＝85.00、R1=0∞、R2=-590.000，圆曲线段长＝174.712、R=-590.00 路段内。上部构造均曲线形式按路线设计线线形现浇，墩台按径向设置。桥面纵横

坡通过盖梁、台帽横坡及桥面铺装的厚度共同调整。左桥两桥台处设置 D-40 伸缩缝，右桥两桥台处设置 D-80 伸缩缝。左右桥桥台处均设置 L=8 米搭板。

表 3.3-4 桥梁特性表

序号	中心桩号	桥名	桥面宽度（m）	桥梁全长（m）	孔数及跨径（孔-m）	结构类型				备注
						上部构造	下部构造		基础	
							墩	桥台		
1	K215+344	东港特大桥	28	3920	（3×50）+2×（3×45）+3×（3×50）+3×（4×50）+（115+260+115）+9×（4×50）+（3×50）	现浇箱梁	空心墩薄壁墩	板凳台	桩基	引桥
2	ZK213+170.2 YK213+157.5	前华大桥	28	左桥 184.00 右桥 108.00	左桥 2×（2×25）+3×25 右桥 4×25	现浇箱梁	柱式墩	U 台	桩基	前华大桥

（4）附属设施

①支座

根据工程所处地理位置、桥梁结构特点选用支座形式。东港特大桥引桥采用球型支座，前华大桥采用 JPZ 系列新型盆式橡胶支座。桥梁支座平置，梁底通过设置楔形块和调平钢板消除纵、横坡影响。

②伸缩缝

东港特大桥引桥采用 D80、D160、D240 型单元式多向变位梳形板伸缩装置，引桥与主桥交接处采用 D-480 型单元式多向变位梳形板伸缩装置。前华大桥采用 D40、D80 型模数式型钢伸缩缝。伸缩缝设置原则考虑车辆运行的舒适性和安全性，设置距离以 100~200m 左右为宜，伸缩缝槽口采用 C50 钢纤维混凝土。

③桥面铺装

沥青混凝土 10cm+防水层+C50 防水混凝土 8cm。

④防撞护栏

应根据道路的等级，综合考虑其安全性、协调性、需防护对象的特性及现场几何条件、桥梁本身结构、施工和养护维修等因素确定防撞等级。本工程为跨海大桥，采用通透性、防撞性能俱佳的 SA 级钢防撞护栏。

⑤桥上照明

东港特大桥和前华大桥路灯采用双侧对称布置，另外，考虑到桥梁靠兴化湾

水鸟湿地保护区较近，为降低对生态保护区的影响，东港特大桥仅设置基础照明设施，不设置景观灯带，并加强沿路绿化措施，绿化带基础高度要求高于车辆行驶灯光高度，避免灯光干扰鸟类。东港特大桥配电设备拟设置于37#墩（K215+549），以牛腿挑臂形式布置于两幅桥之间。灯具布置方式及布灯间距详见照明工程，东港特大桥引桥路灯布置横断面图如下。

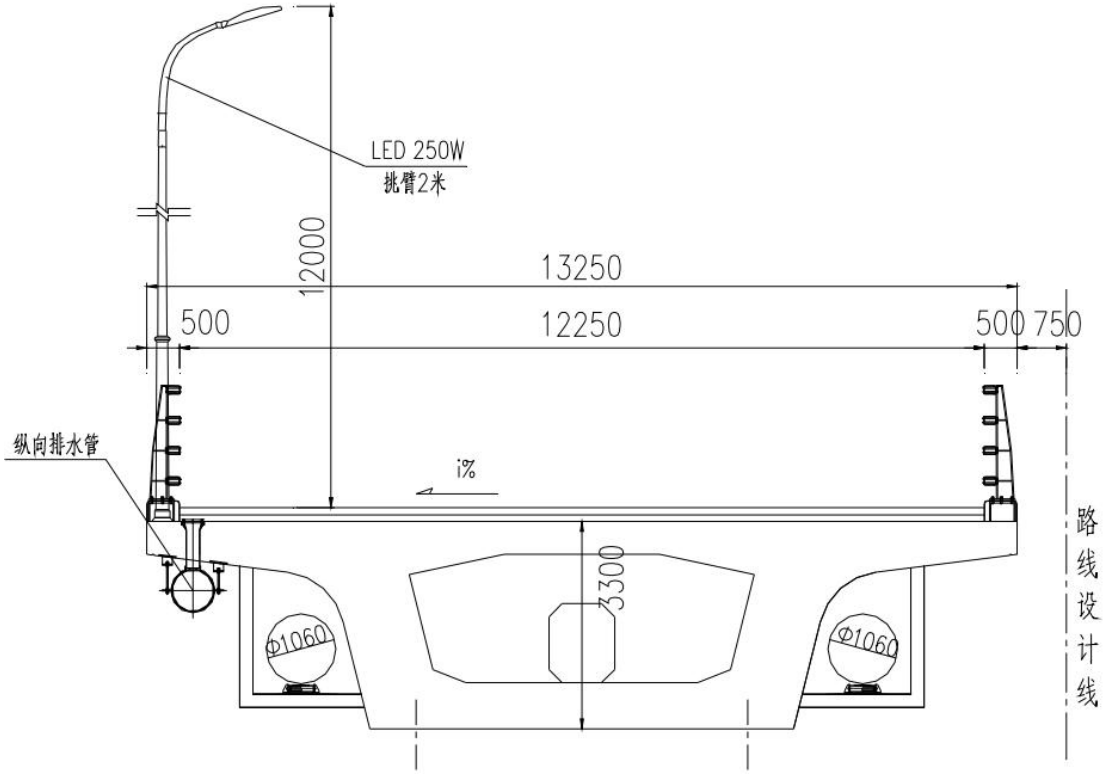


图 3.3-17 东港特大桥引桥路灯示意图（单位 mm）

⑥桥面排水设计

桥面汇水通过桥面横坡汇流至护栏边缘处，护栏边缘设置纵向碎石盲沟及按5m间距布置竖向排水管，桥面汇水通过竖向排水管排至纵向排水槽，纵向排水槽再将桥面汇水汇入排水管，进而引到地面沉淀池。根据桥面汇水面积计算，纵向集水管最大管径为450mm。

根据桥面雨水收集系统布置，东港特大桥拟分别于K214+180和K217+280处布置沉淀池，沉淀池布置于桥梁下侧，应避免对基本农田的占用。

3.3.4 路线交叉

本工程全线仅1处平面交叉，K213+083.816处与蓝色大道交叉，交叉口采用导流岛渠化+信号灯控制。

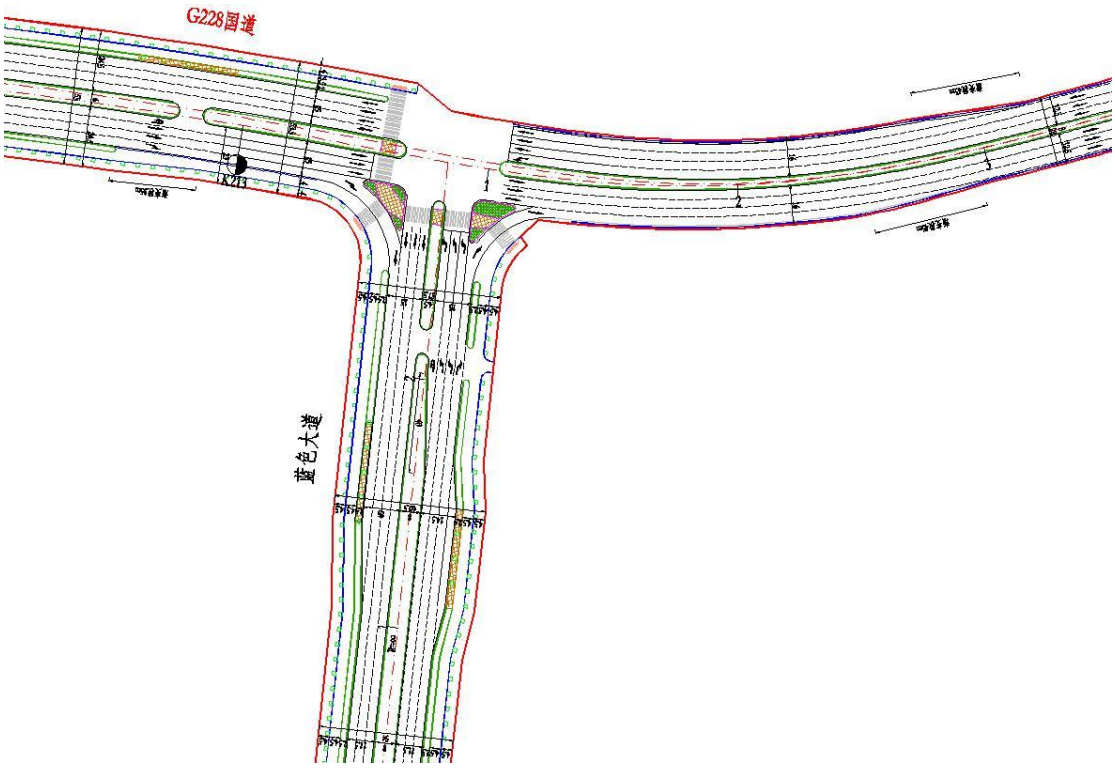


图 3.3-18 K213+083.816 平面交叉布置图

3.3.5 公路附属设施

本工程于 K212+820 左侧设置 1 处观景台，位于东港特大桥桥头前，其占地约 2470m^2，共设置 10 个停车位，以及 1 处休憩廊，设置观鸟望远镜以及文化宣传雕塑。

观景台道路系统该区域道路系统主要采用荔枝面黄锈石花岗岩碎拼。

广场地面：垫层应铺设在均匀密实的基土上，耕土和淤泥必须挖除后用素土或灰土分层夯实。当地基土质较差时，可用碎石、卵石或碎砖等夯入土中，以加强基土。对软弱地基的利用或处理，参照《工业与民用建筑地基基础设计规范》。各类地面垫层厚度选定除应考虑地面荷载、压实填土地基变形模量 EO 外，对于有腐蚀性介质作用的地面或面层设计质量有较高要求，以及地面面积较大时，均宜采用 100~150 厚 C15 混凝土垫层。地面地基为素土夯实，其垫层下填土的压实系数（地的控制干容重与最大干容重的比值）不应小于 0.93。

廊架所有地面为灰色石板铺装并千分之五的坡度坡向廊道两侧。屋面防水等级为 II 级，坡屋面采用浅灰色琉璃瓦，屋面檐口处采用成品勾头、滴水瓦封檐。防水层采用一道 4.0 厚 APP 改性沥青防水卷材，屋面坡度大于 100%以及大风和抗震设防烈度为 7 度以上的地区，应采取加强瓦材固定等防止瓦材下骨的措施，天棚采用白色乳胶漆。

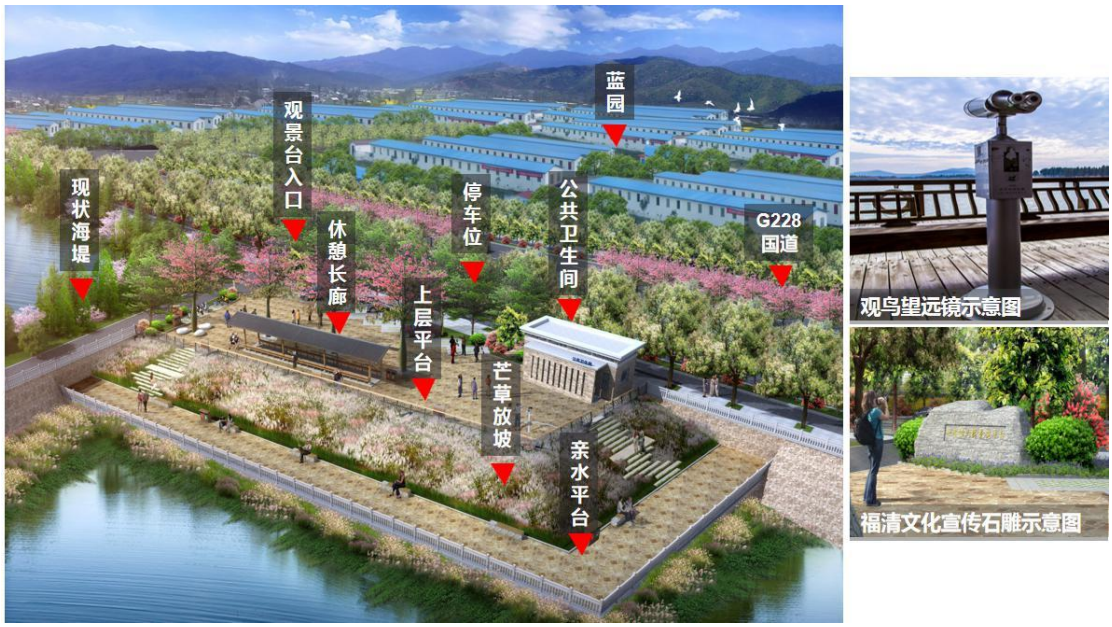


图 3.3-19 观景台鸟瞰效果图

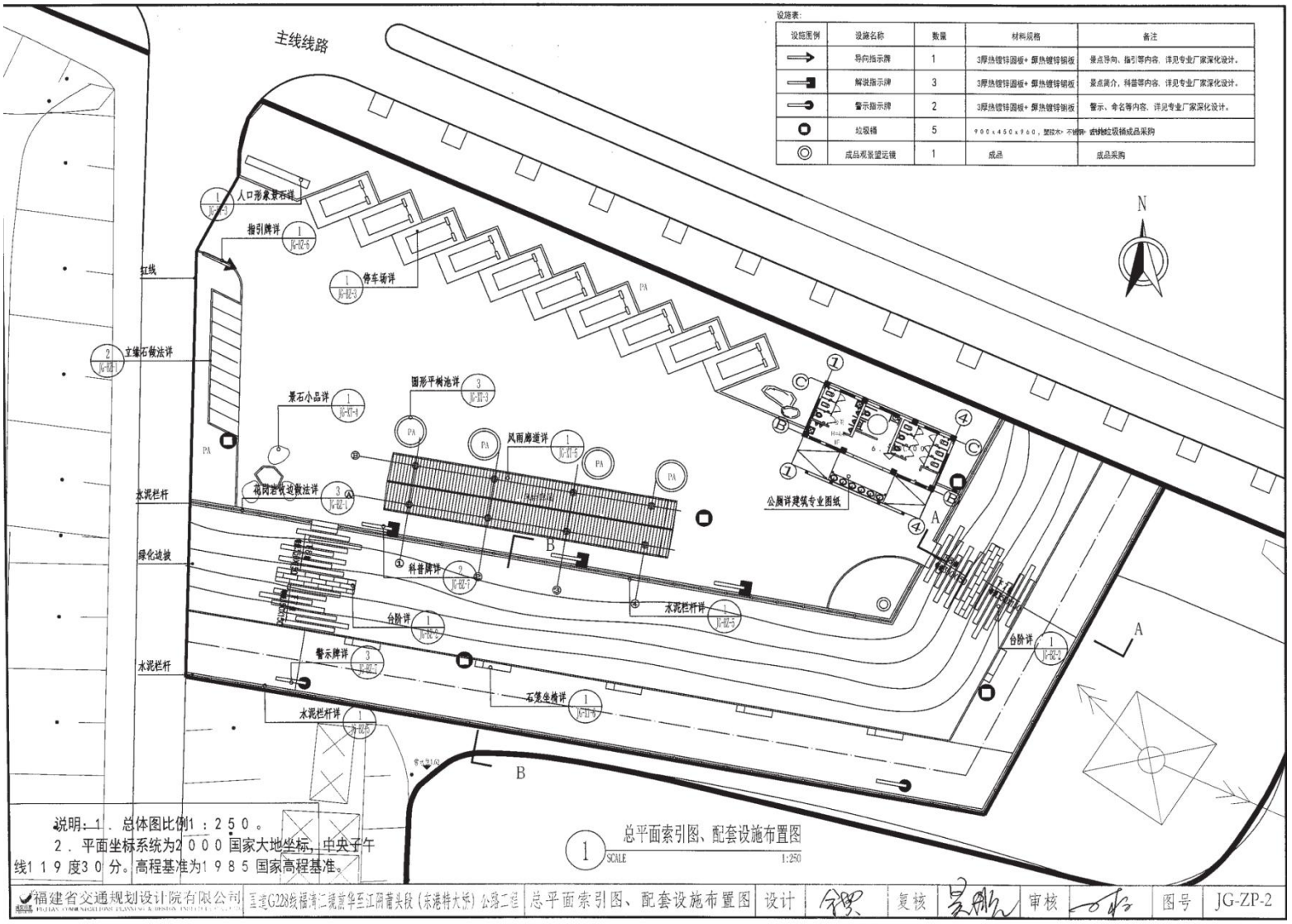


图 3.3-20 景观台总平面布置图

3.4 绿化工程

根据主体设计，绿化工程主要分为行道树绿化，路堤、路堑植物护坡，中分带绿化及观景平台绿化。绿化面积共1.018hm^2，路基绿化面积（含观景台）6933m^2，路堤植物护坡面积3080.9m^2，路堑植物护坡面积166m^2。

本工程绿化工程区分不同路段，本工程沿线将景观绿化分为蓝色大道分区、滨海大道分区和观景台，蓝色大道包含三个分区，主要为行道树绿化、边坡绿化和道路绿化隔离带，以防眩光，调节司机的视觉疲劳为主；观景台为景观小品，作为临时休憩观光平台；滨海大道含4个分区，主要为中央绿化隔离带，以防眩光，调节司机的视觉疲劳为主。

①行道树绿化：种植抗逆性强的乡土树种，形成良好的路域景观，路堑碎落台以3m间距栽植常绿灌木。

②路堑碎落台以3m间距栽植常绿灌木。

③路堤边坡以2m间距栽植常绿灌木，并以4m^2/株密度种植小乔木，形成多层次的绿化带。

④中央分隔带绿化：中央分隔带作为确保交通安全的措施，绿化设计时采用具有一定高度且枝叶密度达到要求的植物防眩光，交替种植色彩鲜艳的灌木调节司机的视觉疲劳，但不能过多，以免分散司机的注意力。

⑤观景台绿化设计：工程起点左侧设置一处观景平台，乔木采用朴树、花叶高山榕和富贵榕等高大、树形优美的苗木，点缀以美花红千层和海桐球等低矮灌木，地被采用兰引三号满铺，辅以狼尾草种子。

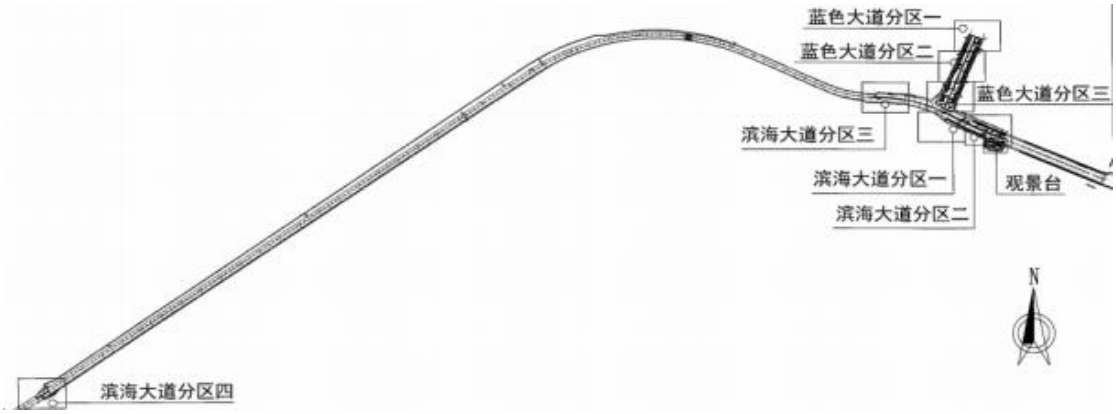


图 3.4-1 景观绿化分布平面图

本工程景观绿化工程详见下表：

表 3.4-1 绿化苗木数量统计表

蓝色大道							
序号	名称	规格（cm）			数量	单位	备注
		米径	高度	冠幅			
1	小叶榕	30	700	380 以上	3	株	带骨架移植，至少三级分支，冠型半满不偏冠，枝下高≥3 米
2	花叶高山榕	16-18	500-550	150-200	124	株	带骨架移植，至少三级分支，2 级分支直径＞3cm，枝下高≥3 米
3	高山榕	16-18	500-550	150-200	84	株	带骨架移植，至少三级分支，冠型半满不偏冠，枝下高≥3 米
4	苦楝	14-16	500-550	380 以上	98	株	脱干高 2.5m，骨架苗，三级分支，冠型半满不偏冠，枝下高≥3 米
5	黄瑾	10-12	400-450	200 以上	17	株	袋苗，至少 3 级以上分支，二级分支直径＞4cm，枝下高≥2.5 米
6	海桐球		120-140	120-150	20	株	全冠移植，冠型半满不偏冠
7	红叶石楠		40	25	82	m^2	49 袋/m^2
8	兰引三号				3606	m^2	满铺
滨海大道							
1	花叶高山榕	16-18	500-550	150-200	80	株	带骨架移植，至少三级分支，2 级分支直径＞3cm，枝下高≥3 米
2	富贵榕	15-16	500-550	380 以上	57	株	脱干高 2.5m，骨架苗，三级分支，冠型半满不偏冠，枝下高≥3 米
3	苦楝	14-16	500-550	380 以上	65	株	脱干高 2.5m，骨架苗，三级分支，冠型半满不偏冠，枝下高≥3 米
4	美花红千层		100	80	57	株	全冠移植，冠型半满不偏冠
5	海桐球		120-140	120-150	52	株	全冠移植，冠型半满不偏冠
6	鹅掌柴		50	30	198	m^2	25 袋/m^2
7	红叶石楠		40	25	152	m^2	49 袋/m^2
8	兰引三号				2475	m^2	满铺
观景台							
1	朴树	18-20	650-700	350-400	5	株	全冠苗，自然状，树形饱满，姿态优美，枝下高≥3 米
2	花叶高山榕	16-18	500-550	150-200	4	株	带骨架移植，至少三级分支，2 级分支直径＞3cm，枝下高≥3 米
3	富贵榕	15-16	500-550	380 以上	2	株	脱干高 2.5m，骨架苗，三级分支，冠型半满不偏冠，枝下高≥3 米
4	美花红千层	地径 3-4	250	100	9	株	全冠移植，冠型半满不偏冠
5	海桐球		120-140	120-150	9	株	全冠移植，冠型半满不偏冠
6	美花红千层		100	80	5	株	全冠移植，冠型半满不偏冠

蓝色大道							
序号	名称	规格（cm）			数量	单位	备注
7	兰引三号				252	m^2	满铺
8	狼尾草				600	m^2	撒播草籽，25g/m^2

3.5 改移复建工程

本工程共改移复建工程包括改路工程、改渠工程、海堤加固工程和海堤拆除复建工程。补救设计内容如下：

（1）对前华大桥（桩号 QH0-200~QH0-317）段桥墩进行三管高压旋喷桩加固；

（2）对前华海堤（桩号 QH0-223~QH0-300）段海堤拆除重建，重建长度 77m；

（3）对东港特大桥 3#~11#、19#~22#桥墩进行三管高压旋喷桩加固；

（4）对陈厝海堤段 A（99m），陈厝海堤段（106m）海堤拆除重建，修复海堤断面与拆除海堤断面相同；

（5）施工临时工程：前华大桥海堤补救工程施工导流工程，拉森 IV 型钢板围堰(桩长 15m)+填筑编织袋土料；东港特大桥海堤补救工程施工导流工程，拉森 IV 型钢板桩围堰(桩长 15m)+填筑编织袋土料；

（6）陈厝海堤在 K213+660/K214+420、前华海堤在 K213+080 处各设了个观测点共 9 个观测点。。

陈厝海堤工程等别为 IV 等、建筑物等级为 4 级，防潮标准为 20 年一遇建筑物合理使用年限为 30 年。

前华海堤工程等别为III等、建筑物等级为 3 级，防潮标准为 30 年一遇，建筑物合理使用年限为 50 年。

建设过程中对局部堤身造成破坏，对原堤身进行修复，外海侧按 1：1.5 坡度进行恢复，坡脚采用抛石压载，坡面设土工布反滤层，碎石垫层（厚 20cm）和干砌块石护面（厚 40cm）。背海侧按 1：2.0 坡度进行恢复，设碎石垫层（厚 15cm）和干砌块石护面（厚 25cm）。堤顶设 C25 混凝土路面（厚 18cm），下设 15cm 厚碎石垫层。防浪墙采用 M7.5 浆砌条石，宽 0.6m，高 1.0m。内外港侧堤脚均设抛石，顶宽按 5.0m。

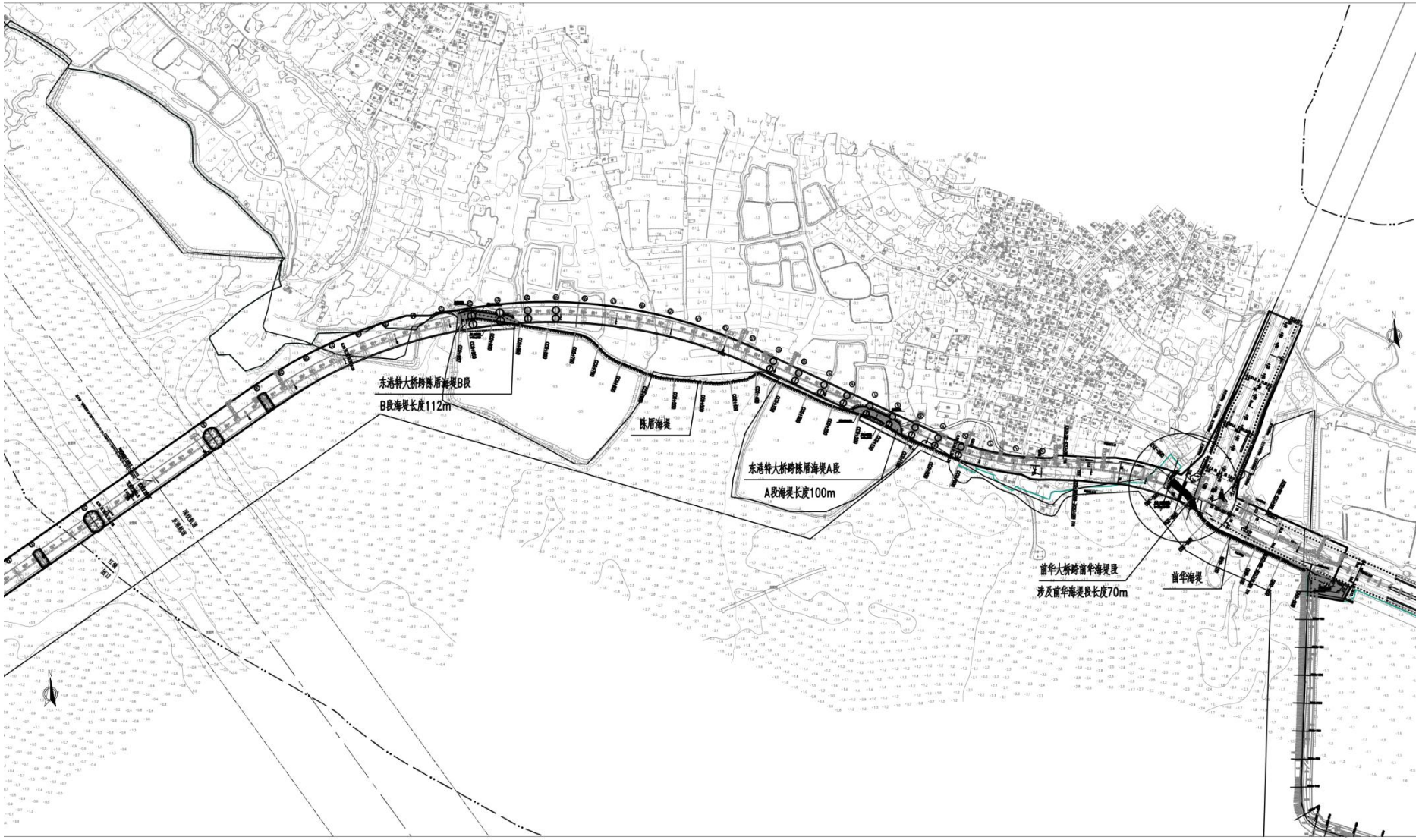


图 3.5-1 海堤补救工程总平面布置图 .

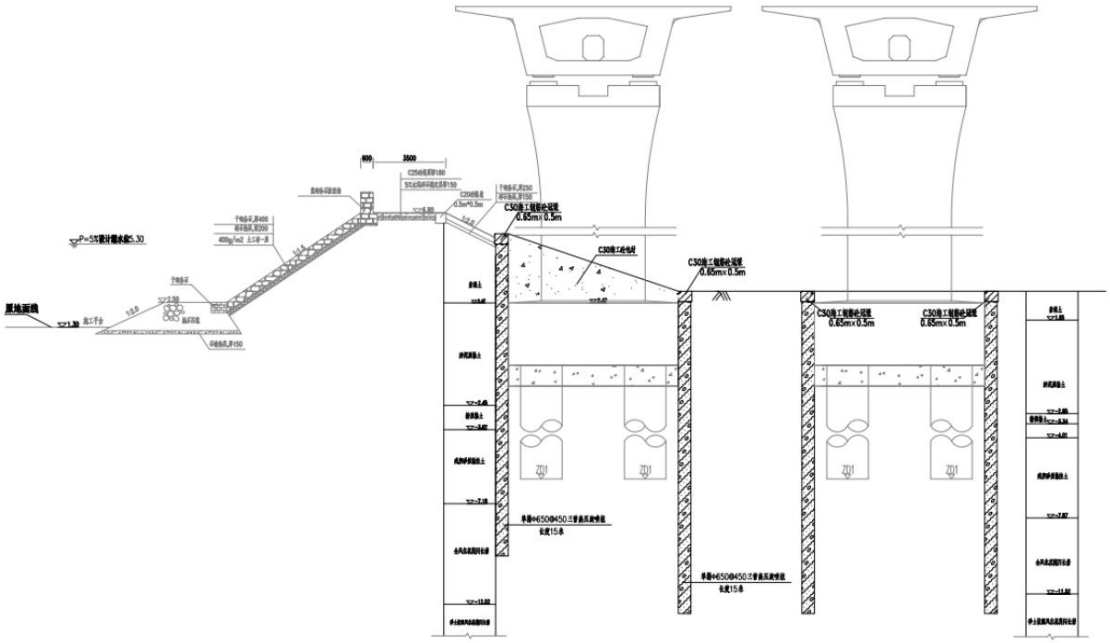


图 3.5-1 海堤修复加固措施图

全线线外改路 60m，宽度 4.5m，水泥路面，改渠两处，共 330.6m，改渠采用硬化梯形渠道，桩号 K213+750~K213+920 处采用梯形渠道，底宽 6m，深 2m，坡比 1：0.5.桩号 K214+365~K214+490 处采用梯形渠道，底宽 8m，深 2m，坡比 1：0.5，前华海堤拆除重建 77m。

表 3.5-1 改路改渠工程一览表

改路			
序号	中心桩号	改建道路名称或等级	长度
1	改路（LK0+000~135.807）	村道	60m
改渠			
序号	起讫桩号	主要尺寸	长度
1	K213+750~K213+920	梯形 6.0m×2.0m	204.50m
2	K214+365~K214+490	梯形 8.0m×2.0cm	126.10m
海堤拆复建工程			
1	前华海堤 QH0+223~QH0+300	拆除复建	77m

改渠渠道现状

前华海堤拆除和临时支护

图 3.5-2 现状照片

3.6 管线工程

3.6.1 给水工程

（1）给水管线现状概况

目前存在已建给水管，蓝色大道西侧和滨海大道北侧为 DN800，蓝色大道东侧和滨海大道南侧为 DN400。现状给水管管径已按《闽台（福州）蓝色经济产业园总体规划（2012 一 2030）》中规划管径预留到位。

（2）给水工程设计方案

由于本次工程设计范围对原道路路面进行加高改造，因给水管道现状埋设均在两米以内，为避免施工中对管道造成破坏，同时减小施工后给水管埋深，方便日后检修，故在本设计范围内对给水管进行重新设计，管径参照原管线，符合《闽

台（福州）蓝色经济产业园总体规划（2012-2030）》中管径的要求，管位详见标准管综断面图。

路外场地预留 DN200 横支管接口，间隔约 100~150 米。按照规范要求设置室外地上式消火栓，间距不超过 120 米，消火栓靠近十字路口，距路边不大于 2 米，居房屋外墙不小于 5 米。在管道隆起点设置通气设施，管线竖向布置平缓时，隔 1000 米左右设通气设施，在管道低洼处及阀门间管段低处，根据需要设置泄水阀井。

（3）排水管线现状概况

因蓝色大道接线段及滨海大道主线段均存在各类已建管线，本工程给排水仅为改造工程。由于现状污水管管位在本次道路改造红线范围外，因此全部保留使用，仅对过路部分进行改造。

3.6.2 排水工程

（1）排水工程现状

雨水管道现状：本次设计分两部分，其中蓝色大道段道路长度 357.614m，现状道路东西两侧的侧分带道下均敷设 DN600~DN1500 雨水管道，雨水排至道路西侧河道；滨海大道段道路长度 280m，现状道路南北两侧的侧分带道下均敷设 DN600~DN1000 雨水管道，雨水排至道路北侧河道。

污水管道现状：现状污水主管道 DN800 位于道路红线外侧，不在本次改造范围，仅有蓝色大道与滨海大道交叉口有一处过路管道需改造。

（2）排水工程设计原则

①雨水管道按满流设计，污水管道按非满流设计。

②雨水最小流速为 0.75m/s，污水最小流速为 0.6m/s，排水管道为金属材质时，其最大设计流速为 10m/s，排水管道为非金属材质时，其最大设计流速为 5m/s。

③为便于地块支管的接入，设计雨水管道起始埋深原则不低于 1.8m，污水管道起始埋深原则不低于 2.0m。

④雨水口布置根据检查井敷设于两侧人行道路缘石旁，同时道路最低点必须设置雨水。

⑤雨水预留管最小管径按 DN600 设计，污水预留管最小管径按 DN300 设计。

⑥除确认支管接出点外，用户支线原则按每 100~150m 范围和周边小区的管综规划预留。

（3）排水工程设计方案

①路基排水工程

本工程修筑后，尽量减少对原有水系的干扰和破坏，通过设置纵、横向排水构造物使原有水系贯通。本工程主要为桥梁工程，路基长度占比较少，主要通过布设路堑盖板沟排除路基汇水，路基地下排水有盲沟、渗沟、检查井等地下排水设施。盲沟和渗沟用于降低地下水位或排除路基范围内地下水或渗水。

表 3.6-1 路基排水汇总表

路堑边沟					
起讫桩号	工程名称	位置	边沟尺寸	材质	长度
K217+304~K217~320	矩形路堑盖板边沟	路基右侧	60cm*80cm	C35 砼	16m

路堤踏步流水槽					
中心桩号	工程名称	位置	流水槽宽度	材质	数量
K213+212	路堤踏步流水槽	右侧，桥头	0.6m	M7.5 浆砌片石	1 处
K217+304	路堤踏步流水槽	右侧，桥头	0.6m	M7.5 浆砌片石	1 处
K217+304	路堤踏步流水槽	左侧，桥头	0.6m	M7.5 浆砌片石	1 处
LK4+260	路堤踏步流水槽	右侧，桥头	0.6m	M7.5 浆砌片石	1 处

②雨污水管网

设计内容：对现状雨水及污水管道工程改造设计。

本次设计雨水管道主要是收集道路沿线单位及居民区雨水，最后依靠重力排入涵洞或附近水系。本道路雨水管仅考虑道路雨水及周边地块雨水。本次设计分两部分，其中蓝色大道段道路长度 357.614m 中，新建雨水管道段桩号 LK4+150~LK4+288 长度 138m，其余段落雨水干管保留，仅对路面雨水口及雨水连接管进行改造；滨海大道段道路长度 280m，新建雨水管道段桩号 K212+980~K213+080 长度 100m，其余段落雨水干管保留，仅对路面雨水口及雨水连接管进行改造。新建雨水干管为双侧布管，新建干管管径为 DN600~DN1000，就近接入河道及现状雨水干管。

本次设计污水管道仅对蓝色大道与滨海大道交叉口过路部分现状 DN800 污水管道进行改造，同时新建一根 DN300 过路污水管道用于接收观景台公厕污水。

表 3.6-2 路基排水工程数量表

序号	名称	材质	管径/规格	单位	长度	埋深
1	滨海大道雨水干管	球墨铸铁管	DN600~ DN1000	m	138	1.45~1.95
2	蓝色大道雨水干管	污水用球墨铸铁管	DN600~ DN1000	m	100	1.45~1.95
3	雨水检查井	装配式混凝土	Φ1500	座	4	/
4	雨水检查井	装配式混凝土	Φ1200	座	1	/
5	雨水检查井	装配式混凝土	Φ1000	座	11	/
6	雨水口	砖砌偏沟式单箅	0.7m×0.4m	座	40	/
7	雨水口	砖砌偏沟式双箅	0.7m×0.4m	座	48	/

桥梁两侧设置Φ400 纵向排水管，管长共 7840m，每一联下坡方向伸缩缝混凝土边上设置一处竖向铸铁泄水管，以排下坡方向沥青混凝土内渗水，竖向泄水管共布设 3088 套。伸缩装置底部止水带通长安装，两侧伸入护栏基础后翘起，在桥梁横坡底的一侧设置导水管，安装时将导水管插入下部桥面排水管的弯头接口中。竖向引水管下端接入地下雨水排水系统或接入收集池。

③路面排水工程

路面排水主要依靠路面横向坡度，把水排入排水沟或边沟内。超高地段外侧路面水排入中央分隔带边缘缝隙式排水沟中，每隔 30m 设一清淤井，每隔 90m 设集水井一道，并从横向排水管排至排水沟中。非超高路段路表排水主要依靠路面横向坡度，把水排入边沟或通过路堤边坡肋带排水槽排入排水沟内。

④行车道路面排水

一般路段的双向路拱横坡为 2.5%，路面雨水可经坡面漫流直接汇入填方路堤边沟或挖方边沟。超高路段的弯道内（外）侧采用超高横坡直接将水排出路面，设中央分隔带的弯道外侧路面雨水经超高横坡排入纵向缝隙式排水沟进入中央分隔带集水井。

⑤中央分隔带排水

路基中央分隔带下部设Φ80mm 塑料盲管用以排水，并每隔 35m 设置集水坑，通过双壁镀锌钢管（内Φ80mm，壁厚 4.0mm 或内Φ125mm，壁厚 4.5mm）横向排水，将水引入路堤边坡急流槽或加深特别处理后的边沟，而后把水排入路堤坡脚排水沟或涵洞或河道内。

表 3.6-3 路基排水工程数量表

起讫桩号	工程名称	主要尺寸	所在位置	单位	长度
K212+820~K213+080	一般路面排水	外 Φ80mm 塑料盲管	中央	m	260
	集水坑	18cm×18cm×24cm 矩形	中央	处	8
	横向排水管	Φ80mm 双壁镀锌钢管	单侧	m	144
K212+263~K213+384	超高段路面排水	外 Φ80mm 塑料盲管	中央	M	121
	集水坑	18cm×18cm×24cm 矩形	中央	处	6
	横向排水管	Φ80mm 双壁镀锌钢管	单侧	m	87.5
		Φ125mm 双壁镀锌钢管	单侧	m	17.5
K217+304~K217+320	一般路面排水	外 Φ80mm 塑料盲管	中央	m	16
	集水坑	18cm×18cm×24cm 矩形	中央	处	1
	横向排水管	Φ125mm 双壁镀锌钢管	单侧	m	18.3
LK3+930~LK4+280	一般路面排水	外 Φ80mm 塑料盲管	中央	m	350
	集水坑	18cm×18cm×24cm 矩形	中央	处	10
	横向排水管	Φ80mm 双壁镀锌钢管	单侧	m	170

⑥桥梁排水工程

桥梁两侧设置Φ400PE 排水管，管长共 7840m，每一联下坡方向伸缩缝混凝土边上设置一处横向泄水管，以排下坡方向沥青混凝土内渗水，横向泄水管共布设 523 套。伸缩装置底部止水带通长安装，两侧伸入护栏基础后翘起，在桥梁横坡底的一侧设置导水管，安装时将导水管插入下部桥面排水管的弯头接口中。

表 3.6-4 路基排水工程数量表

起讫桩号	工程名称	主要尺寸	单位	长度
K213+080~K217+320	纵向排水管	Φ400 PE 管	m	7840
	铸铁泄水管	D180	套	523

⑦桥面排水设计

桥面汇水通过桥面横坡汇流至护栏边缘处，护栏边缘设置纵向碎石盲沟及按 5m 间距布置竖向排水管，桥面汇水通过竖向排水管排至纵向排水槽，纵向排水槽再将桥面汇水汇入排水管，进而引到地面沉淀池。根据桥面汇水面积计算，纵向集水管最大管径为 450mm。根据桥面雨水收集系统布置，东港特大桥拟分别于 K214+180 和 K217+280 处布置沉淀池，沉淀池布置于桥梁下侧。

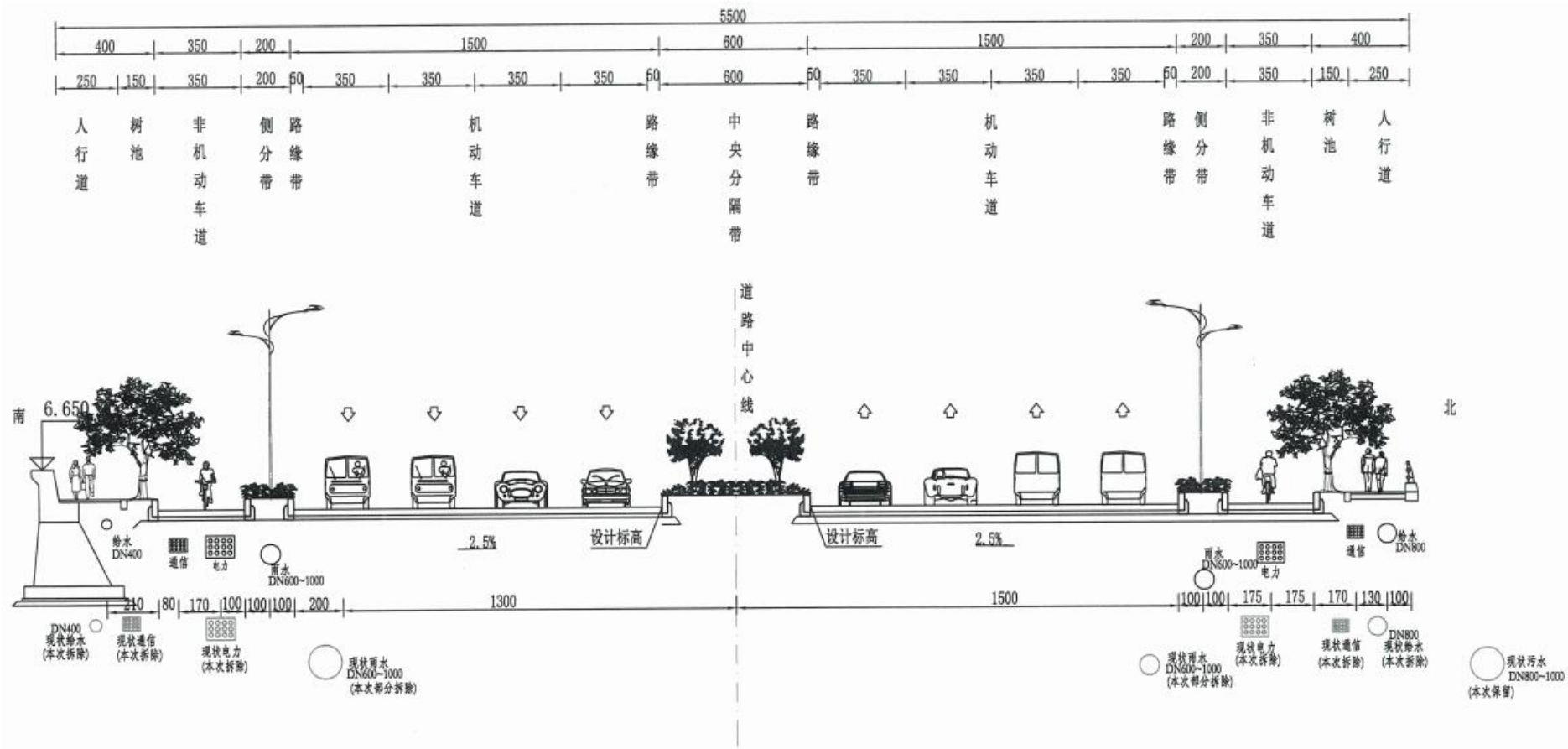


图 3.6-1 滨海大道 55m 宽管综标准横断面图

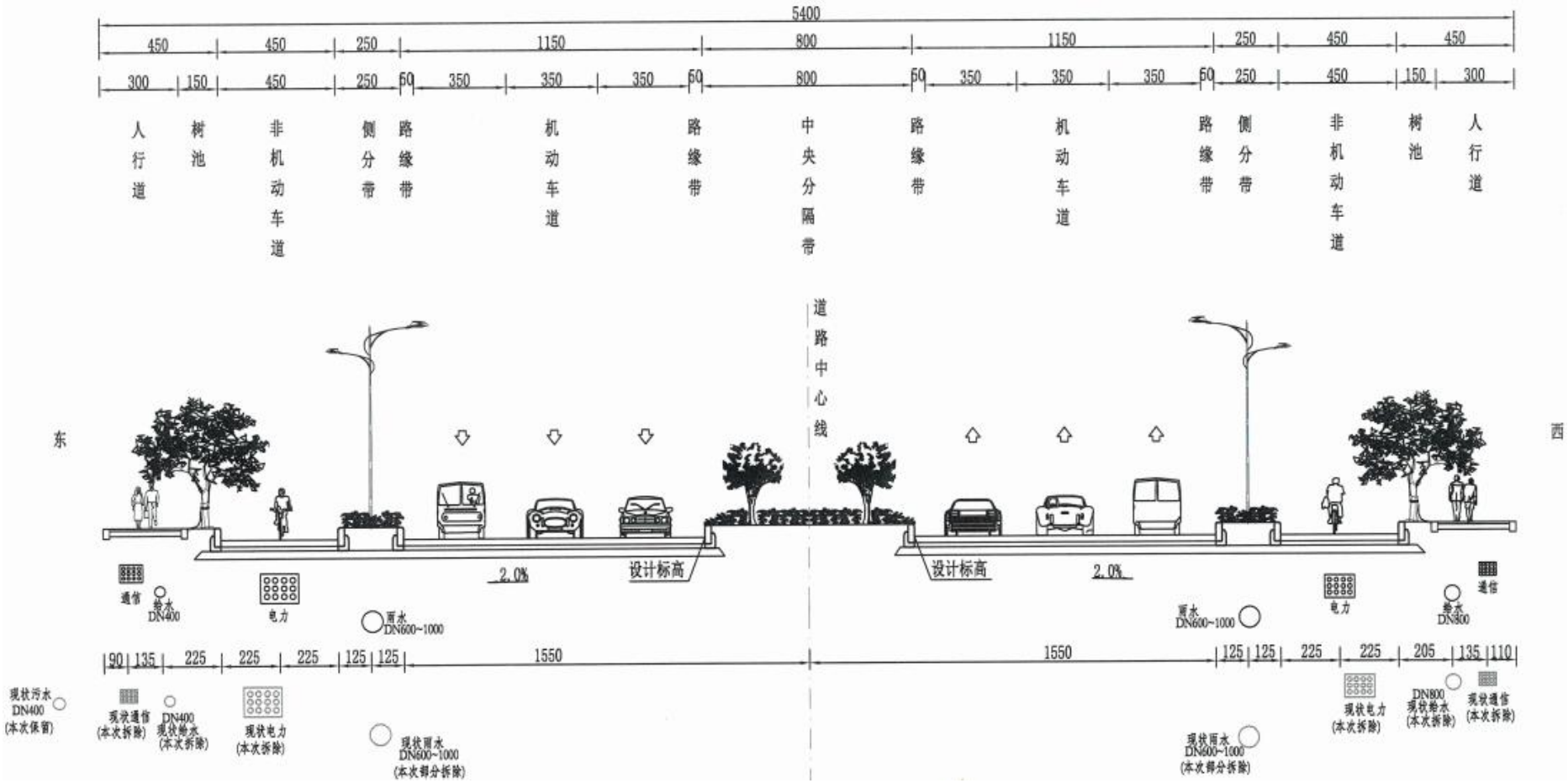


图 3.6-2 蓝色大道 54m 宽管综标准横断面图

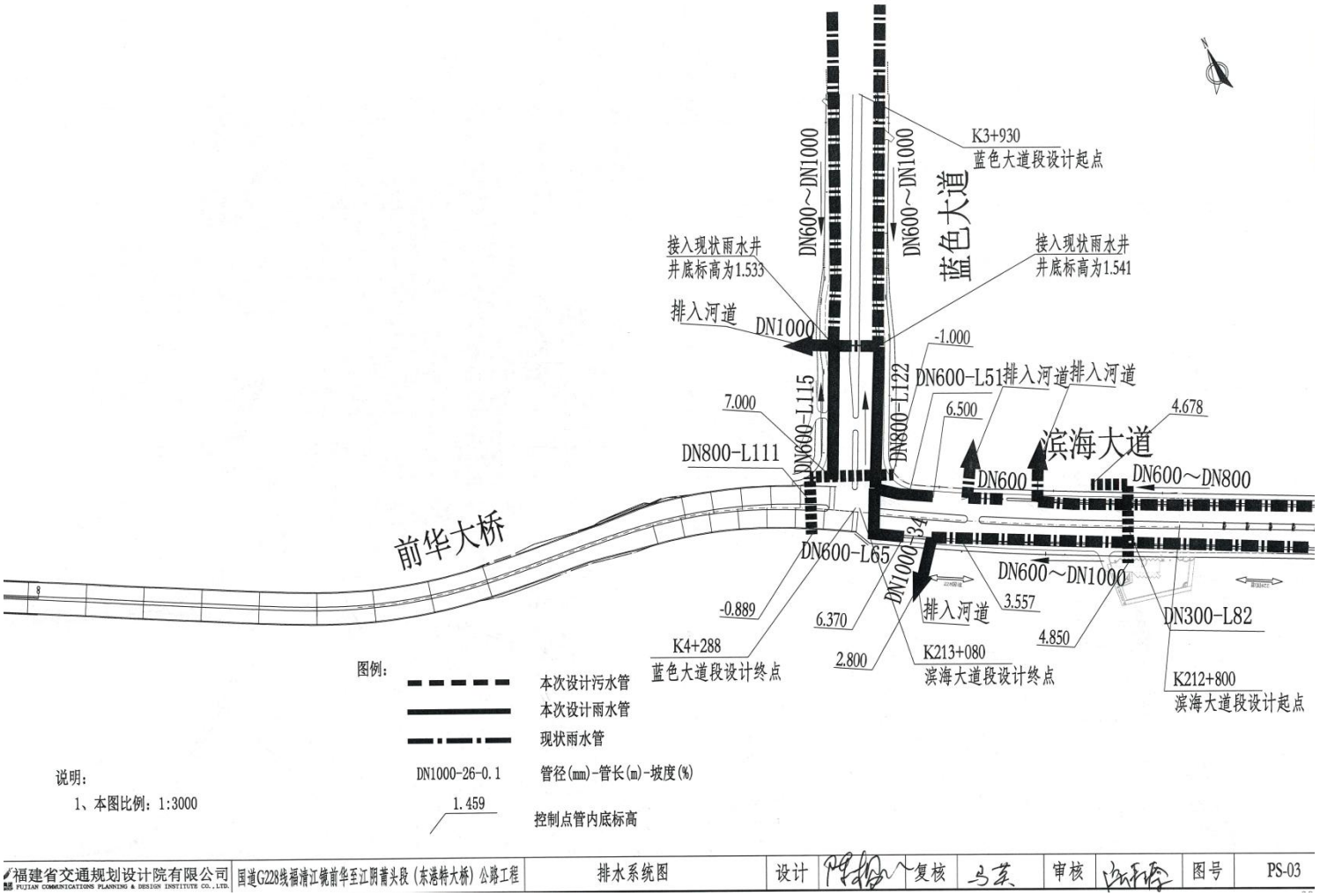

蓝色大道
滨海大道
前华大桥
K3+930
蓝色大道段设计起点
接入现状雨水井
井底标高为1.533
接入现状雨水井
井底标高为1.541
排入河道
DN1000
DN600～DN1000
DN600～DN1000
-1.000
DN600-L51
排入河道
排入河道
7.000
6.500
4.678
DN800-L111
DN600-L115
DN800-L122
DN600
DN600～DN800
DN600-L65
DN1000-134
DN600～DN1000
-0.889
6.370
排入河道
3.557
DN300-L82
4.850
K4+288
蓝色大道段设计终点
2.800
K213+080
滨海大道段设计终点
K212+800
滨海大道段设计起点
图例：
本次设计污水管
本次设计雨水管
现状雨水管
DN1000-26-0.1
管径(mm)-管长(m)-坡度(%)
1.459
控制点管内底标高
说明：
1、本图比例：1:3000
福建省交通规划设计院有限公司
FUJIAN COMMUNICATIONS PLANNING & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.
国道G228线福清江镜前华至江阴青头段（东港桥大桥）公路工程
排水系统图
设计
复核
审核
图号
PS-03

图 3.6-3 排水系统图

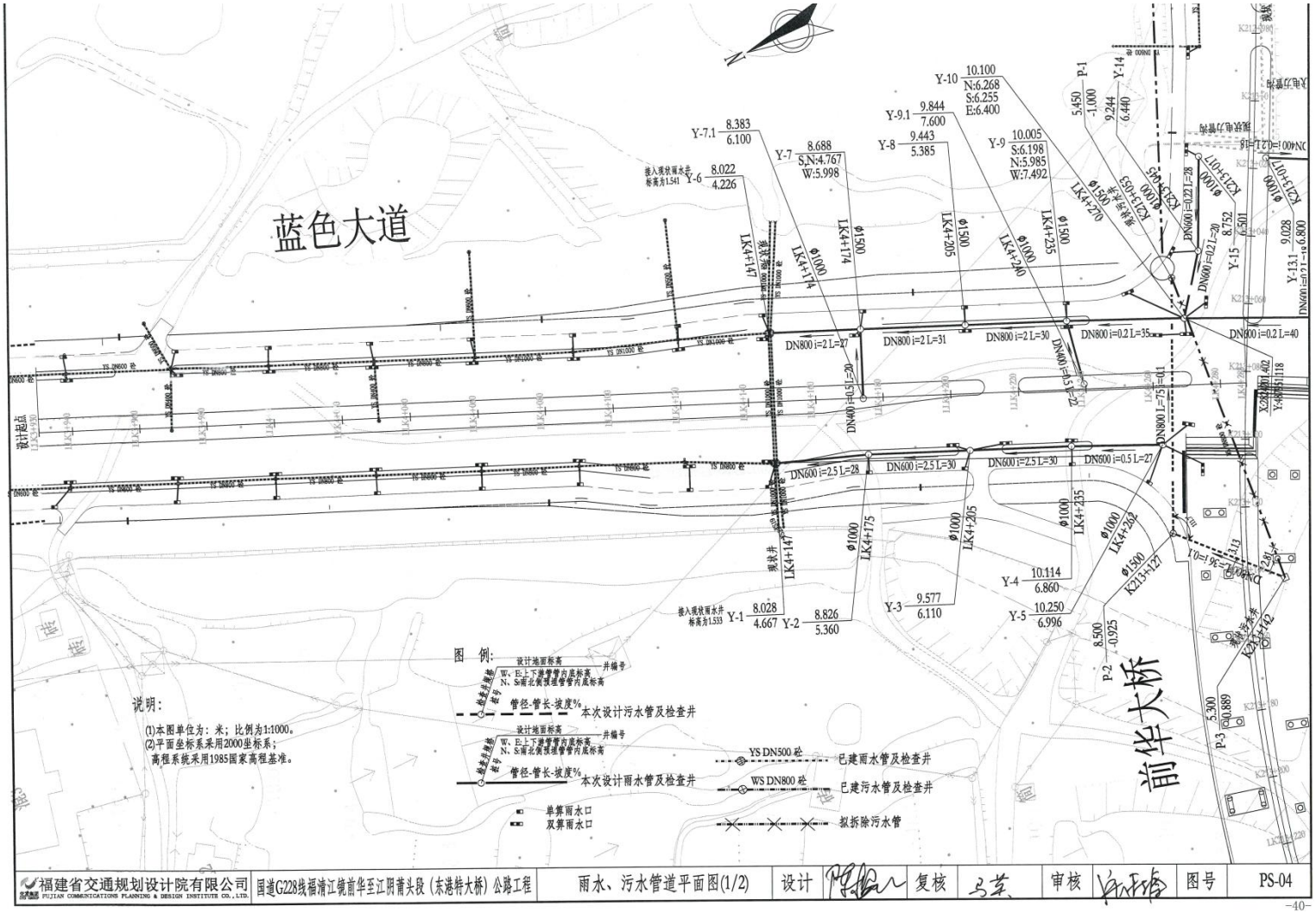
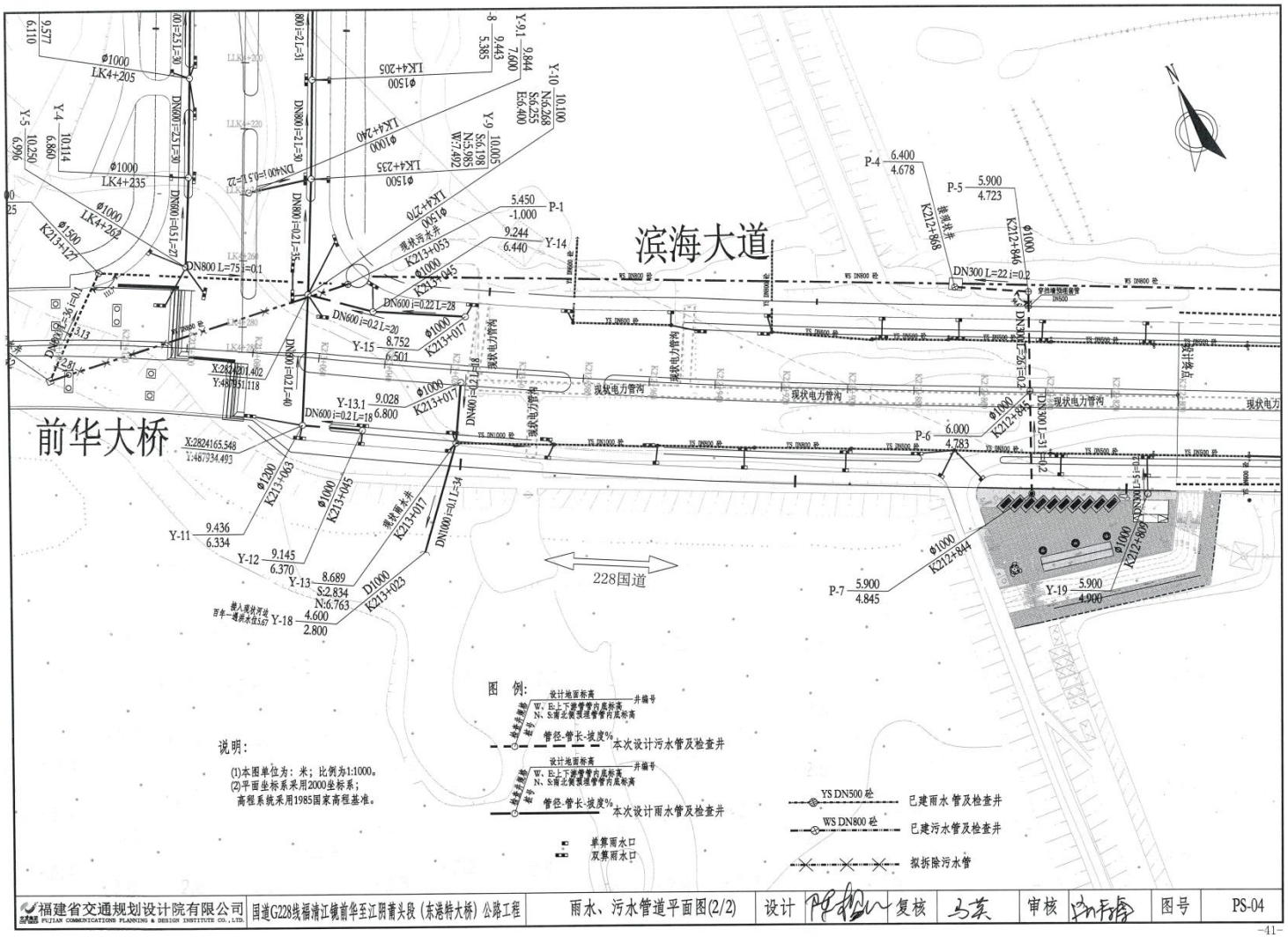


图 3.6-4 雨水、污水管道平面图（一）



-41-

图 3.6-5 雨水、污水管道平面图（二）

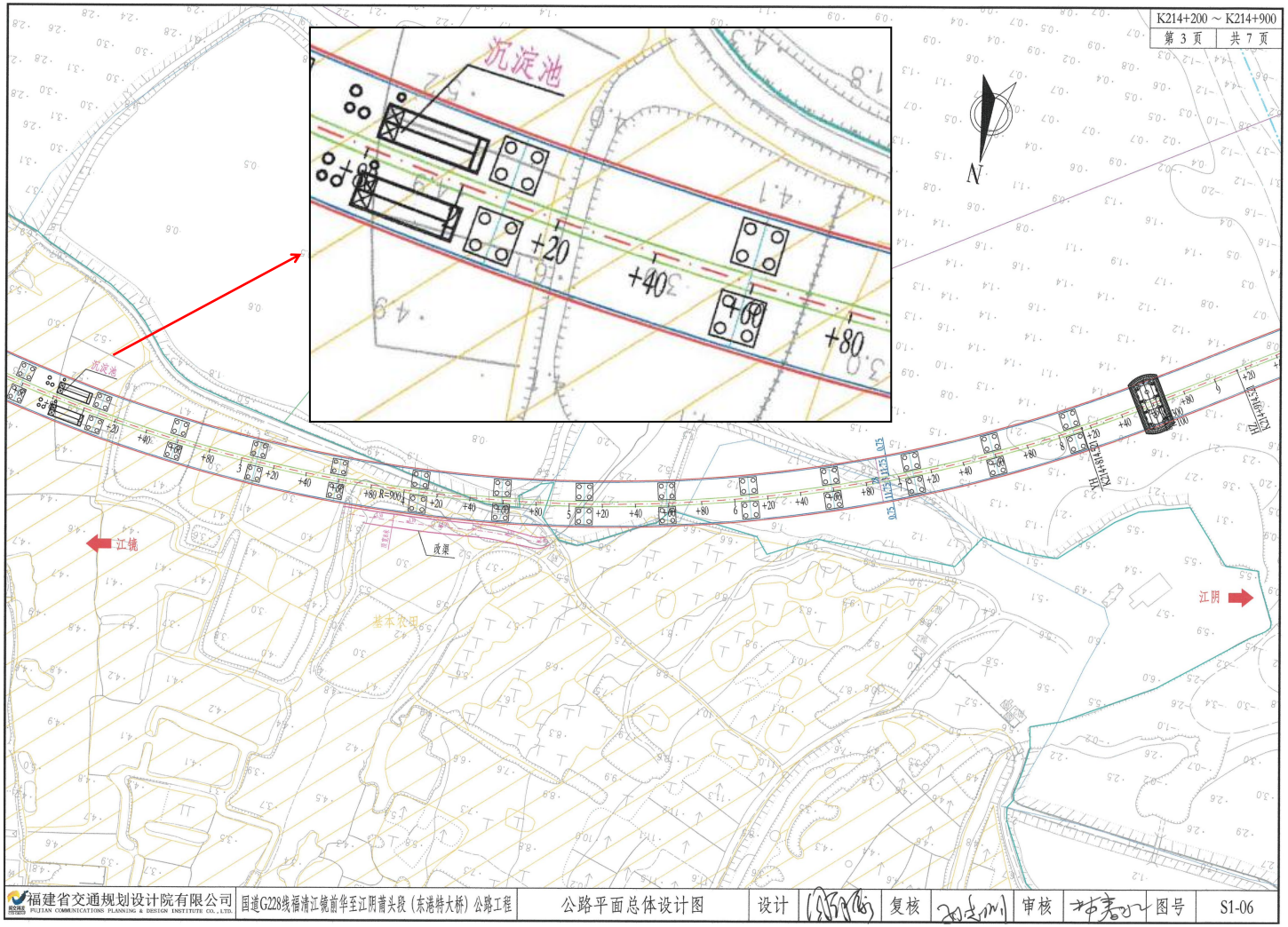


图 3.6-6 K214+180 处 2 座雨水沉淀池平面布置图

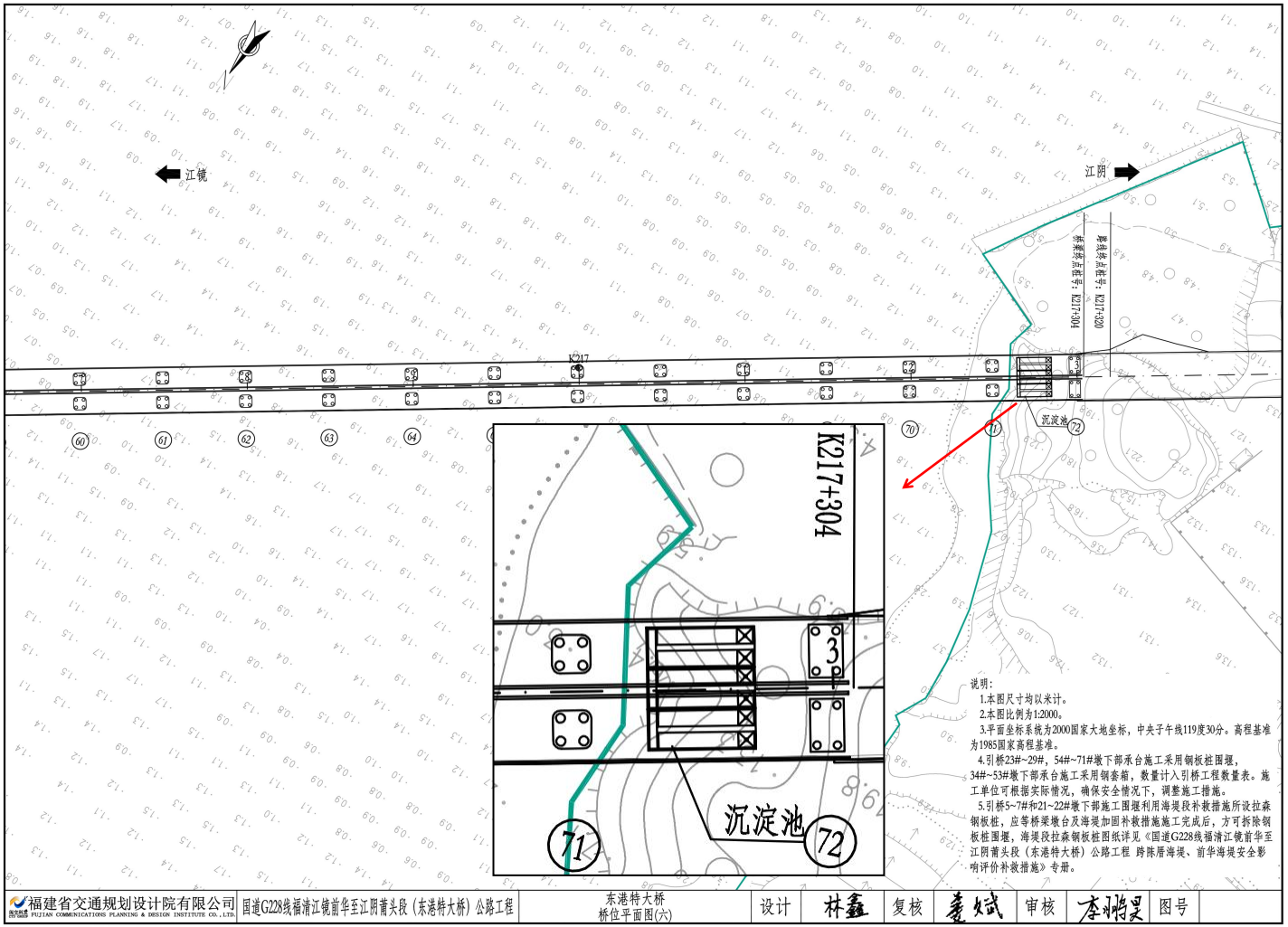


图 3.6-7 K217+280 处 3 座雨水 沉淀池平面布置图

3.6.3 路灯、电力、通信管线改造工程

根据蓝色大道、滨海大道施工图设计资料及《闽台（福州）蓝色经济产业园总体规划修编（2017-2040）》，电力排管采用双侧布置，沿道路双侧人行道设置 12θ150+2θ100 电力排管，其中 2 孔 100 为电力通信管道。

G228 东港特大桥段根据自身需求，敷设 4 孔 175 管道，特大桥内设 400x200 桥架供 10KV 电力管线布设，在两侧箱梁内另各设 400x200 桥架供箱变低压电缆布设。G228 国道（原滨海大道）电力排管敷设在南侧车行道下及北侧非机动车道下。蓝色大道电力排管敷设在双侧非机动车道下。

3.7 工程占地情况

3.7.1 工程占地

本工程总占地面积共计 10.4832hm^2，本工程永久占地 8.2499hm^2，临时用地 5.6578 hm^2（其中 3.4278 hm^2 位于征地红线范围内不重复计列，实际新增临时占地 2.2333hm^2）。永久用地中，原国有建设用地 4.3540hm^2，此次新增用地 3.8959hm^2（详见附件 4 福清市自然资源和规划局用地预审与选址意见书）。永久用地包括路基工程区 4.8356hm^2、桥梁工程区 3.4143hm^2；临时用地 2.2333hm^2（其中 1.9333hm^2 已获得临时用地批复（附件 5），0.3hm^2 作为施工期泥浆干化场使用，位于国道 C3228 线福清江阴莆头至孙卓段公路工程红线范围内，与本工程为同一建设单位，已获得用地审批）。占地类型主要为耕地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地等。本工程占地面积详见表 3.7-1。

3.7.2 项目用海情况

本工程为交通运输工程，根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”，用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁”用海，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.4.3.4：路桥用海采用跨海桥梁及其附属设施等用海，以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10 m 距离为界，故桥梁拟申请用海面积 20.5748 公顷。申请用海期限为 40 年。

工程宗海位置图见图 3.7-1，宗海平面布置见图 3.7-2。

表 3.7-1 工程占地面积表

项目组成		地类								备注
		耕地	林地	交通运输用地	水域及水利设施用地	工矿仓储用地	住宅用地	其他土地	小计	
主体工程区	路基工程区	1.5607	0.1157	1.828	1.1476		0.12	0.0636	4.8356	永久
	桥梁工程区	1.799	0.086	0.6963	0.765			0.068	3.4143	永久
	小计	3.3597	0.2017	2.5243	1.9126	0	0.12	0.1316	8.2499	
改移复建工程区		（0.1993）			（0.3245）				（0.5238）	临时
施工生产生活区				（0.58）				1.9333	1.93+（0.58）	临时
施工便道区		（0.684）			（0.45）				（1.134）	临时
临时堆土场区		（0.59）							（0.59）	临时
泥浆干化场区		（0.5805）		（0.0195）				0.3①	0.30+（0.60）	临时
合计		3.3597	0.2017	2.5243	1.9126		0.12	0.1316	8.2499	永久
		（2.0538）		（0.5995）	（0.7745）			2.2333	2.2333+（3.4278）	临时
		3.3597	0.2017	2.5243	1.9126		0.12	2.3616	10.4832+（3.4278）	总用地

注：1、土地利用类型采用《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）一级类。

2、（ ）表示用地位于主体征地红线范围内，不重复计列。

3、工程占用海域不计入上述工程占地面积。

4、①表示该处泥浆干化场区布设在国道 C3228 线福清江阴莆头至孙卓段公路工程红线范围内，与本工程为同一建设单位。

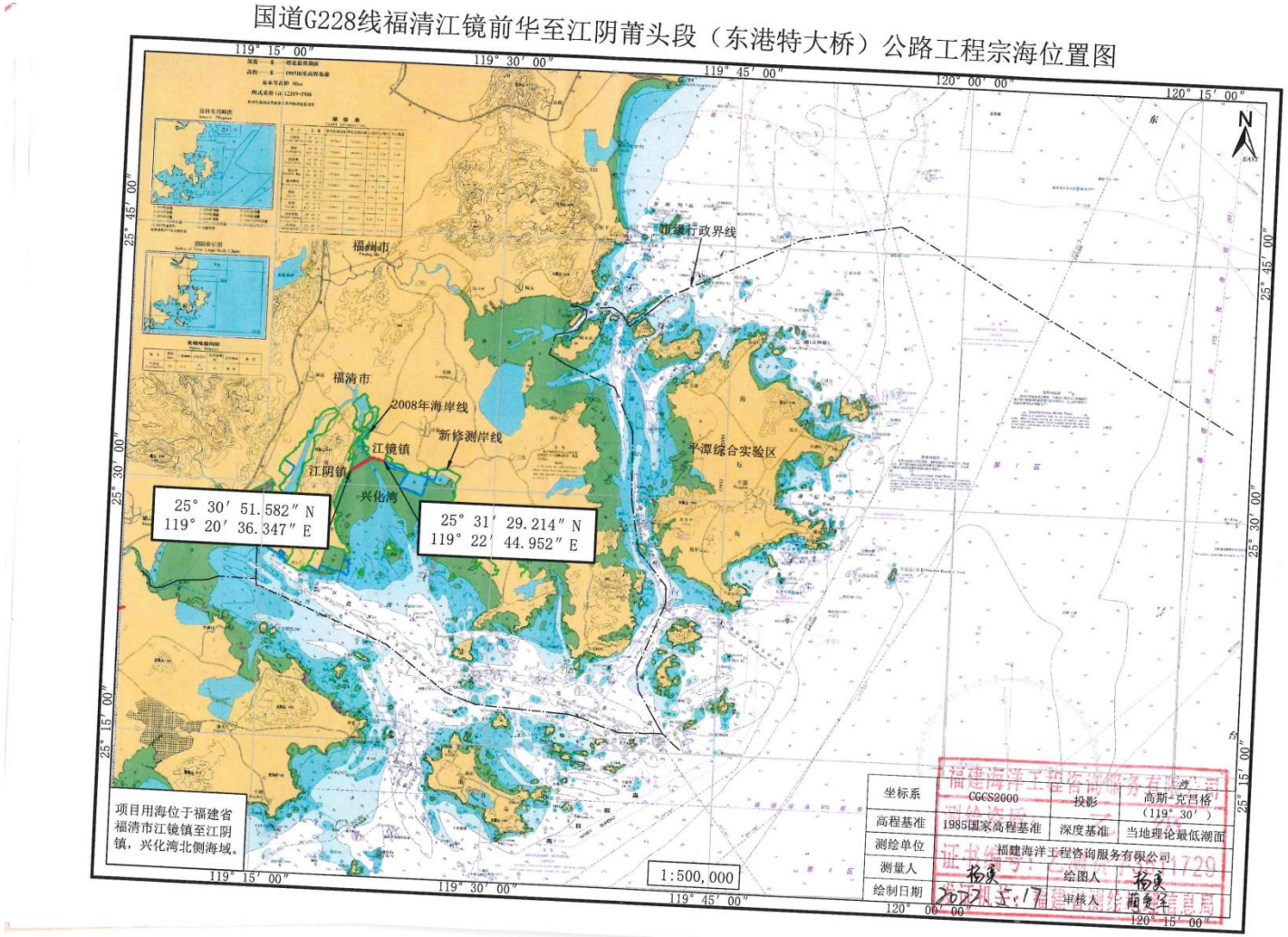


图 3.7-1 工程宗海位置图

国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程宗海平面布置图

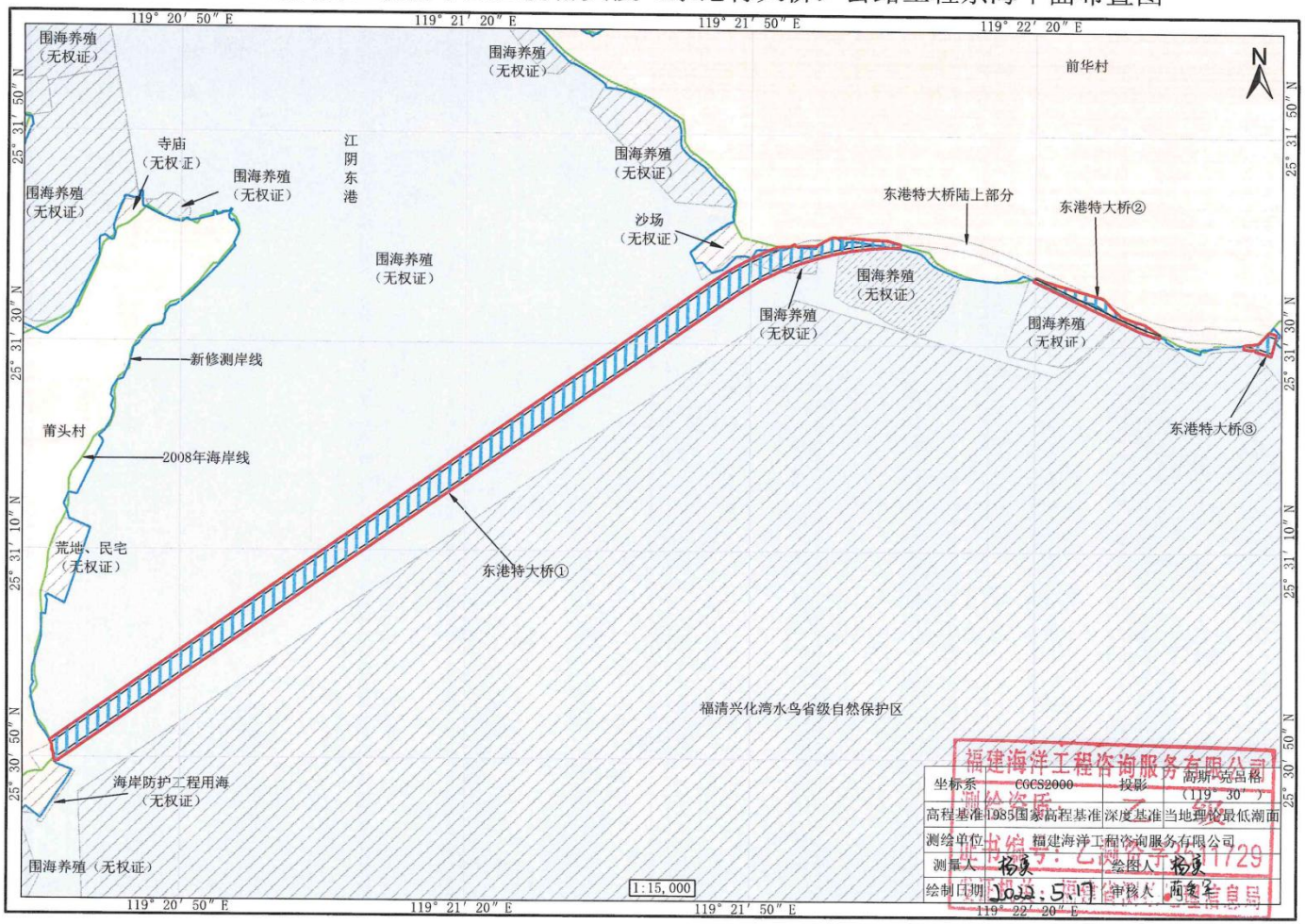
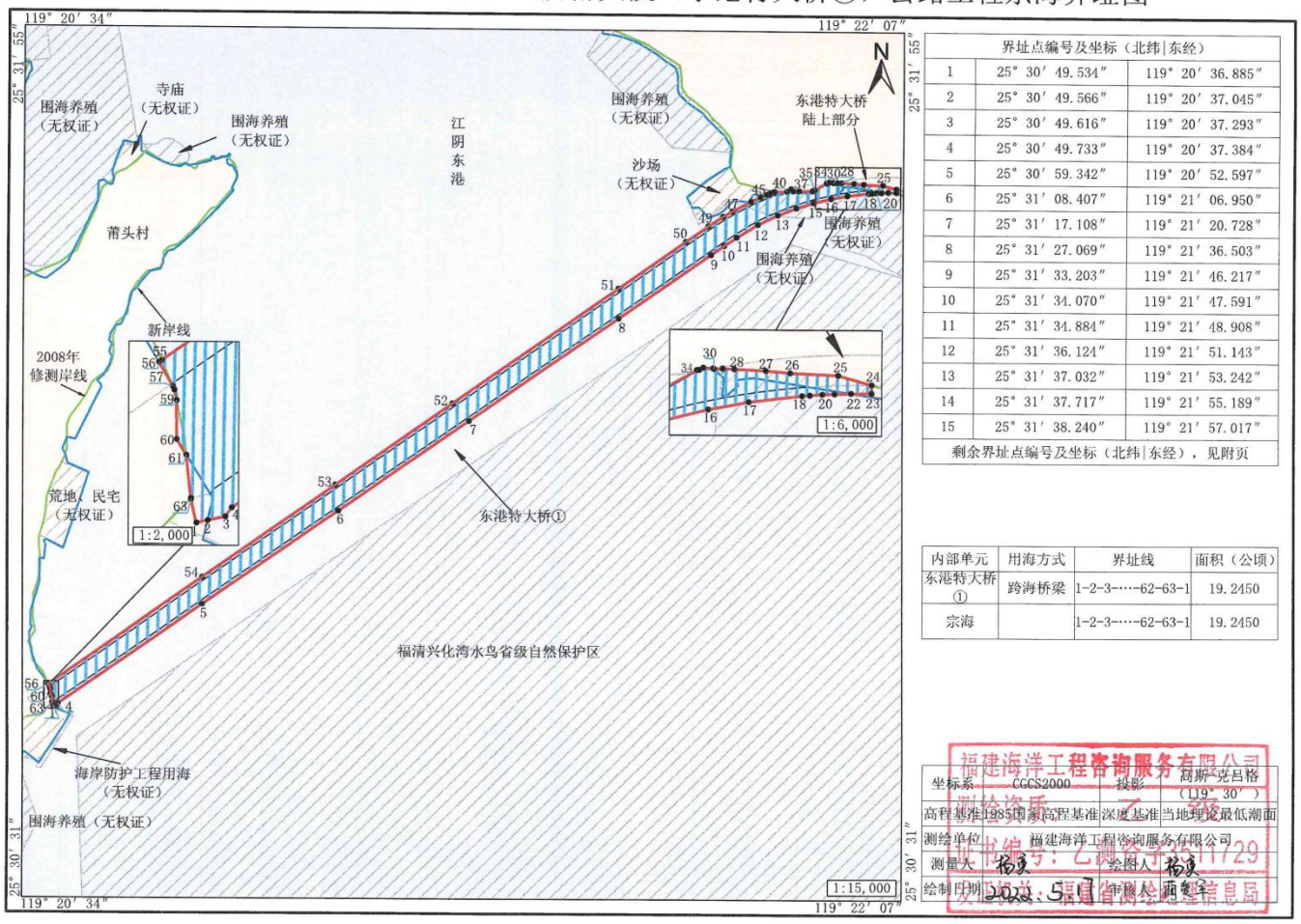


图 3.7-2 工程宗海平面布置图

国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥①）公路工程宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	25° 30′ 49.534″	119° 20′ 36.885″
2	25° 30′ 49.566″	119° 20′ 37.045″
3	25° 30′ 49.616″	119° 20′ 37.293″
4	25° 30′ 49.733″	119° 20′ 37.384″
5	25° 30′ 59.342″	119° 20′ 52.597″
6	25° 31′ 08.407″	119° 21′ 06.950″
7	25° 31′ 17.108″	119° 21′ 20.728″
8	25° 31′ 27.069″	119° 21′ 36.503″
9	25° 31′ 33.203″	119° 21′ 46.217″
10	25° 31′ 34.070″	119° 21′ 47.591″
11	25° 31′ 34.884″	119° 21′ 48.908″
12	25° 31′ 36.124″	119° 21′ 51.143″
13	25° 31′ 37.032″	119° 21′ 53.242″
14	25° 31′ 37.717″	119° 21′ 55.189″
15	25° 31′ 38.240″	119° 21′ 57.017″
剩余界址点编号及坐标（北纬|东经），见附页		

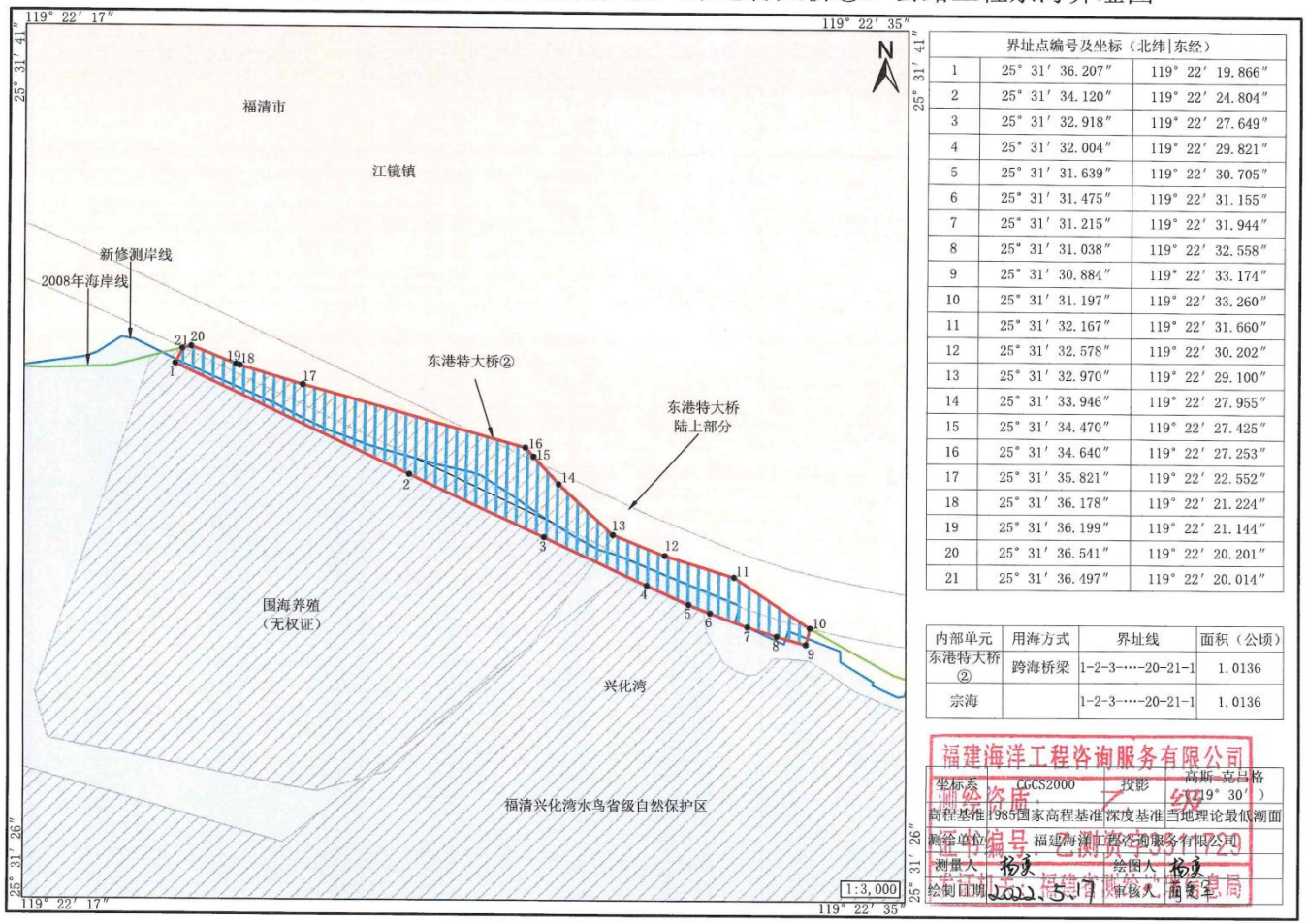
内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
东港特大桥①	跨海桥梁	1-2-3-……-62-63-1	19.2450
宗海		1-2-3-……-62-63-1	19.2450

坐标系	CGCS2000	投影	高斯-克吕格（119° 30′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建海洋工程咨询服务有限公司		
测量人		绘图人	
绘制日期	2022.5.1	审核人	

福建海洋工程咨询服务有限公司 测绘资质 乙测资字35211729 证书编号：乙测资字35211729 福建省测绘地理信息局

图 3.7-3 工程宗海界址图（一）

国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥②）公路工程宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	25° 31′ 36.207″	119° 22′ 19.866″
2	25° 31′ 34.120″	119° 22′ 24.804″
3	25° 31′ 32.918″	119° 22′ 27.649″
4	25° 31′ 32.004″	119° 22′ 29.821″
5	25° 31′ 31.639″	119° 22′ 30.705″
6	25° 31′ 31.475″	119° 22′ 31.155″
7	25° 31′ 31.215″	119° 22′ 31.944″
8	25° 31′ 31.038″	119° 22′ 32.558″
9	25° 31′ 30.884″	119° 22′ 33.174″
10	25° 31′ 31.197″	119° 22′ 33.260″
11	25° 31′ 32.167″	119° 22′ 31.660″
12	25° 31′ 32.578″	119° 22′ 30.202″
13	25° 31′ 32.970″	119° 22′ 29.100″
14	25° 31′ 33.946″	119° 22′ 27.955″
15	25° 31′ 34.470″	119° 22′ 27.425″
16	25° 31′ 34.640″	119° 22′ 27.253″
17	25° 31′ 35.821″	119° 22′ 22.552″
18	25° 31′ 36.178″	119° 22′ 21.224″
19	25° 31′ 36.199″	119° 22′ 21.144″
20	25° 31′ 36.541″	119° 22′ 20.201″
21	25° 31′ 36.497″	119° 22′ 20.014″

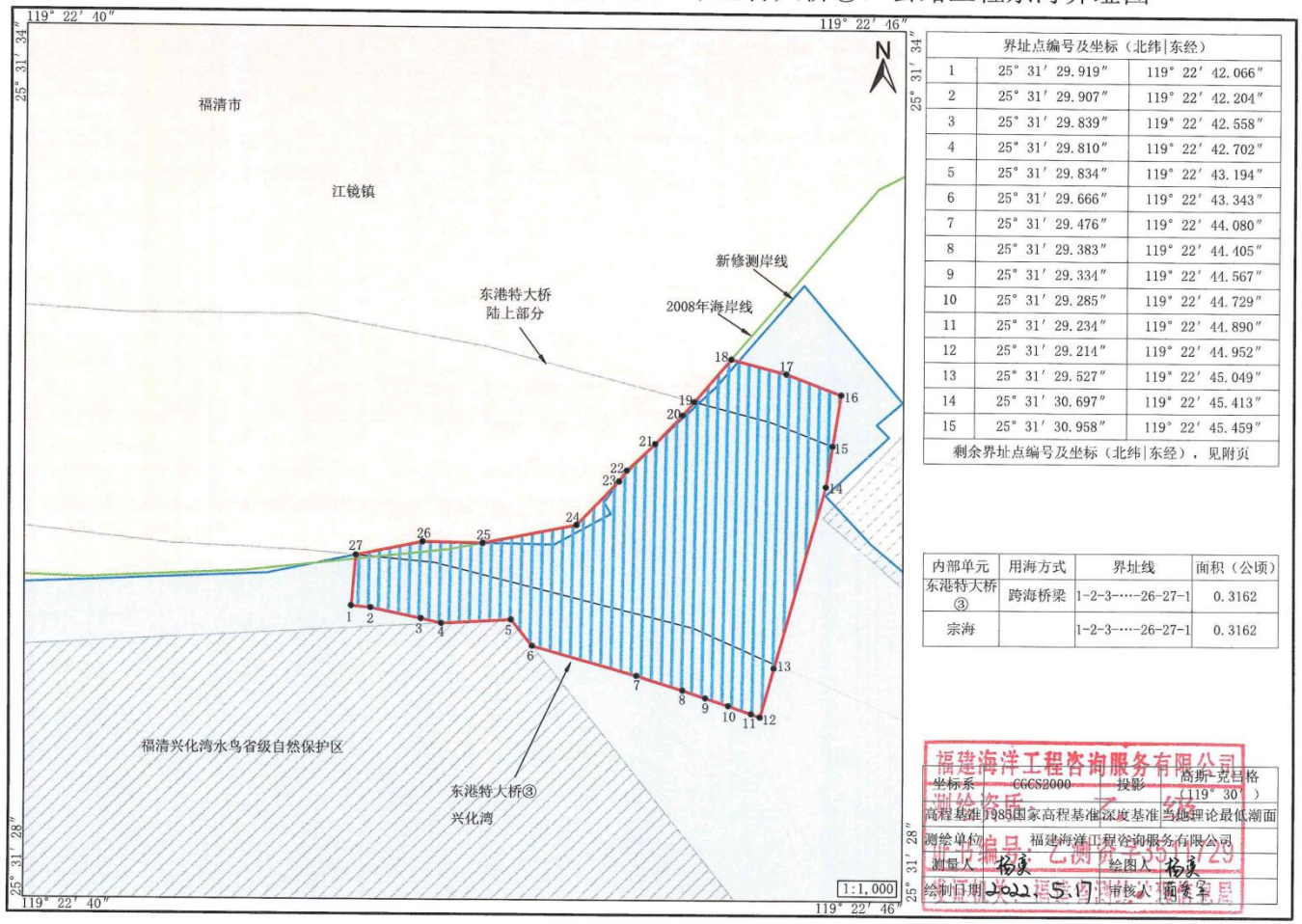
内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
东港特大桥②	跨海桥梁	1-2-3-…-20-21-1	1.0136
宗海		1-2-3-…-20-21-1	1.0136

福建海洋工程咨询服务有限公司

坐标系	CGCS2000	投影	高斯-克吕格（119° 30′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建海洋工程咨询服务有限公司		
测量人	杨彦	绘图人	杨彦
绘制日期	2022.5.17	审核人	高定军

图 3.7-4 工程宗海界址图（二）

国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥③）公路工程宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	25° 31′ 29.919″	119° 22′ 42.066″
2	25° 31′ 29.907″	119° 22′ 42.204″
3	25° 31′ 29.839″	119° 22′ 42.558″
4	25° 31′ 29.810″	119° 22′ 42.702″
5	25° 31′ 29.834″	119° 22′ 43.194″
6	25° 31′ 29.666″	119° 22′ 43.343″
7	25° 31′ 29.476″	119° 22′ 44.080″
8	25° 31′ 29.383″	119° 22′ 44.405″
9	25° 31′ 29.334″	119° 22′ 44.567″
10	25° 31′ 29.285″	119° 22′ 44.729″
11	25° 31′ 29.234″	119° 22′ 44.890″
12	25° 31′ 29.214″	119° 22′ 44.952″
13	25° 31′ 29.527″	119° 22′ 45.049″
14	25° 31′ 30.697″	119° 22′ 45.413″
15	25° 31′ 30.958″	119° 22′ 45.459″
剩余界址点编号及坐标（北纬|东经），见附页		

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
东港特大桥③	跨海桥梁	1-2-3-…-26-27-1	0.3162
宗海		1-2-3-…-26-27-1	0.3162

坐标系	CGCS2000	投影	高斯-克吕格（119° 30′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建海洋工程咨询服务有限公司		
测量人	杨庚	绘图人	杨庚
绘制日期	2022.5.17	审核人	陶冬军

福建海洋工程咨询服务有限公司 测绘资质 乙测资字35117129

图 3.7-5 工程宗海界址图（三）

3.8 施工方案及组织计划

3.8.1 建设工期及施工顺序

3.8.1.1 施工工期

本工程预计 2026 年 6 月竣工。

表 3.8-1 施工进度计划表

项目			2022 年	2023 年				2024 年				2025 年				2026 年	
			四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度	三季度	四季度	一季度	二季度
1	前华大桥	桩基															
2		承台															
3		墩柱															
4		现浇箱梁															
5	东港特大桥	桩基															
6		承台															
7		墩柱															
8		引桥现浇箱梁															
9		主桥挂篮现浇															

3.8.1.2 施工顺序

（1）施工区段

主要分为 2 个工区，一工区负责东侧主桥、东引桥、前华大桥、道路及附属工程。二工区负责西侧主桥、主桥合龙段钢箱梁、西引桥等。

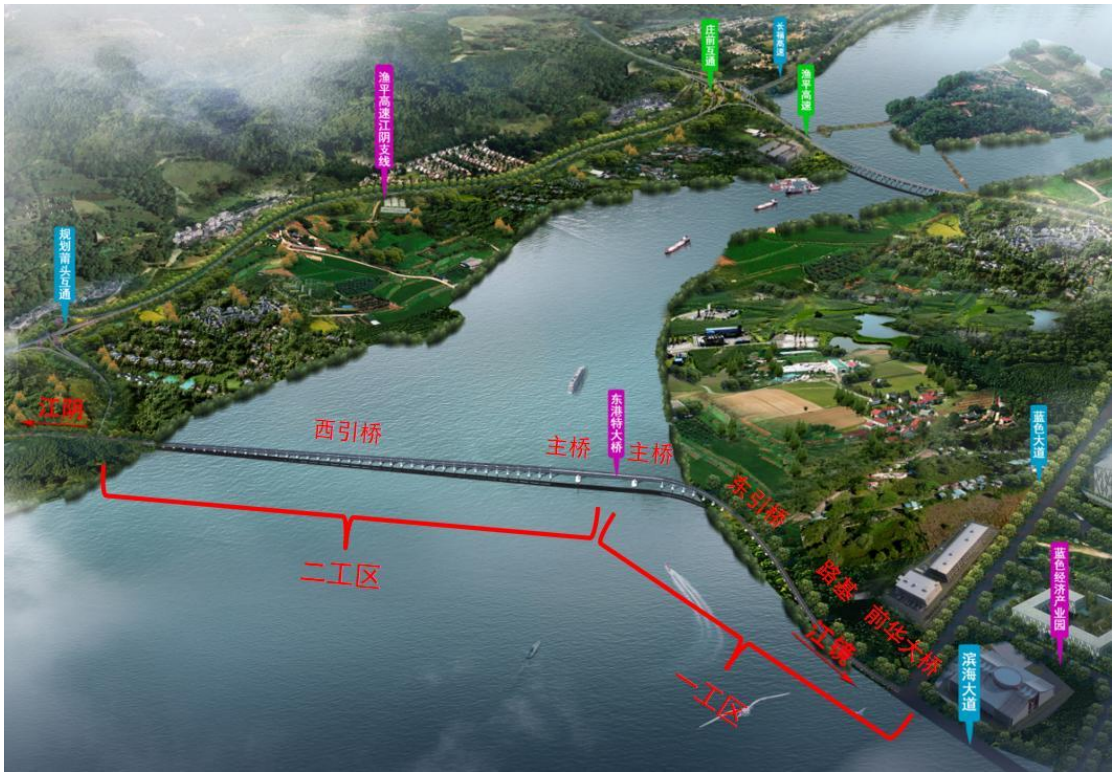


图 3.8-1 工区划分布置图

（2）施工顺序及流程

总体施工顺序及流程见下图。

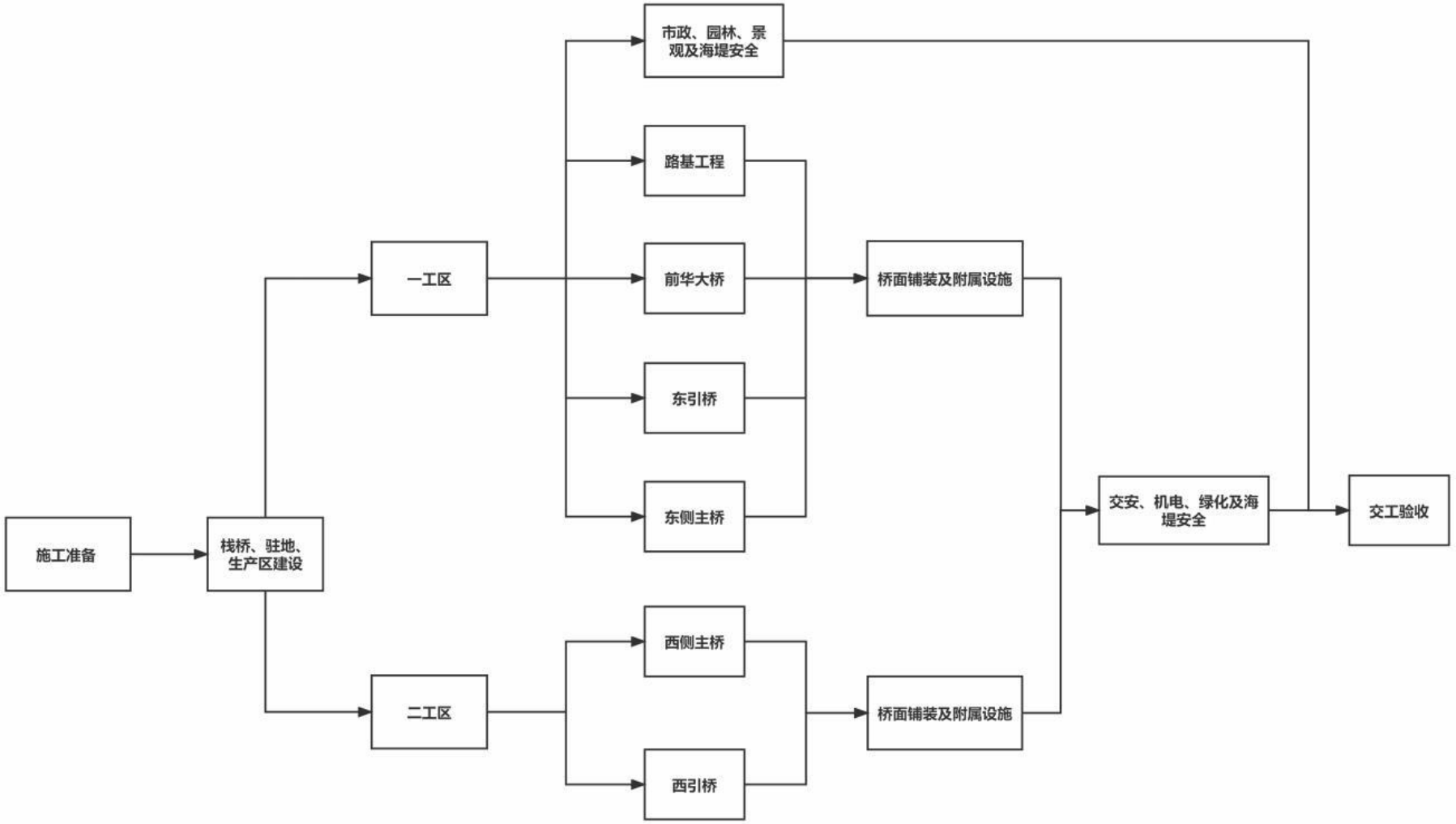


图 3.8-2 总体施工顺序及流程

3.8.2 施工组织安排

以主桥施工为主线，重点控制主桥桩基、承台、上部混合梁三个里程碑节点工期，统筹安排，科学调度，安全、高效、优质的完成桥梁施工任务，施工总体安排如下：

（1）进场后立即开展项目驻地、场站，施工便道等临建建设。

（2）本项目关键线路为钢栈桥搭设和主桥施工，开工后立即开展水上钢栈桥施工，为顺利实现项目工期目标，西引桥钢栈桥采用水陆两端相向组织施工；栈桥施工完成，31#、32#主墩，30#、33#过渡墩均平行组织施工。

（3）东引桥上部结构连续箱梁双幅共 60 跨，0-6#墩双幅采用支架现浇，其余采用 2 套移动模架现浇，由 7#墩处为起点向主墩方向组织施工，桩基、承台及墩柱等下部结构施工组织顺序与上部结构一致。

（4）西引桥上部结构连续箱梁双幅共 78 跨，设计图纸均为移动模架现浇，根据墩身设计高度、现场地形地貌及社会资源调查情况，65#-72#墩不具备采用移动模架的条件，53#-65#墩采用移动模架施工工程量较少，故 53#-72#墩箱梁拟采用支架现浇，34#-53#墩箱梁采用移动模架现浇。西引桥分别由 72#墩、53#墩处为起点向主墩方向组织施工，桩基、承台、墩柱等下部结构施工组织顺序与上部结构相匹配。

（5）待桥梁主体结构完工后即可展开排水、绿化等施工，待引桥完成桥面附属工程后，引桥由主桥端向东西岸引桥开展铺装、照明和交安等工程；最后实施主桥段铺装、照明和交安等工程。

3.8.3 筑路材料及运输情况

（1）材料：筑路材料主要包括路基填筑材料和路面、桥梁、桥梁其他结构物材料。路基填筑材料主要为土、石；路面、桥梁、桥梁及其他结构物材料主要有钢材、水泥、沥青、砂石料等。沿线一般碎石、块石和土料等筑路材料十分丰富，分布广泛，且开采、运输条件较好。但路面面层石料相对较缺乏，砂料需从闽侯等地外购。

（2）运输条件：项目沿线附近有沈海高速公路、324 国道、201 省道、305 省道及县乡公路，路网发达、运输条件很好，局部路段需修建施工便道，以满足

材料及设备运输至工地的要求，均可采用汽车装运。

（3）水电条件：本工程区域基础设施配套基本齐全，施工用电由城市电网供应，施工用电以电网供电为主，大桥项目需要配置变电站 8 台，其中东侧 4 台；西侧 4 台，为保证电网停电时重要的电气设备能连续工作，在施工生产区配置柴油发电机组作为应急电源，根据施工工艺及先后配置 1 台 50kw 发电机组放置在办公生活区，1 台 400kw 发电机组放置在前场流动备用，保障重要设备、关键工序的正常供电。确保施工进度要求。施工用水接入村镇自来水管网，满足工程施工需求箱式变压器。施工中注意水资源的保护，严防对沿线居民用水的污染。

表 3.8-1 箱式变压器配置表

编号	名称	型号	数量	桩号	使用范围
1	箱式变压器	630KVA	1	LK4+200	钢筋加工场、前华大桥
2	箱式变压器	630KVA	1	K213+674	东引桥
3	箱式变压器	630KVA	1	K214+159	东引桥
4	箱式变压器	630KVA	1	K214+709	东引桥
5	箱式变压器	800KVA	1	K214+974	东侧主桥
6	箱式变压器	8000KVA	1	K215+349	西侧主桥
7	箱式变压器	630KVA	1	K215+349	西侧引桥
8	箱式变压器	800KVA	1	K215+764	西侧引桥（6 号箱变使用后迁移）
9	箱式变压器	800KVA	1	K216+354	西侧引桥
10	箱式变压器	800KVA	1	K217+254	西引桥及分部钢筋加工场

国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程由建设单位福清市交通建设投资集团有限公司负责工程建设的组织管理，同时负责对工程建设进行控制与引导。工程施工、监理采取招投标形式确定。施工管理贯穿施工全过程，通过计划、组织、协调、检查等手段，调动一切有利因素，努力实现各阶段的目标，减小对沿线生产和环境造成影响。

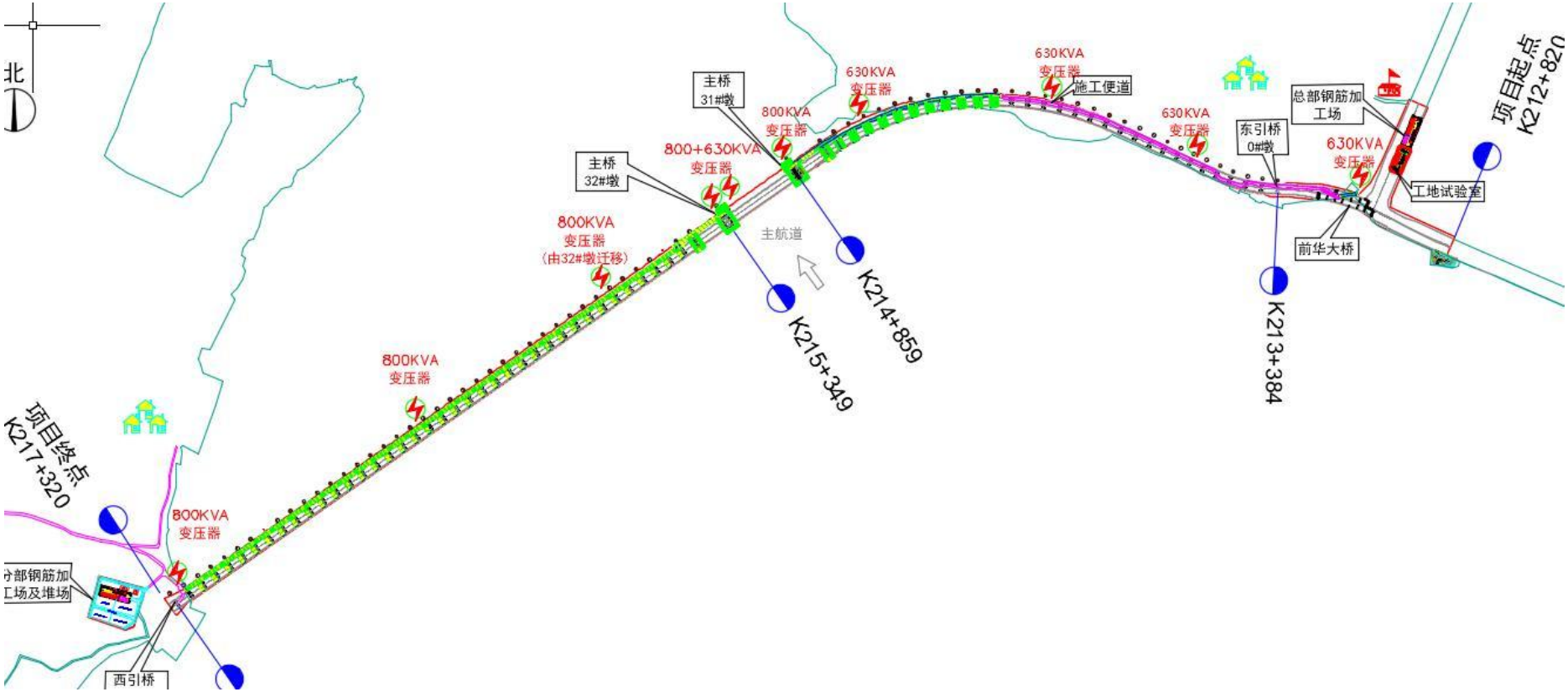


图 3.8-3 箱式变压器布置图

3.8.4 施工布置

（1）施工临时设施

根据施工单位提供的施工现场布置图，施工期间在工程沿线布设相应的施工临时设施，施工临时设施主要有施工生产生活区、临时堆土场区、淤泥干化场区和施工便道区。

根据主体设计提供的资料，施工临时设施具体布设情况如下：

①施工生产生活区

为满足施工便利和工期要求，施工单位在公路沿线设置施工生产生活区。共布置 2 个标准化施工场地，布置预制块堆场、钢筋加工场和工地试验室等各类生产设施，以及办公生活设施等，由于工程紧靠居民区，且周边路网完善 ，部分管理及施工人员租用沿线居民房屋，不计入本方案。1#施工场地位于主体工程红线范围内，面积约 0.58hm^2，不重复计列，2#施工场地位于本工程终点 150m 一处空地，位于本工程征地红线外，占地面积 1.9333hm^2，已获得临时用地证明，具体平面布置见下图。

施工生产生活区在结束后拆除硬化层，土地整治，进行植被恢复。

表 3.8-2 施工生产生活区布设基本情况　　单位：hm^2

序号	项目名称	桩号	位置	占地面积	备注
1	1#施工场地	LK3+930	距蓝色大道起点约 2500m	（0.58）	钢筋加工场、工地试验室
2	2#施工场地①	K217+32	距终点约 37m	1.9333	钢筋加工场、预制块堆场
5	合计			1.9333+（0.58）	
注：（ ）表示用地位于主体征地红线范围内，不重复计列。					

②临时堆土场区

本工程征占地范围内涉及部分耕地和林地，主体设计考虑了表土资源的剥离和保护措施，施工单位开工前剥离了部分表土，前期剥离的表土预留后期景观绿化覆土量，堆放于临时堆土场区，本工程采取分段施工，具备植被恢复和绿化的区域及时进行绿化施工，绿化施工前回覆表土，避免表土长时间堆放，绿化分段施工，及时回覆堆存的表土，

保证临时堆土不影响主体工程施工。工程开挖临时堆存土方也可运至临时堆土场区堆存，注意需要和表土分开堆放。

工程根据施工要求设置 1 处临时堆土场区，用地面积为 0.59hm^2。临时堆土场堆高控制在 3.0m 以内，单次可堆放最大土石方量约为 1.75 万 m^3，堆土坡度为 1：1.5～1：2.0。其中表土堆放区应在表土方表面辅以密目网苫盖措施。临时堆土区四周采用土袋拦挡，土袋外侧布设临时排水沟，排水沟末端布设沉沙池，防止雨水冲刷，造成水土流失。临时堆土场布设情况见下表。

表 3.8-3 临时堆土厂区基本情况表　　单位：hm^2

序号	项目名称	位置	占地面积	占地类型
1	临时堆土场区	K212+820~K212+890	（0.59）	位于路基永久征地范围内

③泥浆干化场

本工程主线为桥梁工程，桥梁桩基施工产生大量的钻渣和淤泥，施工单位已在现场布设两处淤泥干化场，1#淤泥干化场位于本工程起点至蓝色大道平交拐角处，位于路基红线范围内，占地面积 0.60hm^2，2#淤泥干化场位于工程终点进场道路左侧，占地面积 0.80hm^2。1#淤泥干化场位于本工程红线范围内，由于淤泥产生时段主要为前期路基换填及桥梁桩基开挖的淤泥及钻渣，路面硬化工程在后期实施，淤泥经过晾晒后，尽快运出，施工时序上可以满足。施工单位拟布设临时苫盖、拦挡和排水措施。

表 3.8-4 泥浆干化场基本情况表　　单位：hm^2

序号	项目名称	位置	占地面积	备注
1	1#泥浆干化场	K212+900~K213+102	（0.60）	位于路基永久征地范围内
2	2#泥浆干化场	K217+357	0.30	新增占地
合计			0.3+（0.60）	
注：（ ）表示用地位于主体征地红线范围内，不重复计列。①表示该场地位于国道 C3228 线福清江阴莆头至孙卓段公路工程红线范围内，与本工程为同一建设单位，已获得用地审批				

（2）施工交通

①对外交通条件

本工程路基沿线有现状道路连接，部分路段需修建施工便道，工程区交通便利，可满足施工要求。在工程周边分布有渔平高速、港渔线和现状蓝色大道等，工程区可达性良好。

②场内施工便道

本工程的桥梁工程量大，根据施工单位提供的现场施工布置图，本工程在主

线沿线设置施工便道 1620m，路基宽度 7m，2#施工区进场道路布置施工便道 711m，新建便道采用泥结石路面。本工程主要为桥梁工程，施工便道布置在桥梁投影下方，位于红线范围内，施工便道原地势较低，且涉及几处养殖坑塘，施工便道可回填工程桩基开挖土方，建筑垃圾等填平施工便道，便于工程施工。

跨海大桥主要采用钢便桥施工，主要利用已征用海域，主栈桥设计钢便桥数量 2545 米，支栈桥设计数量 1530 米。

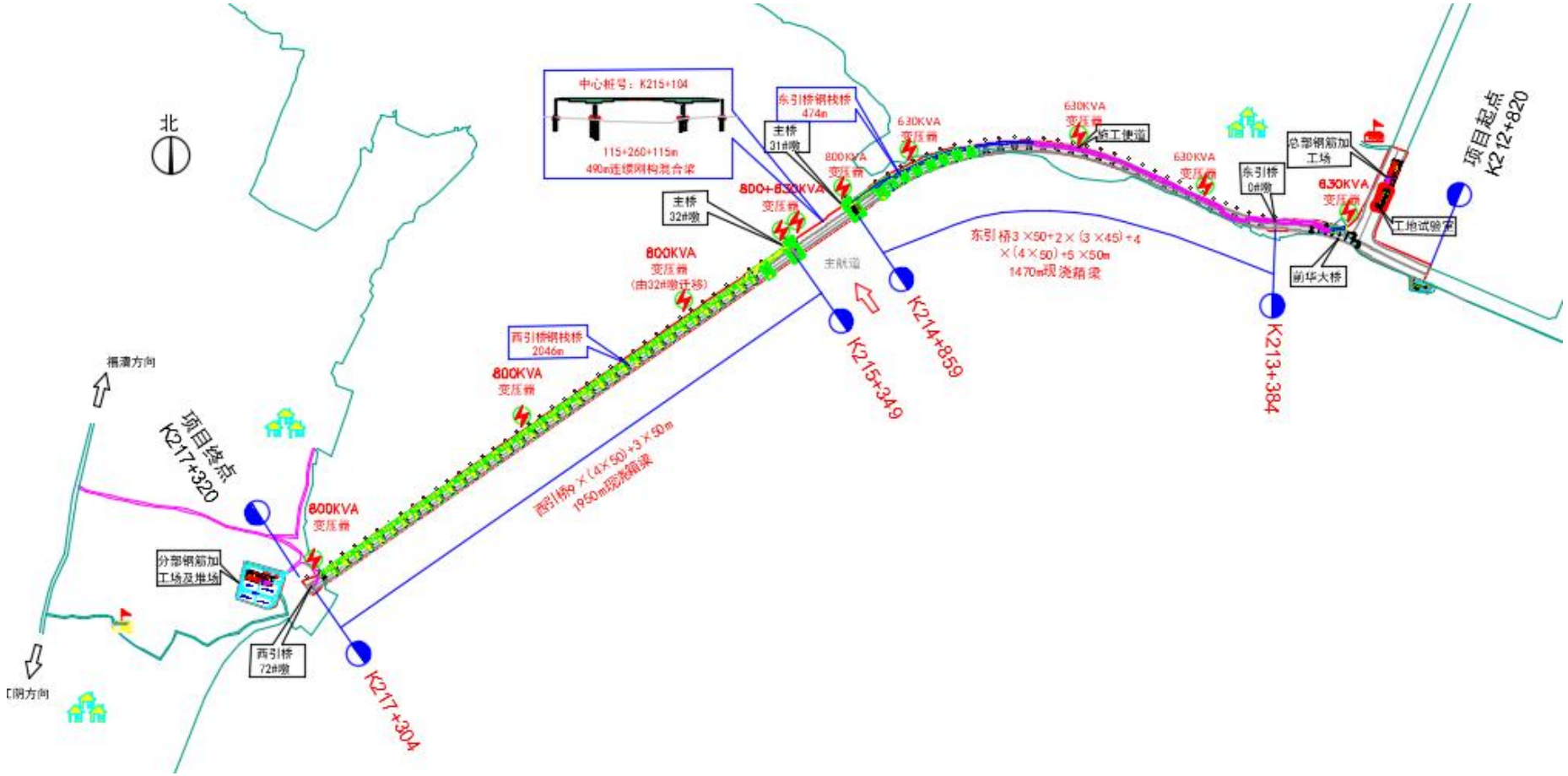


图 3.8-4 施工总体平面布置图

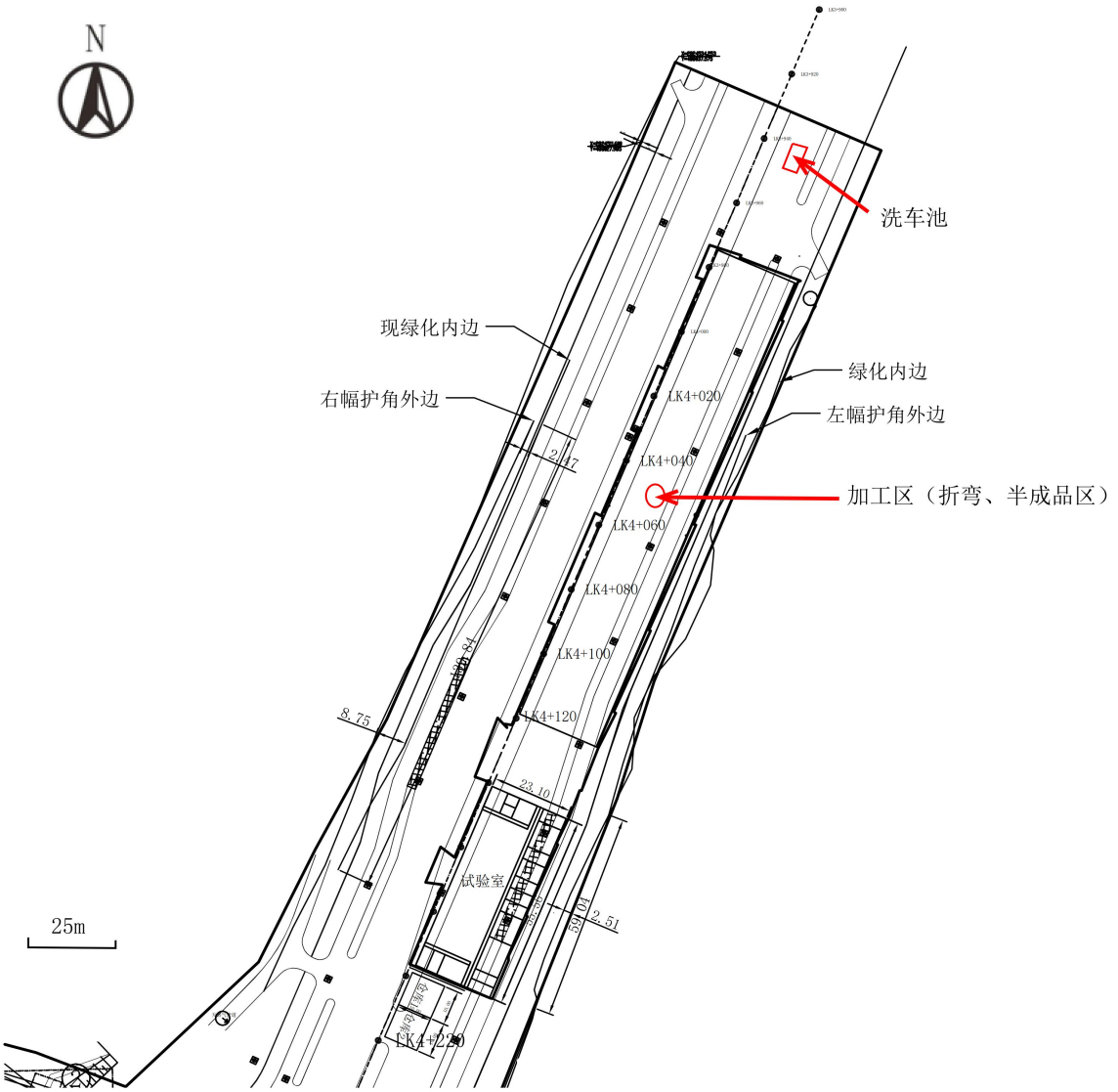


图 3.8-5 1#施工生产生活区平面布置图

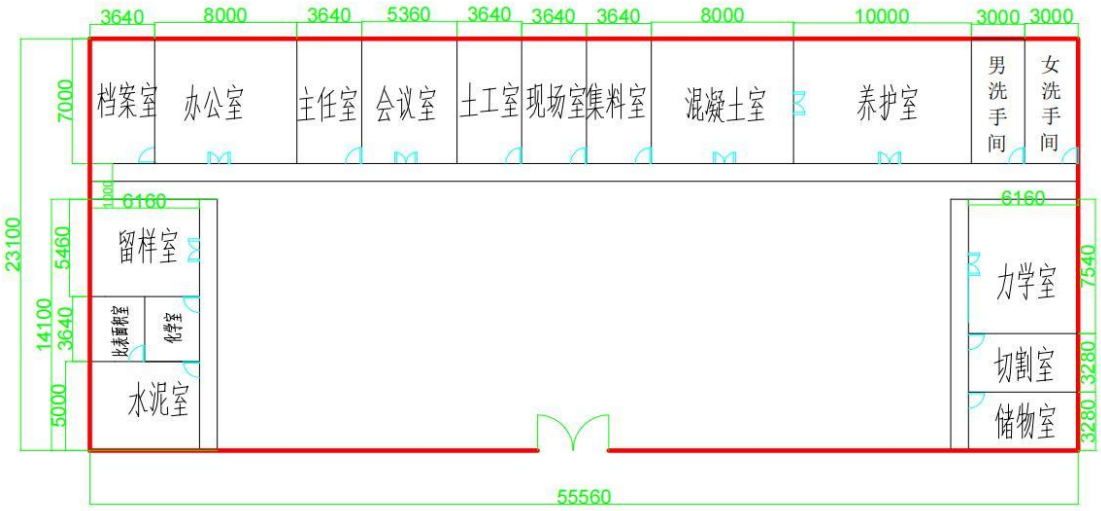


图 3.8-6 1#施工区内试验室平面布置图

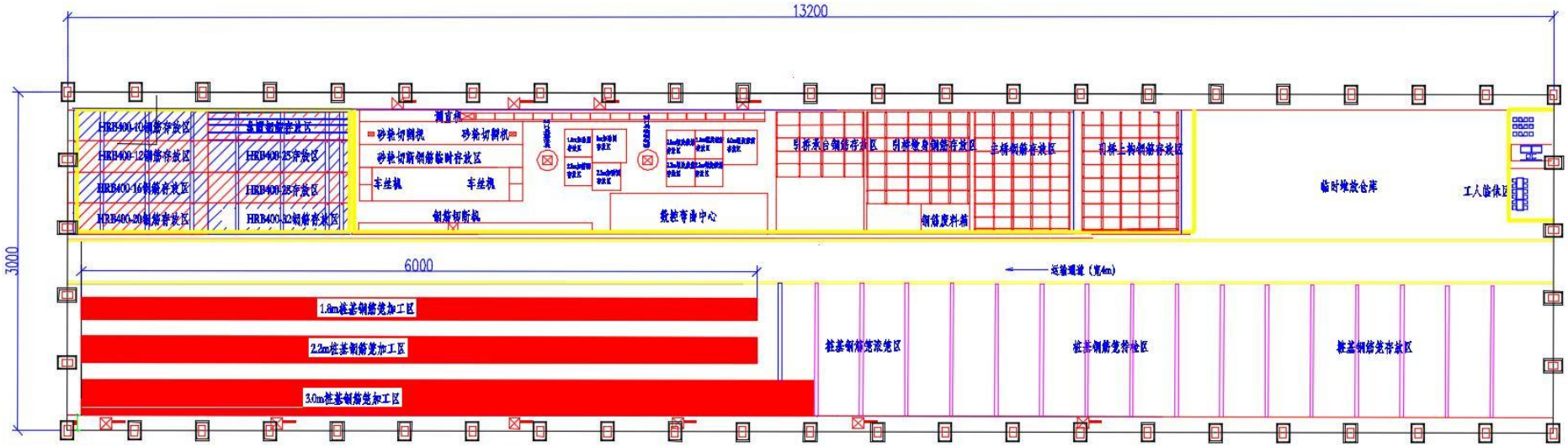


图 3.8-7 1#施工区内加工区平面布置图

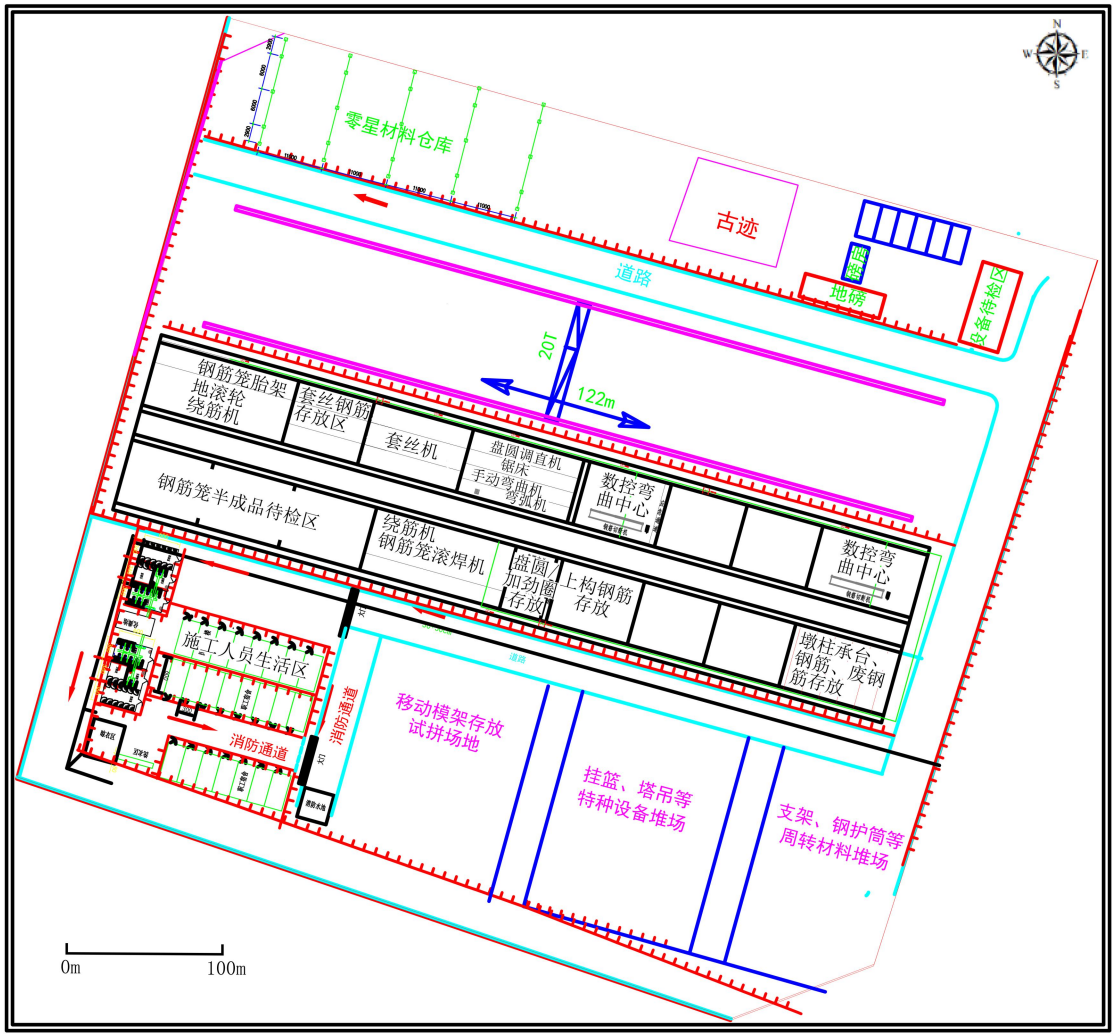


图 3.8-8 2#施工生产生活区平面布置图

3.8.5 主要施工工艺

3.8.5.1 钢栈桥施工

本工程钢栈桥施工设置两个作业队，前华大桥钢栈桥、东港特大桥东岸段一个作业队，东港特大桥西岸段钢栈桥一个作业队。前华大桥钢栈桥搭设完成后，接场内便道，再搭设东港特大桥东岸段钢栈桥，采用一头施工的方式，作业点采用带吊“钓鱼法”施工。西岸段主栈桥拟开设一处作业点，采用从终点向主墩方向搭设。支栈桥施工平台根据主栈桥推进进度及桩基施工组织需求情况采用带吊“钓鱼法”搭设。引桥支栈桥材料拟配置 32 处，周转使用。

钢栈桥、施工平台采用钓鱼法施工，钓鱼法施工步骤如下：

A.履带吊机吊装预先拼装好的单跨贝雷梁，每一组留一片贝雷片暂不安装。

B.采用履带吊机吊振动锤进行钢管桩施打。

C.钢管桩施打完成后，操作人员通过贝雷梁，进行钢管割、接、斜撑及桩顶横梁施工。

D.利用履带吊完成剩余贝雷片拼装。

E.利用履带吊完成贝雷梁上分配梁及桥面板等部件施工。

图 3.8-9 履带吊配振动锤钓鱼法

主栈桥：布置在主体线路的右侧，长度 51+474+2073m=2598m，为保证航道

通航，主桥中跨处断开 207m。栈桥总宽 8m，顶标高为+6.5m。标准跨度 12m，每 5 跨设置一处抗推墩，抗推墩跨度 3m。24~29#墩段主栈桥内侧边线距离主线桥投影边线 1.8m，71～34#墩段主栈桥内侧边线距离主线桥投影边线 4.3m，主墩及辅助墩区域主栈桥按预留围堰施工空间及后期防撞套箱安装空间进行设置。

支栈桥：引桥支栈桥单个长度 30m，栈桥总宽 8m，顶标高+6.5m，按（1.5+10.5+12+6）跨度布置。主墩及辅助墩支栈桥沿墩位环向布置。引桥支栈桥布置 31 座。

主栈桥及支栈桥均采用钢管桩+贝雷梁+面板结构。江镜侧钢栈桥基础为 3 根Φ630×8mm 钢管桩基础，钢管桩横向间距 3m，主横梁采用 2I40 工钢，纵梁采用 321 型单层贝雷片组拼，桥面结构面板为 10mm 花纹钢板，横向分配梁为 I20 工钢，间距为 0.3m。江阴侧钢栈桥基础为 2 根Φ800×10mm 或 3 根Φ630×8mm 钢管桩基础，钢管桩横向间距为 6m（3 根时间距 3m），抗推墩设 2[25 型钢平联斜撑；主横梁为 2HM588×300 型钢或 2I40 工钢；主纵梁采用 321 型单层贝雷片组拼。桥面结构根据可调配材料采用多种结构搭配使用。散拼桥面结构面板为 10mm 花纹钢板，横向分配梁为工 25a 型钢，间距为 0.75m，纵向分配梁工 12 型钢，间距为 0.3m；预制混凝土面板采用 8×2×0.2m 的面板逐块拼装。桥面结构施工完成后在栈桥两侧设栏杆。

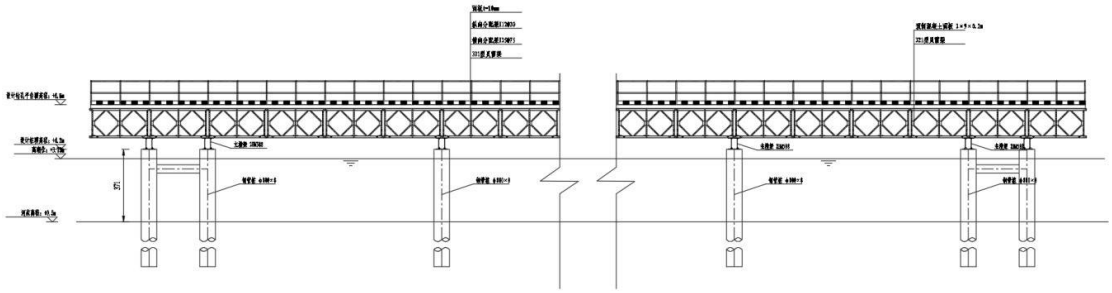


图 3.8-10 钢栈桥立面布置图

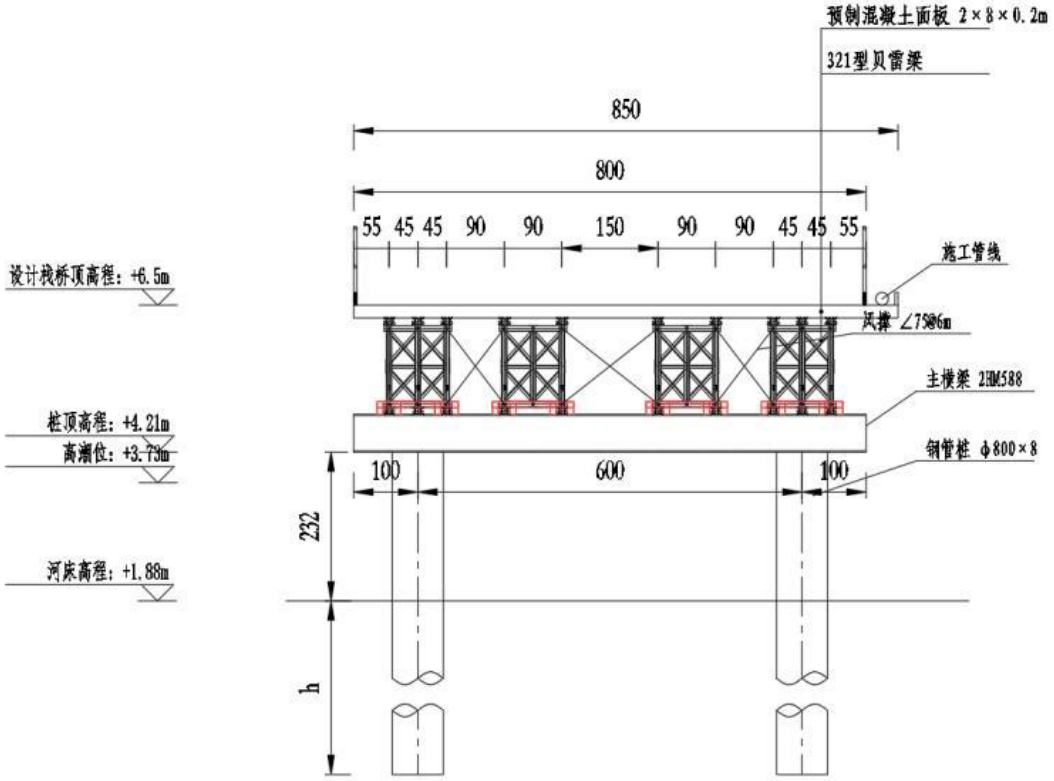


图 3.8-11 江阴侧钢栈桥标准断面布置图（预制混凝土面板）

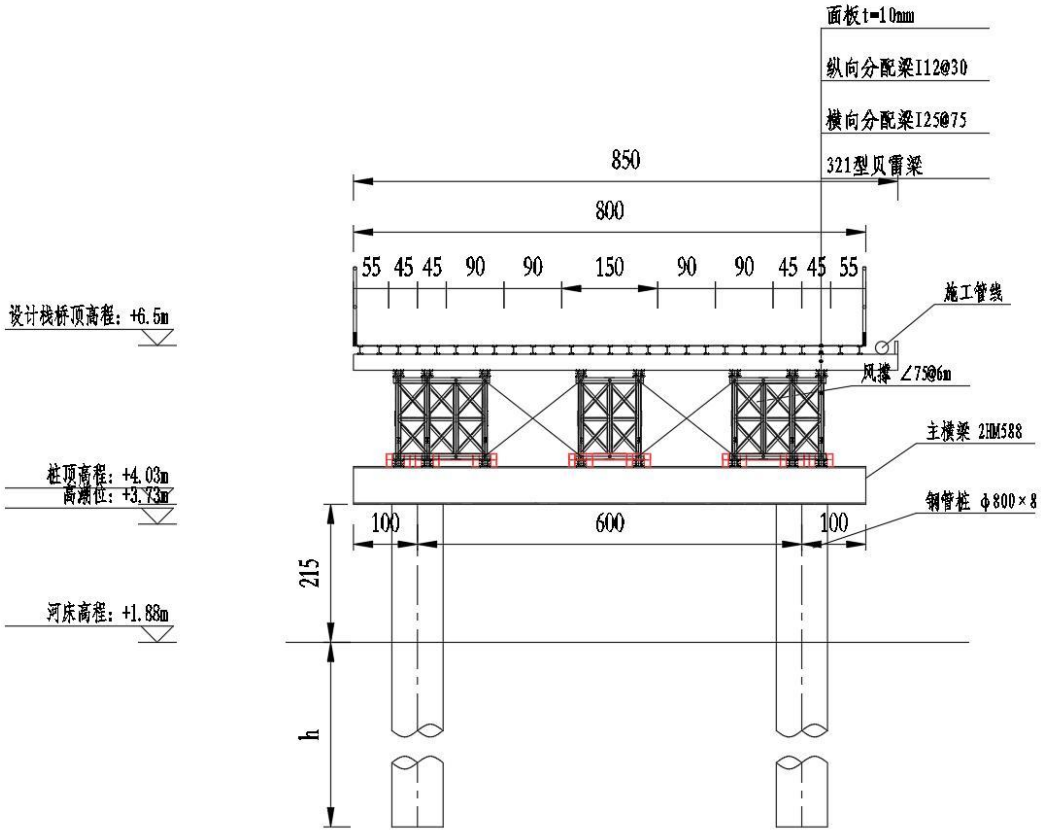


图 3.8-12 江阴侧钢栈桥标准断面布置图（型钢面板）

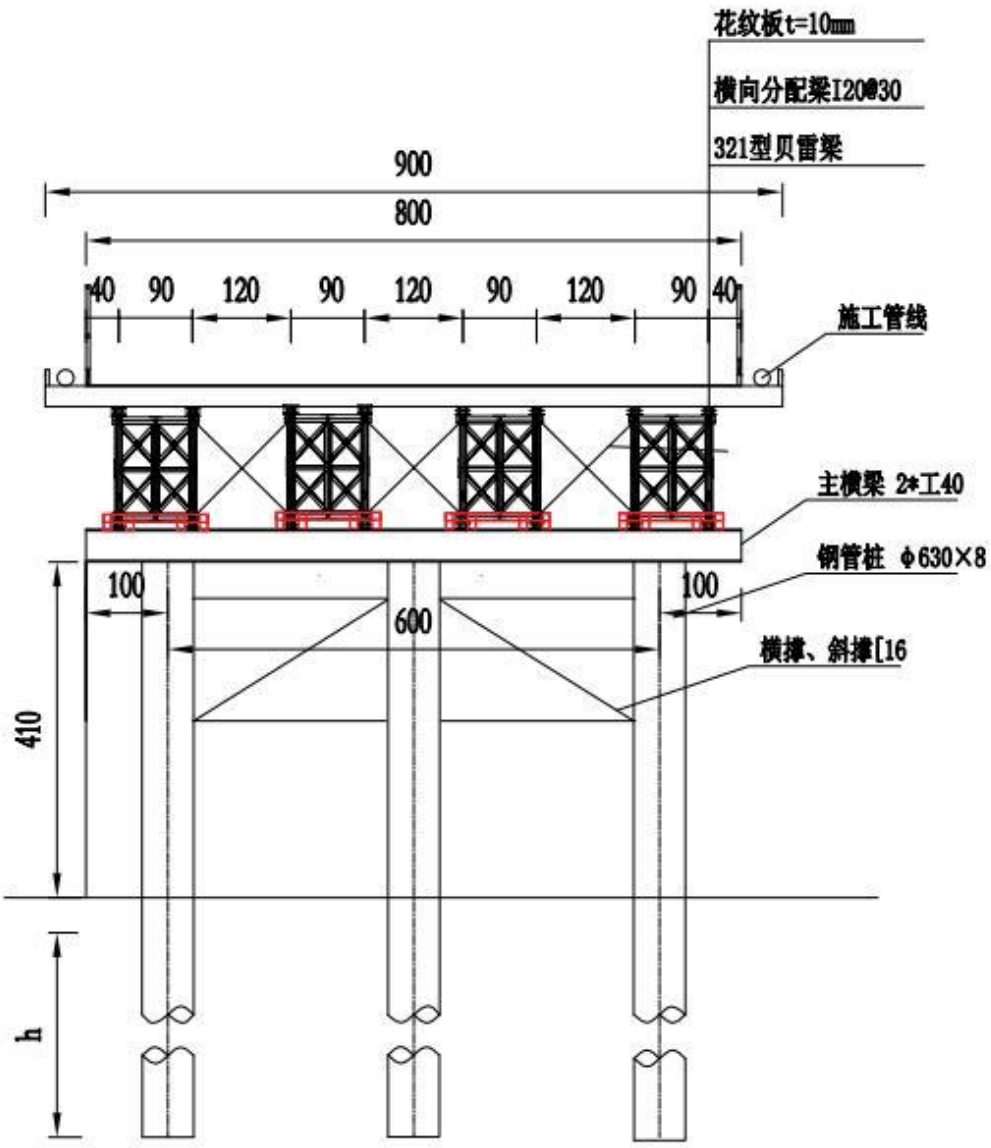


图 3.8-13 江镜侧钢栈桥标准断面布置图（型钢面板）

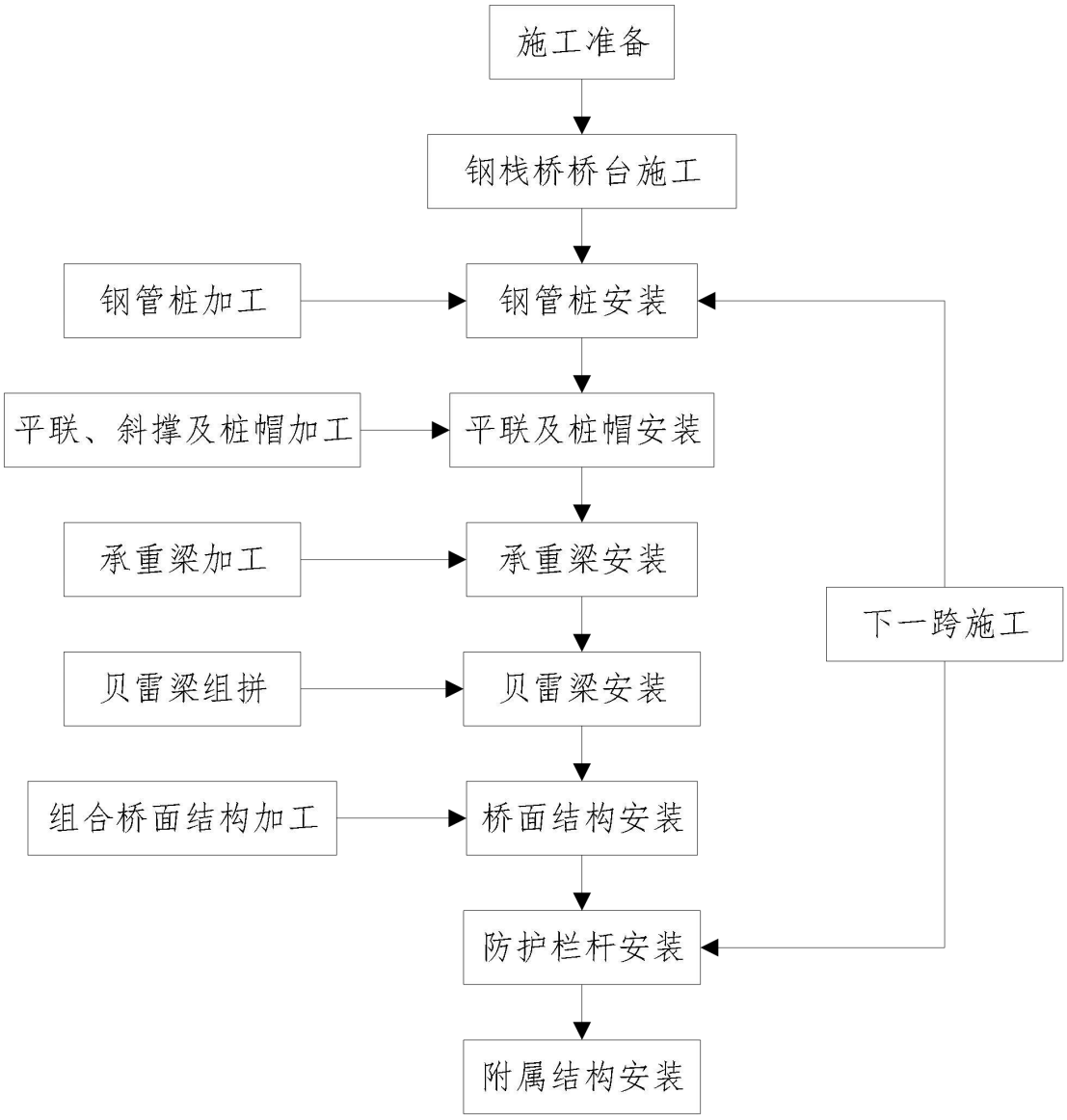


图 3.8-14 江镜侧钢栈桥标准断面布置图（型钢面板）

3.8.5.2 东港特大桥施工

①东港特大桥主桥基础施工

主桥基础均位于水域，若以百年一遇最高潮水位作为施工期最高水位，主桥基础施工水深范围为 3.8～10m。根据基础施工水深的不同，建议施工水深小于 5m 靠近岸边的区域采用钢栈桥+钢板桩围堰法施工，其余区域采用钢栈桥+钢吊箱围堰法施工。

本桥水中基础的施工流程一般为：搭设钢栈桥或钢管桩平台→定位、插打桩基钢护筒→桩基钻孔施工→灌注桩基混凝土→插打钢板桩围堰/拼装钢吊箱围堰→围堰清淤、堵漏→围堰封底→承台、墩柱施工→拆除钢管桩平台、围堰等临时

设施。

过渡墩采用花瓶型墩，墩柱可采用翻模或爬模施工。由于墩壁采用了圆弧倒角，为保证外观质量、严格控制保护层厚度，建议采用定型钢模板。

②东港特大桥桩基施工

东港特大桥桩基共 608 根。

主桥 30#～33#墩桩基共 56 根，单个主墩承台布置 18 根桩，单个过渡墩承台布置 10 根桩，桩径分别为 3m 和 2.5m，桩长为 24m～62m。

引桥 1#～29#及 34#～71#墩桩基共 536 根，单个承台均布置 4 根桩，桩径分别为 1.8m、2.2m 及 2.5m，桩长为 12m～69m。0#、72#桥台桩基共 16 根，桩径为 1.6m，桩长为 15~50m。

表 3.8-5 桩基参数表

序号	部位	墩台号	桩径（m）	桩长（m）	桩基类别	根数
1	主桥	30#、33#	2.5	34~37	端承桩	20
2		31#、32#	3	30~62	端承桩	36
3	引桥	1#~10#、54#~71#	1.8	12~66.5	端承桩	224
4		11#~18#、46#~53#	2.2	21~69	摩擦桩、端承桩	128
5		19#~29#、34#~45#	2.5	25~66	摩擦桩、端承桩	184
6	桥台	0#、72#	1.6	15~50	摩擦桩、端承桩	16
7	合计		/	/	/	608

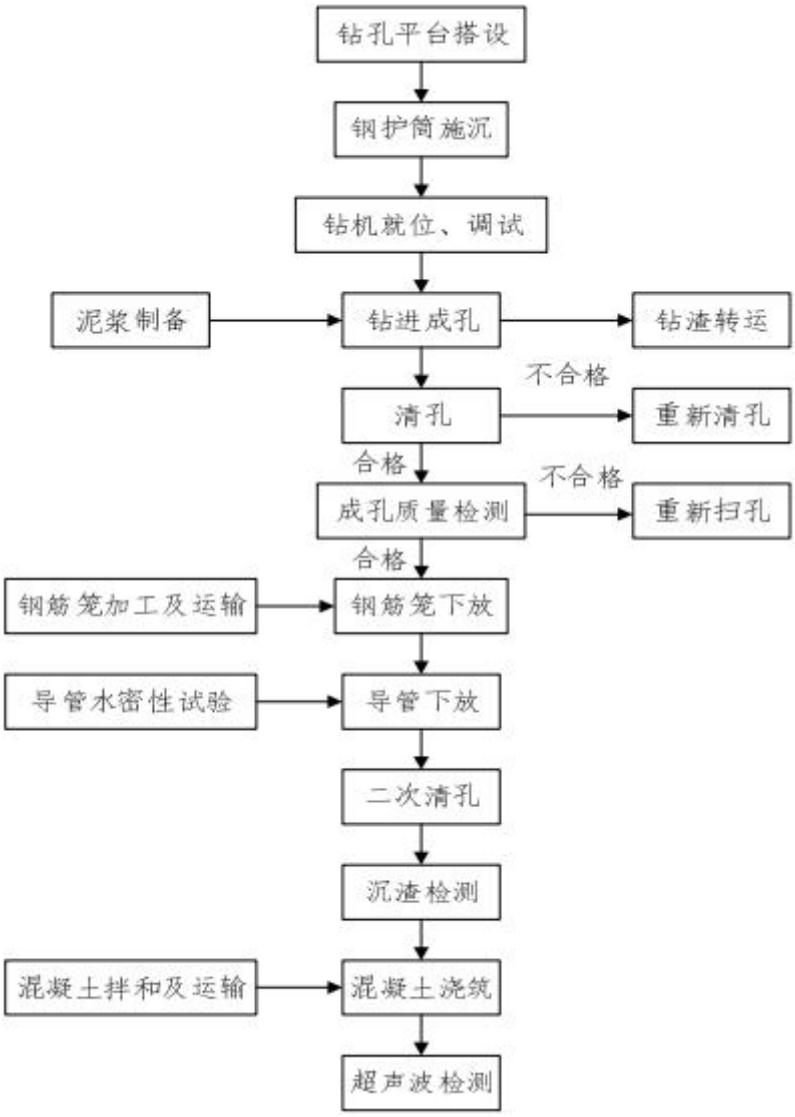


图 3.8-15 桩基施工总体工艺流程图

桩基钢护筒在加工厂进行加工制作，标准节长 12m，制作完成后采用驳船直接运输至平台或者采用平板车上驳船过江后通过便道运输至钻孔平台。

在有覆盖层桩位，钢护筒下放方法有履带吊震动锤法：在 71#-69#墩桩位裸岩地质采用冲孔栽桩锚固法。

钢护筒下沉时为控制平面位置与竖直度，在平台顶与平台首层平联顶设置导向架。钢护筒下放采用 100t 履带吊分节进行，71#、70#、69#没有覆盖层，下放前采用冲击钻将孔位处河床面冲砸找平，然后逐节下放钢护筒，下放至河床后采用冲孔栽的方法进行嵌岩锚固，即首先利用冲击钻在护筒内冲击成孔，再通过振动锤跟进钢护筒：其他有覆盖层的桩采用履带吊+振动锤逐根下放到位。钢护筒施工完毕后，采用常规的冲击钻冲击成孔，钻进至桩底设计标高后进行清孔、验

孔，验孔采用超声波检孔仪或探孔器进行。

钢筋笼在后场采用长线法制作，制作成型后采用平板车运输至现场进行安装，采用时采用 25t 汽车吊分节下放，标准节钢筋笼长 12m。

桩基混凝土采用导管法浇筑。工程外购成品混凝土，由混凝土罐车运输至平台，采用汽车泵送入料斗，不在施工场地内拌合，桩基首封采用“剪球法”进行，封底时根据计算首灌方量设置容量足够的中央集料斗配合小料斗进行，浇筑过程中在确保导管埋深前提下逐步拆除导管，为确保桩顶混凝土质量，灌注时较桩顶标高超灌 0.5m~1.0m。

桩基施工时配备 1 台 100t 履带吊进行起重吊装作业，1 台 DZJ-120 振动锤或 1 台 CK-2500 型冲击钻机用于钢护筒跟进，

桩基钻孔施工采取隔孔钻进的原则进行，每墩共投入 2 台 CK-2500 型冲击钻机每个墩分 4 批完成钻孔作业，每批施工 2 根。

③东港特大桥墩身施工

钻孔平台采用钢管桩+型钢+面板结构。基础为Φ630×8mm 钢管桩基础，主横梁为 2HM588×300 型钢；主纵梁为 2 工 56a 型钢。面板为 10mm 花纹钢板，横向分配梁为工 25a 型钢，间距为 0.75m，纵向分配梁工 12 型钢，间距为 0.3m。桥面结构施工完成后在栈桥两侧设栏杆。

主墩钻孔平台顶面设计高程为+6.5m，平面尺寸为：33m×48m。

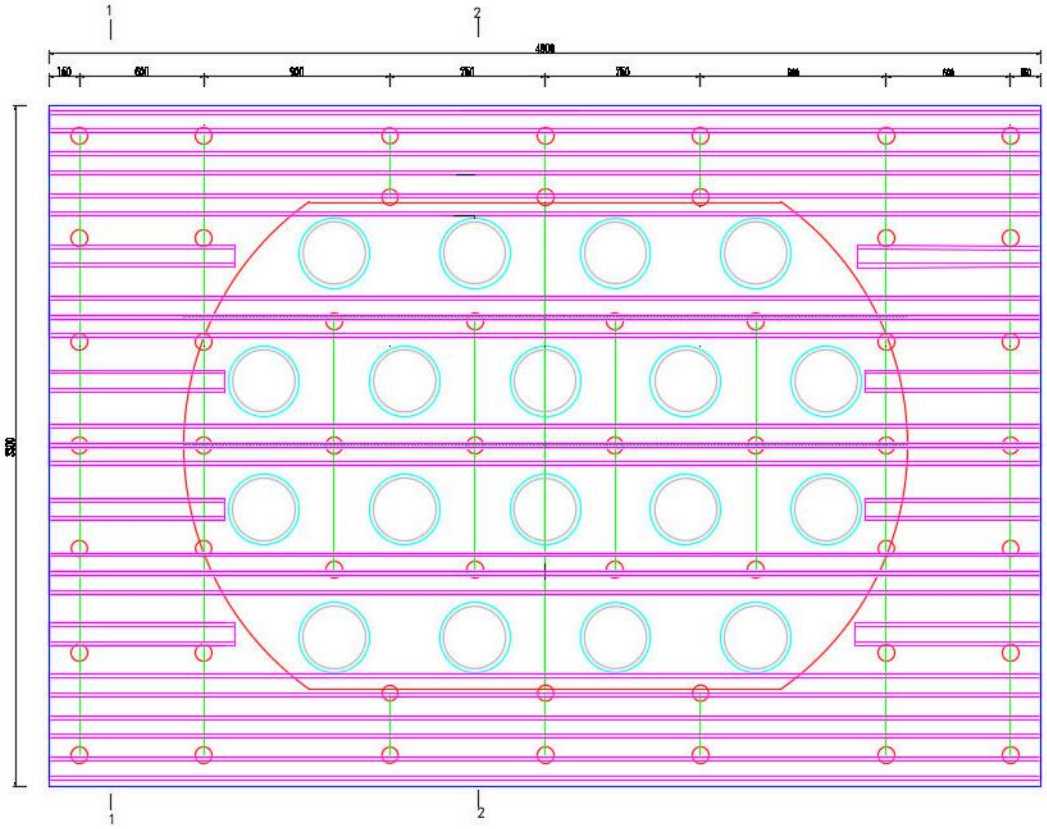


图 -16 主墩钻孔平台平面布置图

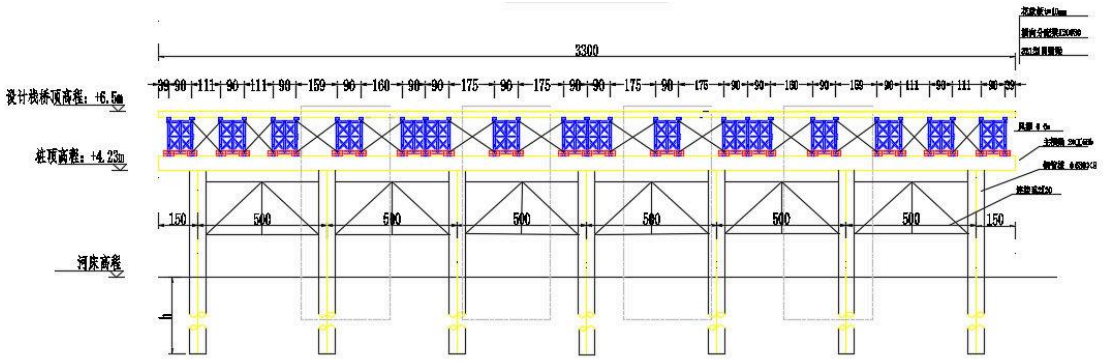


图 3.8-17 主墩钻孔平台断面布置图

根据墩身结构设计形式，结合现场地形条件、便道条件及现场资源配置情况，当墩身高度小于 8m 时，采用一次性浇筑成型；身高度大于 8m 时，采用翻模法施工，一次翻模高度不超过 6 米，上一节段施工时，已浇节段的混凝土强度应不低于 2.5MPa，各节段之间浇筑混凝土的间歇期控制在 7d 以内。

A. 矩形墩、花瓶型墩身所用钢筋半成品统一在钢筋加工厂加工，将钢筋半成品通过平板车运输至现场，现场绑扎墩身钢筋骨架，骨架安装完成且验收合格后，进行墩身钢模板拼装，墩身混凝土分段浇筑。模板采用整体钢模，标准节段

模板高 2m，并配置 1m 和 0.5m 调节段。混凝土采用商品混凝土，由混凝土罐车运至施工现场使用泵车进行浇筑。

B. 当墩身距离栈桥高度大于 30m 时，采用塔吊配合施工，设置人员上下的装配式安全爬梯；主墩墩身超过 40m，且使用频率较高，拟设置电梯。钢筋、模板安装采用塔吊吊装，塔吊如需要可与墩身附着固定。

C. 当墩身高度小于 30m 时，采用汽车吊配合施工，墩身设置人员上下安全爬梯

D. 全桥分为东、西侧两个工区，一工区负责 1#-29#墩（东引桥）、30#-31#（东主桥）施工，二工区负责 72#-34#墩（西引桥）、33#-32#墩（西主桥）施工。其中东引桥以 12#墩为分界点，设两个工作面，施工方向 1#-12#墩，12#一 29#墩；西侧引桥以 53#墩为分界点，设两个工作面，施工方向 71#一 53#墩，53#一 33#墩。主桥墩身施工为 31#主墩→30#过渡墩、32#主墩→33#过渡墩。

④东港特大桥承台施工

引桥：23#~29#、54#~70#墩承台采用钢板桩围堰施工，34#~53#墩承台采用单壁钢围堰施工，71#墩承台采用筑岛围堰施工；0#-22#墩、72#桥台陆上承台，受场内地形、便道等限制，开挖深度 3m 以上的承台拟采用钢板桩围堰施工，开挖深度 3m 以下的承台拟采用放坡开挖施工。

主桥：主墩 31#、32#墩承台采用双壁钢围堰施工，过渡墩 30#、33#墩承台采用单壁钢围堰施工。

全桥分为东、西侧两个工区，一工区负责 0#-29#（东引桥）、30#-31#（东主桥）施工，二工区负责 72#-34#（西引桥）、33#-32#（西主桥）施工。其中东引桥以 12#墩为分界点，设两个工作面，施工方向 0#桥台→12#墩，12#墩→29#墩：西侧引桥以 53#墩为分界点，设两个工作面，施工方向 72#桥台-53#墩，53#墩一 33#墩。主桥施工为 31#主墩→30#过渡墩、32#主墩→33#过渡墩。

⑤东港支架法现浇箱梁

A. 本工程东港特大桥第 1-4 联现浇箱梁桥位处于素填土地面和鱼塘，素土地面的地基采用碾轧后硬化方式处理，鱼塘的地基采用清淤换填良好宕渣后碾压硬化处理方式。前华大桥现浇箱梁桥位处于素填土地面和河道，素填土地面的地基采用碾轧后硬化方式处理。

B. 本工程东港特大桥第 1-4 联现浇箱梁下方悬空高度 3.34m~21.32m，结合现场条件，第 1-5 跨上部箱梁采用承插式盘扣钢管满堂支架，箱梁下方悬空高度 3.34m~9.95m；第 6-12 跨上部箱梁采用梁柱式（钢管桩+贝雷梁）支架，箱梁下方悬空高度 9.95m~21.32m。前华大桥现浇箱梁下方悬空高度 3.19~10.00m，结合现场条件，左桥第 1-2 跨、第 5-7 跨（第 5 跨一半）及右桥第 1-2 跨、第 4 跨采用承插式盘扣钢管满堂支架，箱梁下方悬空高度 3.19~10m；左桥第 3-5（第 5 跨一半）及右桥第 3 跨采用梁柱式（钢管桩+贝雷梁）支架，箱梁下方悬空高度 6.72m~10.00m。

C. 底膜、内模、翼缘板模板和侧模均采用“方-木组合体系”，底板和顶板的底模大肋采用型钢放置支架顶部，小肋采用 100×100mm 方木放置大肋上。

D. 钢筋采用在加工厂内加工成半成品，运至现场进行绑扎工艺。

E. 箱梁混凝土采用两次浇筑工艺，待底、腹板钢筋绑扎完成后进行首次浇筑，浇至腹板和顶板交接处，然后再绑扎顶板钢筋，进行顶板浇筑。

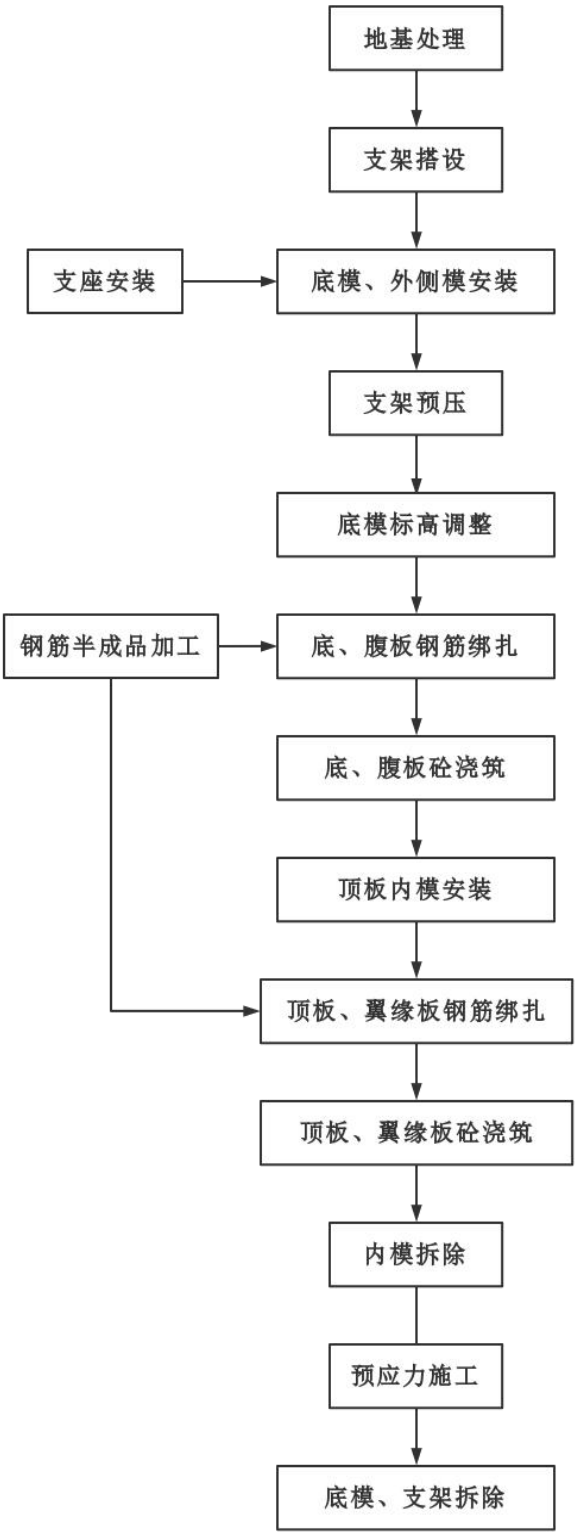


图 3.8-18 支架法现浇箱梁施工工艺流程图

⑥主桥钢箱梁合拢段施工

钢箱梁全长 85m，顶面宽 13.25m，箱体宽 6.7m，过渡段梁高在铅垂方向按 1.6 次抛物线变化，梁高范围 4.396m~4.2m。钢箱梁梁段划分为从钢混结合段连接处起沿顺桥向方向分为 A、B、B、C、B、B、A 七个梁段。梁段长度分别为 13m、12m、12m、11m、12m、12m、13m，合拢段位置示意图见图 3.8-21。

钢箱梁主体采用 Q420qD 钢，吊耳采用 Q355D 钢，单跨钢箱梁重 745.77t。

由于桥址区域为浅海区域，运梁船应在涨潮时驶入作业区，高平潮时开始吊装。为避免运梁船搁浅及减少航道占用时间，整个吊装施工尽量在退潮前完成。以运输船为中心，向四周抛出四支船锚进行定位。

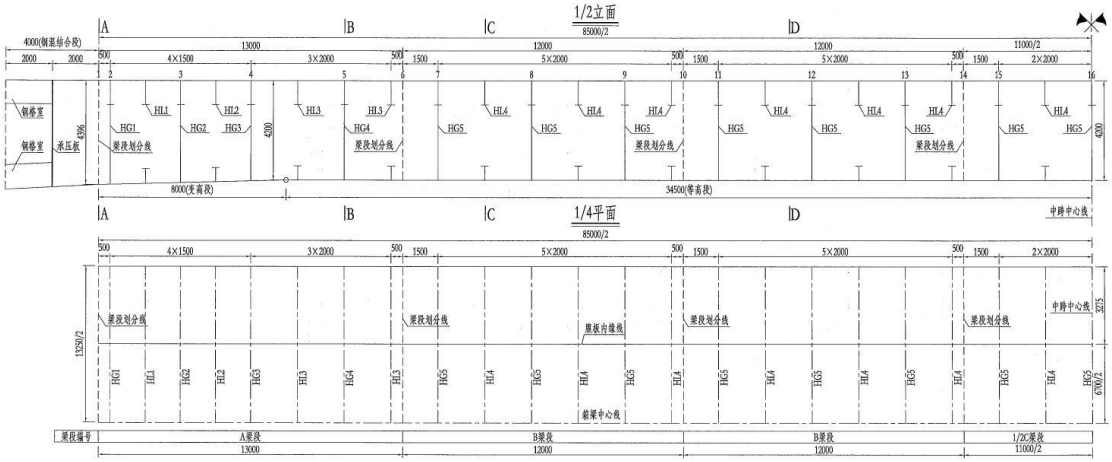


图 3.8-19 钢箱梁立、平面布置图

钢箱梁总体施工工艺流程见下图。

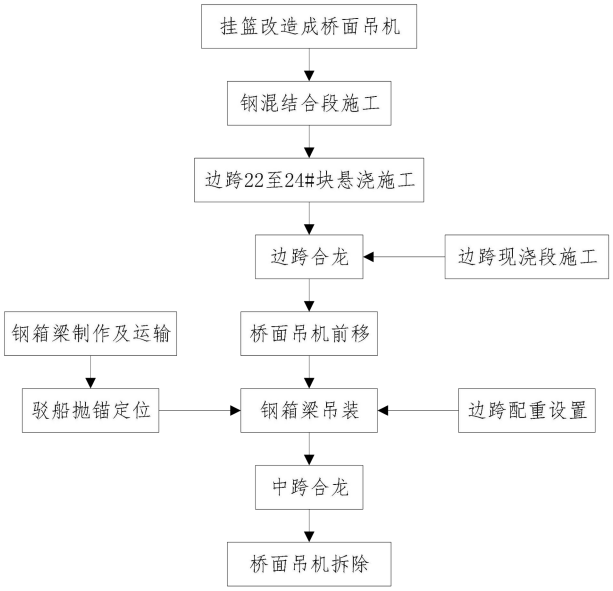


图 3.8-20 钢箱梁总体施工工艺流程图

图 3.8-21 钢箱梁合拢段位置示意图

①钢箱梁制造

根据主桥跨中钢箱梁结构特点，拟采用“钢板预处理→数控切割下料→板单元→多梁段整体组焊及预拼装→节段环口焊接→节段涂装→厂内跨中 85m 大节段整体组焊（环口焊接、环口补涂）→运输→桥位吊装→与钢混结合段焊接、拴接（以拼接板配钻合龙段侧半边孔）→涂装（最后一道面漆）”的总体加工步骤进行。

②钢箱梁吊装

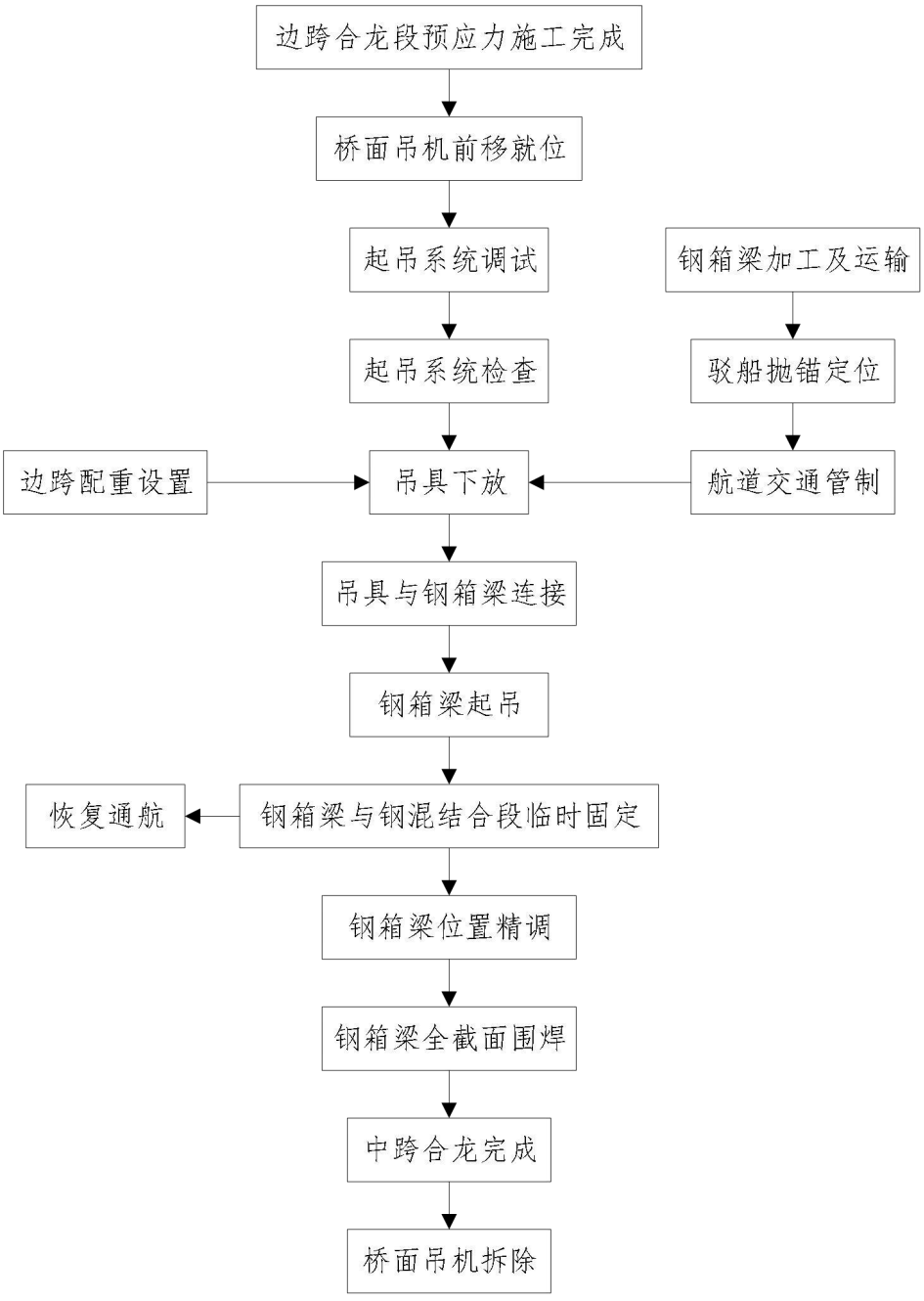


图 3.8-22 钢箱梁吊装施工工艺流程图

③钢混段总体施工步骤（示意图）

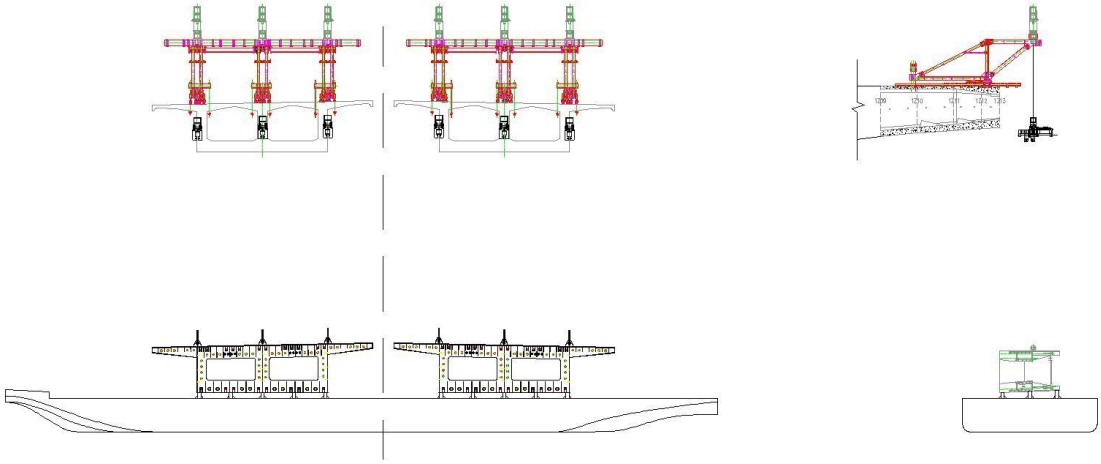


图 3.8-23 步骤一：运输船抛锚定位示意图

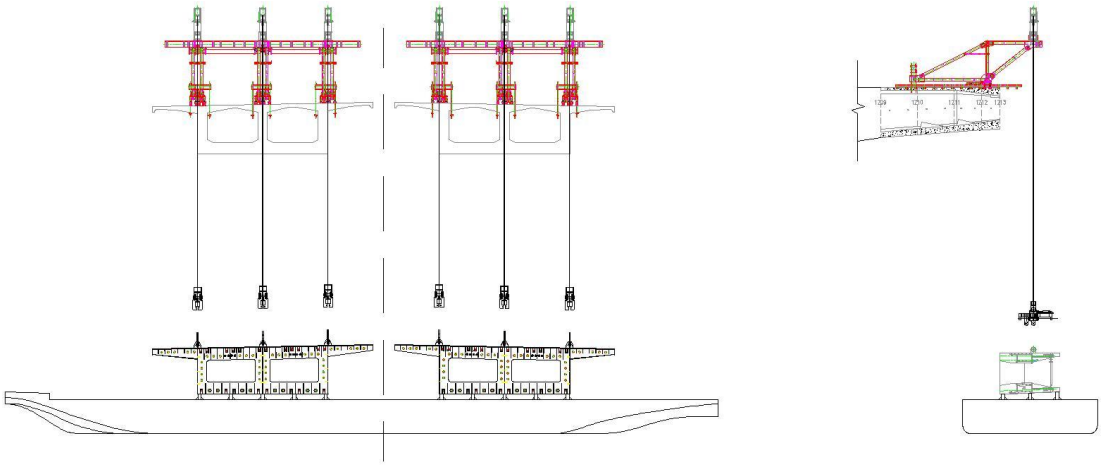


图 3.8-24 步骤二：吊具下放、运输船位置精调示意图

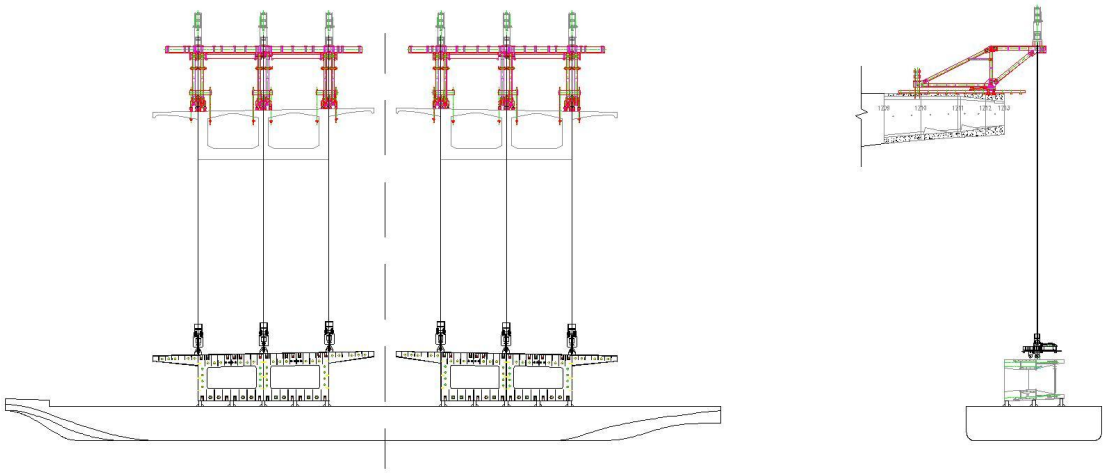


图 3.8-25 步骤三：吊具连接示意图

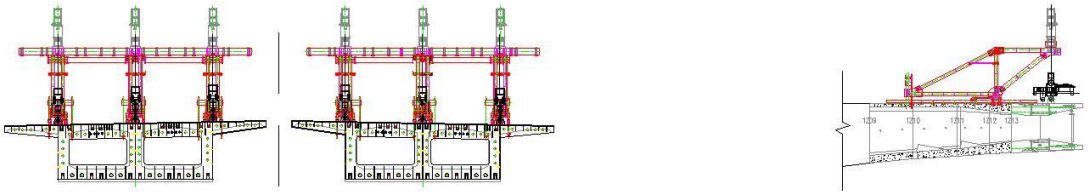


图 3.8-26 步骤四：吊装就位示意图

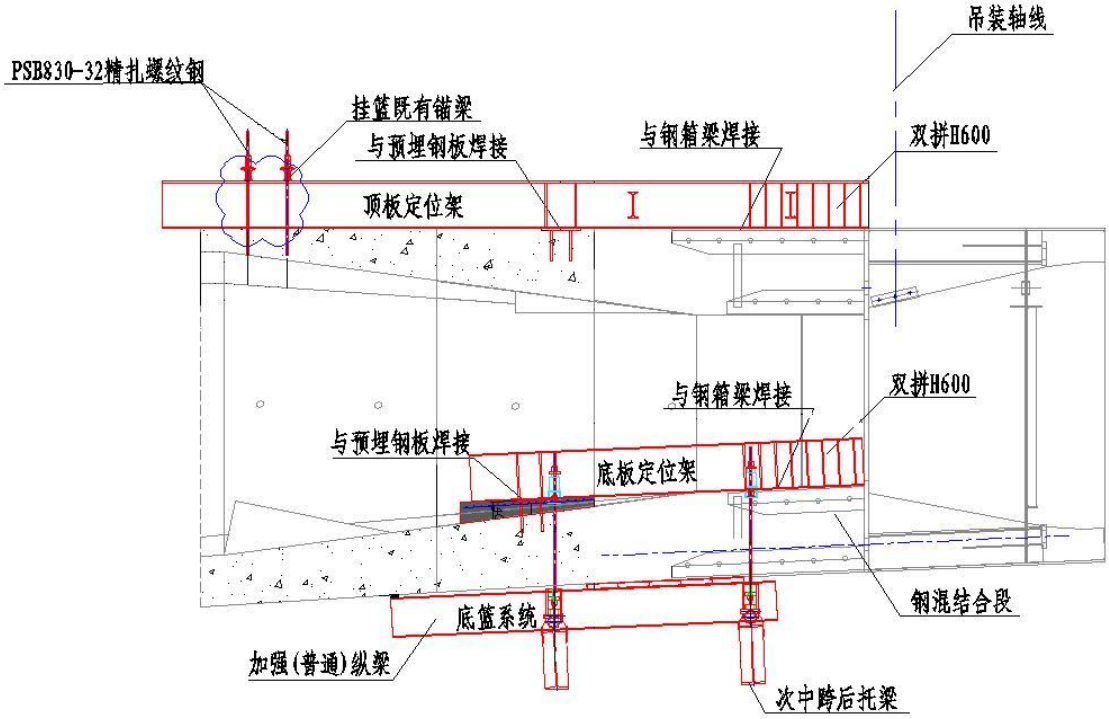


图 3.8-27 步骤五：临时固结示意图

④钢箱梁总体施工步骤（示意图）

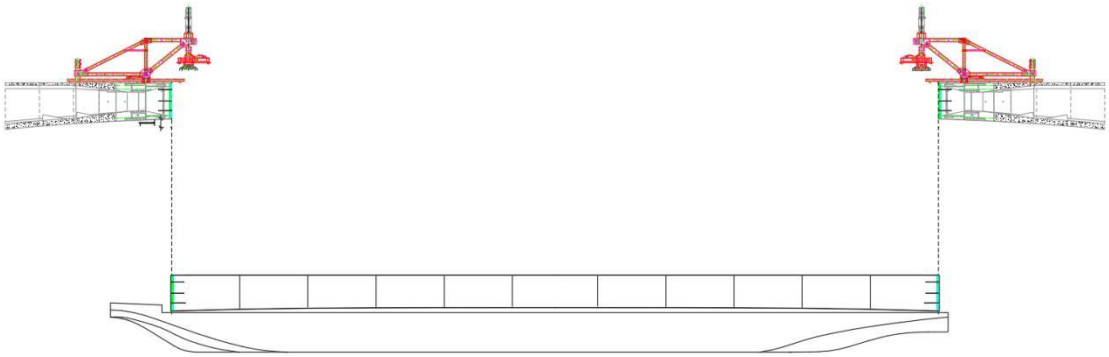


图 3.8-28 步骤一：运输船抛锚定位示意图

图 3.8-29 步骤二：吊具下放示意图

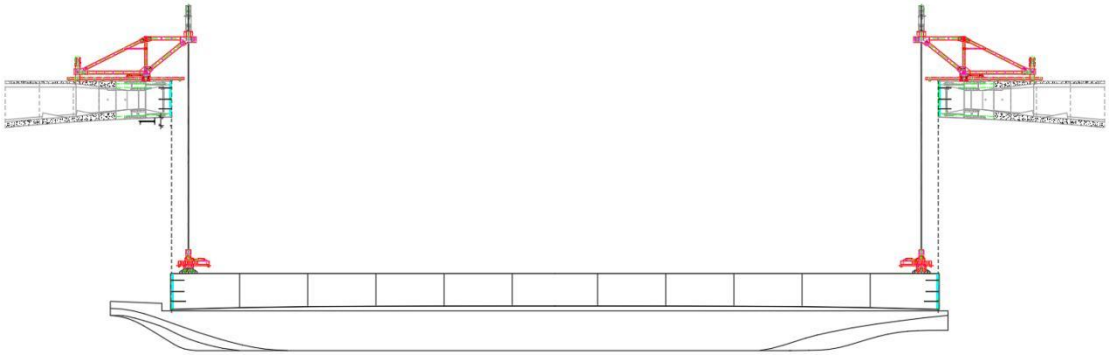


图 3.8-30 步骤三：吊具连接示意图

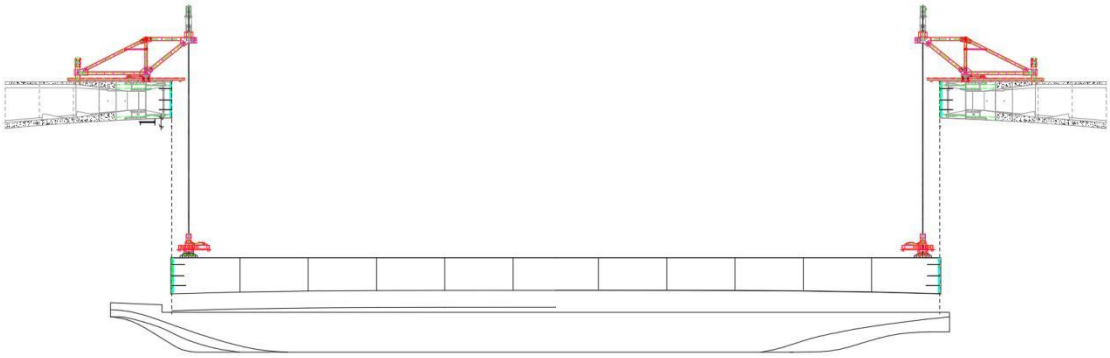


图 3.8-31 步骤四：初步起吊示意图

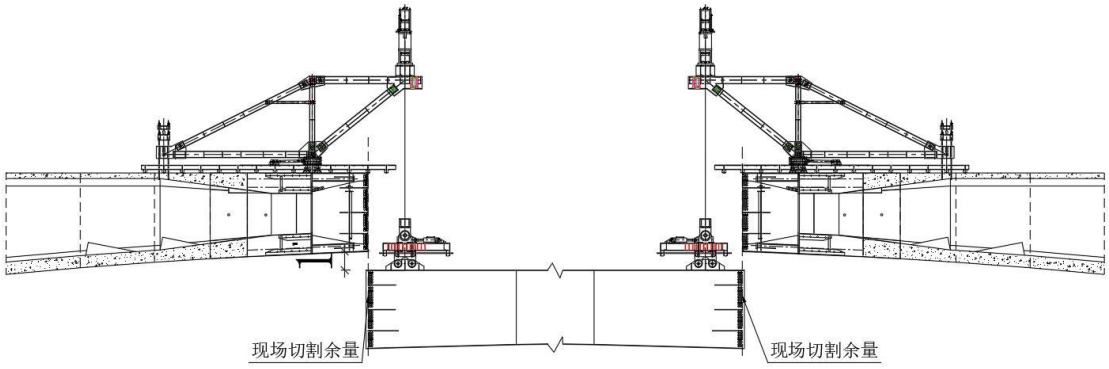


图 3.8-32 步骤五：合拢段配切示意图

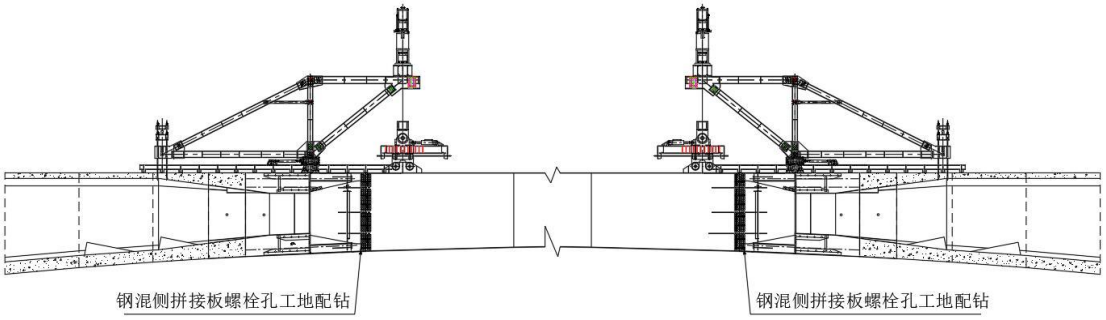


图 3.8-33 步骤五：合拢段连接示意图

3.8.5.3 前华大桥

①上部结构施工

A.50m 预应力混凝土箱梁

混凝土箱梁的施工有预制吊装和现场浇筑两种方案，其中预制吊装还可分为整孔预制吊装和节段预制吊装两个类型。预制吊装施工需要一定面积的预制场和一定起吊能力的吊装设备。若采用整孔预制吊装，需要较大面积的预制场地和大吨位的吊装设备，若采用节段预制吊装，虽然对所需预制场面积和吊装设备的要求没有前者高，但依然较大地增加了工程造价，且海上节段拼装施工的耐久性也不易保证。因此，混凝土箱梁推荐采用现浇施工。

本工程大型机具不易进出，根据目前已有的工程实例以及本桥规模、桥梁高度及地质水文情况，50m 预应力混凝土箱梁拟采用移动模架法施工。

B.25m 预应力混凝土箱梁

前华大桥共布置 25m 跨箱梁 11 孔，整体规模不大，箱梁拟采用少支架现场浇注施工。预应力混凝土连续箱梁除为抵消支架弹性变形而设置的预拱外，支架不另设预拱。浇混凝土前对支架进行 120%超载预压，以消除支架的非弹性变形，支架基础必须进行加固以减少施工过程中的沉降量。箱梁外模板采用大块钢模板或大块塑料模板，钢模板初次使用时应将与混凝土接触面上的锈迹清除干净。不得采用对混凝土表面有污染、对混凝土有腐蚀的废机油、肥皂水、洗衣粉等材料代替脱模剂，应严格控制各梁段断面尺寸。

②墩身施工

本工程水深较浅，可搭设栈桥进行墩身施工，拟采用墩身现浇施工工艺，墩身现浇施工是国内最为常用的一种方法，该施工方法质量可靠，施工机具少，工艺简单，相比于预制桥墩造价会有所降低，一般认为预制桥墩的造价会比现浇桥

墩大 40%~50%。常规的墩身现浇施工工艺需要投入大量钢管支架、人员及设备等，既增加了施工成本也无法保证工期的要求。恶劣海洋环境中，大批量的脚手架周转带来较多的安全风险，特别是在受台风、季风、较低温度影响的海洋环境中，工人作业环境差，野外有效作业时间有限，工效大大降低，安全风险成倍增加，施工质量不易控制。如果墩身采用钢筋成品现场整体安装，现场浇筑混凝土施工，将有利于保证质量，节约钢筋安装时间，可以加快施工进度。因此，本工程采用墩身钢筋预制吊装、海上浇筑混凝土的施工工艺。

③桩基础施工

基础及下部结构施工是工程工期的控制因素，包括施工栈桥搭设、钻孔平台搭设、钢护筒沉放等。目前较为流行的水中施工方法是架设钢栈桥，然后插打钢护筒作为受力立柱，从而形成钻孔平台。

A.钢栈桥搭设

搭设钢栈桥是传统的施工方法，一般适用于水深不大于 30m 的情况，本工程水深较浅，最大水深约为 13m，满足钢栈桥搭设的水深条件。

本工程水深较浅，覆盖层厚，可采用履带吊配振动锤钓鱼法直接插打施工。以完成的栈桥作为支撑平台，安装平台钢管桩的悬臂定位导向架，起吊振动锤及钢管桩定位。

B.施工平台搭设

本工程建议采用一体化钻孔平台（利用已插打的桩基钢护筒作为承重基础，图 3.8-34），一体化平台在港珠澳大桥和海上风电施工使用较多。

图 3.8-34 整体安装一体化钻孔平台

该方法首先在工厂内将平台骨架、面板体系和附属设施组合成整体，通过船舶将其运输至墩位处，利用浮吊整体吊装至支撑牛腿（焊接在主体钢护筒上）上或采用抱箍结构固定，将整体式钻孔平台作为导向插打支撑桩，再进行横向限位系统和支撑桩的支撑牛腿施工，最终完成钻孔平台安装。

C.钢护筒沉放

根据工程特点，本工程将桩基钢护筒设计为永久结构，需要考虑 2 个方面的因素：①钢护筒施打时的单桩稳定性；②钢护筒的锚固构造。确保钢护筒单桩稳定性的关键在于钢护筒的入岩深度和钢护筒自身刚度。钢护筒的入岩深度可根据钢护筒施打过程中波流力引起的最大弯矩计算确定，钢护筒自身刚度由钢护筒直径和钢护筒壁厚决定，依据波流力作用下的钢护筒顶水平位移限值确定。

钢护筒采用振动锤沉放工艺，钢护筒底部可焊接一圈加强套，保证钢护筒在进入岩层的时候不发生卷口、变形，同时底口加强后亦能有效防止卷口造成的漏浆。钢护筒施打一定长度后，根据需求在顶部接长，保证钢护筒进尺深度。在对接时，先对钢护筒进行坡口处理，然后将对接部分与钢护筒对位，在对好位后进行坡口焊，焊接完成后应当对钢护筒进行加劲。

钢护筒沉放前应当采用全站仪或其他有效措施精确定位并调整护筒竖直度，直至平面位置及竖直度满足要求。在下放过程中，需要持续监控钢护筒的垂直度与平面位置，发现问题立即调整。

3.8.5.4 海堤补救工程施工

海堤补救工程先进行导流工程施工，导流工程采用拉森 IV 型钢板桩（桩长 15m）结合袋装土围堰，先打设外排临海钢板桩，后打设内排钢板桩，再进行双层钢板空腔袋装土回填，完成导流工程施工后可拆除局部影响桥梁下部结构施工的海堤防护结构，待桥梁下部结构施工完成后，再进行桥墩位置高压旋喷桩加固及海堤拆除段重建施工，等桥墩位置加固及海堤重建完成后，方可拆除钢板桩围堰。

3.8.5.5 路基施工

①清表及基底处理

施工前，将路基范围内的树根用挖掘机全部挖除，基底草皮、耕植土、杂物等全部清理到路基之外，一般路段清表厚度为按 30cm，将清除的土方临时堆放于相应的弃土场内，用于中央分隔带、侧分带、边坡、弃土场地的绿化。在坑穴处四周应挖台阶，分层填筑夯实，全面进行填前碾压，使路基填前密实度达到设计要求。

在原地横向的自然坡率缓于 1:5 时，在清表后、可直接填筑路堤；当地面横坡为 1:5-1:2.5 时，原地面应挖台阶，台阶宽度不得小于 2m，台阶底应做成不小于 49%的向内倾斜的坡度，在挖方一侧，台阶应与每个行车道宽度一致、位置重合。

②土方路基开挖

路基挖方由专业施工队伍采用机械化作业。总体原则为：自上而下进行分层开挖，采取挖方边坡边挖边刷的施工方法。挖方工程主要的机械有：挖掘机、推土机、装载机、自卸汽车等。

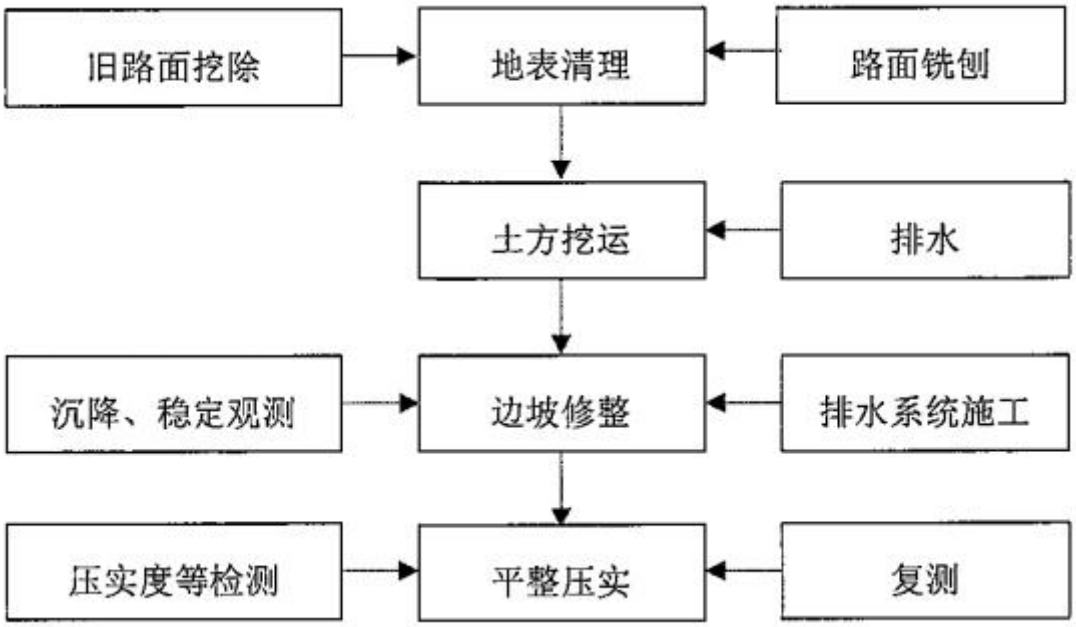


图 3.8-35 挖方路基施工流程图

③填方路基施工

路基填筑由专业施工队伍采用机械化作业。总体原则为：自下而上进行分层填筑，采取填一层压一层的施工方法。填方工程主要的机械有：挖机、推土机、装载机、自卸汽车，压路机等。

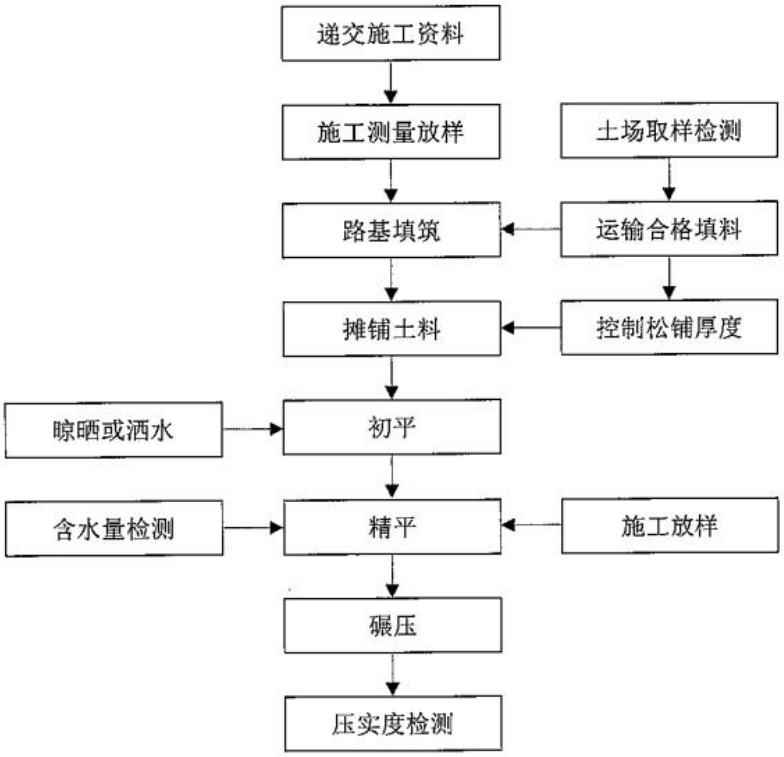


图 3.8-36 填方路基施工流程图

④填挖交界处理

A. 认真清理半填断面的原地面，对纵、横向填挖交界处、天然地面横坡陡于 1:5，应按设计要求在原地表开挖成向内倾斜 4%的反向台阶，台阶宽度不小于 2.0m，高填方路段台阶宽度不小于 3.0m，并按设计要求对台阶进行分层填筑、压实，达到规范要求压实度，保证填挖交界面有良好结合，避免因填筑不当，而出现路基纵、横向裂缝。对石方路段填挖交界处，由于沉降差异明显，所以开挖台阶应注意从填方至挖方的刚柔缓和过渡，避免产生纵、横向路面裂缝。在填挖方的交界处视地下水或地面水情况，酌情设置纵、横向盲沟，或在路基填挖交界面填筑一层透水性材料，以利路基内的水排出。

B. 填筑时，必须从低处向高处分层摊铺碾压。特别要注意填、挖交界处的拼接，碾压时要做到密实、无拼痕。

C. 半填半挖路段的开挖，必须待半填断面原地面处理好，经监理工程师检验合格后，方可开挖上挖方断面。对挖方中非适用材料必须废弃，严禁填在半填断面内。

D. 在填方和挖方结合部的纵向在挖方段内设置过渡段，过渡段长 10m，当纵向天然地面坡度陡于 1:2.5 时，开挖台阶并设置加筋，然后与填方段一起分层填筑，分层碾压，达到要求的压实度。

E. 为了提高路基整体性和稳定性，必要时可在开挖台阶内铺设土工格栅应伸入挖方段不小于 2.0 米。

⑤台背回填施工

桥台台腔或台后、涵台后、锥坡及挡土墙等构造物背后的填料均应分层压实，分层检查，每一层压实松铺厚度不宜超过 20cm。涵洞两侧的填土与夯实、桥台背后与锥坡的填土与压实应对称或同时进行。桥台、涵身背后的回填透水性填料压实度应不小于 96%。

⑥一般路基施工

全线路基土石方采用机械化施工。路基清表土、非适应性材料等应结合附近地形进行集中堆放，以便今后绿化、复垦利用。填筑路堤前，应先清除表层土将地基表层碾压密实。在一般土质地段，基底的压实度（重型）不应小于 90%，低洼、水田含水量较大的路段不应小于 85%。路堤坡脚的排水沟或改沟置于路堤边

坡上的，应先随路基夯填后然后反开槽施工并铺砌。浸水路堤、桥梁台背和挡土墙墙背应优先选用渗水性良好的填料填筑。路基的填方与挖方土石方施工至路面底面标高，如遇地下水位较高时，采用碎石盲沟或换填透水性材料处理，换填厚度应满足路基工作区深度的设计要求。

⑦不良路基施工

临近坡脚的田埂必须挖至与前后池塘齐平，以便护脚及边坡铺砌的前后顺接。严禁在路基填方及路基周边影响范围随意堆载，以免造成地基土的破坏，影响路基稳定。填方路基预压期应满足设计要求后，再行反开槽进行涵洞施工；做好预压期及涵洞施工过程排水系统的临时引排。填方路基预压期应满足设计要求后，再行反开槽进行涵洞施工；做好预压期及涵洞施工过程排水系统的临时引排。当路基跨越田埂位置时，路面以下 2.5 米范围田埂必须进行挖除再进行路基填方；临近坡脚的田埂必须挖至与前后池塘齐平，以便护脚及边坡铺砌的前后顺接。当桩板路基施工平台跨越田埂位置时，田埂必须挖至与前后池塘塘底齐平，以便施工便道、施工平台施工。

⑧路基排水施工

路堤拱型护坡、路肩挡墙等均应预留路床横向泄水孔、路肩碎石盲沟泄水孔等排水孔，任何情况凹形竖曲线底部必须按设计要求设置路床横向泄水孔，路堑边沟也应按设计要求设置横向排水孔（但在施工路面时应予以填塞封闭，不得掺水），路床顶面的临时泄水孔应设在路肩硬化泄水位置，且加深至路床以利排水，待路面基层施工完毕后恢复到路肩硬化位置。无论泄水孔还是排水管施工时，应特别注意其进出口标高，避免其失效。本路段路线经过低洼或水田等地段，应先施工纵横沟或渗沟、盲沟、截水沟，把水排干清表土晾干或换填后再填筑。应做好路基排水系统的边沟、排水沟、截水沟及相互的衔接。对于路基边坡急流槽，当流量较大时，为了防止流水飞溅路面，应加大流水槽断面尺寸或采用封闭式流水槽。施工时要保护路堑边坡坡顶至截水沟之间的原植被。

⑨边坡工程施工

填土路基边坡采用台阶式，每 8m 为一阶，边坡从上至下第一台阶 1:1.5、第二台阶及以下 1:1.75~1:2。每阶之间设置不小于 2.0m 宽的平台，平台向外 4.0%倾斜，农田保护区路段底级坡脚护坡道按 1.0m 宽度设置，非农田保护区路段按

2.0m 宽度设置。填筑路基时，路基宽度在两侧各加宽填筑 50cm，使其压实大于路堤设计宽度，以保证路堤边缘的压实度，削坡后有效的断面尺寸应符合路基设计宽度。

当边坡原地面较陡或者有重要构造物干扰时，采用挡土墙、护肩或护脚处理。挖方路基设计根据外业调查及勘探资料合理确定路堑边坡坡率和防护类型，边坡坡率的选择结合地层岩性及其结构面、水文等情况，在满足安全稳定性的前提下，因地制宜、顺势而为。路堑边坡尽量避免刀削式的单一坡，一般下陡上缓、逐渐过渡形成抛物线形以很好地融入周围自然，同时，边坡坡度的陡缓在确保安全的前提下还酌情兼顾植物防护的需要。碎裂结构及存在控制性结构面岩质挖方边坡通过边坡稳定分析计算确定边坡坡度及支挡防护。

⑩挡墙工程施工

工艺流程：准备工作→测量放样→基槽开挖→基底报验→基础定位测量→砌筑挡土墙墙身→养护→中间交工验收→反滤层设置及墙背回填→竣工验收。

A.基槽开挖

挖基槽土石方采用挖掘挖机及人工配合进行开挖，机械挖到距设计基底 30cm 左右时预留一层人工开挖，防止超挖。挖基配合墙体施工分段进行，先测量放线，定出开挖中线及边线，起点及终点，设立桩标，注明高程及开挖深度，用 1m3 反铲挖掘机开挖。在基槽的开挖过程中，应根据实际需要设置排水沟、集水坑或盲沟进行排水，具体方法现场确定，以保证工作面干燥以及基底不被水浸泡。基坑开挖后，不能长期暴露，尺寸和基底承载力符合设计要求，基坑内不得有浮土、积水，并经监理工程师验收后方能施工。

B.墙身砌筑

砌块在使用前必须浇水湿润，表面如有泥土、水锈，应清洗干净。砌筑前按设计坡比设坡度架，坡度架用 10cm 宽 1cm 厚木条拼装而成，要求支立稳固，坡度准确。

砌筑应分层错缝，按座浆法支砌，严禁采用灌浆法。砌筑前应将基底撒水润湿，但不得过湿，防止污染石料。砌筑基础的第一层砌块时，如基底为岩层或混凝土基础，应先将基底表面清洗、湿润，再坐浆砌筑；如基底为土质，可直接坐浆砌筑。

浆砌时坐浆挤紧，嵌填饱满密实，不得有空洞。砌筑按“先砌筑角石、再砌筑面石、最后砌腹石”的顺序进行砌筑。角石选取比较方正、大小一致的石块并稍加修凿，角石砌好后将线移挂到角石上，再砌面石，面石留一运送填腹石料的缺口，砌完腹石后再补上缺口。腹石采取往运送石料方向倒退着砌筑的方法，先远处后近处。砌筑上层时，不应振动下层，不得在已砌好的砌体上抛掷、滚动、翻转和敲击石块。工作段分段位置宜在伸缩缝和沉降缝之处，各段水平缝应一致。分段砌筑时，相邻段的高差不宜超过 1.2m。

砌筑要求砂浆饱满、密实，其内不得填碎石，应填以块石，以保证其强度。砌体表面平整，砌缝完好、无开裂现象，勾缝平顺、无脱落现象。

C.沉降缝及泄水孔设置

沉降缝、泄水孔、反滤层的设置位置、质量和数量应符合设计要求。挡土墙的伸缩缝和沉降缝宽 3cm（施工时缝内夹 3 公分厚的泡沫板或木板，施工完后抽出木板或泡沫板）从墙顶到基底沿墙的内、外、顶三侧填塞沥青麻丝，深 15cm。

挡墙背泄水孔入口处采用碎石层进行过滤，以免泄水孔堵塞，影响排水。泄水孔坡度向外，无堵塞现象；沉降缝整齐垂直，上下贯通。

挡土墙泄水孔为ϕ10 的硬质 PVC 管，泄水孔进口周围铺设 50×50×50cm 碎石，碎石外包土工布，下排泄水孔进口的以下铺设 30cm 厚的粘土层并夯实。

D.抹面及勾缝墙顶采用 C20 砼压顶，M10 水泥砂浆抹面，厚度为 2cm，粉顶要求顶面平滑，坡度符合要求。墙面勾缝采用 M10 水泥砂浆勾自然缝，类型为凸缝。

E.墙背回填在挡墙砌体经中间验收合格后，砌体砂浆强度达到设计强度的 75%以后进行。填料选用碎石土，因基槽挖出的石块粒径过大，且适应道路保通的需要，故挖基土不作为墙背填料使用，从弃土场选择性地反挖碎石土进行墙背回填。墙背回填与泄水孔反滤层同步进行，回填层厚 15~20cm，采用电动立式打夯机夯填。

F.养护

砌筑好的基础、墙身等用透水土工布将其覆盖好，并经常洒水保持湿润 ，养护期一般不得小于 7 天。

3.8.5.6 路面工程

路面施工，必须满足设计要求，严格执行《公路路面基层施工技术规范》（JTJ034-2000）、《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40-2004）等相关规范、规程的规定，质量检查与验收标准应符合《公路工程质量检验评定标准》（JTGF80/1--2004）规定。

①材料填隙碎石中的扁平、长条颗粒的总含量应不超过 20%，碎石中不应有风化石、粘土块、植物等有害杂质，碎石粒径应在 25mm～40mm。

②水泥稳定碎石基层的砂石颗粒应满足规范规定的级配要求，其最大粒径不应超过 3.75cm。

③水泥稳定碎石基层应在混合料的含水量为最佳含水量时进行碾压，直到达到按重型击实试验法确定的要求压实度，并加强养护、控制行车。如有损坏，采用相同材料修补压实，严禁以松散粒料填补。

④面板水泥应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，水泥标号不低于 32.5 号。

⑤施工中应采用钢模板。模板的制作与立模应符合施工规范。

⑥路面铺筑必须待沉降稳定后进行，路面铺筑时间的确定，应根据沉降量观测数据进行拟合推算来确定，即要求根据预压期沉降量推算基准期内工后沉降量小于设计容许值，并对路基回弹模量及压实度进行实测，达到设计要求并经设计单位同意后方可铺筑。

⑦路面基层水泥稳定碎石中水泥含量为 5%，7 天无侧限抗压强度≥2.5Mpa，根据实验确定最佳配合比。施工中应尽量保持各种混合料的均匀，摊铺平整并达到规定的压实度和强度，并加强养护措施，避免产生裂缝。

⑧水泥混凝土面板浇筑完毕应及时养护，均匀洒水经常保持潮湿状态，养护中应采用草袋覆盖，养护期一般为 12～21 天，路面缩缝的施工方法采用切缝法或压缝法均可，养护期满后及时填缝。

3.8.5.7 景观绿化施工

①场地平整

A. 场地平整将绿化地面平整至设计坡度；不允许场地有低洼积水处。

B. 清理杂草、杂物、碎石及瓦砾，种植土层下不允许有大量的建筑垃圾及块石。

C. 若施工时使用机械平整土地，则应事先了解是否有地下管线，如有管线应使用人工清表，以免造成管线的损坏。

②基肥施放

施工图中的各种花草树木均需按额定要求的积肥量施放基肥，要求施工种植前必须下足基肥，弥补绿地土壤瘦瘠对植物生长的不良影响使绿化尽快见效。按目前园林施工的要求，设计施工可以市售干枯精制有机肥，作为土壤基肥使用，不得采用市面上油性很大的垃圾肥以及有刺激性气味的基肥。施肥量可以参考树木基肥施用量表格。施肥后应进行一次约 30cm 深的翻耕，使肥与土充分混合均匀，做到肥土相融，起到既提高土壤养分，又使土壤疏松、通气的良好作用。

3.9 土石方及其平衡情况分析

3.9.1 土石方平衡分析

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程水土保持方案报告书》（福建省欣盛工程设计有限公司，2023 年 4 月）可知，本工程总挖方量为 7.52 万 m^3（含 0.97 万 m^3 剥离表土），填方量为 12.89 万 m^3（含绿化覆土 0.97 万 m^3），借方 11.04 万 m^3，余方 5.67 万 m^3。

本工程土石方平衡具体如下：

（1）主体工程区（主线）

根据主体设计提供的逐桩号土石方挖填数量表，工程主线开挖土方 5.97 万 m^3，其中一般性土方 0.53 万 m^3，一般性土方开挖直接用于便道填筑；由于桥梁工程较多，采用钻孔灌注桩施工，施工预计产生钻渣 3.16 万 m^3，沿线开挖淤泥 2.28 万 m^3，开挖淤泥和钻渣运往泥浆干化场晾晒处理；回填土方 3.62 万 m^3，借方 3.49 万 m^3，余方 5.43 万 m^3。

（2）主体工程区（蓝色大道）

根据主体设计提供的资料，蓝色大道土石方以路基填方为主，主要为借方填高路基。开挖土石方 0.16 万 m^3，回填土石方 5.54 万 m^3，借方 5.44 万 m^3，余方 0.06 万 m^3。

（3）改移复建工程区

改移复建工程区主要包括改渠、改路和海堤拆复建工程，开挖土方 3668m^3 为改路工程路基开挖，开挖淤泥 680m^3 为渠道清理开挖，建筑垃圾 2873m^3 为前华海堤拆除量。围堰工程为该区工程河道设置的袋装土围堰，预计需要 1020m^3，土方来源可利用改路工程开挖土方，余方 0.068 万 m^3。

（4）围堰工程

本项目围堰工程主要为改河工程施工围堰，改渠和改路工程同步施工，土方利用改路工程及海堤复建开挖的土方，围堰土方 1020m^3，后期围堰拆除土方作为弃渣处理，届时建设单位将向市行政服务中心备案并根据规定的路线运往余方接纳点。

（5）施工便道

施工便道区主要为路基和桥梁工程沿线布置，大部分位于工程红线范围内，桥梁投影下方，本工程施工便道数量较多。桥梁桩基施工前需要先形成施工便道，由于便道对回填土质要求较低，路基前期开挖的土石方可全部用于施工便道回填。根据计算，施工便道土石方开挖量约为 0.068 万 m^3，土石方回填 2.87 万 m^3，其中回填前华海堤拆除建筑垃圾 0.29 万 m^3，回填路基开挖土方 0.41 万 m^3，外借土方 2.10 万 m^3 回填。

（6）施工生产生活区

主体设计布置 2 处施工生产生活区，其中 1#施工生产生活区布置于蓝色大道红线范围内，位于场平结束的蓝色大道路基上，基本无土石方开挖。2#施工区布置于工程线路终点，属于红线外新增占地，根据地形条件估算，预计开挖土石方总量为 0.37 万 m^3，开挖土方全部自身回填。

（7）临时堆土场区

布置于场平的主线起点路基，位于红线范围内，基本无土石方开挖。

（8）泥浆干化场区

主体设计布置 2 处泥浆干化场区，其中 1#泥浆干化场布置于场平的主线起点路基，位于红线范围内，基本无土石方开挖。2#泥浆干化场布置于工程线路终点附近，位于国道 C3228 线福清江阴莆头至孙卓段公路工程红线范围内，与本工程为同一建设单位，已获得用地审批，根据地形条件估算，预计开挖土石方总量为 0.13 万 m^3，开挖土方全部自身回填。

具体土石方平衡见表 3.9-1，土石方平衡流向框图见图 3.9-1。

根据福清市《研究建筑渣土消纳运输规范化管理有关问题会议纪要》福清市人民政府专题会议纪要（2019）260 号文件要求，由行政服务中心牵头负责建筑渣土资源供需信息平台的开发建设，市域内所有建设项目的渣土供需信息、渣土资源调配等均通过该平台统一处理。辖区内建设项目根据建设实际情况，梳理汇总渣土资源供需情况及具体项目清单、需土量，并实时报送至市行政服务中心，由市行政服务中心汇总并及时在该信息平台公开发布，并由行政服务中心负责受理渣土运输备案和审批工作。

目前建设单位已在平台上完成注册，并根据平台建设项目渣土供求需求，完成借方 5.76 万 m^3（借方来自福长路（福俱大道-洪宽四路）10000m^3，福建省闽江职业技术学校新校区 8#、9#学生宿舍 20000 m^3，福清巨盛制衣有限公司（2020 工业挂-14 号）宗地 9000m^3，福厦客专福清西站山体土石平整项目 1000 m^3 和政府储备地 2019-028 号地块场地平整工程土石方 7600 m^3、福清东百利桥特色历史文化街(二期)项目 10000 m^3），借方主要用于施工便道回填和路基填筑。余方尚未外运，建设单位已向福清市建筑垃圾资源信息平台备案，后期由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点。

表 3.9-1 土石方平衡表

序号	分区	起讫桩号	挖方					填方及本桩利用			调入				调出				借方		余方	
			小计	土方	建筑垃圾	钻渣	淤泥	小计	土方	建筑垃圾	小计	土方	建筑垃圾	来源	小计	土方	建筑垃圾	去向	数量	来源	数量	去向
①	主体工程区	主线																		福清市建筑渣土资源供需信息平台调配		福清市建筑渣土资源供需信息平台调配
②		K212+820~K213+000	235.4	67.4			168	13624	13624						67.4	67.4		㉒	13624		168	
③		K213+0.00~K213+500	3472	956		1653	863	8921	8921						956	956		㉒	8921		2516	
④		K213+500~K214+0.00	7114	746		2642	3726	13148	13148										12402		6368	
⑤		K214+0.00~K214+500	5506			3868	1638														5506	
⑥		K214+500~K215+0.00	5260			4191	1069														5260	
⑦		K215+0.00~K215+500	8661			5664	2997														8661	
⑧		K215+500~K216+000	9641			5005	4636														9641	
⑨		K216+0.00~K216+500	8865			4563	4302														8865	
⑩		K216+500~K217+0.00	4294			3138	1156														4294	
⑪		K217+0.0~K217+320.0	6620	3552		836	2232	458	458						3094	3094		㉒			3068	
⑫		主线小计	59668.4	5321.4		31560	22787	36151	36151						4117.4	4117.4			34947		54347	
⑬		蓝色大道工程区																			0	
⑭		LK3+930.00~LK4+0.00	572	572				889	889		317	317		⑮							0	
⑮		LK4+0.00~LK4+287.57	1071	441			630	54532	54532						317	317		⑭	54408		630	
⑯		蓝色大道小计	1643	1013		0	630	55421	55421		317	317			317	317			54408		630	
⑰		合计	61311.4	6334.4		31560	23417	91572	91572		317	317			4434.4	4434.4			89355		54977	
⑱	改移复建工程		7221	3668	2873		680	2648	2648						3893	1020	2873	⑲㉒			680	
⑲	围堰工程	填筑						1020	1020		1020	1020		⑱							0	
⑳		拆除	1020	1020				0														
㉑	表土剥离与回填		0.97	0.97				0.97	0.97													
㉒	施工便道区		680	680				28670.4	25797.4	2873	6990.4	4117.4	2873	②③⑪⑱					21000			
㉓	施工生产生活区		3692	3692				3692	3692													
㉔	泥浆干化场区		1268	1268				1268	1268													
	总计		75193.37	16663.37	2873	31560	24097	128871.37	125998.37	2873	8327.4	5454.4	2873		8327.4	5454.4	2873		110355		56677	

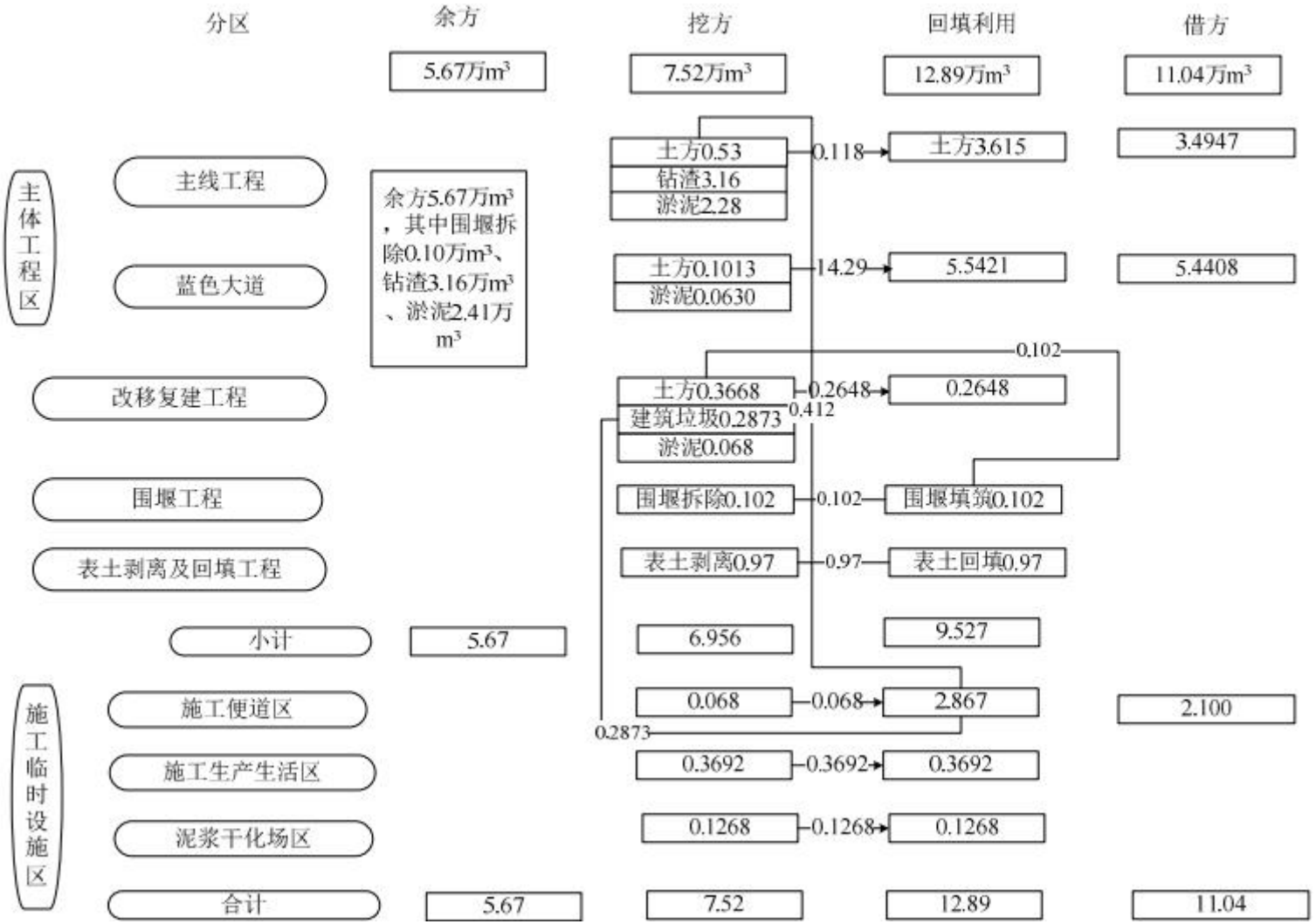


图 3.9-1 工程土石方平衡流向框图（单位：万 m³）

3.9.2 表土平衡分析

工程沿线征占用耕地和林地，根据表土厚度进行表土剥离，并暂存于临时堆土场区，表土与一般性土方分开堆放，后期将利用于景观绿化。施工单位开工前应考虑用地涉及耕地和林地的表土剥离和保护措施，通过现场调查本工程耕地位于沿海，表土土层存在一定沙质土，故可剥离土层厚度较小。本工程可剥离表土分布、剥离量、覆土概况详见下表。

表 3.9-2 表土剥离与覆土情况表

序号	表土位置	表土剥离			绿化覆土		
		面积（hm^2）	平均厚度（m）	总量（万 m^3）	面积（hm^2）	平均厚度（m）	总量（万 m^3）
1	路基工程区	1.6764	0.20-0.35	0.44	1.018	0.30-0.50	0.32
2	桥梁工程区	1.885		0.47			
3	改移复建工程区	0.1993		0.06			
4	施工便道区				0.34	0.25-0.35	0.08
5	施工生产生活区				1.9333		0.35
6	泥浆干化场区				0.80		0.22
合计		3.7607		0.97	4.11		0.97

根据水利水电工程技术规范 SL575-2012 表土剥离厚度参考值表，南方红壤丘陵区表土剥离厚度根据地类进行剥离，由于工程位于沿海，耕地土壤存在一定沙化现场，现场施工过程中施工单位根据具体地块熟土厚度进行调整，实际剥离厚度约 0.20~0.35m。如上表所示为施工单位表土剥离实际情况与后续绿化区需要覆土量概况，共剥离表土 0.97 万 m^3，表土堆置于已设定在本工程附近的临时堆土场，与一般土方分开堆存。本工程行道树，观景平台和边坡绿化面积约为 4.11hm^2，覆土厚度按 0.25-0.50cm 计，预计绿化覆土总量约为 0.97 万 m^3，前期剥离表土可满足工程自身绿化回填土方要求，前期剥离保护表土用于后续景观绿化回填，符合水土保持要求。

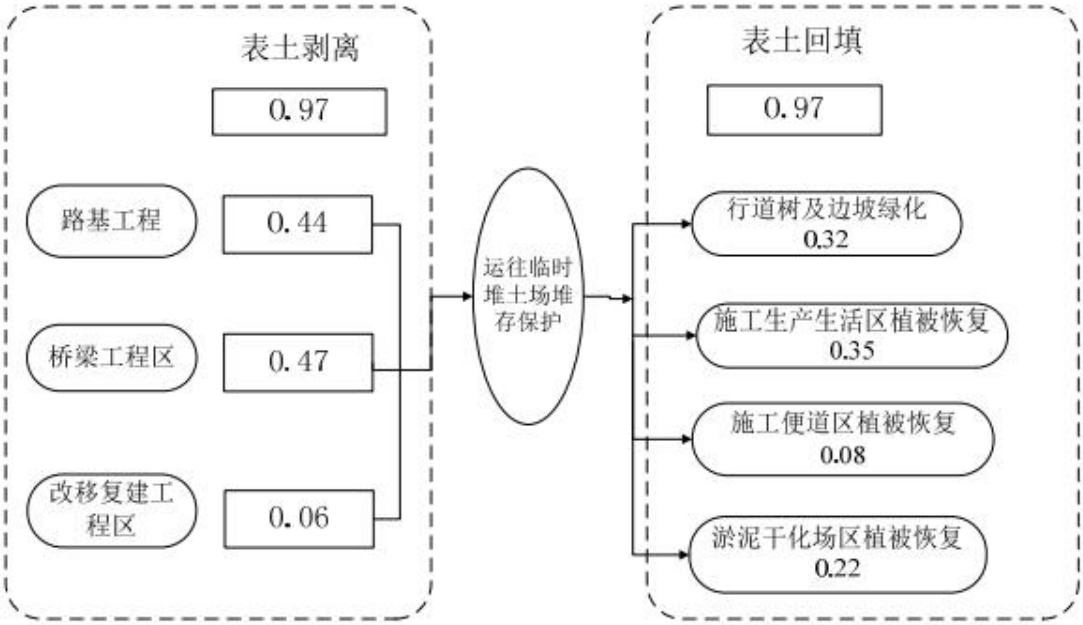


图 3.9-2 表土平衡流向框图（单位：万 m^3）

3.10 方案比选

3.10.1 起点和终点

项目起点位于福清江镜前华村南侧，接国道 G228 线福清江镜农场至江镜前华段（蓝园段）公路工程（一级公路兼具城市道路功能，时速 60km/h），与纵一线规划走向一致，符合闽台（福州）蓝色经济产业园总体规划，符合福州市综合交通发展规划及福清市整体规划，符合地方政府和交通主管部门的意见。本项目终点位于江阴镇莆头村，与国道 G228 线江阴莆头至孙卓段（一级公路，时速 60km/h）起点相接。终点处近期通过连接线与现有省道 201 线相连，实现路网的连通。因此，本项目的起终点位置是合理的。

3.10.2 比选方案环境分析

方案比选根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程初步设计》内容，以《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程可行性研究报告》中的路线走廊带和主要控制点为基础，拟定了诸多方案，主线主要比选方案如下：

表 3.10-1 同深度路线方案比较一览表

序号	方案名称	里程范围	长度（km）	备注
1	K 线	K212+820～K217+722.257	4.5000	为保证比选起终点一致，受衔接位置影响，比较终点大于实际实施终点。K 线方案实施段落为 K212+820～K217+320
2	A 线	AK212+820～AK218+900	6.0800	
3	B 线	BK212+820～BK217+356.851	4.5370	

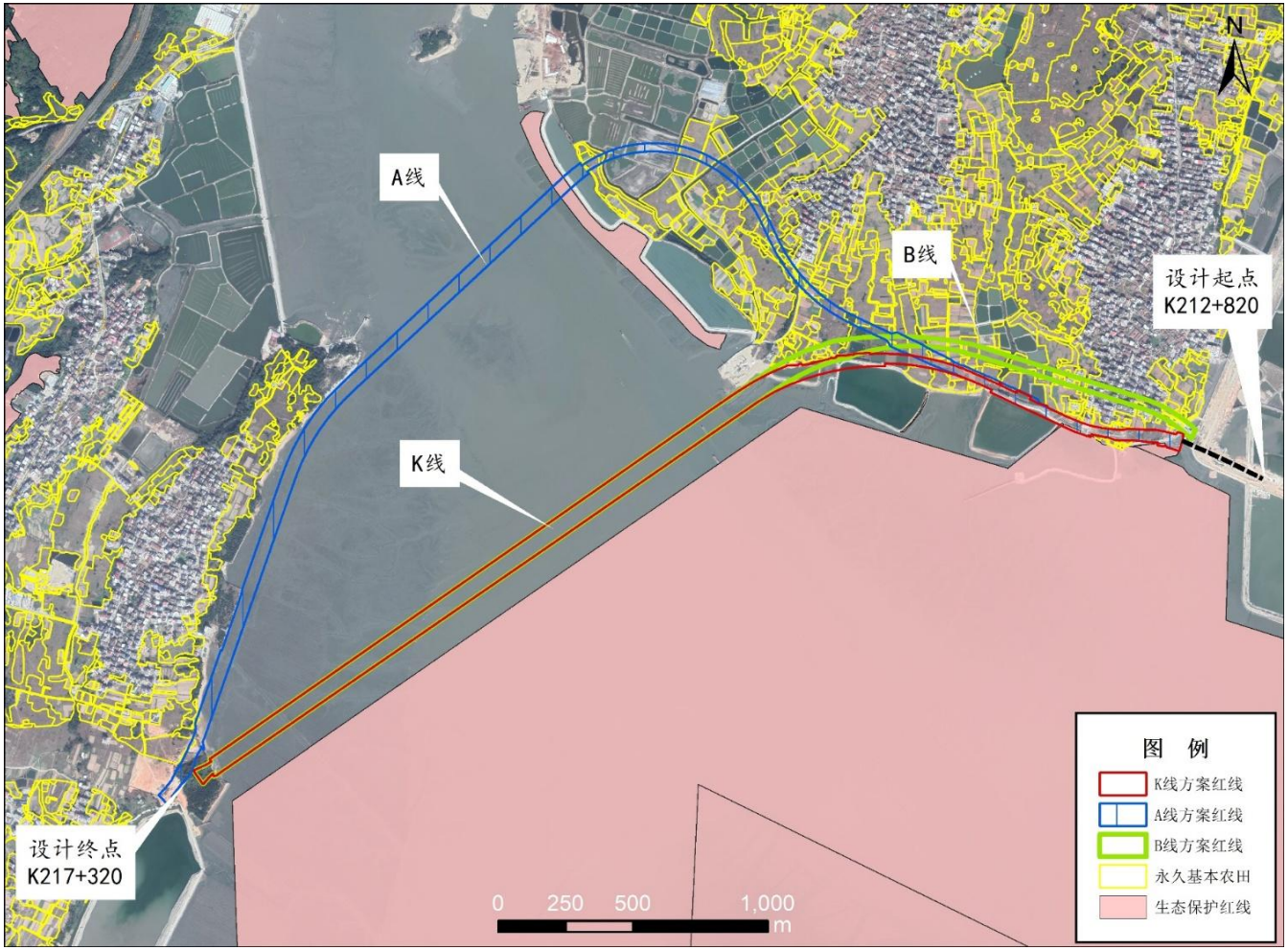


图 3.9-2 工程比选 A 线、B 线和 K 线涉及永久基本农田和生态保护红线示意图

（1）推荐方案：K 线（K213+155～K217+722.257）：

K 线方案路线起点（K212+820）位于福清江镜前华村附近，在闽台蓝色产业园顺接 G228 蓝园段，路线呈东西走向，自东向西于 K213+083.816 处与蓝色大道平交，沿岸线布置，经前华村，后建东港特大桥跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路，比较段落终点桩号 K217+722.257，路线全长约 4.5km。

受终点地形及后续 G228 莆头至孙卓段线形影响，K 线与 A 线比选段落长度大于推荐线实施段落，比选终点位于曲线段中部，且因涉海，拟采用桥梁跨越；为保证后续路段衔接顺畅，因此推荐线终点设置在 K217+320 直线段路基位置。

（3）比较方案（完全避让生态保护红线方案）：B 线（BK212+820～BK217+356.851）

B 线方案技术标准同 K 线，路线起点（BK212+820）位于福清江镜前华村附近，在闽台蓝色产业园顺接 G228 蓝园段，路线呈东西走向，自东向西于 K213+090.154 处与蓝色大道平交，远离岸线、从前华村村庄中穿过，后建东港特大桥跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路，终点桩号 BK217+356.851，路线全长 4.537 公里。用地总面积 24.9503 公顷。

表 3.10-2 主要工程数量对比表

项目	单位	K 方案	A 方案	B 方案
路线长度	km	4.5	6.08	4.537
占用红树林湿地面积	hm^2	0.0004	0.0004	0
桥梁投影覆盖红树群落	hm^2	0.0074	0.0075	0.0074
涉及生态保护红线	hm^2	0.1196	0.3766	0
占基本农田	hm^2	4.2967	6.9833	4.4933
土石方	万 m^3	4.58	14.06	4.2
桥梁	m/座	4055.5/2	4245/2	4240/1
占用土地	hm^2	24.9473	29.052	24.9502
拆迁面积	m^2	685	1310	22734
工程造价	万元	160037.8342	166465.2454	176835
平均每公里造价	万元	32647.457	27379.1522	38976.19572
推荐意见		推荐		
注：表格中均为各比选线的用海范围涉及的生态保护红线面积。				

（3）方案比选分析

①路线比选分析

a）K 线和 A 线都涉及生态保护红线，B 线为完全避让生态保护红线备选线路。K 线较 A 线涉及生态保护红线面积少 0.2570hm^2，且 K 线避开了横穿陈厝村西南侧生态保护红线（350181523526，滨海防风固沙生态保护红线），避免桥梁投影面占用现状生态保护红线内的红树林。K 线在设计路线上尽可能减少涉及生态保护红线，较好地落实避让及少占生态保护红线。

b)K 线、A 线和 B 线都占用了基本农田，K 线较 A 线减少占用基本农田 2.5187hm^2，较 B 线少占用基本农田 0.1967hm^2。根据《基本农田保护条例》“第一章第六条：一切单位和个人都有保护基本农田的义务，并有权对侵占、破坏基本农田以及其他违反本条例的行为进行检举、控告”。K 线在设计路线上尽可能减少对基本农田的占用，较好地践行《基本农田保护条例》。

c)A 线、B 线绕行村庄较多，涉及大量拆迁，影响社会稳定，施工协调难度大，而 K 线方案合理利用土地，少占良田，少拆迁；项目前期工可阶段，地方政府、业主和工可阶段评审专家组均反对 A 线、B 线方案，推荐 K 线方案。

d)相较于 A 线、B 线，K 线的选线更符合“安全、耐久、节约、和谐”原则，更能综合考虑地形选线、地质选线和安全选线，更合理地利用地形条件。

e）K 线、A 线和 B 线均不占用福建福清兴化湾水鸟省级自然保护区。K 和 B 线的主要路线段距离该自然保护区距离为 110m，A 线的主要路线段距离该自然保护区距离为 1055m。相较于 K 线、B 线，A 线离福清兴化湾水鸟省级自然保护区较远，在施工期对福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响小于 K 线。但根据本工程海域使用论证报告中施工期悬浮物分析，推荐方案对福清兴化湾水鸟省级自然保护区影响较小，施工期的影响随着施工结束逐渐消失，运营期采取相关措施将减小对兴化湾水鸟省级自然保护区的影响。推荐方案对兴化湾水鸟省级自然保护区影响可控。

表 3.10-3 方案对比表

方案	优点	缺点
K 线（推荐线）	①较 A 线桥梁投影覆盖红树群落少 0.0001hm^2。 ②较 A 线少涉及生态保护红线	①对周边村庄服务功能较弱 ②较 B 线多占用红树林湿地 0.0004hm^2

方案	优点	缺点
	0.2570hm^2。 ③较 A 线少占用基本农田 2.5187hm^2。较 B 线少占用基本农田 0.1967hm^2。 ④路线较 A 线、B 线里程短，更加便捷。 ⑤桥长较短，减少占用沿海滩涂，拟申请海域使用面积小于 A 线，较好践行集约节约用海原则。 ⑥较 A 线、B 线减少拆迁面积，有利于社会稳定，和工程顺利实施。	③较 B 线多涉及生态保护红线 0.1196hm^2。
A 线	便于陈厝村出行	①较 K 线桥梁投影覆盖红树群落多 0.0001hm^2。 ②较 K 线多占用生态保护红线 0.2570hm^2。 ③较K线多占用基本农田2.5187hm^2。 ④路线里程长。 ⑤占用更多沿海滩涂。 ⑥较 K 线拆迁面积增加 625m^2，施工协调难度大。
B 线（完全避让）	①不涉及生态保护红线。 ②较 K 线少占用红树林湿地 0.0004hm^2。	1.路线布设于成片基本农田中间，对地块切割，不利于耕作；较 K 线多占用基本农田 0.1967hm^2。 2.路线从村庄中间穿过，拆迁数量大，较 K 线多 22049m^2，涉及大量拆迁，对村庄存在严重干扰，影响社会稳定，施工协调难度大。 3.需拆除前华水闸。 4.需拆除一座 220KV 铁塔。 5.造价较 K 线方案高 18797 万元，经济性差。

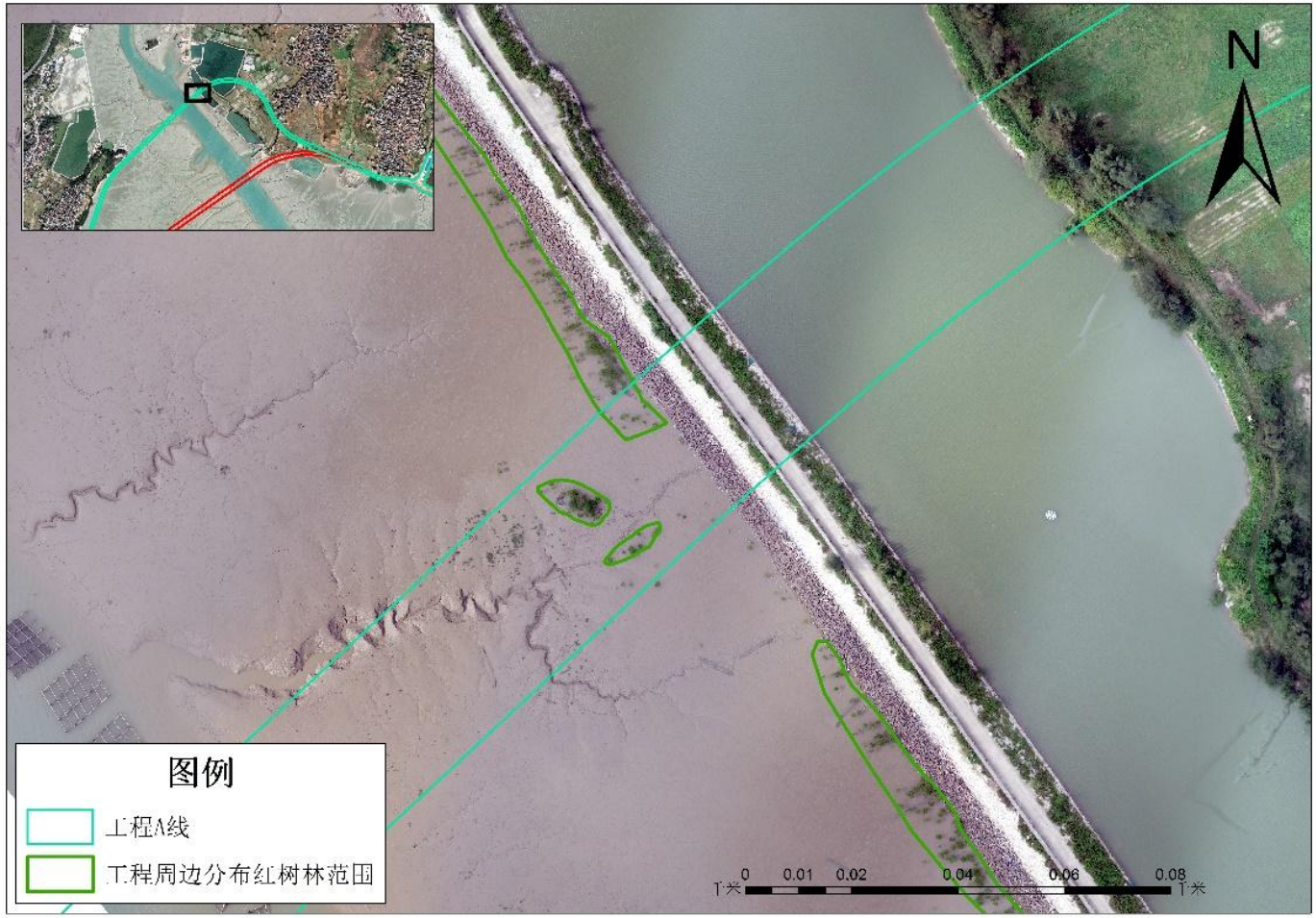


图 3.10-2 工程 A 线方案桥梁投影覆盖红树群落示意图

（注：A 线方案共有两处地块涉及永久占用红树林湿地，一处涉及桥梁投影覆盖红树群落。其中两处占用红树林湿地地块与 K 线方案占用相重叠，图中标识的与 K 线有区别的桥梁投影覆盖红树群落的地块。）

②工程选址唯一性分析

1）拟建桥梁位于兴化湾北岸、江阴半岛东部海域，桥区附近海床相对稳定，水流条件较好，与水上水下有关设施距离满足规范要求，能满足桥梁选址要求。

本项目路线符合《福建省普通国省干线公路网布局规划》中“八纵十一横十五联”的纵一线的路线走向。项目衔接兴化湾境内规划的国道 228 线福清江阴莆头至孙卓段公路以及福清江镜农场至江镜前华段（蓝园段）公路工程，项目起点具有唯一性。

2）A 线、B 线绕行村庄较多，涉及大量拆迁，影响社会稳定，施工协调难度大，项目进度难以推进。相较于 A 线，K 线方案合理利用土地，少占良田，少拆迁；项目前期工可阶段，地方政府、业主和工可阶段评审专家组均反对 A 线、B 线方案，推荐 K 线方案。结合路线便捷程度、工程造价、对基本农田、福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响分析以及集约节约用海原则，结合地方政府、业主、工可阶段评审专家组的意见，推荐方案 K 线。

3）K 线的选线符合“安全、耐久、节约、和谐”原则，综合考虑地形选线、地质选线和安全选线，更合理地利用地形条件，满足公路对线型指标的要求。

4）K 线交通出行更加便捷，更好发挥桥梁作为道路交通基础设施的功能作用，且大程度减小工程建设对沿线居民生活出行的负面影响。

5）工程技术避让方案

项目涉及生态保护红线 0.1196hm^2，主要为用海范围涉及生态保护红线，涉及生态保护红线类型为红树林及重要滩涂及浅海水域。其中，项目工程红线范围涉及生态保护红线 0.0042hm^2，项目东港特大桥与前华大桥桥墩均不涉及生态保护红线。因此，满足修建大跨径一次性跨越生态保护红线的桥梁指标要求。

3.10.3 工程设计对红树林占用比选

3.10.3.1 东港特大桥引桥设计方案比选

根据上文，本工程已选定 K 线方案作为主要设计方案，因此本节主要讨论的是 K 线方案中不同设计方案对项目占用红树林湿地或红树群落面积的影响。

（1）上部结构比选

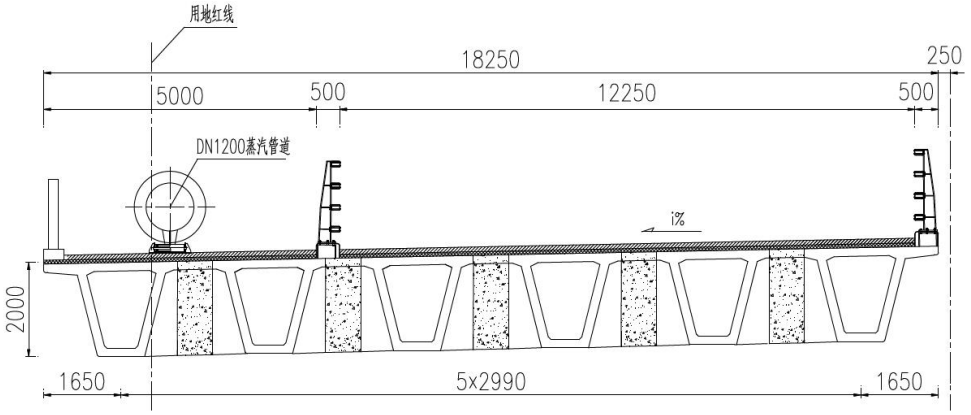
现从对红树林影响、工程造价、工期、施工方案、施工期间交通组织以及美观、对环境的影响等方面，对上部结构型式比选如下：

东港特大桥引桥陆上长度约 1020m，海上长度约 2400m，综合考虑占用红树林湿地情况、造价、施工难度以及施工速度可采用 40m 跨的预制小箱梁、40m 跨移动模架现浇箱梁、50m 跨移动模架现浇箱梁三种引桥方案，引桥跨径方案综合比较表见**表 3.10-4**。

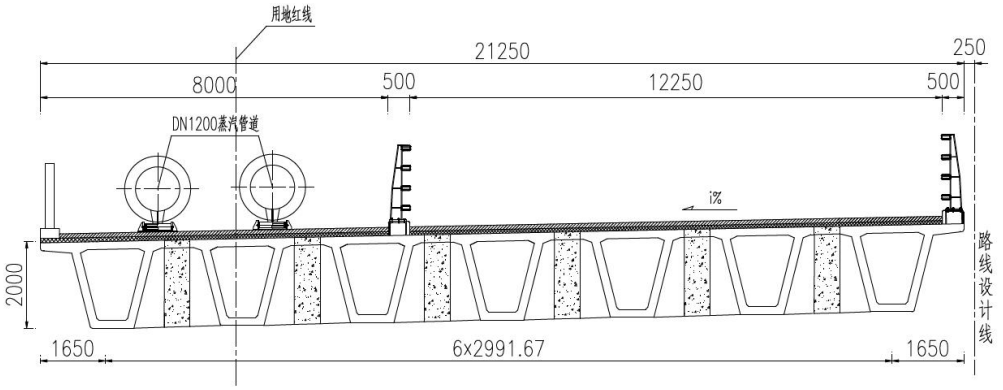
表 3.10-4 引桥跨径方案综合比较表

方案	50m 预应力混凝土箱梁	40m 预应力混凝土箱梁	40m 预制小箱梁
桥梁投影覆盖红树群落面积（hm^2）	0.0074（为桥面投影占用，桥墩桩基未直接占用）	比 50m 预应力混凝土箱梁方案的桥下墩柱更多，同时会增加施工钢栈桥的面积，可能导致增加占用红树林湿地面积	0.0208（桥面宽增加 5m）或 0.0471（桥面宽增加 8m）
技术难度及可行性	采用移动模架现浇施工，需要相关施工机具，施工方法成熟	采用移动模架现浇施工，需要相关施工机具，施工方法成熟	采用预制吊装架设，施工方法成熟，需要 47.8 亩面积预制场地，预制场地选址困难
工期	较长	较长	较短
耐久性及养护	耐久性好，养护费用低	耐久性好，养护费用低	耐久性好，养护费用较低
造价（元/m^2）	9177.96	8810.84	8156.96
综合比选结果	推荐	比较	比较

为保证江阴工业园区生产需求，需要随桥架设蒸汽管，管道具体介绍详见桥梁技术标准采用情况。若采用 40m 跨小箱梁方案，由于小箱梁悬臂及梁高较小，无法将管道布置在小箱梁悬臂位置，故需将管道布置在桥面。蒸汽管布置在桥面，可将 4 根 DN800 蒸汽管合并为 2 根 DN1200 蒸汽管过桥，若管道随桥采用双侧布置，每侧需增加桥面宽度约 5m，若将管线随桥采用单侧布置，单侧需增加桥面宽度约 8m。桥宽分别调整为 2×18.25m 及（21.25m+13.25m）。采用该方案桥面增加使得造价提高约 33.6%，同时因桥宽增加导致桥梁超出用地红线，此时桥梁投影覆盖红树群落面积增大至 0.0208 hm^2（加宽 5m）或 0.0471 hm^2（加宽 8m），故不采取该方案。



分幅布管预制小箱梁 1/2 标准横断面图（单位：mm）



单幅布管预制小箱梁标准横断面图（单位：mm）

图 3.10-3 架设蒸汽管小箱梁方案横断面图

采用较大跨径引桥可以减少下部结构数量，降低下部结构造价及海上施工的风险，同时整体景观也较协调统一。采用 40m 跨现浇箱方案，桥下墩柱较多，海上施工时间较长，对环境影响较大，相比较 50m 现浇箱方案会增加桥墩数量，减少桥墩间的距离。东引桥的 24#、27#桥墩旁的钢栈桥支桥旁均分布有红树林，一旦桥墩数量增加，间距减少，势必造成 24#、27#桥墩位置挪动，造成钢栈桥支桥桥梁投影覆盖红树群落，相比较相比较 50m 现浇箱方案会增加桥梁投影覆盖红树群落的面积。

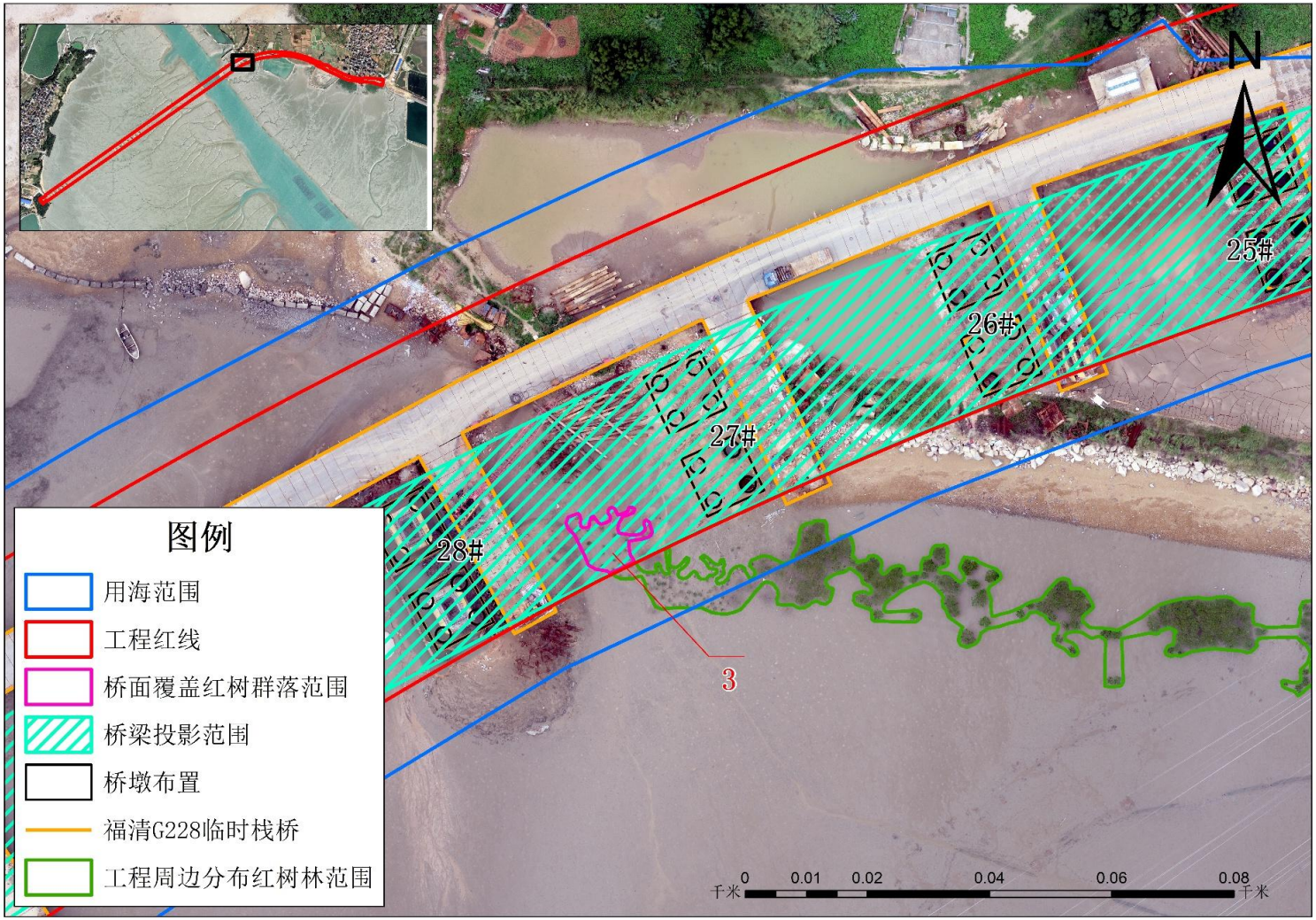


图 3.10-4 50m 现浇箱方案 24#、27#桥墩周边红树群落分布情况图

综上，引桥上部结构拟推荐采用占用红树林湿地面积小、技术成熟、施工难度小、整体性能好、景观效果好、造价适中的 50m 移动模架现浇箱梁，箱梁断面见下图。

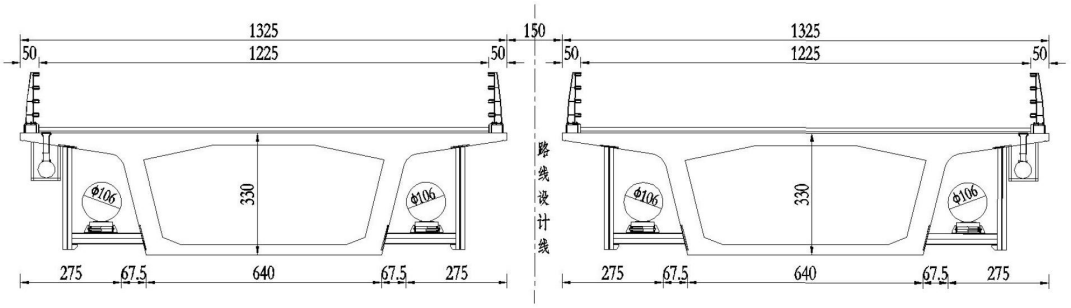


图 3.10-5 50m 移动模架现浇梁 1/2 支点横断面图（单位：mm）

（2）下部结构比选

a）桥墩比选

1）薄壁空心箱墩

薄壁空心箱墩刚度、抗扭惯性矩较大，稳定性好，可以节约材料，减轻桥墩自重。该种桥墩设计施工较为成熟，多适用于桥宽较宽或者桥墩较高的桥梁，并且适用性较广。缺点是下部结构较多，海上作业时间长。

2）单柱式花瓶墩

整幅单柱式花瓶墩景观效果较双柱式桥墩好，抗撞击性能较好，可减少下部结构尺寸，经济性较好。另外整幅式桥墩有利于减少工作面，减小桩基根数和施工平台规模，从而减少现场作业时间。缺点是整幅型式的下部结构体量更大，对设备、航道的要求更高，可选设备较少。

本项目两幅桥之间的距离为 1.5m，距离较大，采用单柱式花瓶墩需加大桥墩横向宽度，东港特大桥引桥的 24#桥墩的施工支栈桥距离红树林仅为 1m 左右，如需加宽桥墩横向宽度，势必要增加基桩、延长对施工支栈桥，此时在基桩和桥墩施工时难免增加对红树林的破坏。因此，结合项目实际情况，桥墩推荐采用桥墩横向宽度更窄，施工时钢栈桥不涉及红树群落的分幅薄壁空心墩。

表 3.10-5 桥墩方案综合比较表

方案	优点	缺点	比选结果
薄壁空心箱墩	按此方案设计施工，施工钢栈桥不涉及红树林占用。同时，刚度、抗扭惯性矩较大，稳定性好，可以节约材料，减轻桥墩自重。	下部结构较多，海上作业时间长	推荐

单柱式花瓶墩	整幅式桥墩有利于减少工作面，减小桩基根数和施工平台规模，从而减少现场作业时间	采用单柱式花瓶墩需加大桥墩横向宽度，在基桩和桥墩施工时难免对红树群落造成破坏。	

b）桩基比选

1）钻孔灌注桩

钻孔灌注桩群桩基础是目前国内外深水桥梁所普遍采用的一种基础形式，其设计、施工工艺均已较成熟，单桩承载力大，抵抗水平荷载的能力强，有效承载能力高，桩长、桩径可按照实际要求进行调整。钻孔灌注桩具有成熟的施工工艺，检测手段齐全，质量有保证，对水文、地质环境的适应性较好，适应范围最广，其水上施工技术成熟，结构耐久性也较好。同时，施工时采用钢板围堰施工，对红树林不造成额外破坏。缺点是海上作业时间长，对海洋环境有一定影响。

2）预应力管桩

预应力管桩具有高强、施工快、经济性好。缺点是预应力管桩由于受到柱径的限制，其抗弯能力有限。预应力管柱为薄壁结构，钢筋的保护层厚度不足 3cm，结构防腐难度大，沉柱过程中难免会出现桩头破损，桩身开裂等问题，事后检测和处理困难，耐久性难以保证。

3）钢管桩

钢管桩自重轻、抗弯能力强、施工方便、施工期稳定性好。钢管桩吊装和运输方便，抗锤击能力强，沉柱容易，施工速度快。缺点是防腐成本较高，需大型打桩船等设备，在浅滩区或在低潮位时，打桩船需采取疏浚一定区域供打桩船停泊，在东引桥 27#桥墩桩基进行施工时疏浚供打桩船停泊势必增大占用红树林湿地的面积，其产生的悬浮泥沙也将影响海洋生物的生长。本项目水上段落较长，故采用水上施工技术成熟、应用广泛的钻孔灌注桩。

综上所述，工程推荐采用受力性能较好、施工技术成熟、施工时对红树群落不造成破坏的钻孔灌注桩群桩基础。

表 3.10-6 桥墩方案综合比较表

方案	优点	缺点	比选结果
钻孔灌注桩	设计、施工工艺均已较成熟，单桩承载力大，抵抗水平荷载的能力强。施工时采用钢板围堰施工，对红树林不造成破坏	海上作业时间长，对海洋环境有一定影响	推荐

方案	优点	缺点	比选结果
预应力管桩	高强、施工快、经济性好	结构防腐难度大，沉柱过程中难免会出现桩头破损，桩身开裂等问题，事后检测和处理困难，耐久性难以保证	
钢管桩	自重轻、抗弯能力强、施工方便、施工期稳定性好	施工时，需大型打桩船等设备，在浅滩区或在低潮位时，打桩船需采取疏浚一定区域供打桩船停泊，在东引桥 27#桥墩桩基进行疏浚供打桩船停泊势必增大桥梁投影覆盖红树群落的面积	

（3）小结

由于工程总体线路不可避免占用红树林湿地，因此在设计东港特大桥方案时，选择桥梁投影覆盖红树群落面积小的 50m 移动模架现浇箱梁，桥墩横向宽度更窄、施工时钢栈桥不占用红树林湿地的的分幅薄壁空心墩，施工时对红树群落不造成破坏的钻孔灌注桩群桩基础等方案，尽量减少桥面投影对红树群落的占用、避免施工栈桥建设对红树群落的占用。

综上所述，本工程推荐的东港特大桥设计及结构方案较合理，具有最优性，尽量减少了对红树林或红树群落的占用，但不可避免占用少量红树林或红树群落。

3.10.3.2 施工方案比选

本工程的东岸段主栈桥拟搭设在东港特大桥右幅桥 24#-31#右侧。东岸段主栈桥、支栈桥均宽 8m，均采用钢管桩＋主横梁＋主纵梁＋分配梁＋面板结构。

现从对红树林或红树群落的影响等方面，对东岸段钢栈桥支栈桥的平面布置比选如下：

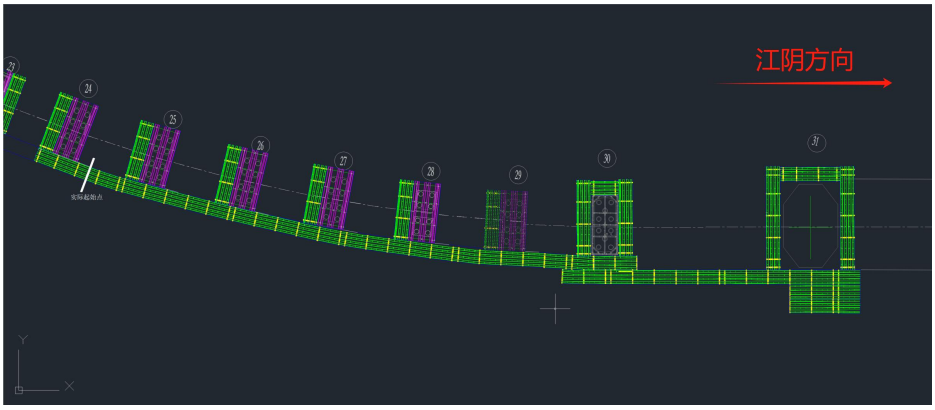


图 3.10-6 东港特大桥引桥施工钢栈桥推荐方案设计图（支栈桥搭设桩基东面）

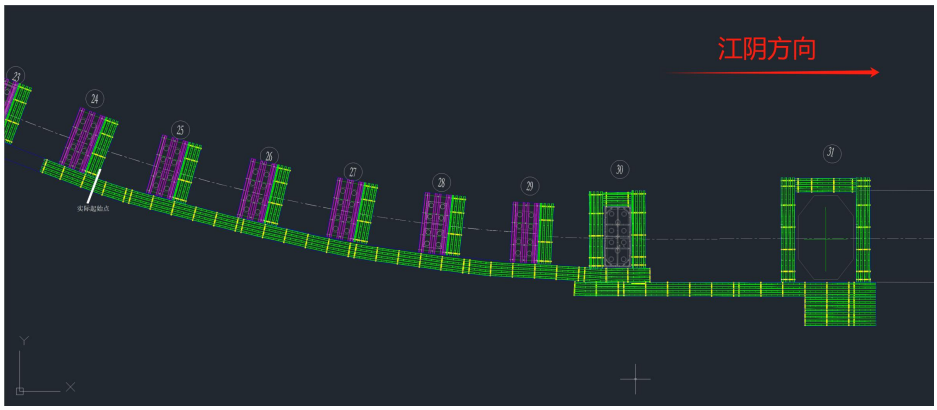


图 3.10-7 东港特大桥引桥施工钢栈桥比选方案设计图（支栈桥搭设桩基西面）

推荐方案支栈桥布设于东港特大桥的东岸引桥桩基东面，未涉及桥梁投影覆盖红树群落；比选方案支栈桥布设于东岸引桥桩基西面，涉及桥梁投影覆盖红树群落0.0004 hm^2。详见下图。

因此，从占用红树林湿地或红树群落面积角度分析，钢栈桥推荐方案不占用红树林湿地或红树群落，故推荐方案占优。

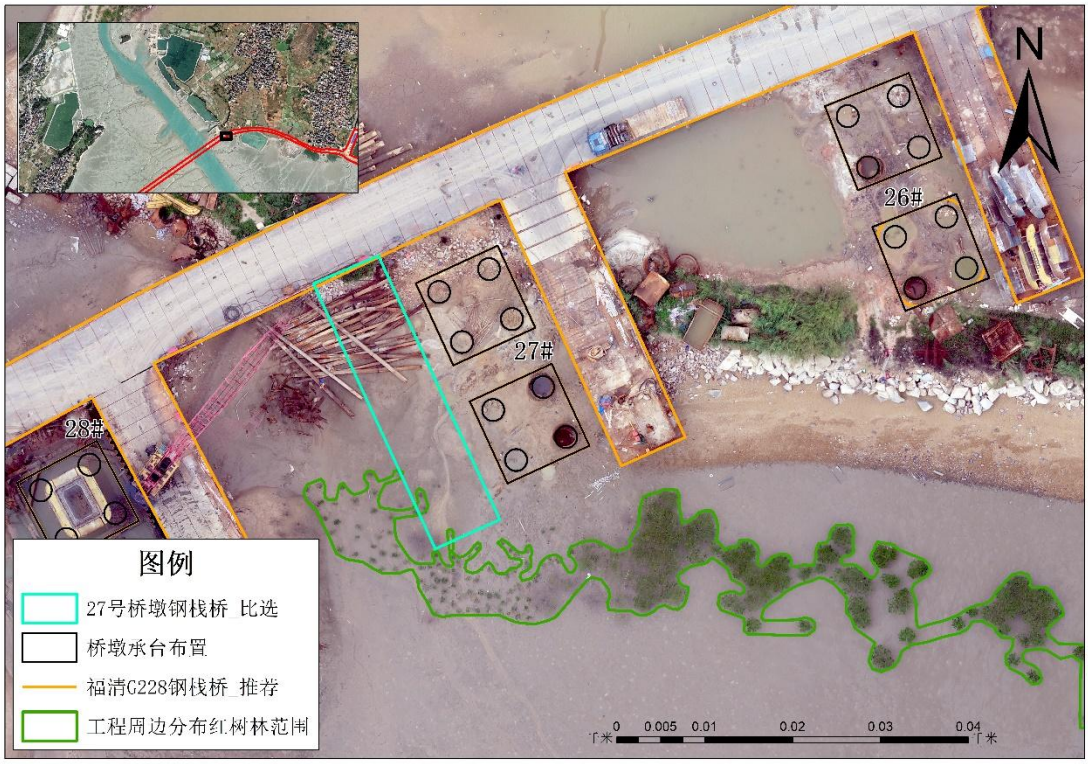


图 3.10-8 东港特大桥引桥施工钢栈桥推荐与比选方案占用红树林湿地（群落）情况图

3.10.4 比选结论

综上，综合考虑路线便捷程度、工程造价、对基本农田、生态保护红线、福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响分析，结合地方政府、业主、工可阶段评审专家

组的意见，K 线在满足公路对线型指标的要求下，合理利用土地。较 A 线少涉及生态保护红线，虽比 B 线涉及生态保护红线多，但比 A 线、B 线均少占用基本农田，少拆迁，避免了 A 线、B 线因涉及大量拆迁影响社会稳定，或施工无法协调导致项目无法推进。K 线遵循集约节约用海原则，在设计阶段尽量减小对海洋环境的影响。同时在造价、建设周期、规划一致性、地块利用率上较 A 线、B 线均有较大优势，更能综合考虑地形选线、地质选线和安全选线，更合理地利用地形条件。K 线交通出行更加便捷，更好发挥桥梁作为道路交通基础设施的功能作用，且减小工程建设对沿线居民生活出行的负面影响。

本项目建设的经济社会意义重大，是服务国家战略、促进地方经济社会发展的项目，项目建设十分必要、且非常迫切。东港特大桥的建设是国道 G228 线福清段建设的关键控制性节点工程，跨海桥梁建设是工程实现公路运输功能所必须的。备选方案存在工程建设难度大，项目施工及运营期对沿线居民生活负面影响较大，对海域环境造成较大不利影响，涉及拆迁过多，易造成社会不稳定，无法保障项目按建设进度完成，综合考虑路线实施难易程度、便捷程度、工程造价、涉及生态保护红线面积更小，结合相关部门意见，采用 K 线方案是本项目工程建设唯一方案。

3.11 污染源分析

根据工程施工方案，本工程主要建设内容为跨海桥梁工程，在施工过程中会产生施工污废水、废气、噪声、固废等，对海洋水文动力、地形地貌与冲淤、水质、生态、沉积物、大气、声等环境均会造成一定的影响。此外，施工期也存在施工船舶溢油风险。工程运营期主要是桥面车辆和行人通行，由此可能会产生噪声及大气的污染影响。

3.11.1 施工期污染源分析

3.11.1.1 施工期水污染源

本工程施工过程中产生的废水主要是施工人员生活污水、施工场地废水、施工船舶含油废水、钻孔灌注桩施工等产生的悬浮物。

（1）施工人员生活污水

①施工船舶人员生活污水

根据工程施工工艺，本工程仅在钢箱梁合拢段（约 K214+990~K215+220）需利用船舶在最高潮位时运输钢箱梁，预计运输天数 4 天，每日可运输时间约 3~6 小时，运输船舶需在退潮前离开工程所在海域，根据《工程船舶劳动定员第 3 部分：航务工程船舶》（JT/T383.3-2008），本工程施工船舶人员约需 6 人，生活用水按 100L/人·d 计，排水系数取 0.85，则施工高峰期生活污水产生量约 0.51t/d。施工人员生活污水主要污染因子为 COD、氨氮，其浓度一般在 300mg/L、40mg/L 左右。施工船舶人员生活污水利用船载收集装置收集，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，禁止生活污水直接排放入海。

②施工营地人员生活污水

由于不同的施工工序，现场施工人员数量也不一样，根据工程施工组织安排，本工程施工营地施工高峰期人员约需 200 人，生活用水按 100L/人·d 计，生活用水需水量为 20t/d，排水系数取 0.85，则施工高峰期生活污水产生量约 17t/d。施工人员生活污水主要污染因子为 COD、氨氮，其浓度一般在 300mg/L、40mg/L 左右。施工人员生活污水经营地内临时厕所收集由化粪池处理后用于周边农田施肥使用。

（2）施工船舶含油废水

施工船舶含油污水主要产生部位在舱底，本工程施工船舶主要为 1 艘工程驳船，吨位均小于 500t。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2018），按不同吨级船舶产生的舱底含油污水进行计算，含油污水产生量按 0.14t/d •艘计，油污水浓度可取 2000~20000mg/L，按平均值 11000mg/L 计，则施工船舶含油污水产生量为 0.14t/d，石油类污染物单日产生量为 1.54kg/d。

根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）：对港口水域范围内航行、作业的船舶的排污设备实行铅封管理，船舶含油污水按要求排入由海事部门认可的岸上接入设施。因此，拟建工程施工船舶在施工前应在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理，定期接收处置。

根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018），施工船舶含油污水应利用船载收集装置收集，靠岸后委托有资质单位进行处置。

（3）施工场地废水

施工场地内产生的生产废水主要来自施工机械和车辆的冲洗废水、混凝土养护等。

①车辆、施工机械设备清洗废水

工程路桥施工中所需要的挖掘机、推土机、压路机、起吊设备、运输车辆等，都将在施工场地的临时停车场进行冲洗。以施工场地停放大型施工车辆设备 30 台（辆）计，考虑损耗与无组织排放，冲洗水用量取 0.7m^3/台 • 次计，按照 5 天冲洗一次的频率，则施工期冲洗废水产生量约 3780t，该类废水的主要污染物为 SS 和石油类，SS 和石油类排放浓度分别为 1000mg/L 和 20mg/L。为避免冲洗废水直接排放对附近海域水质造成影响，拟采用沉淀-隔油处理方法对该废水进行简易处理，去除其中大部分的悬浮泥沙和浮油后，沉淀后的上清液可循环使用于设备冲洗，或用于喷洒道路及施工场地，隔油处理产生的废油交由有资质的单位进行处置，基本不会对工程海域产生不良影响。

②混凝土养护水

水泥混凝土浇筑养护水量少，大多被吸收或蒸发，故这部分废水可忽略不计。

（4）悬浮泥沙入海

①涉海段桩基施工产生的悬浮泥沙

本工程桥梁基础施工过程中，施工钢栈桥及钻孔平台的搭建和拆除、钢板桩、

钢护筒围堰插打及拆解、基坑开挖等作业活动，均会在作业点位产生局部水体底部扰动，增大悬浮泥沙浓度。

钢板桩、钢护筒围堰插打及拆解等作业时间很短，底泥浮起有限，水体中悬浮泥沙影响范围及程度一般不大；基坑开挖在围堰内进行，钻孔作业也限制在钢护筒内进行，不与钢护筒外水体发生关系，因此不会造成悬浮泥沙入海。

泥浆池设置在钻孔平台上，钻孔泥浆和钻渣经筛滤沉淀后再由人工配制而成的钻孔泥浆返回护筒内循环使用，筛滤沉淀出来的钻渣、钢护筒内清孔和钢套箱内抽水排出的钻渣、泥浆以及孔内水下混凝土灌注溢出的泥浆采用管道输送至设在钢栈桥上的泥浆沉淀池沉淀，沉淀后清水回用。

因此，正常情况下桩基基础施工过程悬浮物产生量较少。但是钻渣、土渣和泥浆在排出、收集和输送过程中以及水下混凝土灌注过程中可能在一定程度上出现泥沙散落和混凝土浆掉落入海现象，且水域桥基施工时间较长，每个桩基施工区域都可能成为一个点状泥沙悬浮物排放源，其悬浮泥沙排放量与其钻孔泥浆、钻渣产生量正相关。据了解，桩基施工过程的排渣泥浆中悬浮泥沙含量极高，浓度可达 400～500kg/m^3。若排渣和钻孔泥浆直接倾倒入海，将对海洋环境和淤积情况造成重大影响。本次评价仅预测在采取环保措施之后，由于施工过程跑冒散落的源强。

根据本工程设计，本工程涉海桥段共有桥墩 74 个，登陆端 2 个，桩基为直径 1.5m、1.6m、2.0m、3.0m 钻孔灌注桩。根据本工程岩土工程勘察报告，工程桩基施工中钻孔最易发生泥沙悬浮物的地层为表层淤泥、淤泥质粉质粘土。根据类比资料分析，预计本工程钻孔灌注桩施工过程中，钻机在钢护筒内软质淤泥表层钻孔时控制钻进速度约为 2.00m/h。工程桥梁施工，一般采用两端往中间进行施工，采用正循环或反循环回转法成孔，钻机钻孔与排渣同时进行。

根据本工程全桥布置图，通航航道位于 34、35 号桥墩之间，共 74 个跨海桥墩。因此，计算悬浮泥沙发生量主桥下桩径取 3.0m，其他桥墩的桩径取 1.6m，实际成孔直径按设计孔径 1.07 倍计。经向相关桥梁施工单位调查和咨询，在正常情况下，泥砂散落率保守估计取 3%。

本工程海域表层主要为淤泥、淤泥质粉质粘土，干容重为 0.8g/cm^3。则本工程涉海桥段施工产生的悬浮泥沙源强见下表。

表 3.11-1 钻孔施工泥沙悬浮物发生量

桥梁	设计孔径（m）	成孔面积（m^2）	钻进速度（m/h）	干容重（g/cm^3）	泥沙散落量（kg/h）	悬浮泥沙源强（g/s）
东港特大桥	3.0	8.089	2	0.8	388.258	107.850
	1.6	2.301	2	0.8	110.438	30.677

由上表可知，涉及通航的主桥墩施工悬浮泥沙源强为按 107.850g/s 计算，其余桩基悬沙源强按 30.677g/s 计算。

3.11.1.2 施工期废气

拟建工程采用沥青混凝土路面方案，施工期大气污染源主要为施工粉尘、施工扬尘、沥青烟以及施工车辆及机械设备尾气。主要污染环节为沥青路面摊铺，建筑物拆除，材料的装卸、运输和堆放，土石方的开挖和回填等作业过程，上述各环节在受风力的作用下将会对施工现场及周围环境产生粉尘、扬尘、沥青烟、尾气污染。

（1）沥青路面摊铺废气

本工程为沥青混凝土路面，工程所用沥青均外购，因此沥青烟只产生于沥青路面摊铺过程。铺浇沥青混凝土路面时会散发（即无组织排放）少量沥青烟气，主要污染物为 THC（烃类）、酚和苯并（a）芘以及异味气体，其污染影响范围一般在周边外 50m 之内以及在距离下风向 100m 左右。因此，铺浇沥青混凝土路面前，应及时通知前华村居民区等环境空气敏感对象，在沥青混凝土路面铺设时，应选择有利风向，尽量避免对下风向环境空气敏感点造成显著污染。

（2）施工扬尘

①施工场地扬尘（TSP）源强

工程施工期路基开挖填筑、土石搬运、物料装卸等将会产生扰动扬尘、风吹扬尘和逸散尘，施工场地、临时堆土场和露天堆场裸露表面也将产生风吹扬尘。起尘量视施工场地情况不同而不同，一般来说距施工场地 100m 范围内贴地环境空气中 TSP 浓度可达 5～10mg/m^3，当施工区起风并且风速较大时，扬尘可以影响到距施工场地 500m 左右的范围。

②施工道路扬尘（TSP）源强

据有关文献资料介绍，施工车辆行驶产生的施工道路扬尘占总扬尘量的 60%以上。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算。

$$Q=0.123（V/5）（W/6.8）^{0.85}（P/0.5）^{0.75}$$

式中：Q——车辆行驶产生的扬尘，kg/km；

V——车辆行驶速度，km/h；

W——车辆载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m^2。

工程施工以单辆车行驶产生的扬尘量计算源强，详见表 3.11-2。

表 3.11-2 单车运输车辆产生的扬尘计算结果表

参数	Q（kg/km）	V（km/h）	W（t）	P（kg/m^2）
计算结果	0.287	5	10	1.0

根据有关资料，一辆 10t 卡车，通过一段长度为 1km 的路面时，在不同路面清洁程度，不同行驶速度情况下，产生的扬尘量见表 3.11-3。

表 3.11-3 不同车速和地面清洁程度的车辆扬尘表　　单位：kg/辆·km

P（kg/m^2） 车速 km/h	0. 1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0510	0.0859	0.1164	0. 1444	0.1707	0.2871
10	0.1021	0.1717	0.2328	0.2888	0.3414	0.5742
15	0.1532	0.2576	0.3491	0.4332	0.5121	0.8613
25	0.2553	0.4293	0.5819	0.7220	0.8536	1.4355

从表 3.11-3 可见，在同样路面清洁程度的条件下，车速越快，扬尘量越大；在同样车速条件下，路面越脏，则扬尘量越大。因此，限速行驶和保持路面的清洁是减少车辆行驶扬尘源强的有效措施。

（3）施工车辆及机械设备废气

施工车辆及机械设备等因燃油产生的 CO、THC、NOx 等污染物。施工车辆及机械设备在现场范围内活动，车辆为非连续行驶状态，施工采用分段进行，且每段施工时间有限，施工车辆及机械设备尾气排放源强不大，表现为间歇性流动无组织排放。

3.11.1.3 施工期噪声

本工程施工期噪声来自各种施工作业，主要有筑路机械噪声、车辆运输噪声以及现场处理噪声。在施工现场，随着工程进展，将使用不同的施工机械设备，因而不同施工阶段具有不同的主要噪声源。如在路基阶段采用挖掘机、推土机、平地机和大吨位的装载汽车等；在路面工程中有压路机、摊铺机等。不同施工阶

段使用的设备和产生的噪声大小、影响范围都不同；机械噪声与设备本身的功率、工作状态等因素有关，这些突发性非稳态噪声将对施工人员和周围环境产生较大影响。根据《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024）中附录D.1 公路工程机械噪声源强，施工各阶段平均噪声值见表 3.11-4。

表 3.11-4 道路工程施工机械设备声级测试值及范围

序号	名称	测距（m）	最大声级 L_{max}（dB）
1	轮胎式装载机	5	90
2	平地机	5	90
3	轮胎压路机	5	76
4	推土机	5	86
5	摊铺机	5	87
6	泥浆罐车	5	85
7	自卸汽车	5	90
8	起重机	5	90
9	液压挖掘机	5	90
10	回旋钻机	5	95
11	卷板机	5	100
12	切割机	5	100
注：本表数据部分来源于《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024）			

本工程施工期噪声具有阶段性、临时性和大多不固定性。而且施工中往往由不同类型的机械相互配合，形成多源的施工噪声，其噪声的时空分布呈现多变而复杂的组成。其主要影响表现为道路施工对附近居民的干扰和施工机械所在的施工场地产生的机械噪声对附近居民的影响。

施工噪声源与一般的固定噪声源及流动噪声源有所不同，施工机械往往都是暴露在室外的，而且它们会在某段时间内在一定的小范围内移动，这与固定噪声源相比增加了这段时间内的噪声污染范围，但与流动噪声源相比施工噪声污染在局部范围内。对某段公路而言，施工噪声污染仅发生于一段时期内，是短期污染行为。

3.11.1.4 施工期固体废物

工程施工过程中产生的固体废物主要包括：施工人员的生活垃圾、施工过程中产生的建筑垃圾以及路基开挖换填、钻孔灌注桩桩基、承台施工过程中排出的钻渣、泥浆等。

（1）施工人员生活垃圾

工程施工高峰期出工人数每天约 200 人，施工人员生活垃圾的产生量按每人 0.5kg/d 计，则本工程施工高峰期生活垃圾产生量约 100kg/d。

海域施工船舶垃圾包括生产垃圾和生活垃圾。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），沿海船舶每人每天产生的生活垃圾按 1.5kg 计，生活垃圾为 9kg/d；生产垃圾主要为船舶维护产生的固体废物，按每艘 20kg/d 计，生产垃圾为 20kg/d；船舶需配备垃圾桶集中收集存放船舶垃圾，严禁弃于海域，由指定专门船舶定期收集上岸，由有资质单位接收处置。

（2）弃方

依据工程土石方平衡分析，本工程弃方尚余 5.67 万 m^3（其中土方 0.1 万 m^3，钻渣 3.16 万 m^3，淤泥 2.41 万 m^3），土方和钻渣可以作为填料使用，用于填平土方、修建道路及填埋垃圾等。根据福清市《研究建筑渣土消纳运输规范化管理有关问题会议纪要》福清市人民政府专题会议纪要（2019）260 号文件要求，由行政服务中心牵头负责建筑渣土资源供需信息平台的开发建设，市域内所有建设项目的渣土供需信息、渣土资源调配等均通过该平台统一处理。辖区内建设项目根据建设实际情况，梳理汇总渣土资源供需情况及具体项目清单、需土量，并实时报送至市行政服务中心，由市行政服务中心汇总并及时在该信息平台公开发布，并由行政服务中心负责受理渣土运输备案和审批工作。

目前建设单位已在平台上完成注册，并根据平台建设项目渣土供求需求，完成借方 5.76 万 m^3（借方来自福长路（福俱大道-洪宽四路）10000m^3，福建省闽江职业技术学校新校区 8#、9#学生宿舍 20000 m^3，福清巨盛制衣有限公司（2020 工业挂-14 号）宗地 9000m^3，福厦客专福清西站山体土石平整项目 1000 m^3 和政府储备地 2019-028 号地块场地平整工程土石方 7600 m^3、福清东百利桥特色历史文化街(二期)项目 10000 m^3），借方主要用于施工便道回填和路基填筑。余方尚未外运，建设单位已向福清市建筑垃圾资源信息平台备案，后期由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点。

（3）钢材、木材等边角料

本工程施工结束后，须将施工栈桥进行拆除，由施工单位充分回收利用，及时恢复海域原貌；施工过程产生的钢材、木材等边角料及废零件应回收利用。

3.11.2 营运期污染源分析

3.11.2.1 水污染源

本工程营运期对水环境的影响主要为降雨冲刷路（桥）面产生的路面径流污水，降雨期间，道路路面径流所夹带的污染物主要是悬浮物、油等，路面径流污染物浓度取决于多种因素，如交通、降雨强度、灰尘量和前期干旱时间等。由于各种因素随机性强、偶然性大，所以典型的路面雨水污染物浓度也较难确定。根据国内外的研究结果表明，降水一段时间后悬浮物和石油类影响基本消除，经排水系统导流，不会对海域水质产生影响。

根据对南方地区路面径流污染情况试验的有关资料，路面径流污染物及浓度估算值如表 3.11-5。

表 3.11-5 路面径流污染物浓度范围

历时 / 项目	5～20min	20～40min	40～60min	平均值
pH	6.0～6.8	6.0～6.8	6.0～6.8	6.4
SS（mg/L）	231.4～158.5	158.5～90.4	90.4～18.7	100
BOD（mg/L）	6.34～6.30	6.30～4.15	4.15～1.26	4.3
COD（mg/L）	87～60	60～22	22～4.0	45.5
石油类（mg/L）	22.30～19.74	19.74～3.12	3.12～0.21	11.25

由上表可以看出：在降雨初期到形成地面径流的 20min 内，路面径流中的 SS、COD 和石油类等污染物浓度较高，20min 后，其浓度随着降雨历时的延长下降较快，雨水中 BOD 随降雨历时的延长下降速度较前者慢，pH 值相对较稳定，降雨历时 40min 后，路面基本被冲洗干净。

根据本工程初步设计报告可知，雨水设计流量按下列公式计算：

$$Qs=q\Psi F$$

式中：Qs——雨水设计流量（L/s）；

q ——设计暴雨强度[L/(s·hm^2)]；

Ψ ——径流系数按地面覆盖情况确定。路面、桥面取 0.95，绿地取 0.15，综合径流系数取值 0.65；

F ——汇水面积（hm^2）。

本次设计暴雨强度公式参照福清市的最新城市暴雨公式：

$$q=\frac{1220.7(1+0.505\mathrm{g}Te)}{(\mathrm{t}+0.4.083)^{0.593}}(\mathrm{L}/(s\bullet hm^2))$$

其中：t=t1+t2；

t——降雨历时（min）；

t1——地面集水时间（min），视距离长短、地形坡度和地面铺盖情况而定，一般取 5～15min。本次地块水采用 10min，桥面及路面水采用 5min；

t2——管渠内雨水流行时间（min）；

q—暴雨强度（L/S.hm^2）；

Te—设计重现期（年），本次道路重力雨水排水设计取 Te=3。

根据计算可知，本工程左桥设计径流量均为 0.8435m^3/s，则 10 分钟设计雨水径流量约 506.0997m^3，右桥设计径流量均为 0.8435m^3/s，则 10 分钟设计雨水径流量约 506.0997m^3，工程已根据左桥及右桥流向分别在路线起点处及终点处设置沉淀池，左桥设计沉淀池位于 K214+180 处，设计 2 座沉淀池，总容积约 680.4m^3。右桥设计沉淀池位于 K217+280 处，设计 3 座沉淀池，总容积约 1020.6m^3。沉淀池容量均可满足工程初期雨污水沉淀需求，沉淀池具体分布详见 3.6 管线工程章节中图 3.6-6~图 3.6-7。

3.11.2.2 废气污染源

营运期废气主要是道路机动车行驶排放的尾气，主要污染物为 NO_X、CO 及 THC 等，其中 NO_X 和 CO 排放浓度较高。机动车废气污染物主要来自曲轴箱漏气，燃料系统挥发和排气筒的排放，而大部分 THC 和几乎全部的 NO_X 及 CO 都来源于排气管。CO 是燃料在机内不完全燃烧的产物，主要取决于空燃比和各种汽缸燃料分配的均匀性。NO_X 产生于过量空气中的氧气和氮气在高温高压的气缸内。THC 产生于汽缸壁面淬冷效应和混合气不完全燃烧。本评价选取预测因子为 CO 与 NO_2。

汽车尾气污染源可以模拟为一条连续排放的线性污染源。污染物排放量的大小与交通量密切相关，同时又取决于车辆类型和运行状况。

①单车排放因子

汽车单车排放因子是源强模式中最重要也是最难准确估算的参数。根据国家环保总局的时间部署，2018 年 1 月 1 日开始实行第V阶段，即到工程建成通车后，

全国范围内将执行第V阶段标准（相当欧V排放标准）；因此，对于本评价近期（2026 年）、中期（2032 年）和远期（2040 年）评价中的车辆单车排放因子推荐值采用欧V排放标准中的车辆单车排放因子来计算污染物排放源强。欧V排放标准中的车辆单车排放系数见表 3.11-6，本评价引用的单车排放因子推荐值见表 3.11-7。

表 3.11-6 机动车 NO_X 、CO 的单车排放系数

阶段	车型	主要污染物（g/辆·km）			
		NO_X		CO	
		柴油车	汽油车	柴油车	汽油车
V	小型车	0.18	0.06	0.50	1.00
	中型车	0.235	0.075	0.63	1.81
	大型车	0.28	0.082	0.74	2.27

表 3.11-7 车辆单车排放因子推荐值

阶段	车型	污染物类型	推荐值（mg/辆•m）
V	小型车	NO_X	0.06
		CO	1.00
	中型车	NO_X	0.155
		CO	1.22
	大型车	NO_X	0.28
		CO	0.74

注：小型车采用汽油车系数、中型车采用柴油车和汽油车系数平均值、大型车采用柴油车系数。

②车辆排放污染物线源源强计算

汽车尾气污染物排放量与交通量成正比，和车辆类型以及汽车运行的工况有关，还与敏感点同道路之间的水平距离和垂直距离有较大关系。根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ 2.2-2018）要求，公路上汽车排放的尾气产生的污染可作为线源处理，源强可由下式计算：

$$Q_i = \sum_{i=1}^{3} 3600^{-1} A_i E_{ij}$$

式中：Qj—j 类气态污染物排放源强度，mg/s·m；

Ai—i 类车预测年的小时交通量，辆/h；

Eij—i 型机动车 j 类排放物单车排放因子，mg/辆·m。

③大气污染物排放源强

根据各预测年的预测交通量、车型比、昼夜比，并利用 NO_2：NO_X=0.8：1 的比例进行换算，分别计算得到各预测年 NO_2、CO 大气污染物排放量分别见表 3.11-8、表 3.11-9。

表 3.11-8 本工程营运期 NO_2 排放源强

路段	2026 年		2032 年		2040 年	
	昼间	高峰	昼间	高峰	昼间	高峰
东港特大桥	0.0116	0.0223	0.0160	0.0307	0.0212	0.0407

表 3.11-9 本工程营运期 CO 排放源强

路段	2026 年		2032 年		2040 年	
	昼间	高峰	昼间	高峰	昼间	高峰
东港特大桥	0.1453	0.2794	0.2003	0.3849	0.2657	0.5101

3.11.2.3 噪声污染源

本工程营运期噪声源主要是路面行驶的机动车。路面行驶的机动车产生的噪声主要来源于发动机噪声、排气噪声、车体震动噪声等，另外车辆行驶中引起的气流湍动、排气系统、轮胎与路面的摩擦等也会产生噪声；道路路面平整度状况变化亦使高速行驶的汽车产生整车噪声。

营运期交通噪声大小与交通量的大小密切相关，同时又取决于车辆类型和运行车辆车况。本工程设计车速为 60km/h。

①各类型单车车速

主线及互通区接线引桥车速预测根据《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358—2024），各类型单车车速预测采用如下公式：

$$v_i = \left(k_{1i} u_i + k_{2i} + \frac{1}{k_{3i} u_i + k_{4i}} \right) \times \frac{v_d}{120}$$

式中：vi—平均车速，km/h；

vd—设计车速，km/h

ui—该型车的当量车数，按下式计算：

$$u_i = vol \times (\eta_i + m_i (1 - \eta_i))$$ ；

式中：vol—单车道绝对交通量，辆/h

ηi—该车型的车型比；

mi—该车型的加权系数；

k1、k2、k3、k4—回归系数，按表 3.11-10 取值。

表 3.11-10 预测车速常用系数取值表

车型	k1	k2	k3	k4	m
小型车	-0.061748	149.65	-0.000023696	-0.02099	1.2102
大、中型车	-0.051900	149.39	-0.000014202	-0.01254	0.70957

营运各期各车型预测车速详见表 3.11-11。

表 3.11-11 预测车速表

道路	时间	昼间车速			夜间车速		
		小型车	中型车	大型车	小型车	中型车	大型车
东港特大桥	2026	50.6	34.7	35.0	50.9	34.6	34.9
	2032	50.4	34.8	35.0	50.8	34.5	34.9
	2040	50.0	34.8	35.1	50.8	34.6	34.9

②各类车型的平均辐射噪声声级值

第 i 种车型车辆在参照点（7.5m 处）平均辐射噪声级（dB）L_{0i} 按下式计算：

大型车：$(\overline{L_{OE}})_l = 22.0 + 36.32\lg v_l$

中型车：$(\overline{L_{OE}})_m = 8.8 + 40.48\lg v_m$

小型车：$(\overline{L_{OE}})_S = 12.6 + 34.73\lg v_s$

式中：$(\overline{L_{OE}})_l$—大型车在参照点处的平均辐射噪声级，dB（A）；

$(\overline{L_{OE}})_m$—中型车在参照点处的平均辐射噪声级，dB（A）；

$(\overline{L_{OE}})_s$—小型车在参照点处的平均辐射噪声级，dB（A）；

vl—大型车的平均车速，km/h；vm—中型车的平均车速，km/h；

vs—小型车的平均车速，km/h。

根据上面的公式，计算得到本工程近期（2026 年）、中期（2032 年）、远期（2040 年）噪声源强见下表。

表 3.11-12 营运期拟建公路噪声源强调查清单

路段	时期	车流量/（辆/h）								车速/（km/h）						源强/dB					
		小型车		中型车		大型车		合计		小型车		中型车		大型车		小型车		中型车		大型车	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
东港特大桥	近期	405	143	55	19	69	24	530	187	50.6	50.9	34.7	34.6	35.0	34.9	71.8	71.9	71.2	71.1	78.1	78.0
	中期	558	197	76	27	95	34	729	257	50.4	50.8	34.8	34.5	35.0	34.9	71.7	71.9	71.2	71.0	78.1	78.0
	远期	740	261	101	35	126	45	967	341	50.0	50.8	34.8	34.6	35.1	34.9	71.6	71.8	71.2	71.1	78.1	78.0

3.11.2.4 固体废物

本工程营运期的固体废物主要为汽车装载货物的撒落物、汽车轮胎挟带的泥沙、过往车辆及行人丢弃的饮料瓶及废纸等生活垃圾，在整个道路沿线随机分散产生，且产生量较小。这些固体废物经市政环卫部门负责定期清除、收集、外运，保证日产日清、路面清洁。

3.11.2.5 环境风险源

营运期，如涉及到有毒、有害及易燃、易爆危险品的运输，一旦管理不善，或出现交通事故而导致危险品泄漏，或发生火灾、爆炸事故，将对沿线的环境产生不良影响。对本工程危害较大的危险化学品运输车辆交通事故主要表现为以下两方面：一是危险化学品运输车辆冲出路基发生翻车事故，使运送的固态或液态危险化学品如农药、汽油、化工品等泄漏，流入地表水体污染地表水，渗入地下污染地下水环境、挥发进入空气污染大气环境；二是引起爆炸导致部分有毒气体污染大气环境。

3.11.2.6 生态影响因素

运营期对生态环境的影响主要表现在生物、水土流失、景观生态等方面：

（1）工程建成运营后，桥墩在海域中的阻水作用，对工程区附近海域的水文动力产生影响。

（2）由于海流底流在桥梁基础周围产生涡流和局部冲刷，在一定程度上改变局部海床自然性状，其地形地貌也将有所改变，产生局部的冲刷或淤积。

（3）进入运营期，工程两侧种植部分树木、花卉，随着植被逐渐恢复、地面的硬化等，水土流失量将逐渐减少。

（4）公路沿线设置了桥涵，基本能够满足蛇、蜥蜴、鼠、野兔等动物对跨越公路的需求，不会对其迁移产生明显的影响。

3.12 前期建设回顾性分析

3.12.1 前期建设内容

本工程已开展前期工程建设，根据项目施工监理报告及现场调查可知，本工程已完成施工便道和施工主栈桥建设，并进行了部分桥梁桩基和承台施工。其中前华大桥桩基总量 72 根，已完成浇筑 72 根，完成占比 100%；前华大桥承台（桥台）总量 16 个，已完成浇筑 12 个，完成占比 75%；前华大桥墩身总量 26 个，已完成浇筑 17 个，完成占比 65.38%；东港特大桥桩基总量 608 根，已完成浇筑 608 根，完成占比 100%；东港特大桥承台总量 142 个，已完成 142 个，完成占比 100%。东港特大桥墩柱总量 146 个，已完成 144 个，完成占比 98.6%。东港特大桥现浇箱梁总量 138 跨，已完成 115 跨，完成占比 83.3%。东港特大桥挂篮现浇总量 200 节段，已完成 106 节段，完成占比 53%。

东港特大桥段项目，截止至 2025 年 12 月 31 日。本项目土石方现状已开挖 7.52 万 m^3（其中：2.60 万 m^3 用于施工便道回填的；3.95 万 m^3 用于道路主线回填；0.22 万 m^3 表土回填至泥浆干化场表土回覆；0.75 万 m^3 表土堆放于表土堆场用于后期绿化覆土），填方 9.42 万 m^3（其中：工程主线回填利用土石方 3.95 万 m^3，外借土石方 2.65 万 m^3；施工便道填筑回填土石方 2.60 万 m^3，泥浆干化场表土回覆 0.22 万 m^3），项目尚未产生余方外运，场地内开挖料均用于本项目土石方回填。

图 3.12-1 工程现状照片

3.12.2 前期建设污染物产生及排放情况

（1）施工水污染

前期建设施工过程中产生的废水主要是施工人员生活污水、施工场地废水、施工船舶含油废水，同时钻孔灌注桩施工等产生的悬浮物可能对海域水质造成影响。施工人员在施工营地的生活污水通过化粪池处理后作为农用肥料，施工车辆清洗废水、施工废水经沉淀处理后回用于施工路段路面洒水、机械和车辆清洗，不排入海域。施工船舶人员生活污水利用船载收集装置收集，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，未直接排放入海。

（2）施工废气污染

本工程已完成施工便道和施工主栈桥建设，并进行了部分桥梁桩基和承台施工，主要废气污染环节为材料的装卸、运输和堆放，土石方的开挖和回填等作业过程产生的粉尘、施工车辆排放的尾气，主要污染物为 TSP、NO_2、烟尘、CO、烃类等，在场区内以无组织形式排放，会对区域大气环境产生一定影响。

（3）施工噪声污染

前期施工过程中主要噪声污染环节为施工便道、施工主栈桥、桩基等基础施工时产生的机械噪声。

（4）施工固体废物污染

前期施工过程中主要固体废物为施工人员的生活垃圾、施工建筑垃圾/开挖土方、施工钻孔灌注桩桩基、承台施工过程中排出的钻渣、泥浆等。生活垃圾分类收集后交由环卫部门清运处置，现状已开挖土方和拆除的建筑垃圾运往本工程施工便道回填；桥梁钻渣和淤泥运往本工程已建的泥浆干化场晾晒干化，暂未确定处置去向，计划与后续施工过程中产生的其他桩基钻渣和淤泥一并向福清市建筑垃圾资源信息平台备案，后期由政府指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点。

3.12.3 环境影响回顾分析

（1）施工水环境影响回顾分析

本项目桥墩基础钻孔桩施工已完成，施工时钻机安装在钻孔平台上，钻孔作业限制在钢护筒内进行，同时工程海域部分均在退潮露滩时进行施工。泥浆池也

设置在钻孔平台上，钻孔泥浆和钻渣经筛滤沉淀后再由人工配制而成的钻孔泥浆返回护筒内循环使用，筛滤沉淀出来的钻渣、钢护筒内清孔和钢套箱内抽水排出的钻渣、泥浆以及孔内水下混凝土灌注溢出的泥浆采用管道输送至设在钢栈桥上的泥浆沉淀池沉淀，沉淀后清水回用。因此，桥墩基础施工过程悬浮物产生量较少。项目施工生产生活区已建成，施工人员产生的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，不排入周边海域，因此生活污水对海域水质环境基本不会产生影响。施工机械设备、车辆在冲洗环节由施工生产生活区的隔油沉淀池处理后回用。

本工程在桥墩基础施工过程中，各工序作业都会在作业点位水底产生局部扰动而浮起底泥，但仅对作业点位表面淤泥产生少量扰动，且此类作业时间很短，底泥浮起有限，其组成与该海区的底质无较大差别，海域中泥沙特征不变。因此，并不会改变工程海域沉积物的质量。此外，调查结果表明，工程所在海域沉积物环境质量良好，因此施工悬浮泥沙沉降不会引起海域总体沉积环境质量的变化。

工程桥面垂直投影范围涉及红树林湿地 0.0004hm^2（实际涉及区域无红树植物分布）。施工期悬浮物扩散影响面积 0.306km^2（悬浮泥沙增量浓度大于10mg/L）。悬浮物扩散范围略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区的实验区，未抵达核心区（>1km），鸟类迁徙通道及觅食区未受影响。桥墩施工采用钢护筒围堰，减少悬浮物扩散，潮汐动力未受桥墩阻隔影响，湿地生态功能维持稳定，涉海段施工期未发生油类或化学品泄漏事件。

为减轻海域水环境污染，建设单位及施工单位已采取如下措施：

①严格按照施工设计的施工工艺进行施工，桥墩桩基施工采用钢护筒钻孔灌注桩，承台施工采用钢围堰后进行开挖浇注。

②工程施工期间，施工人员在施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，施工车辆清洗废水、施工废水经沉淀处理后回用于施工路段路面洒水、机械和车辆清洗，不排入海域。

③已建设截流沟、排水沟，避免雨季施工废水溢流。

④施工船舶人员生活污水利用船载收集装置收集，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，禁止生活污水直接排放入海。

经采取上述措施后，施工废水均得到妥善处置，未直接排入周边海域，对海

域水环境影响较小。

（2）施工大气环境影响回顾分析

道路建设为多点施工，施工粉尘呈多点或面源性质，为无组织排放，在时间和空间上均较零散。此外，污染源较分散，且为流动性。施工过程扬尘主要来自三个方面：道路运输扬尘、堆场扬尘、施工场内施工扬尘。

本项目采取洒水降尘设置围挡、洒水降尘、物料运输及存放加盖覆盖物的方式降低施工扬尘、道路运输扬尘对周边大气环境影响。同时，项目不设置沥青搅拌场，路面工程沥青摊铺作业工期较短，其影响随铺摊作业结束而自然消失，对周边大气环境影响较小。

根据工程施工期环境监测报告可知，2025 年 4 月 13 日~4 月 14 日项目施工现场主导下风向 250m 内居民点 TSP 最大监测浓度为 136mg/m^3，可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准 24 小时平均浓度≤300mg/m^3。

根据走访调查，项目施工期未发生大气污染环境事件，当地生态环境主管部门也未在施工期接到本项目大气污染相关的群众投诉与信访事件。根据上述分析，项目施工期对周边大气环境影响较小。

为降低废气环境影响，建设单位及施工单位已采取如下措施已采取如下措施：

①施工现场已设置高度 2.5m 的封闭围挡，减轻作业扬尘对周边环境的污染。

②施工单位在东港特大桥终点段主要施工区主出入口设置洗车区，配套沉淀池，由专人负责用高压水枪对轮胎及底盘进行冲洗，经检查合格后方可进出。

由于工程所在区域位于海岸边，大气扩散条件较好，且已设置围挡和洗车区，目前主要进出车辆为施工车辆，工程施工车辆的进出平均密度不高，其尾气污染源强较小，故现阶段工程废气对大气环境的影响较小。

（3）施工噪声环境影响回顾分析

已建工程施工区噪声主要来自昼间施工期间施工机械设备和运输车辆，施工交通干道交通噪声影响范围约 50~100m。项目施工期采用低噪声设备，设置临时声屏障，加强施工机械、运输车辆保养，加强对场地的监督管理，做好施工机械、运输车辆的调度和交通疏导工作。根据现场踏勘和调查，施工机械设备产生的噪声对周围环境影响较小，但对现场施工人员影响较大。同时，施工交通噪声对项

目沿线两侧居民区有一定的影响。

根据工程施工期环境监测报告可知，2025 年 4 月 13 日（施工期）居民点环境噪声监测值可知，施工期间周边声环境质量现状可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

综上分析，已建工程施工期噪声影响在可接受范围内，施工期间未收到噪声影响相关投诉。

（4）施工固体废物环境影响回顾分析

前期施工过程中主要固体废物为施工人员的生活垃圾、施工建筑垃圾/开挖土方、施工钻孔灌注桩桩基、承台施工过程中排出的钻渣、泥浆等。建设单位及施工单位已采取以下措施减小对周边环境的影响：

①海域泥浆和钻渣采用泥浆沉淀箱进行收集，不排入海域。

②施工单位已在现场布设 2 处泥浆干化场，1#干化场位于本项目起点至蓝色大道平交拐角处，2#干化场位于项目终点进场道路左侧。

③截止至 2025 年 12 月 31 日。本项目土石方现状已开挖 7.52 万 m^3（其中：2.60 万 m^3 用于施工便道回填的；3.95 万 m^3 用于道路主线回填；0.22 万 m^3 表土回填至泥浆干化场表土回覆；0.75 万 m^3 表土堆放于表土堆场用于后期绿化覆土），填方 9.42 万 m^3（其中：工程主线回填利用土石方 3.95 万 m^3，外借土石方 2.65 万 m^3；施工便道填筑回填土石方 2.60 万 m^3，泥浆干化场表土回覆 0.22 万 m^3），项目尚未产生余方外运，场地内开挖料均用于本项目土石方回填。

④在施工场地和施工人员生活区指定地点设置临时垃圾桶、垃圾箱和卫生责任区，配置运输车，安排专人负责定时分类收集垃圾，委托环卫部门及时清运处理。

⑤施工船舶配备垃圾收集装置，施工船舶生活垃圾经统一收集后交由有资质单位处理。

（5）鸟类环境影响分析

项目施工活动会对鸟类栖息地生境造成干扰和破坏。施工期施工噪音可能对鸟类栖息造成干扰，对鸟类的主要影响结果将使得大部分鸟类迁移它处，远离施工区范围。由于鸟类具有较强的趋避能力，大多数鸟类会通过飞翔，短距离的迁移来避免项目施工对其造成伤害，项目施工不会造成当地鸟类物种灭绝或数量锐

减，也不会造成鸟类多样性的明显降低。为减轻项目建设对鸟类的影响，建设单位及施工单位已采取如下措施：

①设置了合理的施工时间，尽量避免了在候鸟晨昏觅食活动的时间作业。桥梁钻孔、打桩等基础施工产生的噪声较大，尽量安排在了 3 月到 11 月之间进行施工，避开了候鸟的越冬栖息季节；

②施工过程中尽量采用了低噪声设备，对高噪声设备也采取了降噪处理，避免施工过程对候鸟的越冬栖息影响。

（6）水土流失影响分析

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程水土保持监测季度报告》，本工程水土流失状况如下：

路基工程区：道路正进行路基施工，施工出入口布设有洗车池及三级沉淀池，未硬化部分道路开挖面裸露，路基边坡基本裸露。苫盖数量不足，水土保持措施布设不够完善，水土流失较为严重。

桥梁工程区：桥涵正进行桥梁施工，桥墩基础开挖部分开挖面裸露，周边未布设临时排水及沉沙措施，开挖裸露面未布设临时苫盖，水土保持措施布设不够完善，水土流失严重。

改移复建工程区：工程区进行渠道及道路改移，工程区未布设水土保持措施，缺少水土保持措施布设，水土流失严重。

施工生产生活区：主要为钢筋加工厂、混凝土预制场，场地已硬化，工程区周边布置砖砌排水沟，水土保持措施布设较为完善，水土流失轻微。

施工便道区：施工便道已完成填筑，道路两侧未布设临时排水沟及沉沙池，施工便道裸露边坡未进行苫盖，已实施部分景观绿化，长势良好，但实施绿化数量不足，水土保持措施布设不够完善，水土流失严重。

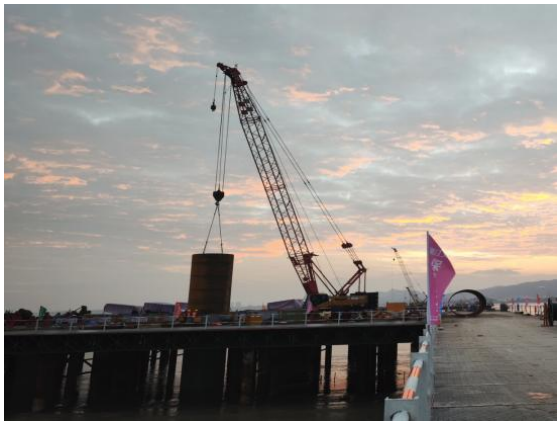
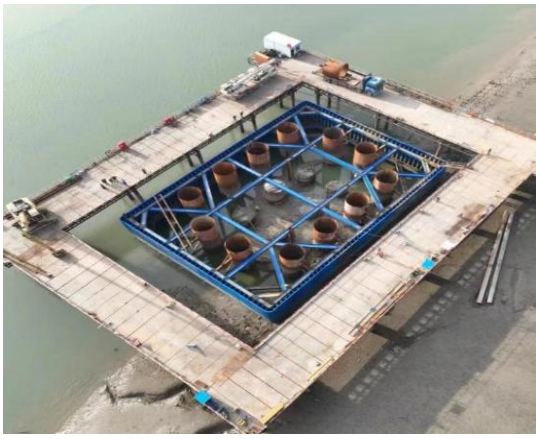
泥浆干化场：主要为施工期桥梁基础开挖钻渣就淤泥临时晾晒，布设有苫盖彩条布，施工过程中水土保持措施布设不够完善，水土流失较为严重，现状泥浆干化场均已拆除，占地红线范围外泥浆干化场已撒播草籽进行植被恢复。

施工区内布设的临时排水沟及临时沉沙池未及时清掏及修整，现状部分临时排水沟已堵塞，部分已被回填，已无法起到排水导流的左右了。

（7）施工期环境跟踪监测

2025 年建设单位委托厦门市政南方海洋检测有限公司进行施工期环境跟踪监测，对施工期间海水水质、海洋沉积物、海洋生态、海洋生物质量、地表水、噪声及环境空气进行现状监测，根据建设单位提供的检测报告可知，项目前期施工过程未对周边环境造成较大影响。

综上，通过现场调查及对相关工程、环保资料的查询，建设单位及施工单位已制定相关环境管理制度，同时采取一系列相关的环境污染防治措施以减轻施工过程对周边环境的影响，并聘请了监理单位对施工过程进行监督，现阶段工程对周边环境已产生一定的影响，应加强后环保措施落实力度，以确保后续施工中将环境影响降至最低。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">桥墩桩基施工采用钢护筒钻孔灌注桩</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>沉淀池</td><td>施工围挡</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td> </td><td>
</td></tr>
<tr><td>车辆冲洗沉淀池</td><td>施工告示</td></tr>
<tr><td>
</td><td> </td></tr>
<tr><td>施工管理制度及监督电话</td><td>垃圾收集桶</td></tr>
</table>

图 3.12-2 前期建设已采取的环保措施照片

3.12.4 现有环保问题

（1）根据工程施工组织安排，施工高峰期冲洗废水产生量较大，目前采用沉淀处理方法对该废水进行简易处理，冲洗废水未能有效处理，应增加隔油工序去除其中大部分的悬浮泥沙和浮油，后期将隔油处理产生的废油交由有资质的单位进行处置。

（2）开挖土方及桩基施工过程产生的钻渣、淤泥仍在施工场区内晾晒暂存，该部分余方未明确处置去向，若处置不当可能对周边环境造成影响。

（3）工程区现状存在水土流失问题，应按照水土保持方案尽快完善苫盖、植被种植等措施，对被土方堵塞及掩埋的施工便道临时排水沟及临时沉沙池及时进行疏通或重新开挖。

（4）工程未设置施工期环境监理，建议委托有资质单位对施工过程进行环

境监理，确保施工期各项环境保护措施落实到位。

3.13 规划符合性分析

3.13.1 产业政策符合性分析

本工程为城市基础设施和道路交通工程建设项目，根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），本工程属于鼓励类第二十四条“公路及道路运输”中第 1 点“公路交通网络建设”；工程于 2022 年 12 月 22 日获得福建省发展和改革委员会关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程可行性研究报告的批复（闽发改网审交通〔2022〕197 号）。于 2023 年 1 月 5 日获得福建省交通运输厅关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程初步设计的批复（闽交审建〔2023〕5 号）、于 2023 年 10 月 25 日获得关于福清市发展和改革局关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程市政部分项目初步设计的批复（融发改审批〔2023〕744 号）。

综上，本工程的建设符合国家产业政策。

3.13.2 生态环境分区管控符合性分析

（1）环境质量底线符合性分析

根据环境质量现状评价结果，项目沿线兴化湾海域2023年秋季所有站位pH、化学需氧量、溶解氧、铜、镉、铅、砷、汞、锌、总铬、石油类含量均符合《海水水质标准》第一类海水水质标准；无机氮的含量调查时段各测站海水水质一类、二类、三类、四类的超标率分别为 100%、100%、86.21%、62.07%；活性磷酸盐的含量调查时段各测站海水水质一类、二、三类、四类的超标率分别为 100%、89.65%、10.34%。

2024 年春季所有站位的 pH、化学需氧量、溶解氧、铜、镉、铅、砷、汞、锌、总铬、石油类、硫化物含量均符合《海水水质标准》第二类 海水水质标准；活性磷酸盐含量劣于第二类、第三类海水水质标准，但符合第四类海水水质标准（≤0.045mg/L），超标率为 100%；所有站位的无机氮含量均劣于第二类海水水质标准；其中 W01、W03、W05、W06、W07、W09、W11、W13、W15、W15、W17、W19、W20 站位的无机氮含量劣于第三类海水水质标准，W02、W04、

W08、W10、W12、W14、W18 站位的无机氮含量均劣于第四类海水水质标准。本工程对海洋环境的影响主要表现为施工过程悬浮泥沙入海对海水水质和海域生态环境产生的不利影响；施工过程水污染物、固体废物等，如直接入海将对施工海域环境造成的不利影响等；施工期的环境影响是暂时的，将随着施工的结束而消失，施工活动造成的化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐等污染物排放有限，不会造成区域环境质量变化。营运期产生的环境影响较小，在加强环境影响减缓措施的前提下，不会对环境质量造成影响。因此，符合水环境质量底线要求。

根据福清市环境空气质量公报，福清市常规大气污染物均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单中二级标准的要求。根据项目所在地环境质量现状调查和污染排放影响分析可知，本项目所在区域环境质量良好；本项目建设过程中产生一定量的废水、废气、噪声及固体废物，采取相应环境保护措施，可实现污染物达标排放，确保不会改变区域的环境空气，不会对区域大气环境质量底线造成冲击。

（2）资源利用上线符合性分析

本工程占用海域空间资源很小，工程利用的资源主要为土地资源，工程永久占地 8.2499hm^2，原国有建设用地 4.3540hm^2，此次新增用地 3.8959hm^2，新增占地中其中耕地（净面积）2.3955hm^2，林地 0.2017m^2、其他农用地 1.1767m^2，建设用地 0.0018hm^2，未利用地 0.1202m^2。

工程区域占用部分耕地，根据国务院令第 743 号《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 9 月 1 日施行）中“第八条 国家实行占用耕地补偿制度。在国土空间规划确定的城市和村庄、集镇建设用地范围内经依法批准占用耕地，以及在国土空间规划确定的城市和村庄、集镇建设用地范围外的能源、交通、水利、矿山、军事设施等建设项目经依法批准占用耕地的，分别由县级人民政府、农村集体经济组织和建设单位负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地；没有条件开垦或者开垦的耕地不符合要求的，应当按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地”，本工程属于没有开垦条件的，可实行按照省、自治区、直辖市的规定缴纳耕地开垦费，专款用于开垦新的耕地。根据项目用地预审意见（详见附件 4），通过“以补定占、先补后占”的原则，落实耕地占补平衡后，可用于本工程道路建设。

根据《福建省人民政府关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程建设农用地转用和土地征收的批复》（闽政地〔2021〕520 号），福建省人民政府已于 2024 年 4 月 8 日已同意福清市人民政府将本工程征用地转为本工程建设用地，详见附件 8。

施工采用目前先进施工工艺及施工设备，且设置调控控制器以降低能耗，不会突破资源利用上限。营运期用电依靠陆域且用量较少。

因此，本工程满足资源利用上线的要求。

（3）生态保护红线

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），对照根据《福建省“三区三线”划定成果》，经核对及叠图分析，项目占地涉及基本农田和生态保护红线，2022 年 11 月 24 日已取得《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 350181202200196 号）（附件 4），2022 年已取得海域使用权证（闽〔2022〕福清市不动产权第 9000007 号）（附件 7），2024 年 4 月 2 日已取得福建省人民政府关于本工程建设农用地转用和土地征收的批复（闽政地〔2024〕185 号），2025 年 8 月 3 日已取得福清市人民政府关于本工程认定为生态红线内允许有限人为活动的意见。因此，本工程占地虽然涉及基本农田和生态保护红线，但已根据相关规范办理选址手续，符合生态红线管控要求。

（4）环境准入清单符合性分析

①根据 3.11.1 产业政策符合性分析可知，工程建设符合《产业结构调整指导目录》（2024 年本）等国家产业政策，不属于《市场准入负面清单》（2020 年版）中禁止准入类和限制准入类项目。

②根据《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政[2020]12 号）、《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178 号）、《福州市生态环境分区管控方案（2023 年更新）》（榕政办规〔2024〕20 号）及《福州市生态环境局关于发布福州市 2024 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（榕环保综〔2025〕1 号），工程涉及 7 个生态环境管控单元，其中优先保护单元 2 个，重点管控单元 4 个，一般管控单元 1 个，与福州市生态环境准入清单相关要求分析见表 3.13-1、表 3.13-2。

表 3.13-1 与福建省生态环境总体准入要求的符合性分析

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
全省陆域	空间布局约束	1、石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。 2、严控钢铁、水泥、平板玻璃等产能过剩行业新增产能，新增产能应实施产能等量或减量置换。 3、除列入国家规划的大型煤电和符合相关要求的等容量替代项目，以及以供热为主的热电联产项目外，原则上不再建设新的煤电项目。 4、氟化工产业应集中布局在《关于促进我省氟化工产业绿色高效发展的若干意见》中确定的园区，在上述园区之外不再新建氟化工项目，园区之外现有氟化工项目不再扩大规模。 5、禁止在水环境质量不能稳定达标的区域内，建设新增相应不达标污染物指标排放量的工业项目。 6、禁止在通风廊道和主导风向的上风向布局大气重污染企业，推进建成区大气重污染企业搬迁或升级改造、环境风险企业搬迁或关闭退出。 7、新建、扩建的涉及重点重金属污染物［1］的有色金属冶炼、电镀、制革、铅蓄电池制造企业布局应符合《福建省进一步加强重金属污染防控实施方案》（闽环保固体〔2022〕17 号）要求。禁止低端落后产能向闽江中上游地区、九龙江北溪江东北引桥闸以上、西溪桥闸以上流域、晋江流域上游转移。禁止新建用汞的电石法（聚）氯乙烯生产工艺。	本工程为跨海桥梁、道路工程建设，工程建设与空间布局约束要求不相冲突	符合
	污染物排放管控	1、.建设项目新增的主要污染物（含 VOCs）排放量应按要求实行等量或倍量替代。重点行业建设项目新增的主要污染物排放量应同时满足《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》（环办环评〔2020〕36 号）的要求。涉及新增总磷排放的建设项目应符合相关削减替代要求。新、改、扩建重点行业[2]建设项目要符合“闽环保固体〔2022〕17 号”文件要求。 2、新改扩建钢铁、火电项目应执行超低排放限值，有色项目应当执行大气污染物特别排放限值。水泥行业新改扩建项目严格对照超低排放、能效标杆水平建设实施，现有项目超	本工程为跨海桥梁、道路工程建设，运营期无废水产生，工程建设与污染物排放管控要求不相冲突	符合

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
		低排放改造应按“闽环规〔2023〕2 号”文件的时限要求分步推进，2025 年底前全面完成［2］［4］ 3、近岸海域汇水区域、“六江两溪”流域以及排入湖泊、水库等封闭、半封闭水域的城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准。到 2025 年，省级及以上各类开发区、工业园区完成“污水零直排区”建设，混合处理工业污水和生活污水的污水处理厂达到一级 A 排放标准。 4、优化调整货物运输方式，提升铁路货运比例，推进钢铁、电力、电解铝、焦化等重点工业企业和工业园区货物由公路运输转向铁路运输。 5.加强石化、涂料、纺织印染、橡胶、医药等行业新污染物环境风险管控。		
	资源开发效率要求	1、实施能源消耗总量和强度双控。 2、强化产业园区单位土地面积投资强度和效用指标的刚性约束，提高土地利用效率。 3、具备使用再生水条件但未充分利用的钢铁、火电、化工、制浆造纸、印染等项目，不得批准其新增取水许可。在沿海地区电力、化工、石化等行业，推行直接利用海水作为循环冷却等工业用水。 4、落实“闽环规〔2023〕1 号”文件要求，不再新建每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉，以及每小时 10 蒸吨及以下燃生物质和其他使用高污染燃料的锅炉。集中供热管网覆盖范围内禁止新建、扩建分散燃煤、燃油等供热锅炉。 5、落实“闽环保大气〔2023〕5 号”文件要求，按照“提气、转电、控煤”的发展思路，推动陶瓷行业进一步优化用能结构，实现能源消费清洁低碳化。	本工程为跨海桥梁、道路工程建设，不属于左侧所列工程，因此工程建设与资源开发效率要求不相冲突	
全省海域	空间布局约束	1.对环保和生产要素具有较高要求的石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。 2.闽江、九龙江、敖江、晋江、龙江、木兰溪及交溪等入海河流沿岸，严格限制环境风险较大的项目。 3.优化海水养殖布局、结构和方式，控制养殖规模和密度，整治禁养区违法养殖和限养区不符合规定的养殖设施。	本工程为跨海桥梁、道路工程建设，工程建设与空间布局约束要求不相冲突	符合

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
	污染物排放管控	1.三沙湾、罗源湾、闽江口、兴化湾、泉州湾、厦门湾、东山湾、诏安湾 8 个重点海湾实行主要污染物入海总量控制。 对三沙湾、罗源湾等半封闭性的海域，实行湾内新（改、扩）建项目氮、磷污染物排放总量减量置换。 2.对交溪、霍童溪、闽江、栽芦溪、木兰溪、晋江、九龙江及漳江 8 条主要入海河流入海断面强化水质控制，削减氮磷入海总量。重点整治污染较重的入海小流域，全面消除劣 V 类。 3.强化沿海石化、钢铁、印染、造纸等重污染行业整治，推动企业入园集聚发展，提升工业集聚区废水治理水平。新建、升级工业聚集区应同步规划、建设污水集中处理设施或利用现有的污水集中处理设施，污水处理设施应具备脱氮除磷工艺，并安装自动在线监控装置。 4.优化养殖结构和品种，控制养殖规模和密度，严控投饵性网箱养殖比例，推广生态养殖，推进池塘养殖标准化改造、近海养殖网箱环保改造，加强养殖尾水综合治理与监管，规模以上水产养殖主体实现尾水达标排放或循环回用。	工程为跨海桥梁、道路工程建设，位于兴化湾，属于其规定的污染物管控区域。工程不属于养殖行业，运营期无废水产生，不涉及主要污染物排放。	符合
	环境风险防控	1.强化沿海工业区和沿海石化、化工、冶炼、石油及危化品储运等企业的环境风险防控。 2.建立港口船舶污染事故应急体系，加强港口船舶及其作业活动污染水环境的应急能力建设，提升船舶及港口码头污染事故应急处置能力。 3.建立和完善海上溢油及危险化学品泄漏等环境风险防范体系，健全应急响应机制。	工程为跨海桥梁、道路工程建设，不属于工业企业。 本评价要求工程根据相关环境风险应急规范要求编制应急预案，建立完善的环境风险防范体系，健全应急响应机制。	符合

表 3.13-2 工程与福州市生态环境总体准入要求相符性分析一览表

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
福州市陆域	空间布局约束	一、优先保护单元中的生态保护红线 1.根据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，加强生态保护红线管理，严守自然生态安全边界。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其它区域禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。（1）管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。（2）原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。（3）经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。（4）按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。（5）不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。（6）必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。（7）地质调查与矿产资源勘查开采。包括：基础地质调查和战略性矿产资源远景调查等公益性工作；铀矿勘查开采活动，可办理矿业权登记；已依法设立的油气探矿权继续勘查活动，可办理探矿权延续、变更（不含扩大勘查区块范围）、保留、注销，当发现可供开采油气资源并探明储量时，可将开采拟占用的地表或海域范围依照国家相关规定调出生态保护红线；已依法设立的油气采矿权不扩大用地用海范围，继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立的矿泉水和地热采矿权，在不超出已经核定的生产规模、不新增生产设施的前提下继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立和	本工程为跨海桥梁、道路工程建设，项目占地涉及基本农田和生态保护红线，2022 年 11 月 24 日已取得《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 350181202200196 号）（附件 4），2022 年已取得海域使用权证（闽〔2022〕福清市不动产权第 9000007 号）（附件 7），2024 年 4 月 2 日已取得福建省人民政府关于本工程建设农用地转用和土地征收的批复（闽政地〔2024〕185 号），2025 年 8 月 3 日已取得福清市人民政府关于本工程认定为生态红线内允许有限人为活动的意见。因此工程建设与空间布局约束要求不相冲突	符合

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
		新立铬、铜、镍、锂、钴、锆、钾盐、（中）重稀土矿等战略性矿产探矿权开展勘查活动，可办理探矿权登记，因国家战略需要开展开采活动的，可办理采矿权登记。上述勘查开采活动，应落实减缓生态环境影响措施，严格执行绿色勘查、开采及矿山环境生态修复相关要求。（8）依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。（9）法律法规规定允许的其他人为活动。2.依据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》（闽自然资发〔2023〕56 号），允许占用生态保护红线的重大项目范围：（1）党中央、国务院发布文件或批准规划中明确具体名称的项目和国务院批准的项目。（2）中央军委及其有关部门批准的军事国防项目。（3）国家级规划（指国务院及其有关部门正式颁布）明确的交通、水利项目。（4）国家级规划明确的电网项目，国家级规划明确的且符合国家产业政策的能源矿产勘查开采、油气管线、水电、核电项目。（5）为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，国务院投资主管部门或国务院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目。（6）按照国家重大项目用地保障工作机制要求，国家发展改革委会同有关部门确认的需中央加大建设用地保障力度，确实难以避让的国家重大项目。 二、优先保护单元中的一般生态空间 1.一般生态空间以保护和修复生态环境、提供生态产品和服务为首要任务，因地制宜地发展不影响主体功能定位的适宜产业。2.一般生态空间内未纳入生态保护红线的饮用水水源保护区等各类法定保护地，其管控要求依照相关法律法规执行。3.一般生态空间内现有合法的水泥厂、矿山开发等生产性设施及生活垃圾处置等民生工程予以保留，应按照法律法规要求落实污染防治和生态保护措施，避免对生态功能造成破坏。 三、其它要求 1.福州市石化中上游项目重点在福州江阴港城经济区、可门港经济区化工新材料产业园布局。2.禁止在闽江马尾罗星塔以上流域范围新、扩建制革项目，严控新（扩）建植物制浆、印染、合成革及人造革、电镀项目。3.禁止在通风廊道和主导风向的上风向布局大气重污染企业，推进建成区大气重污染企业搬迁或升级改造、环境风险企业搬迁或关闭退出。4.禁止新、改、扩建生产高 VOCs 含量有机溶剂型涂料、油墨和胶黏剂的项目。5.持续加强闽清等地建陶产业的环境综合治理，充分衔接国土空间规划和生态环境分区管控，并对照产业政策、城市总体发展规划		

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
		等要求，进一步明确发展定位，优化产业布局和规模。6.新建、扩建的涉及重点重金属污染物［1］的有色金属冶炼、电镀、制革、铅蓄电池制造企业应优先选择布设在依法合规设立并经规划环评、环境基础设施和环境风险防范措施齐全的产业园区。禁止低端落后产能向闽江中上游地区转移。禁止新建用汞的电石法（聚）氯乙烯生产工艺。加快推进专业电镀企业入园，到2025年底专业电镀企业入园率达到90%以上。7.禁止在流域上游新建、扩建重污染企业和项目。8.重要敏感水体及富营养化湖库生态缓冲带除相关政府部门批准的科学研究活动外，禁止其它可能对保护区构成危害或不良影响的大规模生产、建设活动。9.新、改、扩建煤电、钢铁、建材、石化、化工等“两高”项目，严格落实国家、省、市产业规划、产业政策、“三线一单”、规划环评，以及产能置换、煤炭消费减量替代、区域污染削减等相关要求。10.单元内涉及永久基本农田的，应按照《福建省基本农田保护条例》（2010年修正本）、《国土资源部关于全面实行永久共本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1号）、《中共中央国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（2017年1月9日）等相关文件要求进行格管理，一般建设项目不得占用永久基本农田，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法依规办理。严禁通过擅自调整县乡国土空间规划，规避占用永久基本农田的审批。禁止随意砍伐防风固沙林和农田保护林。严格按照自然资源部、农业农村部、国家林业和草原局《关于严格耕地用途管制有关问题的通知》（自然资发〔2021〕166号）要求全面落实耕地用途管制。		
	污染物排放管控	1.工业类新（改、扩）建项目新增主要污染物（水污染物化学需氧量、氨氮和大气污染物二氧化硫、氮氧化物）排放总量指标应符合区域环境质量和总量控制要求，立足于通过“以新带老”、削减存量，努力实现区域、企业自身总量平衡。总量指标来源、审核和监督管理按照“榕环保综〔2017〕90号”等相关文件执行。2.新、改、扩建涉VOCs排放项目，应从源头加强控制，使用低（无）VOCs含量的原辅材料，实施新建项目VOCs排放区域内1.2及以上倍量替代。3.严格控制新建、改建、扩建钢铁、水泥、平板玻璃、有色金属冶炼、化工等工业项目。新改扩建钢铁、火电项目应执行超低排放限值，有色项目应当执行大气污染物特别排放限值。重点控制区新建化工、石化应当执行大气污染物特别排放限值。4.氟化工、印染、电镀等行业企业实行水污染物特	工程为跨海桥梁、道路工程建设，不属于大气污染型工业企业；工程不涉及二氧化硫、氮氧化物、VOCs排放；不属于水泥、有色金属、钢铁、火电、钢铁、平板玻璃、有色金属冶炼、化工、氟化工、印染、电镀等行业。	符合

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
		别排放限值。5.新、改、扩建重点行业［2］建设项目要遵循重点重金属污染物排放“等量替代”原则，总量来源原则上应是同一重点行业内的削减量，当同一重点行业无法满足时可从其他重点行业调剂。6.每小时 35（含）—65 蒸吨燃煤锅炉和位于县级及以上城市建成区内保留的燃煤、燃油、燃生物质锅炉，原则上 2024 年底前必须全面实现超低排放。7.水泥行业新改扩建项目严格对照超低排放、能效标杆水平建设实施；现有项目超低排放改造应按文件（闽环规〔2023〕2 号）的时限要求分步推进，2025 年底前全面完成［3］［4］。8.化工园区新建项目实施“禁限控”化学物质管控措施，项目在开展环境影响评价时应严格落实相关要求，严格涉新污染物建设项目源头防控和准入管理。以印染、皮革、农药、医药、涂料等行业为重点，推进有毒有害化学物质替代。严格落实废药品、废农药以及抗生素生产过程中产生的废母液、废反应基和废培养基等废物的收集利用处置要求。		
	资源开发效率要求	1.到 2024 年底，全市范围内每小时 10 蒸吨及以下燃煤锅炉全面淘汰；到 2025 年底，全市范围内每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉通过集中供热、清洁能源替代、深度治理等方式全面实现转型、升级、退出，县级及以上城市建成区在用锅炉（燃煤、燃油、燃生物质）全面改用电能等清洁能源或治理达到超低排放水平；禁止新建每小时 35 蒸吨以下燃煤锅炉，以及每小时 10 蒸吨及以下燃生物质和其他使用高污染燃料的锅炉。集中供热管网覆盖范围内禁止新建、扩建分散燃煤、燃油等供热锅炉。2.按照“提气、转电、控煤”的发展思路，推动陶瓷行业进一步优化用能结构，实现能源消费清洁低碳化。	工程为跨海桥梁、道路工程建设，不涉及锅炉、燃煤等高耗能设备。	符合
福州市海域	空间布局约束	1.严格落实国家围填海管控规定，除国家重大项目外，全面禁止围填海。2.强化生态保护红线区的管控，确保邻近的交通运输用海、工矿通信用海等功能区开发活动不得影响生态保护红线区的功能。强化闽江口、福清湾及兴化湾重要滨海湿地保护，禁止破坏芦苇荡等植被群落，生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离；禁止高噪音等惊扰鸟类的作业，禁止大面积使用栖息水鸟害怕的颜色。3.江阴特殊利用区内设置排污口，需严格论证并执行污水达标排放和设置深水排放口，不得影响临近的兴化湾水鸟省级自然保护区。4.优化调整环罗源湾区	工程为跨海桥梁、道路工程建设，不涉及码头、不涉及围填海、未设置排污口、不涉及利用无居民海岛、不涉及养殖。	符合

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
		域发展定位和产业布局。大官坂组团发展污染相对较低的石化中下游产业和精细化工产品，并适当控制其发展规模，不再扩大聚酰胺一体化及配套项目规模。松山片区禁止引进、建设集中电镀、制浆、医药、农药、酿造等重污染项目。5.严格落实养殖水域滩涂规划，防止超规划养殖反弹回潮，进一步优化海水养殖空间布局。禁养区内和规划范围外的海水养殖予以退出；罗源湾禁养区禁止开展水产养殖，限养区不得开展网箱养殖。6.涉及利用无居民海岛的，原则上仅允许按照相关规定对海岛自然岸线、表面积、岛体、植被改变轻微的低影响利用方式。		
	污染物排放管控	1.罗源湾实行主要污染物入海总量控制。合理设置湾内排污口，化工废水应全部引至湾外排放，可门经济区污水排放落实湾外深海排放。全面推进罗源湾入海排污口排查溯源、分类整治和起步溪等入海溪流综合整治。提升罗源湾港区污染物接收处理能力。2.实行闽江口主要污染物入海总量控制，控制闽江入海断面水质，削减氮磷入海总量。巩固深化闽江口综合整治成效，持续开展闽江口周边入海溪流水质提升行动，全面推进闽江口入海排污口排查溯源和分类整治。优化闽江口以北连江东部海域养殖结构和布局，控制养殖密度和规模。3.全面开展福清湾入海排污口排查溯源和分类整治，加强福清湾及龙江沿岸农村生活污水、生活垃圾的收集处理处置。严格控制湾内投饵型网箱养殖规模和密度，实行生态养殖，强化养殖污染防治和养殖尾水治理监管。4.兴化湾实行主要污染物入海总量控制，全面开展兴化湾福州段入海排污口排查溯源和分类整治，加快推动沿岸乡镇配套污水管网建设及江阴工业区污水处理厂提标改造，湾内严格控制投饵型网箱养殖规模和密度，实行生态养殖，强化养殖污染防治和养殖尾水治理监管。5.近岸海域汇水区域内城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准，推进沿海农村生活污水收集处理。6.出台福州市养殖尾水排放标准，强化养殖尾水治理和排放监测监管。控制养殖规模和密度，发展生态养殖，推进传统养殖设施的升级改造，推广环保型全塑胶鱼排和深水抗风浪网箱。实施海水养殖排污口排查整治，推进分类治理及规范化设置，实施规模化养殖池塘标准化改造。7.强化陆海污染联防联控，推动“蓝色海湾”整治项目、海岸带生态保护修复工程等重大工程建设，推进沿海岸线自然化和生态保护修复。8.闽江口内港区现有油品和危险品（液化石油气）码头搬迁前应切实保障现有油污水处理设施的有效性，搬迁后由江阴港区、罗源湾港区在对应码头设立油污水接收处理	工程为跨海桥梁、道路工程建设，运营期不排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物。本工程的建设对所在海域的水动力条件、冲淤条件影响较小。受工程影响，悬浮泥沙增量影响范围略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区，但是该影响是暂时的。施工停止后悬浮泥沙绝大部分沉降于海底，海水水质可逐渐恢复到原来状态；在落实相应措施情况下，不会对海域环境造成直接影响。	符合

适用范围	准入要求		本工程情况	符合性
		系统。其他港区的生产性油污水由码头自建油污水处理设施处理达标后排入依托城市污水处理厂，杜绝港区油污水散排。9.提升海上环卫队伍专业化水平，强化海陆环卫无缝衔接，完善海漂垃圾收集处置设施建设，实现海滩海面常态化清理保洁，强化渔业垃圾等管控，强化重点旅游岸段及罗源湾、兴化湾等重点岸段的监视监控，定期开展专项整治行动。10.巩固深化罗源湾、闽江口、福清湾、兴化湾等重点海湾综合治理，持续改善近岸海域环境质量。11.加强陆海统筹和区域协同，深化闽江、敖江、龙江主要入海河流及占泽溪等入海小流域综合治理；因地制宜加强总氮排放控制，实施入海河流总氮削减工程。12.推进省级及以上工业园区完成污水零直排建设，建设福清江阴港城经济区等一批“污水零直排”示范园区。13.持续推进福州市美丽海湾保护与建设，到 2025 年，鉴江半岛-黄岐半岛东部海域湾区、长乐东部海域湾区建成国家级美丽海湾。		

表 3.12-3 工程与福州市生态环境分区管控成果相符性分析一览表

序号	管控单元情况		本工程符合性分析	结论
1	闽台（福州）蓝色经济产业园（（蓝园片区））			符合
	陆域生态环境管控单元		ZH35018120005	
	管控单元分类		重点管控单元	
	空间布局约束	1.装备制造产业禁止引入专业电镀项目，配套的电镀工序含重金属废水应做到零排放；海洋高新产业禁止引进化学合成类制药等项目。 2.禁止引入排放重金属废水及以氮、磷排放为主的项目。 3.园区内涉及基本农田、沿海防风林的区域在土地性质调整及占补措施落实前应暂缓开发。 4.位于龙田军用机场净空区域内的建筑高度应满足相应的净空限高要求。机场雷达通信站周边半径 1.5 公里范围内建设应满足相应限制和要求。 5.在核电站应急计划区内不得有 10 万人以上的城镇，且不宜有人口密度超过 1 万人平方公里的人口聚集区。 6.生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离，禁止惊扰鸟类的作业。	1.本工程不属于装备制造产业、海洋高新产业，不属于电镀、化学合成制药项目； 2.工程不排放含重金属废水及氮、磷为主的废水； 3.工程不涉及基本农田、沿海防风林； 4.工程为跨海桥梁、道路工程，位于闽台（福州）蓝色经济产业园部分主要为道路，满足相应的净空限高要求。 5.工程位于核电站周边 5-10km 范围，工程不涉及 1 万人平方公里的人口聚集区； 6.工程为跨海桥梁、道路工程，无生产设施。	
	污染物排放管控	1.完善建设污水收集管网，确保园区内所有工业废水、生活污水纳入污水处理厂处理并达标排放。 2.涉新增 VOCs 排放项目，VOCs 排放实行区域内倍量替代。	1.工程为跨海桥梁、道路工程，工程运营期无工业废水及生活污水； 2.工程不涉及 VOCs 排放。	符合
	环境风险防控	1.建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建设事故应急池，成立应急组织机构，防止在处理安全生产事故过程中产生的可能严重污染水体的消防废水、废液直接排入水体。 2.应采取有效措施防止园区建设对区域地下水、土壤造成污染。	工程为跨海桥梁、道路工程，工程运营期无工业废水及生活污水产生。本评价要求工程根据相关环境风险应急规范要求编制应急预案，建立完善的环境风险防范体系，健全应急响应机制。	符合

序号	管控单元情况		本工程符合性分析	结论
2	福清市重点管控单元 1			符合
	陆域生态环境管控单元		ZH35018120008	
	管控单元分类		重点管控单元	
	空间布局约束	1.严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。城市建成区内现有有色金属、印染、原料药制造、化工等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。 2.严格控制包装印刷、工业涂装、制鞋等高 VOCs 排放的项目建设，相关新建项目必须进入工业园区。 3.禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于危险化学品生产企业，不属于 VOCs 排放项目。工程用地范围内不涉及建设用地污染地块及开发利用负面清单的土地。	
	污染物排放管控	城市建成区的大气污染型工业企业的新增大气污染物（二氧化硫、氮氧化物）排放量，按不低于 1.5 倍调剂。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于大气污染型工业企业。	符合
	环境风险防控	单元内现有化学原料和化学制品制造业、有色金属冶炼和压延加工业等具有潜在土壤污染环境风险的企业退役后，应开展土壤环境状况评估，经评估认为污染地块可能损害人体健康和环境，应当进行修复的，由造成污染的单位和个人负责被污染土壤的修复。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于具有潜在土壤污染环境风险的企业。	符合
	资源开发效率要求	高污染燃料禁燃区内禁止燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施。已建的燃用高污染燃料设施，限期改用电、天然气、液化石油气等清洁能源。	工程为跨海桥梁、道路工程，未使用高污染燃料。	符合

序号	管控单元情况		本工程符合性分析	结论
3	福清市重点管控单元 3			符合
	陆域生态环境管控单元		ZH35018120010	
	管控单元分类		重点管控单元	
	空间布局约束	1.严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。城市建成区内现有有色金属、印染、原料药制造、化工等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。 2.严格控制包装印刷、工业涂装、制鞋等高 VOCs 排放的项目建设，相关新建项目必须进入工业园区。 3.禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于危险化学品生产企业，不属于 VOCs 排放项目。工程用地范围内不涉及建设用地污染地块及开发利用负面清单的土地。	
	污染物排放管控	城市建成区的大气污染型工业企业的新增大气污染物（二氧化硫、氮氧化物）排放量，按不低于 1.5 倍调剂。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于大气污染型工业企业。	符合
	环境风险防控	单元内现有化学原料和化学制品制造业、有色金属冶炼和压延加工业等具有潜在土壤污染环境风险的企业退役后，应开展土壤环境状况评估，经评估认为污染地块可能损害人体健康和环境，应当进行修复的，由造成污染的单位和个人负责被污染土壤的修复。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于具有潜在土壤污染环境风险的企业。	符合
	资源开发效率要求	高污染燃料禁燃区内禁止燃用高污染燃料，禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施。已建的燃用高污染燃料设施，限期改用电、天然气、液化石油气等清洁能源。	工程为跨海桥梁、道路工程，未使用高污染燃料。	符合
4	福清市一般管控单元			符合
	陆域生态环境管控单元		ZH35018130001	
	管控单元分类		一般管控单元	
	空间布局约束	1.一般建设项目不得占用永久基本农田，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法依规办理。严禁通过擅自调整县乡国土空间规划，规避占用永久基本农田的审批。 2.禁止随意砍伐防风固沙林和农田保护林。	工程为跨海桥梁、道路工程，涉及部分基本农田，已办理相关用地审批手续	

序号	管控单元情况		本工程符合性分析	结论
5	兴化湾渔业用海区			符合
	海域生态环境管控单元		HY35010020010	
	管控单元分类		重点管控单元	
	空间布局约束	1.保障养殖用海，严格限制改变海域自然属性，禁止排污倾废用海。 2.严格落实养殖水域滩涂规划，优化海水养殖布局，禁养区禁止水产养殖生产等相关活动，限养区控制养殖规模。 3.推进海上传统养殖设施改造升级，推广塑胶筏式吊养浮球、环保型全塑胶渔排和深水抗风浪网箱。 4.严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定；保护产卵场、越冬场、索饵场和洄游通道等重要渔业水域。	本工程用海类型为“交通运输用海”之“路桥用海”。用海方式为“构筑物 用海”之“跨海桥梁 ”，不涉及渔业养殖，采用跨海桥梁用海方式不改变海域自然属性。	
	污染物排放管控	1.科学确定养殖规模、密度和品种，严格控制投饵型鱼类网箱养殖密度，实行生态养殖 2.水产养殖用药应当符合国家和地方有关农药、渔药安全使用的规定和标准，不得使用国家或者地方明令禁止使用的农药、渔药，防止对海洋环境造成污染。 3.强化养殖尾水排放综合治理，实现规模以上养殖主体尾水达标排放或循环利用。 4.海上养殖生产、生活废弃物应当回收上岸处置，不得弃置海域。	工程为跨海桥梁、道路工程，不属于养殖。	符合
6	兴化湾零星红树林生态保护红线区			符合
	海域生态环境管控单元		HY35010010036	
	管控单元分类		优先保护单元	
	空间布局约束	严格执行《中华人民共和国自然保护区条例》《海洋自然保护区管理办法》等相关规定。1.禁止围填海、底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动。2.生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离，禁止惊扰鸟类的作业。3.生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。开展有限人为活动时禁止新增填海造地和新增围海，涉及利用无居民海岛的，原则上仅允许按照相关规定对海岛	工程为跨海桥梁、道路工程，涉及部分生态保护红线，已按相关规范编制生态保护红线内允许有限人为活动报告并获批	

序号	管控单元情况		本工程符合性分析	结论
		自然岸线、表面积、岛体、植被改变轻微的低影响利用方式。		
	污染物排放管控	1.在受损的滨海湿地，综合运用生态廊道、退养还湿、植被恢复、海岸生态防护等手段，恢复湿地生态系统功能。2.禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废。	本工程不排放有害有毒的污水、油类、油性混合物等污染物，工程用海占用占用红树林湿地面积为 0.0004 hm^2，拟通过红树林就近补植等生态修复措施作为用海补偿	
7	兴化湾水鸟省级自然保护区			符合
	海域生态环境管控单元		HY35010010037	
	管控单元分类		优先保护单元	
	空间布局约束	严格执行《中华人民共和国自然保护区条例》《海洋自然保护区管理办法》等相关规定。1.禁止围填海、底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动。2.生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离，禁止惊扰鸟类的作业。3.生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。开展有限人为活动时禁止新增填海造地和新增围海，涉及利用无居民海岛的，原则上仅允许按照相关规定对海岛自然岸线、表面积、岛体、植被改变轻微的低影响利用方式。	根据工程一般湿地功能性评价报告可知，本工程仅占用一般湿地。 根据《福建省林业局关于公布兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地名称和范围调整的通知》（闽林文〔2023〕52号），兴化湾水鸟省级自然保护区更名为福清兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地，并对重要湿地范围进行调整。根据调整后重要湿地范围核实后，确认本工程不占福清兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地。因此本工程与左侧管控单元要求不冲突。	
	污染物排放管控	1.在受损的滨海湿地，综合运用生态廊道、退养还湿、植被恢复、海岸生态防护等手段，恢复湿地生态系统功能。2.禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废。		

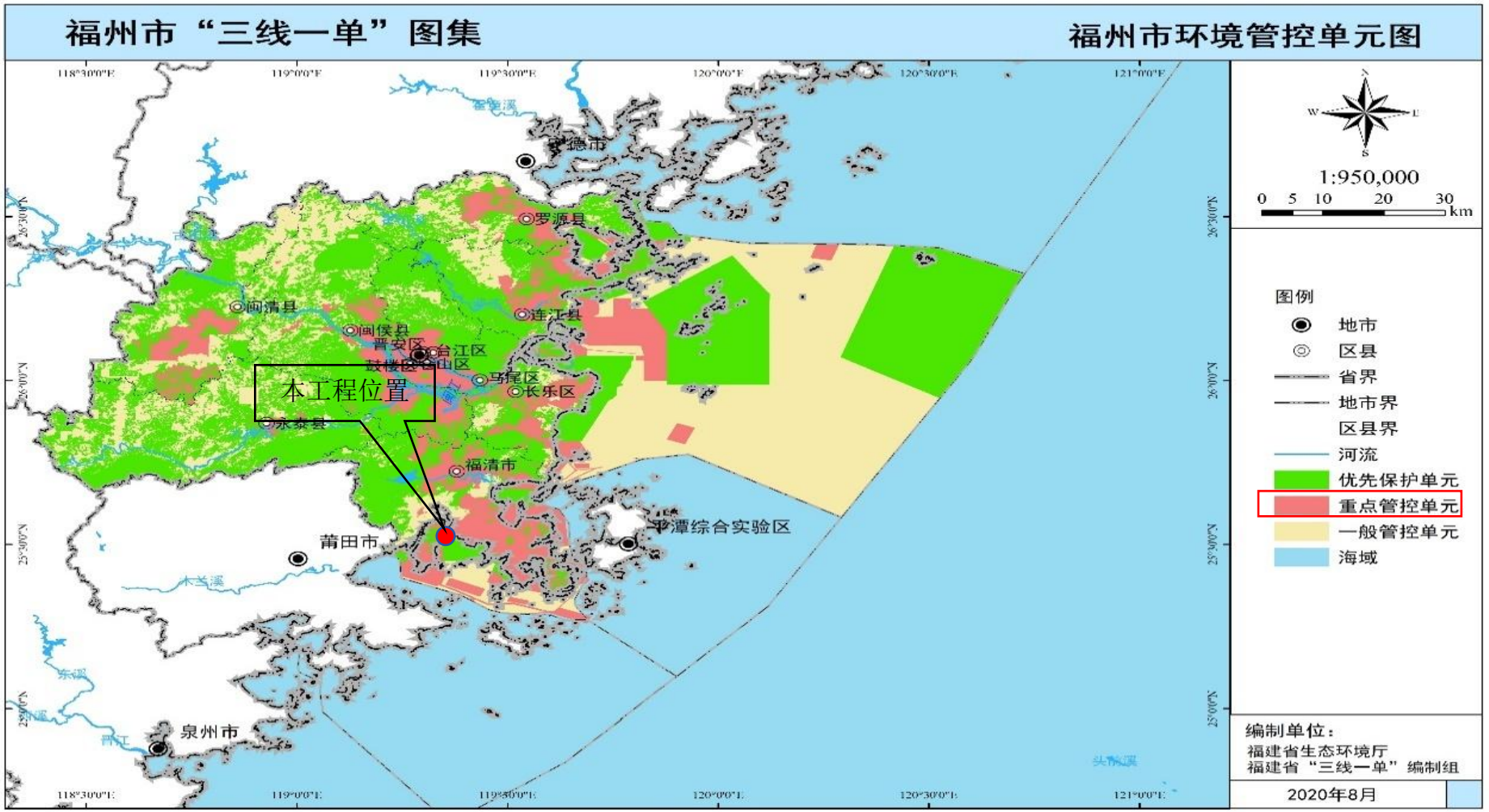


图 3.13-1 福州市环境管控单元图

图 3.13-2 福州市生态环境分区管控动态更新成果叠图（一）

图 3.13-3 福州市生态环境分区管控动态更新成果叠图（二）

3.13.3 相关规划及环境功能区划符合性

3.13.3.1 与福建省“三区三线”划定成果符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），“福建省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用……。”“三区三线”是指：城镇空间、农业空间、生态空间 3 种类型空间所对应的区域，以及分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线 3 条控制线。其中“三区”突出主导功能划分，“三线”侧重边界的刚性管控。它是国土空间用途管制的重要内容，也是国土空间用途管制的核心框架。

本工程涉及生态保护红线 0.1196hm^2，已根据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知（试行）》（闽自然资发〔2023〕65 号）编制完成《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，并于 2025 年 8 月 3 日获得福清市人民政府认定本工程为生态红线内允许有限人为活动的意见。

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，本工程符合（闽自然资发〔2023〕65 号）中生态保护红线内允许有限人为活动准入清单第六条“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”。本项目已列入《国家公路规划网》（发改基础〔2022〕1033 号），是国家公路网的重要组成部分，已纳入《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》，是普通国省干线重点项目，是福清滨海大通道 G228 的重要节点，属于线性交通基础设施，符合有限人为活动管控中仅允许“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”涉及生态保护红线的情形。根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程海域使用论证报告》影响预测结果，在做好环保措施的前提下，本工程建设及运营对生态保护红线区影响较小。

本工程桥面垂直投影与江镜滨海防风固沙生态保护红线区距离 0.088km，与

福清兴化湾水鸟省级自然保护区距离 0.005km，根据工程环境影响分析，工程桩基施工，将导致“福清兴化湾水鸟省级自然保护区”悬浮泥沙入海增量超过 10 mg/L 的包络总面积达到 1.59hm^2，占该自然保护区总面积的 0.02%，包络范围只涉及福清兴化湾水鸟省级自然保护区的“实验区”，不涉及“核心区”，且施工结束后影响即消失，不涉及其他生态红线区。综上，工程符合三区三线成果要求。项目与三区三线位置关系详见下图。

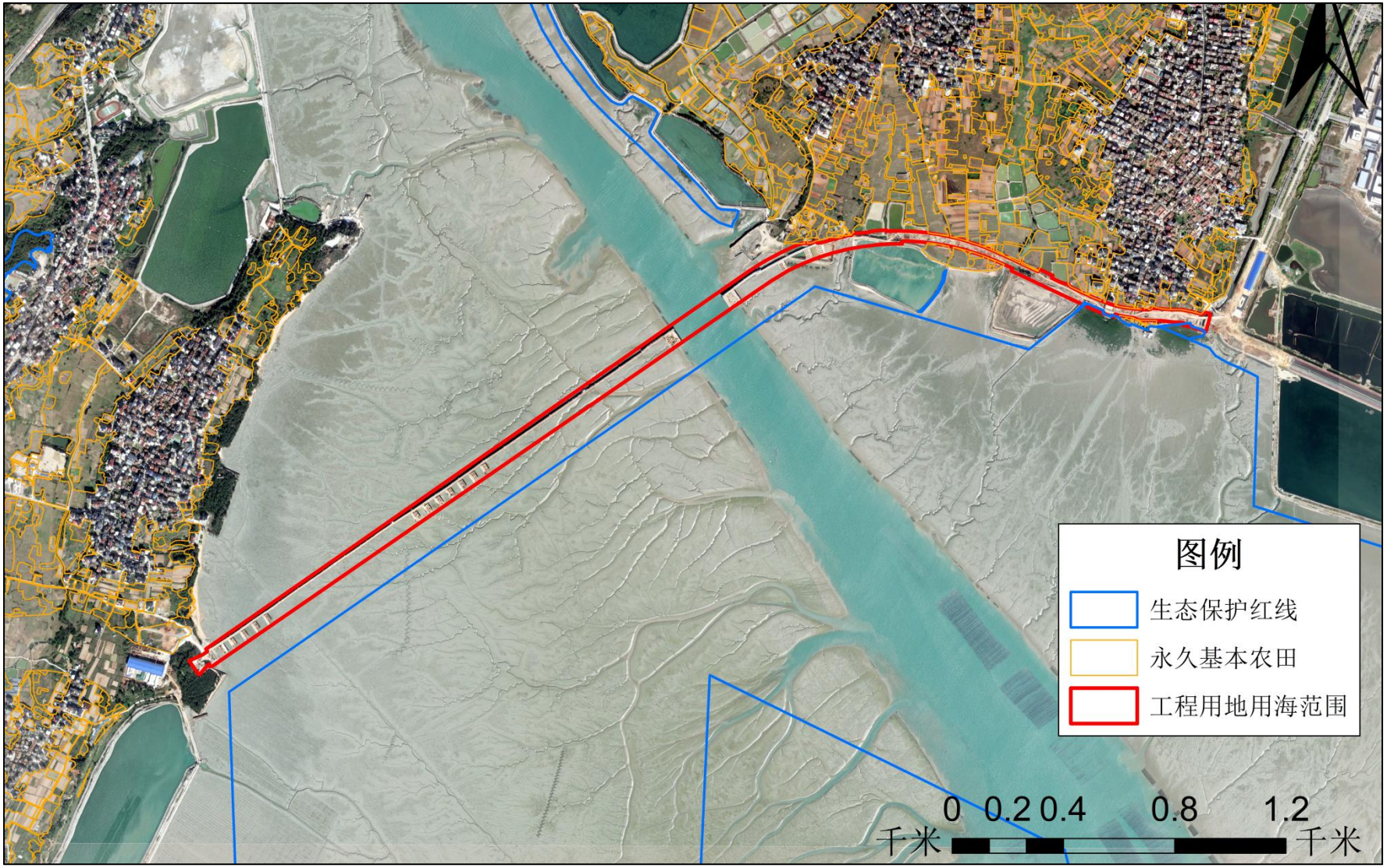


图 3.13-4 工程与三区三线位置关系图

3.13.3.2 与《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》符合性分析

根据《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》闽政文〔2024〕231 号，第七章“统筹海洋开发保护，建设海洋强省”中提到：“在海洋“两空间内部一红线”的总体布局下，全省海域划分海洋生态保护区、海洋生态控制区、渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区，实行“空间分区+用途管制”的管控方式，严控新增围填海，探索历史围填海区域视同存量建设用地并按城镇开发边界管理，保障重大项目用地用海需求。”本工程位于福清市江镜镇、江阴镇，用海区在《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》中属于“海洋生态空间”。

本工程以上跨形式跨越 3 处生态保护红线（兴化湾零星红树林生态保护红线区及福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区），涉及生态保护红线 0.1196hm^2，类型为红树林及重要滩涂及浅海水域。根据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知（试行）》等文件要求，本工程已编制了《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，并于 2025 年 8 月 3 日获得福清市人民政府认定本工程为生态红线内允许有限人为活动的意见。

根据《福建省人民政府关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程建设农用地转用和土地征收的批复》（闽政地〔2021〕520 号）可知，工程建设用地已纳入国土空间规划。综上，工程符合国土空间规划要求。

3.13.3.3 与《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

本工程位于福清市江镜镇、江阴镇，在《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中，本工程位于“渔业用海区”，管控要求为：渔业基础设施、陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、油气、可再生能源、路桥隧道、文体休闲娱乐、海岸防护和防灾减灾等用海，允许适度改变海域自然属性；风景旅游、科研教学、水下文物保护和生态修复等用海，严格限制改变海域自然属性；其他空间准入的用海类型，禁止改变海域自然属性。

本工程属于跨海桥梁用海，属于渔业用海区兼容的路桥隧道用海，因此本工

程用海符合该区域的空间用途准入要求。工程建设仅在施工期对小范围内的围海养殖有一定的影响，施工期结束后影响随之消失。不会影响区域海域资源，更不会影响该海域的产卵场、越冬场、索饵场和洄游通道等重要渔业水域。

本工程以上跨形式跨越 3 处生态保护红线（兴化湾零星红树林生态保护红线区及福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区），涉及生态保护红线 0.1196hm^2，类型为红树林及重要滩涂及浅海水域。根据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知（试行）》等文件要求，本工程已编制了《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，并于 2025 年 8 月 3 日获得福清市人民政府认定本工程为生态红线内允许有限人为活动的意见。根据《福建省人民政府关于国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程建设农用地转用和土地征收的批复》（闽政地〔2021〕520 号）可知，工程建设用地已纳入国土空间规划。

综上，工程符合国土空间规划要求。

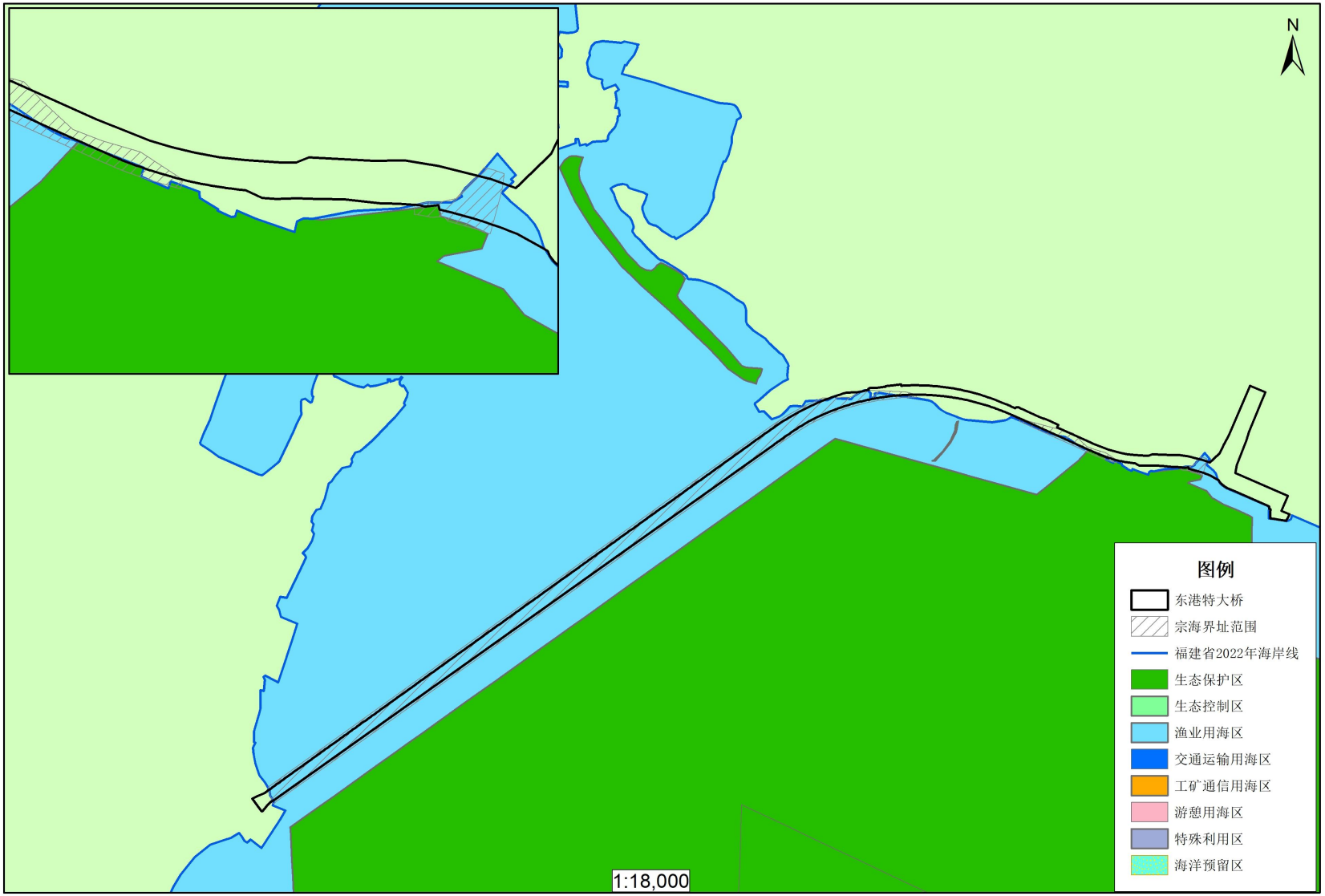


图 3.13-5 工程所在《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》分区图

3.13.3.4 与《福清市国土空间总体规划（2021-2035）》符合性分析

根据《福清市国土空间总体规划（2021-2035）》；福清市将坚持持开放引领、生态优先、海洋强市、以人民为中心，以自然地理格局为基础，建立系统有机联系的生态保护空间；保障粮食安全，优化农业、海洋渔业发展空间；推进以人为核心的新型城镇化，聚焦优势地区，明确城镇体系与村庄布局，推动城乡融合发展。构建“一轴两湾五组团”的国土空间格局；“一轴”：龙江城市综合发展轴，“两湾”：福清湾生态宜居湾、江阴湾临港产业湾，“五组团”：中心城区组团、元洪港城组团、江阴港城组团、龙高半岛城镇组团、西北部特色生态组团五个核心组团。

立足“海上福建”战略，加快向海发展，坚持陆海统筹、湾港城联动，重点推进陆海空间融合、拓展蓝色经济空间、加强海洋生态文明建设、完善海港集疏运体系建设，打造海洋经济发展示范区。将福清市国土空间划分为生态保护区、生态控制区、农田保护区、城镇发展区、乡村发展区和海洋发展区六大基本分区。海洋发展区是指允许集中开展开发利用活动的海域，以及允许适度开发利用活动的无居民海岛。进一步细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。海洋发展区应合理配置海洋资源、优化海洋空间开发格局，严禁国家产业政策淘汰类、限制类项目在海上布局。采用“分区管理+用海准入”的方式进行管理，严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。

根据图 3.12-5，本工程“渔业用海区”，其管控要求：保障渔业用海，除渔业基础设施建设外，禁止改变海域自然属性，兼容不损害渔业用海功能的用海活动。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，渔业用海主要指为开发利用渔业资源、开展海洋渔业生产所使用的海域及无居民海岛。本工程为道路建设项目，能够有效促进当地经济的发展，满足当地居民生产生活的需要，且跨海桥梁工程不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目，因此，项目建设符合《福清市国土空间总体规划（2020-2035 年）》。

此外，工程占用海洋生态保护红线，根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，工程以上跨形式跨越 3 处生态保护红线（兴化湾零星红树林生态保护红线

区及福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区），并于 2025 年 8 月 3 日获得福清市人民政府认定本工程为生态红线内允许有限人为活动的意见。因此项目建设符合《福清市国土空间总体规划（2020-2035 年）》。

3.13.3.5 与《全国海洋主体功能区划》的符合性分析

根据《全国海洋主体功能区规划》，福清市江镜镇属于优化开发区域中的海峡西部海域。优化开发区域的发展方向与开发原则是“优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，提高产业准入门槛，积极开发利用海洋可再生能源，增强海洋碳汇功能；严格控制陆源污染物排放，加强重点河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能。”

海峡西部海域的发展原则是“发挥海峡海湾优势，建设两岸渔业交流合作基地，突出海洋生态和海洋文化特色，扩大两岸旅游双向对接。加强沿海防护林工程建设，构建沿岸河口、海湾、海岛等生态系统与海洋自然保护区条块交错的生态格局。完善海洋灾害预报预警和防御决策系统。”本工程为路桥工程，工程的建设不仅可以加强沿线居住区与港区的交通联系，同时本工程是 228 国道福清段的重要组成部分，途经福州市罗源县、连江县、马尾区、长乐区、福清市，是福、莆、宁同城化及构建福州市大都市区的主通道，是富有福州特色的集交通、景观、旅游、休闲、生态、防护等功能于一体的大通道。本工程与海峡西部海域发展原则不冲突，因此，本工程符合《全国海洋主体功能区规划》。

3.13.3.6 与《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》的符合性分析

根据 2019 年 11 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，将生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界称为三条控制线，生态保护红线内，在符合现行法律法规前提下，允许必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施建设与运行维护的活动。本工程为线性路桥工程，是民生工程，因

此工程的建设是符合《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》中的相关管控要求。

3.13.3.7 与《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本工程用海区域主要位于“渔业用海区”，周边海洋功能分区为“交通运输用海区”、“生态保护红线”、“工况通信用海区”。本工程属于跨海桥梁用海，属于渔业用海区兼容的路桥隧道用海，因此本工程用海符合该区域的空间用途准入要求。工程建设仅在施工期对小范围内的围海养殖有一定的影响，施工期结束后影响随之消失。不会影响区域海域资源，更不会影响该海域的产卵场、越冬场、索饵场和洄游通道等重要渔业水域。同时，工程桥梁桩基施工确需占用一部分的海域空间，但这种影响的范围有限，且是暂时的，在低潮时采用栈桥方式进行施工，减少泥沙入海，同时加强管理、观测，严格实施环境保护要求措施，对海域环境基本不产生影响，因此对“交通运输用海区”、“生态保护红线”、“工况通信用海区”等海洋功能分区没有影响，符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（报批稿）规划。

因此，本工程符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

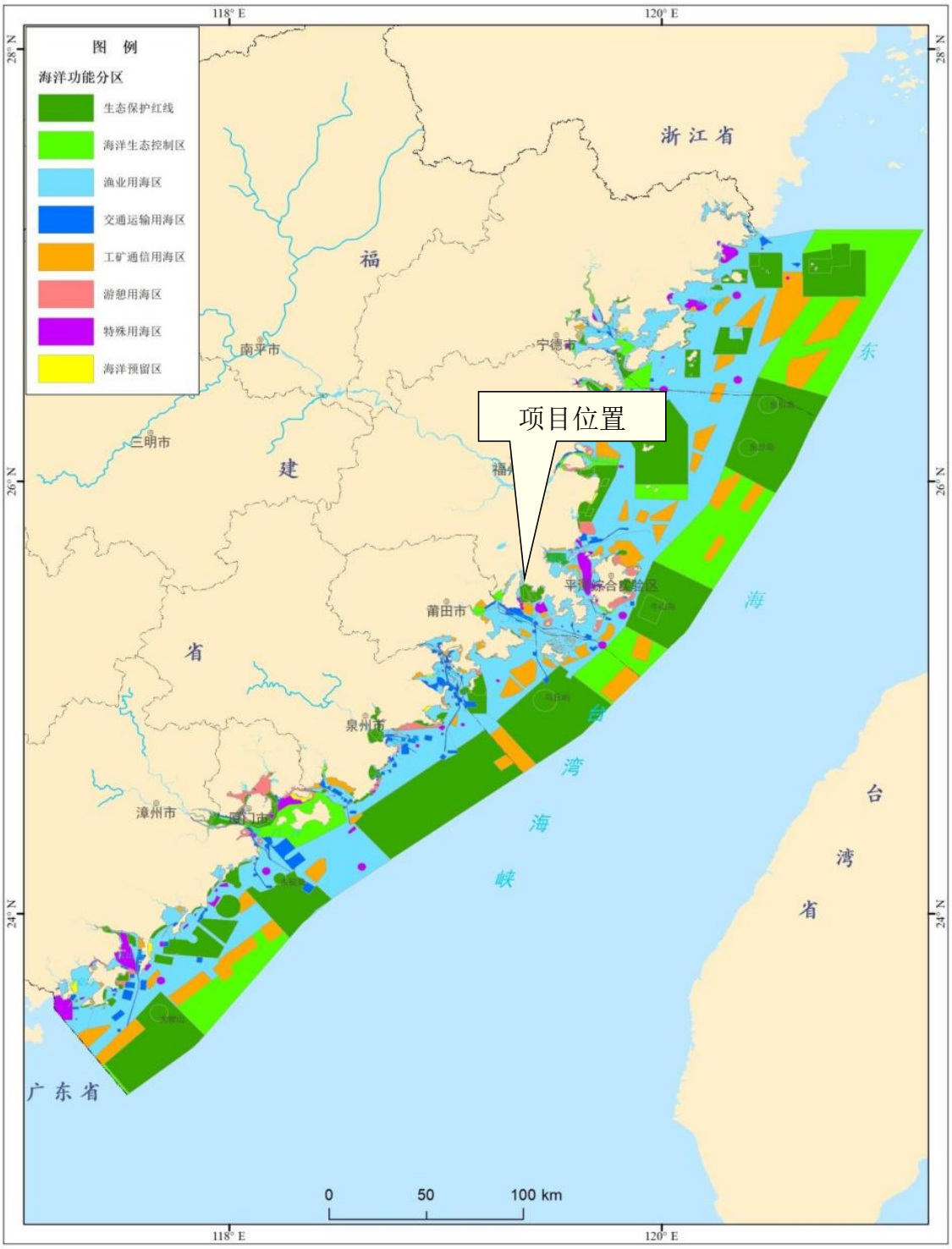


图 3.13-6 与《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》位置关系图

3.13.3.8 与《福建省湿地保护条例》的符合性分析

《福建省湿地保护条例》于 2017 年 1 月 1 日起实施。该条例第三十条规定：在湿地范围内禁止从事下列行为：向湿地及周边区域排放有毒、有害物质或者堆放、倾倒固体废物；破坏鱼类等水生生物洄游通道和野生动物的重要繁殖区及栖

息地；采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；毁坏湿地保护及检测设施；法律、法规认定的其他破坏湿地及其生态功能的行为。

建设单位已委托福州榕邦林业技术服务有限公司编制《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程对一般湿地生态功能影响评价报告》（报批稿），根据项目一般湿地生态功能影响评价报告可知：根据《福清市一般湿地名录》《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》和“国土年度变更数据”内容的核实，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程占用一般湿地面积 11.4508 hm^2，其中永久占用一般湿地 8.8637 hm^2，按湿地类型分为沿海滩涂 0.0832 hm^2，浅海水域 8.5758hm^2，坑塘水面 0.1914hm^2，沟渠 0.0133 hm^2，永久占用范围涉及福清市一般湿地名录中“福清市兴化湾湿地”面积 0.0132hm^2，工程临时占用一般湿地面积 2.5871 hm^2，按湿地类型分为沿海滩涂 0.0037 hm^2，浅海水域 2.5834hm^2，临时占用范围涉及福清市一般湿地名录中“福清市南城湿地”和“福清市兴化湾湿地”共计 0.1758hm^2。永久和临时占用均不涉及福建省级重要湿地。工程占用湿地面积占评价区湿地总面积的 2.78%。程项目施工时产生的悬浮泥沙会抑制浮游植物的活动，影响浮游植物净化水质功能。但是，总体上悬浮泥沙造成影响区域占省级重要湿地总面积较小，且影响是暂时的，随着施工结束逐渐消失。总体上，对评价区内的湿地环境影响较小。

因此，工程用海符合《福建省湿地保护条例》。

3.13.3.9 与《福清市兴化湾水鸟省级自然保护区总体规划》符合性分析

根据 2022 年 3 月 17 日福建省人民政府同意建立的“福清兴化湾水鸟省级自然保护区”批复文件（闽政文〔2022〕67 号文）。本工程桥面垂直投影不占用福清市兴化湾水鸟省级自然保护区，与其最近距离有 5.5m。本工程的桩基施工，将导致“福清兴化湾水鸟省级自然保护区”悬浮泥沙入海增量超过 10 mg/L 的包络总面积达到 1.59hm^2，占该自然保护区总面积的 0.02%，本工程悬浮泥沙增量超过 10 mg/L 的包络范围只涉及福清兴化湾水鸟省级自然保护区的“实验区”，不涉及“核心区”，且施工结束后影响即消失。

综上所述，本工程符合福清兴化湾水鸟省级自然保护区的管理要求。

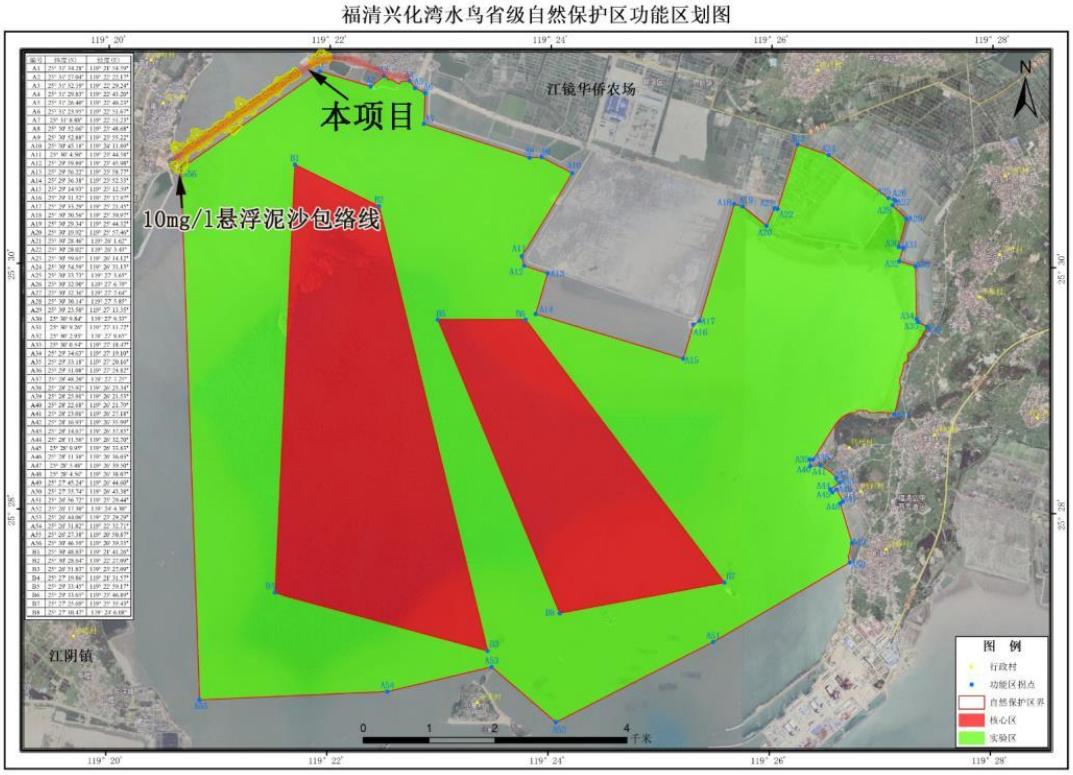


图 3.13-7 工程与福清兴化湾水鸟省级自然保护区的位置关系图

3.13.3.10 与《福州港总体规划（2035 年）》符合性分析

根据《福州港总体规划》，规划福州港形成“一港八区”的总体发展格局，包括福州市的闽江口内、江阴、松下、罗源湾和平潭五个港区，宁德市的三都澳、白马、沙埕三个港区和三沙港点。

江阴港区的定位功能为：集装箱运输重点港区，适当兼顾汽车滚装、散杂货及液体化工品等货类运输的综合性港区。江阴港区包括壁头、万安两个作业区和下垄作业点。壁头作业区位于兴化湾江阴半岛南部，作业区自西向东布置西部产业配套码头区、集装箱码头区、集装箱及滚装码头区和东部产业配套码头区；万安作业区位于兴化湾湾口北岸，作业区规划布置 15 万总吨级 LNG 泊位 1 个和工作船泊位；下垄作业点位于江阴半岛东侧，目前已建融侨 1#3000 吨级、2#5000 吨级杂货泊位，规划远期结合产业发展情况适时搬迁调整。

本工程不位于江阴港区，只是临近江阴港区。本工程起点与国道 G228 线福清蓝色经济产业园滨海路段公路终点相接，路线向西避开村庄沿海岸线展现，在江镜前华村附近建东港特大桥跨江阴东港后通往江阴，终点位于江阴镇莆头村，与国道 G228 江阴莆头至孙卓段起点顺接。本工程为路桥工程，工程实施不仅作

为福清市主要干线路网之一，串联了沿线各乡镇，加强沿线居住区与港区的交通联系，同时还为福清市对外联系干道之一，承担了沿线镇区及对外的联系，也承担了两侧居民、企业的对外联系的交通。

因此，本工程的建设与江阴港的发展定位不冲突，符合《福州港总体规划（2035 年）》。

图 3.13-8 工程与江阴港的位置关系图

3.13.3.11 与《福清市城乡总体规划（2017-2035）》的符合性分析

本工程用海位于福清市江镜镇蓝色产业园区与江阴经济开发区之间的海域。根据《福清市城乡总体规划（2017-2035）》，充分发挥江阴海港门户优势，依托闽台蓝色产业园的龙头作用，重点发展临海装备制造产业、海洋生物产业、配

套发展园区物流等服务产业，建设成福州新区南翼重要的临港产业基地。本工程为路桥工程，工程的建设可以满足江阴海港与产业园区快速增长、高频度、大规模的客货流需求，同时，对于福清市来说，本工程的建设具有连接两港（松下港、江阴港），打通二线（福北线、平宏线），连通二区（江阴开发区、元洪投资区）的重要交通功能，连接福清经济腹地（城头、海口、龙田、上迳、江镜、江阴、新厝），基本上把福清的重点镇区通过公路串联起来。本工程的建设可推动福清沿海地区的经济发展，因此本工程符合《福清市城乡总体规划（2017-2035）》。

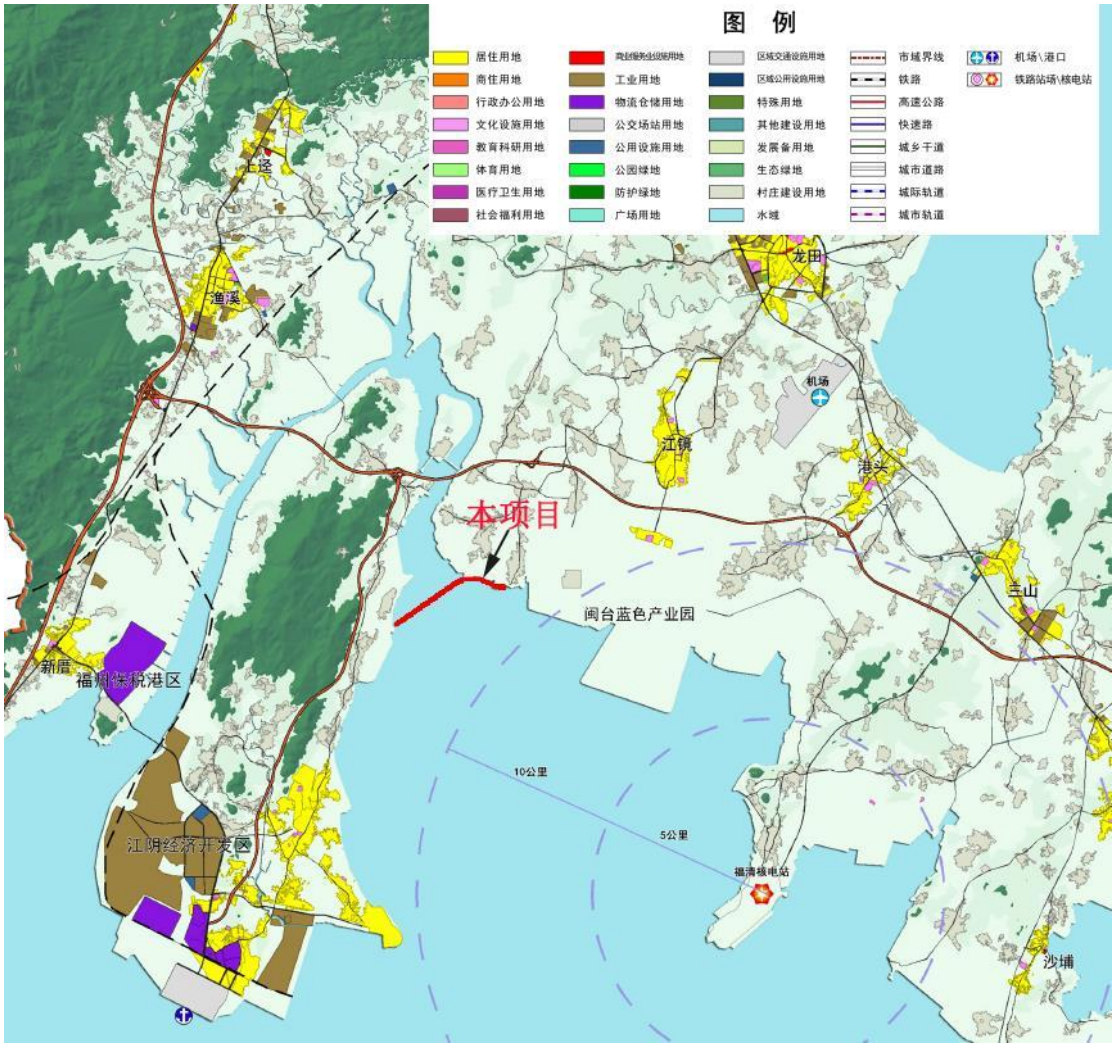


图 3.13-9 工程与《福清市城乡总体规划（2017-2035）》的位置关系图

3.13.3.12 与《闽台（福州）蓝色经济产业园区总体规划》符合性分析

根据《闽台（福州）蓝色经济产业园区总体规划》中近期建设规划中要求重点建设蓝色大道、滨海大道和港湾大道，连接江镜互通、港头互通和 305 省道的对外通道、配合园区招商建设近期启动区内道路。本工程起点与国道 G228 线福

清蓝色经济产业园滨海路段公路终点相接，路线向西避开村庄沿海岸线展现，在江镜前华村附近建东港特大桥跨江阴东港后通往江阴，终点位于江阴镇莆头村，与国道 G228 江阴莆头至孙卓段起点顺接。

因此，本工程的建设符合《闽台（福州）蓝色经济产业园区总体规划》。

3.13.3.13 与《福建省普通国省干线公路网布局规划》的符合性分析

根据《福建省普通国省干线公路网布局规划（2012-2030 年）》，纵一线是福建省省级干线公路网“八纵十一横十五联”之一，228 国道（纵一线）福州境内规划路线起于罗源县鉴江（宁德界），终于福清市新厝镇江口（莆田界），规划总里程约 284km。福州滨海大通道起于罗源县鉴江（宁德界），接 228 国道，终于福清市新厝镇江兜，接 G324 线，全长 277 km。沿途经过罗源县、连江县、马尾区、长乐区、福清市 5 个沿海县（市）区。228 国道与福州滨海大通道共线约 218 km。

本工程为国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程，路线起点（K213+155）位于福清江镜前华村附近，在闽台蓝色产业园顺接 G228 蓝园段，路线呈东西走向，沿岸线布置，经前华村，后建东港特大桥（通航 5000 吨）跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路，终点桩号 K217+320，路线全长 4.165 公里。

本工程作为福建省普通国省干线公路网布局规划“八纵十一横十五联”中纵一线，以交通功能作为基本载体，以促进区域经济发展、突出经济功能为重点，集“干线功能、集散功能、沿线土地综合开发、服务军事交通、防洪防潮防灾、旅游观光”等六大功能于一体。本工程起点及终点位置能满足规划的国省干线纵一线的定位，符合《福建省普通国省干线公路网布局规划》的要求。

图 3.13-10 工程与《福建省普通国省干线公路网布局规划》的位置关系图

3.13.3.14 与《福清市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》的符合性分析

根据《福清市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》，本工程涉海区域周边主要为海水池塘养殖区，管理要求为按照水产养殖技术规范要求，合理布局，控制养殖密度，加强养殖环境和产品质量检测。

工程施工过程中产生悬浮泥沙量少，且随着工程结束，泥沙逐渐恢复本底，影响消失，建设过程中产生的废水经过严格处理，对海域影响小，营运过程中的水污染源主要来自路面降水径流污水，其浓度随着降雨历时延长而较快下降，路面径流污染物浓度基本稳定在较低水平，因此，工程建设及营运过程中不会对周边水域造成不利影响。另外，作为国道 G228 线路规划中的一段（福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路），本工程建设有利于该区域对外交通，将助力该区域养殖业发展，符合规划中坚持渔业“提质增效、减量增收、绿色发展、富裕渔民”的工作思路，有利于区域渔业的发展。因此综上，工程建设符合《福清市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》。

图 3.13-11 福清市养殖水域滩涂规划图

3.13.3.15 与《国家公路网规划》符合性分析

国家公路网规划提出：普通国道网按照“主体稳定、局部优化，补充完善、增强韧性”的思路，优化完善普通国道网。以既有普通国道网为主体，优化路线走向，强化顺直连接、改善城市过境线路、避让生态保护区域和环境敏感区域；补充连接县级节点、陆路边境口岸、重要景区和交通枢纽等，补强地市间通道、沿边沿海公路及并行线；增加提高路网效率和韧性的部分路线。本工程在《国家公路网规划》中线路方案见下表。

表 3.13-4 国家公路网规划线路方案节选

序号	路线编号	路线起讫点	主要控制点
19	G219	喀纳斯—东兴	喀纳斯、哈巴河、吉木乃、和布克赛尔、裕民、博乐、温泉、昭苏、温宿、乌什、阿合奇、伽师、岳普湖、英吉沙、莎车、泽普、叶城、日土、噶尔、仲巴、萨嘎、吉隆、定日、定结、岗巴、洛扎、措美、隆子、米林、墨脱、察隅、贡山、福贡、泸水、腾冲、龙陵、永德、镇康、沧源、西盟、孟连、澜沧、勐海、景洪、江城、绿春、金平、屏边、马关、西畴、凭祥、东兴
20	G220	东营—深圳	东营、利津、滨州、济阳、济南、平阴、梁山、郓城、菏泽、定陶、曹县、宁陵、柘城、鹿邑、郸城、沈丘、临泉、淮滨、商城、罗田、浠水、蕲春、武穴、瑞昌、武宁、修水、铜鼓、宜丰、万载、宜春、分宜、安福、永新、井冈山、崇义、大余、南雄、始兴、翁源、新丰、龙门、深圳
21	G221	同江—哈尔滨	同江、富锦、友谊、集贤、桦川、佳木斯、依兰、方正、宾县、哈尔滨
22	G222	嘉荫—临江	嘉荫（口岸）、伊春、铁力、庆安、绥化、哈尔滨、五常、舒兰、蛟河、靖宇、临江
23	G223	海口—三亚（东）	海口、琼海、万宁、陵水、三亚（榆林）
24	G224	海口—三亚（中）	海口、屯昌、琼中、五指山、三亚（榆林）
25	G225	海口—三亚（西）	海口、澄迈、儋州、昌江、东方、三亚（榆林）
26	G227	张掖—孟连	张掖、民乐、大通、西宁、湟中、贵德、玛沁、甘德、达日、班玛、壤塘、炉霍、甘孜、新龙、理塘、稻城、木里、盐源、米易、盐边、攀枝花、永仁、大姚、姚安、牟定、楚雄、双柏、墨江、江城、普洱、澜沧、孟连（口岸）
27	G228	丹东—东兴	丹东、东港、庄河、大连、营口、葫芦岛、秦皇岛、乐亭、唐海、天津滨海新区、黄骅港、滨州、东营、莱州、龙口、蓬莱、烟台、威海、荣成、文登、乳山、海阳、即墨、城阳、胶州、黄岛、日照、赣榆、连云、射阳港、大丰港、如东、海门、启东、崇明、上海浦东新区、奉贤、金山、平湖、海盐、慈溪、余姚、宁波、奉化、宁海、台州、温岭、玉环、乐清、霞浦、宁德、长乐、福清、泉州、厦门、云霄、诏安、饶平、汕头、陆丰、汕尾、惠阳、深圳、中山、珠海、台山、阳江、阳西、电白、吴川、湛江、雷州、北海、防城港、东兴
28	G229	饶河—盖州	饶河、宝清、七台河、依兰、方正、延寿、尚志、五常、舒兰、九台、长春、伊通、辽源、西丰、

因此，项目符合《国家公路网规划》。

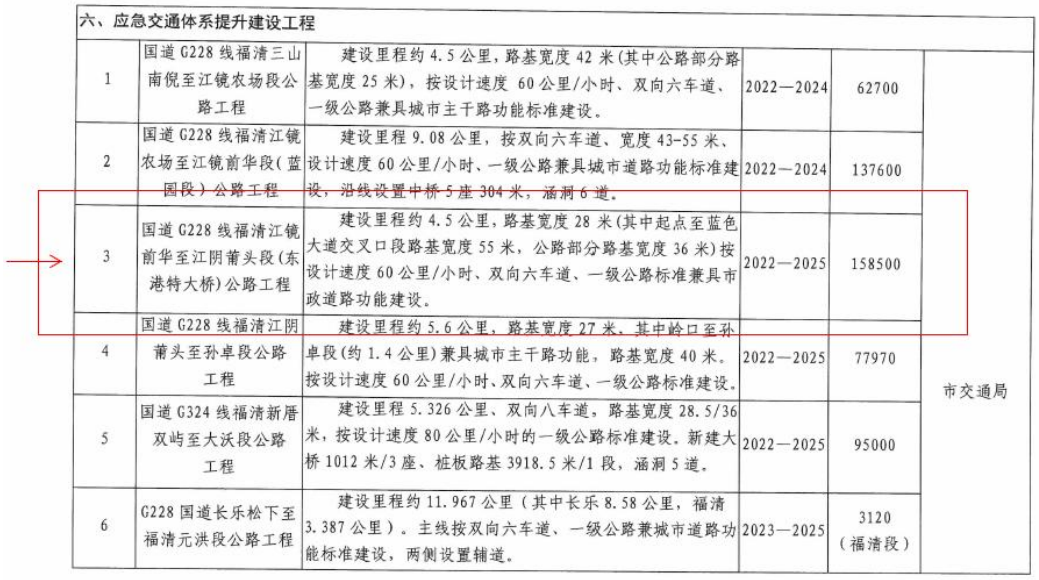
3.13.3.16 与《福清市“十四五”综合防灾减灾专项规划（2021-2025 年）》符合性分析

《福清市“十四五”综合防灾减灾专项规划（2021-2025 年）》提出：健全完善城市综合防灾减灾体系，提升基础设施抵御灾害能力，加强应急交通的源头规划和布局优化，提升交通运输安全风险防范化解、突发事件应急处置和综合交通运输应急保障能力，以提高道路交通应急保障能力为着眼点，实施国道 G228 线福清三山南倪至江镜农场段公路工程等建设项目，夯实道路交通防灾减灾和应急保障基础，增强城市整体防灾抗毁和救助能力。

因此，本项目符合《福清市“十四五”综合防灾减灾专项规划（2021-2025

年）》。

表 3.13-5 规划中应急交通体系提升工程节选



六、应急交通体系提升建设工程					
1	国道 G228 线福清三山南倪至江镜农场段公路工程	建设里程约 4.5 公里，路基宽度 42 米(其中公路部分路基宽度 25 米)，按设计速度 60 公里/小时、双向六车道、一级公路兼具城市主干路功能标准建设。	2022—2024	62700	
2	国道 G228 线福清江镜农场至江镜前华段(蓝图段)公路工程	建设里程 9.08 公里，按双向六车道、宽度 43-55 米、设计速度 60 公里/小时、一级公路兼具城市道路功能标准建设，沿线设置中桥 5 座 304 米，涵洞 6 道。	2022—2024	137600	
3	国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程	建设里程约 4.5 公里，路基宽度 28 米(其中起点至蓝色大道交叉口段路基宽度 55 米，公路部分路基宽度 36 米)按设计速度 60 公里/小时、双向六车道、一级公路标准兼具市政道路功能建设。	2022—2025	158500	
4	国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路工程	建设里程约 5.6 公里，路基宽度 27 米，其中岭口至孙卓段(约 1.4 公里)兼具城市主干路功能，路基宽度 40 米。按设计速度 60 公里/小时、双向六车道、一级公路标准建设。	2022—2025	77970	市交通局
5	国道 G324 线福清新厝双屿至大沃段公路工程	建设里程 5.326 公里、双向八车道，路基宽度 28.5/36 米，按设计速度 80 公里/小时的一级公路标准建设。新建大桥 1012 米/3 座、桩板路基 3918.5 米/1 段，涵洞 5 道。	2022—2025	95000	
6	G228 国道长乐松下至福清元洪段公路工程	建设里程约 11.967 公里（其中长乐 8.58 公里，福清 3.387 公里）。主线按双向六车道、一级公路兼城市道路功能标准建设，两侧设置辅道。	2023—2025	3120（福清段）	

3.13.3.17 与生态公益林保护要求符合性分析

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局第 35 号令）要求，其中“第四条占用和临时占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：（二）国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用II级及其以下保护林地。”

《国家级公益林管理办法》（2017 年 4 月 28 日）：第九条“严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，可按照本办法第十八条、第十九条的规定实行占补平衡，并按本办法第二十三条的规定报告国家林业局和财政部。”

《福建省生态公益林条例》“第三章保护与利用”中对生态公益林开发做如下规定：第二十三条一级保护的生态公益林按照国家对生态保护红线的管控要求予以保护。第二十四条二级保护的生态公益林除经依法批准的基础设施、省级以上的重点民生保障项目和公共事业项目之外，禁止开发。第二十五条三级保护的生态公益林除经依法批准的基础设施、民生保障项目和公共事业项目之外，禁止开

发。第二十八条经依法批准利用的生态公益林，由所在地县级人民政府按照增减平衡、先补后用、保证质量的原则，在本行政区域重点生态区位内进行调整补充；本行政区域内调整补充有困难的，应当向上一级人民政府提出申请，由上一级人民政府在本行政区域内组织异地补充，异地补充所需费用由提出申请的县级人民政府承担。

协调性分析：项目起点位于福清市江阴镇北郭村，路线呈东西走向，自东向西于与蓝色大道平交，顺接现状蓝色大道，自北向南延伸，沿岸线布置，经前华村，后建东港特大桥跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段公路。本工程起点处路基工程区的建设穿过林地，不可避免的占用集体林地 0.3505 公顷，其中涉及国家级生态公益林 0.0093hm^2，线路与沿线生态公益林详见图 3.12-11 和表 3.12-6。项目区中路基工程区周边部分为生态公益林及集体林地，项目施工过程中应严格控制用地红线，采取围挡施工，沿项目区做好截排水、沉沙及边坡防护措施，从而减轻对林地的压占及破坏，降低对林地的影响。工程作为区域交通基础设施项目，占用生态公益林面积相对福清市总体比例很小，不会损害其主导生态功能的持续发挥，对其整体生态服务能力影响不大。2023 年 6 月，福州新区管理委员会批复了使用林地审核同意书（闽榕新江林地审〔2023〕3 号）（附件 16），同意本项目使用林地。因此，本项目符合生态公益林保护要求。

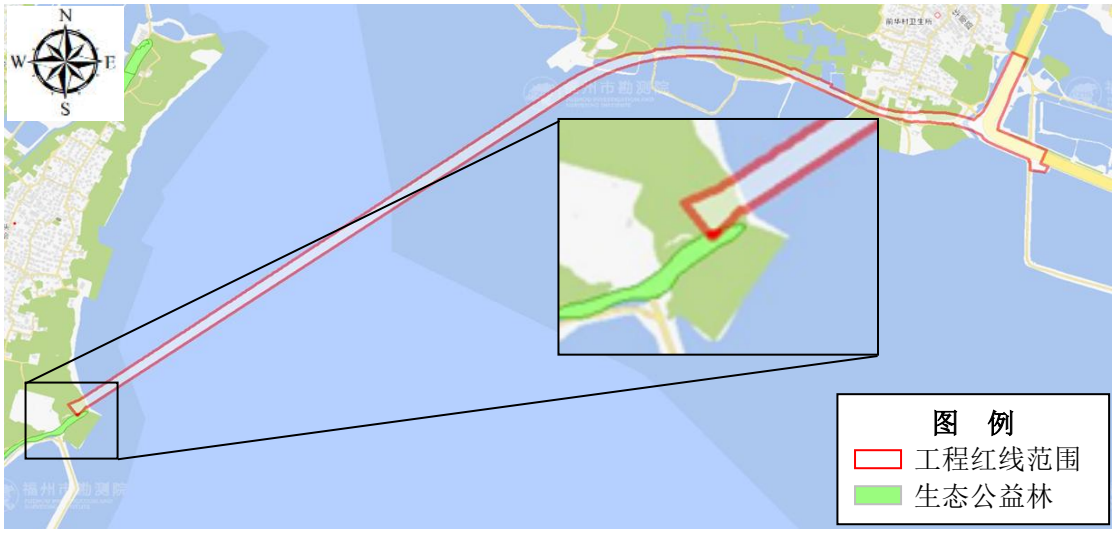


图 3.13-12 工程沿线生态公益林位置关系图（大图）

表 3.13-6 项目沿线公益林情况

县（林业局）	乡（林场）	村（林班）	使用林地地块序号	林地落界小班号			面积（hm^2）	地类	权属	保护等级	森林类别	类型	林种	起源	重点生态区位名称	建设内容	使用林地性质
				林班	大班	小班											
合计							0.3505										
福清市	江镜镇	前华村	1	000	01	010	0.3382	宜林地	集体	II级	县级公益林地	防护林林地	护岸林		沿海防护林基干林带	公路	永久性使用林地
福清市	江镜镇	陈厝村	2	000	01	020	0.003	乔木林地	集体	II级	县级公益林地	防护林林地	水土保持林		沿海防护林基干林带	公路	永久性使用林地
福清市	江镜镇	北郭村	3	000	01	070	0.0093	乔木林地	集体	II级	国家一级公益林地	特用林林地	国防林	纯天然	沿海防护林基干林带	公路	永久性使用林地

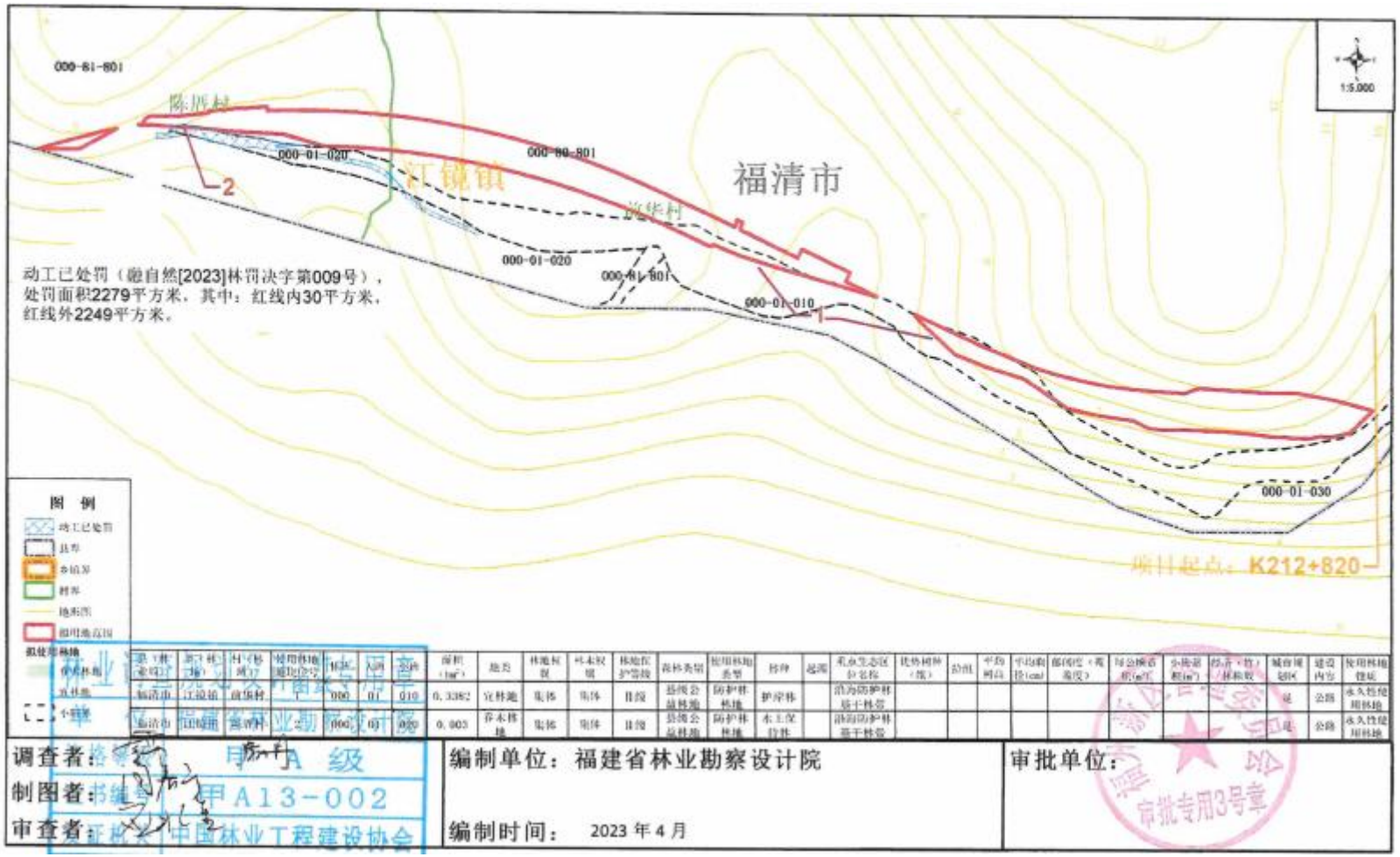


图 3.13-13 工程沿线使用林地现状图（一）

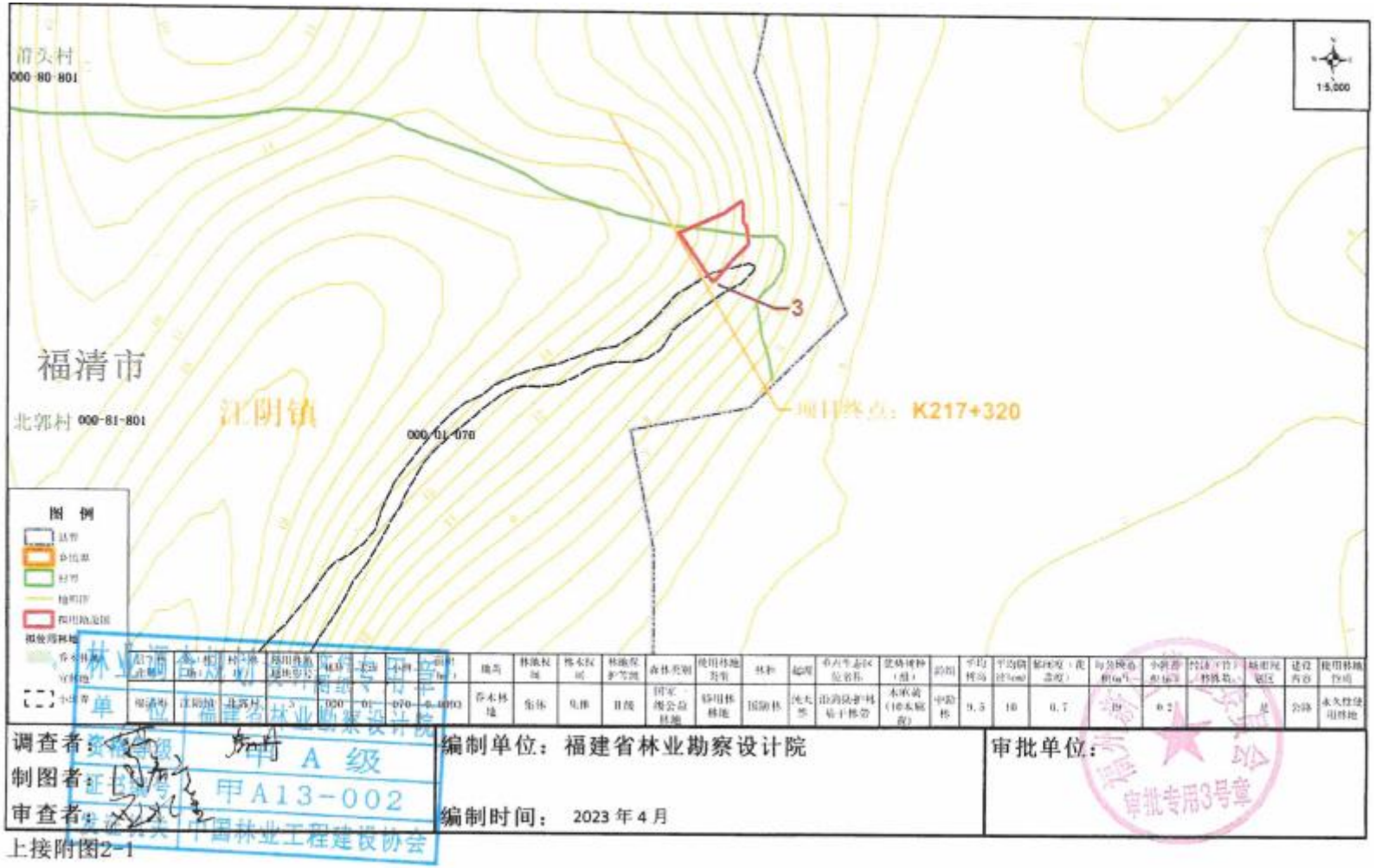


图 3.13-14 工程沿线使用林地现状图（二）

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

福清市位于福建省东部沿海，地理坐标为北纬25°18′～25°52′，东经119°03′～119°42′。市域总面积2430平方千米，其中陆域1519平方千米，海域911平方千米。北与福州市长乐区、闽侯县、永泰县交界，西邻莆田市，东隔海坛海峡与平潭县相望，南濒兴化湾与莆田市南日岛遥对，为福州市辖县级市。

江镜镇地处福清市东南沿海突出部，东连港头，北接龙田，西通融侨码头，与江阴码头毗邻，境内地势平坦，路网交错，交通便利，辖26个行政村，行政区域面积58.16平方千米。前华村地处福清市江镜镇南端，村南濒临大海。

江阴镇位于福清市西南部，地处台湾海峡北岸中部，行政区域面积138.75平方千米，全省最大的港湾-兴化湾北侧，辖23个行政村，93个自然村。海岸线长65千米，是福建省9个海岛乡镇中第一大海岛。福州江阴港城经济区位于福清市南部的江阴半岛，东邻台湾海峡，西达江西、湖南等省，南北承接珠三角与长三角两大经济圈，具有临港邻台的独特区位优势，总规划面积168.95平方公里。莆头村是江阴镇下辖的行政村，位于江阴镇东北处，临山靠海。

兴化湾位于中国福建省沿海中段，海湾总面积619.4平方公里，该湾略呈长方形，由西北向东南展布。湾顶有木兰溪等河流注入。兴化湾湾口朝向东南，出南日群岛经兴化水道和南日水道与台湾海峡相通。兴化湾港口条件好，水深港阔，具备建设大型港口的自然条件。

本工程为国道G228福清江镜前华至江阴莆头段公路，工程主线段设计修建起点桩号为K212+820（地理坐标：东经119°22′56.592228″，北纬25°31′26.564988″），在闽台蓝色产业园顺接G228蓝园段，路线呈东西走向，自东向西于K213+083.816处与蓝色大道平交，顺接现状蓝色大道，沿岸线布置，经前华村，后建东港特大桥跨越东港，通往江阴，终点位于江阴莆头村，衔接国道G228线福清江阴莆头至孙卓段公路，终点桩号K217+320（地理坐标：东经119°20′34.203120″，北纬25°30′50.210316″）。

4.1.2 地质、地形、地貌

（1）区域地质

福清市地势由西北向东南倾斜，长乐—南澳大断裂带经市区至渔溪斜贯中部。西北部属戴云山脉东向支脉，多低山丘陵，山间谷地有洪积—冲积平原，全市最高峰古崖山尾海拔 1000 米；东南部以台地、低丘为主，融城—海口，及江镜、渔溪为冲积—海积平原；南部龙高半岛、江阴半岛楔入福清湾、兴化湾中。海岸为沙泥滩的回升侵蚀漏斗型低丘、台地岩岸，岛屿 100 多个，港湾众多。市区所辖范围，主要为低山丘陵，适宜建设用地集中于谷内洪积—冲积平原。

工程区位于闽东南滨海断隆带北东侧，闽江口-永定大断裂以东，处于闽东南沿海地幔陡坡带的变异带上。复杂的地质改造背景，导致了区内中生代强烈的岩浆活动，形成遍布测区中酸—酸性火山岩，从而也造就了测区以北东向构造为主，西东向构造为次的构造格架。工程场区构造（断裂）带分布略图，见图 4.1-1。

区域构造受多次构造运动的影响，特别是中新生代以来受太平洋内板块运动的影响，区域主要发育北东—北北东向断裂，主要有平潭—东山北东向断裂带、长乐—南濮深断裂带、闽江口—永定大断裂以东。这三条断裂规模大，长达数百公里以上，宽数十公里，由若干条断裂（断层）组成，断裂带活动长期性。该断裂带的活动自晚元古代至新生代各个地质年代均有不同强度的活动。

根据区域地震资料，福清市据有历史记载以来未发生过破坏性地震，遭受的震害主要来自外围地区的强震波及。区域性活动断裂均不靠近厂址，无第四纪火山活动。近区域范围内不存在发震构造。工程附近范围均不存在能动断层。地震活动性均处于弱震区，强度弱，频度低。根据《中国地震动峰值加速度区划图》和《中国地震动反应谱特征周期区划图》福建省区划一览表，场区属抗震设防烈度 7 度区，地震动峰值加速度为 0.10g。

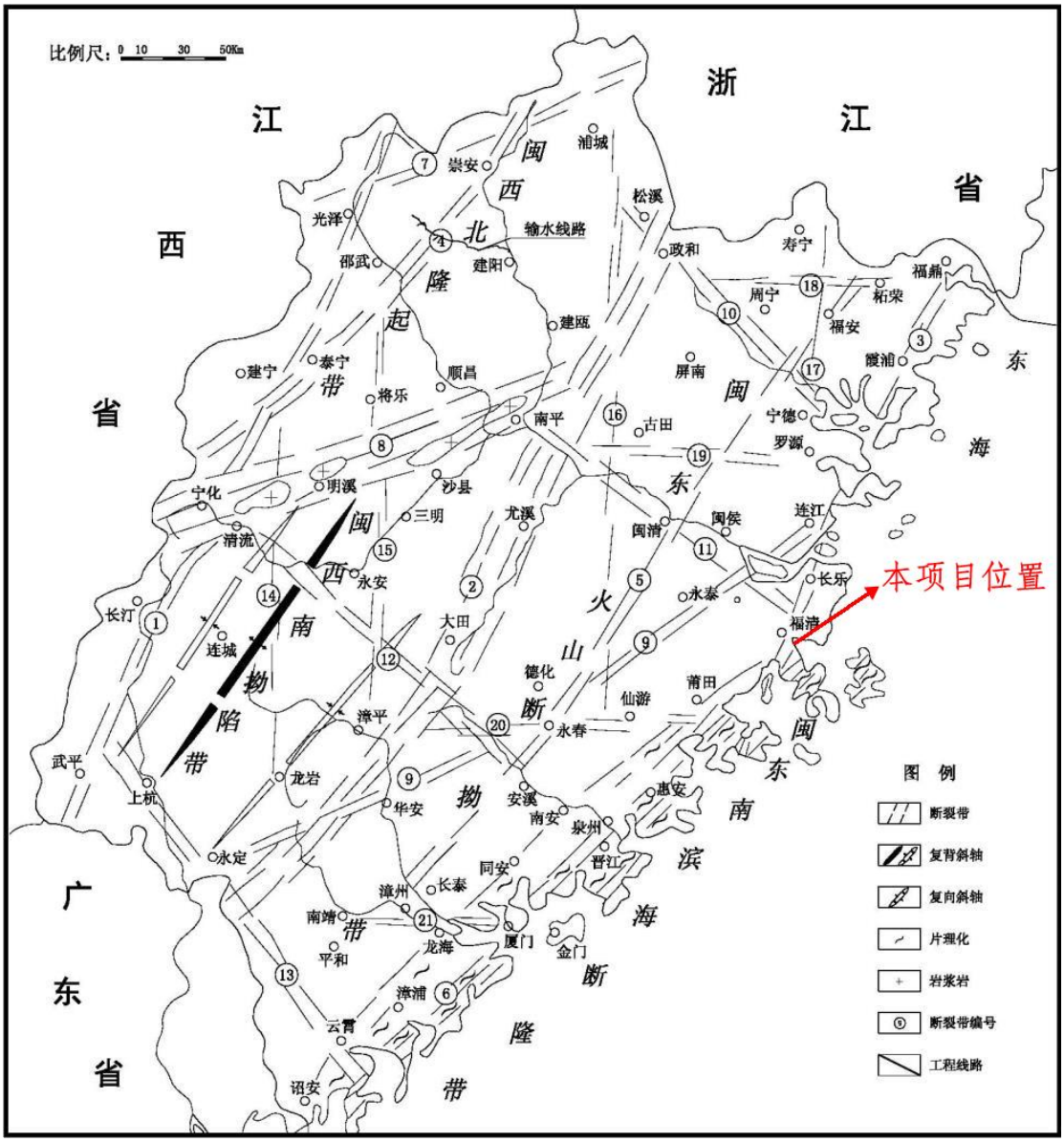


图 4.1-1 福建构造（断裂）带及构造单元划分略图

（2）工程地质

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程地质勘察报告》（福建省交通规划设计院有限公司，2022.04），本工程位于福建省福清市江镜镇及江阴镇之间，地处台湾海峡的西海岸。全线海拔一般在-7.5～23m，地形平坦。区内的整体地势是起点及终点较高，中间跨东港段地形较低。线路段内跨越的地貌单元主要有剥蚀残积台地、冲海积平原等。场区以冲海积平原地貌为主，仅终点台局部属残积台地地貌，残积台地地貌区坡度 10°～15°，高程 11～15m；冲海积平原地貌区地形较平坦，跨越前华水闸，高程 2.0～4.5m。

根据地质调查和钻孔揭示，场区上部主要为第四系冲海积（Q_4^{al-m}）流塑状

淤泥、可塑状粉质粘土，残坡积土层（Q^{dl-el}），局部表层分布新近人工填土层，下覆燕山早期侵入花岗闪长岩（$\gamma\delta_5^2$）及其风化层。各岩土层特征分述见表 4.1-1。

表 4.1-1 各岩土层特征表

岩土类型		岩性描述
Q_4^{ml}	1-1	素填土：红褐色，稍湿，松散，主要由粘性土组成，局部夹少量碎石，含量约 10-15%，回填时间 1-2 年。揭露厚度 3.6m，层顶标高 5.09m。
Q_4^{al-m}	2-111	淤泥：深灰色，饱和，流塑，土体粘性强，污手，稍有腥臭味，干强度高，韧性高，摇震反应强，稍有光泽，切面较光滑。
	2-122	粉质粘土：灰黄色夹浅灰白色，稍湿，可塑，成份主要由粉粘粒组成，砂含量约占 15～20%，粘性中等，砂感弱，韧性较低，干强度中等，切面粗糙无光泽，无摇震反应。
Q_4^{dl}	4-12	坡积粉质粘土：红褐色，湿，可塑，主要由粘性土组成，局部含少量中细砂，干强度及韧性中等，无摇振反应。揭露厚度 4.0m，层顶标高 13.5m。
Q_4^{el}	5-22	残积砂质粘性土：黄褐色，可塑，稍湿，干强度中等，韧性中等，无摇震反应，由花岗闪长岩风化残积而成。揭露厚度 7.9～11.6mm，层顶标高 1.49～9.5m。
$\gamma\delta_5^2$	6-10	全风化花岗岩：褐黄色，砂土状，花岗结构清晰，矿物成分主要为长石、石英，长石，大部分矿物已风化呈土状，遇水易软化崩解。揭露厚度 11.8～22.4m，层顶标高-6.42～-2.1m。
	6-11	砂土状强风化花岗岩：褐黄色，散体状，花岗结构清晰，矿物成分主要为长石、石英，长石多半已风化成次生矿物，少部分长石风化成土状。揭露厚度 7～10.1m，层顶标高-24.5～-18.21m。
	6-12	碎块状强风化花岗岩：褐黄色，花岗结构，碎块状，块径 3-6cm，矿物成分主要为长石、石英，长石，少部分已风化成次生矿物，岩质软，轻击可碎，节理裂隙发育。揭露厚度 2.6～3.2m，层顶标高-31.71～-28.31m。
	6-13	中风化花岗岩：灰白色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物为石英、长石及黑云母，岩芯以柱状为主，岩石较新鲜，锤击声脆，不易击碎，TCR=85-90%，RQD=35-55%，属较硬岩。揭露厚度 9.1m。
$\gamma\delta_5^2$	6-14	微风化花岗岩：灰白色，中粗粒结构，块状构造，主要矿物为石英、长石及黑云母，岩芯以柱状为主，岩石较新鲜，锤击声脆，不易击碎，TCR=90-95%，RQD=75-85%，岩质坚硬，锤击声脆，属坚硬岩。揭露厚度大于 2.78m。

不良地质条件：桥址区起点台附近 K255+805~830 段见崩塌 B01，为人工开挖后形成的小规模浅表层崩塌，建议清除；K255+840~880 段见碎石土人工堆填区 B02，土质分布不均，杂乱无序，建议对其消除处理；除此外未见大型滑坡、崩塌、泥石流、采空区等不良地质作用，场区稳定性尚好。

特殊性岩土：

1）软土：桥址区冲海积平原区见 3~15.lm 厚流塑状淤泥，属软土，地基土工程地质性质差，呈饱和状态，具有含水量大、高压缩性、低抗剪强度等特性，

桩基计算应考虑软土负摩阻力的影响。

2）液化砂土：桥址区冲海积平原区个别钻孔揭露发育 1.7~2.6m 厚饱和稍密状中砂层，经计算，在 7 级地震下，K258+200~500 段饱和中砂层可能发生轻微液化，桩基计算应考虑饱和砂土侧摩阻力液化折减的影响。

3）素填土：场区表层局部分布松散状素填土层，主要由粘性土组成，局部夹少量碎石，含量约 10-15%，回填时间 1-2 年，欠固结状态。

4）风化岩与残积土：场地基岩主要为花岗闪长岩，其残积土及风化岩层广泛分布。其中残积土兼具粘性土和砂土的工程特性，在天然状态下它们具有较低的压缩性、较高的承载力和较大的抗剪强度，但又具泡水易软化崩解的特性，遇水后力学性质显著降低。残积土及全风化岩在动水压力作用下，易软化，产生涌泥、涌砂和坍塌现象。岩体风化分带比较明显，一般随着深度的增加，自上而下岩体的风化程度由全风化带向中微风化带呈渐变过渡。区域风化岩具岩面起伏、分布及厚度变化较大的特征，沿线段在一定开挖深度范围内各种风化带岩体组成非均质体，对施工影响较剧烈。

5）不均匀风化岩核：根据钻孔揭露，桥址区个别桥墩砂土状强风化岩地层中发育碎块状强风化岩核，直径 3m 左右，属地下障碍物种类之一，影响桩基持力层判定。

（3）海底底质

沉积物是泥沙在各种动力因素的作用下，经多次搬运、堆积而形成的。它的粒度组分主要受物质来源、水动力条件、地形地貌、沉积历史及其生物、化学作用等多种因素的控制，其中最直接也是最重要的因素是水动力条件，其它因素对沉积物的控制作用也大都通过水动力作用或一些与之相关的作用而间接地表现出来。因此，沉积物的粒度特征是判断岸滩状态的良好标志之一，通过多年期沉积物分布及其特征的变化特征，可以揭示和预测沉积区所处蚀淤状况，进而为沉积区内工程提供科学的指导。通过搜集资料和进一步采样开展粒度分析的方式分析海床表层沉积物粒度特征，反映岸滩动力地貌特征。

根据《福建福清兴化湾 300MW 海上风电工程夏、冬季全潮水文测验分析报告》结果，工程区域海底底质情况如下：

1）底质类型分布

工程海域底质沉积物主要有砾石、粉砂质砾石、砂、粉砂砾石质砂、粉砂质砂、砾石质粉砂、砂质粉砂、黏土质粉砂、黏土-砂-粉砂九种类型，其中，黏土质粉砂分布最广，粉砂质砂、砂纸粉砂次之，其余零星分布，其分布见图 4.1-2。

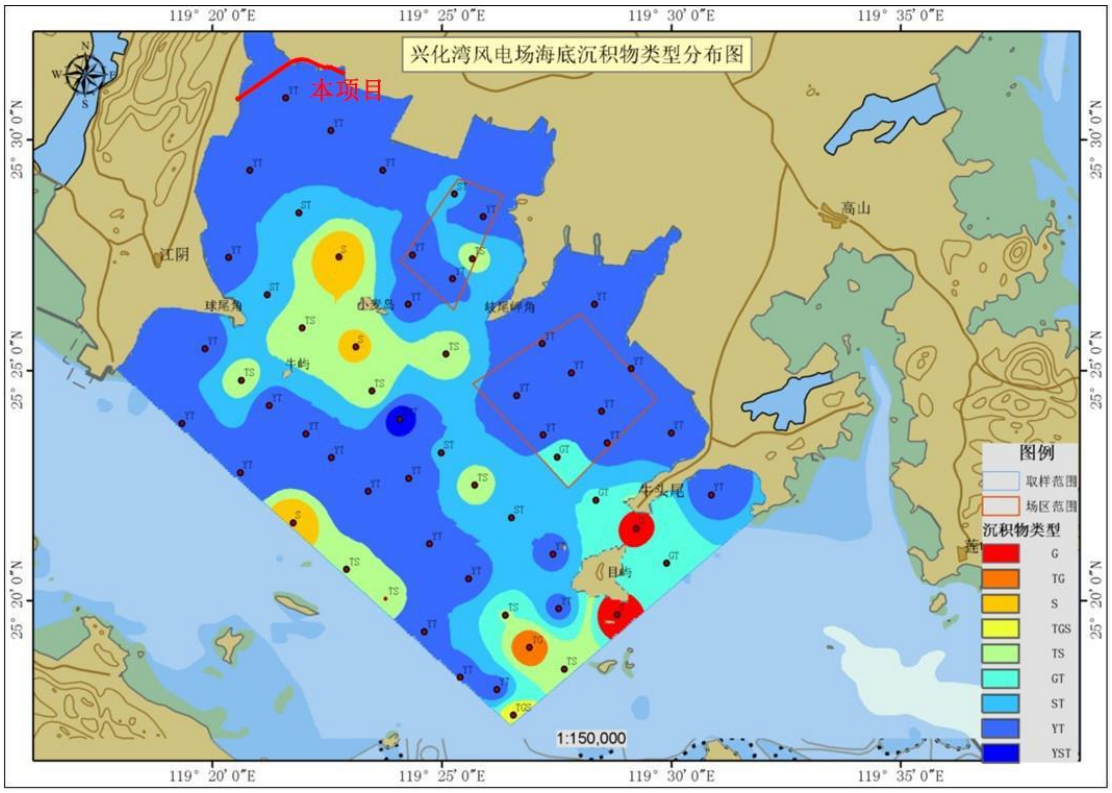


图 4.1-2 沉积物类型分布图

①黏土质粉砂

黏土质粉砂主要分布于调查区江阴岛-岐尾岬角、岐尾岬角-牛头尾间的海湾内，以及调查区的西侧海域，占调查范围的 55%左右，是调查区的最主要沉积物类型。沉积物主要以粉砂组分为主，黏土组分次之，含有少量砂组分。

依据粒度分析结果：砂组分的含量在 0%~22.8%，平均含量为 7.2%；粉砂组分的含量在 48.7%~67.3%，平均含量为 58.5%；黏土组分的含量在 24.9%~43.5%，平均含量为 34.3%；中值粒径在 6.3φ~7.6φ（0.013~0.005mm）。

③砂质粉砂

砂质粉砂主要分布在调查区江阴岛-岐尾岬角近湾口处，以及调查区中南部，是调查区的主要沉积物类型之一。沉积物以粉砂组分为主，砂组分含量次之，含一定量黏土组分，仅个别站位含砾石组分。

依据粒度分析结果：砾石组分的含量在 0%~15.1%，平均含量为 2.5%；砂组分的含量在 25.2%~37%，平均含量为 30.2%；粉砂组分的含量在 42.3%~57.6%，

平均含量为 49.3%；黏土组分的含量在 5.4%~23.8%，平均含量为 18%；中值粒径在 4.5φ~7.1φ（0.044~0.007mm）。

④其他组分

调查区除了上述三种主要沉积物，还零星分布有砾石、粉砂质砾石、砂、粉砂砾石质砂、砾石质粉砂、黏土质粉砂和黏土-砂-粉砂。其中牛头尾和目屿间的水道处主要分布有砾石以及砾石质粉砂，砾石组分含量较高；目屿西南侧海域分布有砾石、粉砂质砾石以及粉砂砾石质砂，也含有较高的砾石组分。

2）中值粒径分布

根据粒度实验结果得到调查区域沉积物中值粒径等值线分布见图 4.1-3。由图可以看出，整个调查区域沉积物中值粒径变化较大，其中调查区江阴岛-岐尾岬角、岐尾岬角-牛头尾间的海湾内以及调查区西侧海底沉积物中值粒径小于 6.0φ（0.016mm），仅在牛头尾-目屿周边以及调查区西侧边界处海底沉积物中值粒径大于 2.0φ（0.25mm），调查区其余海域海底沉积物中值粒径在 4.0φ（0.063mm）~6.0φ（0.016mm）之间。

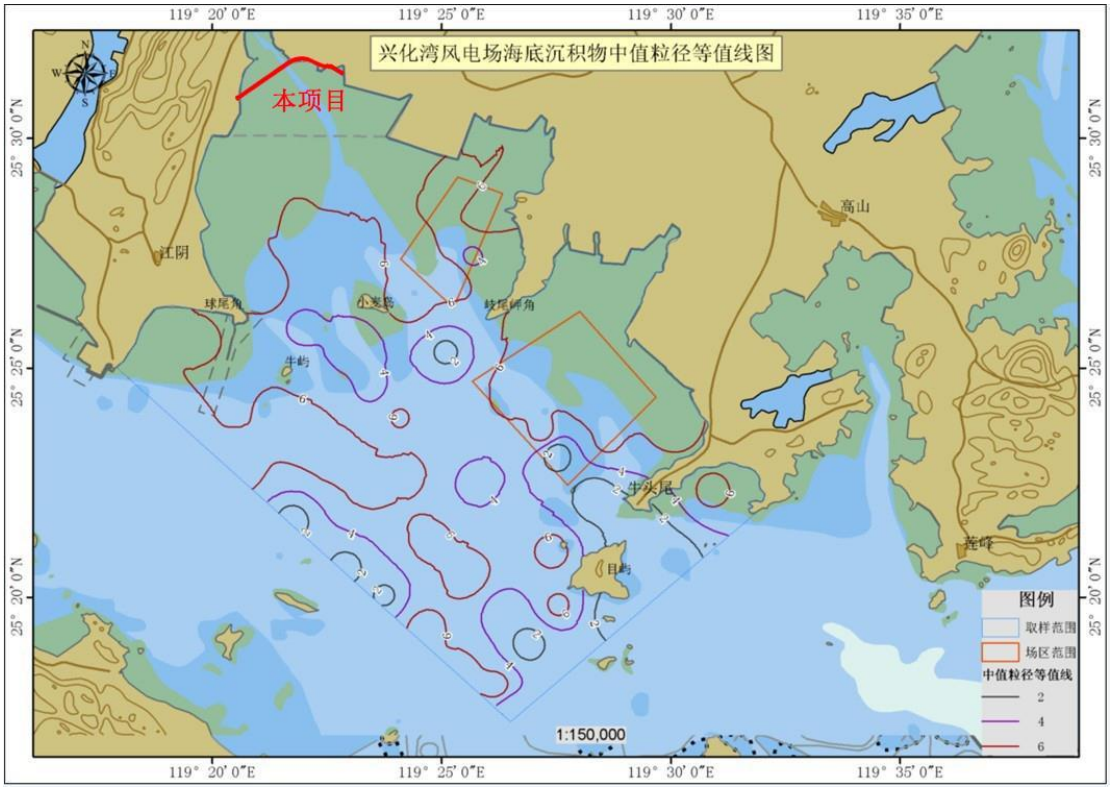


图 4.1-3 中值粒径等值线分布图

4.1.3 气候气象

兴化湾属南亚热带海洋性季风气候，气候温和，日照充足，雨水充沛，台风影响季节较长，有明显的干湿季之分，冬无严寒，夏无酷暑。参考相关的气象资料，本区域各主要气象要素如下：

（1）气温

本地区属亚热带海洋性气候，年平均气温 19.6℃，最热月 7 月或 8 月平均气温 27.9℃，最低月 1 月或 2 月平均气温 10.4℃，极端最高气温 39.4℃，极端最低气温-0.6℃，气温日变化呈峰谷型，日最高气温出现在午后，日最低气温出现在清晨。

（2）降水

年降水量 1239.1mm，是全省少降水地区之一。春、夏季降水量占全年降水量的 85.5%，秋、冬季降水量只占全年的 15.0%。年降水日数全年平均 124.6 天，但各月分配不均，5～6 月雨日占全月一半，2 月、8～9 月雨日占全月的 1/3 天数，3～4 月雨日平均为 13～14 天，其它月份平均 6～8 天。日降水量≥50.0mm 的暴雨日数全年平均 50 天，主要出现在雨季的 5～6 月和夏季 6～9 月。历年最大降水量 1832.6mm，历年最少降水量 713.3mm，日最大降水量 297mm。最长连续降水日数全年最多为 18 天（出现在 3 月），2～9 月各月都在 10 天以上。

（3）风

根据平潭站多年气象统计数据，累年静风频率达 1.0%，年主导风向为 NNE 和 NE 向，风频分别为 27.4%和 13%，风频之和为 40.4%。主导风向统计结果与多年气象资料统计结果相同。从各代表月资料来看，春、秋、冬季风向 NNE 及 NE 为主，夏季受西南季风影响，SSW 向出现频率最高，频率为 23.2%。

年平均风速 3.7m/s。风频出现高的风向，风速也相应是最大的。如 NNE 向年均风速 4.8m/s，NE 向年均风速 4.6m/s。夏季，SSW 向平均风速 3.3m/s。风向玫瑰图见图 4.1-4。

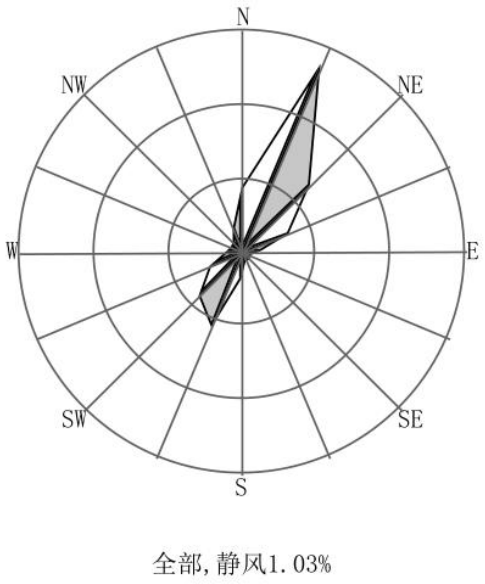


图 4.1-4 平潭站风玫瑰图

（4）雾况

全年雾日数平均有 23.4 天，上半年较多，2~5 月各月平均在 2.4~6.2 天以上，最多为 4 月份的 6.2 天，下半年较少，8~12 各月平均只有 0.5~0.8 天。雾出现最多的年份为 1987 年，为 39 天。雾的最长持续时间为 1989 年 2 月 17 日的 20.5 小时。

（5）相对湿度

多年平均相对湿度 77%。

（6）暴雨

多年平均年暴雨（日降雨量≥50mm）日数为 4.3 天，5~9 月份较多，分别有 0.4~1.2 个暴雨日，以 6 月份的 1.2 个暴雨日为最多，1、12 月份则很少出现暴雨。暴雨出现最多的年份有 9 个暴雨日，出现在 1959 年。多年一日最大降雨量为 297.0mm，出现于 1974 年 6 月 22 日。

4.1.4 土壤、植被

福清市地体多火山岩系构成，山丘起伏，气温高，雨量多，但分布不均匀。植被东南差，西北较好，形成以红壤、水稻土、盐渍土为主的 3 种土壤类型。其中以红壤为最多，水稻土次之，再是盐渍土。红壤的发育程度不尽相同，又可分为准红壤和灰化红壤两个亚类；水稻土，由于以水分为主的供给情况不同，引起土壤发育上的差异，又可分为潴育性水稻土和潜育性水稻土两亚类；此外还有冲

积土、黄壤。

福清市的一都、东张属闽东南戴云山—鹫峰山脉常绿楮类照叶林小区。由于森林长期遭受破坏，原生植被早已绝迹，现仅为次生常绿阔叶林和人工林，是境内乔木群落的主要基地。主要乔木树种有：杉木、柳杉、油杉、樟木、楠木、檫树、米楮、青岗栎、红豆杉、木荷、相思树、油洞、油茶、毛竹、篓竹等。中部丘陵地处南亚热带，气温高、湿度低，水湿条件较差，植被覆盖度小，由于人为活动频繁，植被破坏严重，现仅为人工林。主要乔木树种有：杉木、柳木、马尾松、黑松、湿地松、相思树、油茶等。东南部的龙高、江阴半岛地处沿海，由于风大，土壤干燥瘦薄，植被较低矮、盖度小、生长差，出现较多中旱性灌木和草木，是原生植被长期遭受破坏为人工植被所代替的结果。主要树种有：黑松、马尾松、相思树和木麻黄。

4.1.5 水文概况

（1）地表水概况

福清境内多数河流自西向东或自北向南流入海港，源流短促，大小河流近百条，总长 280 千米。主要河流有龙江、凤迹溪、运江、一都溪和大坝溪，其中龙江干流 62 千米，流域 538 平方千米，有关溪、太城溪、虎溪、大北溪等四条支流，主要湖泊有沁塘湖、占泽湖等，人工湖有东张水库（水面 15 平方千米）、建新水库、东皋水库、占坝水库等。注入兴化湾的河流主要有木兰溪、萩芦溪、渔溪、迳江（六亩河）和江阴溪（沾泽河）。

木兰溪，发源于仙游县西苑乡黄坑村，至涵江区三江口注入兴化湾西岸。干流全长 105km，流域面积 1732km^2，平均年流量 9.95 亿 m^3，福建省八大河流之一。

萩芦溪，西源出自仙游县东北部山地，北源与永泰县交界，至涵江区江口和福清市新厝交汇处注入兴化湾西岸。干流全长 150km，流域面积 709km^2，平均年流量 3.74 亿 m^3，居全省第十一位。

渔溪，位于县境西南，长 25km，流域面积 68km^2，是福清县第二大河。发源于大帽山西麓，向南流入建新水库，出水库向东流经渔溪镇的建新、步上、双墩（王厝）、上张、南前亭及上迳镇的南湾、县圃，至北屿附近入迳港至柯屿围垦，注入兴化湾北岸。

迳江（六亩河），位于渔溪之北，长 16km，流域面积 39km^2，是福清县第三大河。有两源，一源在大帽山东麓，一源在罗汉山东麓，两源于大溪寺汇合后东流至三落厝以西，纳入源于黄檗山的小支流，经渔溪镇的联华，进入渔溪平原北部，在后郑与源于虎暗山东麓的支流汇合后继续东流，经上迳镇的牌边、海头，又与源于玻璃岭的支流相汇，在上迳入迳港至柯屿围垦，注入兴化湾北岸。

江阴溪（沾泽河），位于江阴半岛的南半部，长 11km，流域面积 21.7km^2。发源于双髻山南麓，穿过内坑底水库，经洋门、浔头入沾泽湖，出湖后于何厝注入兴化湾北岸。

（2）地下水概况

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程地质勘察报告》（福建省交通规划设计院有限公司，2022.04），工程区域内地表水普遍为东港海水，接受城市排洪及大气降水补给，东港海域属正规半日潮，每天两涨两落，其潮位特征值为：100 年一遇最高潮位 5.67m，50 年一遇最高潮位 5.51m，最低潮位-1.06m，最大潮差 6.51m。工程区域地貌以冲海积平原、残积台地地貌为主，按地下水的赋存条件、水理性质及水力特征分第四系松散岩类孔隙水、风化带网状孔隙裂隙水、基岩裂隙水三种类型。

第四系松散岩类孔隙水分布于现代河流河床入海口、滨海滩涂等，含水层主要为第四系冲海积砂层及砾卵石层，富水性较好，水量中等～丰富，单孔涌水量一般 150～200m^3/d，大者可达 300m^3/d 以上。主要接受大气降水入渗补给、地表海水补给及周围孔隙裂隙水的侧向补给，水位埋深一般 0～1m，地下水水位标高与地形形态大致相同，多属潜水，局部具微承压性。

风化带网状孔隙裂隙水主要分布于残积台地第四系更新统残坡积层或强风化岩层网状孔隙、裂隙中，接受大气降水和基岩裂隙水补给，富水性差，地下水位及涌水量受大气降水季节控制明显，变化大，一般单井涌水量小于 10m^3/d，在花岗闪长岩强风化层厚度较大的地段，单井涌水量可能大于 50m^3/d，水位埋深一般 5～15.0m，多为潜水，局部为微承压水

基岩裂隙水主要赋存于线路沿线基岩裂隙中，地下水埋藏较深，含水层为基岩中的各种构造裂隙，主要接受大气降水入渗补给及上部地下水下渗补给，大多数路段风化裂隙和裂隙水量一般较小，其泉流量一般小于 0.1L/s，富水性差，水

量贫乏。但在基岩构造带，破碎带，尤其是两组断裂构造交汇地段，地下水富集、富水性较好，水量中等，单孔涌水量可能大于 100m^3/d。

沿线地下水的补、迳、排条件主要受本区的地形、地貌、地层岩性制约。残积台地地貌区，植被发育，地形切割强烈，地下水径流途径短，排泄条件好，多以侧向排泄补给沟谷、冲沟或以泉的形式排泄，局部路段直接排入东海。降雨及海水渗入补给是本区地下水的主要补给来源，地下水动态受降水影响较为明显。

4.1.6 海洋水文

（1）潮汐

兴化湾位于台湾海峡西岸。太平洋的半日潮波分两支经台湾海峡北口和南口传入，在该海域交汇，形成驻波波服区；同时这两支潮波又与海岸反射波叠加，在此又形成驻波系统的波腹区。因此兴化湾潮差大，是我国少见的大潮区。

兴化湾海区的潮汐类型为正规半日潮，且浅水分潮较小。根据江阴壁头潮位站验潮资料分析，平均海平面为-0.04m（黄海高程，下同），最高潮位 3.67m，最低潮位-3.88m，平均高潮位 2.58m，平均低潮位-2.64m。海区潮差大，平均潮差 5.22m，最大潮差 7.51m，最小潮差 2.95m。

涨潮和落潮时间不等现象明显，其平均涨潮历时为 5h59min，平均落潮历时为 6h26min，落潮历时稍长于涨潮历时约 0.5h 左右。

（2）潮流

兴化湾的海流成分主要是潮流。木兰溪的年平均流量仅 49.5m^3/s，萩芦溪、渔溪等小河流量很小，因此除河口附近有很小水域外，径流一般对海流无明显影响。兴化湾实测的涨潮流，分别有南日水道和兴化水道涨入，从东南往西北流向湾内，然后流到江阴岛的东、西港，落潮流则相反。

根据国家海洋局厦门海洋工程勘察设计中心在兴化湾壁头附近海区共两个测站的同步海流周日连续观测资料分析，本海区潮流形态系数值均小于 0.5，属半日潮流。潮流运动呈往复式流动方式，即涨潮流 WNW 向，落潮流 ESE 向，受地形制约，涨潮和落潮流向都相当稳定，半日潮流图的流矢很集中。落潮流速稍大于涨潮流速，最大落潮流速平均 58.6cm/s，最大涨潮流速平均 57.6cm/s。大潮实测最大流速平均 63.9cm/s，小潮实测最大流速平均 52.4cm/s，大潮是小潮的 1.2 倍。最大涨潮流出现在高平潮前 3～4h，最大落潮流出现在高平潮后 2～3h。

兴化湾湾口最大流入流量为223914.34m³/s，最大流出流量为232962.65m³/s。兴化湾潮流特征见表 4.1-2。

表 4.1-2 兴化湾潮流特征值一览表

潮汐特征值	江阴壁头站	潮汐特征值	江阴壁头站
最高潮位	3.67m	最大潮差	7.51m
平均高潮	2.58m	平均潮差	5.22m
平均海平面	-0.04m	最小潮差	2.95m
平均低潮	-2.64m	平均涨潮历时	5h59min
最低潮位	-3.88m	平均落潮历时	6h26min
注：潮高基面为黄海平均海水面。			

（3）波浪

兴化湾北岸湾顶有江阴岛，湾的中部有岛屿罗列呈NE～SW走向，因此，外海E～SSW向的波浪都能有不同程度地沿湾口直接传入湾内，但由于湾口外有南日岛等岛屿的阻挡，且湾内水深变浅，外海的波浪传入湾内将会逐渐衰减。

兴化湾内无实测波浪站，参考邻近的平潭海站资料进行分析，本区风浪的出现频率较大，对于N、NNE和ENE向的常风向和强风向，湾内生成的偏北和偏东等方向的波浪，因风区较短，不可能产生大的波高。其波浪状况为常浪向NE，频率为46.6%，次强浪向S，最大波高5.5m，平均波高0.7m，平均周期3.4S，最大平均波高0.8m，出现在SSE、SW、WNW向；风浪和涌浪出现频率分别是67.5%和32.5%，静浪频率7%。

总之，本海区波浪主要受风的控制，在兴化湾口受外海风浪影响为主，风区波高较大。在湾内，由于岛屿的遮挡及浅滩的阻滞，外海风浪影响甚少，且风区短，波高较小。

（4）泥沙

兴化湾西部湾顶有2条主要河流注入，平均年入海沙量为75.7万t，长期的泥沙入海堆积和扩散，发育了西部湾顶宽阔平缓的淤泥质潮滩及现代河口水下三角洲，潮滩的沉积速率为1.1cm/a，充分说明了陆地径流来沙是湾内的主要物源。

兴化湾平均悬浮泥沙含量0.0441kg/m³，含沙量较小。涨潮实测最高含量0.4530kg/m³；落潮实测最高含量0.4280kg/m³。涨潮平均含沙量0.0471kg/m³，落潮平均含沙量0.0426kg/m³，涨潮实测最大含沙量和平均含沙量都大于落潮。大潮平均含沙量0.0543kg/m³，小潮平均含沙量0.0323kg/m³。大潮时含沙量远大于

小潮，说明潮流强度对含沙量的分布变化起着重要作用。

大潮悬浮体中，细砂平均含量占 2.93%，粉砂占 78.49%，黏土占 18.58%。显然，粉砂是悬浮体主体，其次是黏土，细砂含量很少，悬浮体类型属含黏土粉砂。小潮悬浮体中，细砂平均含量占 4.79%，粉砂占 77.78%，黏土占 17.43%，悬浮体类型也属含黏土粉砂。总体上，大、小潮悬浮体粒级组成及其含量差异很小，相比之下，大潮悬浮体中砂平均含量比小潮少 1.86%，而粉砂平均含量比小潮时多 0.71%，黏土平均含量比小潮多 1.15%。

兴化湾含沙量分布与季节有关，冬季含沙量最高，夏季含沙量最低；涨潮含沙量一般高于落潮，但相差不大。含沙量的水平分布冬、夏季存在差异，冬季含沙量是由湾里向湾口递增，夏季则由湾里向湾口递减；含沙量的垂向分布变化，无论冬夏两季，还是大小潮均自表层往底层递增。

4.1.7 自然灾害

2024 年，福建省全省海洋灾害以风暴潮、海浪和赤潮灾害为主，共造成直接经济损失 92915.14 万元，失踪 2 人，其中台风风暴潮灾害造成福州市直接经济损失 16246.35 万元；海浪灾害未波及福州市失踪 2 人的事故船只隶属于宁德市；赤潮灾害造成福州市直接经济损失 332 万元。

近五年（2020-2024 年），全省海洋灾害造成直接经济损失 32.49 亿元，死亡失踪 15 人，死亡失踪人口均由海浪灾害造成。2024 年全省海洋灾害直接经济损失比近五年平均值多 2.79 亿元。

表 4.1-3　2020-2024 年福建省主要海洋灾害损失统计表

年份	风暴潮		海浪		赤潮	
	直接经济损失（万元）	死亡失踪人数	直接经济损失（万元）	死亡失踪人数	直接经济损失（万元）	死亡失踪人数
2020	12403.20	0	0	0	0	0
2021	4948.46	0	915.00	0	0	0
2022	0	0	564.47	6	852.75	6
2023	211675.85	0	672.50	7	0	0
2024	91205.14	0	1378.00	2	332.00	0
合计	320232.65	0	3529.97	15	1184.75	6

（1）风暴潮灾害

风暴潮是由于热带气旋、温带天气系统、海上飑线等风暴过境所伴随的强风

和气压骤变而引起的局部海面震荡或非周期性异常升高（降低）现象。2024 年，全省沿海共发生 2 次台风风潮灾害过程，分别为 2403“格美”台风风暴潮及 2421“康妮”台风风暴潮，共造成海洋直接经济损失 91205.14 万元，无人员死亡失踪，全年未发生温带风暴潮灾害过程。

（2）海浪灾害

2024 年，全省海域共发生 27 次灾害性海浪过程，累计 67 天，其中，台风浪过程 10 次、冷空气浪过程 17 次。浮标观测海浪的年极大值为 13.3 米，出现在 2418 号台风“山陀儿”（超强台风级）与冷空气共同影响期间的台湾海峡中部海域。

2024 年海浪灾害引起的海难事故 3 起，直接经济损失 1378.00 万元，死亡失踪 2 人。与 2023 年比较，海难事故次数增加 2 起，直接经济损失增加 705.50 万元，死亡失踪人数减少 5 人。

（3）赤潮灾害

2024 年，全省海域共发现 16 次赤潮，累计持续 169 天，累计最大影响面积 203.9 平方千米，造成渔业直接经济损失 332 万元。其中有害赤潮 15 次，累计面积占赤潮总面积的 92.64%，以球形棕囊藻为第一优势种的有害赤潮 1 次（该起赤潮发生在厦门市海域，从 2023 年延续至 2024 年），以东海原甲藻为第一优势种的有害赤潮 13 次，以米氏凯伦藻为第一优势种的有害赤潮 1 次。

2024 年赤潮发现次数、累计天数与 2023 年度相比有所增多，但累计面积与 2023 年度相比有所减少，赤潮发现次数高于常年，累计天数高于常年，累计面积低于常年，分别为常年的 134.45%、257.23%和 31.96%。

4.2 区域社会经济环境现状

4.2.1 福清市社会经济概况

福清位于福建省东部沿海，地处福建省海峡西岸经济区中部枢纽和省会中心城市福州南翼。福清辖 7 个街道办事处、17 个镇，设立 58 个社区居委会，438 个村民委员会。

福清市海岸线总长度 408 公里（占全福州海岸线的 43.5%，占全省的 13%），海域面积 911 平方公里，其中浅海面积 539.2 平方公里，滩涂 317 平方公里，垦

区池塘面积 54.8 平方公里。全市有大小岛礁 212 个；10 米等深线以内的浅海面积 32000 公顷，滩涂 61000 公顷；海藻类 149 种，浅海和潮间带底栖生物主要经济种类 289 种，已知鱼类有 409 种，经济价值较高的有 100 多种。2018 年，全市水产品总产量 51.21 万吨，比增 6.1%。

根据《2024 年福清市国民经济和社会发展统计公报》，2024 年，全年实现地区生产总值 1900.79 亿元，比上年增长 6.8%；全年全部工业增加值比上年增长 10.8%；全年批发和零售业增加值 250.70 亿元，比上年增长 7.3%；全年社会消费品零售总额 611.40 亿元，比上年增长 6.8%；全年固定资产投资比上年增长 10.6%；全年进出口总额 795.05 亿元，比上年增长 8.2%；全年居民人均可支配收入 47489 元，比上年增长 6.0%。

4.2.2 江镜镇社会经济概况

江镜镇是福建省福州市福清市下辖镇，地处福建省福清市东南沿海突出部，东连港头，北接龙田，西通融侨码头，与江阴码头毗邻，境内地势平坦，路网交错，交通便利，辖 26 个行政村。江镜村总耕地面积有 1700 余亩，水产养殖 730 余亩。水产养殖承包给本村村民养殖户，承包期为三年。他们以养鳗鱼为主，养虾等。种植户引进了高科技，优质品，新品种种植反季节产品。如：西瓜，哈密瓜等，江镜村引进了嘉业现代农业发展有限公司种植反季节大棚瓜果和蔬菜等。

4.2.3 江阴镇社会经济概况

江阴镇是福建省福州市福清市下辖镇，位于福建省福清市西南部，地处台湾海峡北岸中部，全省最大的港湾-兴化湾北侧，辖 23 个行政村，93 个自然村。海岸线长 65 千米，是福建省 9 个海岛乡镇中第一大海岛。在福州、福清两级市委、市政府的正确领导下，江阴经济开发区在建设海峡西岸经济区大氛围中适时抓住机遇，实施项目拉动战略，以优惠的政策、优质的服务吸引越来越多的海内外客商，短短几年间取得迅猛发展。招商项目数量、质量连年攀升，各项经济指标良性增长，区内医药化工、电力能源、港口运输及现代仓储物流四大产业雏形已初步形成，全面步入跨越式增长的轨道。

福州江阴港城经济区位于福清市南部的江阴半岛，居我省海岸线的中间区段，东邻台湾海峡，西达江西、湖南等省，南北承接珠三角与长三角两大经济圈，

具有临港邻台的独特区位优势，总规划面积 168.95 平方公里，现已开发 41.43 平方公里。形成港口运输、现代物流、化工新材料、电力能源、装备制造等产业集聚区。江阴半岛汇集了福州保税港区和海峡两岸唯一的汽车整车进口口岸以及中国（福建）自贸区福州片区的重要组成部分，是国家建设“一带一路”核心区的重要枢纽港。2023 年，福州江阴港城经济区实现规上工业产值 811.63 亿元，同比增长 31.26%。江阴港区集装箱吞吐量 228.68 万标箱，比增 8.30%。

4.3 海洋资源概况

4.3.1 港口岸线资源

福清是国家一类开放口岸，拥有江阴、元洪两大港区，海岸线长 408 公里，约占福建省 11%，居福建省县（市、区）第二位；其中深水岸线 117 公里，可建 5~30 万吨深水泊位 150 多个，现已建成和在建的 5 万吨级以上深水泊位 13 个。作为全省“两集两散”之一的集装箱主枢纽港，江阴港区已获批汽车整车进口口岸，目前已开通美西、欧洲、非洲、韩国、日本、越南、菲律宾、马尼拉、印巴等国际航线和香港、台湾直航航线，2019 年集装箱吞吐量达 204.97 万标箱。

福州港江阴港区位于兴化湾北岸，被誉为全国少有、福建最优的深水良港，是福建省港口发展战略中“两集两散”的集装箱枢纽港，也是海上丝绸之路核心区的战略支点港口，将逐步与福州港的其他港区优势互补，发展成为以集装箱运输为主，以散杂货和油品运输为辅的，集多式联运、商贸、仓储、加工为一体的多功能、综合性深水港区。按照江阴港区以集装箱为主的功能定位，规划有壁头、牛头尾、万安、草屿、新厝等 5 个作业区。目前正加快江阴港区 6#、7#、8#、9#泊位建设，推进 13#、14#、18#、19#泊位工程前期工作，完善园区码头泊位配套。

兴化湾水面宽阔，海湾两翼受高山半岛和石城半岛环抱拥护，湾内风浪小，底质以砂质泥为主，适合船舶锚泊避风和待泊。目前的港口资源主要有江阴港区、三江口港（涵江港）。

4.3.2 渔业资源

兴化湾地处闽中沿海，属于亚热带季风气候区，水温适中，海域面积大，滩

涂宽阔，底质类型齐全，岛礁众多，适宜于多种鱼、虾、藻等海洋生物的生长和繁殖。湾内潮差大，潮流通畅，又有木兰溪、萩芦溪等河流注入，海水中有大量的有机质和无机盐类，水质肥沃，也有利于浮游生物的大量繁殖，为鱼、虾、蟹、贝和藻类等生物海产提供了丰富的饵料。

根据《中国海湾志》记载，兴化湾主要鱼类有马鲛鱼、鳓鱼、带鱼、三角鱼、鲽鱼、鲳鱼、黄姑鱼、鲷鱼、中华海鲶、鳙鱼、小公鱼、弹涂鱼等。贝类主要种有褶牡蛎、菲律宾蛤仔、缢蛏、寻氏肌蛤、文蛤、青蛤、四角蛤蜊、泥蚶、栉江鳐、杂色蛤子、波纹巴菲蛤等。甲壳动物主要种有长毛对虾、日本对虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾、独角新对虾、近缘新对虾、中华管鞭虾、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等。经济藻类以海带、紫菜、石花菜和江蓠等为常见种。

4.3.3 旅游资源

兴化湾岛礁遍布，具有许多独特的海岛地貌景观，目前已开发利用的主要有目屿海岛度假旅游区、小麦岛海上乐园等。目屿岛又称野马屿，属低山丘陵岛屿，面积为 3.05 平方公里，岛内奇礁怪石分布面广，具有达到国内景观甲级标准的象形山石多处。沿岛有 16 处沙滩，沙质优良，洁净细致，为省内最优质的沙滩之一。目屿岛具有山、海、石、沙四大天然景观。

4.3.4 湿地资源

兴化湾地跨莆田市和福清市，北部毗邻福清湾国家级重要湿地，处于东亚及澳大利亚候鸟的迁徙通道上，拥有广阔的滩涂和大面积的水产池塘，许多候鸟在此迁徙停歇或越冬，是福建省重要的滨海湿地。

4.3.5 岛礁资源

兴化湾地处闽中沿海，属亚热带季风气候区，海域面积大，滩涂宽阔，底质类型齐全，岛礁众多。湾内面积较大的 7 个岛屿为：目屿（野马屿）、小麦屿、牛屿、后青屿、黄瓜岛、西筈杯岛、东筈杯岛。

4.3.6 矿产资源

福清市凭借海岸线绵长、滩涂广阔，受季风影响，风能资源丰富的天然优势，

大力发展风电能源。福清海坛海峡海上风电场项目、福清兴化湾海上风电场项目等多个项目正加快建设。福清市积极响应国家发展战略性新能源产业政策，充分发挥区位和资源优势，发展核电能源。福清境内发现各类矿产 22 种，矿藏有铁、银、铜、锰、铀、泥炭、铝土、石棉、石英、云母、绿泥石、叶蜡石、耐火粘土、萤石、石墨和石灰岩。全市共有矿（区）床 85 处（包括已停采矿山），其中非金属矿 79 处，矿泉水 3 处，金属矿 2 处，地热 2 处。福清市全市开发利用的矿产主要为建筑用石料、饰面用石材、叶蜡石。其中叶蜡石保有资源储量 1370.63 万吨，居福州市首位，2016 年底的资源储量为 651.94 万立方米。

4.3.7 滩涂资源

据 20 世纪 80 年代福建省海岸带和海涂资源调查，兴化湾海涂总面积为 239.19km^2，其中以海泥土为主，占 199.92km^2，其余为海沙土，占 39.27km^2。兴化湾滩涂有木兰溪和萩芦溪三大溪河注入，每年从陆地携带大量有机质和浮游生物入海湾，其养分丰富，适宜各种鱼、虾、贝等繁殖生长。但由于兴化湾围填海开发程度较大，滩涂资源被大量占用。据地形图测量滩涂面积（岸线与零米线），1965 年兴化湾海涂面积为 250.447km^2；2003 年兴化湾海涂面积为 232.592km^2。围填海是浅海及滩涂资源变化的最大且最直接的原因，一方面，围填海占用了滩涂及浅海使资源量减少；另一方面，围填海造成水动力变化，造成淤积，又使滩涂面积有所增加。除了围填海，海水养殖等其它原因也造成滩涂及浅海资源变化。

4.4 海洋环境现状调查与评价

4.4.1 水文动力环境现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.3 海水水质现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.4 海洋沉积物质量现状监测与评价

（涉密删除）

4.4.5 海洋生物质量现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.6 海洋生态现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.7 渔业资源现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.8 鸟类现状调查与评价

（涉密删除）

4.4.9 红树林湿地及周边湿地生物多样性调查

（涉密删除）

4.5 陆域生态环境现状调查与评价

4.6 大气环境质量现状调查与评价

根据福清生态环境局公布的《福清市 2025 年 11 月空气环境质量月报》，福清市区 2025 年 11 月份空气环境中 SO_2、NO_2、PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 均未超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 1 中的二级标准，CO 日均值第 95 百分位数和 O_3 日最大 8 小时值第 90 百分位数未超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）表 1 中的二级标准，与去年同期相比，SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO 和 O_3 浓度上升了 0.002mg/m^3、0.002mg/m^3、0.012mg/m^3、0.004mg/m^3、0.2mg/m^3 和 0.021mg/m^3。福清市 2025 年 11 月综合质量指数为 2.19。监测统计结果表明，达到一级的天数为 14 天，达到二级的天数为 16 天，属于达标区。

为了解工程周边大气环境质量现状，评价单位于 2024 年 5 月 6 日~12 日对工程周边北郭村、前华村的大气环境进行监测，监测点位见图 4.6-1，监测报告见附件 11。

（1）监测点位、监测项目、监测频次

监测点位：2 个（北郭村、前华村）；

监测项目：TSP；

监测频次：连续监测 7 天。

表 4.6-1 大气环境质量监测内容

监测点编号	点位位置	监测项目	标准	监测频次
G1	北郑村居民区	TSP	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准（TSP(日均值)≤300μg/m^3）	连续监测 7 天

（2）分析方法

大气环境质量分析方法及检出限见表 4.6-2。

表 4.6-2 大气环境质量分析方法及检出限

序号	项目	分析方法	方法依据	检出限
1	TSP	环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法	HJ 1263-2022	7μg/m^3

（3）监测结果及评价

大气环境质量监测结果见表 4.6-3。

表 4.6-3 大气环境质量监测及评价结果

监测点位	监测日期	监测时段	TSP 监测结果（μg/m³）	标准限值	达标情况
G1 北郭村	2024.5.6	00:00-24:00	121	300μg/m³	达标
	2024.5.7	00:00-24:00	108		
	2024.5.8	00:00-24:00	118		
	2024.5.9	00:00-24:00	117		
	2024.5.10	00:00-24:00	132		
	2024.5.11	00:00-24:00	104		
	2024.5.12	00:00-24:00	118		
G2 前华村	2024.5.6	00:00-24:00	114	300μg/m³	达标
	2024.5.7	00:00-24:00	106		
	2024.5.8	00:00-24:00	116		
	2024.5.9	00:00-24:00	126		
	2024.5.10	00:00-24:00	128		
	2024.5.11	00:00-24:00	109		
	2024.5.12	00:00-24:00	115		

根据监测结果可知，各点位 TSP 监测结果均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准（TSP(日均值)≤300μg/m³），本工程周边大气环境质量较好。

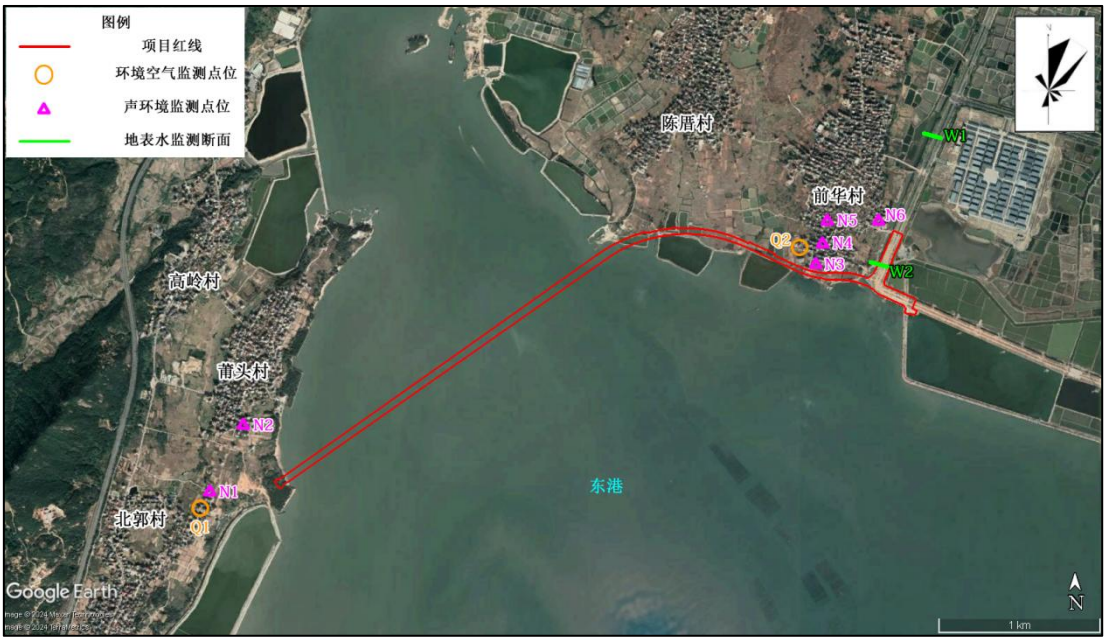


图 4.6-1 周边环境质量监测点位图

4.7 声环境质量现状调查与评价

为了解工程周边声环境质量现状，评价单位于 2024 年 5 月 8 日~9 日对工程周边声环境质量进行监测，监测点位见图 4.6-1，监测报告见附件 11。

（1）监测点位、监测项目、监测频次

监测点位：7 个；

监测项目：等效 A 声级 LAeq；

监测频次：连续监测 2 天，每天昼夜各监测一次。

表 4.7-1 声环境质量监测内容

监测点编号	点位位置	监测项目	标准	监测频次
N1	北郭村	等效 A 声级 LAeq	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准	连续监测 2 天，每天昼夜各监测一次
N2	莆头村			
N3	前华村项目红线北侧第一排建筑物 1 层			
N3	前华村项目红线北侧第一排建筑物 3 层			
N4	前华村项目红线北侧 50m			
N5	前华村项目红线北侧 100m			
N6	前华村项目红线西侧第一排建筑			

（2）分析方法

声环境质量分析方法及检出限见表 4.7-2。

表 4.7-2 声环境质量分析方法及检出限

序号	项目	分析方法	方法依据	检出限
1	环境噪声	声环境质量标准	GB 3096-2008	/

（3）监测结果及评价

声环境质量监测结果见表 4.7-3。

表 4.7-3 声环境质量监测及评价结果

监测点位	监测日期	监测时段	噪声监测结果（dB（A））	标准限值（dB（A））	达标情况
N1 北郭村	2024.5.8	10:19-10:29	56.6	60	达标
	2024.5.8	22:01-22:11	43.4	50	达标
N2 莆头村	2024.5.8	09:58-10:08	53.7	60	达标
	2024.5.8	22:17-22:27	45.3	50	达标
N3 前华村项目红线北侧第一排建筑物 1 层	2024.5.8	11:56-12:06	54.8	60	达标
	2024.5.8	23:37-23:47	42.6	50	达标
N3 前华村项目红线北侧	2024.5.8	11:56-12:06	54.7	60	达标

监测点位	监测日期	监测时段	噪声监测结果（dB（A））	标准限值（dB（A））	达标情况
第一排建筑物 3 层	2024.5.8	23:37-23:47	41.3	50	达标
N4 前华村项目红线北侧 50m	2024.5.8	13:13-13:23	56.6	60	达标
	2024.5.8	23:57-00:07	48.6	50	达标
N5 前华村项目红线北侧 100m	2024.5.8	13:32-13:42	57.5	60	达标
	2024.5.9	00:15-00:25	47.6	50	达标
N6 前华村项目红线西侧第一排建筑	2024.5.8	13:50-14:00	56.3	60	达标
	2024.5.9	00:37-00:47	40.2	50	达标

根据监测结果可知，各点位噪声监测结果均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，本工程周边声环境质量较好。

4.8 周边海域环境敏感目标情况

4.8.1 福清兴化湾水鸟省级自然保护区

福清兴化湾水鸟省级自然保护区以黑脸琵鹭、黑嘴鸥等众多珍稀濒危动物物种、丰富水鸟资源和滨海湿地生态系统为主要保护对象。自然保护区地处中、南亚热带季风气候区，植物资源较丰富。现已初步查明维管束植物种类共 50 科 120 属 140 种，其中蕨类植物 4 科 4 属 5 种；被子植物 46 科 116 属 135 种（双子叶植物 37 科 83 属 94 种，单子叶植物 9 科 33 属 41 种）。红树植物 1 科 1 属 1 种；盐沼植物 11 科 25 属 26 种。湿地上生长的维管束植物主要有秋茄、南方碱蓬、盐地鼠尾粟、大米草、芦苇等。

自然保护区动物地理区系属于东洋界华南区闽广沿海亚区闽沿海地带海滨亚带。野生动物资源丰富。现已初步查明，脊椎野生动物共 32 目 89 科 268 种，其中哺乳纲 2 目 2 科 4 种、鸟纲 18 目 48 科 176 种（其中水鸟 8 目 14 科 94 种）、爬行纲 1 目 2 科 3 种、两栖纲 1 目 2 科 3 种、鱼类 10 目 35 科 82 种。

国家重点保护野生动物 40 种，其中国家一级保护野生动物有东方白鹳、黑脸琵鹭、秃鹫、黑嘴鸥、中华秋沙鸭和遗鸥 6 种，国家二级保护野生动物有黑颈鹱鹳、赤颈鹱鹳、岩鹭、白琵鹭、白额雁、小天鹅、黑翅鸢、黑鸢、凤头鹰、雀鹰、松雀鹰、大鵟、普通鵟、白头鹞、鹗、白腿小隼、燕隼、游隼、红隼、花田鸡、小杓鹬、白腰杓鹬、大杓鹬、翻石鹬、大滨鹬、阔嘴鹬、大凤头燕鸥、褐翅鸦鹃、草鸮、领角鸮、斑头鸺鹠、长耳鸮、短耳鸮以及白胸翡翠等 34 种。

福建省重点保护野生动物 10 种。

属于《世界自然保护联盟》（IUCN，2020）名单 7 种，其中濒危种（EN）4 种，易危种（VU）3 种。

属于《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES，2019）附录 22 种（其中水鸟 3 种），其中附录Ⅰ3 种，附录Ⅱ19 种。

属于《中国濒危动物红皮书》名单 9 种（其中水鸟 6 种），其中濒危种（EN）3 种，易危种（VU）6 种。

双边国际性协定保护的候鸟 141 种，其中“中日候鸟保护协定”保护的鸟类 89 种，“中澳候鸟保护协定”保护的鸟类 43 种，“中韩候鸟保护协定”保护的

鸟类 123 种，“中俄候鸟保护协定”保护的鸟类 126 种。

4.8.2 兴化湾零星红树林生态保护红线区

红树植物素有“湿地森林”的美誉，红树植物形成各种奇形怪状的起支持作用的根系，包括宽大的板状根，拱形撑托的支柱根，蛇形匍匐的表面根，垂直上伸的笋状根、指状根，以及裸露地表的膝状根等，造型千姿百态。同时，秋茄红树植物具有并不多见的“胎生”现象，种子在母树上萌发生长，形成幼苗，胚轴可长达 20～40cm，这类圆棒状、纺锤状胚轴琳琅满目悬挂在树冠丛中，像一枝枝蜡烛，或悬挂的笔杆，把树林装扮得格外美丽。

红树林主要分布在热带、亚热带的隐蔽海岸、河口、港湾地带，从最高潮的海陆交界处到低潮带的多淤泥沉积的滩涂或浅层的沙泥质地带，中国红树植物有 12 科 15 属 26 种。福建的红树林南至诏安、东北至福鼎的沿海河口海湾地带多有分布，5 科 6 属 7 种（不包括引种的红树植物）。

除木兰溪的三江口河口、荻芦溪河口外，在江镜镇、港头镇等沿岸滩涂也分布有少量红树林，主要为人工种植的秋茄。秋茄群落外貌深绿色，多属丛生状灌木，结构单层，茎基直径多为 3.0～6.5cm，幼小者仅 1cm，生长较好。不同地点秋茄群落由于栽植生长时间不同，在高度、盖度及伴生种方面有较大差异。

福清兴化湾水鸟省级自然保护区红树林 90.7219hm^2，占总面积的 1.18%。本工程桥墩不占用红树林种植区，工程周边的红树林种植区主要分布于江镜镇沿海的滩涂，种植面积约为 45.32hm^2。工程周边红树林种植情况见图 4.8-1。

图 4.8-1 工程周边红树林种植情况

4.8.3 航道

兴化湾航道含江阴航道、国电码头进港航道、福清核电厂大件码头进港航道和下垄码头进港航道，湾内设有江阴待泊锚地、引航备用锚地、塘屿南锚地、小月屿锚地、小月屿 15 万吨级锚地共 5 处锚地，供检验检疫、引航、待泊使用。工程附近通航情况见图 4.8-2。

（1）江阴航道：进港航道自兴化湾湾口小月屿附近经兴化水道至壁头作业区，全长约 48.6km。其中，湾口小月屿附近至集装箱码头区段全长 47.4km，航道有效宽度 300~360m，设计底高程-16.2～-18.4m，满足 15 万吨级集装箱船和散货船单线乘潮通航和 5 万吨级集装箱船双线全潮通航要求；集装箱码头区至西部化工区段全长 1.2km，航道有效宽度 200m，设计底高程-14.6m，满足 5 万吨级化学品船单线乘潮通航要求。

（2）江阴国电码头进港航道：从江阴航道江阴锚地附近接入，至国电煤码头，航程 4.04km，为 10 万吨级航道，满足 10 万吨级散货船乘潮单线通航要求，航道通航宽度 250m，底高程-12.0m。

（3）福清核电厂大件码头进港航道：从江阴港区码头船舶回旋水域至福清核电厂大件码头船舶回旋水域，全长约 22.4km。规模为 3 千吨级平板驳配 4000 匹全回旋大马力拖轮，采用旁拖或顶推方式乘潮单线通航。设计底高程为-3.1m，乘潮历时 8 小时，乘潮保证率 95%，乘潮水位 2.5m；航道有效宽度 150m，转弯

半径为 300～1000m。设置灯浮标 2 座。

（4）下垄码头进港航道：本工程所在的下垄码头进港航道为 3000 吨级集装箱船兼 5000 吨散杂货船单向通航航道，航道从小麦屿岛东部至融侨码头，全长约 8.4km，航道宽度 66m，航道设计底高程-1.8m（理基）。采用单线乘潮通航，乘潮历时 1.5h、乘潮保证率 80%、乘潮水位 5.6m（理基）。航道设计船型见表 3-1。本航道船舶进港时根据潮汐情况，在潮位达到 4.8m 时即可起锚进港，当潮位达到 5.6m 时通过前礁浅滩进入本进港航道。从最新测图上看，个别水域航道水深不足，需进行适当维护浚深。

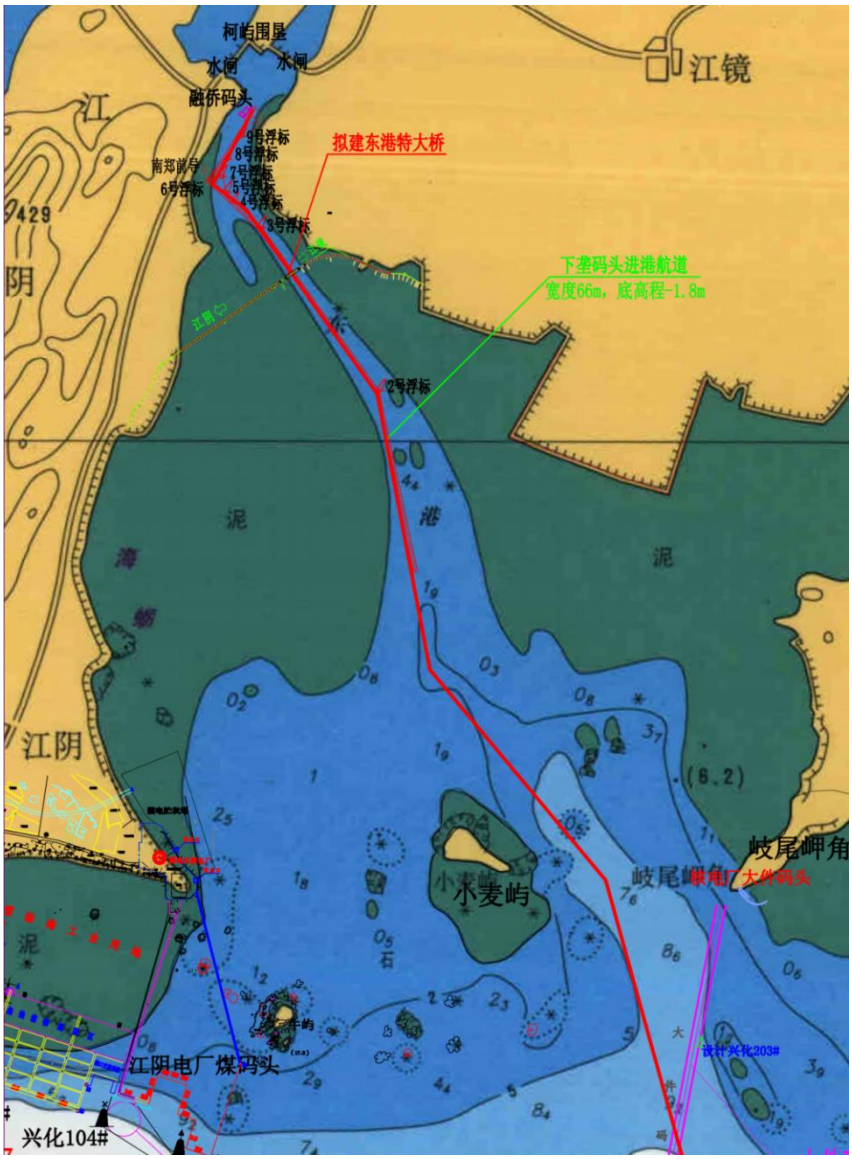


图 4.8-2 工程附近通航环境示意图

4.8.4 渔业养殖及捕捞

本工程附近海域的渔业用海主要包括渔业基础设施用海、开放式养殖用海和围海养殖用海。渔业基础设施用海主要为本工程西北侧约 3.3km 处的江镜镇城南三级渔港。开放式养殖用海和围海养殖用海主要为网箱养殖和围垦养殖，目前兴化湾的海水养殖品种主要有鱼类、甲壳类、贝类和藻类等四大类。其中鱼类养殖品种主要有大黄鱼、石斑鱼、美国红鱼、革兰子鱼、鲈鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、大弹涂鱼等，主要为网箱和池塘养殖；甲壳类主要养殖品种有日本对虾、斑节对虾、锯缘青蟹、梭子蟹等，主要为围垦养殖；贝类主要养殖品种有花蛤、缢蛏、牡蛎、泥蚶、贻贝、鲍等；经济藻类主要养殖品种有紫菜、海带、江蓠等。

5 环境影响预测与评价

5.1 水文动力环境影响预测与评价

本节内容引自建设单位委托厦门蓝海绿洲科技有限公司编制的《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程海洋环境数值模拟研究》（2022.03）。

5.1.1 潮流运动基本方程

沿水深平均的平面二维潮流控制方程为：

连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}}{\partial y}=0 \qquad (5\text{-}1)$$

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t}+\frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x}+\frac{\partial h\overline{uv}}{\partial y}=f\bar{v}h-gh\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x}+\frac{\tau_{sx}}{\rho_0}-\frac{\tau_{bx}}{\rho_0} \qquad (5\text{-}2)$$

$$+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xx}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{xy}\right)$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t}+\frac{\partial h\overline{uv}}{\partial x}+\frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y}=-f\bar{u}h-gh\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y}+\frac{\tau_{sy}}{\rho_0}-\frac{\tau_{by}}{\rho_0} \qquad (5\text{-}3)$$

$$+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xy}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{yy}\right)$$

式中：x 、y 为右手 Cartesian 坐标系；t 为时间；η为水位，d 为静水深，h 为总水深，$h=\eta+d$；u、v 分别为流速在 x 、y 方向上的分量；P 为水密度，P_0 为参考水密度；$f=2\Omega\sin\varphi$为 Coriolis 参量（其中$\Omega=0.729\times10^{-4}S^{-1}$为地球 自转角速率，$\varphi$为地理纬度）；$\tau_{sx}$、$\tau_{sy}$ 为风应力在 x、y 方向上的分量；τ_{bx}、τ_{by} 为底部应力在 x、y 方向上的分量；T_{xx}、T_{xy}、T_{yx}、T_{yy} 为水平粘滞应力项；C 为物质能量；D_x、D_y 为扩散系数。

5.1.2 模型计算范围及网格划分

工程区位于兴化湾湾顶海域，模型计算区域为兴化湾海域。模型计算区域的离散采用非结构三角形网格，能够较准确地反映出岸线和建筑物的外形轮廓。为提高效率采用变网格技术，外海边界网格尺度为 500~1500 m，至湾内海域网格逐渐减小至 50～300m，工程区最小网格 8~10 m，计算单元数合计 74753 左右。模型网格见图 5.1-1。

地形资料采用中国人民解放军海军航海保证部出版的 2018 年海图，另外在工程区采用工程实测水深进行小范围的网格加密使用，并转换为统一 1985 国家高程基准，再采用插值的方法将其赋值至各计算节点上。

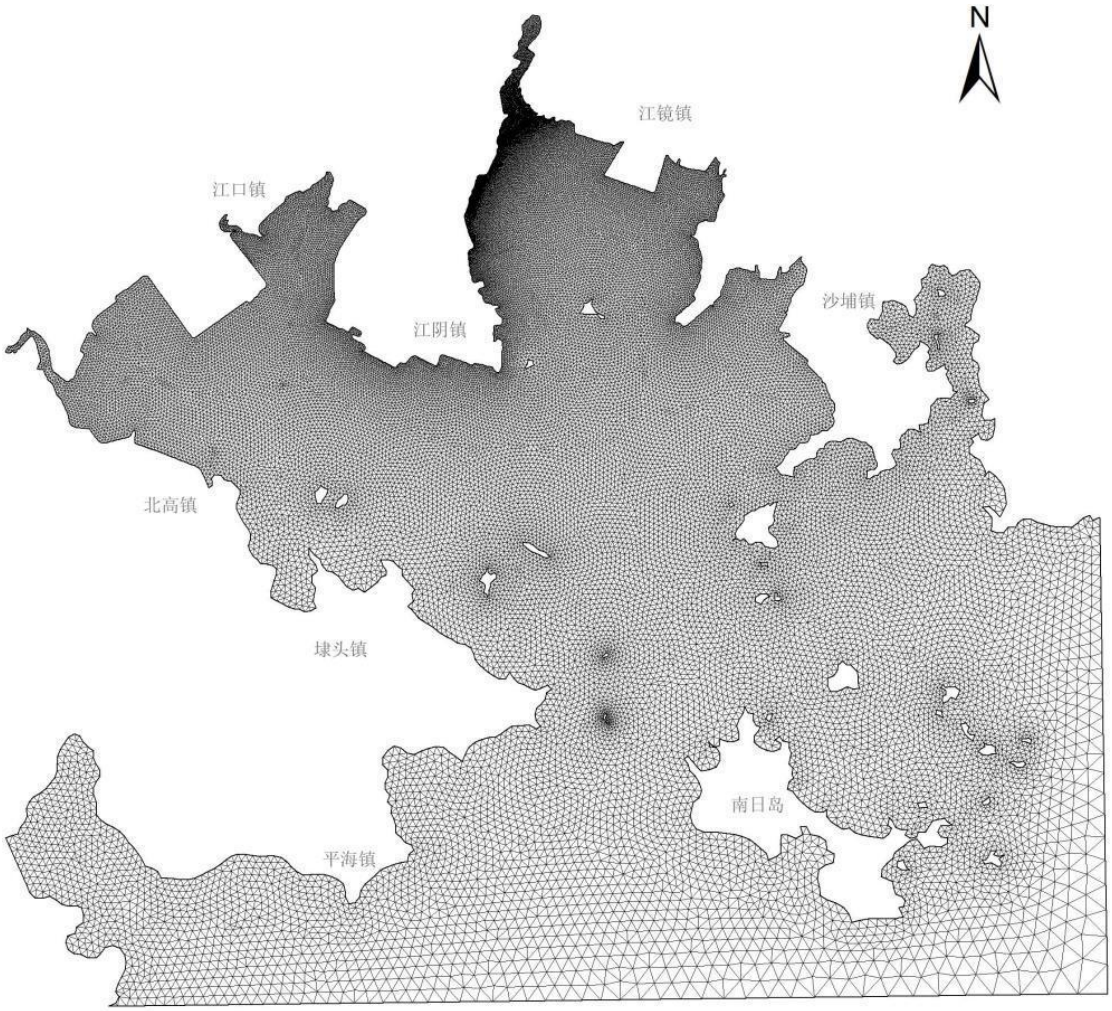


图 5.1-1　网格布置图

5.1.3 参数设置

（1）开边界条件

本模型外海开边界条件由东中国海潮波数学模型提供。

（2）糙率选取

糙率是潮流计算的主要参数之一，反映了潮流运动过程中的阻力特性，与地形形态、水深都有一定的关系，糙率选取正确与否对计算结果有直接影响。糙率值可由模型验证计算确定，本模型对计算水域取糙率为 0.015～0.03。

5.1.4 模型验证

采用 2020 年 5 月至 6 月在工程附近海域 2 个潮位站及 6 个潮流站实测资料进行验证。T1 潮位站观测时间为 2020 年 5 月 25 日 0：00~6 月 24 日 23:00，T2 潮位站观测时间为 2020 年 5 月 13 日 0：00~6 月 12 日 23:00，潮流观测时间均为 2020 年 5 月 24 日 11：00~5 月 25 日 11:00，具体站位见图 5.1-2。图 5.1-3 为潮位验证曲线，图 5.1-4 为潮流验证曲线。

由潮位和潮流验证曲线可知，无论是水位过程还是高、低水位值，计算与实测均符合良好，高、低潮位出现的时间，计算与实测值都符合得较好，说明数值计算的位相比较准确。从潮流验证曲线看出，不仅潮流流速观测值与计算值接近，潮流方向的模拟值与实测值也极为一致，说明计算的流速位相与实测值吻合良好。以上模型的验证计算结果表明：模型采用的参数基本合理，计算方法可靠，能够模拟研究海域潮波运动特性。

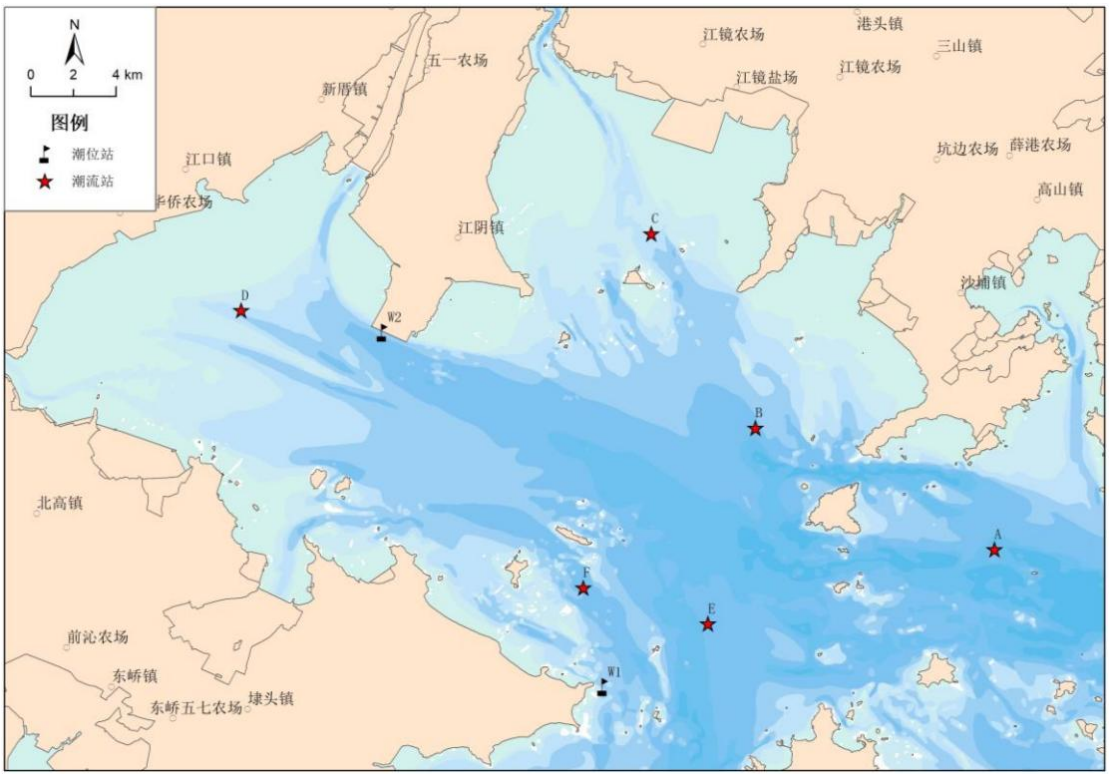


图 5.1-2　验证点分布图

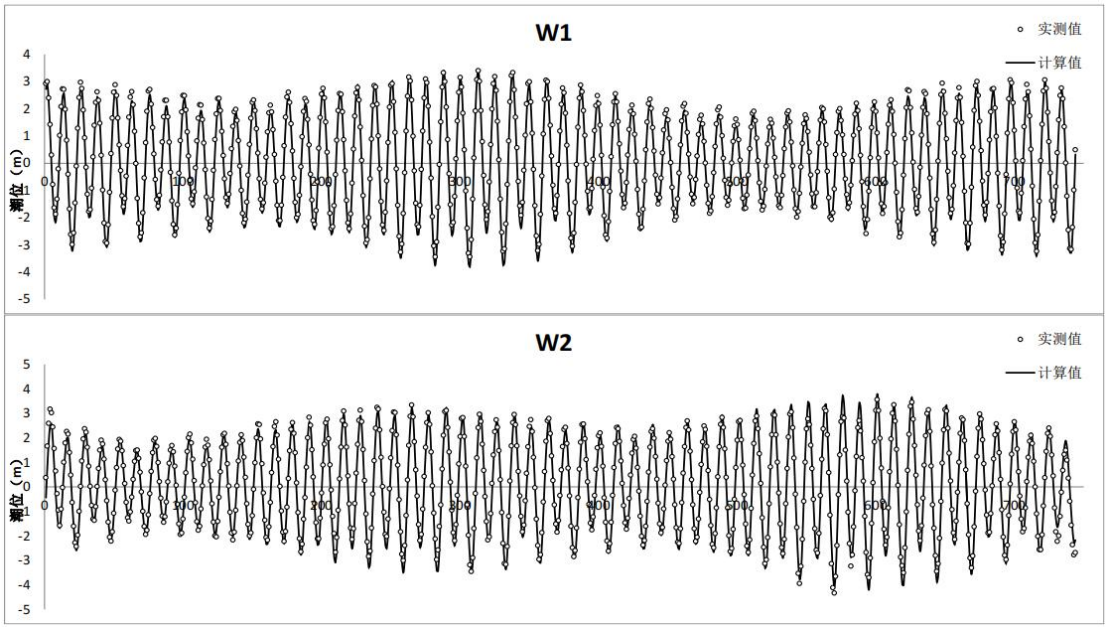
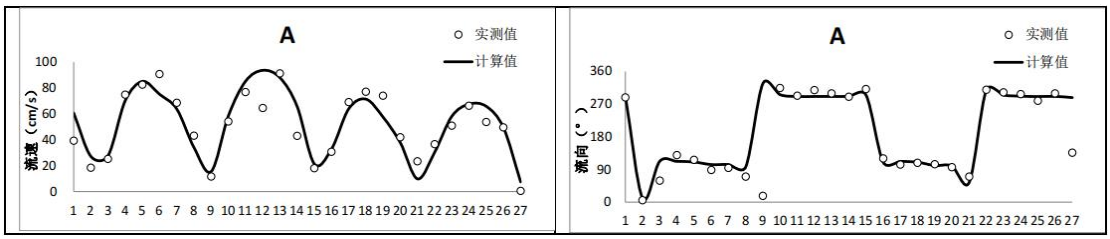


图 5.1-3　潮位过程验证曲线



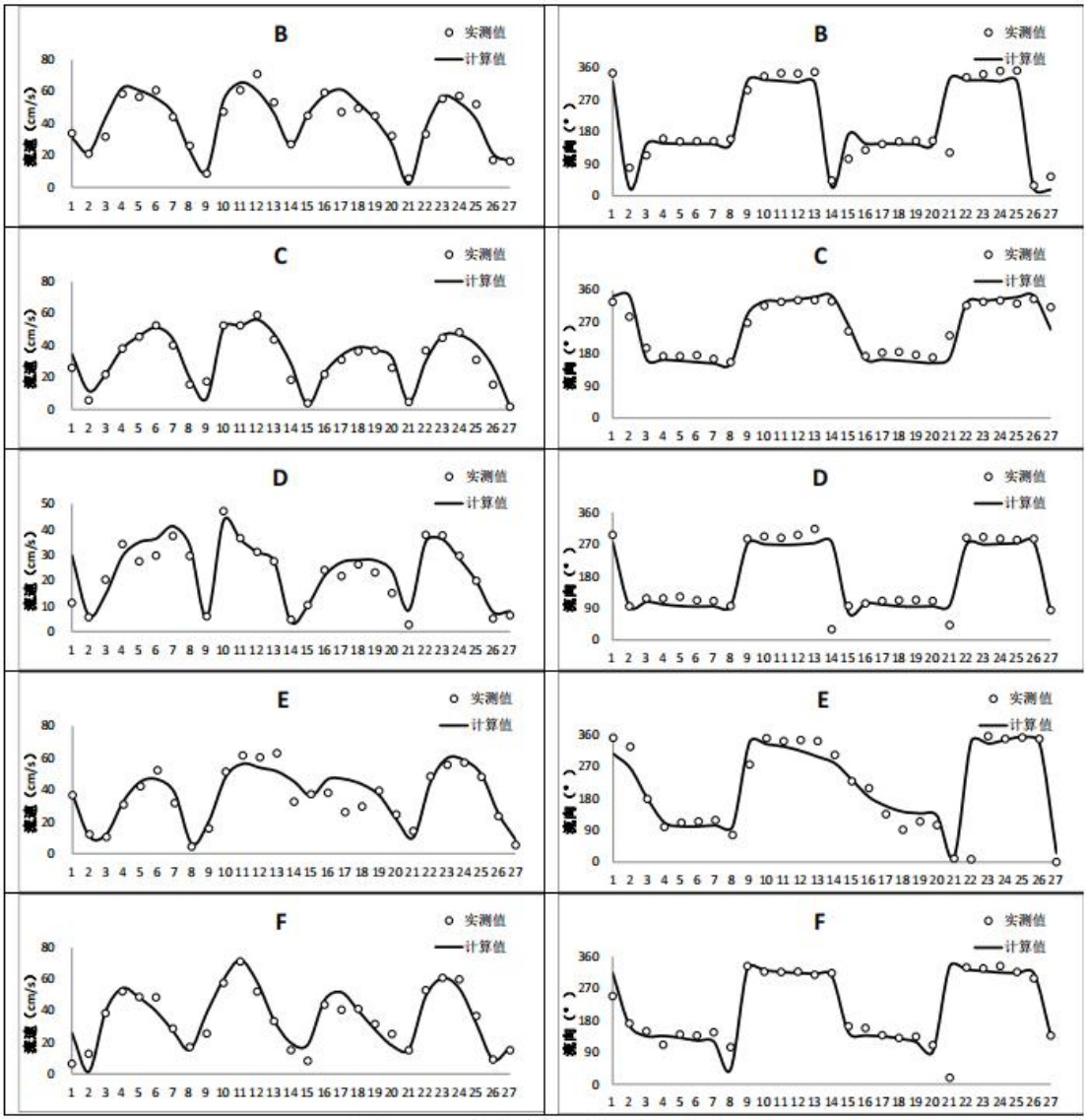


图 5.1-4　流速流向过程验证曲线

5.1.5 潮流流态变化

根据潮流场模拟结果，图 5.1-5~图 5.1-10 为工程前附近海域涨急、落急时刻的潮流流场图。从图中可以看出，兴化湾潮流呈往复流状态，涨潮流大致西北向，落潮流大致东南向。涨潮时，外海潮流经目屿断面后，一股沿西北偏北向进入江阴半岛东侧海域，一股潮流沿西向进入江阴半岛南部海域。落潮时，江阴半岛两侧潮流交汇沿东南向流向湾外。湾口流速较大，向湾顶逐渐减小，湾顶流速最小。图 5.1-11~图 5.1-16 为工程后附近海域涨急、落急时刻的潮流流场图。从图中可以看出，工程实施后的流速流向基本没有变化，周边海域的流场也没有变化。

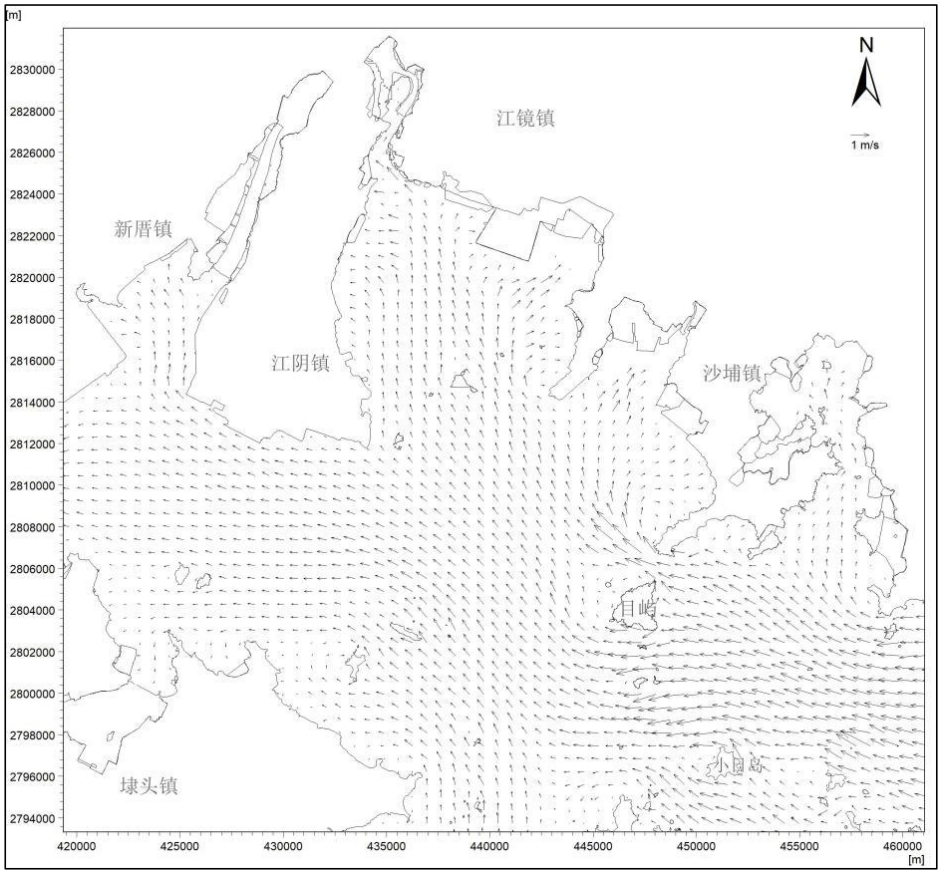


图 5.1-5　工程前大潮涨急流场图

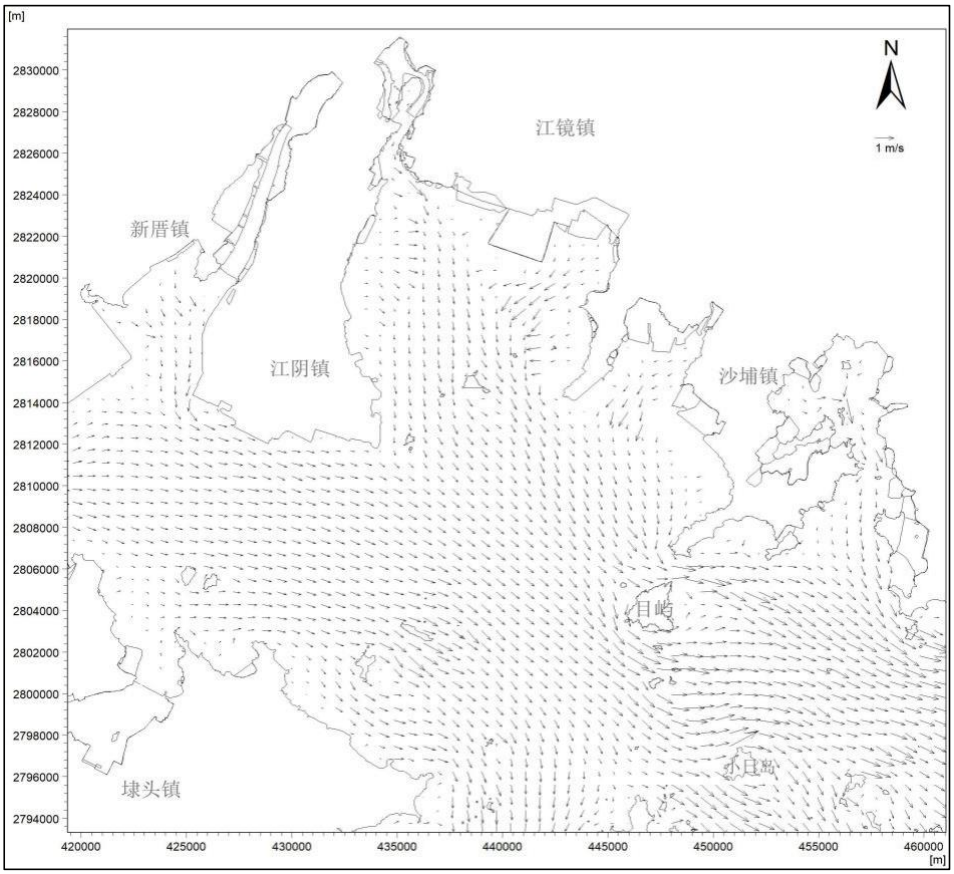


图 5.1-6　工程前大潮落急流场图

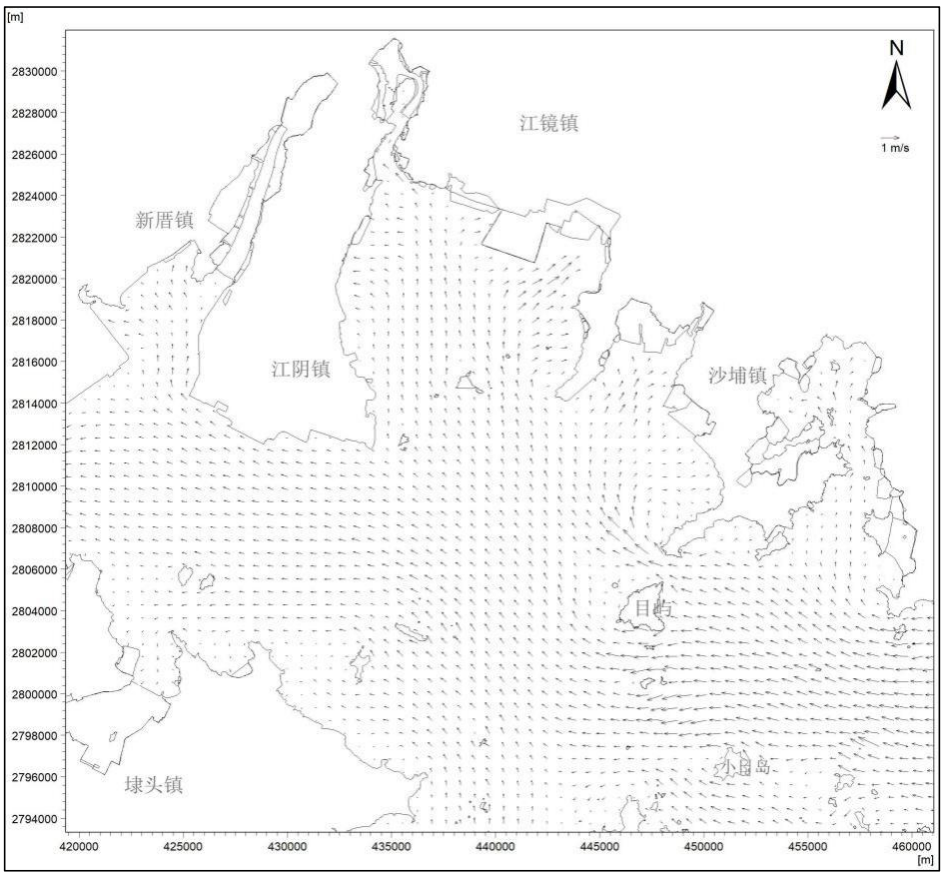


图 5.1-7　　工程前中潮涨急流场图

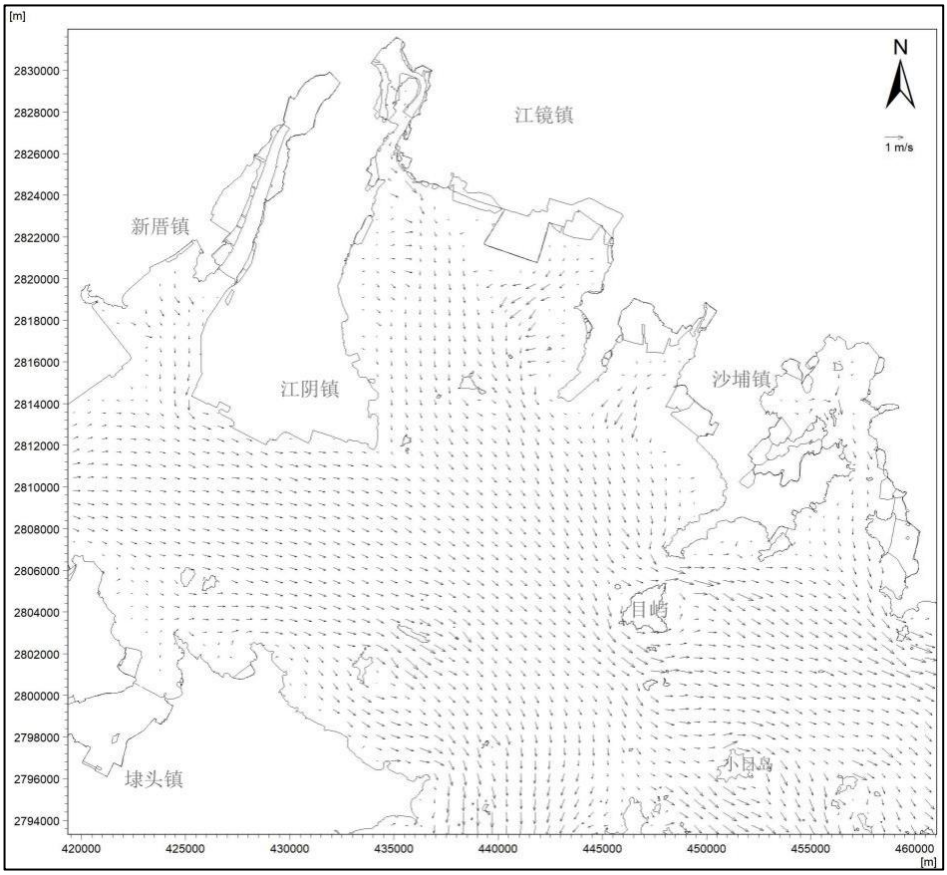


图 5.1-8　　工程前中潮落急流场图

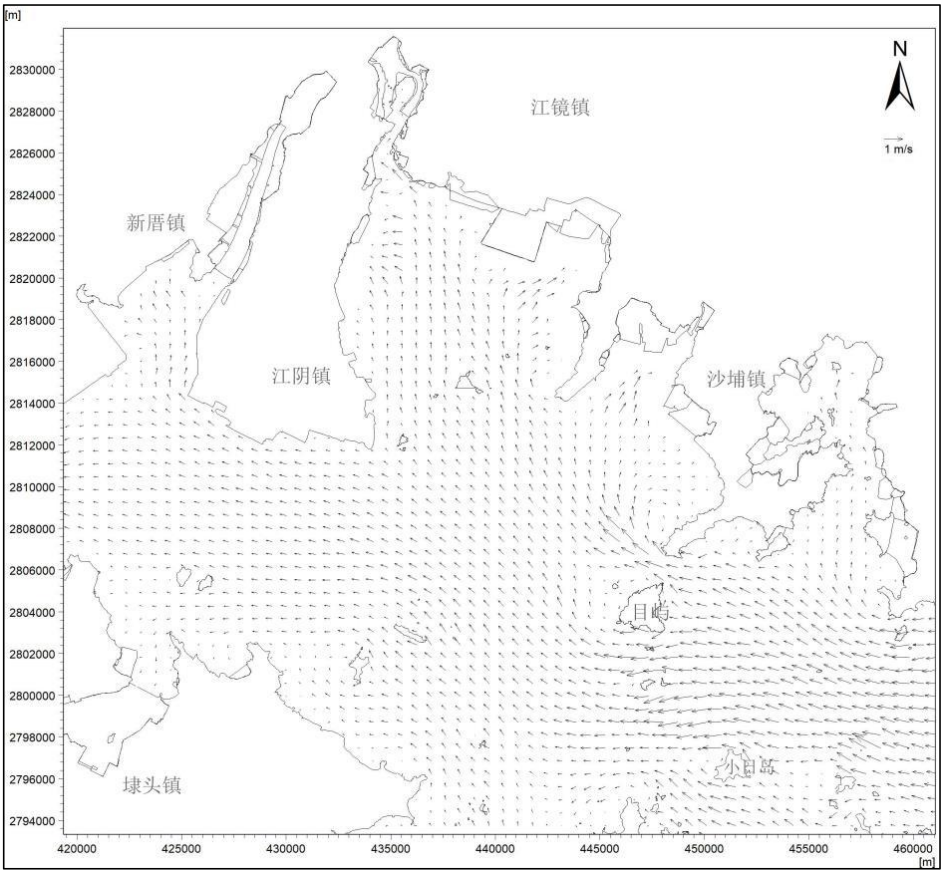


图 5.1-9　工程前小潮涨急流场图

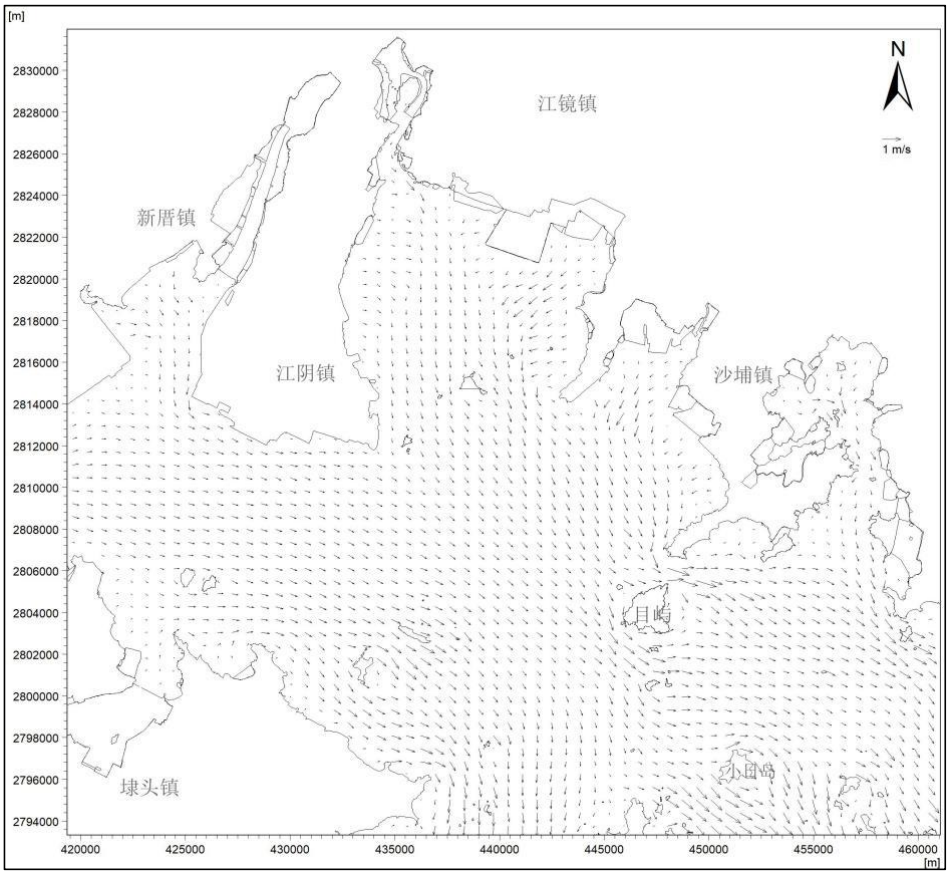


图 5.1-10　工程前小潮落急流场图

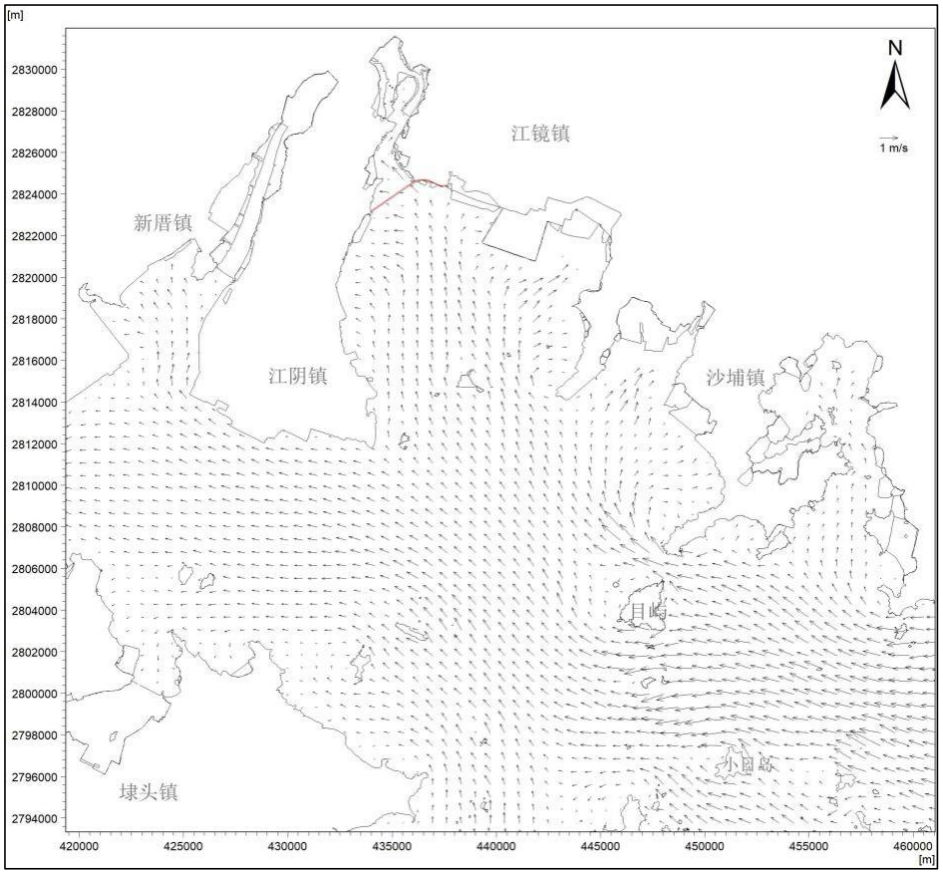


图 5.1-11　工程后大潮涨急流场图

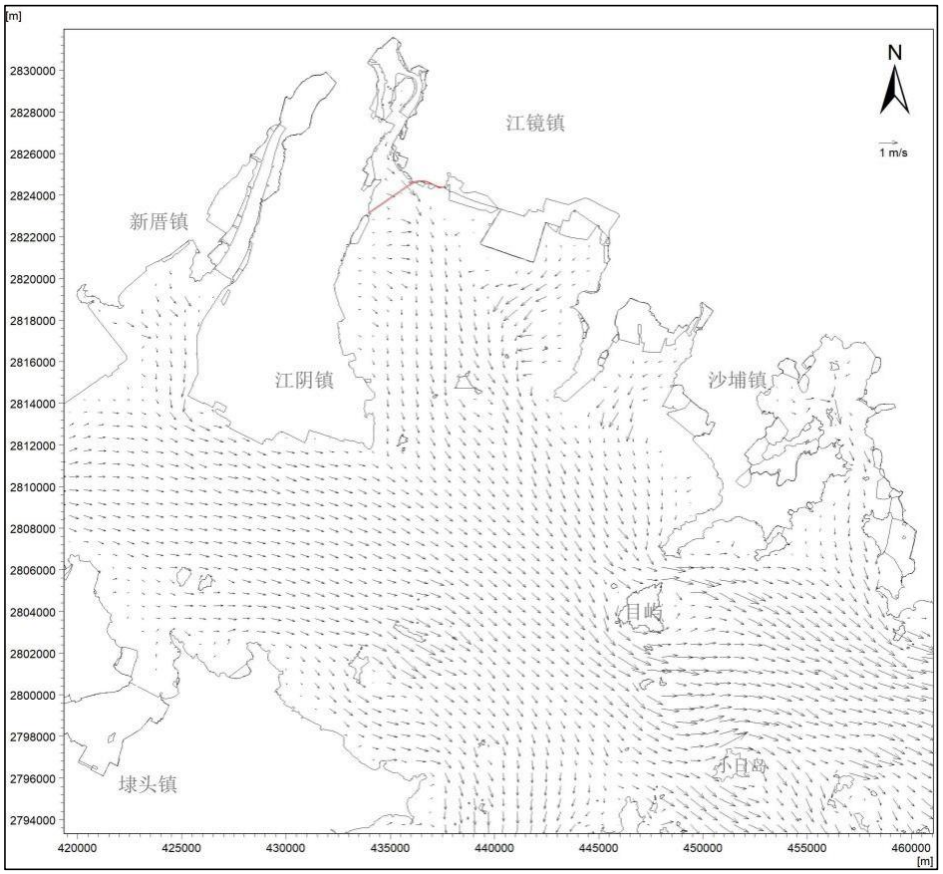


图 5.1-12　工程后大潮落急流场图

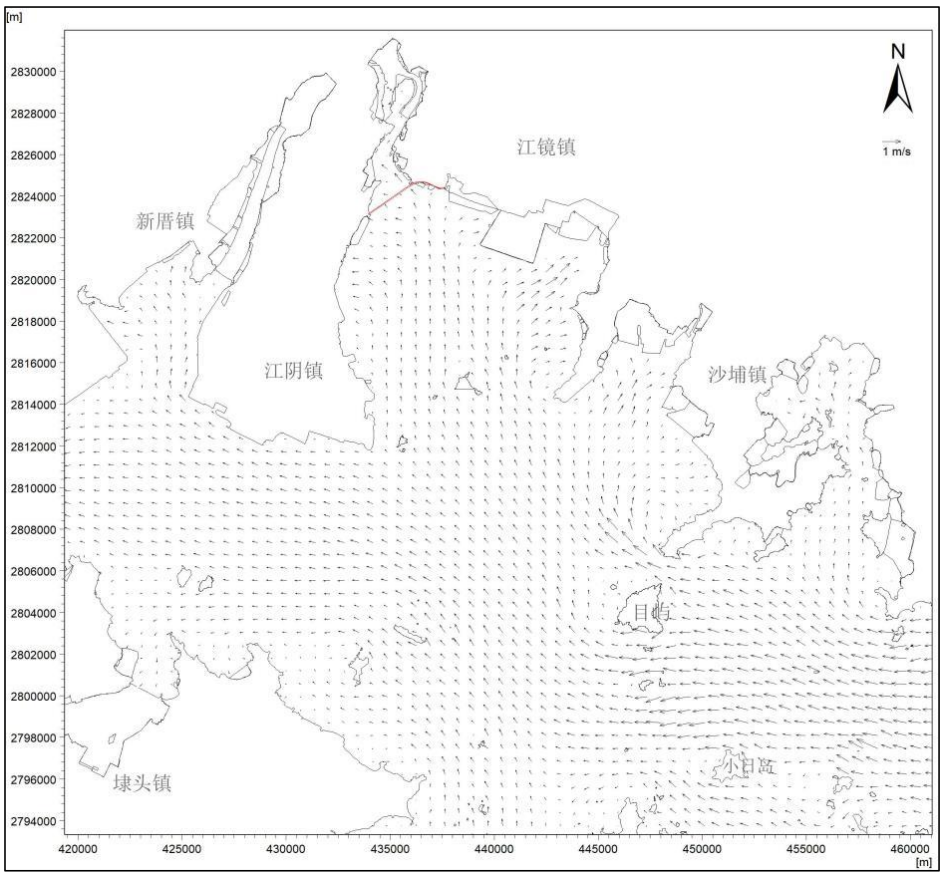


图 5.1-13　工程后中潮涨急流场图

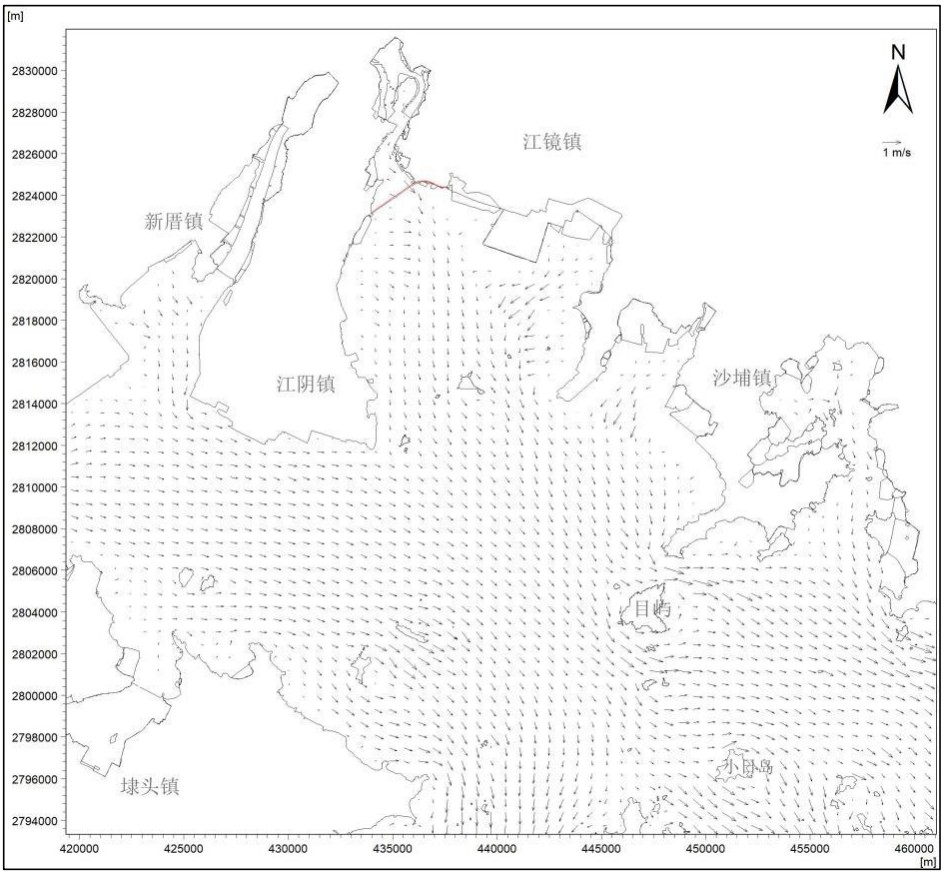


图 5.1-14　工程后中潮落急流场图

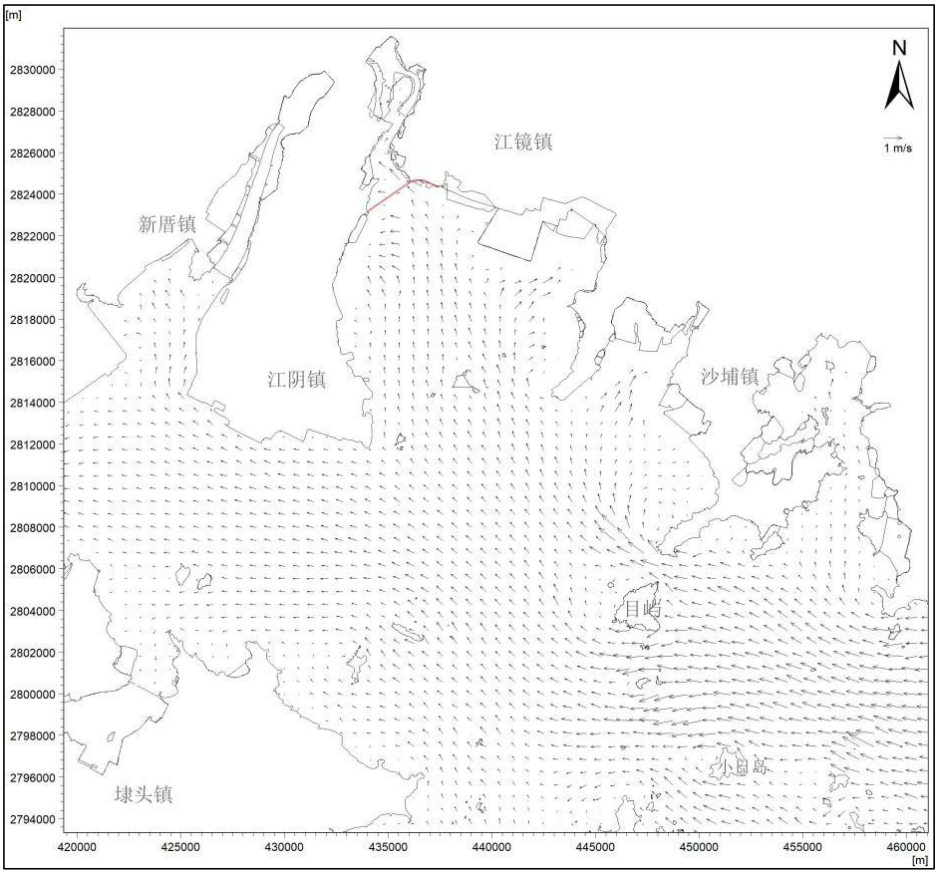


图 5.1-15 工程后小潮涨急流场图

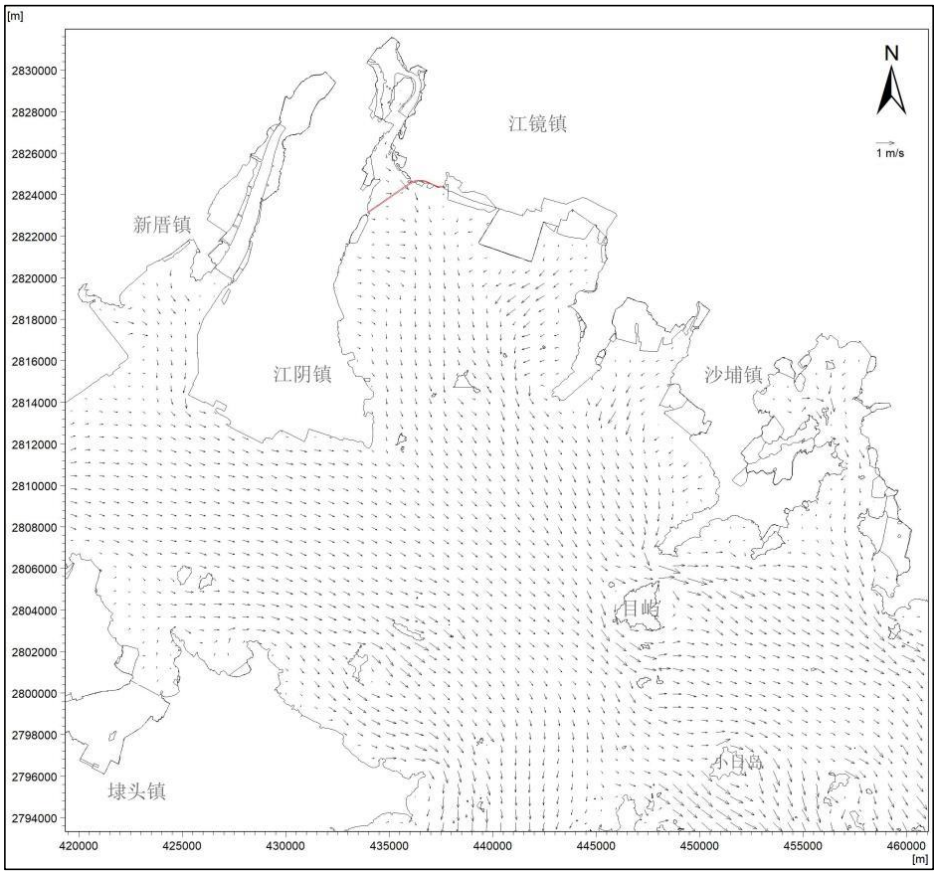


图 5.1-16 工程后小潮落急流场图

5.1.6 潮流流速变化

（1）流速分布

图 5.1-17 为工程前附近海域全潮平均流速等值线分布图，图 5.1-18 为工程后附近海域全潮平均流速等值线分布图。从图中可见，深槽水域的流速也较大，向两侧逐渐减小，岸边流速较小。岸边边滩平均流速基本在 0.1 m/s 以下；中间的潮汐通道平均流速为 0.1-0.3 m/s；湾顶深槽水域平均流速达 0.7 m/s 以上。图 5.1-19 为工程前后全潮平均流速变化分布图，从图可见，本工程对海域流速的影响不大，影响集中在主桥墩下的深槽处，以流速减小为主，减幅在 0.005~0.09 m/s 之间，越靠近工程区，流速减幅越大，除此以外其它海域流速基本没有影响。

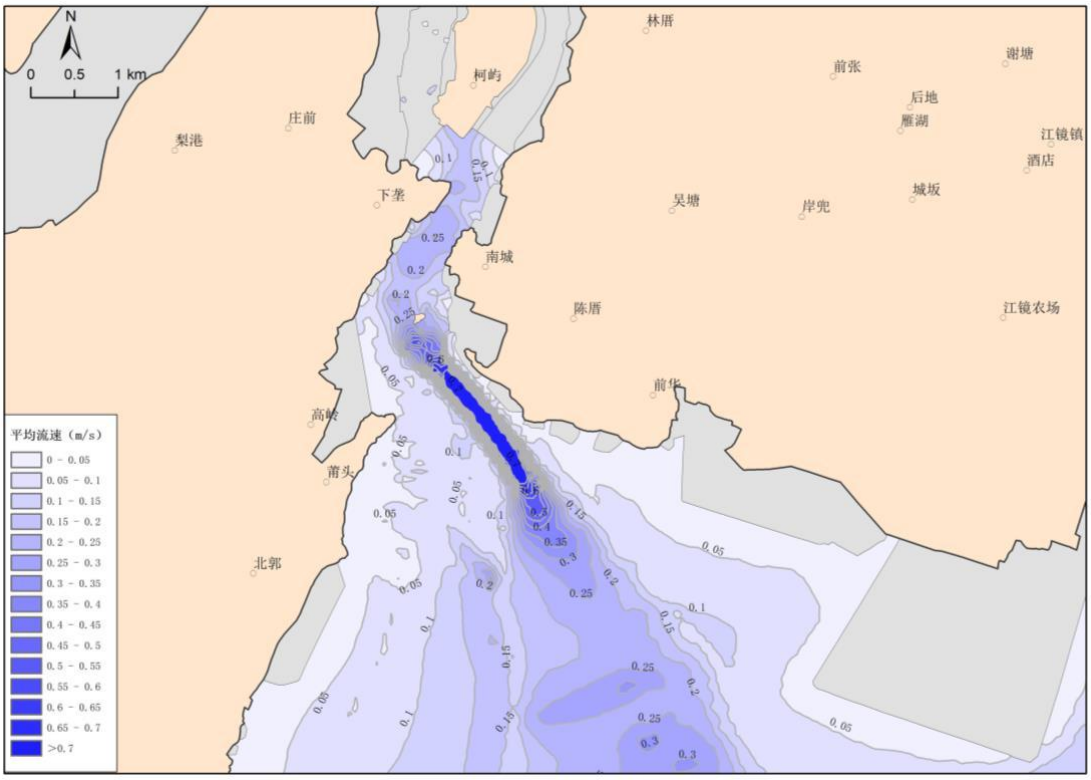


图 5.1-17　工程前附近海域全潮平均流速等值线分布图

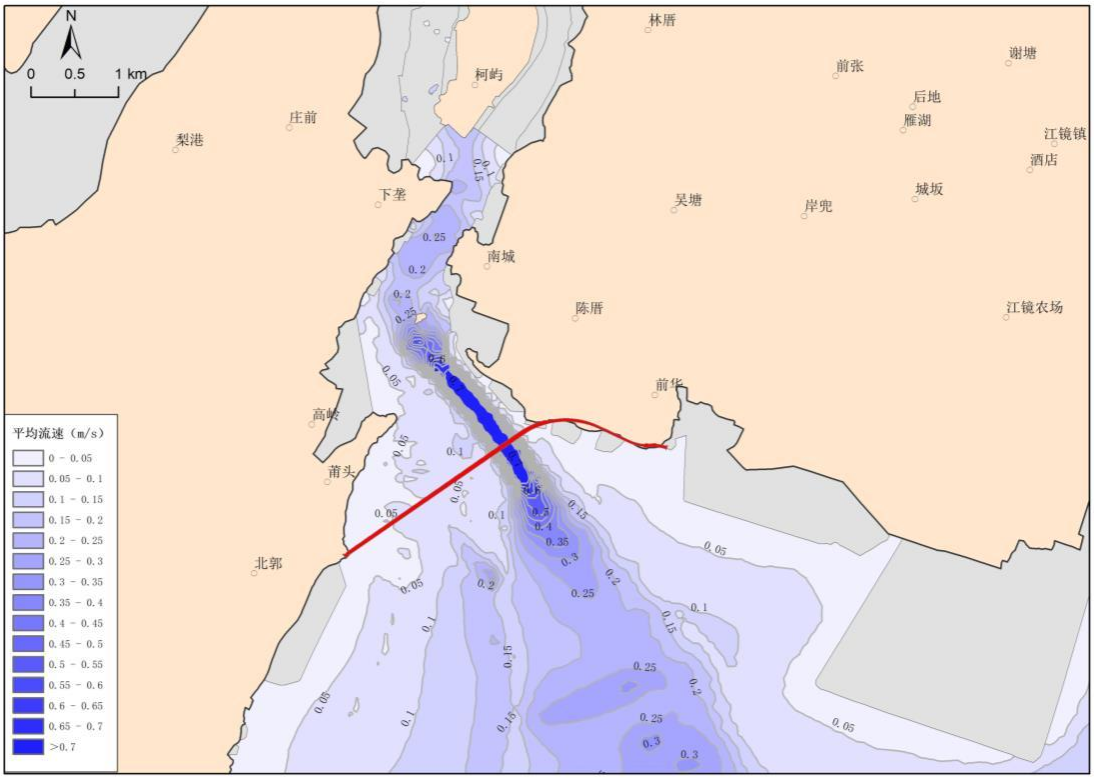


图 5.1-18　工程后附近海域全潮平均流速等值线分布图

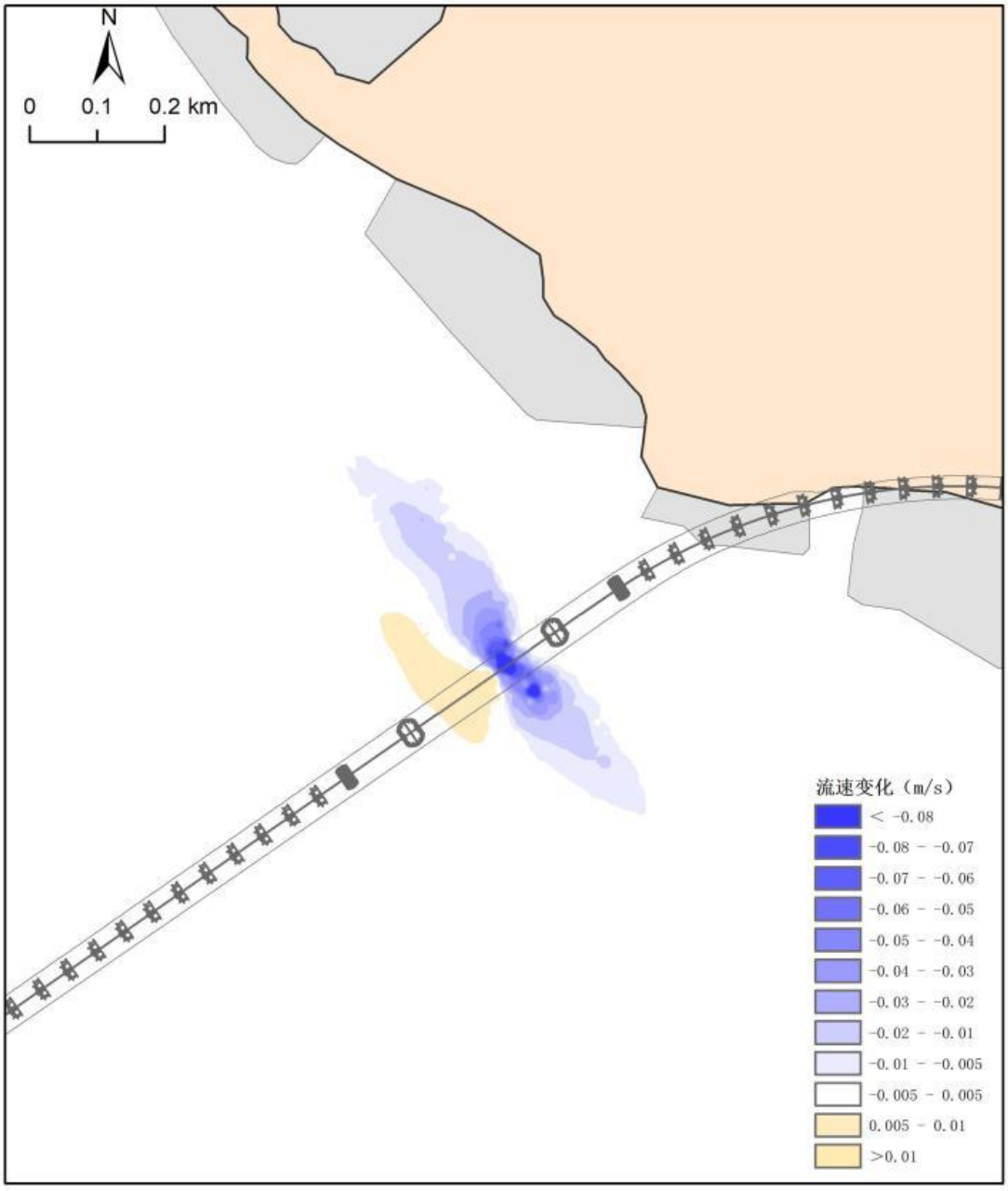


图 5.1-19　工程前后附近海域全潮平均流速变化分布图

（2）取样点流速分析

为了进一步分析工程对流速的影响，在工程区附近海域及航道布置 53 个流速取样点（图 5.1-20），分析特征流速变化情况。表 5.1-1 为工程前后取样点特征流速统计。可以看出，工程附近除深槽处外，其余海域流速普遍较小。工程前滩涂海域涨潮平均流速 0.02~0.04 m/s，落潮平均流速 0.01~0.06 m/s，全潮平均流速 0.02~0.05 m/s，最大流速 0.08~0.25 m/s；靠近深槽海域涨潮平均流速 0.04~0.19 m/s，落潮平均流速 0.05~0.15 m/s，全潮平均流速 0.04~0.15 m/s，最大流速 0.14~0.54 m/s；深槽区涨潮平均流速 0.4~0.93 m/s，落潮平均流速 0.29~0.9m/s，

全潮平均流速 0.45~0.92 m/s，最大流速 0.7~1.85 m/s。工程实施后，大部分取样点流速特征都不变，仅工程北侧 9、10、11#取样点特征流速发生变化，变幅在 0.01~0.02 m/s 之间。总体来看，由于工程为透水式结构，对潮流动力影响不大，而距工程较远的区域流速基本没有变化，流速变化集中在深槽航道区，变幅在 0.01~0.02 m/s 之间，对通航不会有较大影响。

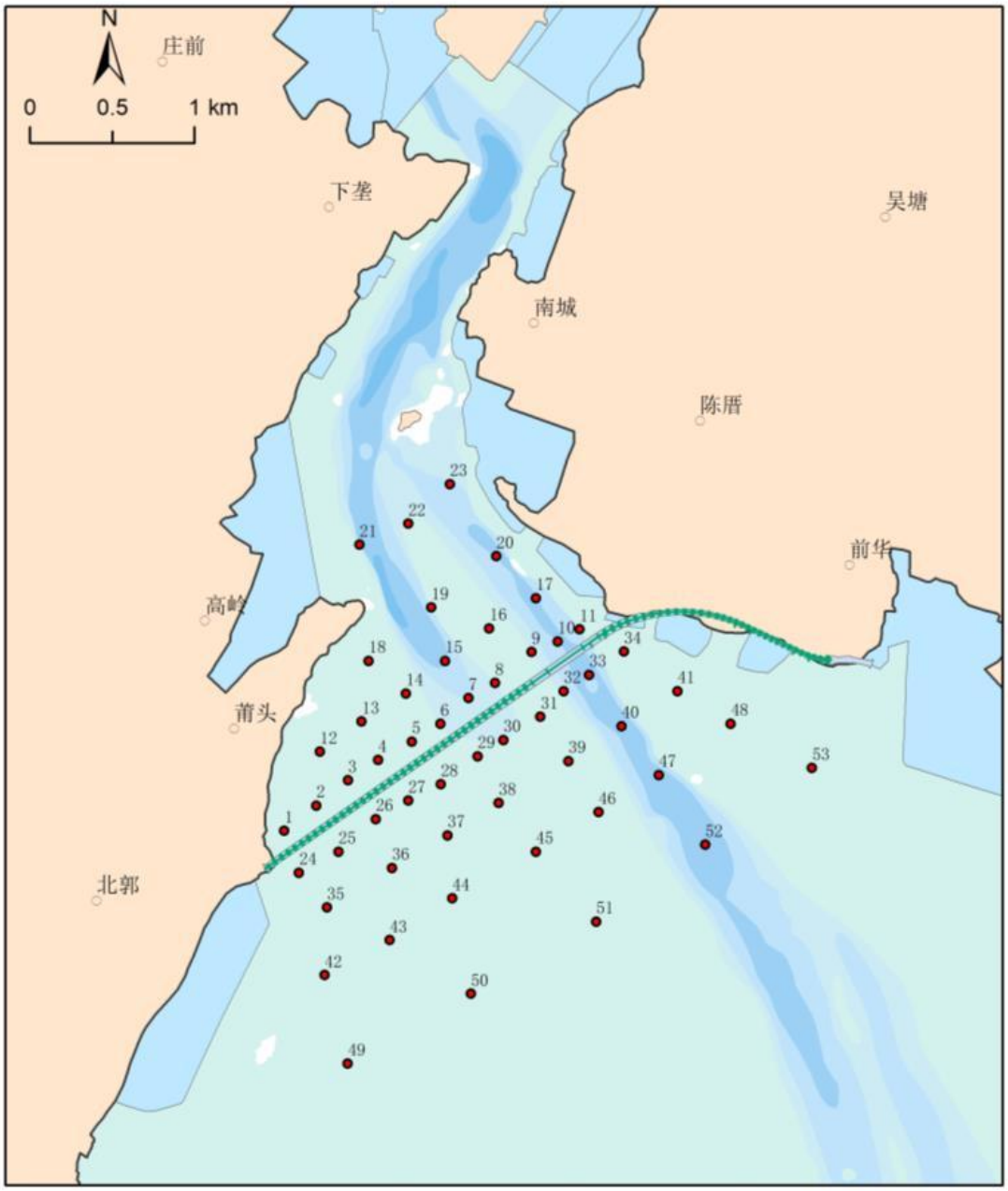


图 5.1-20　取样点分布图

表 5.1-1　工程前后取样点特征流速统计

取样点	工程前				工程后				差值			
	平均流速（m/s）			最大流速（m/s）	平均流速（m/s）			最大流速（m/s）	平均流速（m/s）			最大流速（m/s）
	涨潮	落潮	全潮		涨潮	落潮	全潮		涨潮	落潮	全潮	
1	0.02	0.02	0.02	0.08	0.02	0.02	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.02	0.03	0.02	0.08	0.02	0.03	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.04	0.06	0.05	0.20	0.04	0.06	0.05	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.04	0.04	0.04	0.14	0.04	0.04	0.04	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.08	0.05	0.07	0.24	0.08	0.05	0.07	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.08	0.04	0.06	0.17	0.08	0.04	0.06	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.07	0.07	0.07	0.22	0.07	0.07	0.07	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.10	0.14	0.12	0.54	0.09	0.14	0.12	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.65	0.29	0.47	1.85	0.65	0.29	0.47	1.87	0.00	0.00	0.00	0.02
10	0.85	0.88	0.87	1.27	0.86	0.88	0.87	1.28	0.01	0.00	0.01	0.01
11	0.22	0.09	0.15	0.41	0.19	0.09	0.14	0.40	-0.02	0.00	-0.01	-0.01
12	0.03	0.04	0.03	0.11	0.03	0.04	0.03	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.03	0.06	0.04	0.25	0.03	0.06	0.04	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.08	0.05	0.06	0.23	0.08	0.05	0.06	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.07	0.13	0.10	0.38	0.07	0.13	0.10	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.07	0.03	0.05	0.17	0.08	0.04	0.06	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.05	0.05	0.05	0.20	0.05	0.06	0.05	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.07	0.04	0.06	0.18	0.08	0.04	0.06	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.10	0.06	0.08	0.25	0.10	0.06	0.08	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.56	0.57	0.56	0.80	0.56	0.57	0.56	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.73	0.74	0.74	1.07	0.73	0.74	0.73	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.02	0.03	0.03	0.09	0.02	0.03	0.03	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00

23	0.04	0.03	0.04	0.13	0.04	0.03	0.04	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.05	0.04	0.04	0.14	0.05	0.04	0.04	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.04	0.05	0.05	0.17	0.04	0.05	0.05	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
取样点	工程前				工程后				差值			
	平均流速（m/s）			最大流速	平均流速（m/s）			最大流速	平均流速（m/s）			最大流速
	涨潮	落潮	全潮	（m/s）	涨潮	落潮	全潮	（m/s）	涨潮	落潮	全潮	（m/s）
26	0.07	0.05	0.06	0.21	0.07	0.05	0.06	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.08	0.05	0.06	0.15	0.08	0.05	0.06	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.82	0.85	0.83	1.29	0.82	0.85	0.83	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.04	0.04	0.04	0.15	0.04	0.04	0.04	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.05	0.06	0.06	0.23	0.05	0.06	0.06	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.93	0.90	0.92	1.50	0.93	0.90	0.92	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.07	0.06	0.06	0.24	0.07	0.06	0.06	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.42	0.33	0.38	0.82	0.42	0.33	0.38	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.11	0.09	0.10	0.34	0.11	0.09	0.10	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.06	0.06	0.06	0.21	0.06	0.06	0.06	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.07	0.04	0.05	0.17	0.07	0.04	0.05	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.09	0.06	0.07	0.20	0.09	0.06	0.07	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.07	0.03	0.05	0.14	0.07	0.03	0.05	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
39	0.14	0.05	0.10	0.32	0.14	0.05	0.10	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.57	0.60	0.59	0.84	0.57	0.60	0.59	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00
41	0.06	0.03	0.04	0.15	0.06	0.03	0.04	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
42	0.08	0.05	0.07	0.28	0.08	0.05	0.07	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.07	0.06	0.06	0.18	0.07	0.06	0.06	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
44	0.10	0.09	0.09	0.27	0.10	0.09	0.10	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
45	0.12	0.04	0.08	0.30	0.12	0.04	0.08	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00

46	0.32	0.30	0.31	0.42	0.32	0.30	0.31	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
47	0.40	0.49	0.45	0.70	0.40	0.49	0.45	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
48	0.04	0.01	0.02	0.13	0.04	0.01	0.02	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
49	0.07	0.06	0.06	0.19	0.07	0.06	0.06	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
50	0.13	0.14	0.13	0.39	0.13	0.14	0.13	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
51	0.19	0.12	0.15	0.27	0.19	0.11	0.15	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
取样点	工程前				工程后				差值			
	平均流速（m/s）			最大流速	平均流速（m/s）			最大流速	平均流速（m/s）			最大流速
	涨潮	落潮	全潮	（m/s）	涨潮	落潮	全潮	（m/s）	涨潮	落潮	全潮	（m/s）
52	0.27	0.35	0.31	0.50	0.27	0.35	0.31	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
53	0.06	0.04	0.05	0.19	0.06	0.04	0.05	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00

5.1.7 纳潮量变化

在兴化湾湾口设置一个断面，计算纳潮量。表 5.1-1 列出了大中小潮、涨落潮潮量的计算结果。工程建设前，兴化湾纳潮量大潮涨潮时为 28.17 亿方，落潮时为 29.75 亿方；中潮涨潮时为 21.59 亿方，落潮时为 23.18 亿方；小潮涨潮时为 18.18 亿方，落潮时为 19.15 亿方。本工程实施后，兴化湾纳潮量略微减小，大潮涨潮纳潮量减少 1.5 万方，落潮纳潮量减少 1 方；中潮涨潮纳潮量减少 0.2 万方，落潮纳潮量减少 0.2 万方；小潮涨潮纳潮量减少 0.25 万方，落潮纳潮量不变。由此可见，本工程所引起的纳潮量改变并不大。

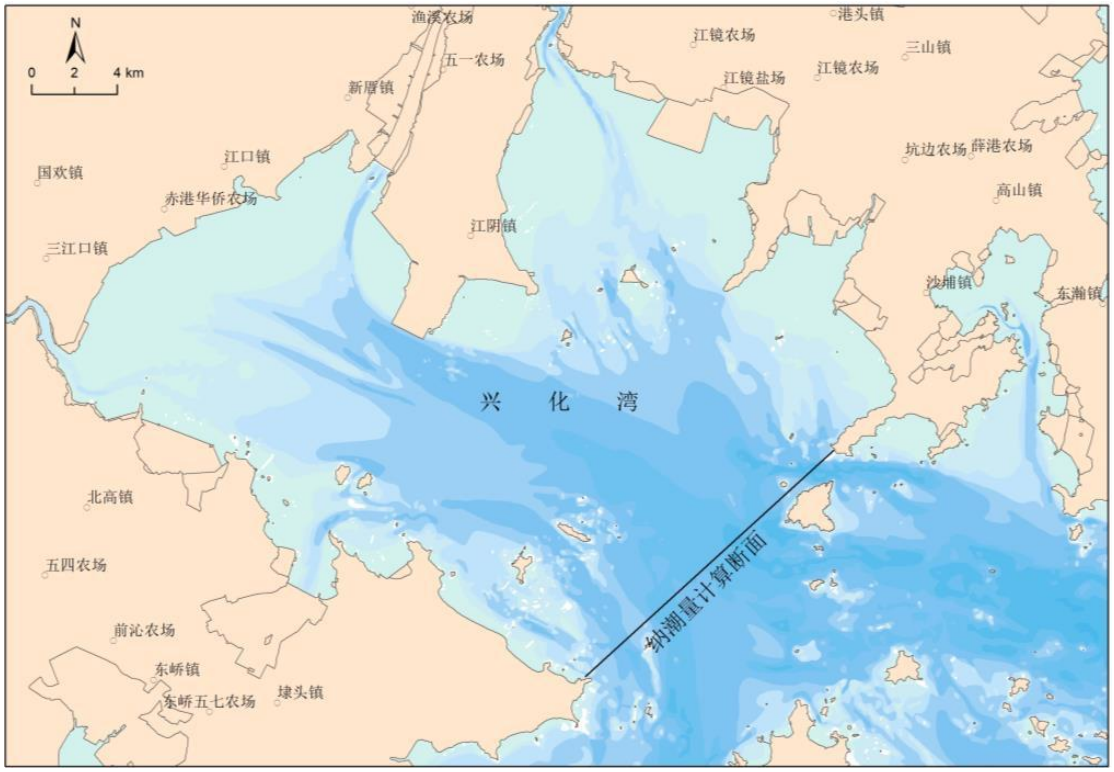


图 5.1-21 纳潮量计算断面示意图

表 5.1-2 大、中、小潮纳潮量特征值一览表（单位：万 m^3）

时段	大潮		中潮		小潮	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
工程前	281680.5	297517	215866.7	231757.7	181817.9	191535.1
工程后	281679	297516	215866.5	231757.5	181817.65	191535.1
变化值	-1.5	-1	-0.2	-0.2	-0.25	0
变化率	-0.00053%	-0.00034%	-0.00009%	-0.00009%	-0.00014%	0.00000%

5.1.8 小结

本工程对海域流速的影响不大，影响集中在主桥墩下的深槽处，以流速减小为主，减幅在 0.005~0.09 m/s 之间，越靠近工程区，流速减幅越大，除此以外其它海域流速基本没有影响，对纳潮量的影响也极小。

5.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本节内容引自建设单位委托厦门蓝海绿洲科技有限公司编制的《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程海洋环境数值模拟研究》（2022.03）。

5.2.1 计算方法

本工程的构筑物主要为桩基，根据前文水动力影响分析，工程建设对潮流场影响不大，工程规模也较小，因此对附近海域的地形地貌和冲淤环境影响也不大。本工程对地形地貌的影响主要是桩基引起的局部冲刷。由于桩基的阻碍，水流在桩基周围产生强烈涡流而引起的冲刷。本工程位于兴化湾湾顶，潮汐河口下桩基附近的床面形态在水流、泥沙和波浪的相互作用下变化极为复杂，桩基会改变其周围水流条件，并产生水力现象，引起周围泥沙输移能力增加，导致其附近床面的冲刷。其主要机理与桩基阻水形成的漩涡有关，包括前部下降水流、墩底马蹄形漩涡和墩后尾涡有关。

本节采用韩海骞等在《潮流作用下桥墩局部冲刷深度计算公式的建立与验证》一文中通过建模方法建立潮流作用下桥墩局部冲刷的计算公式（5-4）进行计算。

$$h_b = 8.48 k_1 k_2 B^{0.326} u^{0.628} h^{0.193} d_{50}{}^{0.167} \qquad (5\text{-}4)$$

其中 h_b 为潮流作用下桥墩的局部冲刷深度（含一般冲刷和局部冲刷），h 为全潮最大水深，u 为全潮最大流速，这两项采用计算值。d_{50} 为河床泥沙的平均中值粒径，采用工程区周边的测量值。B 为全潮最大水深条件下的平均阻水宽度，主要考虑桥墩及桥墩下桩结构。k_1 为基础桩平面布置系数，条带型 k_1=1.0，梅花型 k_1=0.862。k_2 为基础桩垂直布置系数，直桩 k_2=1.0，斜桩 k_2=1.176。

5.2.2 计算结果

根据公式（5-4），对工程区桩基附近冲刷深度进行计算。其中 h、u 这两项

采用前文数学模型的计算值。d_{50}采用工程区底沙的平均中值粒径。B为全潮最大水深条件下的平均阻水宽度，主要考虑桥墩及桥墩下桩结构。主桥墩处k1取0.862，其余桥墩k_1取1.0，k_2取1.0。经计算，工程区主桥墩局部冲刷深度为3.8m左右、其余桥墩局部冲刷深度为1.0~1.9 m。

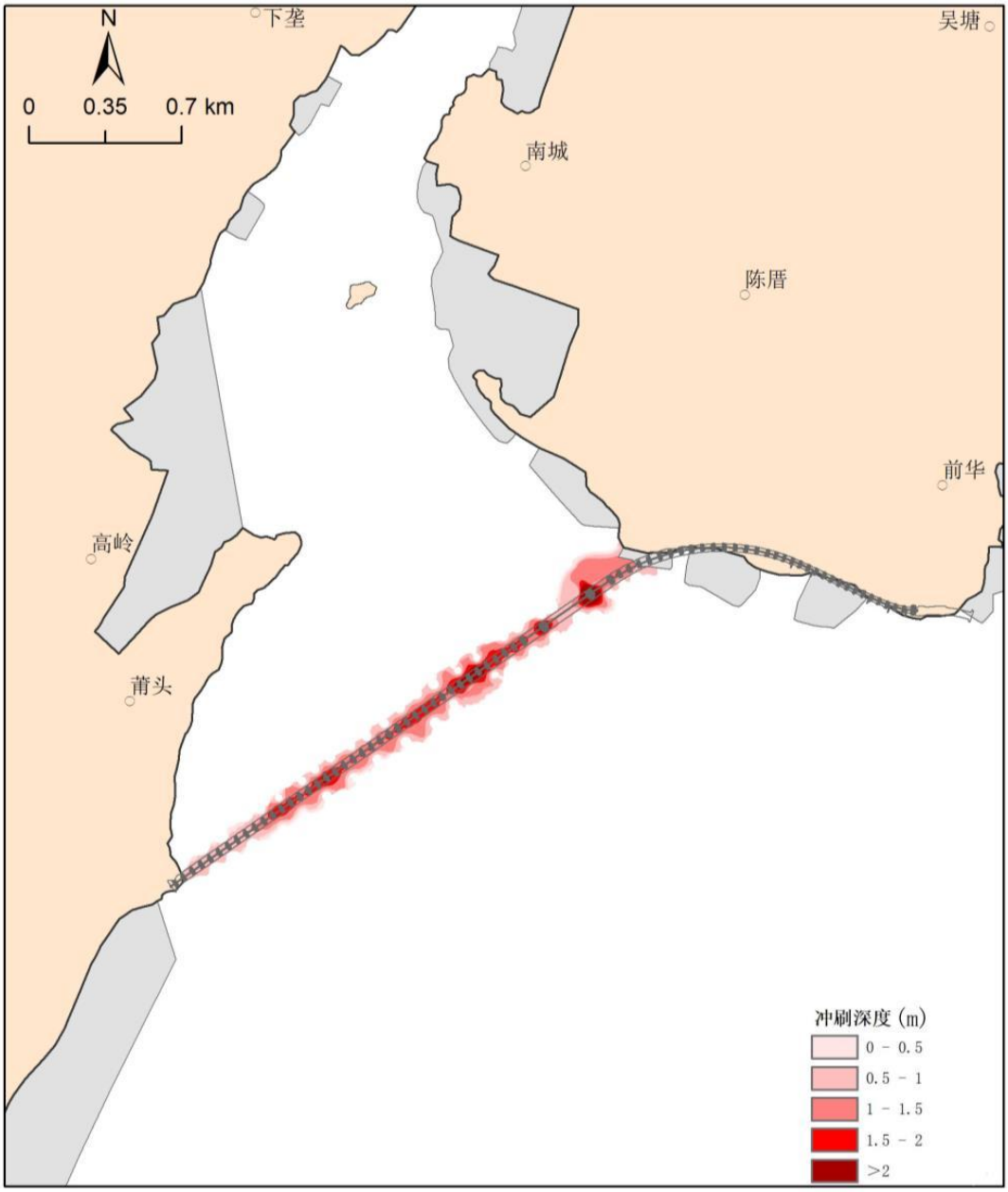


图 5.2-1　桥墩冲刷范围图

5.2.3 小结

工程区主桥墩局部冲刷深度为3.8m左右、其余桥墩局部冲刷深度为1.0~1.9m。

5.3 海水水质环境影响分析

本节内容引自建设单位委托厦门蓝海绿洲科技有限公司编制的《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程海洋环境数值模拟研究》（2022.03）。

5.3.1 悬浮泥沙源强

本工程桥梁基础施工过程中，施工钢栈桥及钻孔平台的搭建和拆除、钢板桩、钢护筒围堰插打及拆解、基坑开挖等作业活动，均会在作业点位产生局部水体底部扰动，增大悬浮泥沙浓度。

钢板桩、钢护筒围堰插打及拆解等作业时间很短，底泥浮起有限，水体中悬浮泥沙影响范围及程度一般不大；基坑开挖在围堰内进行，钻孔作业也限制在钢护筒内进行，不与钢护筒外水体发生关系，因此不会造成悬浮泥沙入海。

泥浆池设置在钻孔平台上，钻孔泥浆和钻渣经筛滤沉淀后再由人工配制而成的钻孔泥浆返回护筒内循环使用，筛滤沉淀出来的钻渣、钢护筒内清孔和钢套箱内抽水排出的钻渣、泥浆以及孔内水下混凝土灌注溢出的泥浆采用管道输送至设在钢栈桥上的泥浆沉淀池沉淀，沉淀后清水回用。

因此，正常情况下桩基基础施工过程悬浮物产生量较少。但是钻渣、土渣和泥浆在排出、收集和输送过程中以及水下混凝土灌注过程中可能在一定程度上出现泥沙散落和混凝土浆掉落入海现象，且水域桥基施工时间较长，每个桩基施工区域都可能成为一个点状泥沙悬浮物排放源，其悬浮泥沙排放量与其钻孔泥浆、钻渣产生量正相关。据了解，桩基施工过程的排渣泥浆中悬浮泥沙含量极高，浓度可达 400～500 kg/m^3。若排渣和钻孔泥浆直接倾倒入海，将对海洋环境和淤积情况造成重大影响。本次评价仅预测在采取环保措施之后，由于施工过程跑冒散落的源强。

根据本工程设计，本工程涉海桥段共有桥墩 74 个，登陆端 2 个，桩基为直径 1.5m、1.6m、2.0m、3.0m 钻孔灌注桩。根据本工程岩土工程勘察报告，工程桩基施工中钻孔最易发生泥沙悬浮物的地层为表层淤泥、淤泥质粉质粘土。根据类比资料分析，预计本工程钻孔灌注桩施工过程中，钻机在钢护筒内软质淤泥表层钻孔时控制钻进速度约为 2.00m/h。工程桥梁施工，一般采用两端往中间进行施工，采用正循环或反循环回转法成孔，钻机钻孔与排渣同时进行。

根据本工程全桥布置图，通航航道位于 34、35 号桥墩之间，共 74 个跨海桥墩。因此，计算悬浮泥沙发生量主桥下桩径取 3.0 m，其他桥墩的桩径取 1.6m，实际成孔直径按设计孔径 1.07 倍计。经向相关桥梁施工单位调查和有关专家咨询，在正常情况下，泥砂散落率保守估计取 3%。

本工程海域表层主要为淤泥、淤泥质粉质粘土，干容重为 0.8g/cm^3。则本工程涉海桥段施工产生的悬浮泥沙源强见表 5.3-1。

表 5.3-1　钻孔施工泥沙悬浮物发生量

桥梁	设计孔径（m）	成孔面积（m^2）	钻进速度（m/h）	干容重（g/cm^3）	泥沙散落量（kg/h）	悬浮泥沙源强（g/s）
东港特大桥	3.0	8.089	2	0.8	388.258	107.850
	1.6	2.301	2	0.8	110.438	30.677

由上表可知，涉及通航的主桥墩施工悬浮泥沙源强为按 107.850g/s 计算，其余桩基悬沙源强按 30.677g/s 计算。

5.3.2 施工期悬浮泥沙扩散影响

计算桩基施工时，一个潮周期悬浮泥沙扩散影响范围，绘制悬沙影响包络图，见图 5.3-1。由于桩基施工位置流速较小，扩散条件较差，且悬沙入海源强较小，故悬浮泥沙增量影响范围集中在桩基附近，影响范围不大。悬浮泥沙增量浓度大于 150 mg/L 的影响范围约 0.088km^2；100~150mg/L 的影响范围约 0.015km^2；10~100mg/L 的影响范围约 0.203km^2。受工程影响，涨潮悬沙可达最远距离约为 160m，落潮悬沙可达最远距离约为 240m。悬浮泥沙增量影响范围略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区。

因此，本工程施工产生的悬浮泥沙对周边海域水质环境影响较小。

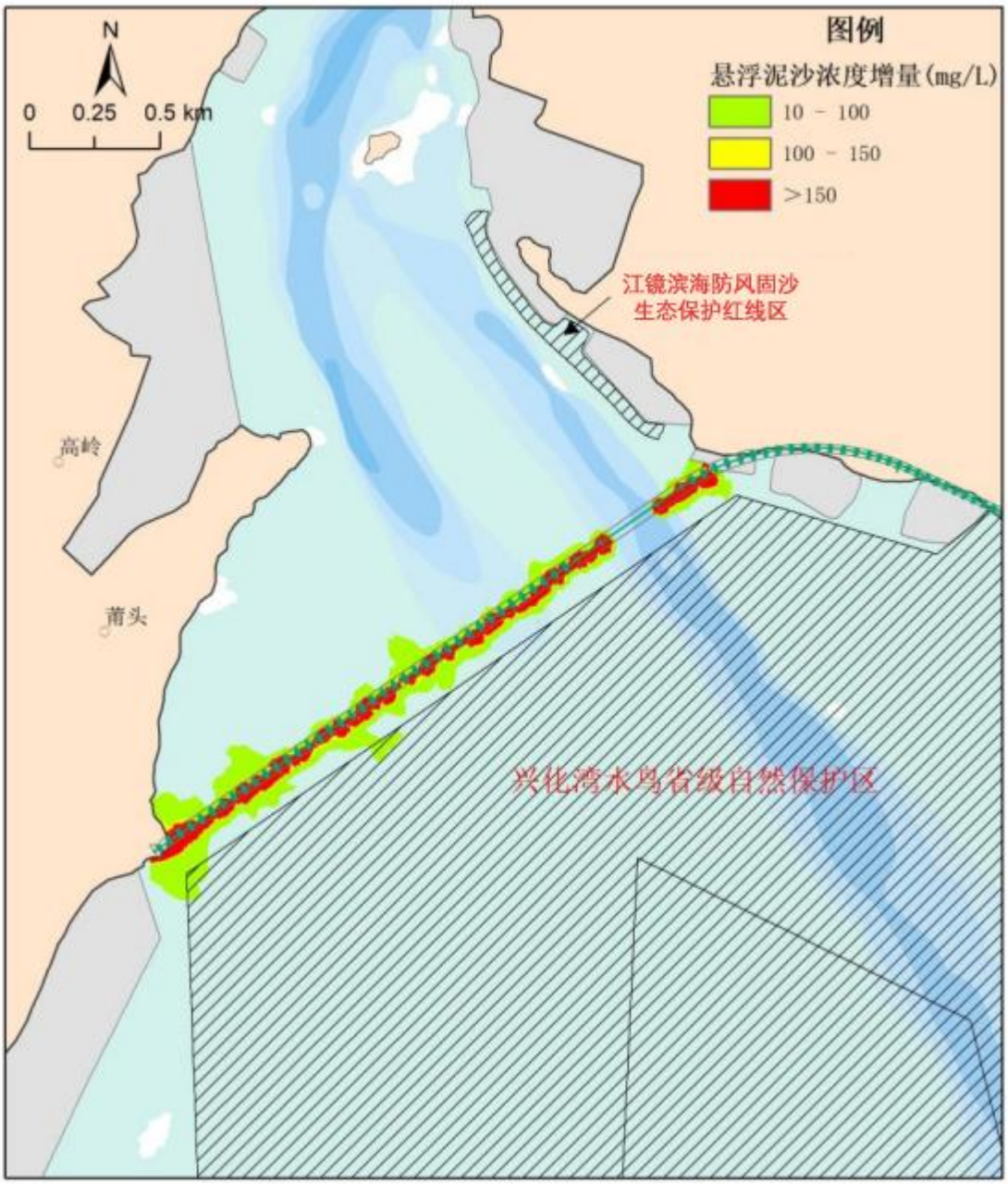


图 5.3-1 桩基施工悬浮泥沙影响包络图

5.3.3 施工期污染物排放对海水水质环境影响分析

（1）施工污水和生活污水影响分析

本工程施工污水主要为施工生产废水和施工人员生活污水。混凝土拌和产生含水泥的废水采取临时沉淀池处理，经沉淀后回用，严禁直排。施工机械修理、停放场所设置简易的油污水收集系统和隔油池，对施工机械冲洗及维修产生的油污水进行收集处理。施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，严禁直接排入海里。本工程施工材料密闭储存，必要时设围拦和截水沟；有毒有

害的物品如油漆必须远离水体；施工营地的生活垃圾不能随意抛掷，应收集后集中堆放，并联系环卫部门定期清运处置，防止污染物随雨水进入海里。含油污水由有资质的单位接收处理，对海域水质的影响都不大，对海水水质环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，避免污染物直接排入海域，对工程海域沉积物环境的影响很小。

（2）生产生活垃圾影响分析

本工程施工期间冲孔灌注将会产生灌注桩桩渣，在钻孔过程中，应根据桩基的位置设置多个制浆池、储浆池及沉淀池，并用循环槽连接，进行泥浆循环处理后重复使用，减小排放量。施工完成后废弃的泥浆应采取先集中沉淀再处理的措施。施工期间任何泥浆均不得排入海中，防止对海洋环境造成污染。废弃泥浆用泥浆车直接外运至外部场地。

本工程施工材料密闭储存，必要时设围拦和截水沟；有毒有害的物品如油漆必须远离水体；施工营地的生活垃圾不能随意抛掷，应收集后集中堆放，并联系环卫部门定期清运处置，防止污染物随雨水进入海里。

因此，施工废水、废渣、生产生活垃圾造成的影响较小，并且随着施工的结束，影响将不再持续，不会给周边海域的水质带来不良后果。

5.3.4 运营期污染物排放对海水水质环境影响分析

本工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，也就是指路桥表面径流，主要污染物为 COD、BOD、悬浮物和石油类。桥面径流污染物浓度不高，随着潮流涨落，这些污染物会很快被稀释，基本不会对海水水质环境造成大的影响。

对海水水质环境可能造成大的影响的环节是环境风险的事故排放。这将导致对局部海域的严重损害。事故发生后，危险品泄漏扩散至附近海域，使海水中有毒有害物质的含量大幅度抬升，对海水水质环境造成很大的影响。因此必须采取有保证的常规措施。

5.3.5 小结

施工期悬浮泥沙增量影响范围集中在桩基附近，影响范围不大。悬浮泥沙增量浓度大于 150 mg/L 的影响范围约 0.088km^2；100~150 mg/L 的影响范围约 0.015 km^2；10~100 mg/L 的影响范围约 0.203km^2。受工程影响，涨潮悬沙可达最远距

离约为 160 m，落潮悬沙可达最远距离约为 240 m。悬浮泥沙增量影响范围略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区。

施工期生产废水基本不会对周边水环境产生影响。

运营期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，也就是指路桥表面径流。桥面径流污染物浓度不高，随着潮流涨落，这些污染物会很快被稀释，基本不会对海域水体环境造成大的影响。

5.4 海洋沉积物影响分析

5.4.1 施工期对海洋沉积物环境影响分析

（1）施工期悬浮泥沙入海对海洋沉积物环境影响分析

本工程桥梁基础施工过程中，施工钢栈桥及钻孔平台的搭建和拆除、钢板桩、钢护筒围堰插打及拆解、基坑开挖等作业活动，均会在作业点位产生局部水体底部扰动，增大悬浮泥沙浓度。由于桩基施工位置流速较小，扩散条件较差，且悬沙入海源强较小，故悬浮泥沙增量影响范围集中在桩基附近，影响范围不大。悬浮泥沙增量浓度大于 150 mg/L 的影响范围约 0.088km^2；100~150mg/L 的影响范围约 0.015km^2；10~100mg/L 的影响范围约 0.203km^2。受工程影响，涨潮悬沙可达最远距离约为 160m，落潮悬沙可达最远距离约为 240 m。悬浮泥沙增量影响范围略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区。因此，本工程施工产生的悬浮泥沙对周边海域沉积物环境影响较小。

（2）施工期污染物排放对海洋沉积物环境影响分析

污染物排放入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。

本工程施工污水主要为施工生产废水和施工人员生活污水。混凝土拌和产生含水泥的废水采取临时沉淀池处理，经沉淀后回用，严禁直排。施工机械修理、停放场所设置简易的油污水收集系统和隔油池，对施工机械冲洗及维修产生的油污水进行收集处理。施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，严禁直接排入海里。本工程施工材料密闭储存，必要时设围拦和截水沟；有毒有害的物品如油漆必须远离水体；施工营地的生活垃圾不能随意抛掷，应收集后集中堆放，并联系环卫部门定期清运处置，防止污染物随雨水进入海里。含油污水

由有资质的单位接收处理，对海域水质的影响都不大，对海洋沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，避免污染物直接排入海域，对工程海域沉积物环境的影响很小。

5.4.2 运营期对海洋沉积物环境影响分析

本工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，也就是指路桥表面径流，主要污染物为 COD、BOD、悬浮物和石油类。桥面径流污染物浓度不高，随着潮流涨落，这些污染物会很快被稀释，基本不会对海域沉积物环境造成大的影响。

对海域沉积物可能造成大的影响的环节是环境风险的事故排放。这将导致对局部海域的严重损害，沉积物环境是污染物的最终受纳者。事故发生后，危险品经沉降及沉积物内物质的吸附作用停留于沉积环境中，使沉积物中有毒有害物质的含量大幅度抬升，对沉积物环境造成很大的影响。因此必须采取有保证的常规措施，具体的措施将在风险评价和环保措施中详细提出。

5.5 声环境影响预测与评价

5.5.1 施工期噪声环境影响预测与评价

5.5.1.1 施工噪声源强

施工噪声影响主要是道路、桥梁施工的影响，主要有筑路机械噪声、拆迁噪声、车辆运输噪声以及现场处理噪声。这部分噪声虽然是暂时的，但由于拟建工程施工时间较长、施工影响范围较大。

施工机械噪声具有噪声值高、无规则的特点，往往会对施工场地附近的村镇等声环境敏感点产生较大的影响，因此，道路、桥梁工程施工所产生的施工机械噪声必须十分重视。根据工程施工特点，把施工过程主要分为三个阶段，即基础施工（包括场平施工）、路面施工、交通工程施工。

（1）基础施工：这一工序是耗时最长、所用施工机械最多、噪声最强的阶段，该阶段主要包括场平、处理地基、路基平整、挖填土方、逐层压实路面、钻孔灌注桩施工、承台与墩身施工等施工工艺，这一过程还伴随着大量运输物料车辆进出施工现场。该阶段需用的施工机械包括装载机、振动式压路机、推土机、平地机、挖掘机等。

（2）路面施工：这一工序继路基施工结束后开展，主要是对全线路面处理，

用到的施工机械主要是摊铺机，根据国内对道路施工期进行的一些噪声监测，该阶段道路施工噪声相对路基施工段较小，距路边 50m 外的敏感点受到的影响较小。

（3）交通工程施工：这一工序主要是对道路沿线的警示标志、路面漆划标线、护栏、信号灯等相应的交通管理设施进行安装。该工序基本不用大型施工机械，因此噪声的影响更小。

上述施工过程中，都伴有建筑材料的运输车辆所带来的机动车噪声，建材运输时，运输道路会不可避免地选择一些敏感点附近的现有道路，这些运输车辆发出的辐射噪声将对沿线的声环境敏感点产生一定影响。

因此，工程机械施工时往往会对施工场地附近的声环境敏感点产生较大的影响。本工程工期较长，必须十分重视公路施工机械噪声污染，对工程施工期噪声进行分析评价，以便更好地制定相应的施工管理计划，工程施工期保护好沿线地区居民良好的声环境。

5.5.1.2 施工噪声预测方法和模式

各施工机械作业时需要一定的作业空间，操作运转时也需要一定的工作间距，鉴 于施工噪声的复杂性及其影响的区域性和阶段性，施工期噪声源可近似视为点声源处理，其噪声影响随距离增加而逐渐衰减，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中点声源几何发散衰减的基本公式，估算出离噪声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg\left(\frac{r}{r_0}\right)$$

式中：$L_p(r)$—预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$——参考位置r_0处的声压级，dB；

r——预测点距离声源的距离，m；

r_0——参考点距离，m。

对于多台施工机械同时作业时对某个预测点的影响，按下式进行声级叠加：

$$L_{总Aeq}=10\lg\sum_{i=1}^{n}10^{0.1L_{Aeq}}$$

式中：n——声源总数；

$L_{总Aeq}$——对于某点的总声压级。

5.5.1.3 单台机械噪声影响预测分析

根据各种施工机械噪声值，通过计算可以得出不同类型施工机械在不同距离处的噪声预测值，见表 5.5-1。

表 5.5-1 各主要施工机械在不同距离处的贡献值

序号	机械类型	噪声预测值（dB(A)）								
		5m	10m	20m	50m	100m	150m	200m	300m	400m
1	轮胎式装载机	90	84	78	70	64	60	58	54	52
2	平地机	90	84	78	70	64	60	58	54	52
3	轮胎压路机	76	70	64	56	50	46	44	40	38
4	推土机	86	80	74	66	60	56	54	50	48
5	摊铺机	87	81	75	67	61	57	55	51	49
6	泥浆罐车	85	79	73	65	59	55	53	49	47
7	自卸汽车	90	84	78	70	64	60	58	54	52
8	起重机	90	84	78	70	64	60	58	54	52
9	液压挖掘机	90	84	78	70	64	60	58	54	52
10	回旋钻机	95	89	83	75	69	65	63	59	57
11	卷板机	100	94	88	80	74	70	68	64	62
12	切割机	100	94	88	80	74	70	68	64	62

由表 5.5-1 可知，施工噪声因不同的施工机械影响的范围相差很大，机械设备在施工场界周围 150m 范围内的最大噪声值超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中建筑施工场界环境噪声排放限值要求。设备噪声尽管在施工期间产生，但由于其具冲击性、有的持续时间较长并伴有强烈的震动，对环境的危害亦大。加上工程进度不同而设备的投入也不一样，在施工初期，地面平整阶段，运输车辆的行驶和施工设备的运行具有分散性，噪声的影响属于流动性和不稳定性，此阶段对周围环境的影响不明显。随后进行的定点开挖等固定噪声源的增多，运行时间将较长，此阶段对周围环境的影响会越来越明显，但很大程度是取决于施工点与敏感点的距离和施工时段，距离越近或在夜间施工影响是最大的，但是施工期相对营运期而言其噪声影响是短暂的，一旦施工活动结束，施工噪声也就随之结束。

工程沿线声环境保护目标与工程道路边界线、施工场地距离较近，最近的敏感点为前华村，紧邻道路。工程施工将不可避免对周边村庄造成不同程度的影响。建设单位需采取有效的防护措施，合理安排施工时间，加强施工期环境监理，做

到文明施工，清洁施工，采取必要的噪声控制措施（如设置施工围挡、移动式声屏障，对高噪声施工设备进行隔声减震处理等），降低施工噪声对环境的影响，确保场界施工噪声能够维持达标，减少对周边声环境影响。

为保护沿线（周边）居民的生活环境，应避免夜间施工，若确需施工工艺需要昼夜连续作业的，则应向生态环境主管部门书面申请，获批后方可施行。

5.5.2 营运期声环境影响预测与评价

5.5.2.1 噪声预测模式

根据拟建道路特点、沿线的环境特征，以及工程设计的交通量等因素，本评价采用《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024）的预测模式进行预测。地面任何一点的环境噪声是指线声源传至该点时的噪声能量与该点背景噪声能量的叠加。

1、基本预测模型

（1）第*i*类车等效声级的预测模式：

$$L_{Aeq}(h)_i=(\overline{L_{OE}})_i+10\lg\left(\frac{N_i}{V_iT}\right)+\Delta L_{距离}+10\lg\left(\frac{\theta}{\pi}\right)+\Delta L-16 \qquad （1）$$

式中：$L_{Aeq}(h)_i$—第i类车的小时等效声级，dB(A)；

$(\overline{L_{OE}})_i$—距第i类水平距离为7.5m处的平均辐射噪声级，dB(A)；

N_i—昼间、夜间通过某预测点的第i类车平均小时车流量，辆/h；

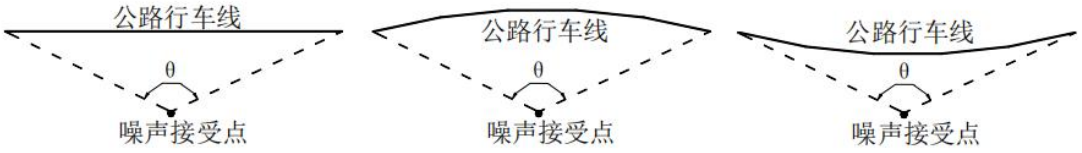
V_i—第i类车的平均车速，km/h；

T—计算等效声级的时间，1h；

$\Delta L_{距离}$—距离衰减量，dB(A)；

θ—预测点到有限长路段两端的张角，弧度，见图5.5-1。当路段与噪声接受点之间水平方向无任何遮挡时，θ可取$\frac{170\pi}{180}$；当路段与噪声接受点之间水平方向有遮挡时，θ为预测点与两侧遮挡点连线组成的夹角；

ΔL—由其它因素引起的修正量，dB(A)。



a） 有限长路段　　b） 公路内弯曲　　c） 公路外弯曲

图 5.5-1　预测点到有限长路段两端的张角

①$\Delta L_{距离}$ 按公式（2）计算：

$$\Delta L_{距离}=\begin{cases}10\lg(\dfrac{7.5}{r}) & (N_{max}\geqslant 300辆/h)\\ 15\lg(\dfrac{7.5}{r}) & (N_{max}<300辆/h)\end{cases} \quad (2)$$

式中：$\Delta L_{距离}$—距离衰减量，dB(A)；

r—从车道中心线到预测点的距离，m；

N_{max}—最大平均小时车流量，辆/h，同一个公路建设项目采用同一个值，取公路运营期各代表年份、各路段平均小时车流量中的最大值。

②ΔL 按公式（3）计算：

$$\Delta L=\Delta L_1-\Delta L_2 \quad (3)$$

式中：ΔL—由其它因素引起的修正量，dB(A)；

ΔL_1—线路因素引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2—声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)。

③ΔL_1 按公式（4）计算：

$$\Delta L_1=\Delta L_{坡度}+\Delta L_{路面} \quad (4)$$

式中：ΔL_1—线路因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{坡度}$—公路纵坡引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{路面}$—公路路面类型引起的修正量，dB(A)。

④ΔL_2 按公式（5）计算：

$$\Delta L_2=A_{gr}+A_{bar}+A_{fol}+A_{atm} \quad (5)$$

式中：ΔL_2—声波传播途径中引起的衰减率，dB(A)；

A_{gr}—地面吸收引起的衰减量，dB(A)；

A_{bar}—遮挡物引起的衰减量，dB(A)；

A_{fol}—绿化林带引起的衰减量，dB(A)；

A_{atm}—大气吸收引起的衰减量，dB(A)。

（2）噪声贡献值

$$L_{Aeqg}=10\lg\left[10^{0.1L_{Aeql}}+10^{0.1L_{Aeqm}}+10^{0.1L_{Aeqs}}\right] \quad (6)$$

式中：L_{Aeqg}—公路建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB(A)；

L_{Aeql}—大型车的噪声贡献值，dB(A)；

L_{Aeqm}—中型车的噪声贡献值，dB(A)；

L_{Aeqs}—小型车的噪声贡献值，dB(A)。

（3）噪声预测值

$$L_{Aeq}=10\lg\left[10^{0.1L_{Aeqg}}+10^{0.1L_{Aeqb}}\right] \quad (7)$$

式中：L_{Aeq}—预测点的噪声预测值，dB(A)；

L_{Aeqg}—预测点的噪声贡献值，dB(A)；

L_{Aeqb}—预测点的背景噪声值，dB(A)。

2、修正量和衰减量的计算

①公路纵坡引起的修正量（$\Delta L_{坡度}$）按公式（8）计算：

大型车：$\Delta L_{坡度}=98\times\beta$

中型车：$\Delta L_{坡度}=73\times\beta$ （8）

小型车：$\Delta L_{坡度}=50\times\beta$

式中：$\Delta L_{坡度}$—公路纵坡引起的修正量，dB(A)；

β—公路纵坡坡度，%。

②公路路面类型引起的修正量（$\Delta L_{路面}$）按表 5.5-2 取值。

表 5.5-2　常见路面修正量

路面类型	不同行驶速度修正量[dB(A)]		
	30（km/h）	40（km/h）	≥50（km/h）
普通沥青混凝土	0	0	0
普通水泥混凝土	+1.0	+1.5	+2.0
低噪声路面	单层低噪声路面对应普通沥青混凝土路面或普通水泥混凝土路面，可做		

路面类型	不同行驶速度修正量[dB(A)]		
	30（km/h）	40（km/h）	≥50（km/h）
	-1dB(A)~-3dB(A)修正（设计车速较高时，取较大修正量），多层或其他新型低噪声路面修正量可根据工程验证的研究成果适当增加。		

③大气吸收引起的衰减量（A_{atm}）按公式（9）计算：

$$A_{atm}=\frac{\alpha(r-r_0)}{1000} \qquad (9)$$

式中：A_{atm}—大气吸收引起的衰减量，dB(A)；

α—与温度、湿度和声波频率有关的大气吸收衰减系数，预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的大气吸收衰减系数，见表 5.5-3。

r—预测点距声源的距离，m；

r_0—参照点距声源的距离，m。

表 5.5-3　倍频带噪声的大气吸收衰减系数

湿度/℃	相对湿度/℃	大气吸收衰减系数α[dB(A)/km]							
		倍频带中心频率[Hz]							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	**2.8**	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

④地面吸收引起的衰减量（A_{gr}）按公式（10）计算：

$$A_{gr}=4.8-\left(\frac{2h_m}{r}\right)\left(17+\frac{300}{r}\right) \qquad (10)$$

式中：A_{gr}—地面吸收引起的衰减量，dB(A)；

r—预测点距声源的距离，m；

h_m—传播路径的平均离地高度，m；可按图 5.5-2 计算，$h_m=F/r$，F 为阴影面积，m^2。

若 A_{gr} 计算出负值，则 A_{gr} 可取 0，其它情况可参照 GB/T 17247.2 计算。

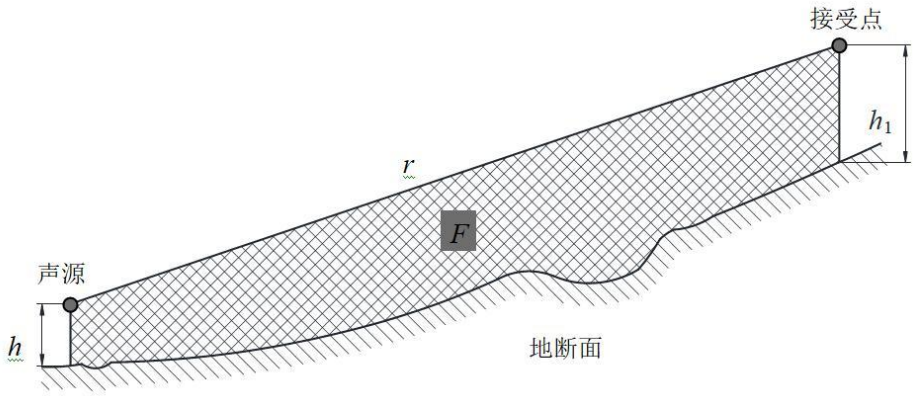


图 5.5-2　估计平均高度 h_m 的方法

⑤遮挡物引起的衰减量（A_{bar}）按公式（11）计算：

$$A_{bar} = \Delta L_{建筑物} + \Delta L_{声影区} \qquad (11)$$

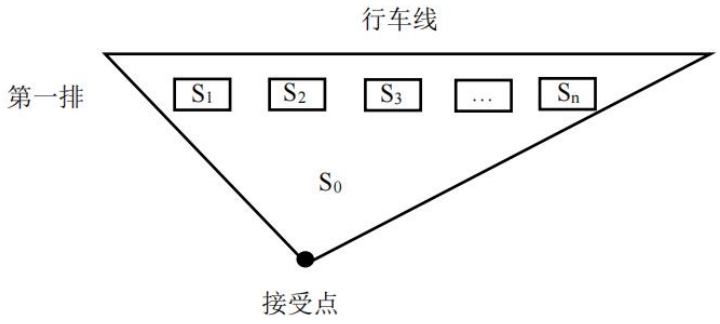
式中：A_{bar}—遮挡物引起的衰减量，dB(A)；

$\Delta L_{建筑物}$—建筑物引起的衰减量，dB(A)；

$\Delta L_{声影区}$—路堤和路堑引起的衰减量，dB(A)。

a）建筑物引起的衰减量（$\Delta L_{建筑物}$）

在沿公路第一排房屋声影区范围内，可按图 5.5-3、表 5.5-4 近似计算。



注 1：第一排房屋面积 $S=S_1+S_2+\ldots\ldots+S_n$

注 2：S_0 为接受点对房屋张角至行车线三角形的面积

图 5.5-3　建筑物引起的衰减量计算示意图

表 5.5-4　建筑物引起的衰减量估算值

S/S0	衰减量 $\Delta L_{建筑物}$ [dB(A)]
40%~60%	3
70%~90%	5
以后每增加一排房屋	1.5 最大衰减量≤10
注：本表仅适用于平路堤路侧的建筑物。	

b）路堤或路堑引起的衰减量（$\Delta L_{声影区}$）

当预测点位于声影区时，$\Delta L_{声影区}$ 按公式（12）计算：

$$\Delta L_{声影区}=\begin{cases}10\lg\left(\dfrac{3\pi\sqrt{(1-t^2)}}{4\tan^{-1}\sqrt{\dfrac{(1-t)}{(1+t)}}}\right) & (当t=\dfrac{20N}{3}\leqslant 1时)\\ 10\lg\left(\dfrac{3\pi\sqrt{(t^2-1)}}{2\ln(t+\sqrt{(t^2-1)})}\right) & (当t=\dfrac{20N}{3}>1时)\end{cases} \tag{12}$$

式中：N—菲涅尔数，按公式（13）计算：

$$N=\frac{2\delta}{\lambda} \tag{13}$$

式中：δ—声程差，m，按图 5.5-4 计算，δ=a+b-c。

λ—声波波长，m。

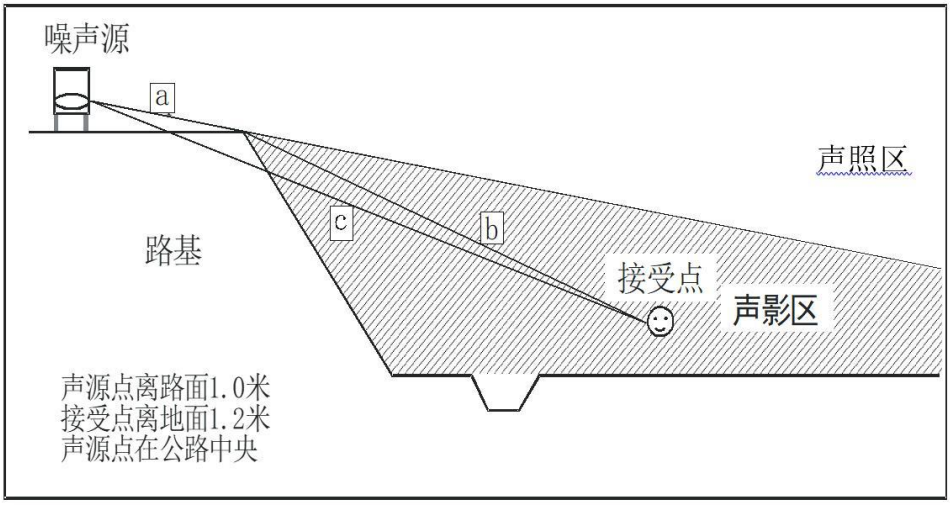


图 5.5-4　声程差 δ 计算示意图

当预测点处于声影区以外区域（声照区）时，$\Delta L_{声影区}=0$。

⑥绿化林带引起的衰减量（A_{fol}）

绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。在声源附近的绿化林带，或在预测点附近的绿化林带，或两者均有的情况都可以使声波衰减，见图 5.5-5。

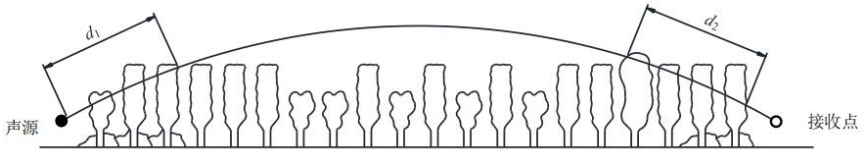


图 5.5-5　通过树和灌木时噪声衰减示意图

通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 d_f 的增长而增加，其中 $d_f=d_1+d_2$，为了计算 d_1 和 d_2，可假设弯曲路径的半径为 5km。

表 5.5-5 中的第一行给出了通过总长度为 10m 到 20m 之间的乔灌结合郁闭度较高的林带时，由林带引起的衰减；第二行为通过总长度 20m 到 200m 之间林带时的衰减系数；当通过林带的路径长度大于 200m 时，可使用 200m 的衰减值。

表 5.5-5　倍频带噪声通过林带传播时产生的衰减

项目	传播距离 d_f/m	倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减/dB	$10\leq d_f<20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数/(dB/m)	$20\leq d_f<200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0. 12

5.5.2.2 交通噪声源强的确定

根据工程分析，各预测年各车型车速及单车辐射声级见表 3.10-11~3.10-12。

本工程沿线分布有前华村，本工程对沿线噪声敏感点进行了监测。

5.5.2.3 交通噪声预测结果及评价

（1）预测内容

根据前述的预测方法、预测模式和设定参数，对拟建道路营运期各特征年昼、夜交通噪声进行预测计算。预测内容包括：水平向交通噪声影响预测、铅垂向交通噪声影响预测和敏感点环境噪声影响预测。

（2）水平向交通噪声影响预测结果及分析

出于预测的可行性考虑，不考虑建筑物和树木的遮挡屏蔽影响及地形的变化影响，即在开阔空旷环境下，只考虑声波的空气吸收、地面吸收和几何衰减而获得的在离地面 1.2m 处的纯交通噪声的贡献值在水平向的影响分布。

本项目水平向交通噪声影响预测结果见表 5.5-6，水平向交通噪声衰减曲线图见图 5.5-6，运营期水平向等声级线图见图 5.5-7。根据预测结果可知：

①随着离中心线距离的增加，噪声影响逐渐减弱。

②随着交通量的增加，噪声影响日益增加；运营近期噪声影响最小，中期增大，远期影响最大。

③运营期路肩处均可满足 4a 类昼间标准；运营期中、远期距路中心线 32m、40m 处可达到 4a 类夜间标准；

运营近、中、远期距路中心线 32m、43m、55m 处可达到 2 类昼间标准，运

营近、中、远期距路中心线 60m、78m、90m 处可达到 2 类夜间标准。

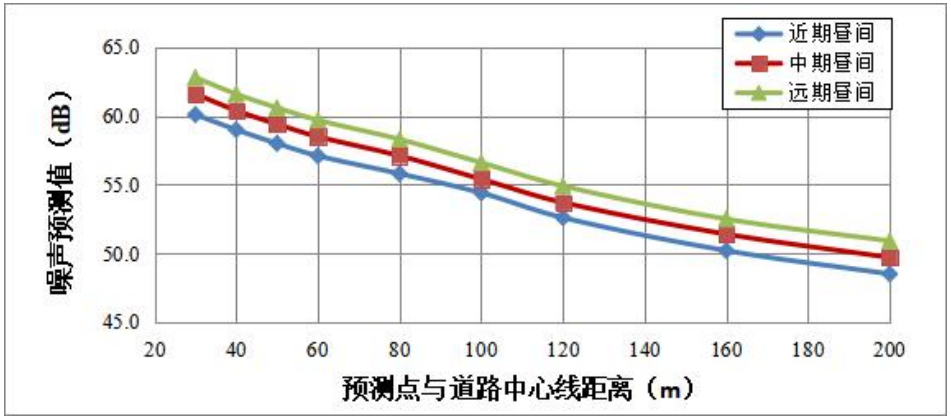
表 5.5-6 可作为沿线两侧建筑物规划参考依据。

根据交通噪声水平向预测结果，本工程 100m 范围超过标准限制，因此建议本工程在沿前华村居民点一侧设置声屏障、隔声窗等降噪措施，一般可降低噪声 10dB。经隔声后，本工程建议噪声防护控制距离为两侧距路中心线 100m（运营远期 2 类声功能区达标距离）范围内。在声环境控制距离内，临路第一排不宜建设集中住宅，特别是学校、医院、疗养院等特殊敏感建筑，在噪声防护控制距离内如确需建设集中住宅时，则应依据噪声污染防治法，需进行自身声防护措施，使面向道路一侧的室内声环境满足《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010 中相应功能的指标。

沿线声环境敏感建筑的建设单位进行总平面设计时应根据道路两侧土地利用规划，以及建设的内容，并结合道路两侧今后的城市发展规划和交通道路声环境控制距离的要求进行布置。建议新建居民住宅等敏感建筑避免设置在沿线第一排，可将居住小区的停车场、商业用房及物业用房等设置在第一排。同时，在建筑设计时应按照《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）的要求，以确保室内具有较好的声环境，住宅楼朝向道路的门窗采用有足够隔声量的通风隔声窗，或者符合国家标准的新型材料门窗（铝合金窗、彩钢合金窗、碳纤维门窗等）；将浴室、厨房和电梯间等辅助建筑面向道路的一侧，以消除或减弱交通噪声的影响。

表 5.5-6　水平向交通噪声预测结果　　单位：dB(A)

时段	预测年	距路中心线距离（m）									达标距离[距中心线](m)	
		30	40	50	60	80	100	120	160	200	4a 类	2 类
昼间	2026 年	60.1	59.0	58.0	57.1	55.8	54.4	52.6	50.2	48.5	/	32
	2032 年	61.6	60.4	59.4	58.5	57.1	55.4	53.7	51.4	49.7	/	43
	2040 年	62.8	61.6	60.6	59.7	58.3	56.6	54.9	52.5	50.9	/	55
夜间	2026 年	53.7	52.3	51.1	50.0	48.2	46.6	44.6	41.6	39.5	/	60
	2032 年	55.4	53.9	52.6	51.5	49.8	47.8	45.8	43.0	41.0	32	78
	2040 年	56.5	55.0	53.8	52.7	51.0	49.0	46.9	44.1	42.1	40	90



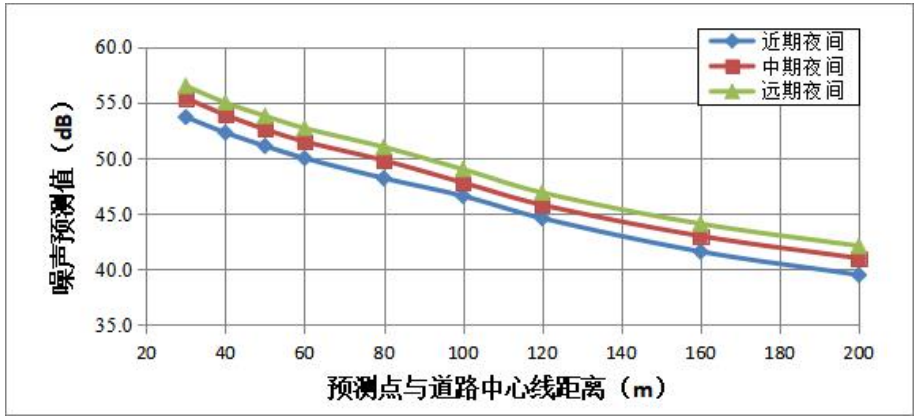
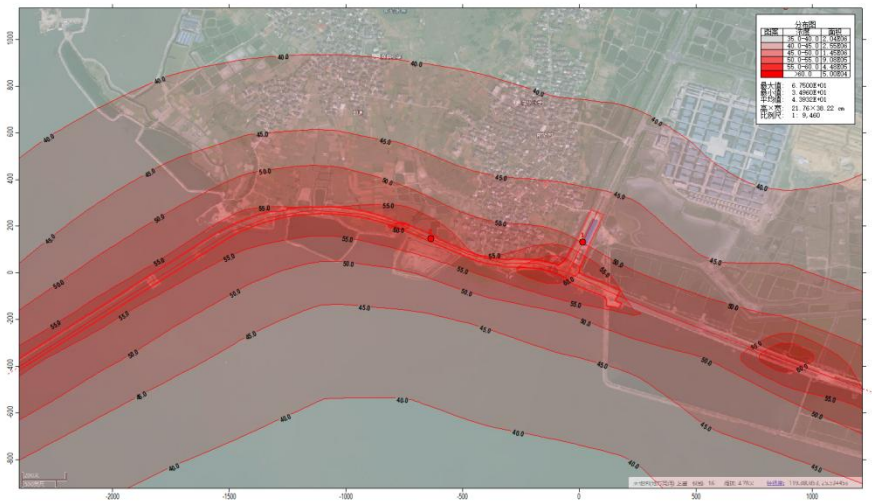
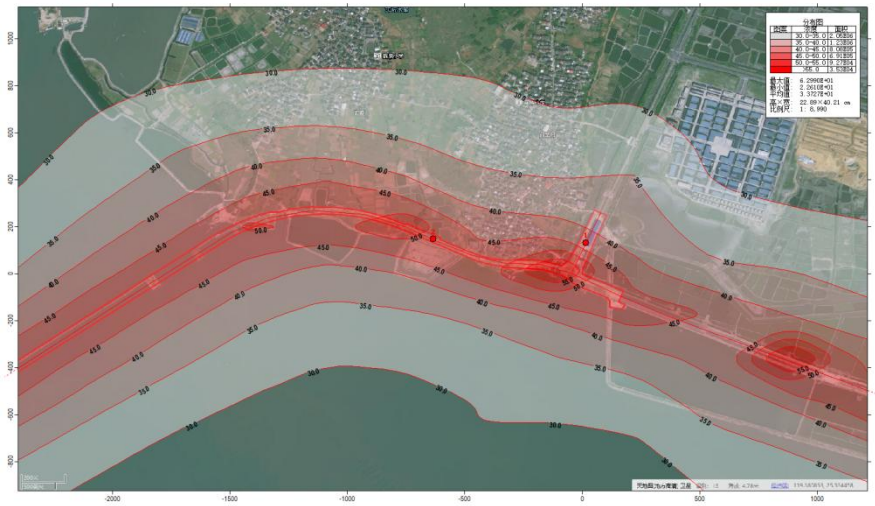


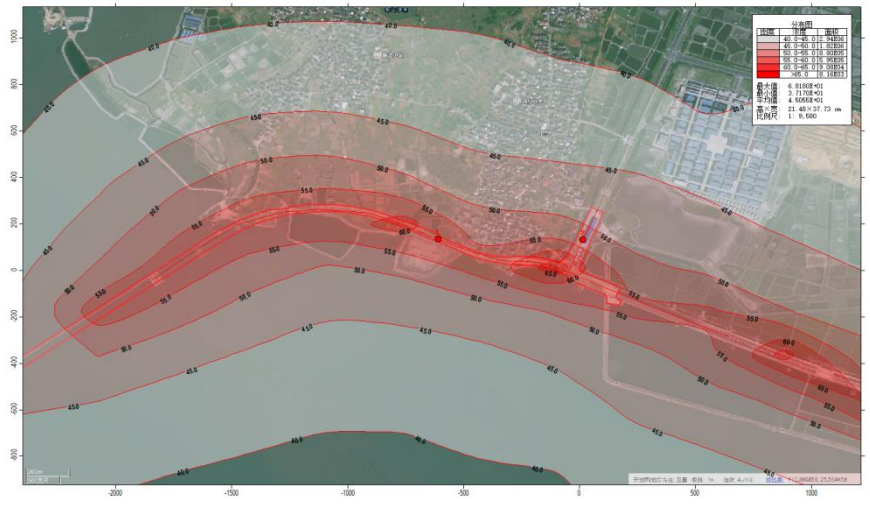
图 5.5-6　水平向交通噪声衰减曲线图



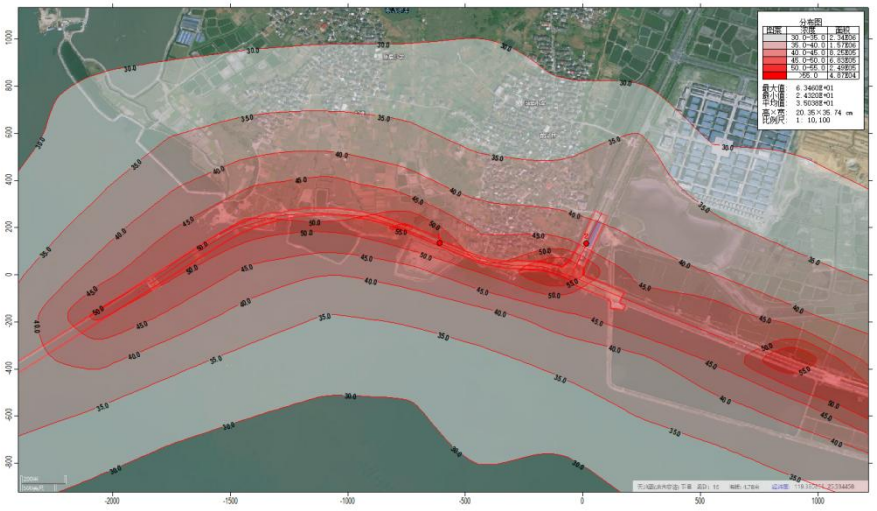
近期昼间



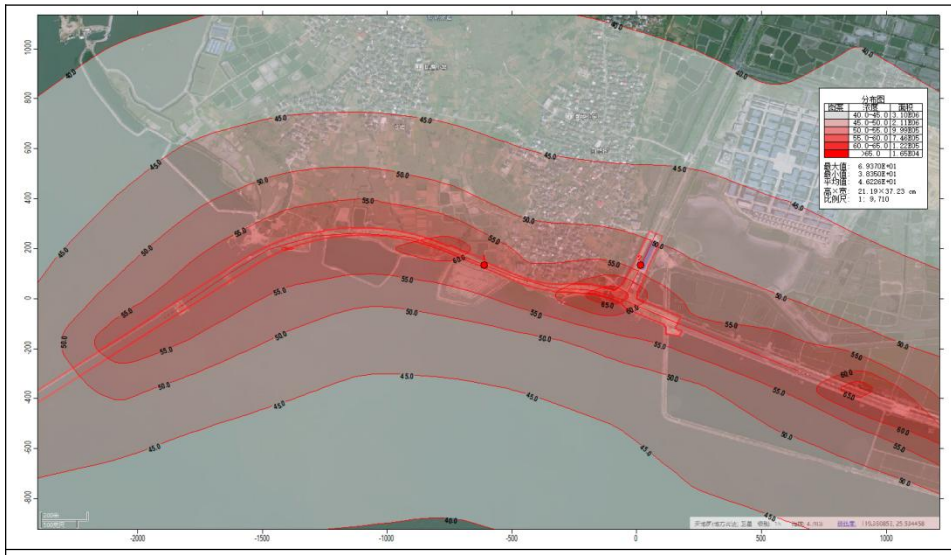
近期夜间



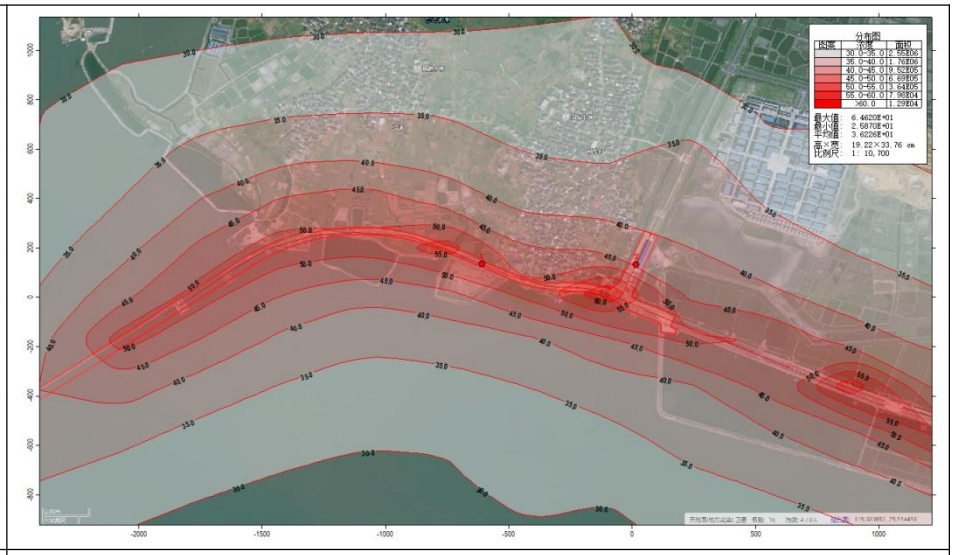
中期昼间



中期夜间



远期昼间



远期夜间

图 5.5-7　运营期水平向等声级线图

（3）垂向交通噪声影响预测与分析

为了解和掌握运营期交通噪声在道路两侧的垂向分布情况，假设在开阔、平坦、平路基、直线段等特定环境条件下，不考虑线路两侧树木与构筑物对声波的遮挡等声波传播附加衰减，以及环境的背景噪声，只考虑声波的几何衰减、地面吸收和空气吸收。

本次预测距拟建道路中心线 14m 处、高度 0~60m 的垂向噪声影响分布，预测结果见表 5.5-7，垂向交通噪声衰减曲线图见图 5.5-8。

根据预测结果可知，距拟建道路中心线 14m 处一定高度范围内，随着高度的增加，噪声级呈逐步上升趋势，8 层处出现最大值，超过 8 层后，噪声级不再随高度同步增加，呈现下降趋势。

表 5.5-7　垂向交通噪声预测结果　　单位：dB(A)

楼层	预测点高度	2026 年		2032 年		2040 年	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1F	1.2	62.0	56.0	63.7	57.9	64.9	59.1
2F	4.2	62.6	56.9	64.4	58.8	65.6	60.0
3F	7.2	63.4	57.8	65.2	59.8	66.4	61.0
4F	10.2	64.2	58.8	66.1	61.0	67.3	62.1
5F	13.2	65.3	60.1	67.3	62.5	68.5	63.6
6F	16.2	66.6	61.8	68.6	64.0	69.8	65.2
7F	19.2	67.6	63.0	69.2	64.8	70.4	66.0
8F	22.2	67.9	63.4	69.1	64.6	70.3	65.8
9F	25.2	67.4	62.8	68.3	63.8	69.5	64.9
10F	28.2	66.3	61.4	66.9	62.0	68.1	63.1
11F	31.2	65.0	59.8	65.8	60.6	67.0	61.8
12F	34.2	64.0	58.6	64.9	59.5	66.1	60.6
13F	37.2	63.2	57.6	64.1	58.5	65.3	59.7
14F	40.2	62.5	56.6	63.4	57.7	64.6	58.8
15F	43.2	61.8	55.8	62.8	56.9	64.0	58.1
16F	46.2	61.3	55.1	62.3	56.2	63.5	57.4
17F	49.2	60.7	54.5	61.8	55.6	63.0	56.8
18F	52.2	60.3	53.9	61.4	55.0	62.5	56.2
19F	55.2	59.8	53.3	60.9	54.5	62.1	55.7
20F	58.2	59.4	52.8	60.5	54.0	61.7	55.2
备注：距拟建道路中心线 14m 处不同高度噪声值预测结果。							

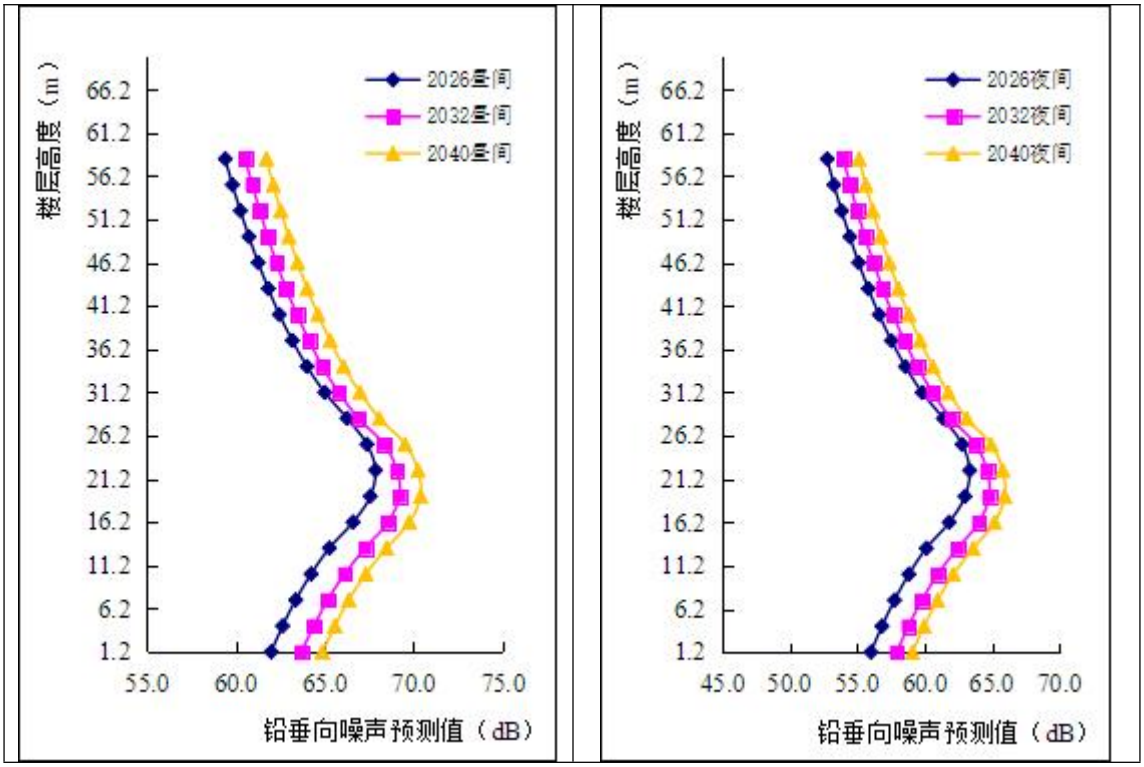


图 5.5-8　运营期垂向交通噪声衰减曲线图

（4）敏感点噪声预测评价

敏感点环境噪声预测应考虑到敏感点与其所处路段的位置关系、地形、地貌、障碍物、地面吸收、空气衰减等因素产生的声波附加衰减，由交通噪声贡献值叠加相应的声环境背景值得到。

预测点昼间或夜间环境噪声预测值采用以下公式计算：

$$（Leq）_{预}=10\lg\left[10^{0.1(Leq)^{交}}+10^{0.1(Leq)^{背}}\right]$$

式中：$(Leq)_{预}$—预测点昼间或夜间环境噪声预测值，dB（A）；

$(Leq)_{背}$——预测点环境噪声背景值，dB(A)。

考虑到路段距离前华村较近，本次评价拟将前华村分成 2 个区域进行敏感点噪声预测，预测结果详见表 5.5-8。噪声预测的敏感点位置示意图见图 5.5-9。

对比《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的相应标准值，根据对各敏感点的交通噪声的预测结果，可以得到以下结论：

前华村 N1：4a 类区，运营期近、中、远期昼夜间噪声均超标，最大超标量分别为 12.0dB（A）、13.4dB（A）、14.6dB（A）。

前华村 N2：2 类区，运营期近、中、远期昼夜间噪声均超标，最大超标量分别为 4.8dB（A）、5.5dB（A）、6.5dB（A）。

综上所述，本工程建成运营后，敏感点运营近、中、远期声环境质量均出现不同程度的超标，最大超标量为 14.6dB（A），需采取相应的噪声污染防治措施。

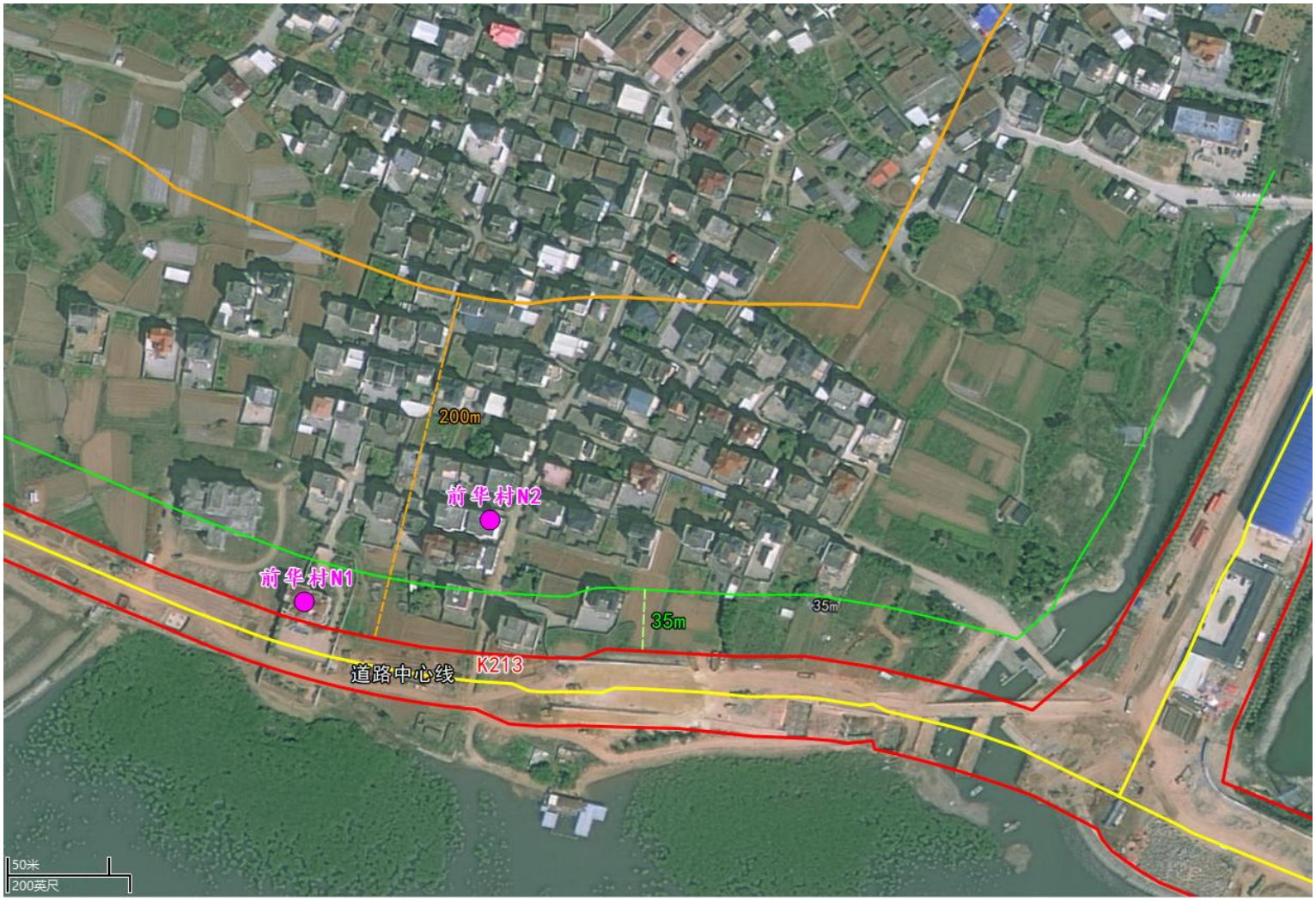


图 5.5-9　噪声预测的敏感点位置示意图

表 5.5-8　运营期声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表　　单位：dB(A)

序号	声环境保护目标			预测点与声源高差（m）①	功能区类别	时段	标准值	背景值⑤	现状值②	运营期 2026 年（近期）				运营期 2032 年（中期）				运营期 2040 年（远期）			
										贡献值	预测值④	较现状增量	超标量	贡献值	预测值	较现状增量	超标量	贡献值	预测值	较现状增量	超标量
1	前华村	N1	1F	10	4a	昼间	70	54.8	54.8	70.4	70.5	15.7	0.5	72.1	72.1	17.3	2.1	73.2	73.3	18.5	3.3
						夜间	55	42.6	42.6	65.6	65.6	23.0	10.6	67.4	67.5	24.9	12.5	68.6	68.6	26.0	13.6
			3F			昼间	70	54.7	54.7	71.5	71.6	16.9	1.6	72.8	72.9	18.2	2.9	74.0	74.0	19.3	4.0
						夜间	55	41.3	41.3	67.0	67.0	25.7	12.0	68.4	68.4	27.1	13.4	69.6	69.6	28.3	14.6
2		N2	1F	9.5	2	昼间	60	56.6	56.6	58.0	60.4	3.8	0.4	58.8	60.8	4.2	0.8	60.0	61.6	5.0	1.6
						夜间	50	48.6	48.6	50.3	52.5	3.9	2.5	51.1	53.1	4.5	3.1	52.3	53.8	5.2	3.8
			3F			昼间	60	56.6	56.6	59.9	61.6	5.0	1.6	60.6	62.0	5.4	2.0	61.8	62.9	6.3	2.9
						夜间	50	48.6	48.6	52.2	53.8	5.2	3.8	53.0	54.3	5.7	4.3	54.1	55.2	6.6	5.2
			5F			昼间	60	56.6	56.6	61.3	62.6	6.0	2.6	62.2	63.2	6.6	3.2	63.3	64.2	7.6	4.2
						夜间	50	48.6	48.6	53.6	54.8	6.2	4.8	54.5	55.5	6.9	5.5	55.7	56.5	7.9	6.5

备注：①高差为敏感点房屋所在地地面与路面的高差，以道路路面为基准，负值为低于路面，正值为高于路面。

②现状值取本次评价现状监测值；

③本工程为新建项目，背景值=现状值；

④预测值=本项目贡献值+背景值；较现状增量=预测值-现状值；超标量=预测值-标准限值。

表 5.5-7　声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级☑	二级☐	三级☐			
	评价范围	200 m☑	大于 200 m☐	小于 200 m☐			
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑	最大声级☐	计权等效连续感觉噪声级☐			
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准☐	国外标准☐			
现状评价	环境功能区	0 类区☐	1 类区☐	2 类区☑	3 类区☐	4a 类区☑	4b 类区☐
	评价年度	初期☑	近期☐	中期☐	远期☐		
	现状调查方法	现场实测法☑	现场实测加模型计算法☐	收集资料☐			
	现状评价	达标百分比	100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测☐	已有资料☐	研究成果☐			
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☑	其他☐				
	预测范围	200 m☐	大于 200 m☑	小于 200 m☐			
	预测因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级☐	计权等效连续感觉噪声级☐			
	厂界噪声贡献值	达标☑	不达标☐				
	声环境保护目标处噪声值	达标☐	不达标☑				
环境监测计划	排放监测	厂界监测☐	固定位置监测☑	自动监测☐	手动监测☐	无监测☐	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（等效连续 A 声级）	监测点位数（4）	无监测☐			
评价结论	环境影响	可行☑	不可行☐				
注：“☐” 为勾选项 ，可 √ ；“（　　）”为内容填写项。							

5.6 大气环境影响评价与预测

5.6.1 施工期大气环境影响预测与评价

（1）沥青烟对环境空气影响分析

本工程沥青外购，故工程施工沥青烟的影响主要为路面铺设作业过程产生的影响。该部分沥青烟气为无组织排放，主要污染物为 THC、酚和苯并（a）芘以及异味气体，其污染影响范围一般在周边 50m 之内以及下风向 100m 左右。

本工程沥青烟气产生量较小，对周围环境的影响较小。铺浇沥青混凝土路面前，应及时通知附近居民区、学校等环境空气敏感对象，施工时应对操作人员实行卫生防护，如佩戴口罩，挡风镜等。

（2）施工场地扬尘影响分析

本工程施工期建筑物拆除、路基开挖、路堤填筑、土石搬运、物料装卸将产生扰动扬尘、风吹扬尘和逸散尘，施工场地和露天堆场裸露表面也将产生风吹扬尘。

施工场地扬尘的产生量与气候条件和施工方法有关，因施工尘土的含水量比较低，颗粒较小，在风速大于 3m/s 时，施工过程会有扬尘产生。这部分扬尘大部分在施工场地附近沉降。根据类比分析，由于粉尘颗粒的重力沉降作用，施工工地扬尘的污染影响范围和度随着距离的不同而有所差异，在施工场地及其下风向 0～50m 为较重污染带，50～100m 为污染带，100～200m 为轻污染带，200m 以外对空气影响甚微。

本工程沿线敏感点为前华村、北郭村、蒲头村等。因此，工程在施工期间的路基开挖填筑、土石搬运、物料装卸产生的扰动扬尘、风吹扬尘和逸散尘将会对前华村、北郭村、蒲头村等造成影响，因此，本工程在施工过程中洒水作业应保持一定的湿度；对施工场地内松散、干涸的表土，也应该经常洒水防治粉尘一般每天洒水 2~3 次，若遇到大风或干燥天气可适当增加洒水次数；回填土方时，在表层土质干燥时应适当洒水，防止粉尘飞扬。在采取各项环保措施后，施工扬尘对工程周边敏感点的影响可大大减轻。

（3）施工道路扬尘影响分析

在土石方、物料、垃圾运输来往本工程所在地将产生道路二次扬尘污染；对运输路线两侧一定区域的环境空气 TSP 将造成一定的污染贡献，可能造成局部环境空气 TSP 超过二级标准，从而对道路周边的环境产生影响。

在同样路面干燥和积尘量条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏，则扬尘量越大。因此，限制车辆行驶车速及保持路面的湿度与清洁是减少汽车扬尘的最有效手段。正在施工的道路上行驶的施工车辆运输引起的扬尘比较严重，且影响范围较大。

因此，应加强对施工车辆的管理，对于运输土方的车辆要求采取加盖篷布或对道路进行洒水防护；施工工地出口必须设置车辆冲洗设施以及专门人员进行冲洗和监管，禁止运输车辆带泥上路。采取以上措施后，施工材料的运输对沿线居住环境的影响较小。

（4）堆场扬尘影响分析

本工程道路施工阶段扬尘的另一个主要来源是露天堆场和裸露场地的风力扬尘。由于施工需要，一些建筑材料需要露天堆放，一些施工作业点的表层土壤在经过人工开挖后，临时弃土露天堆放，在气候干燥且有风的情况下会产生大量扬尘。可能受到临时表土堆场影响主要的有前华村、北郭村、蒲头村，因此本工程表土堆场周边设置 2.5m 以上高的围挡并用绿网覆盖，在采取各项环保措施后，扬尘对周边环境影响相对较小。

（5）施工机械和施工车辆废气

本工程施工机械及运输车辆排放的尾气含有少量烟尘、NO_2、CO、THC（总经）等污染物；本工程施工线路短，且施工机械和运输车辆分布较为分散，其尾气表现为间歇性流动无组织排放，其影响也较分散和暂时的。通过加强管理和落实环保防治措施，可有效减少施工机械的大气污染。

5.6.2 营运期大气环境影响分析

本工程没有设置服务站或集中式排放源，因此本工程营运期大气环境影响仅做评价，不做预测。

本工程建成通车后空气污染主要是机动车尾气排放，呈线性排放。机动车尾气中主要污染物为 CO、NO_2，随着与路中心线距离的增加，CO、NO_2 的日平均浓度随之降低。工程区域地势相对平缓开阔，扩散能力较好，结合地形地貌、气候条件等因素，加之汽车尾气排放标准及相关产品、工艺的不断提高，单车尾气的排放量将会不断降低，道路对沿线空气质量带来的影响将随之减少，因此营运期汽车尾气对沿线区域环境空气质量影响较小。

5.7 地表水环境影响预测与评价

5.7.1 施工期水环境影响预测与评价

拟建道路施工期对沿线地表水体的影响主要包括施工期筑岛围堰悬浮泥沙、施工期生活污水、施工期生产废水对水体的影响。

（1）**施工期悬浮泥沙**

依据“3.10 污染源分析”，主桥墩施工悬浮泥沙源强为 107.850g/s，其余桩基悬沙源强为 30.677g/s。施工期悬浮物对海水水质的影响分析见“5.3.3 施工期污染物排放对海水水质环境影响分析”。

（2）施工期生活污水

施工期生活污水主要来自施工人员，包括施工人员粪便污水、淋浴污水、洗涤污水和食堂含油污水等，主要污染物指标有 COD、BOD_5、SS、NH_3-N 和动植物油等。根据一般生活污水污染物产生浓度，施工生活污水处理前 COD 浓度为 300mg/L，BOD_5 浓度为 200mg/L，SS 浓度为 150mg/L，动植物油类浓度为 30mg/L，氨氮浓度为 25mg/L。

本工程西岸设置有办公区，施工人员租住周边的民房；东岸设置一处施工驻地，有办公室、宿舍、食堂等。西岸办公区生活污水由化粪池处理后用于周边农田灌溉，施工人员生活污水依托村庄污水处理系统处理，均不外排，对周边水环境影响较小。东岸项目驻地的生活污水接入市政污水管网后排入污水处理厂处理，不外排，对周边水环境影响较小。

（3）施工期生产废水

根据工程分析，本工程施工生产废水主要来自施工场地，包括汽车机械设备冲洗含油废水以及混凝土转筒和料罐冲洗废水等，其中施工机械和车辆的冲洗废水主要污染物为含有高浓度的泥沙悬浮物和较高浓度的石油类物质。这些施工废水如果未经处理，直接外排，势必对周边水环境造成污染。为保护工程周边水环境，建议在施工场地设置沉砂池，主要处理含泥沙废水；在临时机械维修场地，设置小型的隔油沉淀池，主要处理含油废水。施工生产废水经隔油、沉淀处理后回用于场地冲洗和降尘，不外排。本工程施工生产废水经处理后不外排，且施工活动为短暂行为，因此总体上看，施工废水对周边水环境的影响较可以控制。

5.7.2 营运期水环境影响评价

营运期对沿线水环境质量的影响主要来自路面雨水径流。公路营运期，各种类型车辆排放尾气中所携带的污染物在路面沉积、汽车轮胎磨损的微粒、车架上粘带的泥土，车辆制动时散落的污染物及车辆运行工况不佳时泄漏的油料等，随着天然降雨过程产生的径流进入河流，主要污染物是石油类、有机物和悬浮物，对水体水质产生一定的污染。

根据国内对南方地区路面径流污染情况试验有关资料，路面径流中污染物浓度值详见表 5.7-1。

表 5.7-1　路面径流中污染物浓度值一览表　单位：mg/L（pH 除外）

历时项目	5～20min	20～40min	40～60min	平均值	（GB8978- 1996）一级标准
SS	231.4～158.5	185.5～90.4	90.4～18.7	100	70
石油类	22.30～19.74	19.74～3. 12	3.12～0.21	11.25	5
BOD_5	6.34～6.30	6.30～4.15	4.15～1.26	5.08	50
pH	6.0～6.8	6.0～66.8	6.0～6.8	6.4	6～9

根据上表分析，在路面污染负荷比较一致的情况下，降雨初期到形成路面径流的 20min 内，雨水径流中的 SS 和石油类物质的浓度比较高，含量分别可达 158.5～231.4mg/L、19.74～22.30mg/L；20min 后，其浓度随降雨历时的延长下降速度较快；降雨历时 40min 后，路面基本被冲洗干净，污染物含量较低，污染物浓度基本达到《污水综合排放标准》（GB8978- 1996）表 4 中一级排放标准的要求。由于本工程道路路面与其穿越地面相比，仅占很小部分，且随着降雨历时增加，道路表面径流污染物浓度迅速下降。本工程拟于东岸、西岸各设置一个雨水沉淀池，收集沉淀后排放，加之道路表面径流是短期和暂时的，因此对周边水环境影响很小。

5.8 固体废物环境影响评价

5.8.1 施工期固体废物环境影响评价

工程施工产生的固体废物主要包括施工人员的生活垃圾、施工过程中产生的建筑垃圾以及路基开挖换填、钻孔灌注桩桩基、承台施工过程中排出的钻渣、泥浆等。

（1）施工人员生活垃圾

施工人员的生活垃圾主要产生于各施工营地，生活垃圾经收集后交由环卫部门清运处理。

（2）施工垃圾

主要是施工中建筑模板、建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、 废旧设备以及建筑碎片、碎砖头、水泥块、石子、沙子等基础施工产生的钻渣等固体废

物。这些固体废物中约有 90%是石块、砖瓦等建筑材料废物，可作为城市建设中的填方材料。

因此，施工单位应加强施工管理，防止土石方随意堆放，施工垃圾交由城市渣土清运部门统一清运。施工期生活垃圾由环卫部门清运。只有做好防治措施固体废物对周围环境不会产生显著影响。

（3）土石方

根据主体设计资料，工程挖填方总量为 20.41 万 m^3，总挖方量为 7.52 万 m^3（含 0.97 万 m^3 剥离表土），填方量为 12.89 万 m^3（含绿化覆土 0.97 万 m^3），借方 11.04 万 m^3，余方 5.67 万 m^3。

主体设计布置 2 处泥浆干化场区，其中 1#泥浆干化场布置于场平的主线起点路基，2#泥浆干化场布置于工程线路终点，工程施工期弃方由泥浆干化场沉淀。

根据福清市《研究建筑渣土消纳运输规范化管理有关问题会议纪要》福清市人民政府专题会议纪要（2019）260 号文件要求，由行政服务中心牵头负责建筑渣土资源供需信息平台的开发建设，市域内所有建设项目的渣土供需信息、渣土资源调配等均通过该平台统一处理。辖区内建设项目根据建设实际情况，梳理汇总渣土资源供需情况及具体项目清单、需土量，并实时报送至市行政服务中心，由市行政服务中心汇总并及时在该信息平台公开发布，并由行政服务中心负责受理渣土运输备案和审批工作。

目前建设单位已在平台上完成注册，并根据平台建设项目渣土供求需求，完成借方 5.76 万 m^3（借方来自福长路（福俱大道-洪宽四路）10000m^3，福建省闽江职业技术学校新校区 8#、9#学生宿舍 20000 m^3，福清巨盛制衣有限公司（2020 工业挂-14 号）宗地 9000m^3，福厦客专福清西站山体土石平整项目 1000 m^3 和政府储备地 2019-028 号地块场地平整工程土石方 7600 m^3、福清东百利桥特色历史文化街(二期)项目 10000 m^3），借方主要用于施工便道回填和路基填筑。余方尚未外运，建设单位已向福清市建筑垃圾资源信息平台备案，后期由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点。

5.8.2 营运期固体废物环境影响分析

本工程营运期的固体废物主要为汽车装载货物的洒落物、汽车轮胎挟带的泥沙、过往车辆及行人丢弃的饮料瓶及废纸等生活垃圾，在整个道路沿线随机分散

产生，且产生量较小。固体废物由市政环卫部门定期清扫、收集、外运，保证日产日清、路面清洁，不会对环境造成大的影响。

5.9 生态环境影响分析与评价

5.9.1 海洋生态影响与评价

5.9.1.1 施工期生态影响分析

（1）对浮游生物的影响

施工期对浮游生物的影响主要表现在施工栈桥、施工平台等搭建和拆除以及桥梁桩基施工过程中会对局部海域海底的搅动，使得该处海域表层较为稳定的泥沙产生再悬浮，形成高浓度的悬浮泥沙水团；此外，施工期间在施工栈桥、施工平台上的泥沙由于降雨等原因随雨水进入海域，导致海域中悬浮物含量增加。这些污染环节会引起施工区域内的局部水域的水质混浊，使阳光的透射率下降，从而导致该片水域内浮游生物受到不同程度的影响，尤其是以滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于水中悬浮物的增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表层，干扰其正常的生理功能；滤食性浮游动物及鱼类吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统的紊乱；另外，水体透明度下降，溶解氧降低，对浮游植物的光合作用产生不利影响，妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体中浮游植物的数量，导致该水域内初级生产力水平的下降。有实验资料表明：水体中悬浮物的浓度对微绿球藻和牟氏角毛藻生长有一定的抑制作用，水体中悬浮物的浓度与微绿球藻和牟氏角毛藻生长呈负相关关系。水体中悬浮物增加还会影响浮游动物的数量，除由于浮游植物减少对其产生的影响外，水体中的悬浮物还会影响浮游动物的死亡率。相关文献对大型蚤的实验表明：水体中悬浮物的浓度与大型蚤的死亡率呈正相关关系。

（2）对底栖生物和潮间带底栖生物的影响

底栖生物是海洋生态系统中十分重要的生态群落。其种群数量多分布广并且有重要的经济价值。工程施工过程中，施工栈桥、施工平台和桥梁桩基的搭建（建设）占用一定的海域和滩涂，会造成底栖生物和潮间带底栖生物损失；此外，在施工过程中由于施工栈桥、施工平台和桥墩在建设过程中会对该建设内容外侧一定范围内的底泥搅动和破坏，也会造成底栖生物和潮间带底栖生物的死亡。

（3）对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。海水中悬浮物在许多方面对游泳生物产生不同的影响。首先是水体中悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料的繁殖生长，其次水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，因为悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，将沉积在鳃瓣鳃丝及鳃小片上，损伤鳃组织或隔断气体交换的进行，严重时甚至导致窒息。

施工作业引起水体悬浮物含量变化，并因此造成水体浑浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲状，这必然会引起鱼类和其它游泳生物等的回避反应。根据预测由于本工程施工期间悬浮泥沙影响范围有限，鱼类的规避空间大，受此影响不大；而虾蟹类因其本身的生活习性，大多对悬浮泥沙有较强的抗性，因此施工悬浮泥沙对该海域游泳生物的影响不大，且这种影响是暂时的，随着施工结束而消失。

（4）对鱼卵、仔鱼的影响

悬浮泥沙对鱼卵、仔稚鱼的影响主要表现为：影响胚胎发育，降低孵化率；悬浮物堵塞幼体鳃部造成窒息死亡，大量的悬浮物造成水体严重缺氧而死亡；悬浮物有害物质二次污染破坏水体正常的生物化学过程，破坏鱼类的产卵场、索饵场，破坏鱼类资源的自我更新机制，也使鱼卵、仔稚鱼体内的生理机制发生改变，体内残毒增多，成活率降低。

5.9.1.2 营运期生态影响分析

工程营运期的污染环节为桥面初期雨水，车辆行驶噪声以及风险事故造成的影响等。拟建工程建成通车后，产生的污染物较少，排入附近海域中的水质污染物主要为桥面径流，根据工程分析，桥面径流量较少，且污染物浓度较低，对海域生态环境的影响较小。

5.9.1.3 海洋生物资源损失的估算

本工程用海对海洋生物资源造成的损失主要表现为三个方面：①施工栈桥桩基和围堰临时占用海域导致潮间带底栖生物的一次性损失；②承台占用海域导致潮间带底栖生物的永久性损失；③施工期悬浮泥沙导致的海洋生物损失。

本节内容引自建设单位委托福建海洋工程咨询服务有限公司编制的《国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程海域使用论证报告书》

(2022.04)。

（1）桩基占海对海洋生物的影响分析

①计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），因工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。其生物资源损害量评估按下式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

D_i——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）/km^2、尾（个）/km^3、kg/km^2；

S_i——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km^2 或 km^3。

施工栈桥桩基对潮间带底栖生物造成一次性损失的面积按钢管桩占用海域面积计算，钢管桩直径取 0.6 m，共 1918 根（扣除位于施工围堰内的钢管桩数量），共占用海域面积 542m^2。

施工围堰对潮间带底栖生物造成一次性损失的面积按承台外扩 1.5m（12.2m×12.2 m×94+40 m×30 m×2+31 m×15 m×2）减去围堰内承台横截面面积计算（9.2m×9.2m×94+37m×27m×2+28m×12m×2），即施工围堰用海面积为 6695m^2。

承台对潮间带底栖生物造成永久性损失的面积按承台横截面面积计算，即承台用海面积为 9.2 m×9.2 m×94+37m×27m×2+28m×12m×2=10626 m^2。

根据海洋现状调查可知，工程附近海域潮间带底栖生物的生物量为春季 265.92g/m^2，秋季 22.82 g/m^2，平均值 144.37g/m^2。潮间带底栖生物损失量见表 5.9-1。

表 5.9-1　工程占用海域造成的潮间带底栖生物损失量

占用方式	损失类型	占用面积（m^2）	潮间带底栖生物生物量均值（g/m^2）	潮间带底栖生物损失量（kg）
施工栈桥桩基 用海	一次性损失	542	144.37	78
施工围堰用海	一次性损失	6695	144.37	967
承台用海	永久性损失	10626	144.37	1534

（2）悬浮泥沙入海对海洋生物的影响分析

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的规定，污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估分为一次性损害和持续性损害：

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15 d（不含 15 d）；持续性损害：污染物浓度增量区域存在时间超过 15 d。

当污染物浓度增量区域存在时间少于 15 d（不含 15d）时，应计算生物资源的一次性损害。

一次性损失量＝密度×体积×生物损失率（%）

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15 d 时，应计算生物资源的累计损害量（即持续性损害）。

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i—第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个、千克（kg）；

W_i—第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个、千克（kg）；

T—污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

根据工程施工方案，本工程施工期约为 24 个月（即周期 T=48），每天施工一个潮周期算，则根据海洋现状调查可知，工程附近海域各类生物的密度值，可计算出施工期悬浮泥沙污染导致的各类海洋生物损失量，如表 5.9-2 所示。

表 5.9-2 悬浮泥沙引起的海洋生物受损量

项目	超标面积(km^2)	各类生物平均损失率(%)及生物资源密度				
		鱼卵	仔稚鱼	游泳动物	浮游动物	浮游植物
各类生物损失率（1＜Bi≤9）	0.203	30%	30%	10%	30%	30%
各类生物损失率（9≤Bi）	0.103	50%	50%	20%	50%	50%
生物资源密度	-	0.50	0.10	118.91	120.97	12572.95
		ind/m^3	ind /m^3	kg/km^2	mg/m^3	cells/L
一次性	-	2.79×10^4	5.38×10^3	4.86	6.8×10^6	7.07×10^{12}
平均受损量		ind	ind	kg	kg	cells
持续性损害受损量	-	1.34×10^6	2.58×10^5	233	3.26×10^8	3.39×10^{14}
		ind	ind	kg	kg	cells

注：平均水深取 0.5m；本表列出污染物 i 的超标倍数（Bi），指超超 1 类《海水水质标准》的倍数。

5.9.1.4 生物资源损失货币化估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，生物资源损害补偿年限（倍数）的确定按下原则：

——各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算；

——占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 的，按 3 年补偿；占用年限 3 年～20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿；

——一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；

——持续性生物资源损害的补偿分 3 种情况，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3 年～20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续 时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。

5.9.1.5 工程用海导致潮间带底栖生物损失的补偿估算

本工程占用海域的主要是施工栈桥桩基、施工围堰和桥墩，施工栈桥桩基和施工围堰在施工结束后即拆除，经过一定时间，底栖生物将有一定程度的恢复。因此施工栈桥桩基和施工围堰用海实际影响年限低于 3 年，按 3 补偿，潮间带底栖动物按照目前贝类的平均价格为 10 元/kg 进行补偿。桥墩属于永久占用海域，按 20 年进行补偿。

表 5.9-3 工程占用海域导致潮间带底栖生物损失的货币补偿估算

项目	施工栈桥桩基	施工围堰	承台	合计
一次性平均受损量	78 kg	967 kg	1534 kg	2579 kg
持续性受损量（长期用海按 20 年计算/施工期用海按 3 年计算）	234 kg	2901 kg	30680 kg	33815 kg
单价	以换算成贝类计算			
经济损失	0.23 万元	2.9 万元	30.68 万元	33.82 万元

综上，本工程施工栈桥桩基、施工围堰和承台占用海域导致底栖生物资源损失= 0.23+2.90+30.68=33.82 万元。

5.9.1.6 小结

本工程施工栈桥桩基、施工围堰和承台占用海域导致底栖生物资源损失33.82万元，施工期悬浮泥沙入海导致生物经济损失33.22万元，本工程用海导致的海洋生物资源经济损失共计=33.82+33.22=67.02万元。

5.9.2 陆域生态环境影响评价

（1）对陆生植被的影响

本工程占地共计10.4832hm^2，其中永久占地8.2499hm^2，本工程红线外临时占地2.2333hm^2，占地类型有耕地、林地、交通运输用地、住宅用地、水域及水利设施用地及其他土地等。公路工程永久占地，是导致公路沿线地区的地表植被遭受损失和破坏的主要因素；工程不占用永久基本农田，不会对永久基本农田造成影响。

临时干化场、临时堆场、预制场等临时用地区域内的植被将被直接占用及破坏，工程施工产生的扬尘会积于植物表面，阻碍植物光合作用，从而影响其生长发育。因此本工程应严格控制施工作业范围，减少人为活动对道路红线外陆域生态环境的影响，施工期间做好施工围挡及材料的遮盖，降低扬尘对环境空气质量的影响，施工结束后，用原表土回覆施工临时占地，通过修复措施恢复临时用地被破坏的地表植被，有效减缓公路占地对植被和植物资源产生的影响。

（2）对陆生动物的影响

评价区哺乳类动物主要为鼠类。褐家鼠和小家鼠主要栖息在项目区附近的村庄等地，影响评价区是其觅食的活动范围，工程所涉湿地不是鼠类主要的栖息地和觅食地。鼠类适应性强，分布较广，工程施工可能会驱赶它们前往附近类似生境生活，但这种影响将随着施工结束而改善。因此，工程对评价区湿地哺乳类动物影响较小。

（3）水土流失

工程施工造成项目区内原地表扰动，扰动裸露面在雨水的冲刷下极易产生水土流失，若不做好水土流失防治工作，裸露的地面在雨水的冲刷下会形成面蚀或沟蚀，泥沙易被雨水冲刷到道路两侧，导致土地生产力、肥力降低。

5.9.3 工程对湿地影响分析

5.9.3.1 工程占用湿地情况分析

建设单位已委托福州榕邦林业技术服务有限公司编制完成《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程对一般湿地生态功能影响评价（报批稿）》，根据工程对一般湿地生态功能影响评价报告可知：建设单位经与福清市湿地主管部门沟通后，确认工程路基和桥面投影内涉及湿地为永久性占用。超出工程路基和桥面投影范围之外的临时设施涉及湿地为临时占用。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(自然资发(2023)234 号)、《福清市人民政府关于公布第一批湿地名录的通知》(融政综(2021)473 号)、2022 年度国土变更调查成果数据、2010 年全国湿地第二次调查结果数据库，经叠加分析，具体占用湿地情况如下：

国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程占用一般湿地面积 11.4508 hm^2，其中永久占用一般湿地 8.8637 hm^2，按湿地类型分为沿海滩涂 0.0832 hm^2，浅海水域 8.5758hm^2，坑塘水面 0.1914hm^2，沟渠 0.0133 hm^2，永久占用范围涉及福清市一般湿地名录中“福清市兴化湾湿地”面积 0.0132hm^2，工程临时占用一般湿地面积 2.5871 hm^2，按湿地类型分为沿海滩涂 0.0037 hm^2，浅海水域 2.5834hm^2，临时占用范围涉及福清市一般湿地名录中“福清市南城湿地”和“福清市兴化湾湿地”共计 0.1758hm^2。永久和临时占用均不涉及福建省级重要湿地。

表 5.9-4 项目涉及占用一般湿地统计表

序号	项目范围	占用类型	湿地类型	占用一般湿地面积	占用一般湿地名录面积
1	用地范围	永久	坑塘水面	0.1914	0
2	用地范围	永久	沟渠	0.0133	0
3	用地范围	永久	沿海滩涂	0.0832	0
项目用地永久占用湿地小计				0.2879	0
4	用地范围	临时	沿海滩涂	0.0037	0.0005
项目用地占用湿地小计				0.2916	0.0005
5	用海范围	永久	浅海水域	8.5758	0.0132
6	用海范围	临时	浅海水域	2.5834	0.1753
项目用海占用湿地小计				11.1592	0.1885
项目永久占用湿地小计				8.8637	0.0132
项目临时占用湿地小计				2.5871	0.1758
合计				11.4508	0.1890

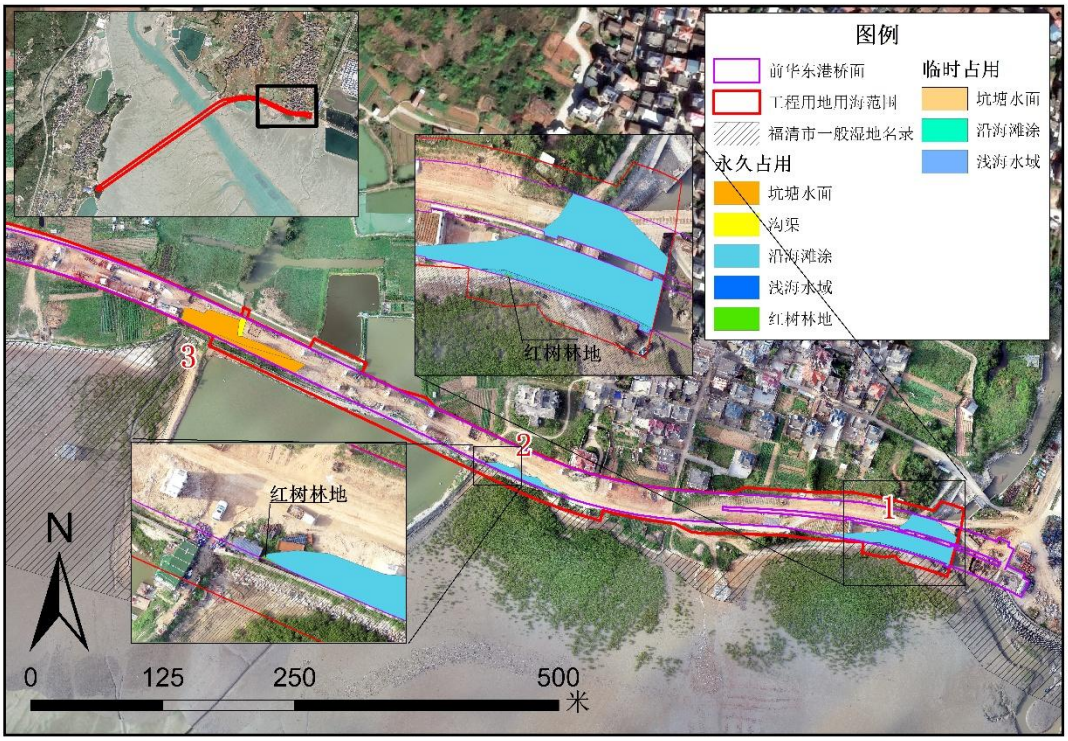


图 5.9-1　项目占用一般湿地类型图（1）

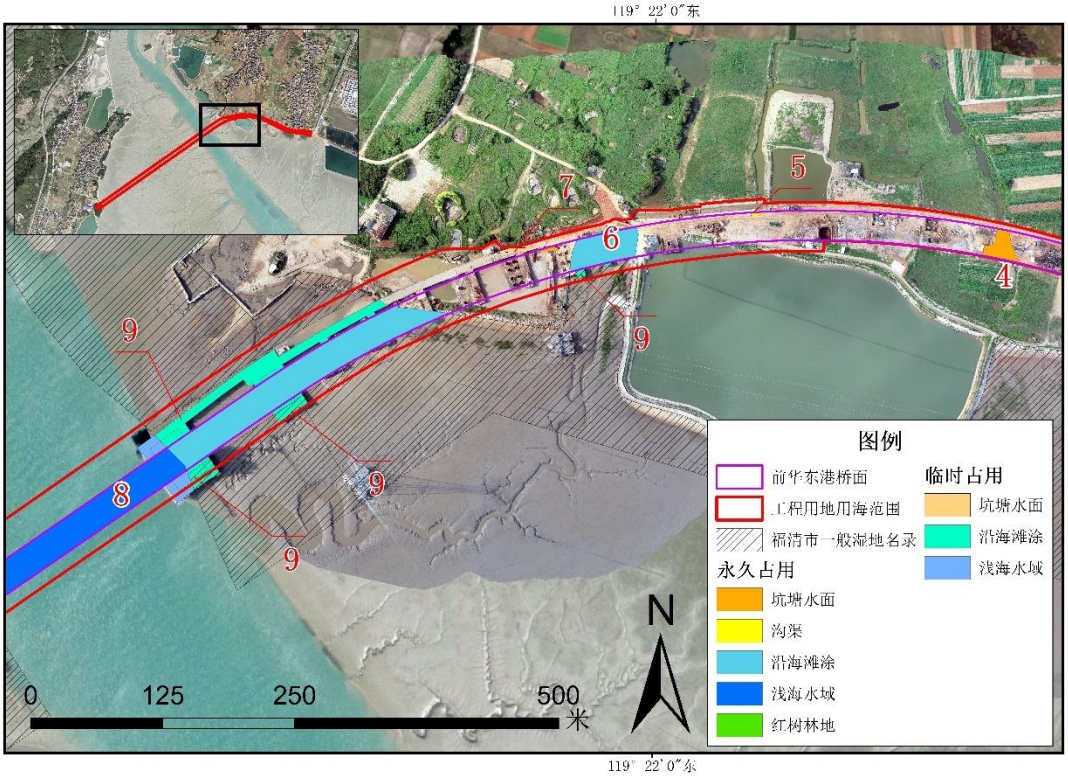


图 5.9-2　项目占用一般湿地类型图（2）

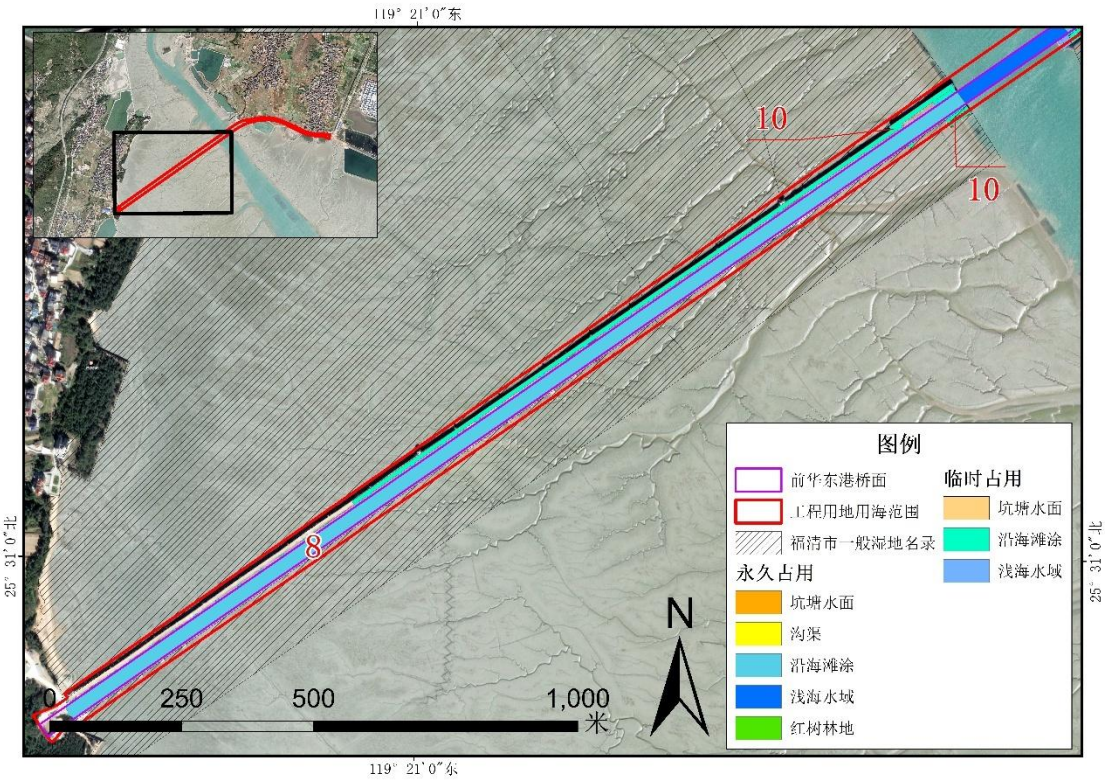


图 5.9-3　项目占用一般湿地类型图（3）

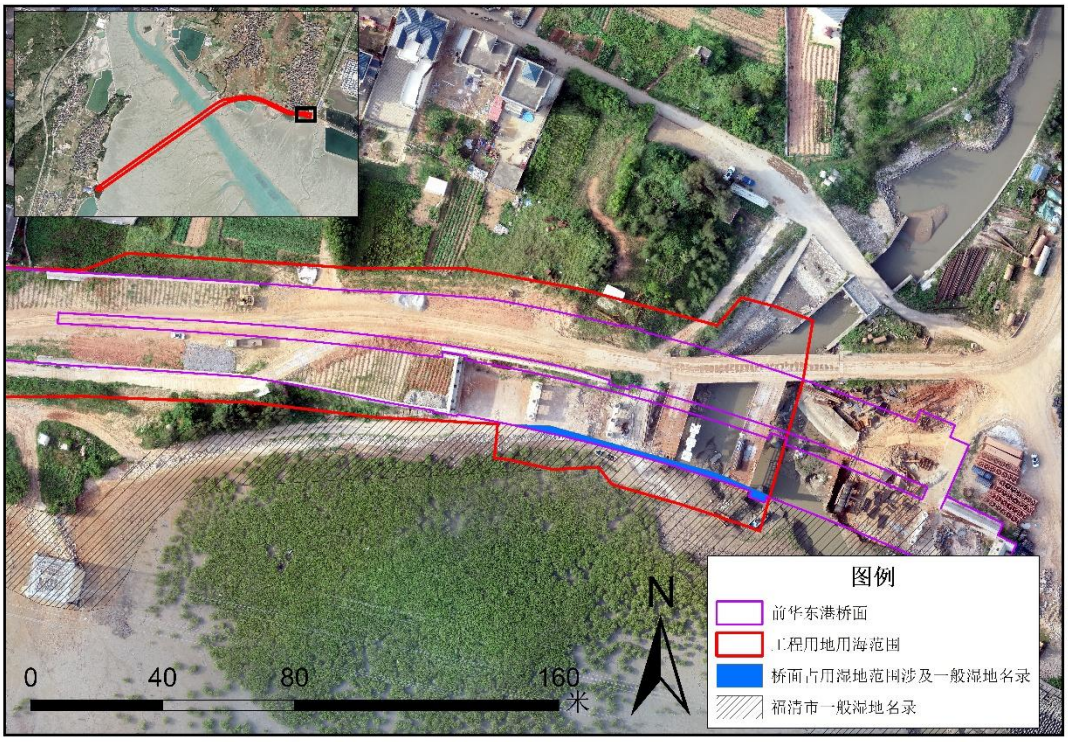


图 5.9-4　工程范围永久占用一般湿地名录分布图

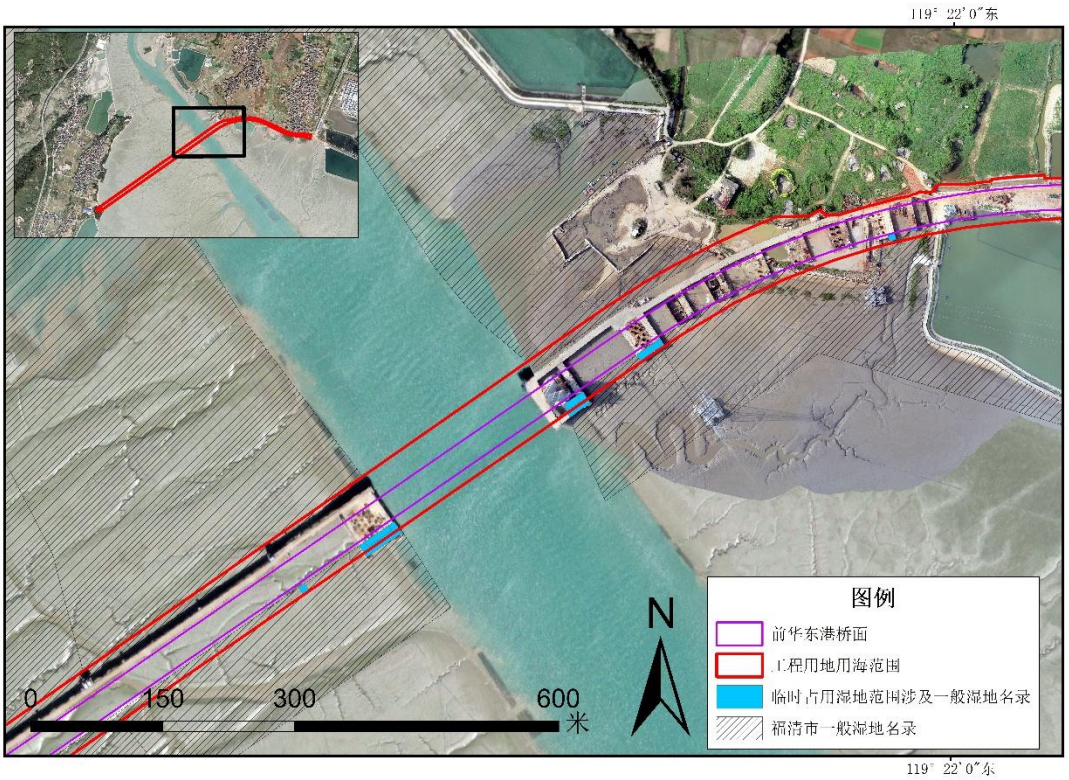


图 5.9-5　工程范围临时占用一般湿地名录分布图

5.9.3.2 工程对湿地影响结论

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程对一般湿地生态功能影响评价（报批稿）》可知：工程项目对湿地生态功能造成的影响主要表现如下：

在施工期，桥墩桩基的施工直接导致底栖生物的生物量减少，同时施工过程中施工栈桥、施工平台和桥梁桩基的搭建会产生的悬浮泥沙使得水中悬浮物质增多，使浮游植物生物量下降，对浮游动植物和鱼卵、仔鱼产生一定影响。间接对湿地的食物生产、用水供给、净化水质、浮游动物固碳释氧等功能产生负面影响。同时，施工时增加的人为活动和噪声也会对周边活动的哺乳、鸟类、两栖、爬行动物造成影响。但是，这种影响是暂时的，施工完成后，影响随即消失。

工程完成后，项目桥墩基桩对湿地产生了实际覆盖，影响了湿地的补充地下水、气候调节功能。同时对部分红树群落造成遮阴影响，对红树群落的保土造陆、固碳释氧功能产生一定影响，但总体影响较小。

项目建设对评价区内的兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地产生影响。主要两个方面：一方面为施工建设时产生的悬浮泥沙对浮游植物和鱼类等游泳动

物造成影响，从而影响评价范围内的省级重要湿地的食物生产、水质净化、对水生生物的支持功能；另一方面为工程施工产生的人为活动干扰和噪声，对红树林区域的鹭类产生驱赶，省级重要湿地的鸟类支持功能受到影响。但是，这些影响是暂时的，随着施工结束逐渐消失。总体上，项目建设对评价区内的兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地的影响较小。

在工程结束后，通过采取科学的湿地修复措施，如增殖放流、同区域补植红树林等，可以修复的评价区受影响的湿地生态功能。在此前提下，项目对评价区的湿地生态功能影响程度较小。

综上，从生态功能影响的角度分析，工程建设在实施保护和湿地修复措施的前提下，项目建设是可行的。

5.9.4 工程对红树林的影响评价

建设单位已委托福州榕邦林业技术服务有限公司编制《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证》（报批稿）并获得福清市人民政府批复意见，本评价引用报告内调查内容。

5.9.4.1 红树林调查结果及占用情况

项目周边有红树植物分布，具体位置在福清市江镜镇前华村南侧、陈厝村西南侧海堤外侧。根据现场调查，大致可以分为 5 片红树群落，总面积为 6.8252hm^2。其中，前华村南侧红树林片区（1）和（2）划入“国土三调”数据库，地类为红树林地，其余片区在“国土三调”数据库中为沿海滩涂。

表 5.9-4　项目周边分布红树群落统计表

编号	名称	面积（hm^2）	种植年度	平均高度（m）	平均地径（cm）	密度（丛/m^2）	所属数据库	用地用海范围涉及面积（hm^2）	桥梁投影涉及面积（hm^2）	备注
1	前华村南侧红树林片区（1）	1.6152	1998 年	2.1	5.5	0.20	①属于“第三次全国国土调查数据库“，地类为”红树林“；②属于沿海基干林带数据库；③部分属于一般湿地，属于福清市一般湿地名录范围，湿地类型为淤泥质海滩；④部分属于福建省级重要湿地范围，属于福清兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地。⑤基本属于生态保护红线范围，包括“兴化湾零星红树林生态保护红线区生态保护红线”和“福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区生态保护红线”	涉及 0.0296	涉及 0.0003	桥梁投影涉及面积为国土三调红树林图斑面积，实际涉及区域无红树林分布。见图 2.2-3
2	前华村南侧红树林片区（2）	2.0911	1998 年	2.3	5.9	0.22	①属于“第三次全国国土调查数据库“，地类为”红树林“；②属于沿海基干林带数据库；③部分属于一般湿地，属于福清市一般湿地名录范围，湿地类型为淤泥质海滩；④部分属于福建省级重要湿地范围，属于福清兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地。⑤基本属于生态保护红线范围，包括“兴化湾零星红树林生态保护红线区生态保护红线”和“福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区生态保护红线”	涉及 0.0541	涉及 0.0001	桥梁投影涉及面积为国土三调红树林图斑面积，实际涉及区域无红树林分布。见图 2.2-4

3	陈厝村南侧红树群落片区（1）	1.4045	1998 年	1.4	3.1	0.24	属于一般湿地范围，属于福清市一般湿地名录范围，湿地类型为淤泥质海滩。	未占用	未占用	
4	陈厝村南侧红树群落片区（2）	0.2849	1998 年（2017 年补植）	1.7	4.5	0.17	属于一般湿地范围。未列入福清市一般湿地名录。	涉及 0.0310	涉及 0.0074	
5	工程北侧红树群落片区	1.4295	2017 年	1.5	3.7	0.24	属于一般湿地范围，属于福清市一般湿地名录范围，湿地类型为淤泥质海滩。	未占用	未占用	
合计		6.8252						0.1147	0.0078	
注：表中的“名称”是本报告为方便说明进行拟定，非所属数据库中的具体“编号”和“名称”										

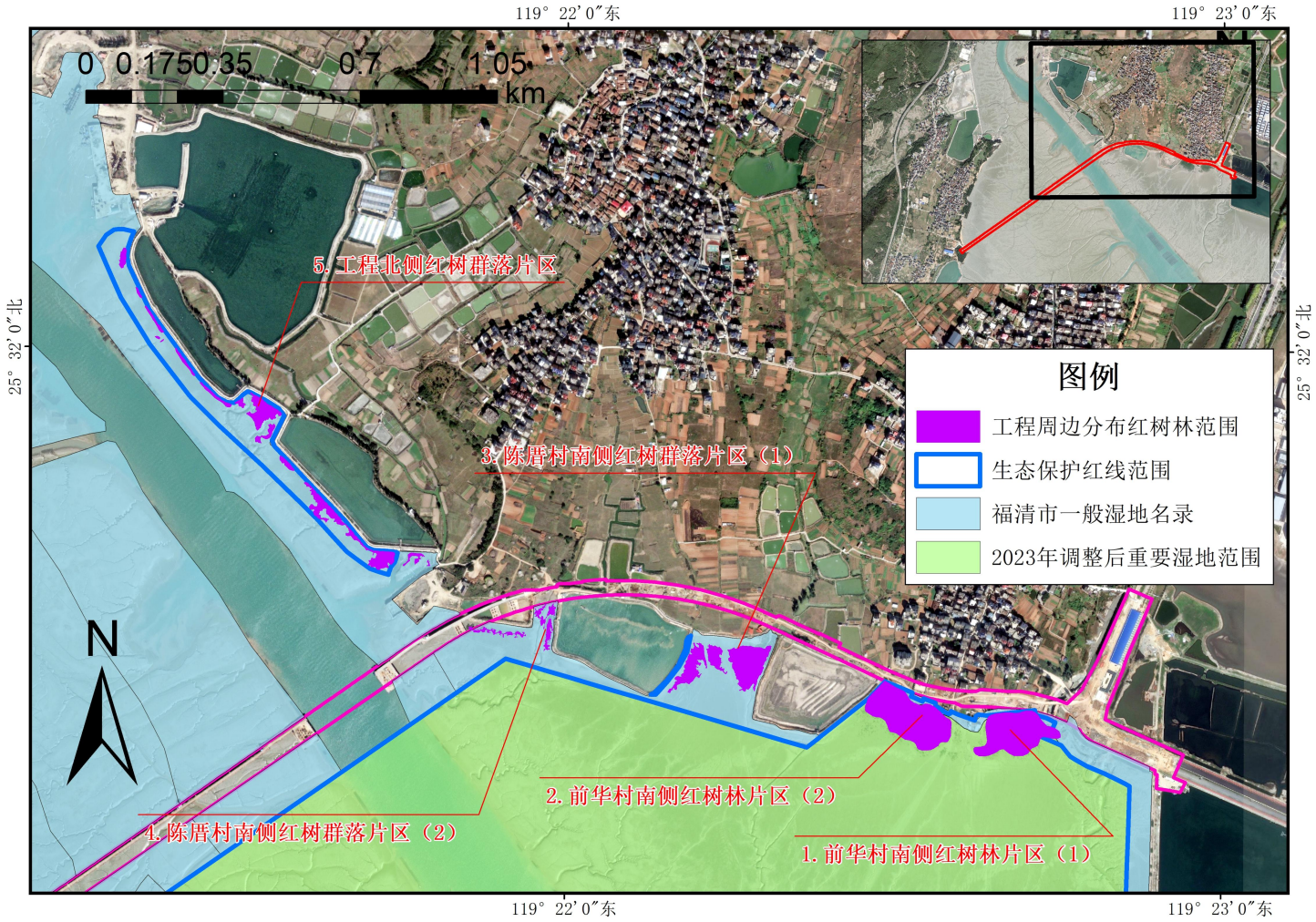


图 5.9-3 工程周边红树群落分布图

5.9.4.2 项目占用红树林湿地情况

（1）项目涉及红树林湿地情况

根据福清市国土三调及年度更新数据，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程用地用海范围涉及红树林湿地 0.0837 hm^2。桥面垂直投影范围涉及红树林湿地 0.0004 hm^2（实际涉及区域无红树植物分布）。

此外，工程用地用海范围涉及红树群落 0.0310 hm^2。桥面垂直投影范围涉及红树群落 0.0074 hm^2。

（2）项目占用红树林湿地情况

依据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》和福清市国土三调及年度更新数据，按照国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路桥梁垂直投影范围计算工程占用红树林湿地面积。因此，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程永久占用红树林湿地面积为 0.0004 hm^2（实际涉及区域无红树植物分布），无临时占用。

此外，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程涉及桥梁投影覆盖红树群落面积为 0.0074 hm^2。

表 5.9-5 项目占用红树林湿地统计表

编号	红树林湿地片区名称	乡镇/村	湿地类型	占用类型	建筑/区域	面积（hm^2）	备注
1	前华村南侧红树林片区（1）	三山镇前薛村	红树林	永久	前华大桥及部分路基	0.0003	ZK213+200~ZK213+243，属于国土三调红树林图斑，现状实际无红树林分布
2	前华村南侧红树林片区（2）	三山镇前薛村	红树林	永久	东港特大桥	0.0001	K213+543~K213+615，属于国土三调红树林图斑，现状实际无红树林分布
永久占用红树林湿地总计						0.0004	

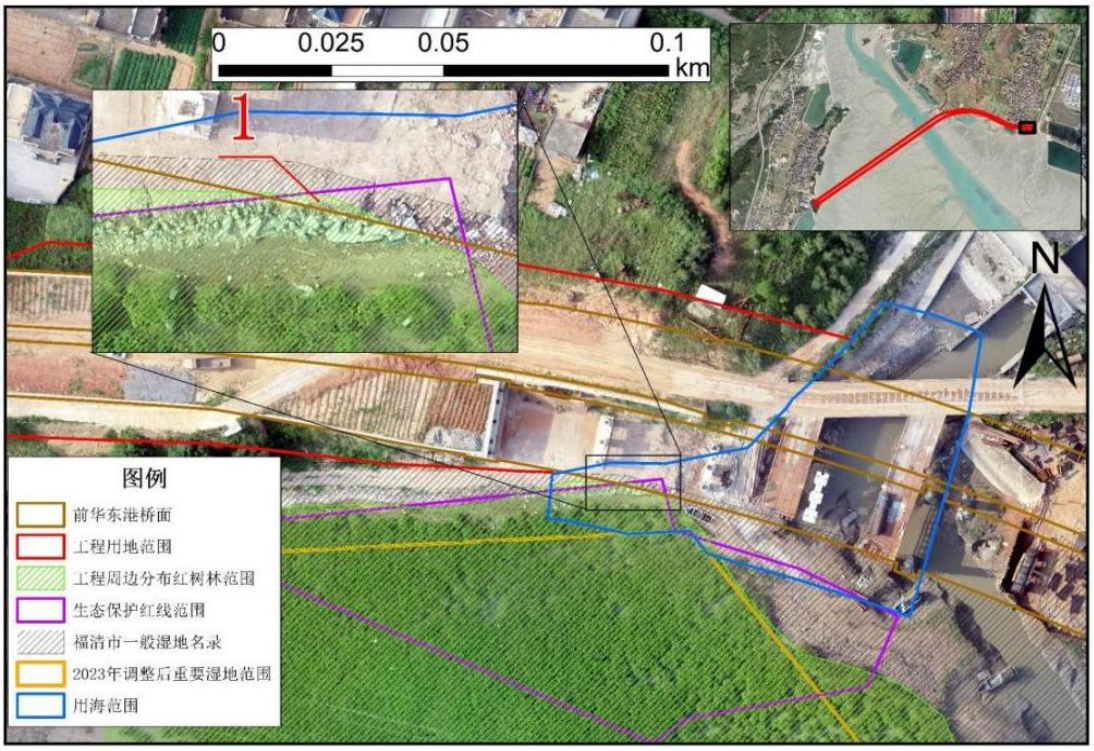


图 5.9-4 工程占用红树林湿地位置图 1（航拍影像时间 20240904）

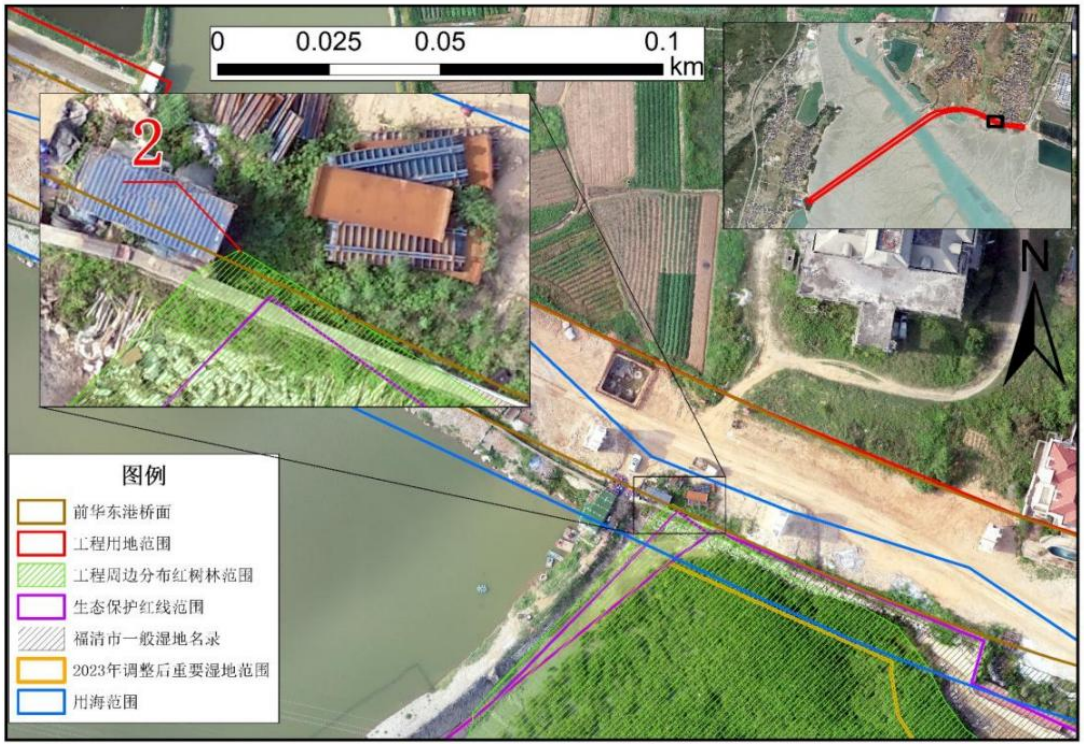


图 5.9-5 工程占用红树林湿地位置图 2（航拍影像时间 20240904）

表 5.9-6 工程涉及桥梁投影覆盖红树群落统计表

编号	红树群落片区名称	乡镇/村	湿地类型	占用类型	建筑/区域	面积（hm^2）	备注
3	陈厝村南侧红树群落片区（2）	江阴镇江阴	沿海滩涂	永久	东港特大桥	0.0074	K214+700~K214+745，未划入国土三调红树林图斑，记录地类为沿海滩涂

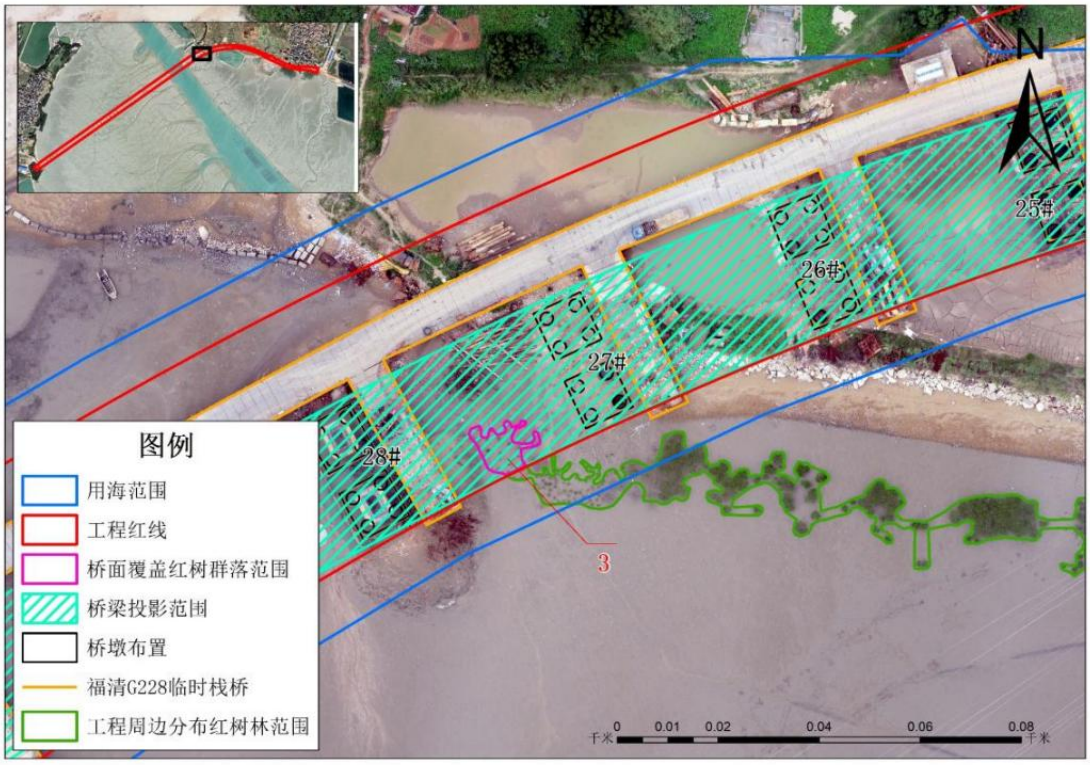


图 5.9-6 工程涉及桥梁投影覆盖红树群落位置图（航拍影像时间 20240904）

5.9.4.3 占用现状

（1）占用红树林湿地现状

工程永久占用红树林湿地位于福清市江镜镇前华村南侧海堤外，本工程涉及占用红树林湿地面积为 0.0004 hm^2。

①占用红树林湿地区涉及相关数据库情况

经向福清市自然资源局核实，并校对林业基本图，本工程所涉及永久占用的前华村南侧两片红树林湿地范围部分属于第三次全国国土调查及年度更新数据中红树林地图斑，位于福清市一般湿地名录范围，不属于福建省重要湿地范

围，属于生态保护红线范围，现场实际无红树林分布。本工程已取得海域使用权证，目前涉及占用红树林湿地没有确权登记。

②红树林生长情况

本工程项目已经开工，截止调查日（2024 年 9 月 4 日），本工程仍在施工中。其中，福清市江镜镇前华村南侧海堤外的“前华村南侧红树林片区（1）、（2）”红树林生长正常。

图 5.9-7 前华村南侧红树林片区（1）涉及工程占用红树林范围

图 5.9-8 前华村南侧红树林片区（2）涉及工程占用红树林范围

（2）桥梁投影覆盖红树群落现状

工程涉及桥梁投影覆盖红树群落位于福清市江镜镇陈厝村南侧海堤外，为秋茄人工林纯林，面积为 0.0074hm^2。

① 桥梁投影覆盖红树群落区涉及相关数据库情况

涉及占用的陈厝村南侧红树群落不在林地图斑内。在第三次全国国土调查及年度更新数据中记录为沿海滩涂，不属于福清市一般湿地名录范围，不属于福建省重要湿地范围，不属于生态保护红线范围。本工程已取得海域使用权证，目前涉及桥梁投影覆盖红树群落没有确权登记。

② 红树群落生长情况

本工程项目已经开工，截止调查日（2024 年 9 月 4 日），本工程仍在施工中。其中，福清市江镜镇“陈厝村南侧红树群落片区（2）”红树植物生长正常，附近的东港特大桥 27#基桩和临时钢栈桥已经完成建设。

图 5.9-9 陈厝村南侧红树群落片区（2）涉及工程桥梁投影覆盖红树群落范围

5.9.4.4 影响分析

国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程永久占用红树林湿地面积为 0.0004hm^2（实际涉及区域无红树林分布），无临时占用。此外，国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程涉及桥梁投影覆盖红树群落面积为 0.0074hm^2。本工程为跨海桥梁，为透水性工程，仅桥墩部分实际覆盖海域，工程桥面投影覆盖红树群落范围均为桥面覆盖，未涉及桥墩建设，即工程建设不破坏红树群落。红树群落受工程的直接影响主要为前华大桥和东港特大桥建成后的桥面对陈厝村南侧红树群落片区（2）区域中的 0.0074hm^2（实际现地红树群落面积）红树群落造成遮阴。工程建成后，桥面通过遮阴减少阳光直射红树群落的时间，使红树群落正常的光合作用受到影响，使红树群落生长减缓，从而对红树群落的生态功能造成影响。被遮阴红树群落区域为东港特大桥引桥 27#桥墩附近，根据《工程初步设计》，27#桥墩高 48.82m、28#桥墩高 49.99m，桥面远超覆盖区红树群落的平均高（1.5m）。因此，总体上对于红树群落造成的遮阴影响较小。

工程占用红树林湿地范围现地无红树植物分布，未对红树林产生实际破坏，仅间接对周边红树群落造成的影响，主要表现为：项目建设和运营不会直接破坏

红树林，仅对 0.0074hm^2 的红树群落造成遮阴。施工期间增加的人为活动和噪声会对红树群落周边活动的鸟类造成驱赶。同时，项目施工导致红树群落区海域的悬浮泥沙增加，这对虾蟹类和成鱼的影响较小，却对浮游动植物和鱼卵、仔鱼将产生一定影响。同时，加强的人为干扰会驱赶红树群落的表层底栖动物。但是，项目施工产生的影响是暂时的，在工程施工结束之后，影响消失，受损的红树群落支持生物多样性功能将自然恢复。工程建成后，桥面通过遮阴减少阳光直射红树群落的时间，使红树群落正常的光合作用受到影响，使红树群落生长减缓，使得占用区域红树群落的固碳释氧功能降低，但桥面远超覆盖区红树群落的平均高，红树群落实际受到遮阴的时间短，实际桥面遮阴对该区域红树群落总体上影响较小。同时，通过红树林就近补植等修复措施可以更好地帮助的该区域红树群落的生态功能恢复。在此前提下，项目对区域红树林的影响程度较小。因此，从生态功能影响的角度分析，工程建设在实施红树林保护和修复措施的前提下，工程占用红树林湿地是可行的

因此，本工程用海虽然对红树林有一定的影响，根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证》（报批稿）及福清市人民政府同意占用的批复意见可知，项目拟通过同区域补植的方式进行修复区域红树林湿地的生态功能（具体详见 7.3.2 生态修复措施），拟补植红树林面积 0.0667hm^2（1 亩），新造红树林面积 0.5hm^2（7.5 亩），合计 0.5667hm^2（8.5 亩）。故本工程对红树林影响在可接受范围内。

5.9.5 对鸟类的影响分析

根据现场调查，江镜镇沿岸最东侧的两处红树群落内栖息有白鹭、大白鹭、苍鹭、池鹭、夜鹭等鹭类停歇。红树群落周围沿海滩涂上发现有鸻鹬类、鹭类、鸥类等鸟类觅食，觅食鸟类主要位于福清兴化湾水鸟保护区范围内。

项目周边红树群落部分位于兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地内，其以黑脸琵鹭、黑嘴鸥等众多珍稀濒危动物物种、丰富水鸟资源和滨海湿地生态系统为主要保护对象。但桥梁投影覆盖红树群落范围不涉及该省级重要湿地。

项目施工及运营过程中对鸟类产生的实际影响有：1）项目施工过程中主要是增加的人为活动和噪声会影响工程附近的鸟类活动、栖息与觅食；2）产生的悬沙影响游泳动物，间接影响游禽类的鸟类觅食；3）工程对红树群落湿地的占

用减小了评价区范围内鸟类的潜在觅食地；4）工程项目建成后运营时，行驶的车辆产生的噪声，可能对工程周边的鸟类产生影响。

鹭类主要栖息在前华村南侧红树林片区（1）、（2）范围。其余红树群落区域为疏林，高度仅为 1.5～2m，无鹭类分布。项目建设实际上不会对前华村南侧红树林片区（1）、（2）造成破坏，面积不减少（鸟类分布详见上文图 4.4-25）。

根据现场调查，仅有少数鸟类在项目周边的淤泥质滩涂觅食。项目施工期间，增加的人为活动和噪声会对这些觅食的鸟类和红树群落栖息的鹭类造成驱赶，但不对鸟类的飞行通过性造成影响。并且工程周边沿海滩涂的环境基本相同，受驱赶的鸟类在可以在评价区内其他地方找到类似的栖息和觅食地。同时该影响随着施工结束而停止，施工结束后鸟类会会到上述区域栖息。因此，项目施工产生的人为活动增加和噪音对鸟类的影响较小。

项目施工会使得项目区海域悬浮物增加，导致鱼类等游泳动物转移至周边其他区域，造成鸥类等游禽的潜在食物减少。但是，工程项目产生悬沙的包络范围较小，评价区内有大量类似生境可供鸟鸥类等游禽觅食。同时，该影响是暂时的，悬浮物会随着施工结束而消失。因此，项目产生的悬沙对评价区的鸥类等游禽觅食活动影响较小。

工程占用湿地面积占评价区湿地总面积的 2.78%。因此，工程占用湿地造成该区域鸟类觅食地减少的程度较低。

项目建成运营后，道路与桥梁不在空中产生阻碍，不对鸟类的飞行通过性造成影响。红树群落区域旁建设的东港特大桥东引桥和前华大桥的桥面高度均超过红树群落 10m 以上，东港特大桥主桥高度距离海平面在 40-50m 以上，汽车在桥梁上行动产生的噪音对桥下活动的鸟类影响较小。（公路对鸟类影响案例：鹭类夜息地能距离道路在 20m 左右仍不受影响。如罗源县巽屿村红色主题公园山脚沈海复线高速旁鹭类夜息地。见下图。）

图 5.9-10 罗源县巽屿村红色主题公园山脚沈海复线高速旁鹭类夜息地

运营期本工程作为交通道路使用，交通噪声和夜晚桥梁灯光可能对鸟类造成影响，但本工程位于福清兴化湾水鸟省级自然保护区外，距离核心区最近约1055m，且兴化湾海域空旷，鸟类有足够多的选择作为越冬地或者迁徙过程中的停歇地，同时建设单位应通过设立声屏障和合理布设灯光来减少对保护区内水鸟的影响。

该区域留鸟主要以林鸟为主，项目区域不是其主要觅食地、栖息地、繁殖地，总体上工程建设对该区域的留鸟影响较小。项目区周边区域是候鸟的越冬地和迁徙中的驿站地，候鸟在该区域主要行为是停歇和觅食，以水鸟为主。但工程建设区域非候鸟的主要觅食地与高潮水位停歇地。因此，工程建设对候鸟的影响较小。

根据现场调查和历史数据，红树群落及周边沿海滩涂区域发现国家一级保护野生动物 3 种，有黑嘴鸥、黑脸琵鹭、黄嘴白鹭；国家二级保护野生动物 4 种，有半蹼鹬、白腰杓鹬、翻石鹬、白琵鹭；福建省重点保护野生动物 5 种，有豆雁、凤头鹍鹬、中杓鹬、中白鹭、戴胜。其中，黑脸琵鹭、白琵鹭、半蹼鹬、豆雁、凤头鹍鹬，栖息于项目区东北侧的江镜华侨农场的水产养殖区和地面库。戴胜为林鸟主要在陆域活动。黑嘴鸥、黄嘴白鹭、白腰杓鹬、翻石鹬、中杓鹬、中白鹭会在评价区的沿海滩涂上觅食。

本工程位于福清兴化湾水鸟省级自然保护区外，距离核心区最近约1055m，且兴化湾海域空旷，鸟类有足够多的选择作为越冬地或者迁徙过程中的停歇地，根据现场调查，上述鸟类觅食主要在工程区域的东南方的淤泥质海滩（即保护区范围内），距离工程区域较远。偶见在工程区域的滩涂上活动。工程区域不是上述鸟类的主要觅食地，且工程周边仍有较多相似生境可供其活动和觅食。且建设单位根据鸟类的行为学特征，营运期在对拟建公路段照明设计时严格按照公路照明设计标准中的要求进行设计，在道路照明满足相应标准的前提下，通过对照明方式、灯具布置、光源选择等方面进行优化处理，尽量减小道路照明对周围环境的光污染影响。保障一定的照明均匀度，建议采用光线比较柔和的灯具，照明光色避免选择黄色、蓝色等近似于夜间自然光的颜色；还有改变灯具的光束角，对照明设计进行合理的遮盖，限制灯光照射距离，并将散射光的圆形灯改为不散光的平底灯，避免出现直射天空或鸟类巢穴的光束，从而减少灯光对夜行性鸟类生物节律的影响。同时，增加公路标识和边界中反光材料对照明灯光的替代作用，进而减少光源，可在节能的同时降低道路照明对鸟类的影响。总体上营运期严格落实遮光措施和采用“鸟类友好”光源可缓解道路照明对现有留鸟及迁徙候鸟的影响。另外，工程在营运期间，应以低矮的灯光或荧光导航条作为车辆行驶的导航标识，避免大面积、长时间的泛光照明，保证鸟类对自然的昼夜交替变化的正确判断。

综上所述，在加强施工管理、观测等措施，改善照明设施及围栏遮光效果，并实施增殖放流改善觅食环境，使得工程建设对鸟类的影响降到最低。

5.9.6 对赤厝~华塘I、II回220千伏线路工程的影响

赤厝~华塘1、II回220千伏线路工程线路途经福清市江阴镇、江镜镇、港头镇和三山镇，该工程共新建铁塔及其基础(以下简称“塔基”)78个，线路全长约31.3km，其中架空线路长度约24.3km，电缆线路约7km。沿线塔基与本工程用海不存在重叠，本工程桥面垂直投影距离沿线塔基最近距离约100m，因此本工程建设不会对该项目的建设和运营造成影响。

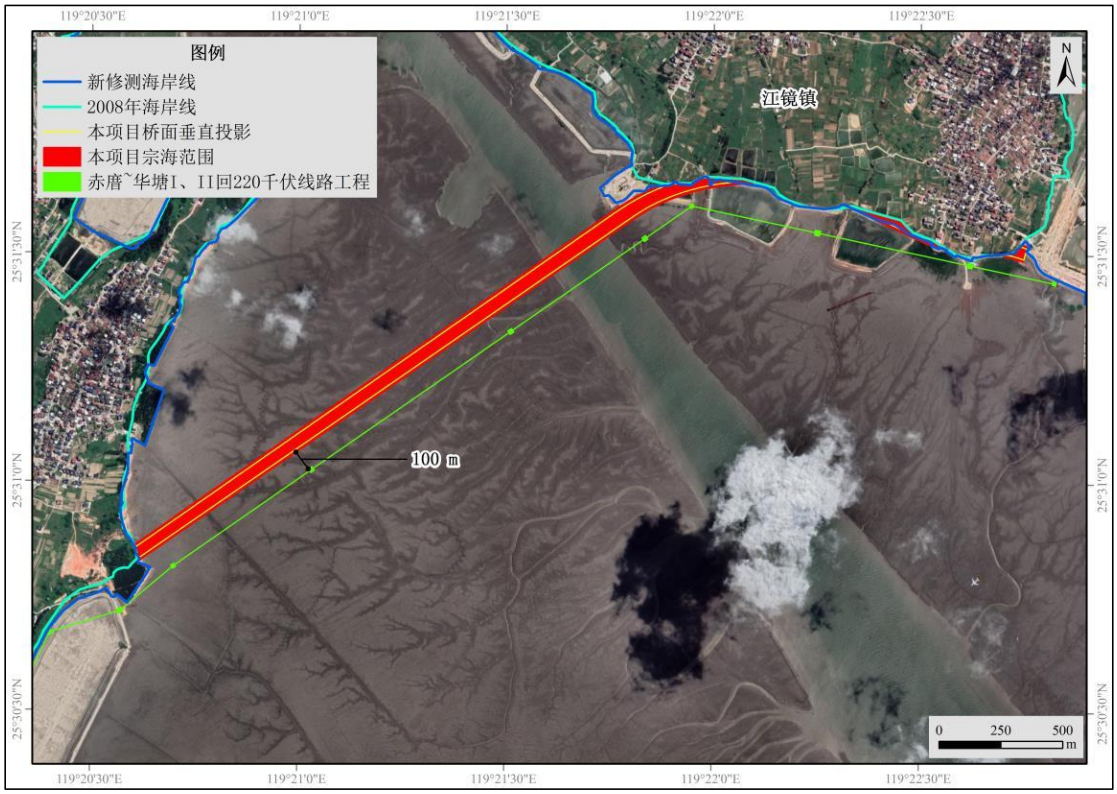


图 5.9-11 本工程与赤厝~华塘 I、II 回 220 千伏线路工程位置关系

5.9.7 对其他周边海域环境敏感目标的影响分析

5.9.7.1 对福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响分析

根据《福建省人民政府关于同意建立福清兴化湾水鸟省级自然保护区的批复》（闽政文〔2022〕67 号），福清兴化湾水鸟省级自然保护区总面积 7518.36hm^2，其中核心区面积 2282.66 hm^2，本工程用海范围紧邻福清兴化湾水鸟省级自然保护区，跨海桥梁主要路段与保护区距离约为 110 m。

根据章节 5.3.2 分析可知，施工期悬浮泥沙增量浓度大于 10 mg/L 的影响扩散至福清兴化湾水鸟省级自然保护区内的面积约 1.59hm^2，占保护区总面积的 0.02%，影响面积较小，未扩散至核心区，且该影响持续时间短，将随着施工期的结束而逐渐消失；施工期施工噪音可能对鸟类栖息造成干扰，建议避开鸟类越冬期施工；运营期本工程作为交通道路使用，交通噪声和夜晚桥梁灯光可能对鸟类造成影响，但本工程位于福清兴化湾水鸟省级自然保护区外，距离核心区最近约 1055m，且兴化湾海域空旷，鸟类有足够多的选择作为越冬地或者迁徙过程中的停歇地，同时建设单位应通过设立声屏障和合理布设灯光来减少对保护区内水鸟的影响。

综上，本工程对福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响较小。

图 5.9-15　本工程与福清兴化湾水鸟省级自然保护区的相对位置关系图（1）

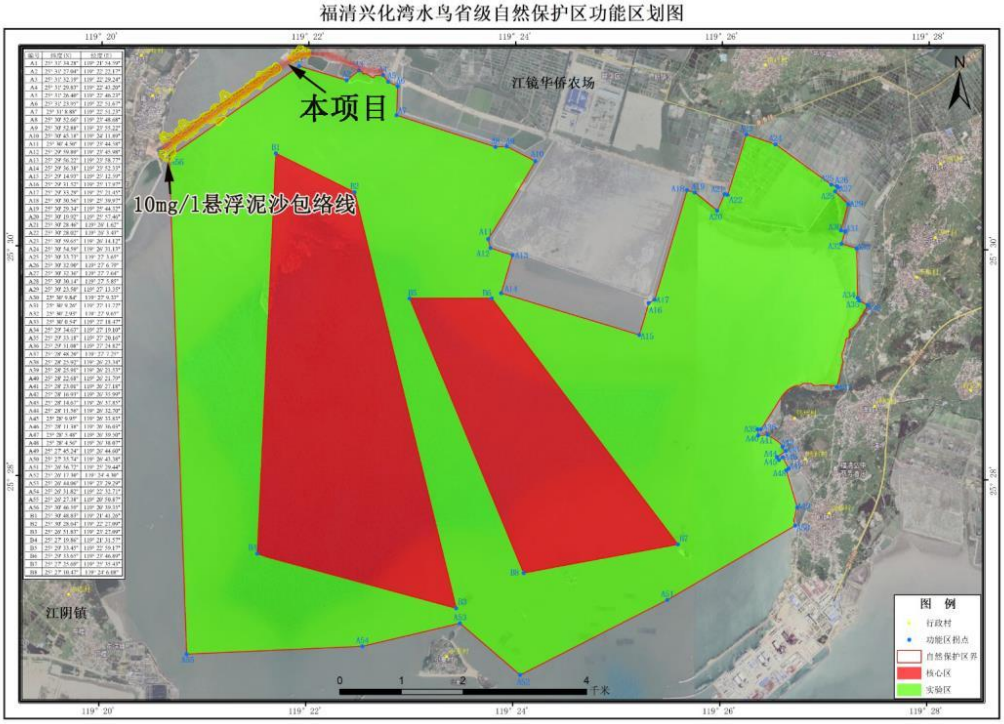


图 5.9-16　工程与福清兴化湾水鸟省级自然保护区的位置关系图（2）

5.9.7.2 对岸线的影响分析

本工程涉及岸线共 981m（其中人工岸线 870m，自然岸线 108 m，其他岸线 3m）；桥面垂直投影涉及岸线共 588m（其中人工岸线 446m，自然岸线 142m）；桥墩涉及岸线共 43m（其中人工岸线 40 m，自然岸线 3m），详见下图。

本工程用海方式为“跨海桥梁”，因此桥面垂直投影外扩 10 m 的和桥面垂直投影的岸线利用方式对岸线功能无实际影响；桥墩涉及的岸线仅 43m，且大部分为人工岸线，涉及自然岸线 3m，对岸线原有功能的发挥影响较小。因此，工程通过加固处理可对占用的人工岸线进行功能恢复和维持。

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段东港特大桥)公路工程生态保护修复方案》可知，工程桥墩涉及自然岸线段，工程附近已有数片红树林分布，长势较好，拟在距离项目 780m 处，异地修复岸线 10m，种植秋茄面积 10m×10m（100m^2）（详见 7.3.2 生态保护修复措施），修复岸线，并且施工时将根据现场情况优化桩基布置，避免施工栈桥桥墩破坏自然岸线，减小对区域岸线的影响。

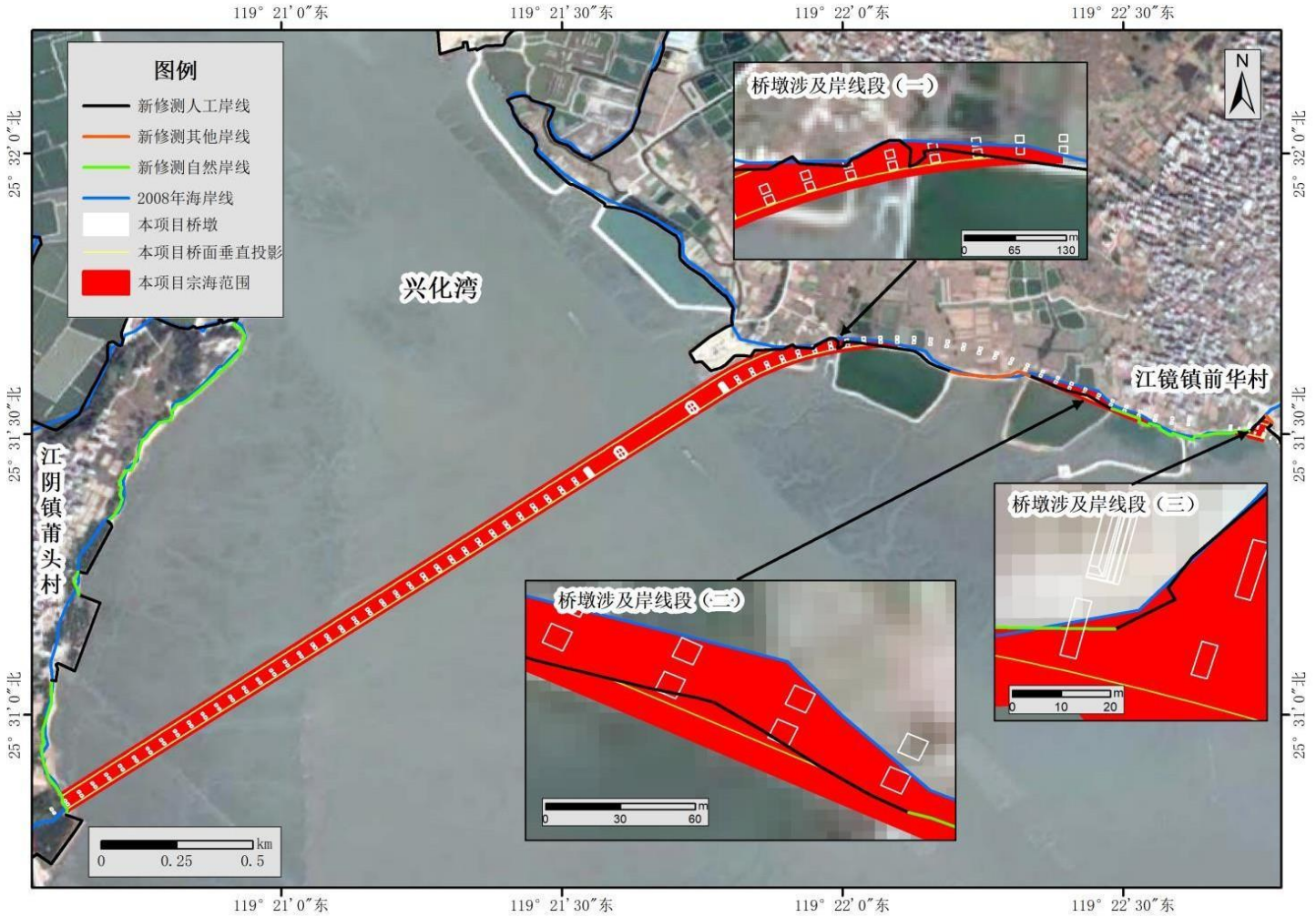


图 5.9-12 本工程用海利用海岸线情况

5.9.7.3 对周边养殖的影响分析

施工期悬浮泥沙增量浓度大于150mg/L的影响范围约0.088km^2；100~150mg/L的影响范围约0.015km^2；10~100mg/L的影响范围约0.203km^2。受工程影响，涨潮悬沙可达最远距离约为160 m，落潮悬沙可达最远距离约为240m，未影响到养殖区。

本工程需穿越江镜镇陈厝村两处围垦养殖池，及江镜镇前华村一处养殖池，桥墩需占用部分围垦养殖池的面积，占用面积分别约为575m^2、28m^2，但所占面积较小，工程建成后，可以继续养殖活动。

本工程钢护筒采用振动锤沉放工艺，振动声音较大，产生噪声污染。根据现场调查，工程附近围垦养殖的养殖品种为土鳗和九节虾，对噪声不敏感，因此本工程施工噪声对附近养殖产品影响较小。

根据本工程总平面布置，共6个桥墩下部承台桩基落在养殖围堤上，施工过程中先在养殖围堤外侧设置拉森钢板桩充当临时围堤功能，确保施工期安全。桩基承台桥墩与养殖围堤修复同步施工，施工完成后拆除拉森钢板桩。因此，本工程用海虽占用养殖围堤，但对养殖围堤结构安全影响较小。

因此，本工程用海对附近海域的养殖影响较小。

5.9.7.4 生态保护红线

建设单位已于2025年8月编制完成《国道G228线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告（报批稿）》并获得福清市人民政府审批意见，根据该报告可知：

本工程用海范围（桥梁投影外扩10m）涉及3处生态保护红线共5个斑块，总面积为0.1196hm^2，占项目用地及用海总面积的0.49%，涉及生态红线斑块均为桥面垂直投影外缘向海一侧外扩10m区域，涉及红线区域的建设方式为上跨生态保护红线，其中项目红线（桥梁投影）涉及生态保护红线0.0042hm^2，包含在用海范围涉及生态保护红线的斑块编号（4）中，此外桥梁投影及桥墩均不涉及生态保护红线。

工程涉及的生态保护红线类型为红树林及重要滩涂及浅海水域，均为自然保护地以外区域。涉及生态保护红线情况详见表 5.9-8，斑块现地情况见图2.4-1～图2.4-2及照片2.4-1～照片2.4-2。

表 5.9-8 工程涉及生态保护红线一览表

编号	红线编码	市	县	生态保护红线名称	红线类型	面积/hm²
1	350181303523	福州市	福清市	兴化湾零星红树林生态保护红线区	红树林	0.0080
2	350181303523			兴化湾零星红树林生态保护红线区	红树林	0.0259
3	350181374204			福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区	重要滩涂及浅海水域	0.0056
4	350181374204			福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区	重要滩涂及浅海水域	0.0726
5	350181303524			兴化湾零星红树林生态保护红线区	红树林	0.0075
总计						0.1196

注：表格中生态保护红线名称为“福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区”的编号“3”、“4”两个地块，不在福建福州兴化湾水鸟省级自然保护区的范围内，详见 2.4-1 和 2.4-2。该自然保护区为 2022 年批复，在生态保护红线定稿前，实际范围与生态保护红线数据库记录有所出入

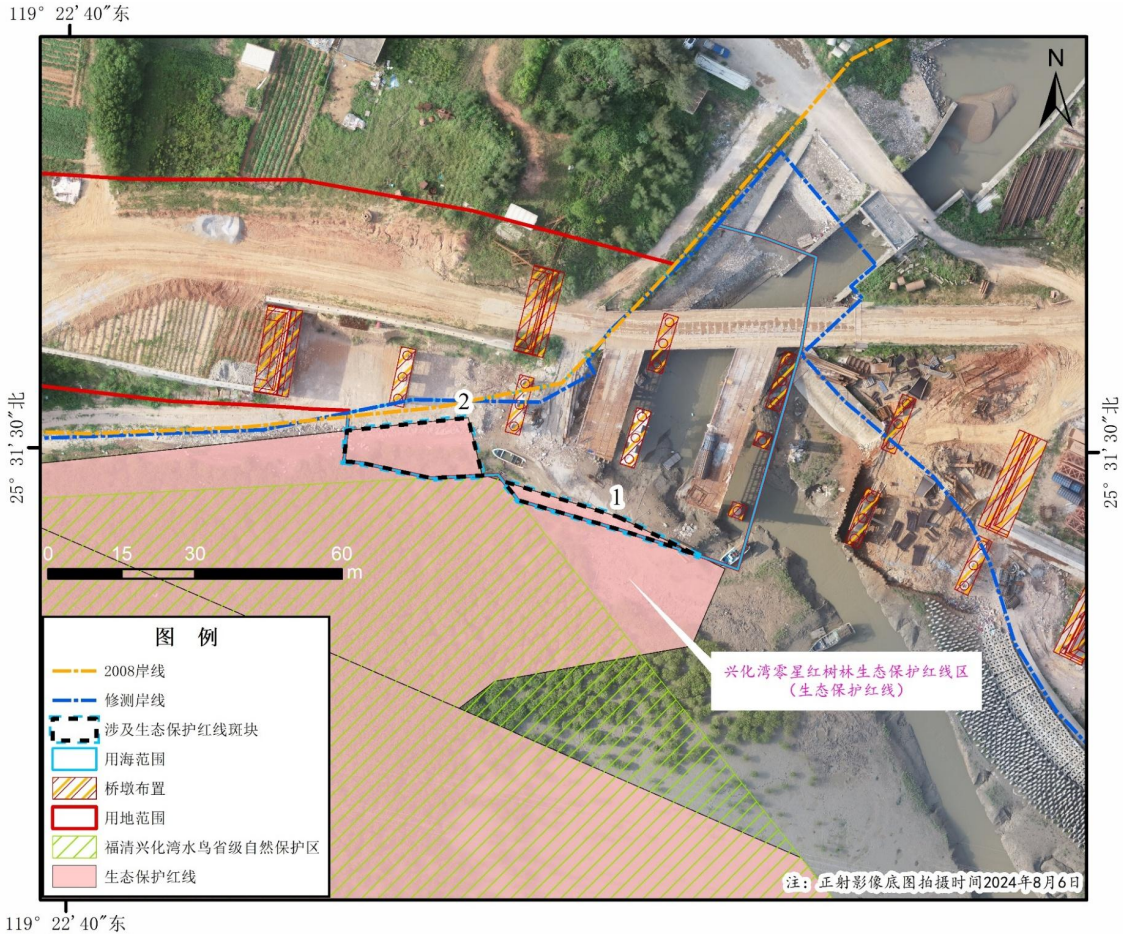


图 5.9-18 涉及生态保护红线斑块 1 号、2 号示意图

图 5.9-19 涉及生态保护红线斑块 1 号、2 号现场照片（2024 年 9 月 4 日）

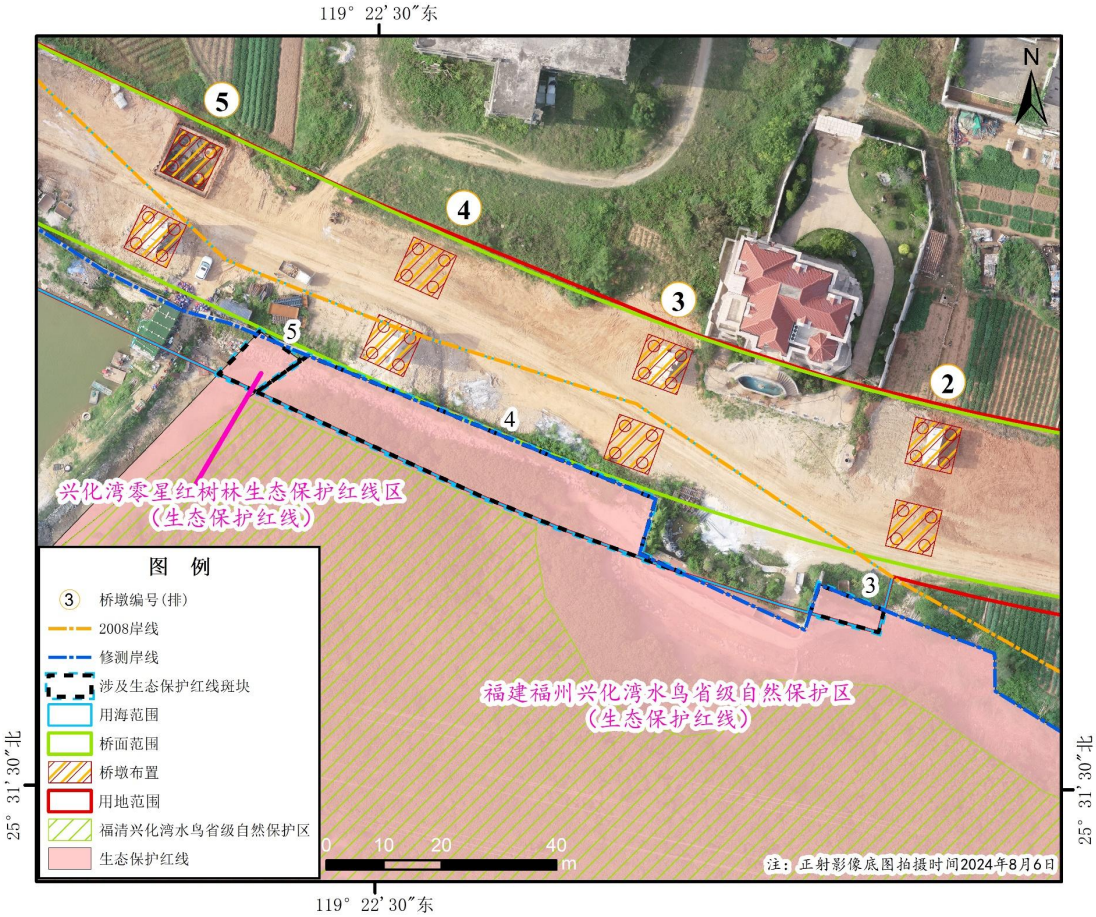


图 5.9-20 涉及生态保护红线斑块 3 号、4 号及 5 号示意图

图 5.9-21 涉及生态保护红线斑块 3 号、4 号及 5 号现场照片（2024 年 9 月 4 日）

根据《福建省自然资源厅福建省生态环境厅福建省林业局关于建设项目涉及生态保护红线有关意见办理的通知（试行）（闽自然资发〔2023〕65 号》生态保护红线内允许有限人为活动准入清单第六条“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造”。本项目已列入《国家公路网规划（2013 年～2030 年）》，是国家公路网的重要组成部分，根据国家重大建设项目库查询结果，国道 G228 线福清江镜前华至江阴董头段(东港特大桥)公路工程属于国家重大建设项目，已纳入《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》，是普通国省干线重点项目，是福清滨海大通道 G228 的重要节点，属于线性交通基础设施，符合有限人为活动管控中仅允许“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”涉及生态保护红线的情形。

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告（报批稿）》，工程涉及 5 处生态保护红线，合计涉及生态保护红线 0.1196hm^2，类型为红树林及重要滩涂及浅海

水域，其中红树林生态保护红线在陆地和海洋生态空间中具有特殊重要生态功能，确保了红树林及其生态系统得到最严格的保护，防止人类活动对其造成的破坏；重要滩涂及浅海水域是许多海洋生物的重要栖息地，也是陆地生态系统与海洋生态系统之间物质和能量交换的重要场所，生态保护红线的划定，能够确保这些区域得到有效保护，形成一道重要的生态屏障，防止生态系统退化，维护生物多样性和生态平衡。主要的影响目标为生态保护红线内的红树林及以红树林为觅食、栖息地的鸟类，其具体影响详见上文 5.9.4~5.9.5 章节。

工程虽对生态保护红线产生一定的影响，但已规划了相关的生态保护措施以减少对生态环境的影响。

5.9.8 对航道通航安全的影响分析

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段公路工程东港特大桥航道通航条件影响评价报告（报批版）》（福建省港航勘察设计研究院，2021 年 8 月），本节主要引用该专题的主要结论。

本工程位于兴化湾东港海域，兴化湾航道含江阴航道、国电码头进港航道、福清核电厂大件码头进港航道和下垄码头进港航道，湾内设有江阴待泊锚地、引航备用锚地、塘屿南锚地、小月屿锚地、小月屿 15 万吨级锚地共 5 处锚地，供检验检疫、引航、待泊使用。工程区船舶基本沿江阴下垄码头进港航道通航。上游融侨码头船舶进港时根据潮汐情况，在潮位达到 4.8m（理基）时即可起锚进港，当潮位达到 5.6m（理基）时通过前礁浅滩进入该进港航道。目前东港海域主要通航融侨码头船舶、千吨级沙船、500 吨级以下的渔船，以及部分海事管理船。最大通航船舶主要是靠泊融侨码头的 5000 左右的散货船及少量 5000 吨左右的杂货船。由于工程区及上游海域无港区规划，且海域水深较浅，上游柯屿垦区和高速东港特大桥的限制，预计将来该水域通航船舶仍以上述船舶为主。

根据桥位上下游海域条件，通航情况，并考虑桥梁投资和设计结构等因素，因此综合考虑，拟建大桥推荐采用单孔双向通航方式布置通航孔。同时根据桥区附近航线位置、水深地形情况，将通航孔布置在海域靠东部的深槽海域。

根据桥梁设计方案，推荐桥型方案主桥采用（115+260+115）m 变截面混合梁连续刚构，34#~ 35#墩为通航孔，跨度为 260m，实际设计通航净宽为 228.3m，通航净高为 43.95m，能够满足 5000 吨杂货船、散货船单孔双向通航的净空要

求。

拟建大桥建成后，其桥墩会占去小部分过水面积，引起桥位处以上海域的水位略微抬升，桥位处水流加大。同时桥墩周围会形成绕流，使桥墩处的流向、流速发生变化，主墩承台周围紊动涡漩增强。但受大桥影响的水流形态变化在有限范围内，对桥区航道内流向、流速变化不明显，对船舶航行操纵影响较小。因拟建桥梁引起新增阻水面积和水流的变化较小，不会造成海床再造与海床演变现象发生，不会导致滩槽变化。从附近有关设施看，拟建桥位与其它有关设施均较远，满足通航要求。

因此，建桥对桥区海域航道条件、交通组织、水上水下有关设施以及安全监管等影响均较小。总体而言，根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段公路工程东港特大桥航道通航条件影响评价报告（报批版）》，桥区水域船舶航行安全危险程度为“较低”。

6 环境风险分析与评价

6.1 评价依据

6.1.1 风险调查

本项目为跨海桥梁项目，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），结合项目风险产生的原因及对周边环境影响分析，本项目主要环境风险为桥上交通车辆运输事故坠海、危险品泄漏，船舶与桥墩碰撞导致燃料油泄漏，以及自然灾害对海域生态环境的影响。

桥上交通事故主要风险来自于因管理不善导致路面状况不良、驾驶人员违章运输、违章驾驶或车况不良等原因。船舶造成海域污染事故的原因很多，主要可分为事故性污染和操作性污染两大类。事故性污染指的是船舶碰撞、搁浅和火灾等造成燃料油泄漏的污染，操作性污染指的是船排放机舱油污水、废水等造成的污染。船舶事故性溢油风险对环境的威胁和影响较大。自然灾害风险主要为台风、风暴潮对环境造成的影响。

6.1.2 风险潜势初判及评价等级

根据“2.5.7 章节”关于环境风险评价等级的确定，确定本项目的环境风险评价等级为三级，考虑到营运期间海上船舶航行的风险特征，预测船舶发生事故溢油的影响十分必要。

6.2 环境敏感目标概况

根据“2.7 章节”，本项目海洋环境保护目标为福清兴化湾水鸟省级自然保护区、兴化湾零星红树林生态保护红线区、城南三级渔港、下垄码头进港航道及周边围垦养殖，陆域生态环境保护目标主要涉及沿线植被、耕地（不占用永久基本农田）等，声环境和环境空气保护目标为前华村。

6.3 环境风险识别

6.3.1 交通运输风险事故

本项目营运期涉及危险品运输车辆，若营运期间，危险品容器及其安全阀、爆破片、压力表等配件由于车辆颠簸松动、失灵等情况，可能导致危险品跑、冒、滴、漏事故发生。另外，车辆在行驶过程若发生交通事故，可能导致撞车、翻车或坠海，使所载的货物发生剧烈碰撞，容器破裂，引发泄漏，甚至燃爆，均可能造成危险品泄漏入海事故。

6.3.2 船舶溢油事故

本项目桥区航道通航代表船型为5000吨级杂货船，若通航船舶发生事故，将导致船舶燃料油外泄，造成海洋环境污染。船舶燃料油是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为97%~98%，同时含有少量的硫、氧、氮等，其化学组分因产地不同而有所差异。船舶燃料油特性见表 6.3-2。

表 6.3-2 船舶燃料油特性

项目	特性	项目	特性
外观及气味	黑色粘稠有气味的液体	凝固点（℃）	<26
液体相对密度	0.92~1.07	粘度（pas）	<180
沸点（℃）	>398.9	水溶性	微溶
20℃时蒸汽压（kPa）	很低	自燃温度（℃）	407.2
雷德蒸汽压（kPa）	0.3（50℃时）	挥发性	挥发
闪点（℃）	65.6~221.1	灭火方法	二氧化碳、干粉、泡沫
易燃性	不易燃	危险性	必须加热才能持续燃烧
爆炸极限	1%~5%	主要用途	船用燃料

燃料油一旦溢漏入海，海域水环境、生态环境等将受到严重影响和破坏。燃料油为微溶性物质，发生事故性泄漏后，主要漂浮于海面，短期内进入水体的量一般较少。其环境影响主要是隔绝了水体和空气之间的正常水气交换，限制了日光向水体的透入，使水质和水体自净化功能变差，破坏了水生生态系统的光合作用及其物质和能量流，对于海洋哺乳类动物、海鸟等动物的生理功能均有很大的伤害。随着溢出物在海面的漂移扩散，溶解或分散于水体中的溢出物量会逐渐增多，其环境影响主要体现在污染水质并毒害水生生物。当溢出物上岸，可造成对

岸线及其环境资源的严重污染损害。

6.3.3 自然灾害风险

福清沿海多发台风，一般发生在 5~11 月，主要集中在 7~9 月，台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水，具有较大的破坏性，可能造成水工建筑物大量倒塌受损、船舶之间发生碰撞且随风暴潮涨落飘走等事故，风险性增大。若施工过程中，遇台风正面袭击，未完工的基础受台风浪和风暴潮袭击，可能发生部分段受毁。

本项目施工需跨越台风期，台风季节作业时，应注意安全，并在台风来临前对未完工的桩基工程进行加固防护，做好防台抗台工作，以保证施工安全，避免造成巨大的经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响。工程建成后，尤其是在台风季节，应加强风暴潮的预防，做到防患于未然，减少人员和财产的损失。同时，在本项目建设中和建成后，要做好防台风袭击的各项应急预案和措施，如加强与气象、水利等部门的联系，注意跟踪台风动态，做好预报预警工作；加强设计施工和质量管理，将可能存在的风险减少到最低程度。

6.4 环境风险分析

6.4.1 交通运输风险事故影响分析

危险货物运输车辆的交通事故概率估算主要是根据工程交通量、交通事故概率、从事危险品运输车辆比例和考核段长度等参数进行计算，预测模式如下：

$$P=Q\times a\times b\times R\times L\times D$$

式中：P——预测危险品发生风险事故的概率（次/年）；

Q——预测年限交通量（辆/d）；

a——预测年货运车辆占交通量的比例；

b——危险品运输车辆占交通量的比例；

R——风险水平，取 2.1×10^{-8} 次/（辆·km）；

L——路线长度（km）；

D——每年的天数，取 365（天/年）。

本项目阔海段长 3920m，据统计，一般公路上货运车辆占交通量的比例约 30%，危险品运输车辆占货运车辆的比例约 2%。根据以上参数，计算各预测年

份可能发生的交通事故概率，计算结果见表 6.4-1。

表 6.4-1 危险品车辆交通事故概率预测结果

年份	2026	2032	2040
本项目预测交通量（辆/d）	13614	18748	24851
危险品运输车辆发生风险事故的概率（年/次）	2.45×10^{-3}	3.38×10^{-3}	4.48×10^{-3}

根据上述预测结果，本项目危险品风险事故的发生概率很小，但存在发生的可能性，对于危险品运输事故的风险仍然不可忽视，一旦发生碰撞、翻车入海，对项目海域海水水质、海洋生态环境都将造成严重危害。因此必须采取有效的风险防范措施，避免这类严重环境事故的发生。

6.4.2 船舶事故溢油风险分析

6.4.2.1 事故溢油模型建立

（1）事故泄漏发生时间

选取涨急、低落急作为事故性溢油的发生时刻。选取兴化湾主导风向（NE 风、SSW 风）及不利风向（NW 风）为计算风况。

（2）泄漏量

本项目桥区航道通航代表船型为 5000 吨级杂货船，溢油泄漏量取 27m^3。

（3）敏感目标

工程周边敏感目标主要有福清兴化湾水鸟省级自然保护区、兴化湾零星红树林生态保护红线区。

（4）事故泄漏点

根据工程敏感目标分布情况，选取位于主航道中一点作为事故发生点，敏感目标及溢油点分布见图 6.4-1。

根据本项目所在海域主导风向为 SW 风和 NE 风，不利风向为 NW 风，本研究确定的预测组合条件为：（NE 风+SSW 风+NW 风）×（涨潮+落潮）。在水动力模拟的潮流场基础上，考虑了溢油的扩散过程和各种因素的不确定性后，采用“油粒子”模型，模拟各计算方案下工程附近海域溢油扩散 72 小时的情况。计算方案见表 6.4-2。

表 6.4-2 评价工作等级划分

泄漏量	风况	溢油时刻
$27m^3$	风向 NE，风速 4.0m/s	涨潮
		落潮
	风向 SSW，3.5m/s	涨潮
		落潮
	风向 NW，3.7m/s	涨潮
		落潮
注：计算潮型均为大潮，计算历时 72h。		

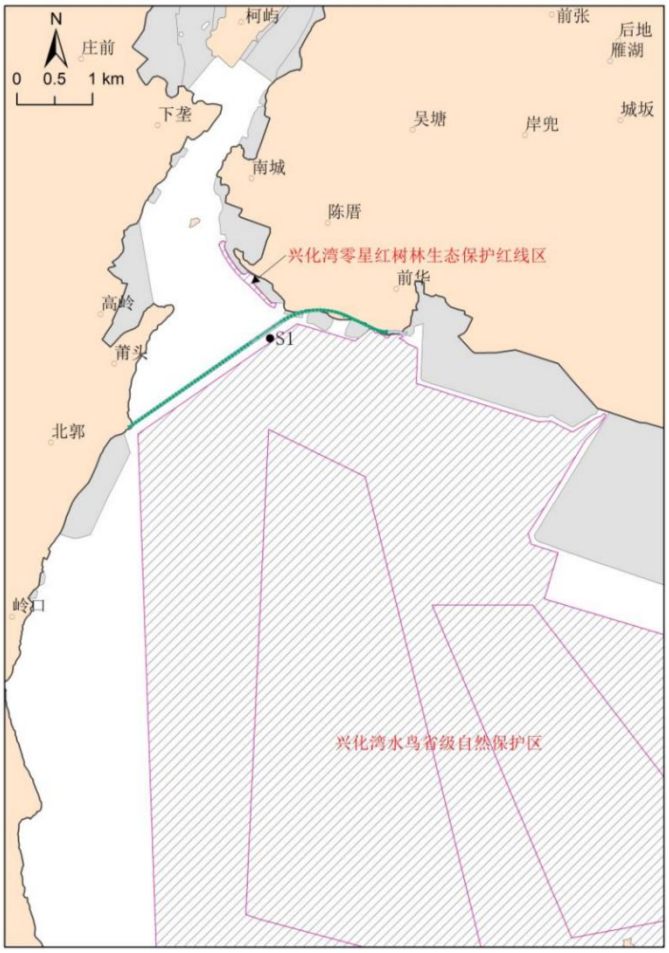


图 6.4-1 溢油点及敏感目标分布图

6.4.2.2 事故溢油影响预测

NE 风作用下，涨潮时刻开始发生溢油后，油膜呈条带状往西北向运动。然后受岸线走向影响，油膜又沿东北向往湾顶运动。大约 6 小时后，潮流转向，油膜随落潮流往湾口运动。大约第 9 小时后，福清兴化湾水鸟省级自然保护区开始受到油膜的影响。大约第 13 小时后，潮流转向，油膜随涨潮流往湾内运动。此

后油膜在风和流的共同作用下，继续做往复运动，逐渐破碎，油膜厚度越来越薄，影响范围越来越小。溢油发生 72 小时内，在工程区以北海域，油膜主要集中在湾顶的西岸，工程区以南海域，油膜影响范围集中在深槽处，福清兴化湾水鸟省级自然保护区受到油膜影响。72 小时影响范围包络图见图 6.4-2。

NE 风作用下，落潮时刻开始发生溢油后，油膜呈条带状往东南向运动，福清兴化湾水鸟省级自然保护区立刻受到影响。此后油膜又继续往东南向运动。大约 6 小时后，潮流转向，油膜随涨潮流往湾顶运动。此后油膜在风和流的共同作用下，继续做往复运动，逐渐破碎，油膜厚度越来越薄，影响范围越来越小。溢油发生 72 小时内，在工程区以北海域，油膜主要集中在湾顶的西岸，工程区以南海域，油膜影响范围集中在深槽处，福清兴化湾水鸟省级自然保护区受到油膜影响。72 小时影响范围包络图见图 6.4-3。

SSW 风作用下，涨潮时刻开始发生溢油后，油膜呈条带状往西北向运动。然后受风向影响，油膜逐渐往东岸运动。大约 6 小时后，潮流转向，油膜随落潮流往湾口运动。大约第 9 小时后，福清兴化湾水鸟省级自然保护区开始受到油膜的影响。大约第 16 小时后，兴化湾零星红树林生态保护红线区开始受到油膜的影响。此后油膜在风和流的共同作用下，继续做往复运动，逐渐破碎，油膜厚度越来越薄，影响范围越来越小。溢油发生 72 小时内，在工程区以北海域，油膜主要集中在湾顶的东岸，工程区以南海域，油膜影响范围集中在深槽处，兴化湾零星红树林生态保护红线区和福清兴化湾水鸟省级自然保护区均受到油膜影响。72 小时影响范围包络图见图 6.4-4。

SSW 风作用下，落潮时刻开始发生溢油后，油膜呈条带状往东南向运动，福清兴化湾水鸟省级自然保护区立刻受到影响。此后油膜又继续往东南向运动。大约 6 小时后，潮流转向，油膜随涨潮流往湾顶运动。此后油膜在风和流的共同作用下，继续做往复运动，逐渐破碎，油膜厚度越来越薄，影响范围越来越小。大约第 23 小时后，兴化湾零星红树林生态保护红线区开始受到油膜的影响。溢油发生 72 小时内，在工程区以北海域，油膜主要集中在湾顶的东岸，工程区以南海域，油膜影响范围集中在深槽处，兴化湾零星红树林生态保护红线区和福清兴化湾水鸟省级自然保护区均受到油膜影响。72 小时影响范围包络图见图 6.4-5。

NW 风作用下，涨潮时刻开始发生溢油后，油膜呈条带状往西北向运动。然

后受风向影响，油膜逐渐往东岸运动。大约 6 小时后，潮流转向，油膜随落潮流往湾口运动。大约第 9 小时后，福清兴化湾水鸟省级自然保护区开始受到油膜的影响。大约第 18 小时后，兴化湾零星红树林生态保护红线区开始受到油膜的影响。此后油膜在风和流的共同作用下，继续做往复运动，逐渐破碎，油膜厚度越来越薄，影响范围越来越小。溢油发生 72 小时内，在工程区以北海域，油膜主要集中在湾顶的东岸，工程区以南海域，油膜影响范围集中在深槽处，兴化湾零星红树林生态保护红线区和福清兴化湾水鸟省级自然保护区均受到油膜影响。72 小时影响范围包络图见图 6.4-6。

NW 风作用下，落潮时刻开始发生溢油后，油膜呈条带状往东南向运动，福清兴化湾水鸟省级自然保护区立刻受到影响。此后油膜又继续往东南向运动。大约 6 小时后，潮流转向，油膜随涨潮流往湾顶运动。此后油膜在风和流的共同作用下，继续做往复运动，逐渐破碎，油膜厚度越来越薄，影响范围越来越小。大约第 11 小时后，兴化湾零星红树林生态保护红线区开始受到油膜的影响。溢油发生 72 小时内，在工程区以北海域，油膜主要集中在湾顶的东岸，工程区以南海域，油膜影响范围集中在深槽处，兴化湾零星红树林生态保护红线区和福清兴化湾水鸟省级自然保护区均受到油膜影响。72 小时影响范围包络图见图 6.4-7。

总的来说，溢油影响范围受潮流与风向的共同影响。由于溢油点距福清兴化湾水鸟省级自然保护区较近，一旦发生溢油事故，福清兴化湾水鸟省级自然保护区马上受到油膜影响。在特定的工况下，兴化湾零星红树林生态保护红线区也会受到油膜影响。各工况下，溢油影响范围统计见表 6.4-3。溢油到达敏感目标时间见表 6.4-4。

表 6.4-3 各工况溢油影响面积统计表（km^2）

工况	风向 NE，风速 4.0m/s		风向 SSW，3.5m/s		风向 NW，3.7m/s	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
面积（km^2）	6.47	8.31	8.80	7.44	7.21	6.53

表 6.4-4 溢油到达敏感目标时间表（单位：小时）

工况 / 敏感目标	风向 NE，风速 4.0m/s		风向 SSW，3.5m/s		风向 NW，3.7m/s	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
兴化湾零星红树林生态保护红线区	0	0	16	23	18	11
福清兴化湾水鸟省级自然保护区	9	1	9	1	9	1

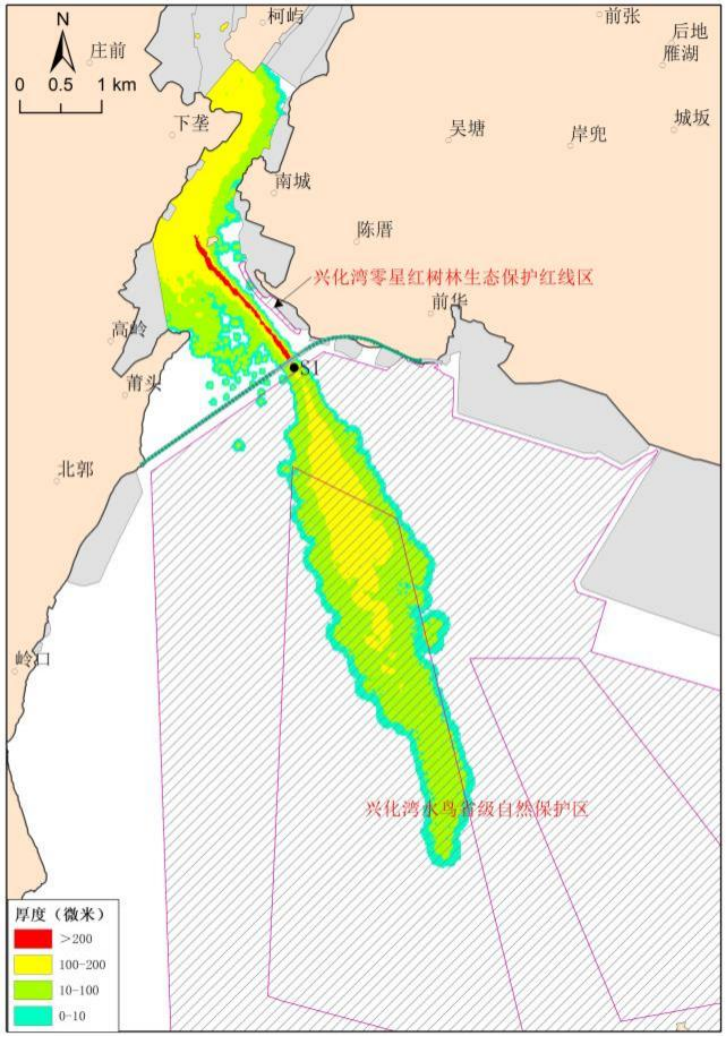


图 6.4-2　NE 风涨潮时刻溢油影响包络图

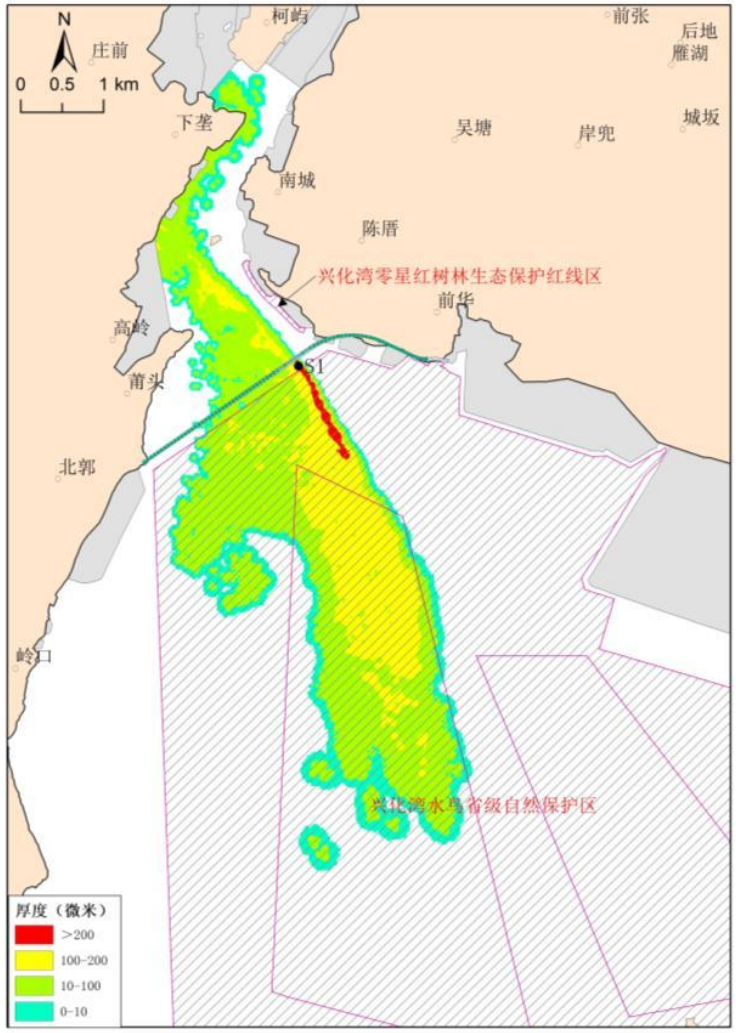


图 6.4-3　NE 风落潮时刻溢油影响包络图

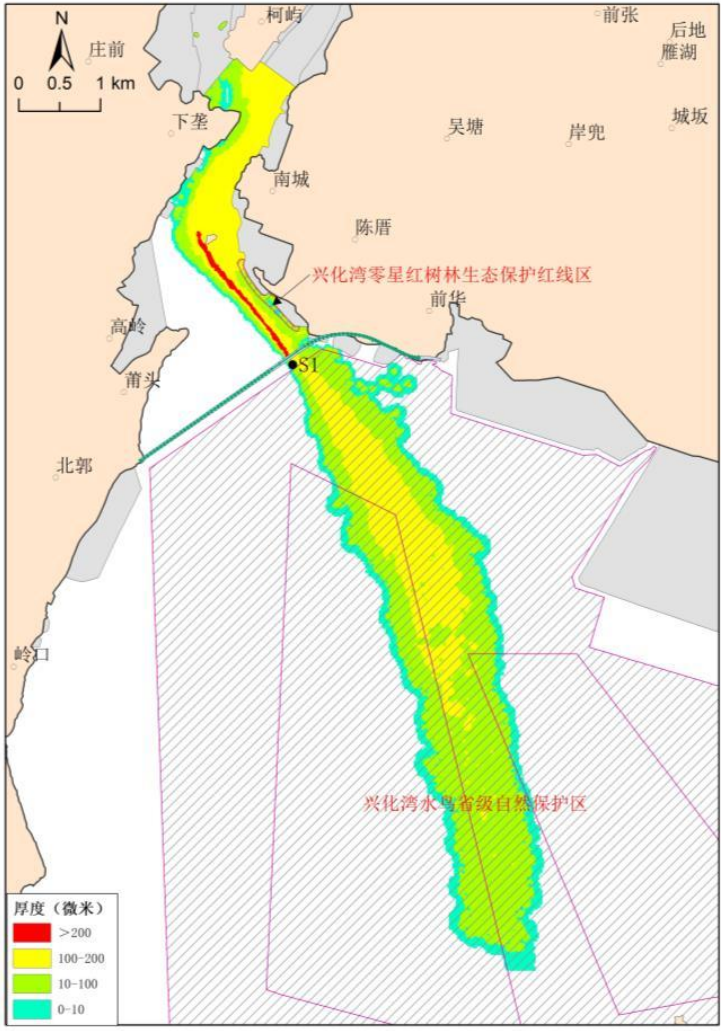


图 6.4-4　SSW 风涨潮时刻溢油影响包络图

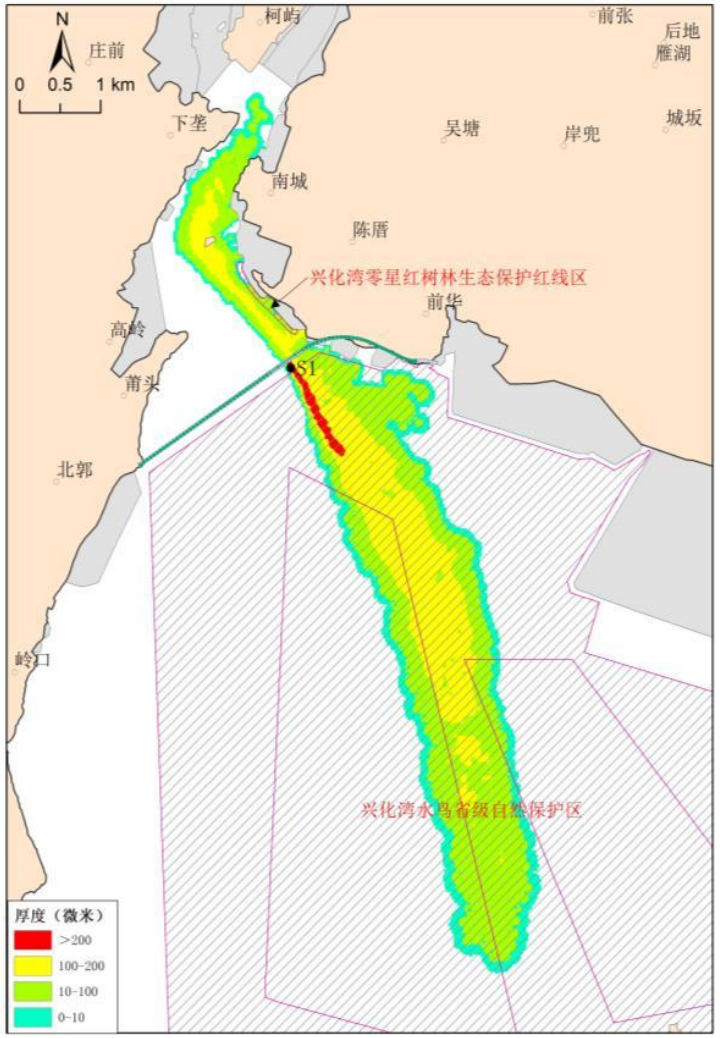


图 6.4-5　SSW 风落潮时刻溢油影响包络图

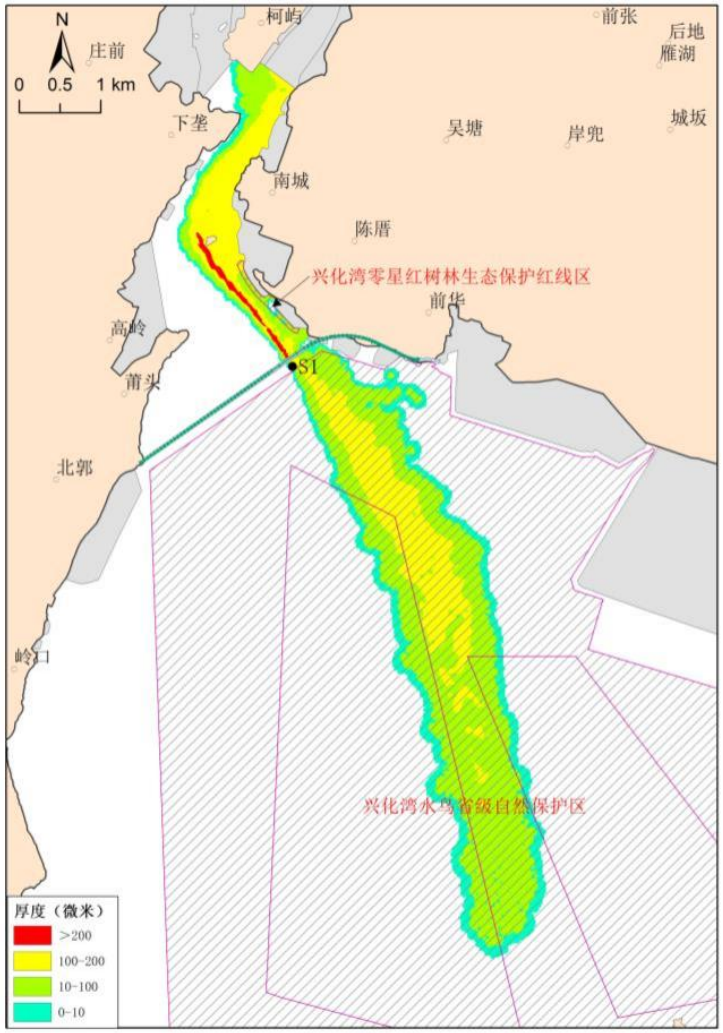


图 6.4-6　NW 风涨潮时刻溢油影响包络图

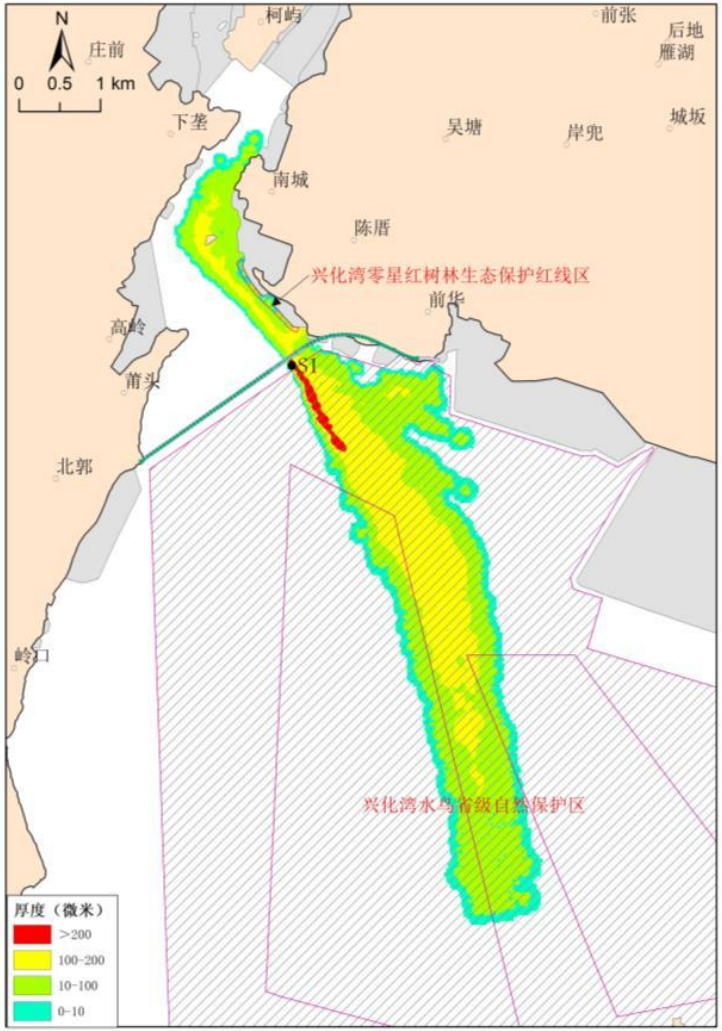


图 6.4-7　NW 风落潮时刻溢油影响包络图

6.4.3 自然灾害风险分析

由于本项目所经区域海洋环境相对较为恶劣，台风、风暴潮等灾害天气时有发生，灾害性天气可能引起施工事故对海域环境造成一定影响，主要表现为台风、风暴潮天气可能导致施工设备、施工建筑材料等被大风卷入海域或被潮水淹没，从而影响海域环境。此外，恶劣天气对施工栈桥的安全使用也将产生一定影响。

对于这种不可抗拒的自然现象，经采取相应的措施后，如在台风季节做好防台抗台工作，避免期间施工，可将施工期风暴潮的事故影响降到最小。

6.5 分析结论

本项目为国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程，项目主要环境风险包括桥上交通车辆运输事故坠海、危险品泄漏，船舶与桥墩碰撞导致燃料油泄漏，以及自然灾害对海域生态环境的影响。根据预测结果，风险事故发生后会对项目所在环境造成一定程度的影响，但可以通过加强日常管理，规范人员操作，配备应急保障物资进行相应防范和控制。本项目在做好防范措施和采取必要的应急措施基础上，环境风险影响可以接受。

7 环境保护对策措施

7.1 施工期环境保护对策措施

7.1.1 减轻海域水环境污染防范措施

（1）严格按照先进环保的施工工艺进行施工，桥墩桩基施工应采用钢护筒钻孔灌注桩，承台施工应采用钢围堰后进行开挖浇注，以减少施工悬浮泥沙的产生。

（2）桩基础施工和沿线淤泥质基础施工会产生钻渣和淤泥，陆域泥浆和钻渣采用泥浆沉淀池进行收集，海域泥浆和钻渣采用泥浆沉淀箱进行收集，可回收利用的泥浆循环利用，不可利用的泥浆及钻渣采用泥浆运输车运至指定的弃土场处置，不得排入海域。

（3）施工时搭设的临时施工栈桥，应在施工结束后及时拆除，以恢复海域原貌。栈桥基础拆除时，可采用履带吊机配合振动沉拔桩机拆除。拆除栈桥时，采用钓鱼法，后退到起点的拔出方式进行拆除，边拆除，边利用原栈桥运送材料到岸上指定的位置。拆除前，及时清除钢栈桥上的材料、杂物和工具，防止飞出伤人。

（4）桩基施工期应尽量避开台风季节，以减少大风浪引起的浑浊和悬浮颗粒物浓度的增大。桩基施工应尽量安排在退潮时段作业，减少悬浮泥沙的产生量，避免对周边海水水质带来较大的污染。

7.1.2 施工期废水处理措施

（1）工程施工期间，施工人员在施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，施工车辆清洗废水、施工废水经沉淀处理后回用于施工路段路面洒水、机械和车辆清洗，不得排入海域。

（2）设置雨水收集系统和沉淀池，沉淀池布置于桥梁下侧。桥面汇水通过竖向排水管排至纵向排水槽，再汇入排水管进而引到地面沉淀池。

（3）加强雨季截流沟、排水沟的建设，避免雨季施工废水到处溢流或雨水四周漫流等。

（4）加强对施工机械的日常养护和水中作业监管，杜绝燃油、机油的跑、冒、滴、漏现象；严禁向沿线任何水体倾倒残余燃油和机油、抛弃生活垃圾、建材废料和建筑垃圾。

（5）施工船舶人员生活污水利用船载收集装置收集，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，禁止生活污水直接排放入海。

7.1.3 施工期大气环境保护措施

（1）运输车辆行至人口分布较为集中的路段时，应低速或限速行驶，以减少扬尘产生量，同时该路段应定期采取洒水降尘措施。

（2）运输车辆的载重应符合有关规定，防止超载。运送土石方和建筑材料的车辆应按规定配置防洒装备，装载不宜过满，实行密闭运输，装载的物料、渣土高度不得超过车辆槽帮上沿，避免在运输过程中发生遗撒或泄漏。对不慎洒落地面的建筑材料，应及时进行清理。

（3）应向有关行政主管部门申请运输路线，车辆应当按照批准的路线和时间进行土石方的运输，运输过程中禁止物料泄漏。

（4）施工现场的围挡应当坚固、稳定、整洁、美观，居民区密集路段的工地应当设置高度不小于 2.5m 的封闭围挡；一般路段的工地应当设置高度不小于 2m 的封闭围挡。

（5）施工场地进出口必须设置洗车台、沉淀池和高压冲洗设施，由专人负责运输车辆除泥、冲洗，冲洗干净经检查合格后方可出场。

（6）基坑开挖、路面破除、路沿石、路砖等构件切割、加工或者进行其他切割、钻孔、凿槽等易产生粉尘的作业时，应当采取围护、遮挡和喷雾等防止扬尘措施。

（7）施工现场渣土运输车辆应采用密闭车辆，车辆离场时保证密闭措施到位，不得冒装，防止运输中“抛、洒、滴、漏”影响周边环境。

（8）气象部门发布大风警报、台风警报、寒潮预警和雾霾天气预警期间，应当停止平整土地、换土、原土过筛等作业。派专人负责关注天气预报，风力超过 5 级以上大风天气必须停止产生扬尘的施工，并采取相应的防尘措施。

7.1.4 施工期噪声控制措施

（1）选用符合国家有关标准的施工机械和运输车辆，尽量选用低噪声、低振动的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，保持其更好地运转，加强各类施工设备的维护和保养，从根本上降低噪声源强。

（2）靠近敏感点路段的施工，施工单位应因地制宜地采取相应的降噪措施，合理安排施工时间，设置施工围挡等，同时应避免多台机械同时运转，以降低噪声影响。

（3）建设单位严格执行国家或地方对施工噪声的管制条例，合理安排作业时间，控制施工期噪声的影响，禁止夜间从事噪声、振动超标的建筑施工活动，必须进行夜间施工作业的地段，应取得当地环保等主管部门的许可，并向周边居民公告之后方可施工。

（4）根据需要采取调整或限制工作时间、改变运输路线等措施，选择主要运输道路应尽可能远离村镇、居民区等敏感点，如确实无法避开，在敏感点道路上的施工运输车辆限制车速在 20km/h 左右，降低施工运输车辆噪声。施工场所的施工车辆出入现场时应低速、禁鸣。

（5）施工单位应在施工现场张贴施工通告和投诉电话，在接到投诉后应及时与当地环保部门取得联系，以便及时处理各种环境纠纷。

7.1.5 施工期固体废物处理措施

（1）应在施工场地和施工人员生活区指定地点设置临时垃圾桶、垃圾箱和卫生责任区，配置运输车，安排专人负责定时分类收集垃圾。施工人员的生活垃圾收集到生活垃圾桶内，委托环卫部门及时清运处理。

（2）施工船舶生活垃圾统一收集至陆域处理，不得随意倾倒在施工现场或直接抛入海中，应由施工船舶配备的垃圾收集装置统一收集。

（3）根据福清市《研究建筑渣土消纳运输规范化管理有关问题会议纪要》（福清市人民政府专题会议纪要（2019）260 号）文件要求，由行政服务中心牵头负责建筑渣土资源供需信息平台的开发建设，市域内所有建设工程的渣土供需信息、渣土资源调配等均通过该平台统一处理。建设单位应按照文件要求，在该平台进行注册备案，余方应由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃

渣接纳点。

（4）施工产生的钻孔钻渣和泥浆经泥浆沉淀池、泥浆沉淀箱收集沉淀后，可回收利用的泥浆循环利用，不可利用的泥浆及钻渣采用泥浆运输车运至指定的弃土场处置，建筑垃圾分类收集，回收可利用部分，其余运送至指定地点，不得排入海域。

（5）施工结束后，须将施工栈桥进行拆除，由施工单位充分回收利用，及时恢复海域原貌；施工过程产生的钢材、木材等边角料及废零件应回收利用。

（6）土石方运输车行驶路线及限速标准应遵照交警部门规定，严禁超载，所有土石方车必须安装密闭装置，驶出施工场地必须冲洗，落实净车作业措施。

7.1.6 施工期减少对鸟类影响措施

工程施工可能对候鸟的迁徙产生影响，主要表现为施工噪声可能对迁徙经过的候鸟产生惊吓影响。然而，鸟类具有迁移选择能力，对外界环境变化的反应较为敏感，一般会主动规避不利的环境。所以，在施工期间候鸟一般会选择迁离影响区域。

总体来看，工程施工活动对候鸟迁徙的影响是暂时性地，不会对候鸟产生较大的影响。工程施工期人为活动干扰对越冬鸟类的部分觅食场所会产生一定的影响。施工期应合适设置施工时间，尽量避免在候鸟晨昏觅食活动的时间作业。桥梁钻孔、打桩等基础施工产生的噪声较大，尽量安排在 3 月到 11 月之间进行施工，避开候鸟越冬栖息季节，特别是 10 月至第二年 2 月期间应尽量避免采用高噪声设备或对高噪声设备采取降噪处理，避免施工过程对候鸟的越冬栖息影响。工程施工期可能驱赶本地区鸟类离开施工区域，但不会对其种群生存产生威胁，因此工程建设施工期对鸟类有一定影响，但是可以接受的。

7.1.7 施工期减少对红树林影响措施

（1）施工期实施严格的环保施工标准，对施工现场产生的废物进行分类收集、处理和回收利用，避免在施工区域内倾倒任何有害物质，使用围油栏防止油污扩散，产生的污水和垃圾均需回收处理，不直接排入附近海域，以有效减少对红树林生长环境的影响，对水质、空气质量和噪音水平进行定期检测，及时发现并解决潜在问题。

（2）对施工区域进行临时性的保护措施，比如设立临时的防护墙来保护未受影响的红树林，还需定期对桥梁周边的红树林进行生态监测，对受扰动区域立即进行生态恢复工作，促进红树林自然再生。

（3）实施生态补偿计划，拟在前华水闸东南侧淤泥质滩涂上，种植秋茄红树林，面积 7.5 亩。

7.1.8 施工期水土保持措施

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程水土保持方案报告书》（福建省欣盛工程设计有限公司，2023.04），本工程水土流失防治措施总体布局为：

1）主体工程区

①路基工程区

施工前，对沿线涉及耕地和林地的地块进行表土剥离。在路基沿线补充布设临时土质排水沟，路面布设雨水管、雨水口和雨水检修井等排水工程。路基开挖填筑过程中，对裸露的坡面采取密目网临时覆盖措施。在路基沿线布设临时土质排水沟，路面布设雨水管、雨水口和雨水检修井等排水工程。主要施工区主出入口布置洗车池，避免运输车辆粘带的泥土污染路面，保证交通安全，保护城市环境。施工结束后，在路基工程区可绿化区域进行土地平整和表土回覆，边坡进行边坡植草，沿线道路采取景观绿化措施。

②桥梁工程区

施工前，对沿线涉及耕地和林地的地块进行表土剥离。桥梁两侧设置排水管。陆域桥梁承台基坑开挖期间在周边布设临时截水沟，截水沟末端可顺接至邻近的泥浆沉淀池。应对开挖裸露面进行临时苫盖，避免造成水土流失。施工结束后，在桥梁工程区可绿化区域进行土地平整和表土回覆，沿线采取景观绿化措施。

③改移复建工程区

改移工程区涉及部分耕地，拟采用租用的方式进行征地，工程在建设前，需要对现状耕地进行表土剥离，主体设计考虑表土剥离措施。剥离表土后期用于景观绿化覆土，需回覆的表层土集中堆置临时堆土场内。施工期间开挖裸露面采用临时苫盖措施。

2）施工生产生活区

施工生产生活区涉及红线外占地的，施工结束后需要进行表土回覆、土地整治、植被恢复。土地整治包括平整土地、施肥、翻地、碎土等。采取乔、灌、草结合模式进行植被恢复。在施工生产生活区汇水外围布设临时排水沟、沉砂池；堆放建材采用彩条布进行苫盖，防止水土流失。

3）施工便道区

拟在施工便道两侧布设临时排水沟、沉砂池，空地撒铺植草皮临时绿化。施工道路开挖下边坡采用袋装土挡墙进行临时围护。施工便道开挖边坡和路面遇到下雨天气应采用密目网进行苫盖防止水蚀，减少水土流失。涉及红线外占地的，施工结束后需要进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

4）临时施工堆场

临时堆土场在堆土前周边设置编织土袋拦挡，外围布设临时排水沟，排水出口设置临时沉沙池。堆存期间应覆盖密目网，密目网可重复利用，防止土壤资源的流失。

5）泥浆干化场区

淤泥干化场用砌砖围墙进行拦挡，设置临时排水沟、沉砂池，开挖裸露面应用彩布条覆盖，防止雨水冲刷。施工结束后需要进行表土回覆、土地整治、植被恢复。

表 7.1-1 水土流失防治分区一览表

防治分区		面积（hm^2）	主要施工特点	水土流失特征	防治特点
一级区	二级区				
主体工程区	路基工程区	4.8356	路基的开挖、回填，边坡防护等，水土流失主要发生在路基开挖回填过程中，结构松散，易产生水土流失	地表扰动，损坏植被，开挖回填裸露面积大，松散土方多，极易造成水土流失以面蚀为主	排水、沉沙、临时苫盖
	桥梁工程区	3.4143	土方开挖、机械碾压、桩基施工	水土流失影响表现为“带”状，影响范围较大	排水、沉沙、临时苫盖泥浆沉淀箱、泥浆沉淀池
改移复建工程区		0.1993（0.3245）	海堤拆复建，渠道开挖，改路土石方开挖	涉水施工，海堤拆除复建开挖深度大，需做好临时围挡和围堰	临时苫盖，临时拦挡
施工临时设施区	施工生产生活区	1.95(0.58)	场地平整，建筑材料临时堆放、搬运，施工机械的停放。	施工场地在施工过程中扰动频繁，表层裸露，呈点状分布	临时排水沉砂、拦挡、土地整治、绿化、临时苫盖

防治分区		面积（hm^2）	主要施工特点	水土流失特征	防治特点
一级区	二级区				
	施工便道区	0.3428（1.134）	道路挖方、填方边坡	地表扰动，表层裸露，呈线状分布，机械碾压，扰动强度大	临时排水沉砂、拦挡、土地整治、绿化、临时苫盖
	临时堆土场防治区	（0.59）	占压土地，堆土边坡	地表扰动，表层裸露，呈点状分布	临时拦挡、苫盖措施，临时排水沟和沉沙池。堆放时间较长，采用撒播草籽进行临时绿化
	泥浆干化场区	0.80（0.60）	占压土地，土方含水量大，不做好拦挡容易造成场地泥泞	土石方裸露，含水量大，泄溜	临时拦挡、彩条布苫盖，临时排水沟和沉沙池
合计		11.5420（3.2285）	/	/	/

图 7.1-1 水土流失防治总体布局图

7.2 运营期环境保护对策措施

7.2.1 运营期水污染防治措施

（1）加强对道路货物运输的管理，如果遇到运载危险品的车辆上路时，应及时通知有关管理部门，严格监控，防止事故的发生。一旦发生危险品溢出、泄漏等事故，应及时通知有关部门，及时采取应急措施，防止污染的进一步扩散，保护好周边水环境和排水系统。

（2）加强对道路的管理，定时对路面进行保洁、养护，清理过往车辆遗弃的各种固体废物，尽可能降低初期雨水污染物浓度。

（3）设置雨水收集系统和沉淀池，当运输车辆发生危险品泄漏时，雨水收集系统和沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水，避免泄漏危险品和清洗水直接排海。

（4）加强桥梁工程安全检查、监控，确保桥面路况良好状态和护栏等防护设施的完好，同时加强通行管理，要求车辆限速行驶。遇到大雾、台风等极端恶劣天气期间，建议封闭大桥，以免翻车、车辆掉落等事故发生，导致海域水环境受到污染。

7.2.2 运营期大气环境保护措施

（1）配备洒水清扫车，定期进行洒水和路面清扫；加强道路管理及路面养护，保持道路良好运营状态，减少塞车现象。

（2）根据当地气候和土壤特点在靠近公路两侧，特别是环境敏感点附近，要结合公路绿化设计，多种植乔、灌木。在净化吸收车辆尾气中的污染物、降尘的同时，又可以美化环境和改善公路沿线景观。

（3）加强组织管理，对上路车辆进行检查，禁止车况差、超载、装卸物品遮盖不严容易洒落的车辆上路，减少汽车尾气排放对沿线环境空气的影响。

7.2.3 运营期噪声控制措施

（1）噪声源控制措施

优先选用低噪声路面技术和材料。工程全线采用降噪沥青混凝土路面，并压

实平整，改善交通环境，减轻路面交通噪声污染。

（2）噪声传播途径控制措施

①加强道路两侧绿化工作，道路两侧在可能情况下营造多层次结构的绿化林带，使之形成立体屏障，增强对交通噪声的阻隔、吸收作用。

②绿化带宜根据当地自然条件选择枝叶繁茂、生长迅速的常绿植物，乔、灌、草应合理搭配密植。规划的绿化带宜与地面交通设施同步建设。

③在距离敏感目标较近的路段应预留安装隔声屏位置，以便根据实际建设情况可采取多重措施降低运营期噪声对敏感目标的影响。

（3）公用工程设施防范

道路设计时应进行合理规划，尽量减少设置在道路中间的地下管线检查井口，或将井口设置在道路隔离带等车辆不经过的地方，并采用与井口结合紧密的井盖，以非金属材质井盖代替金属材质井盖，以降低车辆经过井盖时引发的撞击噪声。

（4）声环境保护目标自身防护

根据敏感点噪声预测结果，本工程建成运营后，大部分敏感点运营近、中、远期声环境质量均出现不同程度的超标，最大超标量为 14.6dB（A），需采取相应的噪声污染防治措施。各种措施方案比选和降噪效果分析见表 7.2-1。

表 7.2-1 常用降噪措施一览表

防治措施	优点	缺点	防治效果	实施费用
声屏障	节约土地、简单实用、可行、有效一次性投资小，易在公路建设中实施。	声屏障后 60m 以内、的敏感点防噪效果好，造价较高；影响行车安全。	声屏障设计应由专业环保设计和结构设计单位承担，且首先应做好声屏障声学设计，即合理设计声屏障位置、高度、长度、插入损失值、声学材料等。一般可降低噪声 5～10dB。	约 1300 元/延米
隔声窗	可用于公共建筑物，或者噪声污染特别严重，建筑结构较好的建筑物。	需解决通风问题	根据实际采用经验，一般玻璃窗全关闭的情况下，室内噪声可降低 11～15dB，双层玻璃窗比单层玻璃窗降低 10dB 左右，可大大减轻交通噪声对村庄的干扰。	1200 元/m^2
搬迁	具有可永久性“解决”噪声污染问题的优点，环境效益和社	重新征用土地进行开发建设，综合投资巨大，同时实施搬迁也会产生	可彻底解决噪声扰民问题	按 60 万元/户计

防治措施	优点	缺点	防治效果	实施费用
	会效益显著	新的环境问题		
栽植绿化降噪林带	防噪、防尘、水土保持、改善生态环境和美化环境等综合功能对人的心理作用良好	占地较多，建设部门要面临购买土地及解决林带结构和宽度问题，绿化林带的降噪功能不高	与林带的宽度、高度、位置、配置方式以及植物种类有密切关系，密植林带 10m 时可降噪 1dB，加宽林带宽度最多可降低噪声 10dB	25 元/m^2（只包括苗木购置费和栽植费用）

根据本工程及周边项目实际情况，为保障本工程运营后各敏感点声环境质量达到相应的声功能区标准，本次评价提出以下敏感点噪声污染防治措施：

①根据设置声屏障后的预测结果（表 7.2-2），安装声屏障对一楼效果为 7.5dB，对高层效果不好，需设隔声窗。因此，本次评价推荐使用隔声窗及声屏障结合的方式降噪。

②随着交通量的逐渐增大，一旦出现由于本工程交通噪声造成的声环境质量偏离本环评预测结果的超标情况，建设单位要采取进一步可行的降噪措施；结合本工程实际情况，增补噪声防治措施可以考虑绿化带、隔声窗、低噪声路面等。

③根据本工程交通噪声水平向预测结果，本工程噪声防护控制距离为两侧距路中心线 100m 范围内。若未来村庄拆迁，重新规划道路沿线用地，则在声环境控制距离内，临路第一排不宜建设集中住宅，特别是学校、医院、疗养院等特殊敏感建筑，在噪声防护控制距离内如确需建设集中住宅时，则应依据噪声污染防治法，需进行自身声防护措施，使面向道路一侧的室内声环境满足《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）中相应功能的指标。

对于规划敏感点，建筑开发商应考虑绿化退线，新建居民住宅等敏感建筑应避免设置在临路第一排处，临路第一排可作为广场、停车场、绿地等，或作为大厅、车库、餐厅等非声敏感建筑区。新建住宅小区等声环境敏感建筑应执行《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）等有关规范文件，在工程的设计和施工时对建筑物本身的隔声功能要加以关注，对朝向道路的门窗采用有足够隔声量的通风隔声窗，或者符合国家标准的新型材料门窗（铝合金窗、彩钢合金窗、碳纤维门窗等），以消除或减弱交通噪声的影响。

（4）管理措施

①加强交通管理，严格管理和控制车辆鸣笛等，并在居住区等声敏感点附近

设置禁鸣喇叭、车辆慢行等标志牌。

②加强交通疏导与管理，保持道路畅通，交通秩序良好；加强路面维护保养，保证拟建道路的良好路况，提高车辆通行能力和行车的平稳性。

③制定噪声监测方案，预留跟踪监测费用及噪声防治措施费用，运营期对各敏感点进行跟踪监测，如出现噪声超标现象，再进一步采取相应控制措施。

7.2.4 运营期固体废物处理措施

本工程运营期产生的固体废物主要是司乘人员丢弃的饮料袋、易拉罐以及路面维修产生的石料、水泥废弃物等。加强对道路的管理，定时对路面进行保洁、养护，清理过往车辆遗弃的各种固体废物。强化公路沿线的固体废物污染治理的监督工作，向司乘人员和行人加强宣传教育工作。

表 7.2-2 运营期声环境保护目标噪声预测结果与达标分析表（设置声屏障） 单位：dB(A)

序号	声环境保护目标			预测点与声源高差（m）①	功能区类别	时段	标准值	背景值⑤	现状值②	运营期 2026 年（近期）				运营期 2032 年（中期）				运营期 2040 年（远期）			
										贡献值	预测值④	较现状增量	超标量	贡献值	预测值	较现状增量	超标量	贡献值	预测值	较现状增量	超标量
1	前华村	N1	1F	10	4a	昼间	70	54.8	54.8	62.3	63.0	8.2	-7.0	63.4	63.9	9.1	-6.1	64.5	65.0	10.2	-5.0
						夜间	55	42.6	42.6	57.4	57.6	15.0	2.6	58.7	58.8	16.2	3.8	59.9	60.0	17.4	5.0
			3F			昼间	70	54.7	54.7	71.5	71.6	16.9	1.6	72.8	72.9	18.2	2.9	74.0	74.0	19.3	4.0
						夜间	55	41.3	41.3	67.0	67.0	25.7	12.0	68.4	68.4	27.1	13.4	69.5	69.6	28.3	14.6
2		N2	1F	9.5	2	昼间	60	56.6	56.6	58.0	60.4	3.8	0.4	58.8	60.8	4.2	0.8	59.9	61.6	5.0	1.6
						夜间	50	48.6	48.6	50.2	52.5	3.9	2.5	51.1	53.1	4.5	3.1	52.3	53.8	5.2	3.8
			3F			昼间	60	56.6	56.6	59.9	61.6	5.0	1.6	60.6	62.0	5.4	2.0	61.7	62.9	6.3	2.9
						夜间	50	48.6	48.6	52.2	53.8	5.2	3.8	53.0	54.3	5.7	4.3	54.1	55.2	6.6	5.2
			5F			昼间	60	56.6	56.6	61.3	62.5	5.9	2.5	62.1	63.2	6.6	3.2	63.3	64.1	7.5	4.1
						夜间	50	48.6	48.6	53.6	54.8	6.2	4.8	54.5	55.5	6.9	5.5	55.7	56.4	7.8	6.4

备注：①高差为敏感点房屋所在地地面与路面的高差，以道路路面为基准，负值为低于路面，正值为高于路面。

②现状值取本次评价现状监测值；

③本工程为新建项目，背景值=现状值；

④预测值=本项目贡献值+背景值；较现状增量=预测值-现状值；超标量=预测值-标准限值。

表 7.2-3 运营期声环境保护目标噪声控制措施及投资表

序号	敏感目标	所在位置				敏感点地面与路线地面高差（m）	所在道路的路基形式	评价区内可能受影响的户数/人数	噪声预测值/dB（A）		超标量/dB（A）		建议采取的措施及效果	推荐最终方案及造价
		方位	评价类区	与道路中心线的距离（m）	与道路红线的距离（m）				昼间	夜间	昼间	夜间		
1	前华村1	路右	4a类	16.59	81	9.5	路堤	面向道路一侧，约6户/21人	70.5~74.0	65.6~69.6	0.5~4.0	10.6~14.6	运营期最大超标量14.6dB(A)，主要为靠近道路的楼房高层噪声超标，推荐使用隔声窗及声屏障结合的方式降噪。 ①桩号K213+220~K213+720左侧安装声屏障，500m（长）×2.5m（高），1300元/延米，投资65万元，声屏障对一楼效果为7.5dB(A)。 ②声屏障不能完全阻挡道路噪声对高层的影响，因此为加装声屏障后依然不能达标的住户安装隔声窗。鉴于现有房屋隔声效果良好，门窗较严密，建议对外层窗进行中空双层玻璃的改造。隔声量25dB(A)，可确保相应敏感点环境噪声达相应室内标准。按照每户1万元计，约6户，约6.0万元。	推荐桩号K213+220~K213+720左侧安装声屏障，靠近道路的楼房高层外层窗进行中空双层玻璃的改造，隔声量25dB，约6户。共约71.0万元。

序号	敏感目标	所在位置				敏感点地面与路线地面高差（m）	所在道路的路基形式	评价区内可能受影响的户数/人数	噪声预测值/dB（A）		超标量/dB（A）		建议采取的措施及效果	推荐最终方案及造价
		方位	评价类区	与道路中心线的距离（m）	与道路红线的距离（m）				昼间	夜间	昼间	夜间		
2	前华村2	路右	2类	52	135	10	路堤	面向道路一侧，约70户/240人	60.4~64.2	52.5~56.5	0.4~4.2	2.5~6.5	村庄居民较多且密集，因此推荐桩号K213+220~K213+720左侧100m评价范围内居民采取安装隔声窗的措施，鉴于现有房屋隔声效果良好，门窗较严密，建议对外层窗进行中空双层玻璃的改造。隔声量25dB(A)，可确保相应敏感点环境噪声达相应室内标准。按照每户1万元计，约70户，约70.0万元。	推荐桩号K213+220~K213+720左侧200m评价范围内居民采取安装隔声窗的措施，对外层窗进行中空双层玻璃的改造，隔声量25dB，约70户，共计70.0万元

7.2.5 运营期减少对鸟类影响措施

运营期对鸟类的影响主要是交通噪声和照明。本工程位于福清兴化湾水鸟省级自然保护区外，距离核心区最近约 1055m。兴化湾海域空旷，鸟类有足够多的可选择作为越冬地或者迁徙过程中的停歇地。建设单位根据鸟类的行为学特征，营运期在对拟建公路段照明设计时，严格按照公路照明设计标准中的要求进行设计。在道路照明满足相应标准的前提下，通过对照明方式、灯具布置、光源选择等方面进行优化处理，尽量减小道路照明对周围环境的光污染影响。总体上，营运期严格落实遮光措施和采用“鸟类友好”光源，以缓解道路照明对现有留鸟及迁徙候鸟的影响。另外，工程在营运期间，应以低矮的灯光或荧光导航条作为车辆行驶的导航标识，避免大面积、长时间的泛光照明，保证鸟类对自然昼夜交替变化的正确判断。改善照明设施及围栏遮光效果，并实施增殖放流改善觅食环境，将工程建设对鸟类的影响降到最低。

7.2.6 运营期减少对红树林影响措施

本工程周围红树林种植品种为秋茄，平均高度为 1~3m，桥面涉及红树林段净空高度为 4~10m，高于红树林约 3m，对红树林无影响，且本工程建成后作为道路使用，对红树林生长基本无影响。

运营期需定期对桥梁周边的红树林进行生态跟踪检测。特别是桥面垂直投影面覆盖的红树林生长区域，由于日照、水动力和土壤淤积的改变，可能影响到红树林生境。为了确保红树林生长良好，应加强车辆管理，减少漏油等事故发生，设置足够的垃圾收集设施，鼓励过往车辆及行人妥善处理垃圾。通过标识牌等方式向公众宣传保护红树林的重要性，提高人们的环保意识。制定应对突发环境事件的应急预案，确保能够迅速有效地处理。

7.3 生态环境保护对策措施

7.3.1 陆域生态环境保护和恢复措施

（1）施工期应加强施工人员的环境保护教育和宣传工作，禁止施工人员扩大破坏占地面积，尽量减小对生态系统的不利影响。

（2）在施工过程，要求施工人员文明施工，严格按施工规范要求作业，禁止乱堆土和筑路材料的乱堆乱放。

（3）在填、挖路基的施工过程中，严格控制路基开挖等施工作业面，尽量减少对工程沿线自然生态的破坏，保护沿线的生态环境。

（4）植被保护及恢复措施

①开工前，对施工范围临时设施的规划要进行严格的审查，既少占农田（尤其是水田）、林地，又方便施工。

②严格按照设计文件确定征占土地范围，进行地表植被的清理工作。

③严格控制路基开挖施工作业面，避免超挖破坏周围植被。

④工程施工过程中，要严格按设计规定的弃渣场进行弃渣作业，不允许将工程废渣随处乱排，更不允许排入河中。

⑤如需搭建临时建筑，应尽可能采用成品或简易拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏。

⑥本项目起点处存在有生态公益林，施工单位应加强防火知识教育，防止人为导致生态公益林火灾的发生。

⑦路基施工前，应将占用农田的表土层（约 30~100cm 厚）、林地表土层（约 15~60cm 厚），即土壤耕作层剥离，并在临时用地范围内适当位置进行集中堆放，并采取临时拦挡和覆盖措施，防止雨淋造成养分流失，以便用于后期的绿化和土地复垦。

⑧项目施工结束后，对临时占地/场地、堆土区采取植被恢复措施和相应的绿化，施工区植被恢复等级为 3 级，拟采取乔、灌、草结合模式进行植被恢复，降低项目建设对区域生态环境不利影响。

（5）落实运营期植被恢复计划

①应按公路绿化工程规划设计的要求，完成公路范围内可绿化地面的植树种草工作，以达到恢复植被、减少水土流失等目的。

②做好表土堆场、施工场地的植被恢复和绿化的维护。

③坡绿化应以适应当地生长的草坪植物或低灌木为主。

④公路管理及养护部门应加强管理和宣传教育，确保公路绿化林带不受破坏。

7.3.2 生态保护修复补偿措施

（1）增殖放流

本工程施工过程中对海洋生态影响主要为悬浮泥沙扩散、桩基占海造成的海洋生物损失。为减少工程施工过程中对海洋生物和渔业资源造成的损失，建设单位应参照农业部《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9 号）、《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业部令第 20 号，2009）、《水生生物增殖放流技术规程》（SCT 9401-2010）和《农业部办公厅关于进一步规范水生生物增殖放流工作的通知》（2017）的有关规定，按照等量生态补偿原则进行海洋生态资源补偿，损失多少补偿多少，主要采取增殖放流的形式。增殖放流工作应在当地渔业主管部门的指导下进行，通过增殖放流促进该海域海洋生态资源的恢复。

根据“5.9.1.3 海洋生物资源损失的估算”，工程占用海域造成的洋生物资源经济损失共计 67.02 万元。针对工程区附近海域渔场资源特点，制定科学的增殖放流方案，适当扩大放流的种类、数量和区域，提高渔业资源量，改善资源种群结构。选址以兴化湾海域为主。增殖放流可采用游泳生物、贝类底播等方式进行。增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种，增殖放流应严格执行《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业部令第 20 号）和《福建省水生生物增殖放流工作规范》（DB35/T 1661-2017）等相关规定。

（2）红树林种植

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段(东港特大桥)公路工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证》（报批稿）可知，本工程永久占用红树林湿地主要造成红树林生态功能受到影响，但由于占用面积较小，影响较小。因此，工程涉及占用红树林湿地，采取同区域补植的方式进行修复区域红树林湿地的生态功能。

根据《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段东港特大桥)公路工程生态保护修复方案》，工程申请用海范围（桥面垂直投影外扩 10m）涉及自然岸线 108m；桥面垂直投影涉及岸线共 588m（其中人工岸线 446m，自然岸线 142m）；桥墩涉及自然岸线 3m，拟通过种植红树林补偿恢复岸线生态功能。

红树林补植方案具体如下：

（1）修复内容

①拟新造红树林面积 0.5hm^2。

②拟补植红树林面积 0.0667 hm^2。

③拟新造红树林面积 0.01hm^2。

造林过程避开入海口、航道。并规范科学制定造林设计方案，管护期 5 年。

（2）位置选择

①红树林补植位置选择为红树群落被工程桥梁覆盖的遮阴区域及周边沿海滩涂。具体位于陈厝村南侧海堤外沿海滩涂，为工程 27#-28#桥墩外侧沿海滩涂。详见下图。

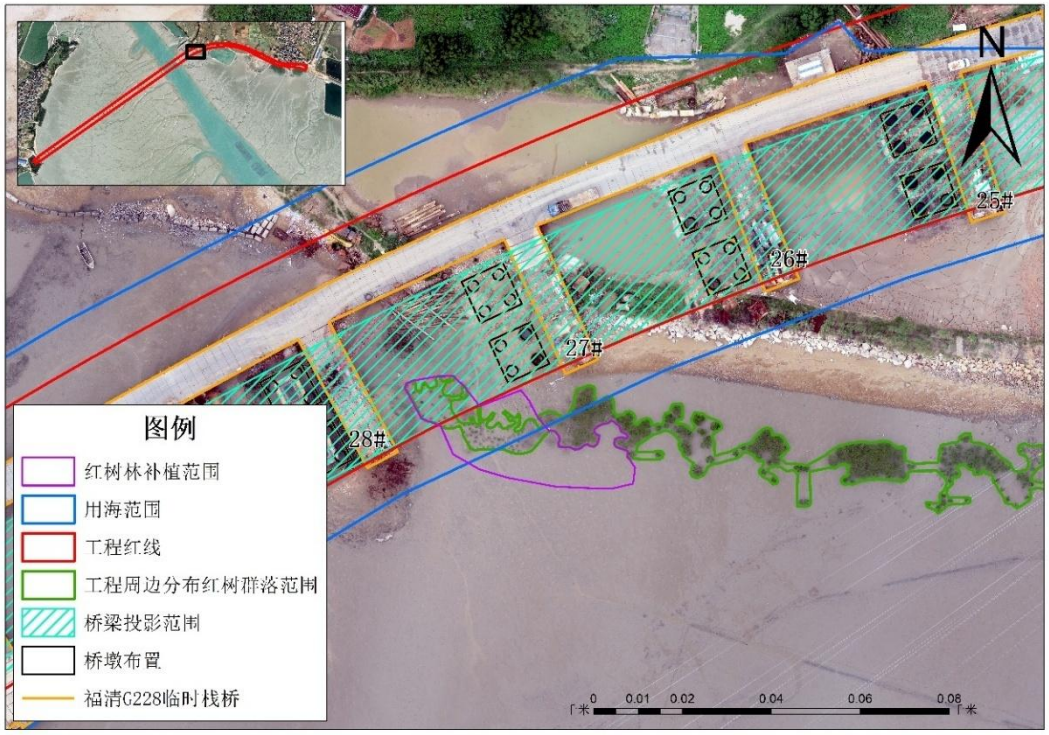


图 7.3-2 红树林造林区分布图

②红树林新造林地点选择福清市江镜镇前华水闸口东南面（拟建 G228 道路观景平台处海堤外侧）高潮位淤泥质滩涂，属于兴化湾内东港区域。

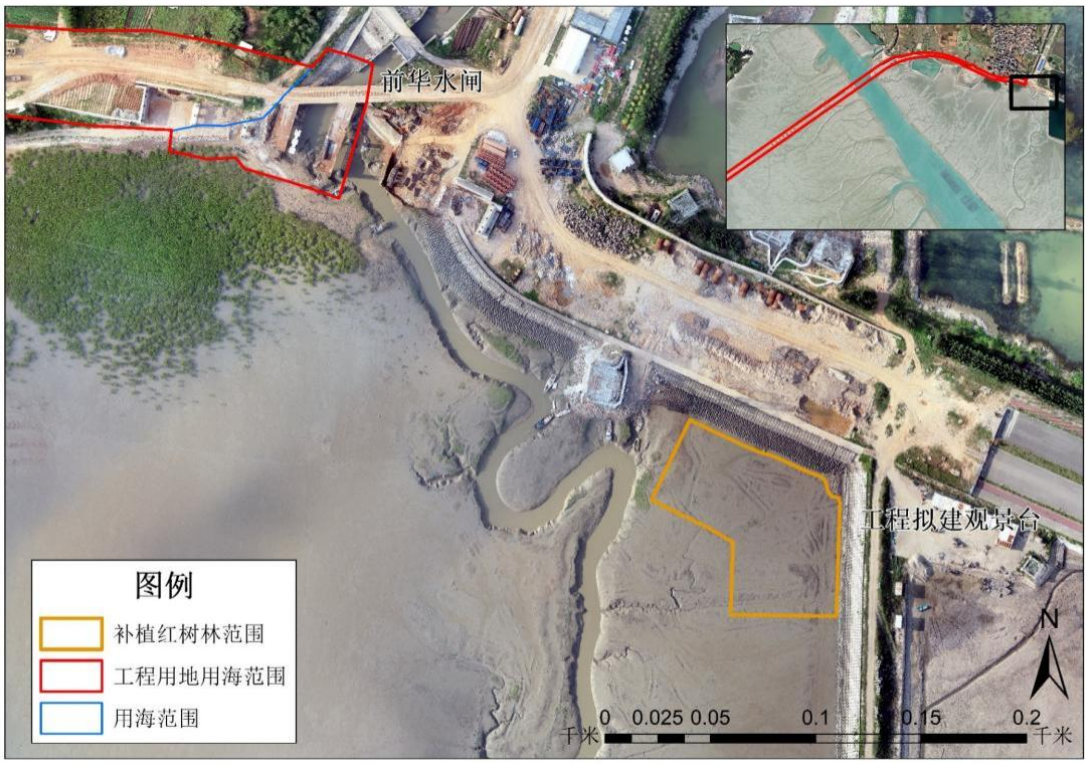


图 7.3-3 红树林就近补植区分布图

③拟在江镜镇陈厝村南侧海岸种植秋茄面积 10m×10m （100m²）。

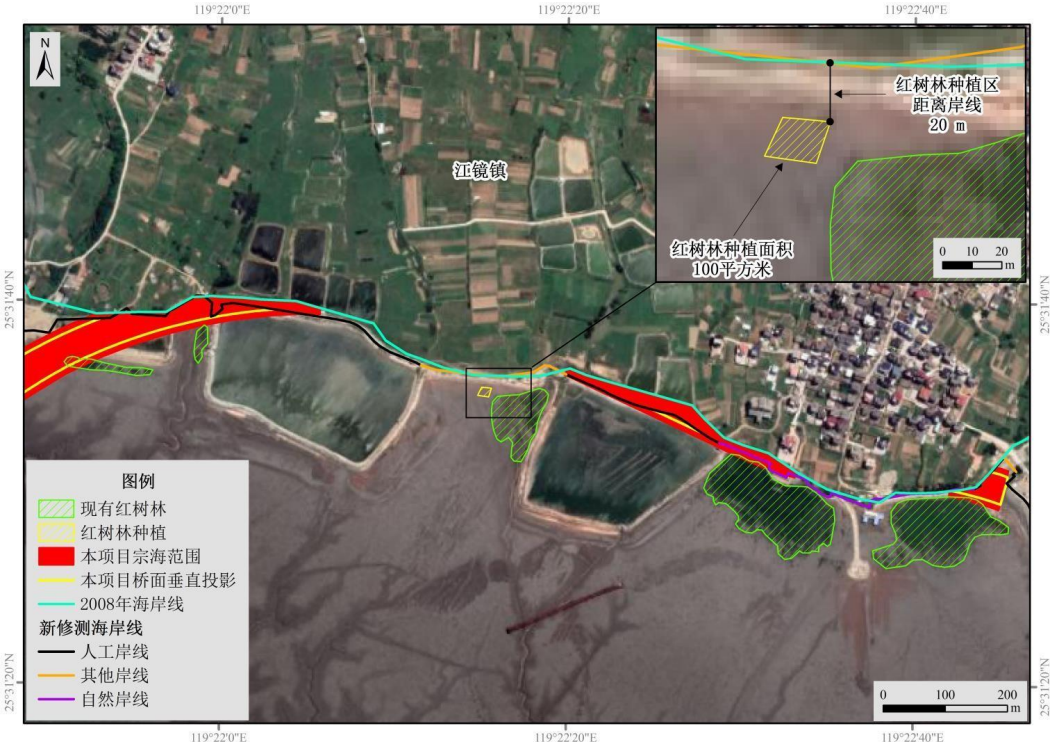


图 7.3-4 红树林就近种植区分布图

（3）红树植物品种选择

天然分布在福建省的红树林品种有，金蕨、木榄、秋茄、黄槿、海漆、鱼藤、桐花树、小花老鼠勒、老鼠勒、白骨壤。其中 25°23′N 以北仅有秋茄一种分布。本次红树林修复地点选择在福清市江镜镇前华村沿海滩涂，属于兴化湾内东港区域，地理坐标为 119°22′51.72″E，25°31′23.5″。因此，选择地点气候条件仅适合秋茄生长，同时，兴化湾东港区域有多次采用秋茄进行红树林造林的成功案例。因此，本次红树植物选用秋茄。同时，补植现场发现存在有零星分布的互花米草，应在补植之前进行清理与整治。互花米草采用“物理除治法”进行清除。红树林修复措施新造红树林总投资 17.1859 万元。

（3）生态保护修复实施计划

本工程生态保护修复拟投入资金 84.2059 万元（其中增殖放流 67.02 万元，红树林修复 17.1859 万元）。增殖放流计划在工程施工期内完成，实施前编制增殖放流方案。在工程建设期间，选择红树林品种适宜季节进行红树林种植。生态保护修复责任主体为福清市交通建设投资集团有限公司，增殖放流活动在当地海洋渔业主管部门指导下进行，红树林种植应在当地林业主管部门指导下进行。

7.4 环境风险防范措施及应急要求

本项目主要环境风险为桥上交通车辆运输事故坠海、危险品泄漏，船舶与桥墩碰撞导致燃料油泄漏，以及自然灾害对海域生态环境的影响。

7.4.1 交通运输事故风险防范措施及应急要求

7.4.1.1 交通运输事故风险防范措施

项目营运期涉及危险品运输车辆，可能会发生危险品泄漏事故风险，应采取以下相关措施，把工程的环境风险和环境影响降到最低，以减轻风险事故带来的损失。

（1）危险品运输管理措施

①危险品运输单位及车辆必须符合《道路危险货物运输管理规定》（交通运输部令 2019 年第 42 号）《福建省道路运输条例》等国家、地方有关危险品运输的法律法规的规定。在危险化学品运输车辆上安装 GPS 全球定位系统，对司机、运输的危险货物、车辆等进行动态监控。

②加强对车辆、道路设施的管理。交通管理部门加大管理力度，严格控制车辆超员、严禁各种泄漏、散装、超载车辆上路，防止道路散失物造成水污染；对运载危险物品车辆严格进行检查、严格监控，防止事故发生。

③运输危险化学品，应当根据危险化学品的危险特性采取相应的安全防护措施，并配备必要的防护用品和应急救援器材。用于运输危险化学品的槽罐以及其他容器应当封口严密，能够防止危险化学品在运输过程中因温度、湿度或者压力的变化发生渗漏、洒漏；槽罐以及其他容器的溢流和泄压装置应当设置准确、起闭灵活。运输危险化学品的驾驶人员，应当了解所运输的危险化学品的危险特性及其包装物、容器的使用要求和出现危险情况时的应急处置方法。

④从事危险化学品道路运输，应当依照有关道路运输的法律、行政法规的规定，取得危险货物道路运输许可。危险化学品道路运输企业应当配备专职安全管理人员。危险化学品道路运输企业应当经交通运输主管部门考核合格，取得从业资格。

⑤对于易燃易爆、有毒有害等危险品的运输要严格按照相关危险货物运输规章办理，对于没有可保证措施的危险品运输，采用其他替代运输方案；同时应加强桥面的交通管理，尽可能消除人为不安定因素，加强运营设备检修及维护工作，以减少不良设备的隐患，可大大减少货物运输对海域环境造成污染的潜在风险。

（2）公路运输事故的防范措施

①加强天气信息发布，及时通知相关部门，告知路面的通行情况，遇大风、雷、雾、路面结冰等情况，应禁止所有危险品运输车辆进入桥梁；情况严重时暂时关闭相应路段。

②要求在经过居住区的路段及跨水域的桥梁，强化路栏安全设计，以防范翻车事故对路侧居民的安全危害及对水体安全危害。

③应设紧急报警电话，出现重大交通事故，应迅速联系消防、救护、公安等有关方面及时处理。一旦发生危险品溢出、泄漏等事故，应及时通知有关部门，及时采取应急措施，防止污染进一步扩散。

④加强大桥运营管理，做好日常检修和维护工作。在大桥两侧醒目位置设置限速牌，提醒车辆注意减速行驶，并在桥梁两侧设置应急电话和监控设备，由监控中心进行 24 小时连续即时监控。

⑤加强桥梁防护栏的设计、施工，按规范设计桥梁的防撞等级，确保达到防止事故车辆坠入水体的强度要求。同时加强桥梁运营管理，做好日常检修和维护工作，确保桥面路况良好状态和护拦等防护设施的完好。

道路监控设备样图	防撞护栏效果图

图 7.4-1 交通运输风险防范措施

（3）设置沉淀收集池

本项目设置雨水收集系统和沉淀池，沉淀池布置于桥梁下侧或右侧。桥面汇水通过竖向排水管排至纵向排水槽，再汇入排水管进而引到地面沉淀池。当运输车辆发生危险品泄漏时，雨水收集系统和沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水，避免泄漏危险品和清洗水直接排海。沉淀池位置见图 7.4-3、图 7.4-4。

本次工程共在桥面下侧设置 6 座沉淀池，其中在 K214+184 桥下设置 2 座，K217+274 桥梁右侧设置 4 座，单个沉淀池容积为 448.2m^3，合计收集池容积为 2689.2m^3。沉淀池池壁采用 C20 片石砼，池底采用 C25 钢筋砼，池底布置 16@200mm 钢筋网（上、下两层），保护层为净 4cm。沉淀池允许最大埋深为底板以上 2 米，地下水位低于池底。地基承载力≥100kpa，池底坡度≥1°。水池顶四周应设电焊网隔离栅，并设警示标志，以防人员跌落池内。沉淀池结构见图 7.4-2。

为保护沿线水体环境，当突发危险品泄漏事故后，沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水，收集到的废液经泵送至清理车外运，并根据废水的性质按照相关规定交由有资质的部门进行处置，不得外排，不得进入海域。

本项目建成后，移交养护单位进行管养维护，沉淀池日常管理由养护单位负责，并编制应急处置方案。沉淀池池体应做好防腐、防渗漏措施，池底定期进行

清理并保持空置状态，确保突发风险事故时能够起到相应的作用。

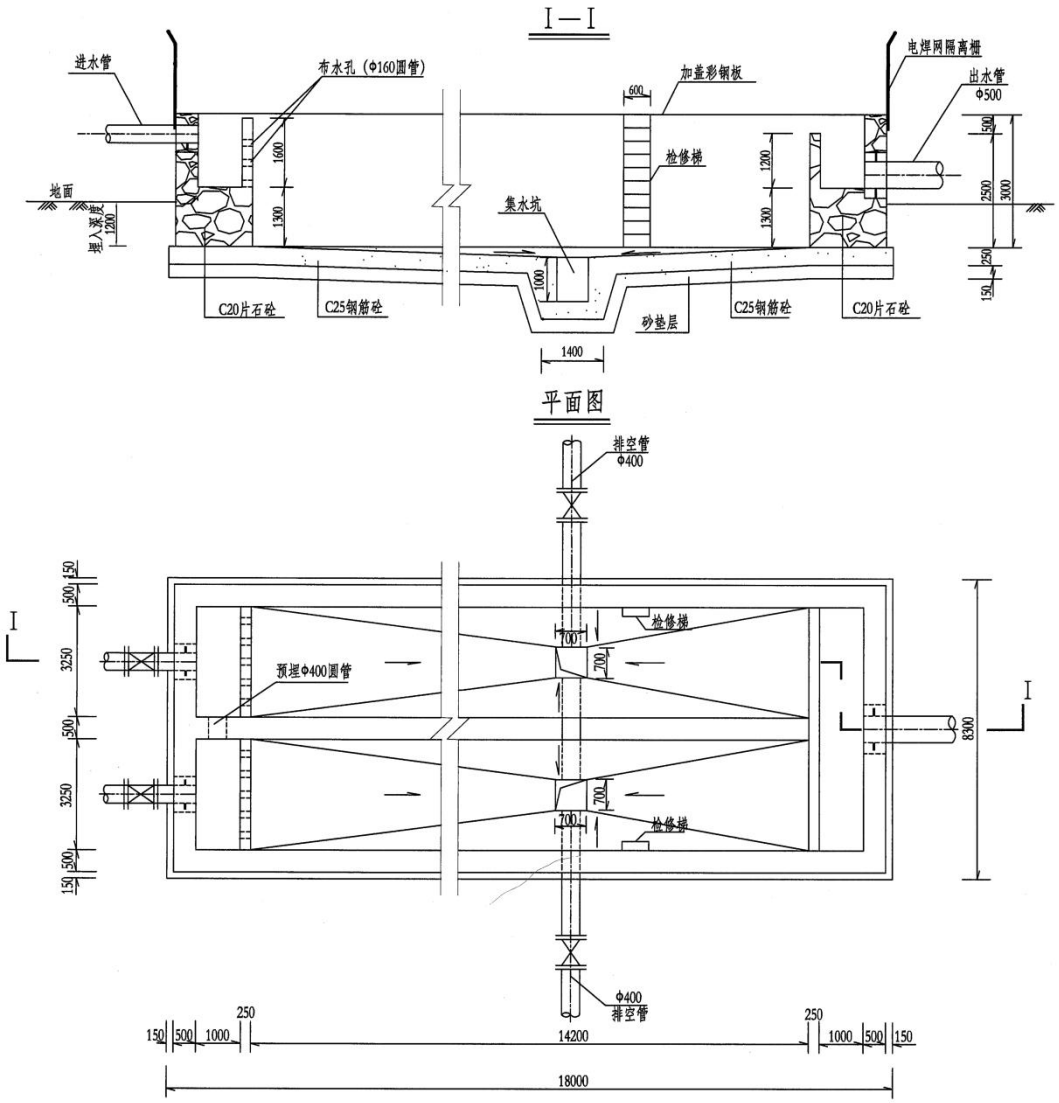


图 7.4-2 沉淀池结构图

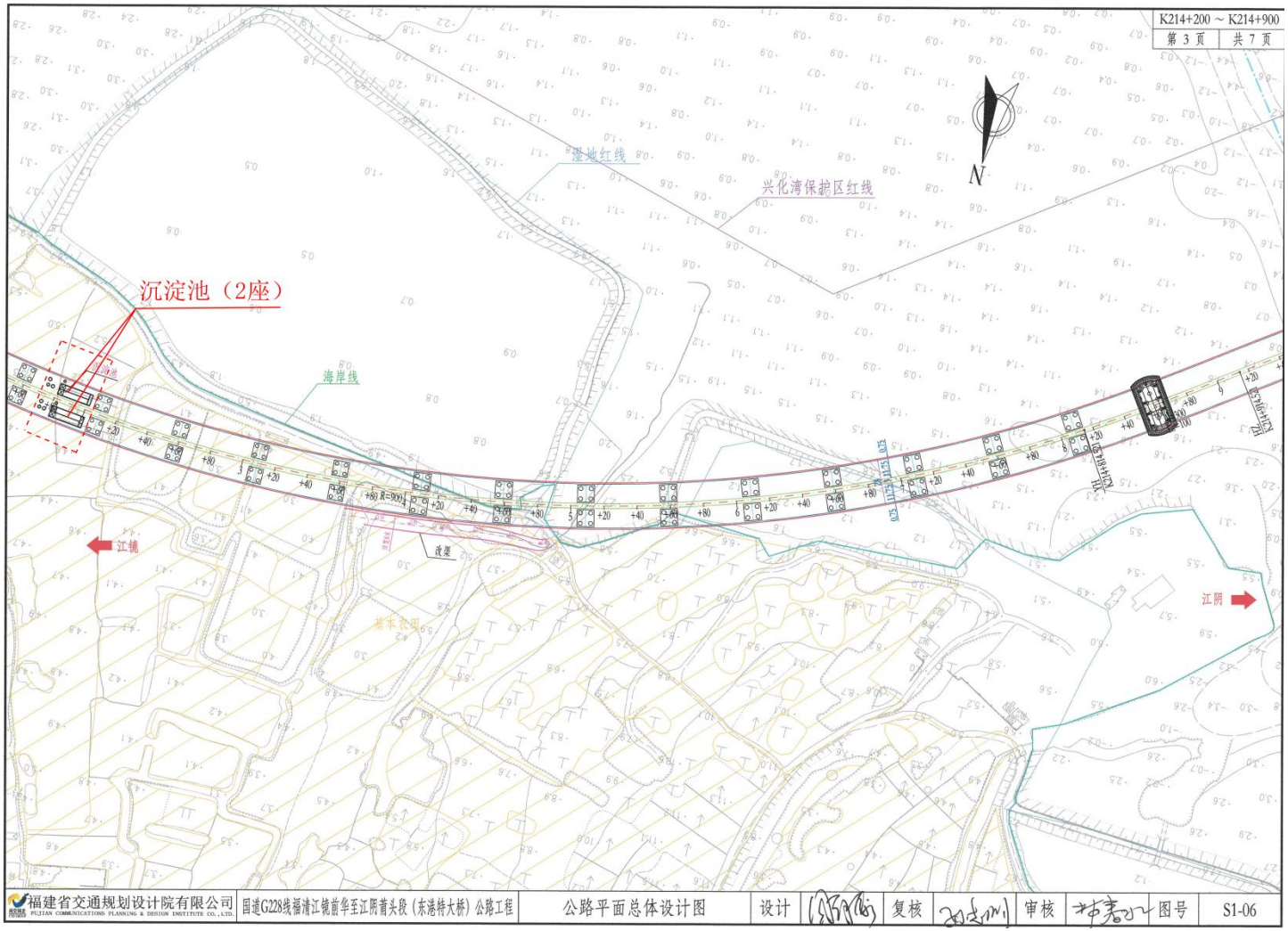


图 7.4-3 沉淀池位置示意图（1）

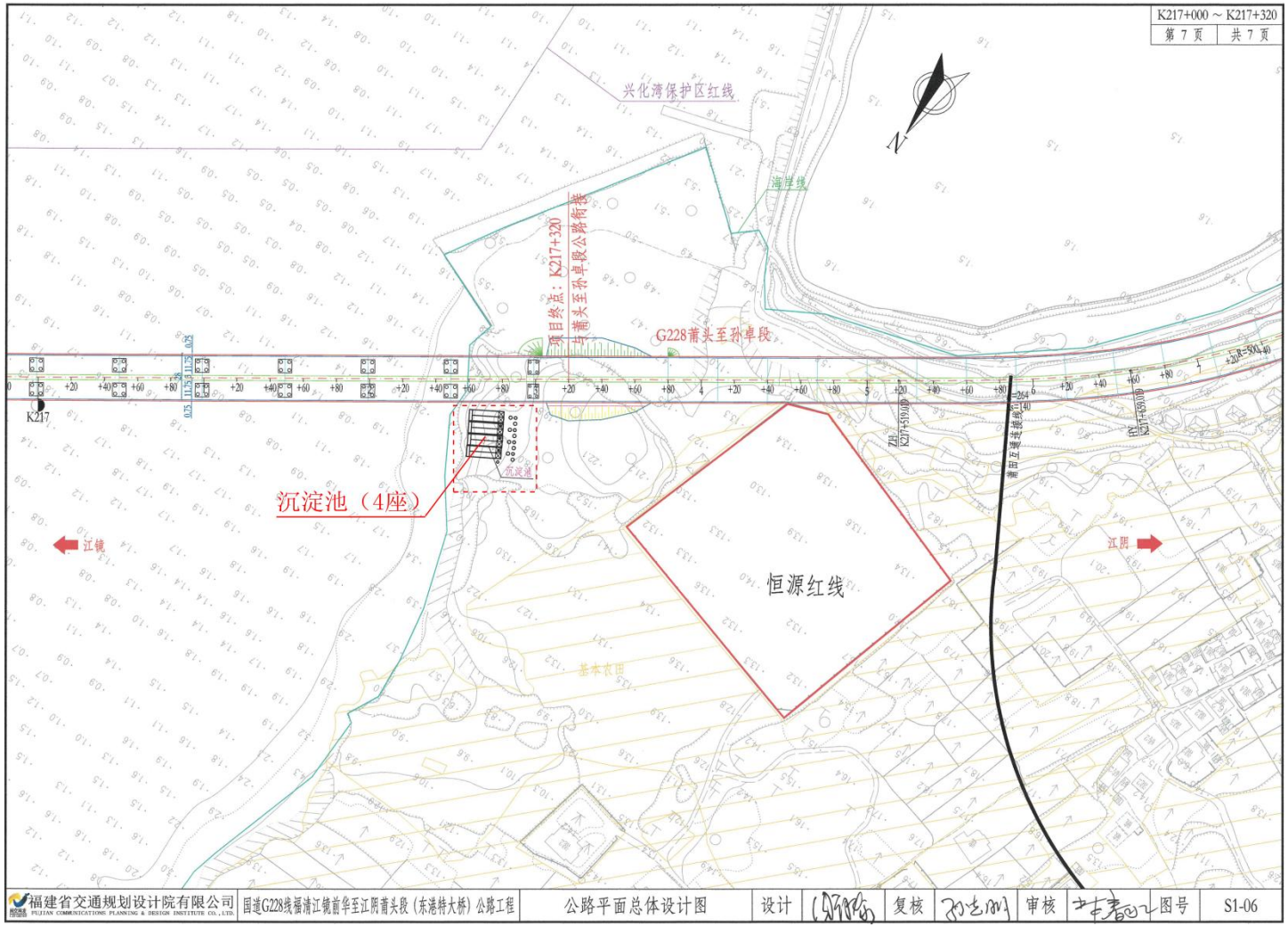


图 7.4-4 沉淀池位置示意图（2）

7.4.1.2 交通运输事故风险应急要求

项目营运期桥面车辆运输危险品过程中存在因违章操作或防护不当引发交通事故，导致危险品泄漏入海的事故风险，跨海桥梁危险品运输事故的处置危险性高，可能会对沿线居民区生命财产及海洋环境造成巨大损失。为了能够应对和处置危险品运输泄漏事故，建立一个高效的应急处置指挥体系至关重要。

（1）建立应急处置指挥体系

应急处置指挥体系是指在危险品事故发生时，通过组织、领导和协调处置行动的体系，主要包括指挥部、专家组、救援组。

①指挥部

指挥部是应急处置指挥体系的核心，负责协调指挥现场救援工作。指挥部由政府相关部门和专家组成，可以根据事故的性质和规模设立不同级别的指挥部。指挥部应具备灵活高效的决策能力，能够迅速响应和指挥救援行动。

②专家组

专家组是由各领域的专家组成的团队，负责提供技术支持和决策依据。他们应具备丰富的实践经验和专业知识，能够快速判断事故情况并提出相应的处置方案。专家组还应与指挥部密切配合，共同制定和指导救援工作。

③救援组

救援组是由专业救援人员组成的团队，接受过严格的培训，具备处理危险化学品事故的技能和经验。救援组应根据事故发生地点和性质进行分工，确保每个环节都能得到及时的救援和处理。

（2）配套应急设施

配套相关的应急设施，包括事故现场的应急设备、医疗保障和信息通讯系统等，为应急处置提供支持和保障，能够提高救援的效率和安全性。应急救援设备可存放于养护工区等合适的地方，以便快速救援。主要包括应急防护处理车辆、电源、照明设施、吸附剂、消防设备（灭火器、防毒面具等）及医疗设备（急救箱、药品）等。

（3）事故应急反应措施

①发生交通事故，司机、主要负责人或目击者应当立即拨打报警电话 110、122、119、120 等相关救援电话。报告事故发生的时间、地点和简要情况，并随

时报告事故的后续情况。

②接到事故报告后，立即按照本项目应急救援预案，做好指挥、领导工作。并立即报告当地应急管理局和公安、生态环境等有关部门，负责安全监督管理综合工作的部门和生态环境、公安、卫生等有关部门，按照当地应急救援预案要求组织实施救援，不得拖延、推诿。应当立即采取必要措施，减少事故损失，防止事故蔓延、扩大。

③当确定事故不能很快得到有效控制应立即向上级主管报告，请求上级应急救援指挥部给予支援。指挥部各成员单位接到通知后立即赶赴事故现场，开展相关救援工作。

④在急救、医疗人员到达现场之前，现场救援人员应当按照救护操作规范，进行应急处置。急救、医疗部门人员到达现场后，由急救、医疗人员组织抢救受伤人员。市卫生健康委负责组织开展对事故伤员实施紧急医学救援，根据现场需要，及时协调有关医疗救护专家和药品装备进行支援。公安部门应当积极协助运送伤员，必要时征用过往车辆。

⑤公安部门根据市现场指挥部的决定，负责在道路上设立警戒区，实施交通管制，禁止无关车辆和人员进入，疏散警戒区内的车辆和人员；在警戒区外围交通要道和交叉路口设立标志，组织交通分流；清理通道，维护交通秩序，保障参加排险、救援车辆、设备顺利进入现场。

（4）应急事件后续处理

①事故的调查处理及损失评估

本项目运营管理单位应积极配合各级有关部门对本次应急事故的起因进行调查处理和损失评估工作，具体情况按照有关规定进行。

②应急结束

道路交通事故现场清理完毕后，交通恢复正常秩序，受伤人员得到妥善治疗后，应终止应急响应。经各级有关部门及专家研判后，上报指挥部总指挥批准终止应急响应，应急响应结束后，现场指挥部自行撤销。

（5）培训与演练

应急预案制定后，应当使有关人员明确应急预案中的各自任务，并在日常加以培训与演练，提醒各级组织及相关人员时刻保持高度的警惕性。

（6）事故应急池容积计算

本项目事故应急池计算参照《化工建设项目环境保护设计规范》（GB50843-2019）和《石化企业水体环境风险防控技术要求》（SH/T0729-2018）相关内容进行计算。

$$V_{总}=（V_1+V_2-V_3）_{max}+V_4+V_5$$

式中：

V_1—收集系统范围内发生事故的一个罐组或一套装置的物料量。储存相同物料的罐组按一个最大储罐计，装置物料量按存留最大物料量的一台反应器或中间储罐计。本项目按一般情况下槽车最大运载量确定，取 20m^3；

V_2—发生事故的储罐或装置的消防水量，m^3；

$$V_2=\Sigma Q_{消}\times t_{消}$$

$Q_{消}$—发生事故的储罐或装置的同时使用的消防设施给水流量，m^3/h；发生火灾时，消防用水量 10L/S，火灾延续时间按 1h 计算。

V_3—发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量，m^3，取 0；

V_4—发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量，m^3，取 0；

V_5—发生事故时可能进入该收集系统的降雨量，m^3；

$$V_5=10qF$$

q—降雨强度，mm；按平均日降雨量。本地区年均降雨量 1239mm，年降雨日数按照 125 天计算，则平均日降雨量为 9.91mm；

F—必须进入事故废水收集系统的雨水汇水面积，hm^2；

则 $V_5=10\times9.91mm\times15.7hm^2=1555.87m^3$。

经计算，$V_{总}=（20+36-0）+0+1555.87=1611.87m^3$。本项目应设置事故应急池容积为 1612$m^3$。根据前文描述，当突发危险品泄漏事故后，沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水，收集到的废液经泵送至清理车外运，并根据废水的性质按照相关规定交由有资质的部门进行处置，不得外排，不得进入海域。本项目设置沉淀收集池总容积为 2689.2m^3，可以满足应急要求。

7.4.2 船舶溢油风险防范措施及应急要求

7.4.2.1 船舶溢油风险防范措施

（1）设置施工管理机构。为了保障工程水域施工期间正常的通航秩序，建议建设单位在施工期设置管理机构，主要负责附近海域施工期与其他单位之间的协调。按照施工维护方案，保障水上通航安全和施工作业的顺利进行。遇有突发性事件时应及时向海事部门报告和请示，视情况采取相应的应急处置措施。

（2）按规定办理施工作业手续，申请划定施工水域和安全作业区域。落实施工期间的监管措施和施工安全保障措施，在施工现场设置必要的警示装置。在施工栈桥之间的航道区域设置通航、禁锚等标志、浮灯标等设施，在施工栈桥钻孔平台设置夜间安全警示灯标志，维护通航安全，防范其他过往船舶碰撞施工栈桥、在建桥梁的风险。

（3）施工期间应备有通讯联络器材设备，当出现事故时，能顺畅地与兴化湾海域溢油应急指挥部联络，并积极配合福清海事局和生态环境部门、海洋、渔业部门等相关部门做好应急工作。

（4）运营期考虑到防止海上船舶碰撞，通航孔主墩设置防撞设施，如图7.4-5。由于桥梁非通航孔较多，考虑到桥区各类小型船舶的活动，可根据需要考虑非通航孔桥墩防撞，有关防撞设计要求按《公路桥梁抗撞设计规范》（JTG/T3360-02-2020）执行。

图 7.4-5 常用防撞设施类型示例图

（5）运营期在桥梁通航孔及航道区域设置通航、禁锚等标志、灯浮标等设施，维护通航安全。恶劣天气（强降雨、风大于 6 级、能见度不良），禁止船舶通过桥区，防范船舶碰撞桥梁风险。

（6）制定本工程船舶事故溢油应急预案，根据船舶事故溢油的不同级别，

分别启动相应的应急响应机制和救援工作。

7.4.2.2 船舶溢油风险应急要求

近十年来，近岸海域油污染问题越来越受到人们关注，虽然此类事故突发的风险概率甚小，但万一发生，就可能造成难以估量的惨重损失；另外经调查研究，事故发生后，能否迅速而有效的做出溢油应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。因此建立快速科学的溢油事故应急反应体系，制定有效的溢油事故应急计划是非常必要的。

结合本工程实际情况，本工程溢油应急预案内容应包括以下几个部分，供建设单位参考。一旦发生船舶碰撞，燃料油外泄或火灾等事故，业主单位应立即启动应急方案。

（1）建立溢油事故应急体系

国内外经验说明，及早落实有效的应急防治措施，将会使事故可能造成的危害减少到最小程度，才能减少溢油风险事故对生态环境的影响，以实现经济效益与环境效益相统一。

溢油事故应急系统可根据事故大小划分不同应急等级，在事故发生后立即作出反应。这个体系应包括以下几个方面：

①建立健全组织指挥机构，应建立应急指挥部，负责应急组织协调和指挥，制订应急防治方案和生态风险控制措施，应急队伍的调遣和器材的调拨，事故发生后的联络、救援和事故报告以及事后事故原因、责任、损害调查和索赔等事项的协作与配合；

②绘制地区的环境资源敏感图，确定重点优先保护区域及范围；

③建立清污设备器材储备，加强清污人员训练，掌握应急防治设备器材的操作使用，从而增强应付突发性海损事故的处理能力；

④建立通畅有效的指挥通讯网络。借助社会一切力量，做好船舶防污工作；

⑤加强溢油跟踪监测，建立科学的溢油分析决策系统。

在此基础上，建设单位应设置专门负责人，组成应急机构，负责处理小型泄漏事故，建设单位的应急机构应配备应急设施和建立应急程序，专门负责突发性事故的应急计划和措施，并根据实际情况适时进行演练，提高工作人员处理事故的应变能力。

（2）应急反应设施、设备的配备

由于本项目为公用基础性工程，其本身发生溢油事故的风险很小，因此建议向当地海事部门了解可供事故应急调用的防污企业和设备（围油栏、吸油毡、污水处理船等），与附近其它企业建立事故救援联动机制，共享溢油事故应急设施，并确保沟通保持畅通，既可以节省成本，也可以充分利用资源。

（3）事故处置

现场处理人员应在应急行动之前，了解所发生的意外事故的危险特性，急救方法等，在专家的指导下进行现场处理。

若发现船体破损进水，应组织排水和堵漏；若碰撞引起火灾或油污染，应按火灾应变部署、油污应急计划处理；若发生人员伤亡，应立即组织抢救。

对事故现场水域进行监控、及时疏散附近船舶、维持正常的通航秩序；如碰撞的船舶受损严重可能沉没，应立即通知拖轮、工程船赶往现场施救，将遇难船舶拖离到安全水域或合适地点进行搁滩，以保持航道的畅通；受损船舶如沉没，应准确测定船位，必要时按规定设标，并及时组织力量打捞清障；船舶如发生人员落水，应立即按规定的信号报警，并用有效手段向主管机关报告。

船舶应积极进行自救，按安全操作方法向落水者投放救生艇（筏）施救。夜间要考虑到照明问题，必要时对搜救水域实施交通管制，保证搜救工作顺利进行和通航水域的安全。

一旦发生燃料油泄漏，应立即组织关闭阀门，堵漏、驳油，防止溢油源继续溢出，根据溢油的类型、数量、地点与海水的流速、流向确定应急方案，比如，立即设置围油栏，用吸油材料吸附或用带式抽吸式收油机对溢油集中区域进行抽吸等；调度应急防治队伍，同时通知有关部门，派遣船舶对溢油源进行警戒和监控，争取外援进行两地处置；对溢油进行跟踪监测，以掌握环境受到污染情况，获取认证资料，供领导决策及事故处理。

（4）事故后处理

事故处理完毕后，在未得到现场指挥人员或公安消防等机构的同意，严禁拆除现场，以便专家取证，分析事故的原因。现场处理人员暂时不要撤离，协助相关部门调查事故原因。事故处理结束后，应对事故进行总结，编写事故报告。

（5）培训和演习

应急队伍要根据预案的要求，定期进行桌面或实战演练，培训学习及知识更新，以检验预案的可操作性、适应性和严密性，从而改进和完善应急反应预案。具体演练内容的要求应根据训练目的来设定。同时演练应预先拟制好各种文书，规范记录，包括情况设定、各种号令、命令、指示、通告、通报等。

7.4.2.3 兴化湾海域船舶污染应急能力

（1）福建海事局福州船舶溢油应急设备库

福建海事局福州船舶溢油应急设备库位于福清市城头镇松下元洪投资区海事工作船码头后方陆域，元洪投资区滨海大道与城头海堤之间，总投资 4200 万元。工程建设船舶溢油应急设备库 1 座 1500 平方米，管理人员值班配套用房 400 平方米，配电用房 66.6 平方米、门卫用房 21 平方米、消防水池 54 立方米，溢油应急设备晾晒场地 2277 平方米、训练场地（硬化铺地）962 平方米。设备库溢油应急规模为 500 吨，属中型设备库。应急服务半径为 160 海里（约 296 公里），溢油应急服务范围以福州海事局辖区海域为主，兼顾其邻近的其他海域溢油应急行动的协作，并对相关港口水域超出港口应急处置能力的重大事故予以支援。福州船舶溢油应急设备库应急设备及材料见表 7.4-1。

表 7.4-1 福州船舶溢油应急设备库应急设备及材料一览表

序号	设备名称	单位	数量	备注
一	应急卸载设备			
1.1	大型离心式应急卸载泵	套	1	最大黏度不小于 3000cSt，卸载能力大于 200m^3/h
1.2	中型螺杆式应急卸载泵	套	2	最大黏度不小于 200000cSt，卸载大于能力 100m^3/h
1.3	凸轮转子式应急卸载泵	套	4	用于低粘度油品应急卸载和泄漏到陆域后的回收，卸载能大于 30m^3/h
二	应急围控设备			
2.1	海洋型充气围油栏	米	1000	高度大于 1500mm，最小抗拉强度：≥100kN
2.2	单点快充气式围油栏	米	800	充气时间短，高度大于 1000mm，最小抗拉强度：≥150kN
2.3	岸滩围油栏	米	400	用于敏感岸线保护，防止溢油上岸，高度大于 800mm
三	机械回收设备			
3.1	集成化围控回收系统	套	1	能够将围控和回收模块相结合，快速下水、快速围控和集油，具有耐腐蚀性，回收能力大于 150m^3/h，水面扫油器宽 30 米以上
3.2	大型收油机	套	1	收油能力≥100m^3/h，收油头为刷式、盘式，

序号	设备名称	单位	数量	备注
				三级海况有效作业
3.3	中型收油机	套	2	收油能力≥80m3/h，三级海况有效作业
3.4	小型收油机	套	2	收油能力≥30m^3/h，收油头为刷式、盘式，柴油驱动液压启动
3.5	真空收油机	套	1	用于硬质岩面上的溢油回收，收油能力20m3/h，真空吸油设计，柴油驱动液压启动
四	溢油清除设备			
4.1	环保型消油剂	吨	2	产品无毒无味，清澈、透明、无分层，非易燃品，化学性质稳定，不致污染水产品，后处理不产生二次污染，生物降解度：(BOD_5/COD)≥30%
4.2	手持式消油剂喷洒装置	套	4	用于消油剂喷洒，喷洒速率大于 40L/min
4.3	船用消油剂喷洒装置	套	2	用于消油剂喷洒，喷洒速率大于 100L/min
4.4	吸油毡	吨	2	用于水中较薄油层溢油的吸收，吸油材料要求吸重油倍数≥10，吸水倍数≤1.5
4.5	吸附拖栏	米	800	
4.6	高压温水冲洗设备	套	1	流量：≥900L/h
4.7	岸线清污简易工具	套	1	铁锹铁铲等工具，可以用于岸线油污的简单清理
五	存储及转运装置			
5.1	轻便型储油罐	套	5	用于油块、含油杂物的临时存放，有效容积：≥15m3
六	应急车辆			
6.1	叉车	辆	1	起重能力≥10t
七	配套设备			
7.1	溢油报警浮标	套	2	包括监控平台、数据链、浮标终端，精度10m，无线数据传输，定位功能
7.2	溢油追踪浮标	套	2	内置海事卫星通信卡 1 张，含 2 年通信费
7.3	行吊	套	1	额定起重量：≥15 吨
7.4	托盘/托架	套	5	组合式结构，易于拆卸和移动，可按物品推码的高度，任意调整横梁位置
7.5	集装箱	套	6	用于设备和物资集装化存储，10 英尺标准集装箱
7.6	夜间应急照明系统	个	3	用于应急行动中夜间照明，包括光源、升降台、电源等，防爆
7.7	应急人员防护用品	套	30	包含防护面具、防护衣、防护靴等，其中 B 级 10 套，C 级 20 套。
7.8	后勤保障用品	套	1	含个人清洗用品、常用药品、急救箱、防爆警示灯、防爆对讲机、手电筒、隔离反光带等

序号	设备名称	单位	数量	备注
7.9	维修工具及其他	套	1	配件及工具

（2）福州辖区船舶污染清除单位

福州市目前建立 2 家船舶污染清除单位，福州市百洋恒丰船舶服务有限公司能力等级为一级，福州加利亚船舶服务有限公司能力等级为二级，服务区域均为福州海域，已按照相应标准配备应急设备，有效增强了福州市沿海船舶污染应急能力。

7.4.3 台风、风暴潮风险防范措施及应急要求

根据区域灾害和用海区的自然环境特征，本工程施工期和运营期应注意夏季台风、风暴潮灾害和冬季东北强风对施工作业的影响。本工程施工期需跨越台风期，应在台风来临前对未完工的水工工程进行加固防护，做好区域防台抗台工作，以保证施工安全，避免造成巨大的经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响；在运营期间，在台风来临前应发布公告，根据台风发展趋势，相关部门应适时关闭跨海桥梁。此外，本工程还必须具备应急抢险措施：

①组织成立应急抢险队伍，一旦有潮情汛情，集中力量抢险；

②防汛防潮办公室在夏季应采取 24 小时值班制度，一旦有风暴潮预报立即组织各部门做好预防准备；

③制定防风暴潮应急预案，同时储存防风暴潮的应急物资。

总之，企业对防汛、防风暴潮灾害的防治，不仅要有工程上的资金投入，更要维护好、管理好桥梁设施。对于风暴潮防御工作，不仅要领导重视，职能部门的有效组织，更要有牢固的工程防御体系和有能够“招之即来，来之能战”的抢险救灾队伍，只有这样才能最大限度地减少风暴潮灾害对企业的负面影响，保证企业的正常生产和人们的生活秩序，保证社会的稳定和安全，确保一方平安。

8 环境经济损益分析

8.1 社会经济效益分析

国道 G228 线福州段纵贯福州港的罗源湾港区、闽江口内港区、松下港区、江阴港区，连接高速公路和国道、疏港公路，它的建设对进一步完善干线路网布局，促进港口之间优势互补，推动山海协作共同发展等具有重要意义。

（1）交通效益改善情况

东港特大桥的建设将极大改善区域内的交通状况，缩短出行时间，提高运输效率，进而提升整个区域的交通通达性。此外，东港特大桥的建设还将促进区域内交通网络的优化布局，增强区域交通的整体功能，为当地及周边地区的经济社会发展提供有力支撑。

（2）经济发展促进作用

东港特大桥的建设对于推动沿线地区的经济发展具有显著作用。一方面，东港特大桥的建成将促进沿线地区的产业升级和结构调整，吸引更多的投资和企业入驻，进而带动区域经济的快速增长。另一方面，东港特大桥作为重要的物流通道，将降低物流成本，提升区域经济的竞争力，为沿线地区产业发展注入新活力。

（3）社会就业影响分析

东港特大桥的建设将带来大量的就业机会，包括建设期间的施工岗位以及运营期间的维护和管理岗位。这将有效缓解当地就业压力，提高居民收入水平，促进社会和谐稳定。同时，随着道路的建成和沿线地区的发展，还将带动相关产业的就业增长，形成良性循环。

8.2 环境损益分析

8.2.1 环境经济损失分析

（1）土地占用损失

工程临时占地、永久性占地造成植被减少，水生生物量有所降低，对当地生态系统造成一定程度的破坏，包括植被破坏、土壤侵蚀等。

工程建设土地使用及拆迁补偿费为 2077.74 万元，水土保持投资为 1051.20

万元。

（2）水体污染损失

正常情况下道路路面径流污水量较少，且污染物较为简单，进入水体后污染物大部分会很快降解，对受纳水体影响较小，因此本部分经济损失不进行计算。

（3）空气污染损失

本工程道路工程沿线大气污染物扩散条件好，有利于汽车尾气的扩散。汽车在本工程区域停留时间较短，工程道路沿线环境开阔，大气污染物扩散条件良好，汽车尾气对周围环境的贡献值很小，因此本工程运营期对环境空气的影响较小。

（4）噪声与振动影响损失

工程的施工和运营过程中可能产生噪声和振动，对周边居民和生态环境造成一定影响。施工期间的噪声和振动主要来自施工机械和运输车辆，而运营期间的噪声和振动则主要来自车辆通行。

（5）海洋生态影响损失

工程的建设可能破坏原有的海洋生物群落，导致物种数量的减少甚至灭绝。同时，桥梁的存在也可能成为海洋生物迁移的障碍，影响种群的分布和生态平衡。

本工程用海导致的海洋生物资源经济损失共计 67.02 万元。

8.2.2 环境经济效益分析

（1）对泥浆废水、生活污水进行控制和末端处理，避免含油污水进入水体；增设排水系统，提升片区排水能力，减少雨水四处漫流现象，防止污染物随雨水进入水体。

（2）加强管理，施工场地勤洒水，施工作业区尽量远离大气敏感区，通过用篷布遮盖等措施可减少粉尘污染，减缓施工车辆运输引起的道路扬尘。

（3）限制施工作业时间，将噪声大、冲击性强并伴有强烈振动的工作安排在白天进行，做好现场人员的教育和劳动保护工作，减轻对居民生活的干扰。通过公路两侧及中央隔离带景观绿化措施，利用树林的散射、吸声作用，增加噪声衰减，有利于降低沿线两侧交通噪声影响。

（4）在建设本工程的同时，实施必要的生态保护措施，严格限制施工人员活动和机械车辆作业范围，减少人为活动对植被的破坏，可以减少水土流失和植被破坏，减轻对于海洋功能的影响。

根据上述分析，对工程建设的环境影响经济损益进行定量化分析，见表8.2-1。

表 8.2-1 环境影响的经济效益分析表

序号	环境要素	影响	效益	备注
1	空气环境、声环境	拟建道路沿线声、气环境质量下降	-2	按影响程度由小到大分别打1、2、3分；“+”表示正效益；“-”表示负效益。
2	水质	无明显影响	0	
3	人群健康	无显著影响	0	
4	陆生动物、渔业资源	轻微的影响	-1	
5	植物	无显著影响	0	
6	矿产资源	无影响	0	
7	旅游资源	促进短途旅游业，有利于资源开发	+3	
8	防洪	无影响	0	
9	农业	占地影响农业生产，但加速区域与外界之间物流交换	-1	
10	城镇规划	无显著的不利影响，有利于城镇、社会发展	+1	
11	景观绿化	增加环保投资，改善沿线环境质量	+2	
12	水土保持	无显著不利影响，但增加防护、排水工程及环保措施	-1	
13	拆迁安置	拆迁补偿	-1	
14	土地价值	工、商用地增值	+3	
15	直接社会效益	缩短里程、节约时间、降低运输成本、降低油耗、提高安全性等5种效益	+3	
16	间接社会效益	体现社会共同进步、公平原则，改善投资环境、促进经济发展、增强环境意识	+2	
17	环保措施	增加投资	-1	
合计		正效益(+14)/负效益(-7)=2.0	+7	

以上分析结果表明，本工程建设产生的环境正效益是负效益的2.0倍，从环境经济的角度分析，该工程建设是可行的。

8.3 环境工程投资估算及效益分析

8.3.1 环保投资及运行费用

根据拟建道路沿线的环境特点以及本报告书中提出的施工和运营应采取的环保措施及建议，据估算，本工程环境保护投资需1343.4059万元，约占工程总投资（15.85亿元）的0.85%，详见表 8.3-1。

表 8.3-1 工程环保投资一览表

环境影响类型		环境保护措施	预期效果	实施地点及投入使用时间	预计投资金额/万元
海洋生态	渔业资源	悬浮泥沙入海造成海洋生物损失的补偿	/	施工期间	67.02
	底栖生物	致潮间带底栖生物损失的补偿	/	施工期间	
	生态功能损失	红树林种植	/	施工期间	17.1859
水污染防治	船舶含油污水	委托具备港口行政管理部门颁发资质的船舶污染物接收单位接收处理	船舶污水不得排海	施工期间	5
	施工人员生活污水	建设化粪池等设施	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级	施工期间	3
	清洗废水	经隔油沉淀池处理后回用	清洗废水循环使用不外排	施工期间	5
大气污染防治	运输粉尘	运输车船防尘帆布覆盖、不满载	有效降低运输扬尘	施工期间	5
	施工粉尘	施工场地洒水	有效降低施工车辆扬尘	施工期间	5
噪声防治	施工噪声	施工场地移动式声屏障	有利于减少对水生动物的干扰	施工期间	5
	车辆通行噪声	采取安装声屏障、隔声窗的措施	有利于减弱噪声扰民	营运期	141
固体废物处置	船舶垃圾	外运委托有资质单位处置	由有资质单位有效集中处置	施工期间	4
	建筑垃圾	外运处置	按照城市建筑垃圾管理相关条例运至指定地点处置	施工期间	5
水土保持措施		按照项目水土保持方案实施	《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）一级标准	施工期、营运期	1051.20
环境风险措施		编制应急预案、采取环境风险防范措施	有效控制环境风险发生	施工期、营运期	4
环境监测		按照项目环境监测计划实施	发挥其施工期和营运期的监控作用	施工期、营运期	20
环境管理		按照项目环境管理计划实施	组织、落实和监督本项目的环境保护工作	施工期、营运期	3
环境监理		按照项目环境监理计划实施	监督、检查和管理本项目的环境保护工作	施工期、营运期	3
合计					1343.4059

8.3.2 环保投资效益分析

（1）直接效益或费用

由于公路建设的大规模施工和运营期汽车排放尾气、交通噪声对环境、居民生活质量造成的不利影响以及对当地生态系统的损失和破坏，由此引起的环境必将是多方面的。因此，采取切实可行的环保措施后，可以有效地缓解上述不利影响，每年可换回的经济效益，亦即环保投资的直接经济效益，是显而易见的，但难以采用货币方式确切计算。只能以对不采取环保措施的汽车尾气和噪声给人体健康、农业生产等方面造成的经济损失作粗略估算或定性分析用以反馈环保投资的直接经济效益。通过定性分析，本工程环保投资的直接效益将是较大的。

（2）间接效益或费用

在建公路实施有效的环保措施后，还会产生如下的间接效益：保证沿线居民正常的休息、社交、娱乐等生活质量，减轻居民情绪的烦躁，减少社会不稳定的诱发因素等，这些效益是长期、巨大的，也更难以用货币表示，但它也是环保投资所取得的社会经济效益的重要组成部分。

因此，工程环保设施投资的环境效益和社会效益远大于投资费用本身，应在工程建设施工和运营全过程加以落实。

8.4 效益分析小结

本工程的建设将完善区域交通路网，改善投资环境，推动区域经济的发展。东港特大桥建设同时也给沿线地区的生态、大气、水、声环境带来一定的不利影响，需采取切实有效的保护环境、减缓环境影响的对策和措施。建设单位应严格执行工程建设“三同时”制度，使本道路建成后环境、社会、经济的综合效益达到统一。

9 环境保护管理及监测计划

根据国家环境保护有关规定和《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》《交通部环境监测条例实施细则》有关要求，本工程必须加强环境管理和环境监测工作。所以制定环境管理和环境监测计划，实施有效的监督和管理，能确保各项环保措施的落实和改进，更好的保护环境，充分发挥工程的社会经济效益。

9.1 环境保护管理计划

9.1.1 环境管理计划目标

通过制定系统的、科学的环境管理计划，使本报告书针对本工程建设过程中产生的负面环境影响所提出的防治或减缓措施，在该工程的设计、施工和运营中逐步得到落实，从而使得环境建设和道路主体工程建设符合国家同步设计、同步实施和同步投产使用的“三同时”制定要求。为环境保护措施得以有效落实和地方生态环境行政主管部门对本工程建设进行监督管理提供依据。

通过环境管理计划的实施，将拟建工程对沿线环境带来的不利影响减缓至相应法规和标准限值要求之内，使工程建设的经济效益和环境效益得以协调、持续和稳定发展。

9.1.2 环境保护管理机构及职责

1、环境保护管理机构

环境保护管理机构的基本任务是负责组织、落实、监督本企业的环境保护工作。工程建设单位以及各施工承包单位是本工程环境保护管理的具体执行机构，两者均应在管理层中设立环保管理机构和环保人员，负责工程建设的环保管理工作。因此，在施工期，建设单位应联合施工单位成立施工期环保管理机构，并在工程经理部设立环保主管，专人负责监督生产设施及基础设施建设。施工期环保机构应接受海事和地方生态环境主管部门的指导和监督。

2、环境管理机构主要职责

根据工程环境管理的需要，建设单位应指定机构和专人具体负责本工程的日常的环境管理和监督工作。主要职责是：

（1）宣传和贯彻执行国家、省、市的有关环保法律、法规、政策和要求；

（2）制定工程环境管理规章制度和各专项环境管理办法，并对其实施情况进行监督、检查；

（3）负责本环评报告书提出的各项环保措施在工程中的落实、实施；

（4）在施工期对各施工单位和各重要施工场所的环境保护措施实施情况进行检查、指导、监督；

（5）在运营期负责工程的环境保护、卫生、绿化的管理、维护和监督工作；

（6）负责对本工程各环保措施执行状况的例行监测和检查工作，并及时纠正违规行为；

（7）负责本工程的环保资料的收集、汇总、保管、归档工作。

9.1.3 施工期环境保护管理计划

建设单位必须确保每一个施工单位遵守各项与环保相关的条例、管理规定，需要与各承包商签订环境保护目标责任书，有条件的委托专业的环境咨询机构执行环境监理工作，确保施工过程中产生最少的不良环境影响和零投诉率。

（1）建立健全完善的环境监理保障组织体系

建议将环境保护工作纳入工程监理工作范围，要求工程监理中由专职环保人员，按照工程质量和环保质量双重要求对工程进行全面质量管理。

（2）制订相关的环境保护管理办法及实施细则

根据本工程特点，制订《环境保护工作实施细则》等有关环境保护制度。

（3）建立完善的环境监理工作制度

环境监理应建立制度，包括工作记录、人员培训、报告、函件来往、例会等。主要有：

①工作记录制度，即“监理日记”。描述巡视检查情况、环境问题，分析问题发生的原因及责任单位，初步处理意见等。

②报告制度。沟通上下内外的主要渠道和传递信息，包括环境监理工程师的“月报”“季度报告”“半年进度评估报告”以及工程承包商的“环境月报”。

③文件通知制度。环境监理工程师与工程承包商之间只是工作上的关系，双方应办事宜都是通过文件函递和确认进行，紧急情况可口头通知，但事后仍需以书面文件确认。

④环境例会制度，每月召开一次环境保护会议，回顾环境保护工作情况，提出存在问题以及整改要求，形成实施方案。

9.1.4 营运期环境保护管理计划

工程建成后，建设单位应配合环境保护和交通的行政主管部门，管理好工程的绿化工作，保持路面平整，及时填补路面坑洼地，保持路面清洁。

9.2 环境监测计划

9.2.1 监测机构

本工程施工期和运营期的环境监测可以委托有资质的监测单位承担，应定期定点监测，编制监测报告，提供给福清市交通建设投资集团有限公司，以备省市县生态环境局监督。若在监测中发现问题应及时报告，以便及时有效的采取措施。

9.2.2 施工期环境监测计划

根据工程特征和主要环境影响，结合区域环境现状、敏感目标的具体情况，制定本工程的施工期环境监测计划，包括环境监测的内容、站位、频次等具体内容。施工期的环境监测报告应作为竣工环保验收的依据之一。施工期环境监测计划见表 9.2-1。

9.2.3 营运期环境监测计划

为了及时了解和掌握建设工程营运期间所在区域的环境质量变化情况，建设单位必须委托有资质的环境监测单位对本工程周围的环境质量进行监测。营运期环境监测计划见表 9.2-2。

表 9.2-1 施工期环境监测计划一览表

序号	监测项目	监测内容	监测站位/监测点	监测频次	实施机构	负责机构	监督机构
1	海水水质	pH、盐度、透明度、无机氮、活性磷酸盐、SS、COD、石油类	10 个站位	1 次/季度	有资质的监测机构	建设单位	生态环境局
2	海洋沉积物	硫化物、石油类、有机碳	5 个站位	1 次/季度			
3	海洋生态	叶绿素-a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	6 个生态站位 1 个潮间带站位	1 次/季度			
4	生物体质量	石油烃、锌、铜、铅、镉、铬、总汞、砷	3 个站位	1 次/春季、1 次/秋季			
5	渔业资源	鱼卵和仔稚鱼、游泳动物	6 个站位	1 次/季度			
6	鸟类	水鸟活动情况	桥址附近定点监测	1 次/季度			
7	噪声	Leq	临近大型施工场地敏感点及距离道路 50 米范围内的敏感点	1 次/月			
8	大气环境	TSP	临近大型施工场地敏感点	1 次/月			
9	生态环境	水土流失数量和程度、开挖或护堤工程、挡土墙工程等	临时堆土场、施工场地等工程临时占地区水土流失易发地段	1 次/季度	水土保持监测单位		

表 9.2-2 营运期环境监测计划一览表

序号	监测项目	监测内容	监测站位/监测点	监测频次	实施机构	负责机构	监督机构
1	海水水质	pH、盐度、透明度、无机氮、活性磷酸盐、SS、COD、石油类	10 个站位	1 次/春季、1 次/秋季	有资质的监测机构	建设单位	生态环境局
2	海洋沉积物	硫化物、石油类、有机碳	5 个站位	1 次/春季、1 次/秋季			
3	海洋生态	叶绿素-a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	6 个生态站位 1 个潮间带站位	1 次/春季、1 次/秋季			
4	生物体质量	石油烃、锌、铜、铅、镉、铬、总汞、砷	3 个站位	1 次/春季、1 次/秋季			
5	渔业资源	鱼卵和仔稚鱼、游泳动物	6 个站位	1 次/春季、1 次/秋季			
6	鸟类	水鸟活动情况	桥址附近定点监测	1 次/季度			
7	噪声	Leq	临近大型施工场地敏感点及距离道路 50 米范围内的敏感点	1 次/月			
8	大气环境	TSP	临近敏感点	1 次/季度			
9	生态环境	水土流失数量和程度、开挖或护堤工程、挡土墙工程等	绿化工程的落实；施工场地等施工临时设施的恢复、其他 生态要求的落实等	1 次/季度	水土保持监测单位		

9.3 环境监理计划

9.3.1 环境监理组织

工程建设的环境监理是工程监理的重要组成部分，环境监理工程师受业主委托，对本报告书提出的工程施工期和运营期的环境保护措施的落实、实施进行环境监理，提出环境监理工作计划，并报送相应环境管理部门和建设单位；对所有实施环保工程的专业部分和工程承包商的环境保护工作进行监督、检查和管理，切实保护好工程影响区的环境。

9.3.2 监理阶段

与主体工程监理阶段划分一致，本工程的工程环境监理阶段分为施工准备阶段、施工阶段以及交工验收与缺陷责任期三个阶段。

9.3.3 监理范围及方式

工程环境监理范围为工程建设区与工程直接影响区域，包括公路主体工程、临时工程的施工现场、施工营地、施工便道、砂石料场以及上述范围内施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域。

根据《关于开展交通工程环境监理工作的通知》（交通部、交环发〔2004〕314 号），拟建道路的工程环境监理工作作为工程监理的一个重要组成部分，纳入主体工程监理体系。

9.3.4 监理工作内容

1、施工准备阶段的环境保护监理工作

（1）参加设计交底，熟悉环评报告和设计文件，掌握沿线重要的环境保护对象，了解建设过程的具体环保目标，对敏感的保护目标作出标识。

（2）审查施工单位提交的施工组织设计和开工报告，对施工方案中环保目标和环保措施提出审查意见。

（3）审查施工单位的临时用地方案是否符合环保要求，临时用地的恢复计划是否可行。

（4）审查施工单位的环保管理体系是否责任明确，切实有效。

（5）参加第一次工地会议，提出环保监理目标和环保监理措施和要求。

2、施工阶段的环境保护监理工作

（1）审查施工单位编制的分部（分项）工程施工方案中的环保措施是否可行。

（2）对施工现场、施工作业进行巡视或旁站监理，检查环境保护措施的落实情况。

（3）监测各项环境指标，出具监测报告或成果。

（4）向施工单位发出环境保护工作指示，检查指令的执行情况。

（5）编写环境监理月报。

（6）参加工地例会。

（7）建立、保管环境保护监理资料档案。

（8）处理或协助主管部门和建设单位处理突发环保事件。

3、交工及缺陷责任期的环境保护监理工作

（1）参加交工检查，确认现场清理工作、临时用地的恢复等是否达到环保要求。

（2）检查施工单位的环保资料是否达到要求。

（3）评估环保任务或环保目标的完成情况，对尚存的主要环境问题提出继续监测或处理的方案和建议。

（4）完成缺陷责任期环境保护监理工作。

9.3.5 环境监理具体工作方法

现场监理采取巡视、旁站的方式，提示施工单位定期对施工现场污水、废气、噪声进行现场监测。当环境监理人员检查发现环境污染问题时，应立即通知承包商现场负责人进行纠正，并将通知单同时抄送监理部和业主代表。承包商接到环境监理工程师的通知后，应对存在的问题进行整改。

9.3.6 工程环境监理重点

1、施工准备阶段环境保护监理要点

（1）充分了解工程资料，对环评和水保等相关规定进行充分的掌握，并以

此为基础，构建整体的环保概念；

（2）对环境保护监理实施细则进行编制，对施工组织计划进行审查，并对不利于环境保护的内容进行修改；

（3）对取土和弃土场进行审查，科学开展实地踏勘工作，并在施工准备阶段以及实际施工中加大巡视力度。

2、施工阶段环境保护监理要点

（1）路基工程

①对施工方案进行严格审批，有针对性提出审查意见；

②对该公路工程施工中的旁站计划、环境监理巡视要点进行明确；

③集中堆放清表土，为竣工后恢复工作奠定良好的基础，对土方开挖范围进行严格控制，加大边坡防护力度；

④有针对性发送监理指令，为环保工作的顺利进行提供依据，在特殊的施工环境中，应设置现场检测，科学控制施工现场的废水、噪声以及扬尘等。

（2）路面工程

①对施工方案中的环境保护措施进行严格的审批；

②构建路面环保监理的巡视、旁站计划，并对该计划的实施效果进行定期检查；

③严格监督废弃料处理方法，加大防治沥青烟气污染的力度等。

（3）桥梁工程

①抽测施工生产废水的水质达标情况，检查沉淀池的设置以及运转情况；

②检查钻孔灌注桩施工中产生的泥浆的处置情况，孔中污水不得直接排入水体中；旁站监督混凝土的灌注施工，溢出的泥浆应引流至适当地点处理；

③检查泥浆是否运至指定地点堆放，是否有随意丢弃海中或岸边的现象。

3、交工验收与缺陷责任期阶段环境保护监理要点

（1）交工验收监理

建设单位同监理工程师组织设计单位和施工单位相关人员共同参与检查环保资料以及施工现场环境现状，对环境保护合同落实情况进行综合评估，对施工单位遗留的环境保护问题进行审查，并提出整改意见和计划。

（2）缺陷责任期监理

监理工程师对施工单位在施工中造成的环境保护遗留问题整改情况做定期检查，充分调查、记录工程竣工后发生的一系列环境保护问题，并在此基础上，监督施工单位及时开展工程修复和环境恢复施工，确保相关环境保护施工材料能够在监理工程师的监督下高效完成。

9.3.7 环境监理文件编制

1、环境保护监理规划编制

环境保护监理规划是环境保护监理单位接受业务委托之后，监理单位应根据合同、环评要求、施工计划及工程的实际情况，制定本工程环境保护监理规划，明确环境保护监理工作范围、内容、方式和目标。

2、环境保护监理实施细则编制

环境保护监理实施细则是在环境保护监理规划的基础上，由工程环境保护监理机构的专业环境保护监理工程师针对建设工程单项工程编制的操作性文件。

本工程应根据工程实际情况及环评要求编制环境保护监理实施细则。

3、环境保护监理总结报告编制

环境保护监理工作完成后，工程环境保护监理机构应及时进行监理工作总结，向建设单位提交监理工作总结，主要内容包括：委托监理合同履行情况概述，监理任务或监理目标完成情况评价。

9.3.8 环境监理档案管理

环境监理档案应包括环境监理文件和监理资料等。主要包括环境保护监理规划、环境保护监理实施细则、环境保护监理总结报告等。

9.4 污染物排放清单

本项目污染物排放清单见表 10.4-1 。建设单位应严格按照污染物排放清单及其管理要求，进行项目的污染物排放的管理，确保各项污染物达标排放和总量控制要求。

表 10.4-1 项目污染物排放清单及管理要求

<table>
<tr><td colspan="7">一、工程内容</td></tr>
<tr><td colspan="7">国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程总投资约 15.85 亿元，位于福清市江镜镇、江阴镇。主线段全长 4.500 公里，起点顺接 G228 蓝园段交叉口展宽段（K212+820~213+080）路基宽度 55m，双向八车道，设计速度 60km/h；公路段（K213+080~K217+320）路基宽 28m，双向六车道，设计速度 60km/h。设置桥梁 4066 米/2 座（东港特大桥 3920m，前华大桥 146m），平面交叉 1 处，起点左侧设置滨海观景台 1 处。蓝色大道接线段全长 357.614m，路线起点（LK3+930）顺接现状蓝色大道，自北向南延伸，终点（LK4+287.614）与主线段平交，采用城市主干路、双向六车道，路基宽度 54m，设计速度 50km/h。</td></tr>
<tr><td colspan="7">二、施工期产排污环节、污染物及污染治理措施</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">污染类型</td><td rowspan="2">环境保护措施</td><td rowspan="2">产污环节</td><td colspan="2">排放的污染物情况</td><td rowspan="2">环境标准</td></tr>
<tr><td>污染物种类</td><td>产生量</td></tr>
<tr><td rowspan="11">废水</td><td rowspan="2">施工废水</td><td rowspan="2">废水隔油沉淀处理，回用于道路及施工场地的喷洒降尘</td><td rowspan="2">施工场地生产</td><td>石油类</td><td>0.084kg/d</td><td rowspan="2">--</td></tr>
<tr><td>SS</td><td>4.2kg/d</td></tr>
<tr><td>施工废水</td><td>施工船舶含油废水统一收集后由施工方外运处置，不在项目海域排放</td><td>施工船舶</td><td>石油类</td><td>1.54kg/d</td><td>--</td></tr>
<tr><td rowspan="8">施工生活污水</td><td rowspan="4">经营地内临时厕所收集由化粪池处理后用于周边农田施肥使用。</td><td rowspan="4">施工人员废水</td><td>COD</td><td>6.800kg/d</td><td rowspan="4">--</td></tr>
<tr><td>BOD_5</td><td>3.400kg/d</td></tr>
<tr><td>SS</td><td>3.740kg/d</td></tr>
<tr><td>氨氮</td><td>0.765kg/d</td></tr>
<tr><td rowspan="4">施工船舶生活废水经收集后由施工方外运处置，不在项目海域排放</td><td rowspan="4">施工船舶废水</td><td>COD</td><td>0.204kg/d</td><td rowspan="4">--</td></tr>
<tr><td>BOD_5</td><td>0.102kg/d</td></tr>
<tr><td>SS</td><td>0.112kg/d</td></tr>
<tr><td>氨氮</td><td>0.023kg/d</td></tr>
<tr><td colspan="2">悬浮泥沙</td><td>制定合理的施工计划，采用环保施工工</td><td>钢栈桥+钢板</td><td>主桥墩悬浮泥沙</td><td>107.850g/s</td><td>--</td></tr>
</table>

	艺，尽量在退潮期施工等	桩围堰法/钢吊箱围堰法	其余桩基悬浮泥沙	30.677g/s	
废气	加强机械设备管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态；机械设备使用低硫分油品	施工机械废气	烟尘	--	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单二级
			CO	--	
			烃类	--	
	施工扬尘	施工期间	$PM_{2.5}$	--	
			PM_{10}	--	
噪声	加强机械设备的日常维护，保证施工机械设备在良好状态下运行；合理安排施工工序	施工机械	Leq	65~85dB	执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），间≤70 dB(A)，夜间≤55 dB(A)
固体废物	生活垃圾依托现有的环卫垃圾收集处理系统处	施工人员	施工场地生活垃圾	100kg/d	--
		施工船舶垃圾	施工船舶垃圾	29kg/d	
		土石方平衡	余方	5.67 万 m^3	
		建筑垃圾	建筑边角料	--	
三、运营期产排污环节、污染物及污染治理措施					
废水	经雨水沉淀池沉淀后排放	路面径流	SS	--	--
			COD	--	
废气	自然通风	道路机动车行驶排放的尾气	NO_X、CO 及 THC 等	--	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单二级
噪声	加强道路两侧绿化、优先选用低噪声路面技术和材料。	路面行驶的机动车	Leq	其他区域昼间 60dB、夜间 50dB	《工业企业场界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）
				道路边界 35m 范围内，临路以高于三层楼房以上（含三	

				层）建筑为主，将第一排建筑物面向公路一侧的区域、临路以低于三层楼房建筑（含开阔地）为主，昼间 70dB、夜间 55dB	
固体废物	由市政环卫部门定期清扫、收集、外运	每年	汽车装载货物的洒落物、汽车轮胎挟带的泥沙、过往车辆及行人丢弃的饮料瓶及废纸等生活垃圾	--	--

9.5 建设项目竣工环保验收内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，强化建设单位环境保护主体责任，落实建设项目环境保护“三同时”制度，规范建设项目竣工后建设单位自主开展环境保护验收的程序和标准。本工程竣工后，建设单位应当依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范、建设项目环境影响报告书和审批决定等要求，如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，同时还应如实记载其他环境保护对策措施“三同时”落实情况，编制竣工环境保护验收报告；验收报告编制人员对其编制的验收报告结论终身负责，不得弄虚作假。

工程竣工环境保护验收内容见表 9.5-1。

表 9.5-1 工程竣工环境保护验收内容一览表

项目	环保措施内容	验收内容与要求
生态环境	①临时施工场地、施工营地、堆土场原有地貌恢复； ②采用先进的桩基施工工艺控制泥沙入海； ③施工期间安排专人定点观测鸟类； ③开展海洋生态资源补偿，生态保护修复拟投入资金84.2059万元（其中增殖放流67.02万元，红树林修复17.1859万元）。	检查是否落实措施，生态补偿活动完成，检查鸟类观测记录表
水环境	①采用先进的施工工艺控制泥沙入海，设置泥浆沉淀池/箱，泥浆循环利用； ②车辆清洗废水、施工废水经沉淀处理后回用于施工路段路面洒水、机械和车辆清洗，不外排； ③施工人员在施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料； ④运营期加强对道路货物运输的管理，定时对路面进行保洁、养护，确保桥面路况良好状态和护栏等防护设施的完好。	检查是否落实措施
大气环境	①在施工区域两侧设置施工围挡，临时堆土场远离居民区，施工场地及临时堆土场定时洒水、清扫；施工机械设备符合国家标准； ②运营期配备洒水清扫车，定期进行洒水和路面清扫；加强道路管理及路面养护，保持道路良好运营状态，减少塞车现象。	检查是否落实措施
声环境	①用符合国家有关标准的施工机械和运输车辆，尽量选用低噪声、低振动的施工机械和工艺； ②合理安排作业时间，控制施工期噪声的影响，禁止夜间从事噪声、振动超标的建筑施工活动，必须进行夜间施工作业的地段，应取得当地环保等主管部门的许可，并向周边居民公告之后方可施工。 ③施工场所的施工车辆出入现场时应低速、禁鸣；	检查是否落实措施

项目	环保措施内容	验收内容与要求
	④加强道路两侧绿化工作。	
固体环境	①施工人员的生活垃圾收集到生活垃圾桶内，委托环卫部门及时清运处理； ②施工船舶生活垃圾统一收集至陆域处理，不得随意倾倒在施工现场或直接抛入海中，应由施工船舶配备的垃圾收集装置统一收集； ③施工产生的钻孔钻渣和泥浆经收集沉淀后，循环利用，建筑垃圾分类收集，回收可利用部分，其余运送至指定地点，不得排入海域； ④渣土余方应由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点； ⑤运营期加强对道路的管理，定时对路面进行保洁、养护，清理过往车辆遗弃的各种固体废物。	检查是否落实，验收垃圾收集记录
风险防范	①对跨海桥梁护栏做强化处理； ②设置限速、警示标志； ③设置雨水收集系统和沉淀池，当运输车辆发生危险品泄漏时，雨水收集系统和沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水。	检查是否落实措施
环境管理	建设单位：工程招标文件中全面反映环评要求的各项措施；委托具有资质的单位进行环境监理和环境监测；定期向地方环保局和地方其它主管部门通报工程情况。 监理单位：对施工人员进行环保知识培训，监督施工人员的日常施工行为；召开环境监理工作例会；编制监理月报。 施工单位：在投标文件中明确环评提出的各项措施；向环境监理报送施工组织设计，施工进度月计划表及执行情况通报；按照环评要求规范施工行为，及时向环境监理、建设单位以及相关部门汇报环保事故。	提供招标文件，委托书，汇报记录，培训教材，培训计划；日常工作记录；会议记录；监理月报，施工组织设计，施工场地布置图，施工进度表，环保事故报告单等文件资料
环境检测	施工期环境监测计划工作的落实情况。	检查是否落实措施

10 环境影响评价结论

10.1 工程概况

国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程位于福清市江镜镇、江阴镇，路线起于福清江镜镇前华村附近(起点桩号 K212+820)，顺接国道 G228 线蓝园段，呈东西走向，沿海岸线布置，经前华村，建东港特大桥跨越东港，终于江阴镇莆头村(终点桩号 K217+320)顺接国道 G228 线福清江阴莆头至孙卓段，路线全长 4.5 公里。工程采用一级公路标准兼具市政道路功能建设，设计速度 60 公里/小时，双向六车道，公路部分路基宽度 28-36 米。全线桥涵设计荷载采用公路-1 级；设计洪水频率：特大桥 1/300，大桥、路基 1/100，总投资约 15.85 亿元。

10.2 与相关规划、区划的符合性

本项目建设符合国家有关政策，符合《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》和《国家公路网规划》《福清市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》等要求。符合国家产业政策、福州市生态环境分区管控成果要求。

10.3 环境现状

10.3.1 海域水文环境特征

根据 2024 年 5 月布设的 6 个水文测验点，以及 2 个临时潮位站进行为期一个月的潮位观测结果，大潮的潮流性质为规则半日潮流和不规则半日潮流。各站主要以 M2 半日分潮流为主，四分之一分潮流均较大，表明本海区浅水效应明显。大潮期余流流速相对较小，各站位余流方向主要受海岸线走向影响。最小悬浮体泥沙含量为 17.2mg/L，出现在大潮汛时 C2 测站底层；最大悬浮体泥沙含量为 68.5mg/L，出现在大潮汛时 C1 测站表层。大潮汛时 6 个测站的平均悬浮体泥沙含量约 32.46mg/L。测量海区悬浮体主要组成为粉砂质，大潮平均粒径值（Mz）为 9.360μm。海面风向以北风、东北风为主，风速介于 1.1～6.1m/s，平均风速

3.2m/s。

10.3.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

兴化湾周边为陆地丘陵、台地及平原所环绕，地势从陆到海逐渐降低，海岸曲折，岬湾相间，有淤泥质海岸与沙质海岸、岬湾海岸及岬角基岩海岸。自兴化湾西部经壁头角南侧向东南湾口发育了一条潮汐通道，水深由-10m 向东偏南逐渐增至-25m，是一条水深优良的天然航道。在兴化湾的南侧，靠近陆域自石城岛向西，分布着面积不等的数个岛屿。

工程区附近海域在 1963-2018 年间的冲淤变化情况，本工程所属小湾位于江阴半岛至牛头尾连线以北，潮流动力不断减小，海底冲淤改受潮流和波浪的共同作用，人为影响也逐渐变大。

10.3.3 海域水环境现状调查与评价

根据 2023 年 11 月秋季调查结果，所有站位的 pH、化学需氧量、溶解氧、铜、镉、铅、砷、汞、锌、总铬、石油类含量均符合《海水水质标准》第一类海水水质标准；无机氮的含量调查时段各测站海水水质一类、二类、三类、四类的超标率分别为 100%、100%、86.21%、62.07%；活性磷酸盐的含量调查时段各测站海水水质一类、二、三类、四类的超标率分别为 100%、89.65%、10.34%。

根据 2024 年 5 月春季调查结果，所有站位的 pH、化学需氧量、溶解氧、铜、镉、铅、砷、汞、锌、总铬、石油类、硫化物含量均符合《海水水质标准》第二类 海水水质标准；活性磷酸盐含量劣于第二类、第三类海水水质标准，但符合第四类海水水质标准（≤0.045mg/L），超标率为 100%；所有站位的无机氮含量均劣于第二类海水水质标准；其中 W01、W03、W05、W06、W07、W09、W11、W13、W15、W15、W17、W19、W20 站位的无机氮含量劣于第三类海水水质标准，W02、W04、W08、W10、W12、W14、W18 站位的无机氮含量均劣于第四类海水水质标准。

由于沿海城市基础设施建设滞后，大量的城镇生活污水不经处理直接排放，生活垃圾随意倾倒入城市内河，入海河流携带的陆源污染进入该海域，影响近岸海域水质。

10.3.4 海域沉积物质量现状调查与评价

根据 2024 年 5 月春季及 2025 年 10 月秋季调查结果，所有站位沉积物调查项目均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的第一类标准。

10.3.5 海洋生物质量现状调查与评价

2023 年 11 月秋季 3 个调查站位采集到的经济物种生物体（4 种贝类）中，除铅含量超《海洋生物质量标准》（GB18412-2001）第一类标准限值，符合第二类标准限值；锌含量 HN02 站位的紫贻贝和 HN12 的文蛤超《海洋生物质量标准》（GB18412-2001）第一类标准限值，符合第二类标准限值；其它均符合《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准限值。

2024 年 5 月春季调查海域的牡蛎中锌、铜、铅含量劣于第一类海洋生物质量标准，超标率均为 100%，但符合第三类海洋生物质量标准；其他指标含量符合第一类海洋生物质量标准。

2025 年 10 月秋季调查海域的牡蛎中锌、铜含量劣于第一类海洋生物质量标准，但符合第三类海洋生物质量标准，超标率均为 100%；铅含量劣于第一类海洋生物质量标准，但符合第二类海洋生物质量标准，超标率均为 100%；其他指标含量符合第一类海洋生物质量标准；调查海域的鱼类和虾类中所有监测项目均符合环境影响评价技术导则海洋生态环境（HJ1409-2025）附录 C 标准和第一类海洋生物质量标准。

10.3.6 海域生态环境现状调查与评价

（1）叶绿素-a 和初级生产力

2023 秋季调查海域各调查站位表层叶绿素-a 值变化范围在（0.44~3.16）mg/m^3，平均值 1.74mg/m^3，各调查站位初级生产力值的变化范围在 17.58$mgC/m^2·d$~196.47$mgC/m^2·d$，平均值为 95.19$mgC/m^2·d$。

2024 年春季调查海域各站位叶绿素-a 含量的变化范围在（0.44~2.39）μg/L 之间，平均值为 1.33μg/L。初级生产力的变化范围在（9.2~257.0）$mgC/m^2.d$ 之间，平均值为 194.4$mgC/m^2.d$。

（2）浮游植物

2023 年秋季调查海域共鉴定出浮游植物 3 门 40 属 90 种，主要优势种有苏氏圆筛藻、圆筛藻、中肋骨条藻、奇异棍形藻，细胞密度均值为 3.49×10^5cells/m^3，多样性指数（*H′*）的平均值为 2.51，均匀度（*J*）的平均值为 0.58，丰度（*d*）的平均值为 2.38，优势度指数（*Y*）的平均值 0.62。

2024 年春季调查海域共鉴定浮游植物 3 门 70 种，各站位浮游植物细胞密度平均值为 4.35×10^4 个/L。优势种为角毛藻属、海链藻属、细弱海链藻、扭链角毛藻、旋链角毛藻、拟旋链角毛藻。多样性指数（*H′*）平均值为 2.95，均匀度指数（*J*）平均值为 0.61，丰富度指数（*d*）平均值为 2.74。

（3）浮游动物

2023 年秋季调查海域共鉴定出浮游动物 65 种，主要优势种有强额拟哲水蚤、中华哲水蚤、针刺拟哲水蚤，浮游动物生物量（湿重）平均值为 182.18mg/m^3，浮游动物个体数（生物密度）总密度均值为 2.46×10^2ind/m^3，多样性指数（*H′*）的平均值为 2.48，均匀度（*J*）平均值为 0.62，丰度（*d*）平均值为 2.41，优势度指数（*Y*）平均值为 0.71。

2024 年春季调查海域共鉴定浮游动物 5 大类 47 种，浮游动物密度平均值为 169 个/m^3，生物量平均值为 114.2mg/m^3。优势种为大西洋五角水母、瘦尾胸刺水蚤、中华哲水蚤、长尾类幼虫、短尾类幼虫。浮游动物多样性指数（*H′*）平均值为 3.14，均匀度指数（*J′*）平均值为 0.69，丰富度指数（*d*）平均值为 2.78。

（4）浅海大型底栖生物

2023 年秋季调查海域共鉴定出 5 门 75 种浅海大型底栖生物，平均生物量为 37.06g/m^2，平均栖息密度 135 个/m^2，优势种有不倒翁虫、凸壳肌蛤，多样性指数（*H′*）的平均值为 2.46，均匀度（*J*）平均值为 0.79，丰度（*d*）平均值为 1.72。

2024 年春季调查海域共鉴定浅海大型底栖生物 6 大类 45 种，底栖生物密度平均值为 97 个/m^2，生物量平均值为 7.13g/m^2。优势种为叶须内卷齿蚕、鳞腹沟虫、多鳃齿吻沙蚕、模糊新短眼蟹。生物多样性指数（*H′*）平均值 3.17，均匀度指数（*J′*）平均值为 0.95，丰富度指数（*d*）平均值为 2.09。

（5）潮间带生物

2023 年秋季共鉴定出 5 门 66 种大型潮间带生物，主要优势种为丝异须虫、凸壳肌蛤，C01 断面的平均生物量为 59.4g/m^2，平均栖息密度为 277 个/m^2；C02

断面的平均生物量为 72.6g/m^2，平均栖息密度为 181 个/m^2；C03 断面的平均生物量为 54.2g/m^2，平均栖息密度为 100 个/m^2。多样性指数（*H′*）的平均值为 2.41，均匀度（*J*）平均值为 0.66，丰度（*d*）平均值为 2.22。

2024 年春季调查海域共鉴定潮间带大型底栖生物 4 门 40 种，各断面各潮区密度平均值 56 个/m^2，生物量平均值为 13.58g/m^2。优势种为双鳃内卷齿蚕、加州中蚓虫、丝异须虫、日本大眼蟹。多样性指数（*H′*）平均值为 2.78，均匀度指数（*J*）平均值为 0.91，丰富度指数（*d*）平均值为 1.96。

（6）鱼卵、仔稚鱼

2024 年春季调查共鉴定鱼卵 2825 粒，仔稚鱼 74 尾。鱼卵中鲷科占总数量的 39.4%，占优势，鲱科占总数量的 26.4%，鳀科占总数量的 15.0%，鰕科占总数量的 13.7%，舌鳎科占总数量的 4.8%，狗母鱼科占总数量的 0.7%。仔稚鱼中鲷科占总数量的 24.3%，占绝对优势，其次为鰕科和鰯科，各占总数量的 16.2%，鲱科和鰕虎鱼科，各占总数量的 12.2%，石首鱼科占总数量的 8.1%，舌鳎科和鲽科占总数量的 5.4%。

垂直拖网采样结果：调查海域各站位鱼卵密度平均值为 2.475ind/m^3；仔稚鱼密度平均值为 0.328ind/m^3。水平拖网采样结果：调查海域各站位鱼卵密度平均值为 0.457ind/m^3；仔稚鱼密度平均值为 0.010ind/m^3。

（7）游泳动物

2024 年春季调查共鉴定游泳动物 5 大类 73 种，渔获量为 55474.0g，渔获个体数量为 4306ind。调查各站位尾数资源密度均值为 35.17×10^{3}ind./km^2。各站位重量资源密度均值为 245.22kg/km^2。调查海域游泳动物尾数中鱼类占 56.3%，蟹类占 6.3%，虾类占 28.8%，口足类占 8.1%，头足类占 0.5%；重量中鱼类占 78.8%，蟹类占 6.4%，虾类占 10.1%，口足类占 6.8%，头足类占 0.4%。调查海域渔业尾数资源密度均值为 35.17×10^{3}ind/km^2（12.96~206.63×10^{3}ind/km^2），调查海域渔业重量资源密度均值为 264.51kg/km^2。域游泳动物优势种包括鹿斑鲾、蓝圆鲹、蓝圆鲹、鰕、中华管鞭虾、口虾蛄。丰度指数(*D*)平均值为 3.53，多样性指数（*H′*）平均值为 3.62，均匀度指数（*J′*）平均值为 0.73。

10.3.7 红树林现状调查与评价

根据野外实地调查结果，红树林分布的沿海滩涂内生长的维管植物组成简

单，类型单调，均为福清沿海滩涂常见植物，共 3 科 3 属 3 种，分别为秋茄树、南方碱蓬和护花米草，其中秋茄树为主要优势物种。通过调查发现，植物主要生长在距离岸边 50 米范围内的滩涂上，秋茄树植物群落主要集中在离河口较近的滩涂上，植株粗壮，长势良好，其余区域群落较小，零星分布有天然更新的小苗。

10.3.8 陆域生态环境现状调查与评价

（1）陆地植被现状

根据本次实地调查分析，评价区范围内，现状植被的构成主要由福建省野外较常见的植物种类以及次生植被生态群落所组成。这些植被类型通常具有较广的区域分布范围，且大部分在区域生态系统中并不具备显著的珍稀性和濒危性特征。在调查过程中，没有发现珍稀或濒危野生植物资源的自然分布情况，也未发现原生地带性森林植被类型，同时未观察到重要野生动物或鸟类集中栖息、繁殖的敏感生境。此外，经详细核查，评价区不涉及国家级或省级自然保护区、风景名胜区、森林公园等等敏感资源生态环境保护问题。

本工程评价区内未发现有古树名木，现状植被生态类型，除耕地、林地和湿地植被外，其余多为次生杂生性灌草植被，植物区系成分和群落类型均属广布性的种类与群落类型。根据调查，评价范围内湿地、园地和林地植物群落结构简单，乔木层树种以木麻黄和台湾相思为主，其次有乌桕、朴树和桉树，并以纯林或混交林的形式相嵌分布。由于人类活动频繁，灌草丛群落按主要的优势种可分为马缨丹群系、鬼针草群系、狗牙根群系、红毛草群系、类芦群系、象草群系、五节芒群系、芦竹群系以及优势种不明显灌草丛等多样性群落类型。湿地植被以芦苇群落为主，在评价区内的湿地广泛分布。工程评价区涉及的农田分布范围较广，主要以番薯、玉蜀黍、各种时令蔬菜等种植居多。农田耕地是村庄居民的重要生存资源，属关键的生态敏感保护目标。

（2）陆地野生动物调查

①鸟类

根据调查记录和资料收集，区位生境分布有鸟类共 153 种，隶属 13 目 46 科，详见上文 4.4.8 章节，约占福建省 600 种鸟类的 25.50%。以雀形目种类最多，为 27 科 66 种，占评估范围鸟类总种数的 43.14%；鸻形目种类次之，为 7 科 47 种，占种类总数的 30.72%；其次是鹈形目和雁形目的种类分别为 2 科 11 种和 1

科 11 种，分别占种类总数的 7.19%。

评估范围记录到国家重点保护野生动物共 9 种，其中国家一级保护野生动物有黑脸琵鹭、黄嘴白鹭和黑嘴鸥，共 3 种，国家二级保护野生动物有白琵鹭、白腰杓鹬、翻石鹬、半蹼鹬、白胸翡翠和红隼，共 6 种。属福建省重点保护野生动物的有豆雁、凤头䴙䴘、中白鹭、中杓鹬和戴胜，共 5 种。被列入“三有保护动物”的有小白腰雨燕、普通秧鸡、白胸苦恶鸟、黑水鸡、白骨顶、黄斑苇鳽、夜鹭和池鹭等，共 142 种。

本评价区范围内，现状区位生境涵盖了河流河口、坑塘水面和沿海滩涂等湿地生态环境类型、以及沿海防护林、农田耕地和自然乡村等陆地生态环境类型。根据本次实地考察、走访、以及区位相关资料，现状生境中常见的野生鸟类，主要为鹭类和鸻鹬类等湿地鸟类、以及部分伴人居的陆地鸟类等生态类群。

②其它野生脊椎动物

根据调查结果，区位生境分布有两栖类 1 目 5 科 7 种。评价区未记录到国家级重点保护野生动物和福建省重点保护野生动物，无中国特有种分布，被列入“三有保护”的有黑眶蟾蜍 1 种。区位生境分布有哺乳类动物共 2 目 3 科 6 种，物种结构主要为鼠类，大都对人类的敏感性较低。区位生境未记录到国家级重点保护野生动物和福建省级重点保护野生动物，未见中国特有种，列入“三有动物”的有赤腹松鼠 1 种。区位生境分布有爬行类 1 目 5 科 6 种。评价区未记录到国家级、福建省级重点保护动物，属中国特有种的有北草蜥 1 种，均属于“三有动物”。周边存在一定规模的人类活动，爬行类动物在此区域出现频率相对较低。

10.3.9 大气环境质量现状调查与评价

根据福清生态环境局公布的《福清市 2025 年 11 月空气环境质量月报》，福清市 2025 年 11 月综合质量指数为 2.19。监测统计结果表明，达到一级的天数为 14 天，达到二级的天数为 16 天，属于达标区。

根据 2024 年 5 月 6 日~12 日对工程周边北郭村、前华村大气环境质量的监测结果，各点位 TSP 监测结果均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准（TSP(日均值)≤300μg/m^3），本工程周边大气环境质量较好。

10.3.10 声环境质量现状调查与评价

2024 年 5 月 8 日~9 日对工程周边声环境质量的监测结果，各点位噪声监测结果均能达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，本工程周边声环境质量较好。

10.4 主要环境影响评价结论

10.4.1 海洋水动力与冲淤环境影响评价结论

本工程对海域流速的影响不大，影响集中在主桥墩下的深槽处，以流速减小为主，减幅在 0.005~0.09 m/s 之间，越靠近工程区，流速减幅越大，除此以外其它海域流速基本没有影响，对纳潮量的影响也极小。工程区主桥墩局部冲刷深度为 3.8m 左右、其余桥墩局部冲刷深度为 1.0~1.9m。

10.4.2 海域水环境影响评价结论

施工期悬浮泥沙增量影响范围集中在桩基附近，影响范围不大。悬浮泥沙增量浓度大于 150 mg/L 的影响范围约 0.088km^2；100~150 mg/L 的影响范围约 0.015 km^2；10~100 mg/L 的影响范围约 0.203km^2。受工程影响，涨潮悬沙可达最远距离约为 160 m，落潮悬沙可达最远距离约为 240 m。悬浮泥沙增量影响范略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区。

施工期生产废水基本不会对周边水环境产生影响。运营期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，也就是指路桥表面径流。桥面径流污染物浓度不高，随着潮流涨落，这些污染物会很快被稀释，基本不会对海域水体环境造成大的影响。

10.4.3 沉积物环境影响评价结论

（1）施工期海洋沉积物环境影响

由于桩基施工位置流速较小，扩散条件较差，且悬沙入海源强较小，故悬浮泥沙增量影响范围集中在桩基附近，影响范围不大。受工程影响，涨潮悬沙可达最远距离约为 160m，落潮悬沙可达最远距离约为 240 m。悬浮泥沙增量影响范围略微影响到福清兴化湾水鸟省级自然保护区。因此，本工程施工产生的悬浮泥

沙对周边海域沉积物环境影响较小。

本工程施工污水主要为施工生产废水和施工人员生活污水。混凝土拌和产生含水泥的废水采取临时沉淀池处理，经沉淀后回用，严禁直排。施工机械修理、停放场所设置简易的油污水收集系统和隔油池，对施工机械冲洗及维修产生的油污水进行收集处理。施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，严禁直接排入海里。本工程施工材料密闭储存，必要时设围拦和截水沟；有毒有害的物品如油漆必须远离水体；施工营地的生活垃圾不能随意抛掷，应收集后集中堆放，并联系环卫部门定期清运处置，防止污染物随雨水进入海里。含油污水由有资质的单位接收处理，对海域水质的影响都不大，对海洋沉积物环境基本上没有影响。

（2）运营期海洋沉积物环境影响

本工程营运期无经常性污水来源，主要水污染源是非经常性污水，也就是指路桥表面径流，主要污染物为 COD、BOD、悬浮物和石油类。桥面径流污染物浓度不高，随着潮流涨落，这些污染物会很快被稀释，基本不会对海域沉积物环境造成大的影响。

建议本工程桥梁安排专门人员负责桥梁的日常维护与管理，采用先进清扫设备对桥面实施保洁。桥面清扫物以及路面维修过程中产生的废弃路面材料均禁止向海域排放，统一收集后运送至垃圾填埋场妥善处理。通过实施严格的环境管理措施，在营运期不会发生固体废物污染海洋沉积物环境问题。

10.4.4 海洋生态环境影响评价结论

（1）施工期

①施工期悬浮泥沙入海对海洋生态环境影响

施工期海洋生态影响主要为施工栈桥、施工平台等搭建和拆除以及桥梁桩基施工过程中产生的悬浮泥沙散落入海的影响。悬浮泥沙主要通过增加水体浑浊度所产生的一系列负效应及沉降后的掩埋作用而对水体中各生物类群如浮游植物、浮游动物及鱼类等进行生理、行为、繁殖、生长等方面的影响，从而影响整个海洋生态系的种群动态及群落结构。

②工程占用海域对底栖生物的影响

工程施工过程中，施工栈桥、施工平台和桥梁桩基的搭建（建设）占用一定

的海域和滩涂，会造成底栖生物和潮间带底栖生物损失；此外，在施工过程中由于施工栈桥、施工平台和桥墩在建设过程中会对该建设内容外侧一定范围内的底泥搅动和破坏，也会造成底栖生物和潮间带底栖生物的死亡。工程结束后桥墩周边的底栖生物群落将逐渐得到恢复并重新建立，工程建设对周边区域底栖生物的生物量、密度、种群结构等不会产生大的影响。另外，工程区域的底栖动物没有特有种，这些底栖动物在附近其它区域中亦有分布。因此，工程的建设对底栖动物的影响较小。

本工程施工期废水和固体废物均采取相应的环保措施，不排入工程所在海域，因此 施工废水及固废排放对海洋生态环境影响很小。

（2）营运期

工程营运期的污染环节为桥面初期雨水，车辆行驶噪声以及风险事故造成的影响等。拟建工程建成通车后，产生的污染物较少，排入附近海域中的水质污染物主要为桥面径流，根据工程分析，桥面径流量较少，且污染物浓度较低，对海域生态环境的影响较小。

10.4.5 海洋生物资源损失评估

本工程占用海域的主要是施工栈桥桩基、施工围堰和桥墩，施工栈桥桩基和施工围堰在施工结束后即拆除，经过一定时间，底栖生物将有一定程度的恢复。本工程用海导致的海洋生物资源经济损失共计 67.02 万元。本工程桥墩涉及自然岸线造成生态功能损失，工程桥面垂直投影涉及红树林湿地，为恢复自然生态功能，建设单位应参照相关规定，通过适当种植相应的红树林以恢复生态功能。施工期间建设单位开展海洋生态资源补偿工作，生态保护修复拟投入资金 84.2059 万元（其中增殖放流 67.02 万元，红树林修复 17.1859 万元）。

10.4.6 声环境影响评价结论

（1）施工期

施工噪声因不同的施工机械影响的范围相差很大，机械设备在施工场界周围 150m 范围内的最大噪声值超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中建筑施工场界环境噪声排放限值要求。施工期噪声具有暂时性、流动性，噪声源强受机械种类、组合、位置影响而有较大不同，一旦施工

活动结束，施工噪声也就随之结束。

工程沿线声环境保护目标与工程道路边界线、施工场地距离较近，最近的敏感点为前华村，紧邻道路。工程施工将不可避免对周边村庄造成不同程度的影响。建设单位需采取有效的防护措施，合理安排施工时间，加强施工期环境监理，做到文明施工，清洁施工，采取必要的噪声控制措施（如设置施工围挡、移动式声屏障，对高噪声施工设备进行隔声减震处理等），降低施工噪声对环境的影响，确保场界施工噪声能够维持达标，减少对周边声环境影响。

（2）营运期

运营近、中、远期路肩处、距路中心线 22m、45m 处可满足 4a 类昼间标准；运营期近、中期距路中心线 78m、96m 处可达到 4a 类夜间标准，远期 200m 范围内均超过 4a 类夜间标准。运营近、中期距路中心线 70m、86m 处可达到 2 类昼间标准，远期 200m 范围内均超过 2 类昼间标准；运营期近期距路中心线 190m 处可达到 2 类夜间标准，中、远期 200m 范围内均超过 2 类夜间标准。

建议本工程噪声防护控制距离为两侧距路中心线 200m（运营中期 2 类声功能区达标距离）范围内。在声环境控制距离内，临路第一排不宜建设集中住宅，特别是学校、医院、疗养院等特殊敏感建筑，在噪声防护控制距离内如确需建设集中住宅时，则应依据噪声污染防治法，需进行自身声防护措施，使面向道路一侧的室内声环境满足《民用建筑隔声设计规范》（GB50118-2010）中相应功能的指标。

10.4.7 大气环境影响评价结论

（1）施工期

施工现场及运输扬尘：路基开挖、土地平整及路基填筑等施工过程，如遇大风天气，会造成粉尘、扬尘等大气污染。施工车辆在施工道路上运输施工材料会引起道路扬尘，堆场比重小、颗粒小的物料容易起尘，在大风天气下砂石料起尘对下风向环境空气质量的影响范围约为 200m。对此应在工程区厂界处设置一定高度的屏障，在施工场地定期洒水等，运输道路应及时清扫，堆场尽可能采取袋装、遮盖、洒水等措施可有效抑制扬尘。

沥青烟：工程采用商品沥青混凝土，不在施工场地、不在现场设沥青搅拌站。沥青摊铺过程中在摊铺过程中会产生少量沥青烟雾，主要污染物为 THC(烃类)、

酚和苯并(a)芘以及异味气体，其污染影响范围一般在周边外 50m 之内以及在距离下风向 100m 左右。建设单位应尽量避开风向针对附近居民区等环境空气敏感点的时段，安排在交通流量小、非上下班高峰时间段进行铺设，可减少受影响的人数；规范沥青铺设操作，以减少沥青烟雾对周围环境的影响。

建筑物拆除扬尘：建筑物拆除作业过程伴随着粉尘的产生，正常情况下，它们能很快降落，本工程的建筑物拆除分布较为分散，且拆除作业时间短，同时机械拆除的过程中采用喷淋式措施，在粉尘工作环境中的施工人员应佩戴口罩，采取以上措施后，拆除粉尘对环境影响在可接受范围内。

机械、车辆尾气：尾气主要含有少量烟尘、NO_2、CO、THC（烃类）等污染物废气，主要是对作业点周围和运输路线两侧产生一定影响，但这种污染源较为分散，且为流动性，影响是短期的、局部的，影响也相对小。

（2）营运期

本道路工程建成通车后区域环境空气中污染物排放量的大小随交通量成比例增加，与车辆的类型、汽车运行的状况以及当地的气象条件有关。距离路肩 10～200m 范围内，CO、NOx 两种污染物浓度随着距离增大逐渐减小。本道路沿线大气污染物扩散条件好，有利于汽车尾气的扩散。工程道路沿线环境开阔，大气污染物扩散条件良好。同时，随着我国科技水平的不断提高，机动车尾气净化系统将得到进一步改进，车型构成比例将更为优化，逐步减少高能耗、高排污的车种比例，机动车尾气污染物排放将大大降低。因此，营运期排放的 CO、NOx 对道路两侧的影响增幅不大。

10.4.8 水环境影响评价结论

拟建道路施工期对沿线地表水体的影响主要包括施工期筑岛围堰悬浮泥沙、施工期生活污水、施工期生产废水对水体的影响。

本工程西岸设置有办公区，施工人员租住周边的民房；东岸设置一处施工驻地，有办公室、宿舍、食堂等。西岸办公区生活污水由化粪池处理后用于周边农田灌溉，施工人员生活污水依托村庄污水处理系统处理，均不外排，对周边水环境影响较小。东岸项目驻地的生活污水接入市政污水管网后排入污水处理厂处理，不外排，对周边水环境影响较小。

为保护工程周边水环境，建议在施工场地设置沉砂池，主要处理含泥沙废水；

在临时机械维修场地，设置小型的隔油沉淀池，主要处理含油废水。施工生产废水经隔油、沉淀处理后回用于场地冲洗和降尘，不外排。本工程施工生产废水经处理后不外排，且施工活动为短暂行为，因此总体上看，施工废水对周边水环境的影响较可以控制。

本工程营运期对附近海域水体产生的污染途径主要表现为路面径流，在汽车保养状况不良、发生故障、出现事故等时，都可能泄露汽油和机油污染路面，在遇降雨后，雨水经桥梁泄水道口进入附近海域的水体，污染物主要有石油类、COD_{Cr}等。降雨历时 40min 后，路面基本被冲洗干净，路面径流污染物浓度基本稳定在较低水平，对海水水质影响较小。

10.4.9 固体废物影响结论

施工过程产生的建筑垃圾包括水泥块、钢筋、铁丝、模板等，该部分垃圾难以定量。钢筋、铁丝、模板等尽可能回收利用。根据福清市《研究建筑渣土消纳运输规范化管理有关问题会议纪要》福清市人民政府专题会议纪要（2019）260 号文件要求，由行政服务中心牵头负责建筑渣土资源供需信息平台的开发建设。目前建设单位已在平台上完成注册，并根据平台建设项目渣土供求需求，完成借方 5.76 万 m^3，借方主要用于施工便道回填和路基填筑。余方尚未外运，现阶段未最终明确弃土场位置及处置方案，建设单位已向福清市建筑垃圾资源信息平台备案，后期将严格按照规定，报送本工程的渣土资源供需情况至福清市行政服务中心接受统筹调配，由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点。本工程施工结束后，须拆除施工栈桥，并运送至陆域处置，及时恢复海域原貌。

营运期固体废物主要为道路沿线过往行人产生的垃圾以及道路养护、维修产生的土方或其它废旧材料，均属于一般性固体废物。公路、慢行桥沿线过往行人产生的垃圾应进行分类收集，可以回收的进行回收利用，不能回收的由环卫部门统一收集后清运，进行无害化处理；维修过程中产生的土头或其它废旧材料应及时运往指定地点收集处理。

10.4.10 陆域生态环境影响评价结论

（1）施工期

①公路工程永久占地，是导致公路沿线地区的地表植被遭受损失和破坏的主要因素；

②工程施工期，对现状用地中的农田植被生态，将造成部分直接破坏和耕地资源的永久性占用。由于工程不占用永久基本农田，故工程施工时对沿线永久基本农田影响较小；

③临时用地区域内的植被将被直接占用及破坏，但通过工程和生物措施恢复；

④对于材料堆放及运输、汽车碾压及施工人员踩踏，在施工作业范围内影响部分地表植被，可在后期通过一定措施恢复；

⑤工程施工产生的扬尘会积于植物表面，阻碍植物光合作用，从而影响其生长发育。另外，原材料的堆放、沥青和车辆漏油，还会污染土壤，从而间接影响植物的生长。除了施工对所在区域植被的直接破坏，这些后续影响也应加以考虑。

（2）运营期

工程建成后，除公路路面、建筑物及硬化防护措施外，对道路中分带、道路边坡，进行绿化措施，将乔木、灌木及地被植物全面的合理安排，构成相对稳定的人工植被群落。同时，在施工结束后对施工临时占地将原表土回覆后进行恢复。以上措施可有效减缓公路占地对植被和植物资源产生的影响。

10.4.11 对福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响结论

本工程用海范围紧邻福清兴化湾水鸟省级自然保护区，跨海桥梁主要路段与保护区距离约为 110 m。施工期悬浮泥沙增量浓度大于 10 mg/L 的影响扩散至福清兴化湾水鸟省级自然保护区内的面积约 1.59hm^2，占保护区总面积的 0.02%，影响面积较小，未扩散至核心区，且该影响持续时间短，将随着施工期的结束而逐渐消失；施工期施工噪音可能对鸟类栖息造成干扰，建议避开鸟类越冬期施工；运营期本工程作为交通道路使用，交通噪声和夜晚桥梁灯光可能对鸟类造成影响，但本工程位于福清兴化湾水鸟省级自然保护区外，距离核心区最近约 1055m，且兴化湾海域空旷，鸟类有足够多的选择作为越冬地或者迁徙过程中的停歇地，同时建设单位应通过设立声屏障和合理布设灯光来减少对保护区内水鸟的影响。

综上，本工程对福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响较小。

10.4.12 红树林的影响结论

根据本次现场调查，除木兰溪的三江口河口、荻芦溪河口外，在江镜镇、港头镇等沿岸滩涂也分布有少量红树林，主要为人工种植的秋茄。本工程为跨海桥梁，仅桥墩部分实际占用海域，三处桥墩距离红树林较近，距离分别为 17.65m、12.28m、2.66m。桥墩施工在施工围堰内进行，施工围堰搭建与拆除过程中产生的悬浮泥沙较少，对红树林影响较小且该影响只是暂时的，将随施工期结束而消失。施工期产生的污水和垃圾均回收后处理，不直接排入附近海域，对红树林无影响；营运期，因本工程周围红树林种植品种为秋茄，平均高度为 1~3 m，桥面涉及红树林段净空高度为 4~10 m，高于红树林约 3m，对红树林无影响。且本工程建成后作为道路使用，对红树林无影响。

10.4.13 鸟类的影响结论

工程的施工可能对候鸟的迁徙产生影响，主要表现为施工噪声可能对迁徙经过的候鸟产生惊吓影响。同时，鸟类具有迁移选择能力，对外界环境变化的反应较为敏感，一般会主动规避不利的环境。所以，在施工期间候鸟一般会选择迁离影响区域。总体来看，工程的施工活动对候鸟迁徙的影响是暂时性地，不会对候鸟产生较大的影响。工程施工期人为活动干扰对越冬鸟类的部分觅食场所会产生一定的影响。施工期应合适设置施工时间，尽量避免在候鸟晨昏觅食活动的时间作业。桥梁钻孔、打桩等基础施工产生的噪声较大，尽量安排在 3 月到 11 月之间进行施工，避开候鸟的越冬栖息季节，特别在 10 月至第二年 2 月间尽量避免采用高噪声设备或对高噪声设备采取降噪处理，避免施工过程对候鸟的越冬栖息影响。工程施工期可能驱赶占地区鸟类离开施工区域，但不会对其种群生存产生威胁，因此工程建设施工期对鸟类有一定影响，但是可以接受的。

运营期对鸟类的影响主要是交通噪声和照明。本工程位于福清兴化湾水鸟省级自然保护区外，距离核心区最近约 1055m，且兴化湾海域空旷，鸟类有足够多的选择作为越冬地或者迁徙过程中的停歇地，且建设单位根据鸟类的行为学特征，营运期在对拟建公路段照明设计时严格按照公路照明设计标准中的要求进行设计，在道路照明满足相应标准的前提下，通过对照明方式、灯具布置、光源选择等方面进行优化处理，尽量减小道路照明对周围环境的光污染影响。总体上营

运期严格落实遮光措施和采用“鸟类友好”光源可缓解道路照明对现有留鸟及迁徙候鸟的影响。另外，工程在营运期间，应以低矮的灯光或荧光导航条作为车辆行驶的导航标识，避免大面积、长时间的泛光照明，保证鸟类对自然的昼夜交替变化的正确判断。

综上所述，在加强施工管理、观测等措施，改善照明设施及围栏遮光效果，并实施增殖放流改善觅食环境，使得工程建设对鸟类的影响降到最低。

10.4.14 对赤厝~华塘 I、II回 220 千伏线路工程的影响结论

赤厝~华塘 1、II回 220 千伏线路工程线路途经福清市江阴镇、江镜镇、港头镇和三山镇，该工程共新建铁塔及其基础(以下简称“塔基”)78 个，线路全长约 31.3km，其中架空线路长度约 24.3km，电缆线路约 7km。沿线塔基与本工程用海不存在重叠，本工程桥面垂直投影距离沿线塔基最近距离约 100m，因此本工程建设不会对该项目的建设和运营造成影响。

10.4.15 对周边海域环境敏感目标的影响结论

本工程用海方式为“跨海桥梁”，因此桥面垂直投影外扩 10 m 的和桥面垂直投影的岸线利用方式对岸线功能无实际影响；桥墩涉及的岸线仅 43m，且大部分为人工岸线，涉及自然岸线 3 m，对岸线原有功能的发挥影响较小。因此，工程通过加固处理可对占用的人工岸线进行功能恢复和维持。

工程桥墩涉及自然岸线段，外侧已种植红树林，建议建设单位在工程区附近人工岸线段种植红树林，修复岸线，并且施工时将根据现场情况优化桩基布置，避免施工栈桥桥墩破坏自然岸线，减小对区域岸线的影响。

根据本工程总平面布置，共 6 个桥墩下部承台桩基落在养殖围堤上，施工过程中先在养殖围堤外侧设置拉森钢板桩充当临时围堤功能，确保施工期安全。桩基承台桥墩与养殖围堤修复同步施工，施工完成后拆除拉森钢板桩。因此，本工程用海虽占用养殖围堤，但对养殖围堤结构安全影响较小。

因此，本工程用海对附近海域的养殖影响较小。

拟建大桥建成后，其桥墩会占去小部分过水面积，引起桥位处以上海域的水位略微抬升，桥位处水流加大。同时桥墩周围会形成绕流，使桥墩处的流向、流速发生变化，主墩承台周围紊动涡漩增强。但受大桥影响的水流形态变化在有限

范围内，对桥区航道内流向、流速变化不明显，对船舶航行操纵影响较小。因拟建桥梁引起新增阻水面积和水流的变化较小，不会造成海床再造与海床演变现象发生，不会导致滩槽变化。从附近有关设施看，拟建桥位与其它有关设施均较远，满足通航要求。

因此，建桥对桥区海域航道条件、交通组织、水上水下有关设施以及安全监管等影响均较小。

10.4.16 环境风险评价结论

本工程发生危险品风险事故的概率为 4.48×10^{-3} 次/年。概率很小，但存在发生的可能性，对于危险品运输事故的风险仍然不可忽视。

本工程设置雨水收集系统和沉淀池，沉淀池布置于桥梁下侧。桥面汇水通过竖向排水管排至纵向排水槽，再汇入排水管进而引到地面沉淀池。当运输车辆发生危险品泄漏时，雨水收集系统和沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水，避免泄漏危险品和清洗水直接排海。

对于易燃易爆、有毒有害等危险品的运输要严格按照相关危险货物运输规章办理，对于没有可保证措施的危险品运输，采用其他替代运输方案；同时应加强桥面的交通管理，尽可能消除人为不安定因素，加强运营设备检修及维护工作，以减少不良设备的隐患，可大大减少货物运输对海域环境造成污染的潜在风险。

10.5 环境保护对策措施

10.5.1 施工期环境保护对策措施

10.5.1.1 减轻海域水环境污染防范措施

（1）严格按照先进环保的施工工艺进行施工，桥墩桩基施工应采用钢护筒钻孔灌注桩，承台施工应采用钢围堰后进行开挖浇注，以减少施工悬浮泥沙的产生。

（2）桩基础施工和沿线淤泥质基础施工会产生钻渣和淤泥，采用泥浆沉淀池/用泥浆沉淀箱进行收集，可回收利用的泥浆循环利用，不可利用的泥浆及钻渣采用泥浆运输车运至指定的弃土场处置，不得排入海域。

（3）施工时搭设的临时施工栈桥，应在施工结束后及时拆除，以恢复海域

原貌。栈桥基础拆除时，可采用履带吊机配合振动沉拔桩机拆除。拆除前，及时清除钢栈桥上的材料、杂物和工具，防止飞出伤人。

（4）桩基施工期应尽量避开台风季节，以减少大风浪引起的浑浊和悬浮颗粒物浓度的增大。桩基施工应尽量安排在退潮时段作业，减少悬浮泥沙的产生量，避免对周边海水水质带来较大的污染。

10.5.1.2 施工期废水处理措施

（1）工程施工期间，施工人员在施工营地的生活污水通过设置化粪池处理后作为农用肥料，施工车辆清洗废水、施工废水经沉淀处理后回用于施工路段路面洒水、机械和车辆清洗，不得排入海域。

（2）设置雨水收集系统和沉淀池，沉淀池布置于桥梁下侧。桥面汇水通过竖向排水管排至纵向排水槽，再汇入排水管进而引到地面沉淀池。

（3）加强雨季截流沟、排水沟的建设，避免雨季施工废水到处溢流或雨水四周漫流等。

（4）加强对施工机械的日常养护和水中作业监管，杜绝燃油、机油的跑、冒、滴、漏现象；严禁向沿线任何水体倾倒残余燃油和机油、抛弃生活垃圾、建材废料和建筑垃圾。

（5）施工船舶人员生活污水利用船载收集装置收集，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，禁止生活污水直接排放入海。

10.5.1.3 施工期大气环境保护措施

（1）运输车辆行至人口分布较为集中的路段时，应低速或限速行驶，以减少扬尘产生量，同时该路段应定期采取洒水降尘措施。

（2）运输车辆的载重应符合有关规定，防止超载。运送土石方和建筑材料的车辆应按规定配置防洒装备，装载不宜过满，实行密闭运输，装载的物料、渣土高度不得超过车辆槽帮上沿，避免在运输过程中发生遗撒或泄漏。对不慎洒落地面的建筑材料，应及时进行清理。

（3）应向有关行政主管部门申请运输路线，车辆应当按照批准的路线和时间进行土石方的运输，运输过程中禁止物料泄漏。

（4）施工现场的围挡应当坚固、稳定、整洁、美观，居民区密集路段的工地应当设置高度不小于 2.5m 的封闭围挡；一般路段的工地应当设置高度不小于

2m 的封闭围挡。

（5）施工场地进出口必须设置洗车台、沉淀池和高压冲洗设施，由专人负责运输车辆除泥、冲洗，冲洗干净经检查合格后方可出场。

（6）基坑开挖、路面破除、路沿石、路砖等构件切割、加工或者进行其他切割、钻孔、凿槽等易产生粉尘的作业时，应当采取围护、遮挡和喷雾等防止扬尘措施。

（7）施工现场渣土运输车辆应采用密闭车辆，车辆离场时保证密闭措施到位，不得冒装，防止运输中“抛、洒、滴、漏”影响周边环境。

（8）气象部门发布大风警报、台风警报、寒潮预警和雾霾天气预警期间，应当停止平整土地、换土、原土过筛等作业。派专人负责关注天气预报，风力超过 5 级以上大风天气必须停止产生扬尘的施工，并采取相应的防尘措施。

10.5.1.4 施工期噪声控制措施

（1）选用符合国家有关标准的施工机械和运输车辆，尽量选用低噪声、低振动的施工机械和工艺，振动较大的固定机械设备应加装减振机座，保持其更好地运转，加强各类施工设备的维护和保养，从根本上降低噪声源强。

（2）靠近敏感点路段的施工，施工单位应因地制宜地采取相应的降噪措施，合理安排施工时间，设置施工围挡等，同时应避免多台机械同时运转，以降低噪声影响。

（3）建设单位严格执行国家或地方对施工噪声的管制条例，合理安排作业时间，控制施工期噪声的影响，禁止夜间从事噪声、振动超标的建筑施工活动，必须进行夜间施工作业的地段，应取得当地环保等主管部门的许可，并向周边居民公告之后方可施工。

（4）根据需要采取调整或限制工作时间、改变运输路线等措施，选择主要运输道路应尽可能远离村镇、居民区等敏感点，如确实无法避开，在敏感点道路上的施工运输车辆限制车速在 20km/h 左右，降低施工运输车辆噪声。施工场所的施工车辆出入现场时应低速、禁鸣。

（5）施工单位应在施工现场张贴施工通告和投诉电话，在接到投诉后应及时与当地环保部门取得联系，以便及时处理各种环境纠纷。

10.5.1.5 施工期固体废物处理措施

（1）应在施工场地和施工人员生活区指定地点设置临时垃圾桶、垃圾箱和卫生责任区，配置运输车，安排专人负责定时分类收集垃圾。施工人员的生活垃圾收集到生活垃圾桶内，委托环卫部门及时清运处理。

（2）施工船舶生活垃圾统一收集至陆域处理，不得随意倾倒在施工现场或直接抛入海中，应由施工船舶配备的垃圾收集装置统一收集。

（3）建设单位应按照要求，在建筑渣土资源供需信息平台进行注册备案，余方应由指定的渣土运输公司，按照规定线路运往指定的弃渣接纳点。

（4）施工产生的钻孔钻渣和泥浆经泥浆沉淀池、泥浆沉淀箱收集沉淀后，可回收利用的泥浆循环利用，不可利用的泥浆及钻渣采用泥浆运输车运至指定的弃土场处置，建筑垃圾分类收集，回收可利用部分，其余运送至指定地点，不得排入海域。

（5）施工结束后，须将施工栈桥进行拆除，由施工单位充分回收利用，及时恢复海域原貌；施工过程产生的钢材、木材等边角料及废零件应回收利用。

（6）土石方运输车行驶路线及限速标准应遵照交警部门规定，严禁超载，所有土石方车必须安装密闭装置，驶出施工场地必须冲洗，落实净车作业措施。

10.5.2 运营期环境保护对策措施

10.5.2.1 运营期水污染防治措施

（1）加强对道路货物运输的管理，一旦发生危险品溢出、泄漏等事故，应及时通知有关部门，及时采取应急措施，防止污染的进一步扩散。

（2）加强对道路的管理，定时对路面进行保洁、养护，清理过往车辆遗弃的各种固体废物，尽可能降低初期雨水污染物浓度。

（3）设置雨水收集系统和沉淀池，当运输车辆发生危险品泄漏时，雨水收集系统和沉淀池可接收泄漏的危险品和清洗水。

（4）加强桥梁工程安全检查、监控，确保桥面路况良好状态和护栏等防护设施的完好。

10.5.2.2 运营期大气环境保护措施

（1）配备洒水清扫车，定期进行洒水和路面清扫；加强道路管理及路面养

护，保持道路良好运营状态，减少塞车现象。

（2）多种植乔、灌木。在净化吸收车辆尾气中的污染物、降尘的同时，又可以美化环境和改善公路沿线景观。

（3）加强组织管理，对上路车辆进行检查，禁止车况差、超载、装卸物品遮盖不严容易洒落的车辆上路，减少汽车尾气排放对沿线环境空气的影响。

10.5.2.3 运营期噪声控制措施

（1）优先选用低噪声路面技术和材料。工程全线采用降噪沥青混凝土路面，并压实平整，改善交通环境，减轻路面交通噪声污染。

（2）加强道路两侧绿化工作，道路两侧在可能情况下营造多层次结构的绿化林带，使之形成立体屏障，增强对交通噪声的阻隔、吸收作用。

（3）在距离敏感目标较近的路段应预留安装隔声屏位置，以便根据实际建设情况可采取多重措施降低运营期噪声对敏感目标的影响。

（4）道路设计时应进行合理规划，尽量减少设置在道路中间的地下管线检查井口，或将井口设置在道路隔离带等车辆不经过的地方，并采用与井口结合紧密的井盖，以非金属材质井盖代替金属材质井盖，以降低车辆经过井盖时引发的撞击噪声。

10.5.2.4 运营期固体废物处理措施

本工程运营期产生的固体废物主要是司乘人员丢弃的饮料袋、易拉罐以及路面维修产生的石料、水泥废弃物等。加强对道路的管理，定时对路面进行保洁、养护，清理过往车辆遗弃的各种固体废物。强化公路沿线的固体废物污染治理的监督工作，向司乘人员和行人加强宣传教育工作。

10.5.3 生态环境保护对策措施

10.5.3.1 陆域生态环境保护和恢复措施

（1）施工期应加强施工人员的环境保护教育和宣传工作，禁止施工人员扩大破坏占地面积，尽量减小对生态系统的不利影响。

（2）在施工过程，要求施工人员文明施工，严格按施工规范要求作业，禁止乱堆土和筑路材料的乱堆乱放。

（3）在填、挖路基的施工过程中，严格控制路基开挖等施工作业面，尽量

减少对工程沿线自然生态的破坏，保护沿线的生态环境。

（4）做好施工场地的植被恢复和绿化的维护，工程结束后要对工程施工大临设施占地予以恢复原状。

（5）根据工程水土保持方案要求，开展水土保持工作。

10.5.3.2 生态保护修复措施

（1）增殖放流

本工程施工过程中对海洋生态影响主要为悬浮泥沙扩散、桩基占海造成的海洋生物损失。针对工程区附近海域渔场资源特点，制定科学的增殖放流方案，适当扩大放流的种类、数量和区域，提高渔业资源量，改善资源种群结构。增殖放流工作应在当地渔业主管部门的指导下进行，通过增殖放流促进该海域海洋生态资源的恢复。

（2）红树林种植

本工程涉及占用自然岸线及红树林湿地，因此造成海域生态功能损失，工程附近已有数片红树林分布，长势较好。拟在周边海域种植红树林以促进海域生态功能的恢复。红树林种植应在当地林业主管部门的指导下进行。

10.6 公众参与调查结果

按照《中华人民共和国环境影响评价法》和《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）的规定和要求，建设单位开展了该工程的环境影响评价公众参与工作。在确定承担环境影响评价工作的环境影响评价机构后 7 日内，在福建环保网进行了本工程环境影响评价信息第一次公示，公示时间为 2024 年 5 月 27 日至 2024 年 6 月 7 日。环评单位在完成《国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程环境影响报告书（征求意见稿）》后，建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》及配套文件相关要求，同步网络平台（看福清）、报纸（《海峡都市报》）和工程区附近村镇（前华村等）张贴公告三种方式进行了“征求意见稿”公示，公示时间 2024 年 6 月 7 日至 2024 年 6 月 20 日。在本工程公众参与实施的两个阶段中，评价区域内公民、法人和其他组织未反馈与建设工程环境影响有关的意见和建议。

10.7 总结论

国道 G228 线福清江镜前华至江阴莆头段（东港特大桥）公路工程的建设符合国家产业政策，符合《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等相关规划，与《福建省普通国省干线公路网布局规划》《福州港总体规划（2035 年）》、福建省“三区三线”划定成果、福州市生态环境分区管控动态更新成果等规划不冲突。工程建设将对所在海域水文动力条件、冲淤环境、声环境、大气环境、地表水环境、生态环境产生一定的影响。在施工阶段和运营阶段严格落实本报告提出的各项环境保护对策措施、生态补偿和修复措施、风险防范对策措施，切实落实工程的监理和跟踪监测的前提下，工程建设所造成的环境影响在可以接受的范围内，从环境保护的角度考虑，工程建设是可行的。

附表 1 建设项目海洋生态环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="4">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="3">影响识别</td><td>影响类型</td><td colspan="4">直接向海洋排放废水□ ；短期内产生大量悬浮物□；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例□ ；直接占用海域面积☑；线性水工构筑物□ ；投放固体物□</td></tr>
<tr><td>生态敏感区</td><td colspan="4">生态敏感区（湄洲湾，一般敏感区），相对位置 (位于湄洲湾)</td></tr>
<tr><td>影响因子</td><td colspan="4">海水水质☑；海洋沉积物☑；海洋生态☑ ；环境风险☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价等级</td><td colspan="4">一级□ ；二级□ ；三级☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价范围</td><td colspan="4">主流向（15）km ，垂直主流向（10）km；管缆类（/）km</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价时期</td><td colspan="4">春季□ ；夏季□ ；秋季☑；冬季□</td></tr>
<tr><td rowspan="8">海水水质</td><td rowspan="2">区域污染源</td><td>调查项目</td><td colspan="3">数据来源</td></tr>
<tr><td>已建□；在建□；拟建□；其他□</td><td colspan="3">环评□；环保验收□；既有实测□；现场监测□；入河排放口数据□；其他□</td></tr>
<tr><td colspan="2">调查时期</td><td>调查因子</td><td colspan="2">调查断面或点位</td></tr>
<tr><td colspan="2">春季□；夏季□；秋季☑；冬季□</td><td>(水温、盐度、悬浮物、pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、铜、镉、铅、锌、总铬、砷、汞、硫化物、挥发酚、水色、总氯、透明度)</td><td colspan="2">（20）个</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">（pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发酚、总氯、铜、铅、锌、镉、汞、砷、总铬）</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="4">第一类□；第二类□；第三类☑；第四类□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="4">除无机氮、活性磷酸盐含量超第三类海水水质标准外，其余水质指标均可满足《福建省近岸海域环境功能区划》要求</td></tr>
<tr><td rowspan="4">海洋沉积物</td><td>调查站位</td><td colspan="4">（12）个</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">石油类、硫化物、有机碳、锌、砷、铜、铅、铬、镉）</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="4">第一类☑；第二类□；第三类□；第四类□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="4">各站位的石油类、有机碳、硫化物、铜、锌、铅、镉、汞、铬和砷均符合第一类海洋沉积物质量标准</td></tr>
<tr><td rowspan="4">海洋生态</td><td>调查断面或点位</td><td colspan="4">（8）个</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">石油烃、总汞、砷、铜、锌、铅、镉、铬</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="4">第一类☑；第二类□；第三类□；第四类□</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="4">所有受检生物体的各项指标均符合《海洋生物质量标准》 （GB18412-2001） 第一类标准</td></tr>
<tr><td colspan="6">影响预测及评价</td></tr>
<tr><td colspan="2">预测时期</td><td colspan="4">春季□ ；夏季□ ；秋季☑；冬季□</td></tr>
<tr><td colspan="2">预测情景</td><td colspan="4">建设期☑；生产运行期□ ；服务期满后□</td></tr>
<tr><td>海水</td><td>预测方法</td><td colspan="4">数值模拟☑；类比分析□ ；近似估算□ ；物理模型□ ；其他□</td></tr>
</table>

水质影响预测与评价	影响评价	污染控制措施及入海排污口排放浓度限值应满足国家和地方排放标准☑； 达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案应满足行业污染防治可行技术指南的要求，环境影响可接受□ ； 不达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案时，应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求，确保废水污染物达到最低排放强度和浓度，且环境影响可接受□ ；新设或调整入海排污口的建设项目，入海排污口位置、排放方式、排放规模具有环境合理性□； 对海水水质产生重大不利影响□
海洋沉积物影响评价	评价方法	定量预测□ ；半定量分析□；定性分析☑ ；其他□
	影响评价	海洋沉积物质量的影响范围、影响程度可接受☑； 海洋沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响可接受☑。
海洋生态影响预测与评价	预测方法	类比分析法□；图形叠置法□；生态机理分析法☑；海洋生物资源影响评价法☑；其他□
	影响评价	造成的生物资源损失量可接受☑ ； 对评价海域生物多样性的影响可接受☑； 对重要水生生物“三场一通道 ”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受□ ； 对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响， 以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受□ ； 对重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受□ ； 对自然保护地、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受□ ； 造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响可接受☑ ； 产生重大的海洋生态和生物资源损害，造成或加剧区域的重大生态环境问题，存在不可承受的损害或潜在损害□。

环境风险					
危险物质	名称	变压器油	柴油		
	存在总量	60t	15		
物质及工艺系统危险性1	Q 值	Q＜1☑；1≤Q＜10□；10≤Q＜100□ ；Q≥100□			
	M 值	M1□ ；M2□ ；M3□ ；M4□			
	P 值	P1□ ；P2□ ；P3□ ；P4□			
环境敏感程度		E1□ ；E2□ ；E3□			
环境风险潜势		IV+□ ； IV□ ； III□ ； II□ ； I☑			
评价等级		一级□ ；二级□ ；三级□；简单分析☑			
风险识别	物质危险性	有毒有害☑；易燃易爆☑			
	环境风险类型	泄漏☑；火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放☑			
事故情形分析	源强设定方法	计算法□；类比估算法□ ；其他□			
	预测模型	溢油粒子模型☑；污染物扩散的数值模拟□			
风险预测与评价		最近敏感目标（1.5）km ，抵达时间（1）h			
重点风险防范措					

<table>
<tr><td colspan="2">施</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">主要污染物排放总量核算</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">污染物削减替代</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">污染防治和生态修复措施</td><td colspan="3">污水处理设施□；生态修复措施☑； 区域削减□ ；
依托其他工程措施□ ；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测计划</td><td>内容</td><td colspan="2">环境质量</td><td>污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动☑； 自动□ ；无监测□</td><td>手动□； 自动□ ；无监测□</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">施工期：水质 12 个，沉积物和生态 8 个、2 条潮间带断面，大气 4 个、噪声 4
运营期：工程区及附近海域设置 3~5 条断面，每个断面上设 3~4 个水质监测站位。沉积物和生态为水质监测站位的 60%、鸟类 3 个，岸滩冲淤（监测水深、地形变化）</td><td>（/）</td></tr>
<tr><td>监测因子</td><td colspan="2">水质：水温、透明度、盐度、pH、SS、DO、COD、BOD_5、无机氮、活性磷酸盐、油类、硫化物、挥发酚、铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷
沉积物：硫化物、有机碳、石油类、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷
海域生态：叶绿素 a 、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵和仔稚鱼
噪声：LAeq
大气：TSP 、PM_{10} 、$PM_{2.5}$ 、SO_2 、NO_X
鸟类： 种类、数量、居留型和栖息觅食情况，候鸟种类、数量、迁徙迁飞特征及在项目 区内活动情况、碰撞事件发生频次、物种及伤亡率；
岸滩冲淤：水深、地形变化</td><td>（/）</td></tr>
<tr><td>监测频次</td><td colspan="2">施工期：水质、沉积物和海洋生态施工期 1 次，施工结束后 1 次；大气、噪声施工高峰期 1 次。
运营期：水质、沉积物、海洋生态、噪声和电磁运营后半年内测 1 次；鸟类建设后前两年和第五年春、夏、秋、冬各监测一次；岸滩冲淤运行后 5 年每年监测 1 次。</td><td>（/）</td></tr>
</table>

附表 2 建设项目生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种☐；国家公园□；自然保护区☑；自然公园□；世界自然遗产□；生态保护红线☑；重要生境☑；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域☐；其他□
影响方式		工程占用☑；施工活动干扰☑；改变环境条件□；其他□
评价因子		物种☑（重点保护野生动物） 生境☑（红树林） 生物群落☑（水生、陆生野生动植物群落） 生态系统☑（水生生态系统，陆生生态系统） 生物多样性☑（浮游动植物、底栖动物、鱼类、鸟类等） 生态敏感区☑（生态保护红线、红树林） 自然景观☐（自然水域、耕地、园地景观等） 自然遗迹□（） 其他□（）
评价等级		一级☑二级☐三级☐生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积：（12.61）km^2；水域面积：（）km^2
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集☑；遥感调查☑；调查样方、样线☑；调查点位、断面□；专家和公众咨询法☑；其他☑
调查时间		春季☑；夏季☑；秋季☑；冬季☑ 丰水期□；枯水期□；平水期□
所在区域的生态问题		水土流失☐；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害□；其他□
评价内容		植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区☑；其他□
生态影响预测与评价	评价方法	定性☑；定性和定量☐
评价内容		植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区☑；生物入侵风险□；其他□
生态保护对策措施	对策措施	避让□；减缓☑；生态修复☑；生态补偿☑；科研□；其他□
生态监测计划		全生命周期□；长期跟踪☑；常规□；无□
环境管理		环境监理☑；环境影响后评价□；其他□
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□
注：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项。		

附表 3 建设项目声环境影响评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="6">自查项目</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="6">一级□　　二级□　　三级☑</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="6">200m☑　　大于 200m□　　小于 200m□</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td>评价因子</td><td colspan="6">等效连续 A 声级☑　最大 A 声级□　计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="6">国家标准☑　　地方标准□　　国外标准□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">现状评价</td><td>环境功能区</td><td>0 类区□</td><td>1 类区□</td><td>2 类区□</td><td>3 类区□</td><td>4a 类区□</td><td>4b 类区□</td></tr>
<tr><td>评价年度</td><td>初期□</td><td colspan="2">近期□</td><td>中期□</td><td colspan="2">远期□</td></tr>
<tr><td>现状调查方法</td><td colspan="6">现场实测法□　现场实测加模型计算法□　收集资料□</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="2">达标百分比</td><td colspan="4">100%</td></tr>
<tr><td>噪声源调查</td><td>噪声源调查方法</td><td colspan="6">现场实测□　　已有资料□　　研究成果□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">声环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td colspan="6">导则推荐模型☑　　其他□</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="6">200m☑　　大于 200m□　　小于 200m□</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="6">等效连续 A 声级☑　最大 A 声级□　计权等效连续感觉噪声级□</td></tr>
<tr><td>厂界噪声贡献值</td><td colspan="6">达标☑
不达标□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声值</td><td colspan="6">达标□
不达标□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">环境监测计划</td><td>排放监测</td><td colspan="6">厂界监测☑　固定位置监测□　自动监测□　手动监测□　无监测
□</td></tr>
<tr><td>声环境保护目标处噪声监测</td><td colspan="2">监测因子：()</td><td colspan="2">监测点位数 ( )</td><td>无监测☑</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td>环境影响</td><td colspan="6">可行☑　　不可行□</td></tr>
<tr><td colspan="8">注：“□”为勾选项，填“√”；“（　）”为内容填写项</td></tr>
</table>

附表 4 建设项目环境风险评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="8">完成情况</td></tr>
<tr><td rowspan="11">风险调查</td><td rowspan="2">危险物质</td><td>名称</td><td>变压器油</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>存在总量 t</td><td>60</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="5">环境敏感性</td><td rowspan="2">大气</td><td colspan="4">500m 范围内总人口数 人</td><td colspan="4">5km 范围内总人口数 人</td></tr>
<tr><td colspan="6">每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)</td><td colspan="2">/ 人</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地表水</td><td>地表水功能敏感性</td><td colspan="2">F1□</td><td colspan="2">F2☑</td><td colspan="2">F3□</td></tr>
<tr><td>环境敏感目标分级</td><td colspan="2">S1□</td><td colspan="2">S2☑</td><td colspan="2">S3□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水</td><td>地下水功能敏感性</td><td colspan="2">G1□</td><td colspan="2">G2□</td><td colspan="2">G3□</td></tr>
<tr><td>包气带防污性能</td><td colspan="2">D1□</td><td colspan="2">D2□</td><td colspan="2">D3□</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">物质及工艺系统危险性</td><td>Q 值</td><td>Q＜1☑</td><td colspan="2">1≤Q＜10□</td><td colspan="2">10≤Q＜100□</td><td colspan="2">Q≥100□</td></tr>
<tr><td>M 值</td><td>M1□</td><td colspan="2">M2□</td><td colspan="2">M3□</td><td colspan="2">M4☑</td></tr>
<tr><td>P 值</td><td>P1□</td><td colspan="2">P2□</td><td colspan="2">P3□</td><td colspan="2">P4□</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">环境敏感程度</td><td>大气</td><td>E1□</td><td colspan="2">E2☑</td><td colspan="4">E3□</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td>E1□</td><td colspan="2">E2☑</td><td colspan="4">E3□</td></tr>
<tr><td>地下水</td><td>E1□</td><td colspan="2">E2□</td><td colspan="4">E3□</td></tr>
<tr><td colspan="2">环境风险潜势</td><td>IV+□</td><td>IV□</td><td colspan="2">III□</td><td colspan="2">II□</td><td colspan="2">I ☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价等级</td><td>一级□</td><td>二级□</td><td colspan="4">三级□</td><td colspan="2">简单分析☑</td></tr>
<tr><td rowspan="3">风险识别</td><td>物质危险性</td><td colspan="2">有毒有害☑</td><td colspan="6">易燃易爆☑</td></tr>
<tr><td>环境风险类型</td><td colspan="2">泄漏☑</td><td colspan="6">火灾、爆炸引起伴生/次生污染物排放☑</td></tr>
<tr><td>影响途径</td><td>大气☑</td><td>地表水☐</td><td colspan="4">地下水□</td><td colspan="2">其他☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">事故情景分析</td><td>源强设定方法</td><td>计算法☑</td><td colspan="4">经验估算法□</td><td colspan="2">其他估算法□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">风险预测与评价</td><td rowspan="2">大气</td><td>预测模型</td><td>SLAB□</td><td colspan="4">AFTOX□</td><td colspan="2">其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预测结果</td><td colspan="8">/</td></tr>
<tr><td colspan="8">/</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td colspan="9">/</td></tr>
<tr><td>地下水</td><td colspan="9">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">重点风险防范措施</td><td colspan="9">(1)根据施工方案，提出加强施工期间水上通航秩序安全管理的对策和措施，确保工程施工和船舶通航的安全；(2)制定施工期船舶溢油应急预案，配备吸油毡、围油栏及消油剂等应急处置材料；(3)变压器下方设置事故油池，容积可满足变压器油完全泄漏量；(4)定期进行设备检查，防止设备漏电或者产生电火花，设备进行接地，防止静电聚集产生放电等，储能系统配置有完善的可燃气体检测、全氟己酮自动灭火系统。</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论与建议</td><td colspan="9">本项目场界内的矿物油不属于极度危害、高度危害类毒性物质，且在项目区内储量不大，不属于重大危险源。
本项目在严格落实本次评价提出的各项环境风险防控措施的情况下，发生风险事故概率较小，项目环境风险可防可控。</td></tr>
<tr><td colspan="11">注：“ □”为勾选项，填“√”；“ ”为内容填写项</td></tr>
</table>