瓯飞一期围垦工程
临时锚泊区及连接段航道疏浚工程
海洋环境影响报告书
(征求意见稿)

浙江潽海环境科技有限公司

杭州市西湖区文三路 398 号

2019 年 04 月

目 录

1 总论 1
1.1 评价任务由来与评价目的 1
1.2 编制依据 3
1.3 评价技术方法与技术路线 7
1.4 环境保护目标和环境敏感目标 13
2 工程概况 16
2.1 建设项目基本情况 16
2.2 瓯飞一期围垦工程概况 18
2.3 建设内容和规模 24
2.4 项目建设的必要性[1] 24
2.5 工程平面布置和主要结构、尺度[1, 2] 26
2.6 疏浚工程 34
2.7 配套工程 35
2.8 施工工艺和施工方案 37
2.9 主要施工设备 40
2.10 施工组织 40
2.11 占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况 43
3 工程分析 44
3.1 环境影响要素和评价因子的分析与识别 44
3.2 工程各阶段污染源强分析 44
3.3 工程各阶段非污染环境影响分析 48
3.4 污染源强汇总 48
4 区域自然环境和社会环境现状 49
4.1 区域自然环境概况 49
4.2 区域社会环境概况 59
4.3 区域海洋资源和海域开发利用现状 61
5 环境质量现状调查与评价 74
5.1 水文动力环境现状调查与评价[3,4] 74
5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价 113
5.3 海水水质现状调查与评价[8] 120
5.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价[8] 129
5.5 海洋生态环境现状调查与评价[8] 132
5.6 海洋渔业资源现状调查与评价[9,10] 149
5.7 海洋生物质量现状调查与评价[9,10] 167

5.8 海洋渔业生产现状调查与评价.....174
5.9 围填海工程填充物质现状调查与评价.....174
6 环境影响预测与评价.....182
6.1 水文动力及冲淤环境影响预测与评价[11].....182
6.2 海水水质环境影响分析.....217
6.3 海洋沉积物环境影响分析.....223
6.4 海洋生态环境（包括生物资源）影响分析与评价.....224
6.5 大气环境影响分析.....228
6.6 声环境影响分析.....228
6.7 固体废弃物影响分析.....228
6.8 对环境敏感目标的影响分析.....228
7 环境风险分析、防范措施和应急预案.....232
7.1 环境风险识别.....232
7.2 环境风险事故源项分析.....232
7.3 环境风险分析.....236
7.4 环境风险防范措施.....254
7.5 环境风险应急预案.....256
8 清洁生产、总量控制、生态资源补偿及环境保护对策措施.....260
8.1 清洁生产.....260
8.2 总量控制.....262
8.3 海洋生态资源补偿措施.....262
8.4 施工期海洋生态环境保护对策.....264
8.5 废水污染防治对策措施.....265
8.6 固废污染防治对策措施.....265
8.7 生态文明建设.....265
8.8 环境保护对策措施的可行性分析.....267
8.9 环境保护设施和对策措施一览表.....267
9 环境保护的技术经济合理性.....268
9.1 环保投资估算.....268
9.2 环境经济损失估算.....268
9.3 环境经济收益估算.....268
9.4 环境经济损益综合分析.....269
10 海洋工程的环境可行性.....270
10.1 海洋功能区划符合性.....270
10.2 区域和行业规划的符合性.....275

10.3 建设项目的政策符合性.....286
10.4 工程选址和布置合理性.....287
10.5 环境影响可接受性分析.....290
11 环境管理、环境监理与监测计划..... 291
11.1 环境管理计划.....291
11.2 环境监理计划.....293
11.3 环境监测计划.....294
12 工程生态用海方案..... 295
12.1 岸线利用.....295
12.2 用海布局合理性.....295
12.3 污染物排放与控制.....296
12.4 生态修复与补偿.....296
12.5 跟踪监测及监测能力建设.....296
13 环境影响综合评价结论及对策建议..... 297
13.1 工程概况.....297
13.2 工程分析结论.....297
13.3 环境现状分析与评价结论.....298
13.4 环境影响预测综合分析与评价结论.....303
13.5 环境风险分析与评价结论.....308
13.6 清洁生产和总量控制结论.....308
13.7 海洋生态资源补偿及环境保护对策措施分析结论.....308
13.8 工程生态用海方案结论.....309
13.9 环境经济损益分析结论.....309
13.10 区域规划和政策符合性结论.....309
13.11 建设项目环境可行性结论.....310
14 引用资料及附件..... 311
14.1 引用资料.....311
14.2 附件.....312

1 总论

1.1 评价任务由来与评价目的

1.1.1评价任务由来

温州市位于浙江省东南沿海，山多地少，素有“七山一水两分田”之称，但温州海岸线绵长，滩涂浅滩资源丰富，具有拓展国土资源得天独厚的优良条件。改革开发以来，社会经济迅猛发展，但温州土地资源缺乏，人多地少的矛盾日益突出，已成为制约温州市社会经济可持续发展的重要因素之一。温州市现正重点开发瓯江口与飞云江口之间的滩涂，其围垦工程称之为瓯飞工程。瓯飞工程邻近温州市经济发达的市区和瑞安市，可为该区域提供宝贵的发展空间。近期，瓯飞围垦工程可开发高滩水产养殖，同时促进粮食稳定发展，实现耕地占补平衡。

为科学合理地开发、利用和保护滩涂资源，温州市人民政府组织编制了《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》，该养殖用海规划位于温州东部沿海瓯江河口至飞云江河口外侧海域，规划用海类型主要为围海养殖及配套工程。2012年9月11日，《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》获国家海洋局批复，该批复原则同意规划年限为2012~2016年，规划用海面积控制在8853.7184公顷以内。该规划结合海水养殖生产经营和管理需求，将围垦区划分为立体养殖区、生态养殖区、科学示范区、净化-暂养区、休闲观光区、蓄洪区和生产配套区等七大功能区，还布设了河道和水闸。

瓯飞淤涨型高涂围垦工程（即瓯飞一期围垦工程）以龙湾－瑞安分界线为界，前期实施北区（即龙湾片），用海面积为 4429.1305 公顷；后期实施南区（即瑞安片），用海面积为 4424.5879 公顷。瓯飞一期围垦工程的实施大部分涉及水上施工作业，在瓯飞滩附近投入了大量的施工船舶，虽然，目前瓯飞一期围垦工程龙湾片的东海大堤已合龙，堤身高程达到 6.0m，但围垦区内建设仍有大量的抛石、石渣、碎石等材料运输需求。

根据2011年6月，专家论证确定的《温州市瓯飞一期围垦工程施工临时码头、航道（航路）、锚地方案设计》，瓯飞一期围垦工程北侧（2#隔堤以北）海堤及围垦区内工程所需的石料均由洞头霓屿料场供应，并通过料场码头由甲板驳运抵海堤外的施工码头周转抛填或直接抛填。施工过程中海上石料运输量很大、船只数量众多，同时大量的围堤施工船舶也需日常停泊水域，原方案设计仅确定了

运料的临时主航道，主航道至各施工码头及抛石地点的临时航道均未作明确。围堤施工以来，临时主航道至施工码头间的运料航道习惯线路基本确定，实施过程中也常有施工船舶在围堤附近临时停泊和候潮施工，需在围堤前沿设置临时锚泊区。瓯飞临时施工主航道至围堤的距离达到 5km 左右，为规范船舶航行还需设置临时主航道与锚泊区之间的连接段航道。

同时温州经济技术开发区（瓯飞）招商引资的诸多重点项目，水路运输是其必备条件之一，温州经济技术开发区（瓯飞）区位优势明显，开发区自身产业布局对水路运输有迫切需求，瓯飞围垦工程形成了丰富的港口岸线资源和土地资源，具有一定的港口开发前景。

为了加强瓯飞一期围垦工程施工作业的管理，保障工程施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，需选择合适的临时锚泊区和运料航道，临时锚泊区应目前施工同时配合港口开发，需进行疏浚处理。因此，温州市瓯飞经济开发投资有限公司拟投资 73605 万元，实施瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程，该工程临时锚泊区位于瓯飞工程东堤堤轴线外侧 650m，南侧边线至瓯飞一期围垦工程 2#隔堤，北侧边线至洞头第二回 35kV 输电电缆南侧 500m 保护线，4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞一期围垦工程临时主航道。临时锚泊区呈矩形布置，长 12360m，宽 400m，按单艘甲板驳单锚系泊设计，有效锚泊面积为 494.4 万 m^2，现状泥面高程-3.50~-3.80m，设计泥面高程-10.20m，需进行疏浚，疏浚总方量约 4322.46 万 m^3；连接段航道共有 4 段，总长 16012m，宽 250m，现状泥面高程-3.80~-6.60m，利用天然水深，不疏浚。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》等有关规定，瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程必须进行环境影响评价。受温州市瓯飞经济开发投资有限公司的委托，我公司承担了该工程的海洋环境影响评价工作。

在接受委托任务后，我们组织相关技术人员对工程现场进行了踏勘和调访，收集了有关工程资料，同时向相关行政主管部门汇报和征询了意见，并进行了工程附近海域水文动力、地形地貌与冲淤、生态、水质、沉积物、渔业资源和渔业生产等环境现状资料的调查与收集，在此基础上，参照《海洋工程环境影响评价

技术导则》（GB/T19485-2014）的有关要求，编制完成了本工程海洋环境影响报告书（送审稿），敬请审查。

说明：本报告如未特别说明，高程均为1985国家高程。

1.1.2评价目的

根据本工程的规模和特点，进行工程各阶段污染、非污染环节与环境影响分析，识别和确定环境影响要素、评价因子、环境保护目标和敏感目标等。通过对工程区域海洋环境现状的调查，并结合该海域环境多年来的历史资料收集，了解海洋环境质量现状和生态状况，对本工程实施可能对海洋环境、生态和资源造成的影响进行综合分析、预测和评价，并提出相应的海洋环境保护对策措施和生态资源补偿方案，预防、控制或者减轻项目建设对海洋环境和生态资源造成的影响和破坏，为相关行政主管部门的海洋环境、生态资源管理工作提供决策依据，从而达到既能促进区域海洋经济的可持续发展，又能保护好海洋环境和生态资源的目的。

1.2 编制依据

1.2.1法律、法规依据

1.2.1.1 法律

1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订后自2015年1月1日起施行）；
2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（修订后自2017年11月5日起施行）；
3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订后自2018年12月29日起施行）；
4) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日）；
5) 《中华人民共和国渔业法》（修订后自2013年12月28日起施行）；
6) 《中华人民共和国水污染防治法》（修订后自2018年1月1日起施行）；
7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（修订后自2018年10月26日起施行）；
8) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（修订后自2018年12月29日起施行）；
9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（修订后自2016年11月7日起施行）；
10) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（修订后自2012年7月1日起施行）；
11) 《中华人民共和国港口法》（修订后自2018年12月29日起施行）；

12) 《中华人民共和国航道法》（修订后自 2016 年 7 月 2 日起施行）。

1.2.1.2 条例、法规、制度和规定

1) 《建设项目环境保护管理条例》（修订后自 2017 年 10 月 1 日起施行）；
2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（修正后自 2018 年 4 月 28 日起施行）；
3) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（修订后自 2018 年 3 月 19 日起施行）；
4) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（修订后自 2008 年 1 月 1 日起施行）；
5) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（修订后自 2017 年 3 月 1 日起施行）；
6) 《中华人民共和国航道管理条例》（修订后自 2009 年 1 月 1 日起施行）；
7) 《浙江省海洋环境保护条例》（2015 年 12 月 4 日）；
8) 《浙江省海域使用管理条例》（2017 年 9 月 30 日修正）；
9) 《浙江省大气污染防治条例》（修订后自 2016 年 7 月 1 日起施行）；
10) 《浙江省固体废物污染环境防治条例》（2017 年 9 月 30 日第二次修正）；
11) 《海岸线保护与利用管理办法》（2017 年 3 月 31 日）；
12) 《近岸海域环境功能区管理办法》（1999 年 12 月 10 日）；
13) 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（2018 年 1 月 22 日第二次修正）；
14) 《国家海洋局关于印发<海洋工程环境影响评价管理规定>的通知》（国海规范〔2017〕7 号）；
15) 《浙江省人民政府办公厅关于海洋工程建设项目环境影响报告书核准管理权限划分的通知》（2008 年 1 月 29 日）；
16) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（2007 年 5 月 1 日）；
17) 《浙江省海洋与渔业局关于转发国家海洋局海洋工程环境影响评价管理规定的函》（浙海渔环〔2017〕6 号，2017 年 6 月 14 日）；
18) 《全国生态环境保护纲要》（2000 年 11 月 26 日）；
19) 《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006 年 2 月 14 日）。

1.2.2技术依据

1) 《环境影响评价技术导则》（HJ2.1-2016、HJ2.2-2018、HJ/T2.3-2018、HJ2.4-2009 和 HJ19-2011）；

2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
3) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）；
4) 《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）；
5) 《港口工程环境保护设计规范》（JTJ149-1-2007）；
6) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2008）；
7) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)；
8) 《海洋监测规范》(GB17378-2007)；
9) 《海港总体设计规范》（JTS165-2013）；
10) 《疏浚与吹填工程施工规范》（JTS207-2012）；
11) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（2013 年 8 月）；
12) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
13) 《浙江省建设项目环境影响评价技术要点》（修订后自 2005 年 4 月起施行）。

1.2.3海洋功能区划及相关规划

1) 《浙江省海洋主体功能区规划》（2017 年 4 月）；
2) 《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2016 年 5 月修订）；
3) 《浙江海洋经济发展示范区规划（2010-2020）》（2011 年 2 月）；
4) 《浙江省海洋生态红线划定方案》（2017 年 5 月）；
5) 《浙江省海岸线保护与利用规划（2016-2020 年）》（2017 年 9 月）；
6) 《温州市海洋功能区划（2013-2020 年）》（2016 年 6 月）；
7) 《温州港航道与锚地专项规划》（温政函〔2009〕76 号文批复）；
8) 《温州港总体规划》（2008 年 8 月）；
9) 《温州港瓯江港区控制性详细规划》（2009 年 6 月）；
10) 《温州市海洋环境保护规划（2016-2020 年）》（2016 年 8 月）；
11) 《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划(报批稿)》（温州市人民政府，2012 年 8 月）。

1.2.4项目有关文件及资料

1) 《关于瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程项目建议书兼可行性研究报告的批复》（温开经〔2017〕129 号）；

2) 环境影响评价委托书及技术咨询合同书；

3) 海洋工程环评服务联系单；

4) 《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程工程可行性研究报告兼项目建议书（报批稿）》（温州海湾水运工程咨询设计有限公司，2017 年 5 月）；

5) 《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程（一阶段）初步设计》（浙江鸿海工程勘察设计有限公司，2018 年 10 月）；

6) 《浙江省温州市瓯飞一期围垦工程初步设计报告（报批稿）》（浙江省水利水电勘测设计院，2012 年 11 月）；

7) 《浙江省温州市瓯飞一期围垦工程施工图设计》（浙江省水利水电勘测设计院，2013 年 7 月）；

8) 《温州市瓯飞一期围垦工程施工临时码头、航道（航路）、锚地方案设计》（报批稿）（温州海湾水运工程咨询设计有限公司，2011 年 6 月）；

9) 《浙江省温州市龙湾二期（瓯飞起步区）2#围区农业造地工程初步设计报告》（浙江省水利水电勘测设计院，2016 年 9 月）；

10) 《温州市龙湾二期（瓯飞起步区）3#围区涂面整理二阶段工程初步设计报告》（温州市水利电力勘测设计院，2016 年 9 月）；

11) 《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察报告》（郑州中核岩土工程有限公司，2016 年 7 月）；

12) 《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程水深地形测量图（1:2000）》（郑州中核岩土工程有限公司，2016 年 7 月）；

13) 《2016 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划水动力监测及工程对水动力影响分析评价报告》（国家海洋局东海预报中心，2017 年 6 月）；

14) 《2017 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海一期工程（北片）水动力监测分析评价报告》（国家海洋局东海预报中心，2018 年 8 月）；

15) 《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划一期工程冲淤分析报告》（浙江省第一测绘院，2016 年 10 月）；

16) 《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划一期工程海洋环境影响后评价报告》（国家海洋局温州海洋环境监测中心站，2017 年 5 月）；

17) 《2016 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划实施海域使用动态监

视监测报告（修订稿）》（国家海洋局温州海洋环境监测中心站，2017 年 6 月）；

18) 《温州市瓯江口海域 2017 年春季环境生态调查报告》（国家海洋局第二海洋研究所，2018 年 4 月）；

19) 《温州市瓯江口海域 2017 年秋季环境生态调查报告》（国家海洋局第二海洋研究所，2018 年 4 月）；

20) 《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程潮流泥沙数学模型专题报告》（交通运输部天津水运工程科学研究所，2017 年 12 月）；

21) 《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程施工期悬浮物和溢油扩散数学模型研究报告》（交通运输部天津水运工程科学研究所，2019 年 2 月）；

22) 建设单位提供的其它相关资料。

1.3 评价技术方法与技术路线

1.3.1海洋功能区划

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程所在海域的主导功能为“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24），该海洋功能区的地理范围、面积和岸线长度、海域使用管理及海洋环境保护要求等详见本报告 10.1.1.1 节。

根据《温州市海洋功能区划（2013-2020 年）》，本工程所在海域的主导功能为“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5），该海洋功能区的地理范围、面积和岸线长度、海域使用管理及海洋环境保护要求等详见本报告 10.1.1.2 节。

1.3.2评价内容与评价重点

1.3.2.1 评价内容

结合本工程的实际情况，参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014，以下简称“导则”）的有关要求，确定本工程的海洋环境影响评价内容主要为海洋水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水文动力环境和环境风险等，同时兼顾大气、噪声和固废环境等，具体见表 1.3-1。

表 1.3-1　各单项海洋环境影响评价内容一览表

建设项目类型	环境影响评价内容						
	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境	地形地貌与冲淤环境	水文动力环境	环境风险	其他评价内容
疏浚工程（导则要求）	★	★	★	★	★	★	☆
本工程	★	★	★	★	★	★	大气、噪声、固废环境

注：★为必选环境影响评价内容，☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容。

1.3.2.2　评价重点

（1）工程实施对附近海域水文动力及冲淤环境的影响；

（2）工程实施对附近海域水质、沉积物及生态（含渔业资源）环境的影响；

（3）工程实施对周边环境保护目标和敏感目标的影响；

（4）施工船舶溢油事故环境风险影响及防范措施和应急预案；

（5）海洋生态资源补偿及环境保护对策措施；

（6）工程生态用海方案。

1.3.3评价等级

1.3.3.1　海洋环境影响评价等级

本工程疏浚总量为4322.46万m^3，所在海域为瓯江口南侧海域，参照导则中该类型工程评价等级的判定依据，确定表1.3-1中各单项海洋环境影响评价等级如下：海洋水文动力、海洋水质、海洋生态和生物资源、海洋地形地貌和冲淤环境等的评价等级均为一级，海洋沉积物环境的评价等级为二级，具体见表1.3-2。

表 1.3-2　各单项海洋环境影响评价等级表

工程类型	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级				
			水文动力环境	水质环境	沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌和冲淤环境
疏浚工程（导则要求）	疏浚量大于300 万 m^3	生态环境敏感区	1	1	2	1	1
本工程	疏浚量约为4322.46 万 m^3	瓯江口南侧海域	1	1	2	1	1

1.3.3.2　风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004）的规定，环境风险评价工作等级的划分，主要依据评价项目的物质危险性和功能单元中危险源判定结果以及环境敏感程度等因素。本工程主要涉及施工船舶使用的柴油，为易燃

危险性物质，属非重大危险源，故环境风险评价工作等级确定为二级。

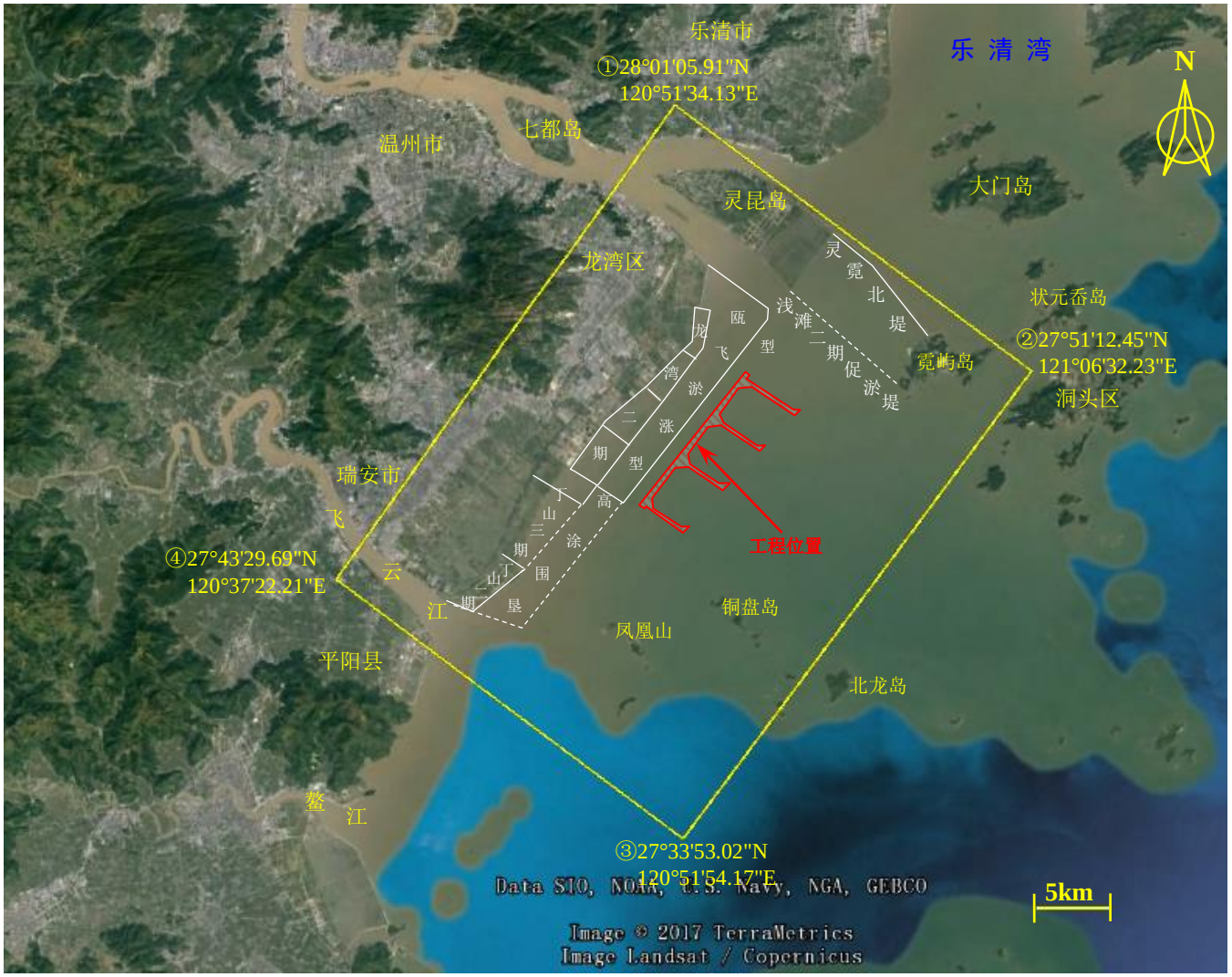
1.3.4评价范围

根据表 1.3-2 中各单项海洋环境影响评价等级，参照导则的有关要求，确定各单项海洋环境影响评价范围要求如表 1.3-3 所示。

表 1.3-3　各单项海洋环境影响评价范围要求一览表

序号	海洋环境影响评价内容	评价等级	评价范围要求
1	海洋水文动力环境	1	垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离不小于5km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。
2	海洋地形地貌与冲淤	1	同水文动力环境。
3	海洋水质环境	1	应能覆盖建设项目的水环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求。
4	海洋沉积物环境	2	应能覆盖建设项目的沉积物环境影响所及区域，并能充分满足沉积物环境影响评价和预测的要求。
5	海洋生态环境	1	主要评价因子受影响方向的扩展距离8~30km。

根据导则的有关要求，建设项目的海洋环境影响总评价范围应能覆盖上表中各单项评价内容的评价范围，故最终确定本工程的海洋环境影响总评价范围的四角坐标分别为：① 28º01′05.91″N，120º51′34.13″E；② 27º51′12.45″N，121º06′32.23″E；③ 27º33′53.02″N，120º51′54.17″E；④ 27º43′29.69″N，120º37′22.21″E，详见图 1.3-1。



注：海洋环境影响评价范围内不包括陆域。

图 1.3-1　海洋环境影响评价范围示意图

1.3.5评价标准

1.3.5.1 海水水质标准

根据海洋功能区划，本报告中水质调查站位所在海域的主导功能为农渔业区、港口航运区和保留区，因此，调查海域海水水质保护目标分别执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的二、四类标准，保留区则为维持现状水平，有关污染物的标准限值见表 1.3-4。

表 1.3-4 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	悬浮物	人为增量≤10		人为增量≤100	人为增量≤150
2	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℃		人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃	
3	pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
4	DO>	6	5	4	3
5	COD≤	2	3	4	5
6	无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
7	活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030		0.045
8	石油类≤	0.05		0.30	0.50
9	Cu≤	0.005	0.010	0.050	
10	Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
11	Cd≤	0.001	0.005	0.010	
12	Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
13	Cr≤	0.05	0.10	0.20	0.50
14	As≤	0.020	0.030	0.050	
15	Hg≤	0.00005	0.0002		0.0005

1.3.5.2 海洋沉积物质量

根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），上述二、四类海水功能所在海域沉积物分别执行一、三类标准，有关污染物的标准限值见表 1.3-5。

表 1.3-5 海洋沉积物质量（GB18668-2002）

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	有机碳（$\times10^{-2}$）≤	2.0	3.0	4.0
2	硫化物（$\times10^{-6}$）≤	300.0	500.0	600.0
3	石油类（$\times10^{-6}$）≤	500.0	1000.0	1500.0
4	Cu（$\times10^{-6}$）≤	35.0	100.0	200.0
5	Pb（$\times10^{-6}$）≤	60.0	130.0	250.0
6	Cd（$\times10^{-6}$）≤	0.50	1.50	5.00
7	Zn（$\times10^{-6}$）≤	150.0	350.0	600.0
8	Cr（$\times10^{-6}$）≤	80.0	150.0	270.0
9	As（$\times10^{-6}$）≤	20.0	65.0	93.0
10	Hg（$\times10^{-6}$）≤	0.20	0.50	1.00

1.3.5.3 海洋生物质量

海洋鱼类、甲壳类等生物质量评价，国家尚未颁布统一的评价标准，本报告采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价，有关污染物的标准限值见表 1.3-6。

表 1.3-6 海洋鱼类、甲壳类生物体内污染物评价标准 单位：10^{-6}

评价指标 / 生物类别	石油烃	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr
鱼类	20	20	2.0	40	0.6	0.3	0.5	1.5
甲壳类	20	100	2.0	150	2.0	0.2	1.0	1.5

1.3.5.4 船舶污染物排放标准

施工船舶污染物排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)和《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）的有关要求，具体见表 1.3-7。

表 1.3-7 船舶污染物排放相关标准和规定一览表

污染物种类	排放海域	船舶类型		排放控制要求	备注
船舶含油污水	沿海海域	/		铅封管理，禁止向沿海海域排放	铅封管理规定
	沿海	400 总吨及以上船舶		石油类≦15mg/L（油污水处理装置出水口）或收集并排放接收设施	GB3552-2018
		400 总吨及以下船舶	非渔业船舶	石油类≦15mg/L（油污水处理装置出水口）或收集并排放接收设施	
			渔业船舶	（1）自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，石油类≦15mg/L（油污水处理装置出水口） （2）自 2021 年 1 月 1 日起，石油类≦15mg/L（油污水处理装置出水口）或收集并排放接收设施	
船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内	（1）利用船载收集装置收集，排放接收设施；或（2）利用船载生活污水处理装置处理，BOD5≦50mg/L，悬浮物≦150mg/L，耐热大肠菌群数≦2500 个/L。			
	距最近陆地 3～12 海里	（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。			
	距最近陆地大于 12 海里	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	海域	应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔用和电子垃圾收集并排放接收设施。 食品废弃物：在距最近陆地 3 海里以内（含）海域，			

		应收集并排入接收设施；在距最近陆地3～12海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于25mm后方可排放；在距最近陆地12海里以外的海域可以排放。 货物残留物：在距最近陆地12海里以内（含）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。 动物尸体：在距最近陆地12海里以内（含）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。 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。	

1.4 环境保护目标和环境敏感目标

1.4.1环境保护目标

根据本工程的自身特点及周边海洋环境特征，同时参考《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》对该海域的海洋环境保护要求，确定本工程实施对周边环境的保护目标如下：

（1）工程实施不影响周边标准堤塘及水闸的结构安全和正常使用功能；

（2）不应造成外来物种侵害，防止养殖自身污染和水体富营养化，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能的稳定；

（3）海水水质质量执行不劣于第二类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。

1.4.2环境敏感目标

根据本工程的自身特点及周边海洋环境特征，确定其周边主要环境敏感目标，有关环境敏感目标与工程区的位置关系、环境功能等具体内容和要求等分别见表1.4-1和图1.4-1。

有关环境环境敏感目标的类型、现状及其分布等详见本报告4.3.2节的相关内容。

表 1.4-1　工程区及周边海域主要环境敏感目标统计表

序号	环境敏感目标名称		与本工程位置关系	环境功能	主要影响因素	备注
1	瓯飞一期围垦工程	东堤	西面，距堤轴线约 650m	防洪、挡潮	海堤安全、冲淤影响	规划总长 28.85km，设计堤顶高程 7.80m，顶宽 7.0m，龙湾片已合拢，瑞安片尚未实施
		北堤	北面，距堤轴线约 3.5km	防洪、挡潮	海堤安全、冲淤影响	长 4300m，设计堤顶高程 7.20m，顶宽 9.0m
		2#隔堤	西面，距堤轴线约 700m	防洪、挡潮	海堤安全、冲淤影响	长 3053m，设计堤顶高程 7.00m，顶宽 9.0m
		东 1#闸	东面，约 650m	纳潮、排涝	水闸安全、冲淤影响	3 孔水闸，总净宽 24m（3 孔×8m）
		北 1#闸	北面，约 4.5km	排涝	水闸安全、冲淤影响	10 孔水闸，净宽 80m（10 孔×8m）
		北 2#闸	北面，约 4.3km	排涝	水闸安全、冲淤影响	6 孔水闸，净宽 64m（6 孔×8m+16m）
		东堤施工码头 1~4#	西面，回旋水域与临时锚泊区相连	船舶靠、离泊	通航安全、冲淤影响	瓯飞一期施工船舶（甲板驳、开底驳）靠、离泊
2	瓯江南口进港航道		北面，约3.0km	通航	通航安全、冲淤影响	小型船舶通航
3	瓯飞一期围垦工程施工临时主航道		东面，与连接段航道相接	通航	通航安全、冲淤影响	瓯飞工程施工船舶通航
4	洞头第二回35kV海底输电电缆管线（洞头3771线）		北面，500m	输电电缆	电缆安全、冲淤影响	埋深 2.0m
5	丽水36-1海底管线		北面，约 3.5km	输气管线	管道安全、冲淤影响	埋深 2.0m
6	浅滩二期南促淤堤		北面，约 4.0km	促淤堤	冲淤影响	堤顶高程 1.0m

注：表中距离均指与工程区边界最近距离。

图 1.4-1　工程区周边主要环境敏感目标分布示意图

2 工程概况

2.1 建设项目基本情况

（1）项目名称：瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程。

（2）项目性质：新建。

（3）建设单位：温州市瓯飞经济开发投资有限公司。

（4）项目投资：总投资为 73605 万元。

（5）地理位置

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区位于瓯飞工程东堤堤轴线外侧 650m，南侧边线至瓯飞工程 2#隔堤，北侧边线至洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）南侧 500m 保护线，4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞一期围垦工程施工临时主航道，地理位置为 27°45′03.310″～27°51′34.615″N，120°50′09.562″～120°56′50.154″E。

工程地理位置见图 2.1-1。

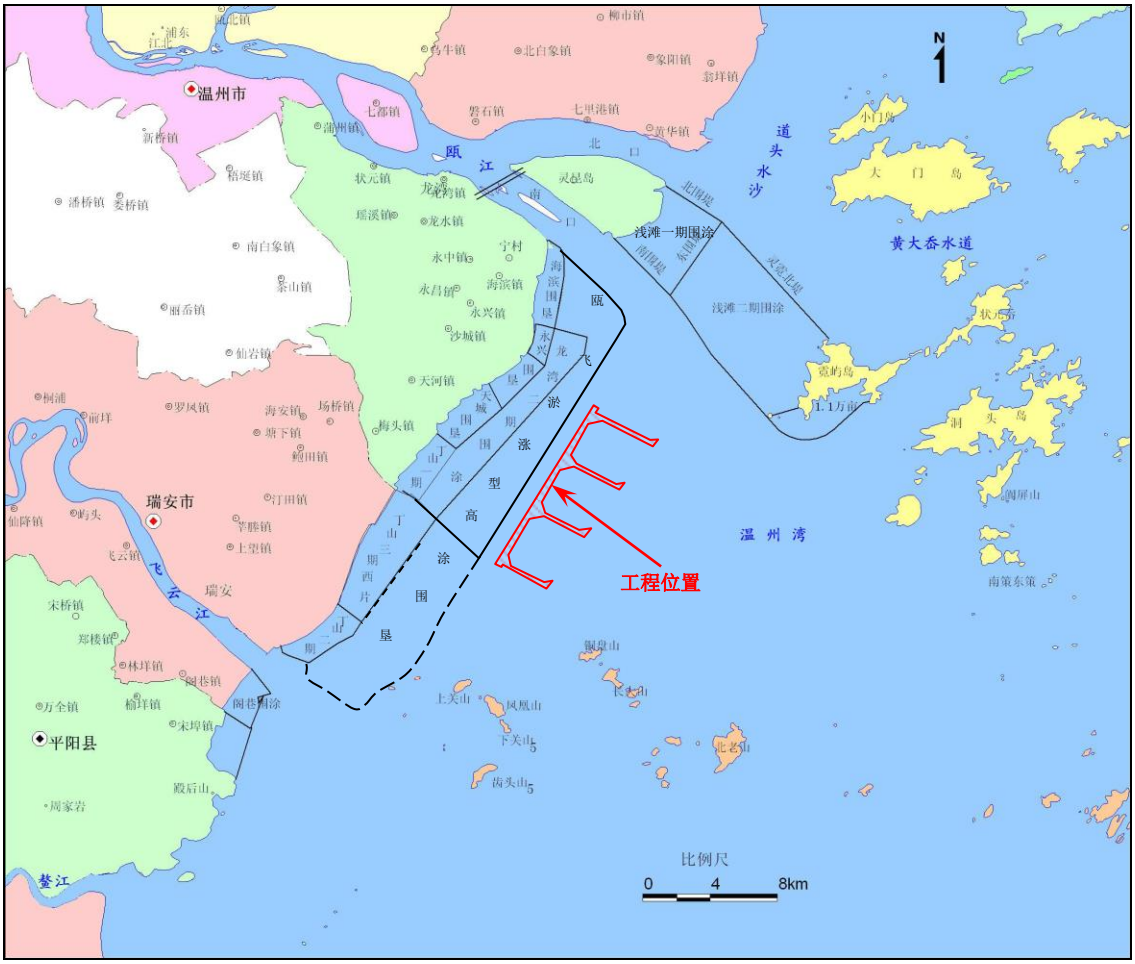


图 2.1-1a　工程地理位置示意图

图 2.1-1b　工程地理位置示意图

2.2 瓯飞一期围垦工程概况

2.2.1工程布置及主要建筑物

温州瓯飞一期围垦工程是《浙江省滩涂围垦总体规划（2005-2020 年）》中的近期实施项目，属淤涨型高涂围垦，规划期内用于养殖及配套工程。由于瓯飞一期围垦工程围区面积较大，单一龙口施工和堵口难度较大，因此采用隔堤将围区分为 4 片（1#、2#、3#、4#围区），设置 4 个龙口进行度汛。以龙湾－瑞安分界线为界，1#、2#围区位于龙湾区内，为前期工程，3#、4#位于位于瑞安市境内，为后期工程（图 2.2-1）。目前龙湾片已经合龙，瑞安片尚未实施。

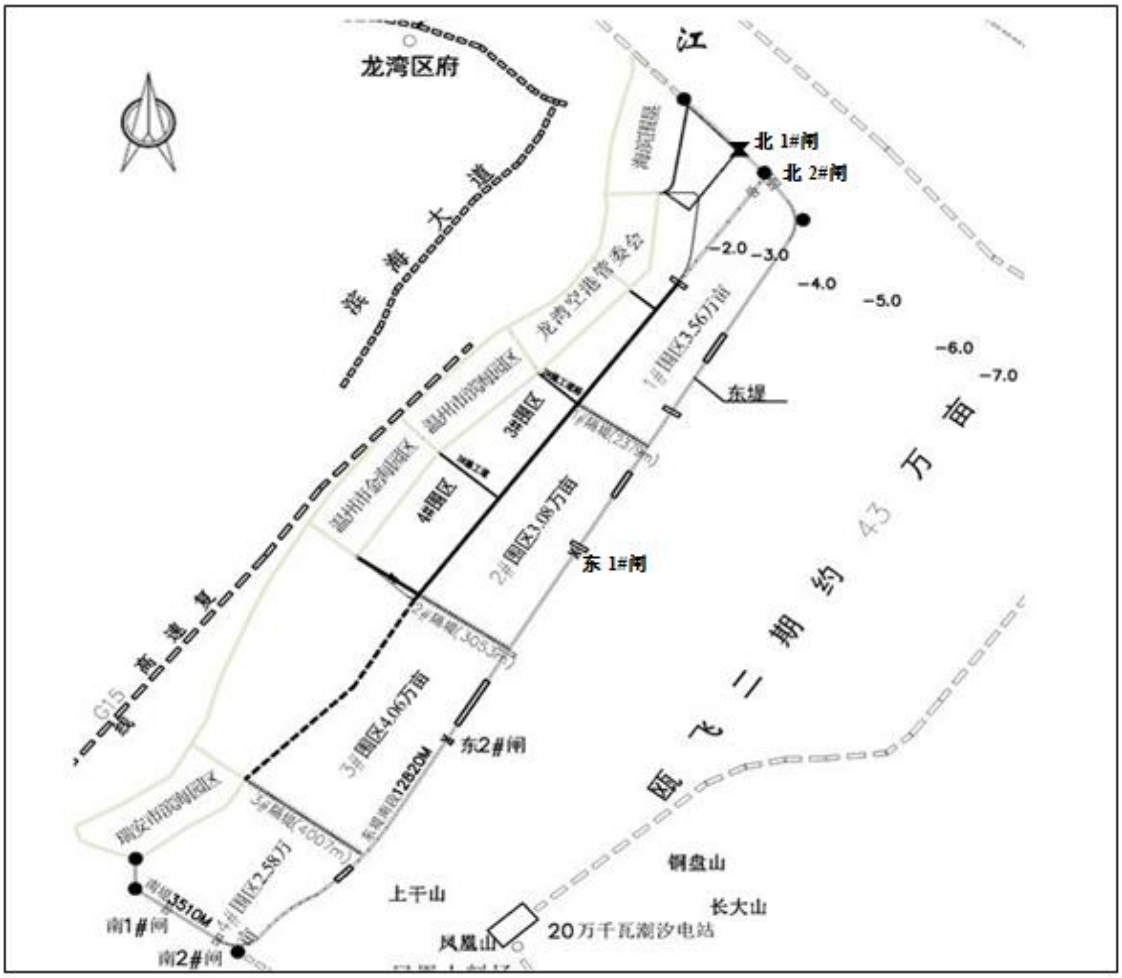


图 2.2-1　瓯飞一期围垦工程围区布置图

瓯飞一期围垦工程围涂区面积 8853.7184 公顷（合 13.28 万亩），主要建筑物由海堤（北堤、东堤、南堤）、水闸和隔堤跟组成。海堤堤线总长 36.66km，其中北堤长 4300m，东堤长 28850m，南堤长 3510m。

（1）北堤

西起点位于已建龙湾海滨围垦的北堤。北堤呈东西向布置，堤线基本与浅滩二期南堤堤线平行，河口处略有放大，与浅滩二期南堤堤线平均间距约 3.0km，涂面高程 0.00～-3.00m。为 1 级建筑物，设计挡潮标准为 100 年一遇设计高潮位加同频率风浪爬高，允许部分越浪，堤顶高程 7.20m。

（2）东堤

位于围区东侧，沿海涂涂面高程走势呈南北向布置，北侧与北堤连接过渡，南侧与南堤相接，涂面平均高程约-3.0m。为 1 级建筑物，东堤设计挡潮标准为 50 年一遇设计高潮位加同频率风浪爬高，允许部分越浪。

东堤采用塑料排水插板法进行堤基处理。在处理区涂面上先铺放一层 50kN/m^2 的有纺土工布，再在其上铺设厚 100cm 的碎石垫层，然后进行排水板插设，排水插板间距 1.2m，正方形布置，在碎石垫层顶面铺放一层 TG200/PP 土工格栅后，再进行堤身抛石。

东堤堤顶高程 7.80m，除去防浪墙后的堤顶宽度为 7.0m，外坡自 7.80m 高程至 4.50m 高程为 C20 细石砼灌砌块石挡墙，表面为 C30 扭王字块。在灌砌块石挡墙顶部设 C30 反弧式钢筋砼防浪墙。4.50m 高程至 0.50m 高程采用斜坡段与平台组成，4.50m 高程与 0.50m 高程处的平台宽度均为 5.0m，两平台之间以 1:2 的坡度衔接。外坡 1.00m 高程至 0.50m 高程为镇压平台，-2.00m 高程至涂面设置大块石护脚保护，镇压层与大块石护脚之间以 1：4 的坡度衔接。外坡护面型式为 0.2m 厚石碴垫层加 0.7m 厚灌砌块石垫层加单块重量 10t 的扭王字块结构。保护范围自 4.50m 高程平台至 0.50m 高程平台。1.00m 高程至-1.50m 高程之间采用单块重量大于 800kg 的大块石理抛护面。

海堤内侧自 C20 细石砼灌砌块石挡墙齿脚（高程 6.00m）以 1:1.5 的坡度至抛石平台，抛石平台高程为-1.00m，宽度为 30.00m，抛石平台与涂面之间以 1:2 的坡度衔接。

海堤内侧采用当地海涂泥进行防渗闭气，闭气土方顶高程 7.00m，顶宽 1.0m。结合稳定要求，先以 1:3 的坡度衔接至 4.50m 高程处，并设宽度为 13.0m 的平台，平台以下以 1:20 的坡度至 1.50m 高程，在 1.50m 高程处设宽度不等的平台，其中子堤顶宽 8.0m。子堤为抛石填筑，近闭气土方侧以 1:2 的坡度与涂面衔接，

近围区侧在-1.00m 高程处设 10.0m 的平台，堤顶与平台、平台与原涂面之间均采用 1:2 的坡度衔接。东堤典型断面结构见图 2.2-2。

（3）南堤

位于围区南侧，始于丁山二期围垦南堤东端，呈东西向布置，涂面高程 0.50m～-3.00m。为 1 级建筑物，设计挡潮标准为 100 年一遇设计高潮位加同频率风浪爬高，允许部分越浪。

（4）隔堤

在围区呈东西向布置 3 条二线防潮隔堤，西至围区已有岸线或西河堤，东侧与东堤相接，将围区分割为 4 个区块。隔堤总长 9.439km，1#隔堤长 2379m，2#隔堤长 3053m，3#隔堤长 4007m，隔堤建筑物级别为 3 级。东西向的 1#、3#隔堤均采用全抛石断面的结构型式，考虑到瓯飞一期围垦工程将分前后两期（龙湾片、瑞安片）实施，北区（即龙湾片）先期实施，2#隔堤考虑采用土石结构。

2#隔堤作为先期实施的海堤，隔堤长3053m。设计堤顶高程7.00m，顶宽9.0m，堤顶路面自上而下分别为20cm厚的C25砼路面、10cm厚的C10砼稳定层和20cm厚的石渣垫层。

主堤结构外坡自防浪墙顶高程 7.80m 至 4.50m 高程为 1∶0.4 的 C20 细石砼灌砌块石挡墙，4.50m 高程至 1.50m 采用 1∶3 坡度连接，在 1.50m 高程处设宽度 5m 的灌砌块石平台、1.50～1.00m 高程之间缓坡连接，1.00m 高程以下采用 1∶4 坡度衔接至大块石护底。大块石护底顶宽 6m。外坡 1.50m 高程以上采用 110cm 厚度的灌砌块石护面，1.50m 高程以下采用大块石理砌保护，在弯折处采用格梁过渡。

海堤内侧采用当地海涂泥进行防渗闭气，闭气土方顶高程6.00m，顶宽 1.0m。结合稳定要求，先以 1∶3 的坡度至 5.00m 高程处，并设宽度为 6.0m 的平台，平台以下以 1∶16 的坡度至 1.50m 高程，同时设平台，子堤顶宽为 8.0m。子堤由抛石填筑，内坡均以 1∶2 的坡度衔接至涂面，外坡设置二级平台，平台与子堤及涂面均以 1：2 的坡度衔接。

外坡 4.50m 高程至 1.50m 高程之间采用 C20 灌砌块石护坡，1.50m 高程至大块石护底之间采用单块重量大于 400kg 的块石理砌护面，厚 70cm。内坡采用 20cm 厚的 C25 砼预制块护坡。

主堤全线采用塑料排水插板法进行堤基处理。塑料排水插板法即在处理区涂面上先铺放一层 50kN/m 的有纺土工布，再在其上铺设厚 100cm 的碎石垫层，然后进行排水板插设，最后在碎石垫层顶面铺放一层 TG200/PP 的土工格栅。子堤采用塑料排水插板法进行堤基处理。2#隔堤典型断面结构见图 2.2-3。

（5）水闸

共设 6 座水闸，均为软基闸，即东 1#闸、东 2#闸、北 1#闸、北 2#闸、南 1#闸、南 2#闸。南 1#闸、北 1#闸为 10 孔水闸，净宽 80m（10 孔×8m），闸底高程为-2.0m；南 2#闸、北 2#闸为 6 孔水闸，净宽 64m（6 孔×8m+16m），其中通航孔净宽 16m，闸底高程为-3.0m；东 1#闸为 3 孔水闸，净宽 24m（3 孔×8m）、东 2#闸为 5 孔水闸，净宽 40m（5 孔×8m），闸底高程为-3.0m。总净宽 352m。

其中，东 1#闸、东 2#闸为纳排闸，其余均为排涝闸。水闸均为 1 级建筑物，南 1#闸、南 2#闸、北 1#闸、北 2#闸设计挡潮标准为 100 年一遇，东 1#闸、东 2#闸设计挡潮标准为 50 年一遇。

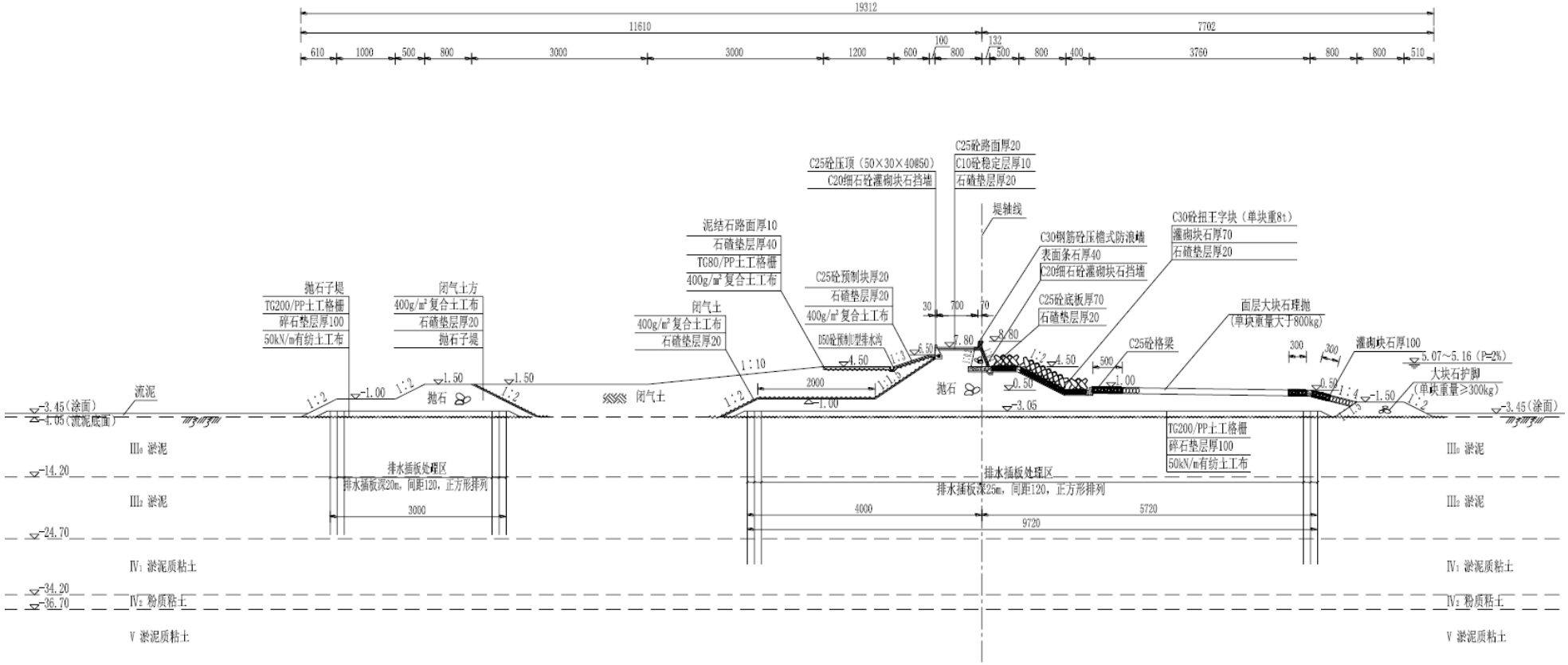


图 2.2-2　东堤典型断面结构图

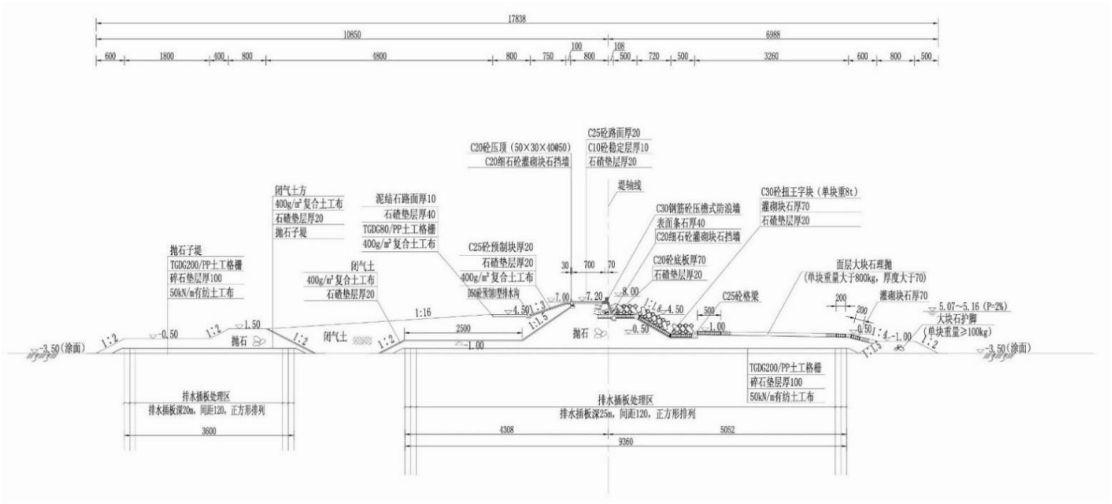
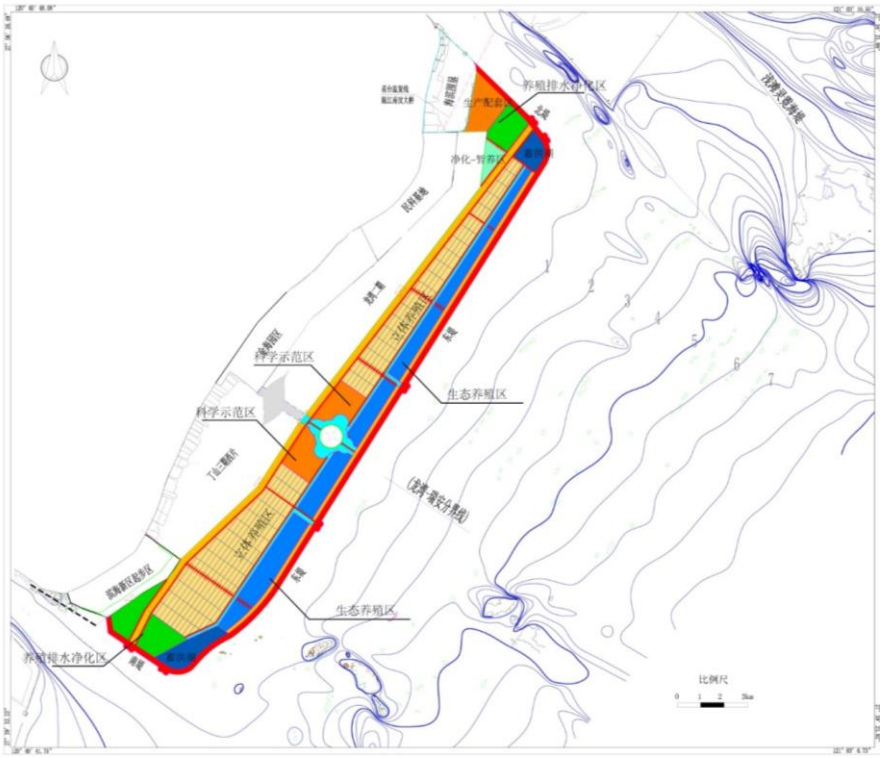


图 2.2-3　2#隔堤典型断面图

2.2.2围区总体规划

2012 年 9 月 11 日，《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》获国家海洋局批复，该批复原则同意规划年限为 2012-2016 年，规划用海面积控制在 8853.7184 公顷以内。该规划结合海水养殖生产经营和管理需求，将围垦区划分为立体养殖区、生态养殖区、科学示范区、净化-暂养区、休闲观光区、蓄洪区和生产配套区等七大功能区，还布设了河道和水闸（图 2.2-4）。



注：图中等深线数值为理论基准面下水深值。

图 2.2-4　瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划区总平面布置图

2.3 建设内容和规模

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程分为两部分，其中临时锚泊区呈矩形布置，长 12360m，宽 400m，按单艘甲板驳单锚系泊设计，有效锚泊面积为 494.4 万 m^2（不含边坡），锚泊区容量 30 艘 3000 吨级甲板驳，适用条件为 7 级风以下锚泊，现状泥面高程-3.50~-3.80m，设计泥面高程-10.20m，需进行疏浚，疏浚总方量约 4322.46 万 m^3；连接段航道共有 4 段，总长 16012m，宽 250m，现状泥面高程-3.80~-6.60m，利用天然水深，不疏浚，可满足 3000 吨级甲板驳双向乘潮通航要求。

本工程疏浚土主要作为瓯飞起步区龙湾二期围垦工程 2#围区、3#围区和 4#围区的吹填料加以综合利用，抛泥区位于本工程西侧约 6km，2#围区、3#围区两围区可容纳吹填土方量共计 2161.52 万 m^3，4#围区可容纳吹填土方量为 3163.18 万 m^3。维护疏浚土方与抛泥区未处理吹填土比例按 1：1.2 换算，抛泥区容量为 4437.25 万 m^3，大于本工程疏浚工程量 4322.46 万 m^3，可满足抛泥需求。目前弃土区已形成封闭围区具备纳泥条件，建设时机已紧迫并成熟。

本环境影响报告书评价对象为瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程，疏浚土吹填工程将在纳泥区填海环评中另行评价，不作为本报告评价对象。

2.4 项目建设的必要性[1]

（1）是温州市瓯飞一期围垦工程作业船舶安全锚泊的需要

瓯飞一期围垦工程最主要工程内容即为东堤的建设，虽然东堤现状已全线到达 6.0m 高程左右，但内外侧护面工程及围垦区内项目施工仍需要大量的石料运输和施工船舶，如 2000~3000 吨级甲板驳、1500 吨开底驳等，由于施工水深限制，需要乘潮作业，但东堤外侧设置的临时候潮锚地距离达 5.5km 左右，距离较远难以保证施工需求，施工高峰阶段问题尤为突出。为了保障施工船舶的通航安全以及保证瓯飞工程的顺利进行，迫切需要在瓯飞工程东堤附近设置一处施工船舶临时锚泊区以及连接瓯飞工程临时主航道和周转码头间的连接段航道。瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程可供施工船舶候潮锚泊和石料运输船航行，其中临时锚泊区仅用于施工船舶候潮锚泊使用，考虑到锚泊区较为开阔，避风条件较差，因此大风台风期间，施工船舶应前往温州地区的避风锚地进

行避风。

同时，瓯飞一期围垦工程围堤合龙后，瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）、内部隔堤、围垦区内场地回填等仍需要大量甲板驳、泥驳、吹砂船等施工船舶，也需通过连接段航道航行至东堤附近的临时锚泊区锚泊。

（2）可兼容温州瓯飞起步区涂面整理，实现资源的综合利用

瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）目前已形成封闭围区初步具备涂面整理条件，其涂面整理所需吹填土料已经达到 5324.7 万 m^3，瓯飞一期围垦工程四周围堤建成后尚需吹填土料或回填砂石形成陆域，地坪标高为+3.5m，现状涂面高程约为-1.5~-3.0m，工程所需回填料工程量也很大。而本工程临时锚泊区疏浚工程将产生大量的疏浚弃土，锚泊区疏浚方量约 4322.46 万 m^3，连接段航道则可利用天然水深乘潮航行，可充分考虑将临时锚泊区疏浚弃土作为瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）围垦工程吹填土源进行有效利用。将疏浚弃土吹填至围垦区域，一方面可以解决临时锚泊区疏浚的弃土问题，减小弃土对海洋环境的污染，另一方面也可以在一定程度上解决瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）涂面整理土方的来源问题，大大节省了疏浚及涂面整理的工程费用，具有良好的经济和社会效益。

（3）是瓯飞未来港区开发建设的需要

从宏观角度考虑，温州经济技术开发区（瓯飞）（以下简称“开发区”）有港口开发的迫切需求及潜力。“十三五”以来，开发区在严峻的宏观环境下保持了经济持续增长和社会稳定发展，“产业兴区、海洋经济、科技人才、生态环境、城市化推进”五大战略得到全面推进，传统产业不断升级、新兴产业不断壮大，发展空间快速向东拓展，产城融合程度加深，基础设施网络和公共服务配套加快完善，加快迈向宜商宜居宜创业的滨海新区。2015 年，开发区地区生产总值达到 195.72 亿元，同比增长 8.5%，在全省开发区排名第 6 位。瓯飞一期围垦工程位于温瑞平原以东，浙东南的瓯江口与飞云江口之间的海岸滩涂区域。工程围垦造陆面积达 13.28 万亩，主要建筑物由海堤、水闸和隔堤组成。海堤包括北堤、东堤和南堤，北堤西起龙湾海滨围涂，平行浅滩向东南延伸约 4.3km，南堤从丁山二期南堤东端向东南延伸约 3.51km，东堤沿-3.0m 等高线连接北堤并和南堤东南延伸端相接，长约 28.85km。瓯飞一期围垦工程主堤已于 2016 年底合龙，目前主堤已基本全线达到 6.0m 高程。

港口是沿海产业开发的龙头和依托，无论从进度上还是规模上必须适度超前

建设。温州经济技术开发区（瓯飞）如此规模的滨海开发区，目前没有一个深水泊位与之适应。开发区区位优势明显，自身产业布局对水路运输有迫切需求，瓯飞围垦工程形成了丰富的港口岸线资源和土地资源。截止目前，温州全市拥有生产性泊位 215 个，其中万吨级及以上生产性泊位仅 19 个，温州南片区域更是缺乏万吨级以上港口码头。由此提出了开发建设瓯飞港区的设想，瓯飞港区最大的制约因素为水深条件不足，如进行港口开发，现阶段应将施工船舶临时锚泊区疏浚工程、瓯飞围垦工程对回填料的需求等与港区进港航道整治建设密切配合，统筹考虑瓯飞起步工程、瓯飞一期、港区开发等方面的设计、施工，既可以取得协调发展，又可为双方工程建设节省投资，使宝贵的资源得到合理和高效开发，使两者实现互动对接、相互依托、优势互补、联动发展。

（4）结合瓯飞港口开发，可大力提高区域竞争力，有利于招商引资项目落地

温州经济技术开发区（瓯飞）区位优势明显，不远的将来集疏运条件极为便利。区域东临大海，甬台温高速公路复线南北横贯开发区、规划的金丽温东延线连通区域至甬台温高速和金丽温高速公路，瓯飞区域经济腹地辐射范围广，龙湾国际机场与瓯飞区域直接相邻，轨道交通 S1 线、在建的 S2 线和规划的杭温高铁东线均从区域内穿越。海、陆、空全方位立体交通网络即将形成，瓯飞腾飞发展具有广大空间。港口码头建设为沿海产业的必要条件之一，而历史以来因水深条件不足、掩护条件差、缺乏港区陆域等原因，水运成为了海、陆、空交通的短板所在。瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程结合瓯飞港口开发，补齐水运交通补短板，可大力提高区域竞争力，有利于招商引资项目落地。

综上所述，瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的建设是十分必要的。

2.5 工程平面布置和主要结构、尺度[1, 2]

2.5.1 工程总平面布置方案

（1）临时锚泊区

瓯飞一期围垦工程施工船舶临时锚泊区呈矩形布置，其长边沿瓯飞一期东堤平行布置，长度为 12360m，宽度按单艘甲板驳单锚系泊设计，取 400m，临时锚泊区有效锚泊面积为 494.4 万 m^2（不含边坡），临时锚泊区边线与瓯飞一期东堤

堤轴线间留 650m 安全距离，经围堤设计单位复核确认，对东堤整体稳定性没有影响。临时锚泊区的锚泊船型为 1500 吨开底驳和 3000 吨级甲板驳，按港外锚地进行计算，设计泥面高程-10.20m，现状泥面高程-3.50~-3.80m，疏浚深度 6.40~6.70m，疏浚边坡坡度 1:8，疏浚方量约 4322.46 万 m^3。

结合后方抛泥区的建设进展情况，临时锚泊区维护分作两阶段进行，第一阶段先疏浚 K0+000~K5+000 段临时锚地，以瓯飞起步区龙湾二期围涂工程 2#围区、3#围区作为抛泥区；第二阶段疏浚 K5+000~K12+360 段临时锚地，以龙湾二期围涂工程 4#围区为抛泥区。临时锚泊区使用年限 7 年。

（2）连接段航道

因围垦区内回填及围堤施工需要，沿瓯飞一期围垦工程东堤布置有 4 座施工码头，由北向南分别称之为 1～4#东堤施工码头，施工码头回旋水域连通临时锚泊区，每座施工码头至临时锚泊区和瓯飞工程临时主航道间对应布置 4 条连接段航道，同样由北向南分别称之为 1#～4#连接段航道，连接段航道宽度均为 250m，航道等级与锚泊区相对应，满足 3000 吨级甲板驳乘潮通航要求，因沿堤线方向设置了临时候潮锚地，连接段航道利用天然水深乘潮航行，不进行疏浚处理。

4 段连接段航道均由布置于-6.00m 等深线附近的瓯飞工程临时主航道航向各个施工码头，航行方向均为 118°～298°，沿线水深外深内浅，沿线泥面高程为-3.80~-6.60m。连接段航道 1 于龙目礁灯桩以北 2.5km 转向瓯飞工程 1#施工码头方向航行，航道长度 4537m；连接段航道 2 于龙目礁灯桩以南 1.2km 转向瓯飞工程 2#施工码头方向航行，航道长度 4199m；连接段航道 3 于龙目礁灯桩以南 5.0km 转向瓯飞工程 3#施工码头方向航行，航道长度 3834m；连接段航道 4 于龙目礁灯桩以南 9.2km 转向瓯飞工程 4#施工码头方向航行，航道长度 3442m。

本工程总体布置见图 2.5-1，主要技术经济指标见表 2.5-1，总平面布置见图 2.5-2。

表 2.5-1　工程主要技术指标一览表

序号	项目名称		单位	数　量	备注
1	临时锚泊区尺度		m×m	12360×400	
2	设计泥面高程		m	-10.20	85国家高程
3	临时锚泊区面积		万m^2	494.4	
4	临时锚泊区船舶容量		艘	30	3000吨甲板驳
5	临时锚泊区疏浚总工程量		万m^3	4322.46	
6	连接段航道长度	连接段航道1	m	4537	利用天然水深，不疏浚
7		连接段航道2	m	4199	
8		连接段航道3	m	3834	
9		连接段航道4	m	3442	
10	连接段航道宽度		m	250	3000吨甲板驳双向通航

图 2.5-1　工程总体布置图

图 2.5-2　工程总平面布置图

2.5.2临时锚泊区水域主尺度

2.5.2.1 设计船型

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程不单为瓯飞一期围垦工程东堤施工船舶服务，同时也考虑到瓯飞一期工程主堤合龙后围垦区内各项施工船舶的锚泊需求，由于瓯飞工程所投入的通航船舶主要是甲板驳和自航开底驳，其中 3000t 甲板驳船舶尺度最大，1500t 开底驳吃水最深，因此选择 3000t 甲板驳和 1500t 开底驳为本工程设计船型，具体见表 2.5-2。

表 2.5-2 设计船型资料表

技术参数 / 船型	总长(m)	型宽(m)	型 深(m)	航速(节)	设计吃水深度(m)
1500t 开底驳	59.8	14.0	4.6	4～6	3.6
3000t 甲板驳	95.0	21.0	4.5	5～7	3.2

2.5.2.2 临时锚泊区水深

临时锚泊区水深按《海港总平面设计规范》（JTS165-2013）规定，按港外锚地标准进行设计，港外锚地设计水深不应小于设计船型满载吃水的 1.2 倍，维护周期根据施工计划考虑 2.5 年，则临时锚泊区水深计算见表 2.5-3。

表 2.5-3 临时锚泊区水深计算表

设计船型	满载吃水（m）	年回淤量（m）	备淤深度（m）	设计水深（m）	取值（m）
1500 吨开底驳	3.8	0.83	2.1	6.66	6.70
3000 吨甲板驳	3.6	0.83	2.1	6.30	6.30

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区施工船舶设计水深按吃水最大的 1500 吨开底驳进行设计，设计泥面高程按满足理论最低潮面时施工船舶锚泊需要计算，取-6.70m，折算成 85 国家高程即为-10.20m。

2.5.2.3 边坡

工程疏浚区表层土质以淤泥为主，淤泥土边坡取值为 1:8～1:25，参考附近工程边坡取值经验，本工程边坡坡度取 1:8。

2.5.2.4 临时锚泊区宽度

施工船舶在瓯飞一期围垦工程临时锚泊区采用单锚系泊，每个锚位所占水域为一圆面积，其半径可按下式计算：

当风力≤7 级时，R=L+3h+90

式中：R——单锚水域系泊半径，m；

L——设计船长，m；

h——锚地水深，m。

临时锚泊区平面尺度计算内容见表 2.5-4。

表 2.5-4　临时锚泊区平面尺度计算表

船型	船长 L (m)	单锚水域系泊半径 R(m)	取值 R(m)
3000t 甲板驳	95	198	200
1500 吨开底驳	59.8	152	160

根据表 2.5-4，临时锚泊区宽度按 1 艘 3000 吨甲板驳系泊直径计算，取 400m。

2.5.2.5　围堤安全稳定性（锚泊区位置计算）

瓯飞工程东堤边坡稳定计算计算结果见表 2.5-5。

表 2.5-5　瓯飞工程东堤边坡稳定计算结果表

计算边坡	计算工况	不同桩号处边坡抗滑稳定最小安全系数 东堤计算代表断面 12+600	规范要求
内坡	完建期	1.203	≥1.20
	运行期	1.311	≥1.30
外坡	完建期	1.226	≥1.20
	运行期	1.328	≥1.30

经计算分析，海堤最小稳定安全系数满足规范要求。由于东堤为Ⅰ级建筑物，运行期（正常运用条件）的安全系数应达到 1.30。运行期东堤 50 年一遇的防潮标准对应断面的内、外坡安全系数分别为 1.311 和 1.328。

根据对东堤堤身稳定的计算结果显示，东堤完建期和运行期外坡整体稳定最危险圆弧滑动面出口位于堤轴线以外约 100m。

《堤防工程管理设计规范》要求海堤护堤范围为坡脚外 100～200m，《浙江省海塘建设管理条例》一至三级海塘的管理范围为塘身以及迎水坡脚起（有镇压层的从镇压层的坡脚起）向外延伸七十米，背水坡脚起向外延伸三十米。

围堤桩号 8+000~20+240 东堤堤轴线外镇压层宽度 66.92m~74.92m，临时锚泊区北侧边线距离东堤堤轴线 650m，疏浚边坡坡顶线距离围堤坡脚线 522.08m~530.08m，符合相关规范要求。

2.5.3连接段航道主要尺度

2.5.3.1　航道通航标准

由于瓯飞工程所投入的通航船舶主要是甲板驳和自航开底驳，其中 3000t 甲

板驳船舶尺度最大，1500t 开底驳吃水最深，因此本工程设计船舶选择 3000t 甲板驳和 1500t 开底驳为本工程设计船型，以此确定航道通航等级为 3000 吨级甲板驳乘潮通航。

2.5.3.2 航道尺度

（1）航道宽度

按照《海港总体设计设计规范》（JTS 165-2013），航道宽度 W 由航迹带宽度 A、船舶间富裕宽度 b 和船舶与航道底边的富裕宽度 c 组成。当航道较长、自然条件较差和船舶定位困难时，可适当加宽；在自然条件有利的航段，经论证可适当缩窄。根据工可，因瓯飞施工船舶数量众多，按双线航道考虑；由于瓯飞工程主航道航向施工码头时的连接段航道与水流方向夹角较大，且海域较为开阔，连接段航道宽度适当加宽取 250m。

（2）乘潮水位

根据黄大岙潮位站一年的潮位过程资料，乘潮历时 1 小时、2 小时、3 小时、4 小时不同保证率的潮位值见表 2.5-6。

表 2.5-6 乘潮水位表

保证率（%）	乘潮历时			
	1 小时	2 小时	3 小时	4 小时
100	4.28	4.22	4.11	3.96
95	4.55	4.45	4.31	4.14
90	4.78	4.67	4.51	4.27
80	4.99	4.87	4.67	4.41
70	5.21	5.07	4.83	4.51
60	5.40	5.24	4.98	4.61
50	5.58	5.40	5.13	4.73
40	5.77	5.58	5.26	4.83
30	5.96	5.74	5.41	4.93
20	6.15	5.93	5.55	5.04
10	6.39	6.15	5.74	5.19

备注：基面采用理论最低基准面，单位：m

（3）航道水深

根据 2016 年 7 月施测的《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程测绘图(1:2000)》显示，连接段航道浅段位于与锚泊区连接处，最浅处底高程为-3.80m，连接段航道利用天然水深乘潮通航，设计通航水位取 4.28m，设计船舶 1 小时乘潮通航保证率 100%。

2.6 疏浚工程

2.6.1疏浚土质分类

本工程仅对临时锚泊区进行疏浚；连接段航道 1#、2#、3#和 4#可作为施工船舶乘潮进出临时通道，不进行疏浚。

根据郑州中核岩土工程有限公司 2016 年 7 月编制的《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察报告》，本工程临时锚泊区疏浚深度范围内，疏浚土层主要为：③-0 淤泥和③-1 淤泥质粉质粘土夹粉砂，具体指标如下：

③-0 淤泥：天然含水率 ω_0 为 57%，天然重度 γ 为 16.34kN/m^3，孔隙比 e 为 1.583，液限指数 I_L 为 1.79，标准贯入为 0.9 击/30cm，属 1 级有机质土、泥炭、淤泥类。

③-1 淤泥质粉质粘土夹粉砂：天然含水率 ω_0 为 44%，天然重度 γ 为 17.21kN/m^3，孔隙比 e 为 1.243，液限指数 I_L 为 1.40，标准贯入为 1.8 击/30cm，属 1 级有机质土、泥炭、淤泥类。

2.6.2工程量

（1）疏浚超宽与超深

临时锚泊区采用 7600kW（3500m^3/h）绞吸式挖泥船进行疏浚。根据《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS181-5-2012），对于装机总功率≥5000kW 绞吸式挖泥，计算超宽取 4m，计算超深取 0.4m。

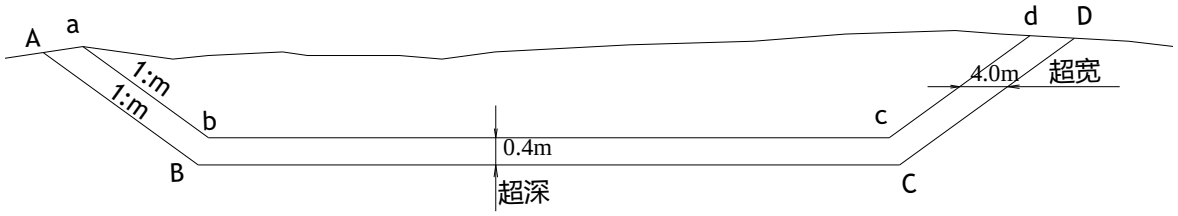


图 2.6-1　疏浚工程标准断面图

（2）疏浚边坡

根据工可，本工程临时锚泊区疏浚边坡取 1:8。

（3）施工期回淤量

根据工可估算，临时锚泊区内年回量约为 0.83m/a，施工期总回淤量为 410.36 万 m^3。由于瓯飞滩外海床演变形式较为复杂，平均含沙量变化较大，根据规范公式计算时计算值偏差较大，上述计算值仅作为参考，具体回淤情况仍以数学模

型研究和工程实施后实际回淤量观测值为主。

（4）疏浚工程量

本工程临时锚泊区疏浚工程量情况见表 2.6-1。

表 2.6-1　临时锚泊区疏浚工程量统计表

位置	临时锚泊区
设计底标高(m)	-10.20
边坡坡比	1:8
超宽(m)	4
超深(m)	0.4
疏浚面积(hm^2)	494.41
断面设计方量(m^3)	3588.97 万
超挖方量(m^3)	323.12 万
年回淤强度（m/a）	0.83
施工期回淤量(m^3)	410.36 万
总方量(m^3)	4322.46 万

2.6.3抛泥区位置及容量

根据工可，本工程疏浚土主要作为瓯飞起步区龙湾二期围涂工程 2#围区、3#围区和 4#围区的吹填料加以综合利用，抛泥区位于本工程西侧约 6km，2#围区、3#围区两围区可容纳吹填土方量共计 2161.52 万 m^3，4#围区可容纳吹填土方量为 3163.18 万 m^3。维护疏浚土方与抛泥区未处理吹填土比例按 1：1.2 换算，抛泥区容量为 4437.25 万 m^3，大于本工程疏浚工程量 4322.46 万 m^3，可满足抛泥需求。目前弃土区已形成封闭围区具备纳泥条件，建设时机已紧迫并成熟。

2.7 配套工程

2.7.1航标工程

与本工程区域距离较近的航标有 2 个，分别为蓝田 2 号灯浮和龙眼礁灯桩。因本工程为瓯飞浅滩上开挖的人工锚地，仅开挖锚地位置水深满足使用要求，根据《海区浮动助航标志配布导则》（GB/T 26781-2011）5.6.1 条：在船驾驶人员识别有困难的锚地，可在锚地中心区域或边界附近设置锚地专用标志，为满足船舶安全锚泊，引导船舶至指定位置锚泊，本临时锚泊区需在锚地边界设置 4 个锚地专用标。

本工程区域范围内航标信息分别见表 2.7-1 和表 2.7-2。

表 2.7-1　临近航标信息表

灯浮	位置	性质	与本工程的距离
蓝田 2 号灯浮	27°51′36.0″N，120°56′36.0″E	专用标	2190m
龙眼礁灯桩	27°48′48.0″N，120°56′36.0″E	灯桩	1780m

表 2.7-2　临时锚泊区专用标信息表

专用标	位置	性质
临时锚泊区 1#专用标	X=3083330.949，Y=589011.541	专用标
临时锚泊区 2#专用标	X=3072812.827，Y=582346.099	专用标
临时锚泊区 3#专用标	X=3072552.497，Y=582761.213	专用标
临时锚泊区 4#专用标	X=3083067.680，Y=589427.154	专用标

2.7.2扫海测量工程

为确保船舶航行安全，需要对本工程临时锚泊区及连接段航道进行测量。经测算，扫海面积为 9.19km^2，其中临时锚泊区为 4.94km^2，连接段航道为 4.25km^2，比例为 1:2000。

2.7.3海上救助设施

温州是一个经常受台风影响的城市。温州救助基地的专业救助船有“东海救 199”、“海巡 111”及“中国渔政 33016”，目前温州港的拖轮及分布情况见表 2.7-3。

表 2.7-3　温州港拖轮现状表

序号	船名	驻守位置	所属单位	主尺度及功率
1	温拖 2	七里、状元岙、苍南电厂或乐清湾水域	温州轮驳公司	30×10.2×4.5M/4000 马力
2	温拖 3	七里、状元岙、苍南电厂或乐清湾水域	温州轮驳公司	30×10.2×4.5M/4000 马力
3	温拖 5	七里、状元岙、苍南电厂或乐清湾水域	温州轮驳公司	30×10.2×4.5M/4000 马力
4	温拖 6	七里、状元岙、苍南电厂或乐清湾水域	温州轮驳公司	4000 马力
5	甬港拖 7	七里水域	温州轮驳公司	33.2×9.8×4.3M/3200 马力
6	温拖 8	七里、状元岙、苍南电厂或乐清湾水域	温州轮驳公司	4000 马力
7	温拖 11	七里、状元岙、苍南电厂或乐清湾水域	温州轮驳公司	4000 马力
8	甬港拖 15	龙湾水域	温州轮驳公司	33.2×9.8×4.3M/3200 马力
9	海拖 1	瑄头码头	温州海运公司	32.2×9×4M/2200KW
10	华辰拖 1	七里港	洞头华辰船务咨询有限公司	32×9.6×4.4M/3200 马力
11	海港 8	洞头客运码头	宏达船务公司	45×10×3.5/1300 马力

2.8 施工工艺和施工方案

2.8.1 施工船舶选择和施工工艺

2.8.1.1 施工船舶选择

本工程抛泥区为龙湾二期围涂工程2#围区、3#围区和4#围区。为提高疏浚工作效率采用绞吸及管道输送方式较为合适，且对本工程适应性较好。施工船机配备考虑到疏浚的水深条件及本工程与吹填区的距离，施工的主要船舶参照其施工能力对其施工强度作合理的预测和安排，目前温州地区总装机功率7600kW的绞吸船数量较多，同时该种船效率较高，经济效益较好，因此本工程采用总装机功率7600kW绞吸船。

表 2.8-1　绞吸式挖泥船尺度表

船舶技术参数	绞吸式挖泥船
绞吸式挖泥船装机总功率（kW）	7600
最大挖深（m）	28
船长（m）	121.2
船宽（m）	17
空载吃水（m）	-
重载吃水（m）	3.2～3.3
设计产量（m^3/h）	3500
水下泵功率（kW）	1900
舱内泵功率（kW×台数）	1420×1
铰刀或斗轮功率（kW）	1940
铰刀（直径×高度）或斗轮(直径×斗数)（mm）	-
施工所需水域深度（m）	4.0
施工所需水域宽度（m）	96

根据绞吸式挖泥船的设计产量、疏浚量和计划工期，本工程临时锚泊区及连接段航道疏浚拟配备4艘7600kW（3500m^3/h）的绞吸式挖泥船。

2.8.1.2 疏浚工艺

针对工程量大、抛泥区距离工程区较近、施工强度高等特点，本工程临时锚泊区疏浚推荐采用绞吸式挖泥船直接吹填工艺，绞吸工艺能够将挖掘、输送、吹泥作业一次连续完成，可有效减少施工区域船舶的数量，是一种效率高、成本低、工程质量容易控制的施工工艺。该疏浚工艺的具体形式为绞吸式挖泥船在挖泥区挖泥，通过输泥管线将泥土输送到抛泥区。该工艺特点为施工船型单一，连续施工，船舶利用率高，土质适应性和施工能力强；疏浚区与抛泥区距离受限制，施工对输泥管线有较高要求。

2.8.1.3 施工顺序

临时锚泊区采用绞吸式挖泥船进行开挖，具体施工顺序如下：

施工准备→浚前测量→平面图布置→船舶进场→分层分条对临时锚泊区（K0+000～K5+000）开挖→疏浚土经吹泥管线吹填至抛泥区2#和3#围区（距离较远时可接接力泵）→分层分条对临时锚泊区（K5+000～K12+360）开挖→疏浚土经吹泥管线吹填至抛泥区4#围区（距离较远时可接接力泵）→竣工验收。

2.8.2 施工方案

2.8.2.1 绞吸式挖泥船施工

根据疏浚区的长度、宽度和泥层厚度，采用分段、分条和分层开挖。分段长度根据一次浮管布设挖泥船可移动的距离确定，一般为 500m 左右；分条宽度根据船两侧横移锚开度确定，一般为 100m 左右；每段根据泥层厚度和土质情况进行分层开挖，分层厚度 3～4m。

绞吸式挖泥船采用船艉钢桩定位扇形横挖法，定位桩位于挖槽中心线上，作为横移摆动中心，绞刀桥架前端左右各抛设一只横移锚，并抛设锚样浮标，施工时，分别收放船艏两侧横移锚缆，左右摆动挖泥，通过主钢桩台车顶推前移，开挖土方通过船艉的排泥管线输送至纳泥区。

开挖过程中利用 GPS 定位系统，控制绞吸船定位，结合开挖情况，及时调整船位；并根据电脑测量仪、土质分析仪显示的数据，控制挖深和挖宽，控制试挖土质量。

2.8.2.2 施工方案

本工程仅对临时锚泊区进行疏浚，连接段航道 1#、2#、3#和 4#可作为施工船舶乘潮进出临时通道，不进行疏浚。疏浚土层为③-0 淤泥和③-1 淤泥质粉质粘土夹粉砂。

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区疏浚采用绞吸式挖泥船进行开挖，由于龙湾二期围涂工程 2#、3#和 4#围区围堤已经成形，其中 4#围区土地整理工程目前正处于前期工作阶段，同时结合 3 个围区所需吹填土方量（2#、3#围区所需吹填土方量为 2161.52 万 m^3，4#围区所需吹填土方量为 3163.1 万 m^3），本工程疏浚分两阶段进行实施：

一阶段：对临时锚泊区（K0+000～K5+000）进行疏浚，疏浚土吹填至龙湾二期围涂工程 2#围区和 3#围区。

二阶段：对临时锚泊区（K5+000～K12+360）进行疏浚，疏浚土吹填至龙湾二期围涂工程 4#围区。

本项目施工布设两条主排泥管线，整个管线由水上船后浮管+向西绕过瓯飞工程和龙湾二期围涂工程围堤+堤前水陆管架头+沿大堤至纳泥区主管线组成。纳泥区主管线可沿主堤及各区隔堤布设，主管线布置时，每 500m 安装三通管，以减少接管及延伸管线的时间，提高绞吸挖泥船的施工效率。施工时，控制排泥管口至围堤的距离，一般在 20m 以上，以防止冲刷围堤。

本项目纳泥区域较大，由于可以分期进行，在施工时，分区块进行施工，施工时应遵循先远后近，最后沿排水口处的原则。

施工时根据实际疏浚弃土的成形情况布设分支管线，分支管线间隔距离根据疏浚弃土的自然流淌坡降确定。施工时，排泥口严禁正对围堤，应从远离排水口处开始施工，逐渐向排水口方向推进。纳泥区内水位通过控制排水口顶高程调节退水流量，从而控制余水浓度，严禁出现高水位危及围堤安全，排水口顶高程随泥面的增高而逐渐加高，一般高出泥面不小于 0.2m，直至设计标高。

挖泥船进行施工时，根据纳泥土堆高情况，及时调整排泥管口方向和位置，勤接管，防止排泥管口局部大量堆高，影响排水及弃土平整度。

为了尽量延长纳泥土在接纳区的沉淀时间，减少外流浮泥，龙湾二期围涂工程区内的围堤和隔堤上应设置双水门排水口，排水口采用溢流堰式结构。吹填尾水经固结沉淀后，通过水门溢流排入预留河道，再经龙湾二期 2~4#围区围堤上设置的 4 座水闸排入瓯飞一期围垦工程区内的预留河道，最终经瓯飞一期围垦工程东 1#闸乘低潮外排入海。

2.8.2.3 排泥管线布设工艺

为了防止涨落潮和风对跨堤管线的影响，需在管线跨堤处对应的海堤外侧镇脚处布设堤前水陆管架头，每座管架处抛设八字锚两只加以固定，并在管架外侧入水处注水沉入铁质浮箱两只加强固定，管架头处用石块覆盖进行加固处理，以避免浮管及锚缆漂移对大堤产生不利影响。排泥管线布设跨越大堤时需保证车辆的通行。

为了满足施工要求，使纳泥过程的泥面平整度控制在设计要求的范围内，应随施工进度将排泥口接管延伸。延伸管线通过搭设架子管或者由浮筒铺垫延伸进入泥塘，延伸长度视泥塘中心平整状况而定。下图为搭设的泥塘管架示意图。

图 2.8-1　泥塘管架示意图

2.8.2.4　施工技术要求

（1）挖泥船首先要进行挖泥的平面控制，取土前准确定位，分条、分段位置准确。

（2）挖泥控制：根据土质情况和厚度分层开挖。

（3）对平整度需要及时控制，均匀到位。

（4）要全过程、动态的进行施工质量、进度控制，满足工程要求。

（5）在整个施工过程中，应使施工船舶、排泥管协调工作。建立有效的通讯联系，并实行巡逻值班，随时掌握填土进度、质量和泥沙流失情况等。

2.9 主要施工设备

本工程主要施工机械设备见表 2.9-1。

表 2.9-1　　主要施工机械设备一览表

序号	名　　称	规格、型号	单　位	数　量
1	绞吸式挖泥船	7600kw	艘	4
2	DGPS 导航定位系统	-	套	4
3	锚艇	300HP	艘	2
4	交通艇	300HP	艘	2
5	拖轮	300HP	艘	2

2.10　施工组织

2.10.1施工条件

（1）施工环境

本工程施工场地受岛屿掩护，风浪较小，场地较为开阔，水域水深可满足施工船舶乘潮施工。

（2）交通条件

本工程对外交通可依托瓯飞一期围垦工程后方道路。目前后方已建成的主干道路有滨海大道，滨海二路和金海三道，且城市道路四通八达，辐射面较广。施工人员基地可设置在瓯飞一期围垦工程后方场地。吹填区在本工程西侧3.15km处，通过水上吹泥管相结合的方式将泥沙输送到吹填区。

（3）水、电供应

本工程用电主要通过温州市城市电网进行引接，北可至龙湾二期围垦工程附近的两回10kV线路上引接，南可至丁山二期围垦工程附近的两回10kV线路上引接，且距本工程北侧500m处有洞头第二回35kV输电电缆，均可为本工程临时锚泊区及连接段航道疏浚提供电力保障。

本工程的供水可依靠后方城市供水系统。

（4）通信

目前，移动通信已覆盖全温州市，温州港的通信设施系统齐备，可以满足工程的各场地之间的通信联系；施工现场船机之间和各场地之间，可通过高频电话或移动电话进行通信。

（5）施工船舶避风

根据本工程施工条件，本工程疏浚施工期约为14个月，施工时应尽可能避开台风。如遇大风天气，施工船舶可在乐清湾内相关锚地进行避风。

2.10.2施工人员组织

本工程平均每天施工人数为 50 个。

2.10.3施工进度安排

根据施工条件，同时结合龙湾二期围涂工程个围区实施状况，疏浚工程施工期约为 18 个月，其中一阶段实施 6 个月（含施工准备），二阶段实施 8 个月（含竣工验收），中间间隔约 4 个月。具体施工进度见表 2.10-1。

表 2.10-1　施工进度计划表

进度 / 项目	1个月	2个月	3个月	4个月	5个月	6个月	7个月	8个月	9个月	10个月	11个月	12个月	13个月	14个月	15个月	16个月	17个月	18个月
施工准备	▬																	
临时锚泊区施工（K0+000～K5+000）		▬	▬	▬	▬	▬												
4#围区土地整理工程实施							▬	▬	▬	▬								
临时锚泊区施工（K5+000～K12+360）											▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
交工验收																		▬

2.11 占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程仅对临时锚泊区进行疏浚，不占用海岸线，疏浚占用海域 494.4 公顷，疏浚总工期为 14 个月，疏浚作业结束后，将不占用该海域。

3 工程分析

3.1 环境影响要素和评价因子的分析与识别

本工程的环境影响主要产生在施工期，临时锚泊区采用绞吸式挖泥船直接吹填工艺，根据其施工特点和周边环境现状，采用矩阵法对施工期的环境影响要素和评价因子进行分析和识别，识别结果见表 3.1-1。

表 3.1-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	分析评价内容所在章节
施工期	海洋水文动力与冲淤环境	潮流场、纳潮量、水体交换	疏浚施工	+++	6.1
	海水水质环境	施工悬浮物	疏浚施工	+++	6.2.1
		施工船舶生活污水	施工人员	+	6.2.2
		施工船舶含油污水	施工船舶	+	6.2.3
	沉积物环境	沉积物	疏浚施工	++	6.3
	海洋生态环境	底栖生物	疏浚施工	++	6.4.1
		浮游生物	疏浚施工	++	6.4.2
		渔业	疏浚施工	++	6.4.2
	其他	固废	施工人员、施工垃圾	+	6.7
		设备废气	施工机械	+	6.5
		噪声	施工机械	+	6.6
	环境风险	施工船舶事故性溢油风险	施工船舶溢油	+++	7.3.1
		台风风暴潮灾害	台风风暴潮侵袭	++	7.3.2

注：-表示环境影响要素和评价因子不会受到影响；
+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要分析与影响预测；
++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；
+++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点影响分析与影响预测。

3.2 工程各阶段污染源强分析

3.2.1 施工废水

3.2.1.1 施工船舶生活污水

本工程施工期施工人员约 50 人，施工人员的人均生活用水量以 100L/d 计，则日耗水量为 5t，施工期（14 个月）生活耗水量约为 2100t。生活污水的产生量按用水量的 85%计，则整个施工期生活污水产生量约为 1785t。生活污水中主要污染因子为 COD、BOD_5、SS 和 NH_3-N，参照生活污水水质的类比调查资料，其水质中上述污染物浓度见表 3.2-1。

施工船舶生活污水应收集后，上岸委托有资质单位进行集中处理，不得擅自

排放入海。有关施工期生活污水污染源强统计见表 3.2-2。

表 3.2-1　生活污水水质参考表　　（单位：mg/L）

污染因子	COD	BOD_5	NH_3-N	SS
生活污水	150～300	200	30～40	100～250

表 3.2-2　施工期生活污水污染源强汇总表

污染源	主要污染物	产生量（整个施工期）	产生浓度	达标排放量（整个施工期）	排放浓度
生活污水	废水量	1785t	-	禁排	-
	COD	0.54t	300mg/L	禁排	-
	BOD_5	0.36t	200mg/L	禁排	-
	SS	0.45t	250mg/L	禁排	-
	NH_3-N	0.07t	40mg/L	禁排	-

注：表中污染物产生浓度取表 3.2-1 中的最大值。

3.2.1.2　施工悬浮物

（1）绞吸式挖泥船疏浚产生的悬浮泥沙源强

本工程临时锚泊区长度 12360m，宽度 400m，疏浚量约 4322.46 万 m^3，疏浚时配备了 4 艘 3500m^3/h 的绞吸式挖泥船进行施工，绞吸式挖泥船的船艏部装有绞刀，挖泥时绞刀旋转，强有力的吸泥泵通过绞刀下面的一个吸口把泥水吸入，然后通过排泥管输送至后方的龙湾二期围涂工程区内。

绞吸式挖泥船将挖掘、输送、泥土处理等工序连续一次完成。绞吸船施工时基本上是定点作业。经交通部天津水运工程科学研究所试验表明，悬浮疏浚物的扩散机理类似于连续点源扩散。施工时由于绞刀头的扰动造成底泥悬浮并随流扩散，在施工区海域形成羽状混浊水体。绞吸船疏浚产生的悬浮泥沙源强可参照下式进行估算：

$$S_1=V_1\times k_1\times R_1 \qquad (3.2\text{-}1)$$

式中：S_1——悬浮泥沙源强（kg/s）；

V_1——挖泥速率（m^3/h）；

K_1——悬浮泥沙发生量（一般为 30～50kg/m^3），本报告取 40kg/m^3；

R_1——输泥管内充泥系数，取 0.2。

按式（3.2-1）可估算得到本工程配备的 4 艘绞吸式挖泥船（3500m^3/h）疏浚时产生的悬浮泥沙源强约为 31.12kg/s，单船源强约为 7.78kg/s。

此外，根据 1991 年交通运输部天津水运工程科学研究所对天津港绞吸式挖泥船作业源强进行了现场模拟试验，代表船型为 1450m^3/h 绞吸船，实测结果表

明，作业中心区悬沙垂线平均浓度约 250～500mg/L，推算源强为 2.25kg/s。由此推算得到，本工程单艘绞吸式挖泥船（3500m^3/h）疏浚时产生的悬浮泥沙源强约为 5.43kg/s。

综合上述分析，本报告中单艘绞吸式挖泥船（3500m^3/h）疏浚时产生的悬浮泥沙源强按最不利考虑取 7.78kg/s。

（2）纳泥区吹填溢流产生的悬浮泥沙源强

本项目临时锚泊区开挖产生的疏浚土将全部输送至龙湾二期 2~4#围区内，吹填尾水经固结沉淀后，通过水门溢流排入预留河道，再经龙湾二期 2~4#围区围堤上设置的 4 座水闸排入瓯飞一期围垦工程区内的预留河道，最终经瓯飞一期围垦工程东 1#闸乘低潮外排入海，吹填尾水中的主要污染物为悬浮物。

根据吹填溢流尾水中悬浮泥沙浓度的类比调查分析，吹填尾水经分隔围堰、多道防污屏的沉隔后，排水口处的悬浮泥沙浓度可达 500~2500mg/L 左右，本报告中取 1500mg/L，吹填尾水排水口处的悬浮泥沙源强可参照下式进行估算：

$$S_1=V_1\times k_1 \qquad (3.2\text{-}2)$$

式中：S_1——悬浮泥沙源强（kg/s）；

V_1——排水口悬浮泥沙溢流速率（m^3/s）；

K_1——排水口悬浮物泥沙浓度，取 1500mg/L。

根据设计单位提供的数据，吹填施工时，每座水门排水口处悬浮泥沙的溢流速率约为 0.34m^3/s，则每个吹填区 2~3 座水门的溢流速率为 0.68~1.02 m^3/s，按式（3.2-2）可估算得到每个吹填区吹填施工时，最终瓯飞一期围垦工程东 1#闸排水口处的悬浮泥沙源强约为 1.02~1.53kg/s，本报告中按最不利取 1.53kg/s。

3.2.1.3 施工船舶含油污水

由本报告 2.9 节表 2.9-1 可知，本工程施工过程中需使用绞吸式挖泥船 4 艘、锚艇、交通艇和拖轮各 2 艘。根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007)，各种载重吨级的施工船舶舱底含油污水产生量估算见表 3.2-3，舱底含油污水浓度在 2000mg/L~20000mg/L 之间（本报告取平均值 11000mg/L）。

表 3.2-3 各种载重吨级船舶舱底含油污水产生量一览表

船舶载重吨（t）	舱底含油污水产生量（t/d·艘）	船舶载重吨（t）	舱底含油污水产生量（t/d·艘）
500	0.14	3000～7000	0.81～1.96
500～1000	0.14～0.27	7000～15000	1.96～4.20
1000～3000	0.27～0.81	15000～25000	4.20～7.00

本工程绞吸式挖泥船舱底油污水产生量按 1.20t/d•艘计，其余施工船舶舱底油污水产生量按 0.14t/d•艘计，施工时间为 14 个月，由此估算得到施工船舶舱底油污水源强情况如表 3.2-4 所示。

表 3.2-4　施工船舶舱底含油污水源强统计表

序号	船舶类型和数量	舱底含油污水产生量（t/d•艘）	舱底含油污水产生量		石油类污染物产生量	
			（t/d）	整个施工期（t）	（kg/d）	整个施工期（t）
1	绞吸式挖泥船（4 艘）	1.20	4.80	2016.0	52.80	22.18
2	锚艇（2 艘）	0.14	0.28	117.6	3.08	1.29
3	交通艇（2 艘）	0.14	0.28	117.6	3.08	1.29
4	拖轮（2 艘）	0.14	0.28	117.6	3.08	1.29
合计		-	5.64	2368.8	62.04	26.05

由表 3.2-4 可以看出，整个施工期船舶舱底含油污水的产生量约为 2368.8t，石油类污染物产生量约为 26.05t。

本工程所在海域属于铅封管理范围，根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号），施工船舶在施工期间，除机舱通岸接头（接收出口）管系外，船舶油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封。施工船舶所产生的油类污染物须按当地海事部门的要求，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，禁止含油污水排放入海。另外，对施工期的作业船只应加强管理，严禁由于跑冒滴漏产生的含油污水直接排入海域。

3.2.2 施工废气

本工程疏浚过程所产生的泥沙含水率非常高，所以在其输送及转移过程中都不会产生扬尘。施工过程产生的废气主要为施工船舶使用的柴油机排放的少量燃油废气，主要污染物为 SO_2、NO_2 等。该废气的排放量较小，排放形式为无组织排放，且污染源强随着施工进程的不同而具有不确定性，本报告仅进行定性分析。

3.2.3 施工噪声

施工期的噪声源主要为施工船舶噪声，施工噪声具有阶段性、临时性和不固定性等特点，本工程位于宽阔海域，根据类比调查，测试距离 5m 处的施工船舶噪声值约为 85dB（A）。

3.2.4 施工固废

（1）施工船舶生活垃圾

根据对其它同类项目的类比调查，施工人员生活垃圾产生量按每人每天 1kg 计，日均产生约 50kg，整个施工期为 14 个月，则船上施工人员的生活垃圾产生量约为 21.0t。施工船舶上产生的生活垃圾应集中收集上岸，由环卫部门统一处理。

（2）施工船舶作业产生的固废

施工船舶作业产生的固废主要包括产生的废油棉布、废毛巾等，根据类比调查，此类固废产生量约为 1.20t，施工船舶产生的固废须按当地海事部门的要求，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，禁止随意丢弃入海。

3.3 工程各阶段非污染环境影响分析

本工程实施所引起的非污染生态环境影响主要体现在以下几个方面：（1）对周边海域水动力及冲淤环境的影响；（2）对周边水质、沉积物及生态环境（含渔业）的影响；（3）对海洋地形地貌环境的影响；（4）对周边环境保护目标和敏感目标的影响。

上述影响将分别在本报告第六章中具体论述。

3.4 污染源强汇总

本工程污染源强主要产生在施工期，施工期污染源强汇总见表 3.4-1。

表 3.4-1　施工期污染源强汇总表

类型	污染源	主要污染物	产生量（整个施工期）	产生浓度	排放量（整个施工期）	排放浓度
废水	施工船舶生活污水	废水量	1785t	-	禁排	-
		COD	0.54t	300mg/L	禁排	-
		BOD_5	0.36t	200mg/L	禁排	-
		SS	0.45t	250mg/L	禁排	-
		NH_3-N	0.07t	40mg/L	禁排	-
	施工船舶含油污水	废水量	2368.8t	-	禁排	-
		石油类	26.05t	11000mg/L	禁排	-
	施工悬浮物	SS	1）绞吸式挖泥船疏浚单船源强 7.78kg/s 2）吹填尾水源强 1.53kg/s			
废气	机械废气	SO_2、NO_2 等	定性			
固废	施工船舶生活垃圾	-	21.0t	-	0t	-
	施工船舶作业产生的固废	废油棉布、废毛巾等	1.20t	-	0t	-
噪声	施工船舶	等效声级	离噪声源 5m 处的噪声值为 85dB（A）			

4 区域自然环境和社会环境现状

4.1 区域自然环境概况

4.1.1气候与气象

本工程所在区地处中亚热带，位于瓯江与近海交汇处，属亚热带海洋性季风气候，气候温和，四季分明，雨量丰沛，光照充足，海岛多风，冬夏季风显著。根据温州气象站（112°39′E/28°02′N）1995～2010 年的资料统计，本区域的主要气象特征如下：

（1）气温

多年平均气温	18.9℃
极端最高气温	41.7℃
极端最低气温	-2.5℃
月平均最高气温	28.7℃（7 月）
月平均最低气温	8.7℃（1 月）

（2）降水

多年平均降水量	1766.5mm
平均约降水量	55.3mm（12 月）～270.8mm（6 月）
累年最大日降水量	403.8mm（1999 年 9 月 4 日）
多年平均日降水量≥0.1mm 的天数	161.8d

（3）风况

温州地区为季风区，盛行风向随季节转换而变化，冬季盛行西北风，夏季盛行东南风。多年平均风速 1.2m/s，累年平均风速 1.0～1.5m/s，累年最多风向（含静风）为 NNW，相应频率为 31%。

（4）雾况

海边和岛屿的雾情较内地为重，多年平均雾日 8.8d，雾多出现在夜间至翌日清晨，日出即消退，一般春季雾天居多。

（5）相对湿度

由于受海洋性气候影响，温州区域内平均湿度较大，多年平均相对湿度 76%。

4.1.2海洋水文

（1）潮汐

太平洋潮波进入东海后分北、中、南三股分别进入长江口、浙南沿海及台湾海峡。工程海域邻近台湾海峡，沿海潮波主要受中股潮波控制，也受南股潮波的影响。潮波进入浅海后，水深、地形变化加上径流的作用，浅海分潮具有自东向西逐渐增大的特点。工程海域为强潮海域，属于非正规浅海半日潮，一昼夜两潮。工程海域的长期水文站有龙湾、瑞安、上关山站。龙湾站自 1959 年建站至 2011 年有 53 年的水位资料；瑞安站自 1956 年开始有全年完整的水位记录，至 2009 年有 54 年的水位记录；上关山自 1978 年建站至 1992 年有 14 年的水位资料。潮位特征统计见表 4.1-1，海区多年平均高潮位为 2.44～2.58m，多年平均低潮位为 -1.83～-2.01m。可见，河口区平均潮差由口门向里逐渐增大，一定距离后逐渐减小。

表 4.1-1　各站潮汐特征值表（m）

站　名	平均潮位	平　均高潮位	平　均低潮位	最高潮位（日期）	最低潮位	平均潮差	最大潮差
龙湾站	0.28	2.58	-2.01	5.55（94.8.21）	-2.49	4.50	7.08
瑞安站	0.22	2.50	-1.83	5.01（94.8.21）	-2.82	4.37	6.81
上关山站		2.44	-1.90	4.20（90.6.23）	-3.81	4.29	

（2）潮流

瓯江口、飞云江口由于流场受江道地形走向的制约，其运动形式具有明显往复流特征，温州湾北部海域由于测点基本上处于岛屿间的潮流通道，受地形影响潮流运动形式也以往复流为主。温州湾中部即瓯飞滩海域，总体上潮流运动形式以往复流为主，但涨、落潮流的流向较为分散。本区潮流具有明显的驻波性质。高潮时刻前后潮流最弱，随着潮位下降落潮流速增加，至高潮后2~3小时左右落潮流最大，随后，潮流水潮位的继续下降而流速减弱，至低潮位时落潮流速最小，随后潮位上涨，转为涨潮流，低潮位后2~3小时前后涨潮流涨至最大，随后，涨潮流速逐渐减弱，至高潮位时流速最小。如此循环往复。

（3）波浪

工程区东面有大北列岛，南、北鹿列岛，东北面有洞头列岛作屏障，故波浪主要是本区海域产生的风浪，波高较小。根据 1978 年以来上干山站实测波浪统计资料，上干山站最大 $H_{1/10}$ 实测值 2.5m，相应波向 NE，相应波周期 7.7S。最

大实测波周期 15.7s，平均波周期 3.5s，各年平均波高 0.4m。常风向和强风向一致，为 NE。本海域常浪向和强浪向均为东北向，次浪向为 SE、N、NW 向。其季节变化，冬季偏北向（NW-NE）浪为主，春季 NE 向浪为主，夏季 S 向浪为主，秋季以 NE 向浪为主。

（4）泥沙

①泥沙来源

工程海域泥沙既有陆域来沙，也有海域来沙。瓯江、飞云江流域来沙大多在汛期输往河口及口外，在枯水期上游来水几乎为清水。在海岸带调查期间，曾对温州海区海床冲淤计算和泥沙平衡进行了初步分析，1931～1971 年整个温州湾区 10m 等深线以浅海区淤积速率每年为 2.2cm。海区平均年淤积量达 3000 万 t，而该区域瓯江、飞云江和鳌江三条江平均年均输沙量仅为 350 万 t，陆域来沙与该地区的淤积量相比相差甚远。从沉积物特征分析表明，瓯飞滩为粉沙质粘土，其中中值粒径小于 0.004mm 的细颗物质含量约占 60%，与瓯江和飞云江上游来沙沙质有较大的差异。所有这些表明，工程区域滩涂淤积泥沙主要来自海域。外海泥沙的来源有二：一是冬季江浙沿岸流由北往南带来部分泥沙，这部分泥沙主要来自长江口向南输移的泥沙；二是在潮流和波流作用下，泥沙横向运动，把近海海底沉积物推向岸边，或者是河口浅滩和潮间带在风浪掀动作用下，泥沙随潮流在本地区往复搬运。

②含沙量分布

瓯江河口温州湾含沙量分布呈现“河口高，口外海区低”的态势。比浙江北部海域低，悬移质含沙量分布由西向东逐渐降低，其等值线略呈东北－西南向，含沙量的水平梯度也由西向东逐渐减小，河口区的含沙量高于其他区域，在瓯江、飞云江、鳌江等三条河口形成含沙量高值区，也称河口最大浑浊带。

据以往水文测验资料可知，瓯江口内悬沙平均含沙量为 1.7kg/m^3，口外为 0.42kg/m^3，口外边滩和深水区为 0.2～0.3kg/m^3。一般情况下，涨潮时从外海带来清水水体，含沙量约 0.16kg/m^3，进入青山水道、青嶂水道及黄大岙水道含沙量增高到 0.35～0.45 kg/m^3，至北口附近接近 0.8 kg/m^3，至七里、龙湾达到 1.2 kg/m^3。落潮时，江心屿至龙湾浑浊带的水体含沙量平均值约 2～3kg/m^3，出北口减为 1.25 kg/m^3，出中水道时为 0.95kg/m^3，出黄大岙断面时为 0.75 kg/m^3，过青山岛后含沙量已很小，约 0.2 kg/m^3。

4.1.3陆地水文

龙湾区内的陆域水系主要为瓯江及其支流温瑞塘河。

瓯江是条山溪性河流潮汐河流，在龙湾区东部注入东海，干流长 388km，流域总面积 17958km^2，是浙江省的第二大河。瓯江进入龙湾区后，河床宽阔，边滩和沙洲发育，水流分叉，水量丰富，多年平均径流量为 48.36 亿 m^3，占全市河川径流量的 34.7％。下游受潮汐影响，潮区界在圩仁感潮河，河段长 76km；潮区界以上，温溪至梅岙是以河水为主的河流段，平均潮差 3.29~3.38m，潮流影响较小，河床较稳定；梅岙至龙湾段，是河水与潮水相互消长的过虑段，平均潮差 3.38~4.59m；龙湾到黄华河段是以潮流为主的潮流段，年均潮差 4.51m。

龙湾区河流纵横交错形成河网，共有大小河道 419 条，其中主要河道有上横河、中横河、汤家桥河等 126 条计 118.8km，河道总长度超过 310.7km，平均宽度主河 15~30m，支河 10~15m，平均水深约 2m，河道水网面积 12km^2，河道蓄水量 2368 万 m^3。河道通过一系列沿江水闸与瓯江沟通，主要的水闸有蒲州，东平、横街、龙湾、龙东、蓝田、城东、老鼠山、场桥等九座，洪水季节大部分河水通过以上九座水闸排入瓯江。河道功能除排洪、排涝外，兼有排污、灌溉、城市景观及航运等功能。

4.1.4地形地貌

工程区及周边为低山丘陵、岛屿和滨海平原，出露地表的山脉和岛屿主要为雁荡山脉的东侧余脉，岛屿高程一般在 300m 以下。工程区所在地区海涂坡度较平缓，涂面高程一般在-3.0～-1.0m 之间，其北侧为瓯江出海口，南侧为飞云江出海口，由于受水流及潮流影响，河道底高程一般在-5.0～-9.0m，其东侧霓屿岛-铜盘山-凤凰头连线一带海域为航道，底高程一般在-7.5～-9.5m。

4.1.5工程地质[2]

4.1.5.1 工程地质构造

测区内侵入岩主要为燕山晚期侵入的钾长花岗岩体，大致呈北东向的椭圆形，为一超酸性岩株，岩体西部及南部呈不规则枝叉状伸入围岩中。主要分布于工程区西部的大罗山，该岩体面积约 35km^2，另外在铜盘山等岛屿也有分布。

4.1.5.2 土层分布及特征

根据郑州中核岩土工程有限公司 2016 年 7 月编制的《瓯飞一期围垦工程临

时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察报告》（地勘资料采用 85 国家高程），本场地在勘探深度 15.0m 范围内按岩土单元层的成因时代、埋藏条件、岩性特征及其物理力学性质的差异等，将勘探深度以浅土层划分为 1 个岩土工程地质层组，3 个工程地质亚层。各地层的工程地质特征如下：

③-0 层 淤泥（mQ_4）

灰、黄灰色，流塑，干强度中等，高压缩性，中等韧性，切面稍有光泽，含少量粉砂团块。全场分布，层顶标高-3.44～-6.00m，层厚 7.50～0.50m。

③-1 层 淤泥质粉质粘土夹粉砂(mQ_4)

灰、黄灰色，流塑，干强度低，高压缩性，低韧性，摇振反应迅速，切面稍有光泽，夹砂量 30%～40%。该层局部为粉砂。该层在 3-3 剖、7-7 剖面中大量揭露，层顶标高-3.80～-7.28m，层厚 6.90～2.70m。

③-2 层 淤泥（mQ_4）

灰、兰灰色，流塑，干强度中等，高压缩性，中等韧性，切面光滑，含有机质。全场分布，该层未钻穿，层顶标高-8.60～-13.22m，层厚 10.80～7.50m。

地勘钻孔平面布置见图 4.1-1，典型地质剖面见图 4.1-2。

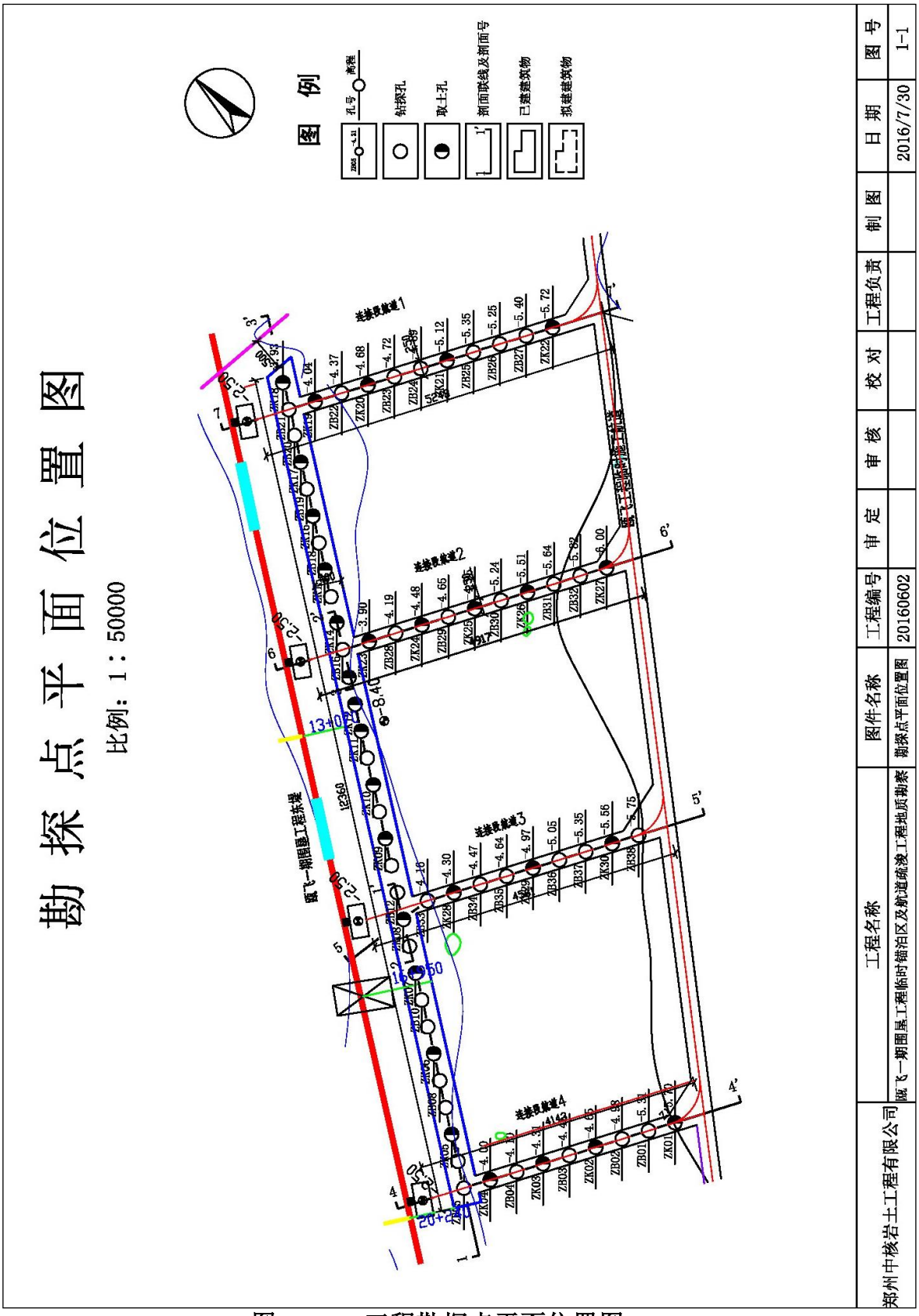
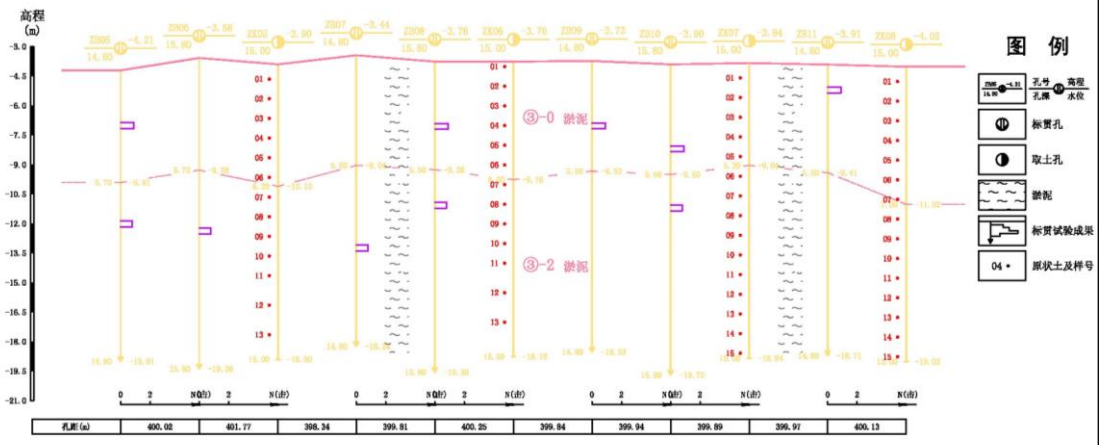


图 4.1-1　工程勘探点平面位置图

工 程 地 质 剖 面 图 1--1’

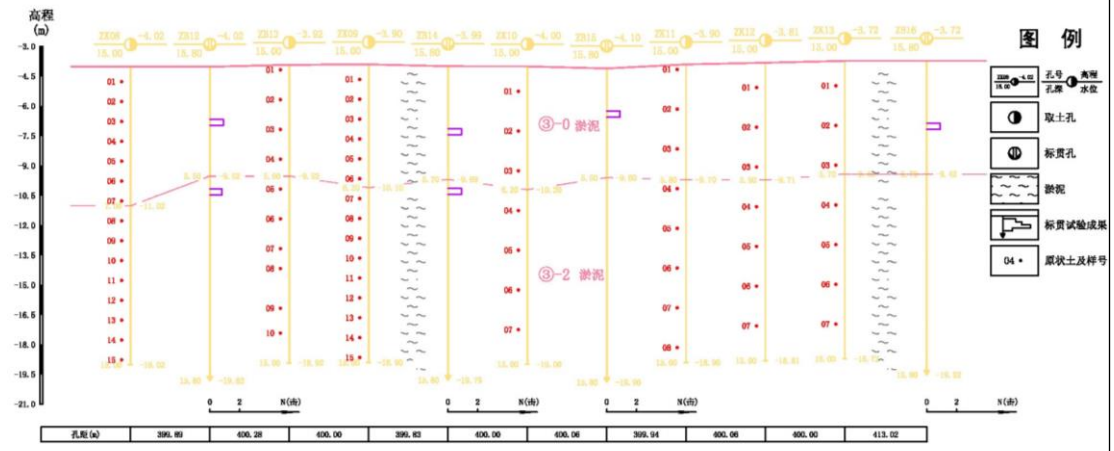
比例尺：水平：1：15000　　垂直：1：150



郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-1

工 程 地 质 剖 面 图 2--2’

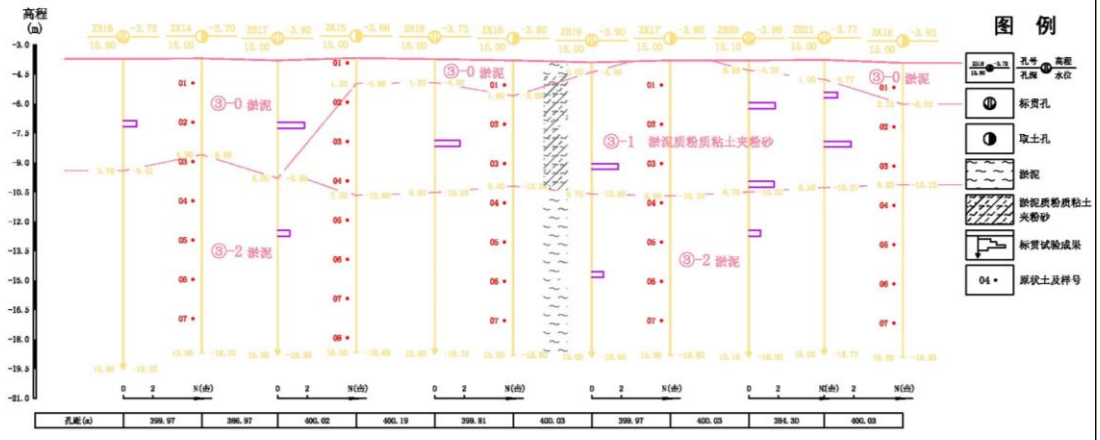
比例尺：水平：1：15000　　垂直：1：150



郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-2

工 程 地 质 剖 面 图 3--3’

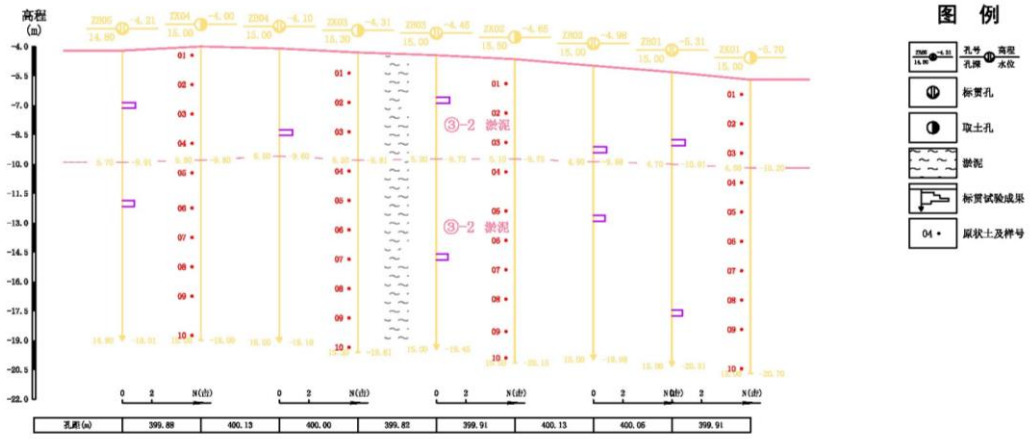
比例尺：水平：1∶15000　　垂直：1∶150



郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-3

工 程 地 质 剖 面 图 4--4’

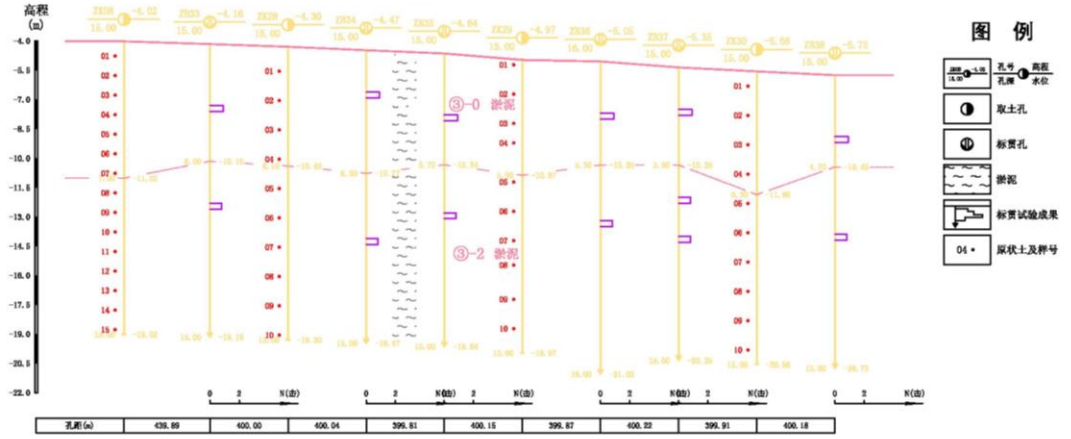
比例尺：水平：1∶15000　　垂直：1∶150



郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-4

工 程 地 质 剖 面 图 5--5’

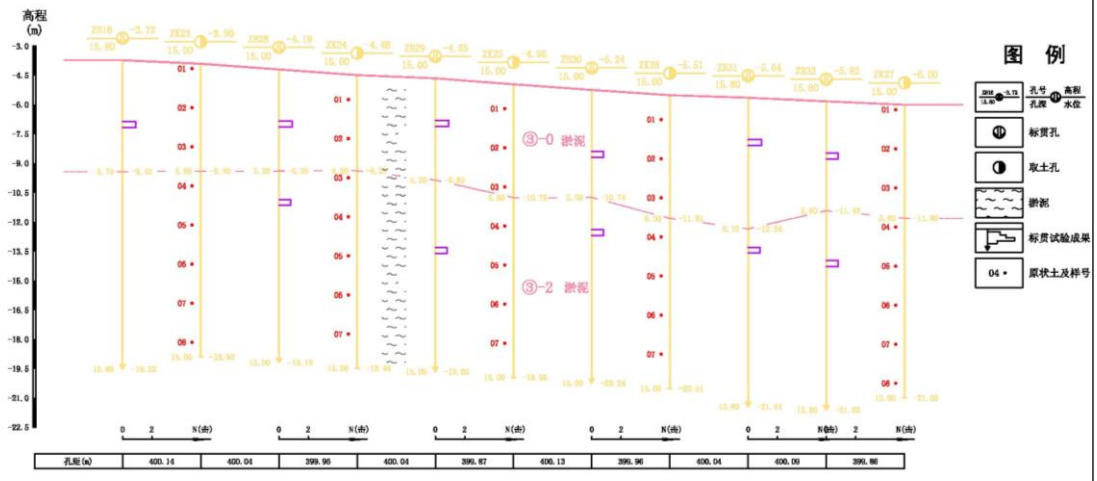
比例尺：水平：1∶15000　　垂直：1∶150



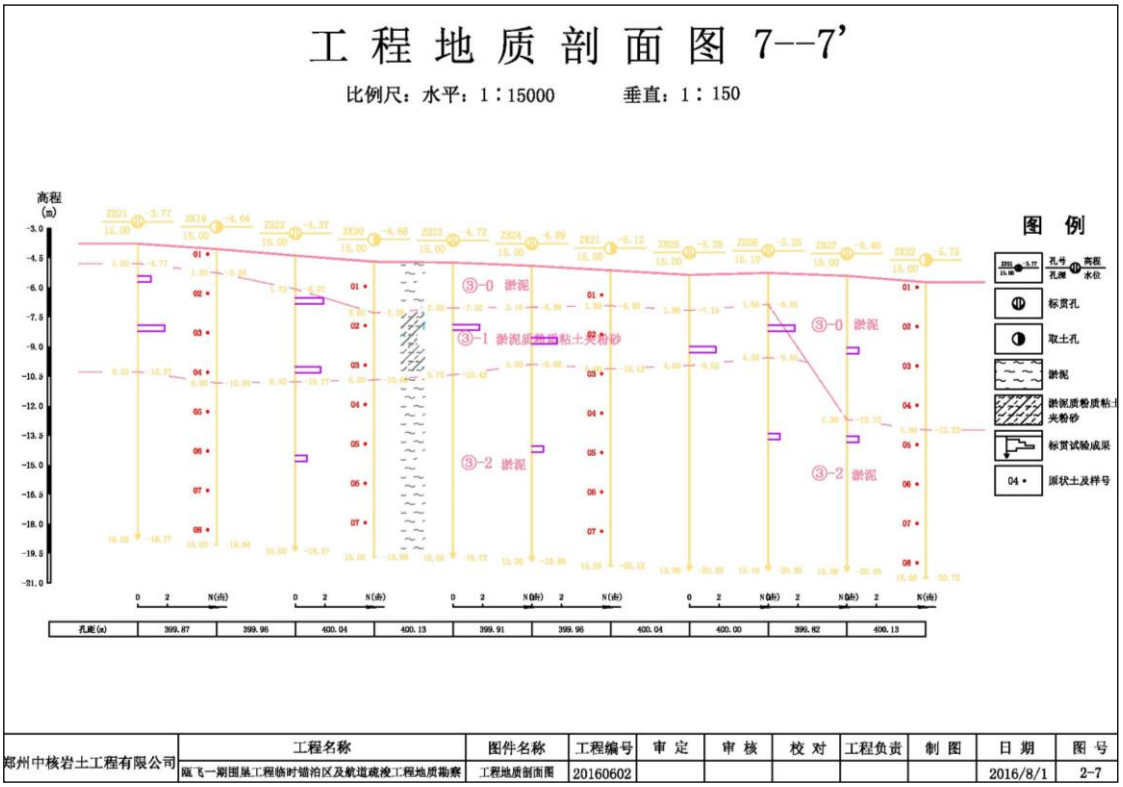
郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-5

工 程 地 质 剖 面 图 6--6’

比例尺：水平：1∶15000　　垂直：1∶150



郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-6



郑州中核岩土工程有限公司	工程名称	图件名称	工程编号	审 定	审 核	校 对	工程负责	制 图	日 期	图 号
	瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程地质勘察	工程地质剖面图	20160602						2016/8/1	2-7

图 4.1-2　工程典型地质剖面图

4.1.6主要海洋灾害

（1）台风与风暴潮

台风（热带气旋）是影响浙江省沿海最严重的灾害性天气之一，常伴有狂风、暴雨、巨浪和暴潮。温州地处浙江东南沿海，是受台风影响最为严重的地区之一，台风影响温州的月份基本集中在 7~9 月份，5~6 月份和 10 月份以后相对较少，强度相对较弱。台风对温州地区的影响一般持续时间为 2 天。台风暴雨和大潮的同时袭击，会造成海堤冲毁、房屋倒塌、农田被淹、交通通讯和电力等设施被毁，人民生命、财产均会遭受巨大的损失。

风暴潮是海水在台风的风暴强迫力场作用下，向海岸输送、堆积导致沿海水位异常升高的现象。风暴潮破坏力极大。最大增水和最高潮位多出现在朔、望大潮汛期的时段。严重的风暴潮都是由正面登陆浙江中、南部沿海的强台风诱发而成。如 9417 号台风登陆时正值农历七月十五天文大潮汛，温州龙港最高潮位达 7.43m，为 350 年一遇，风暴潮过程最大增水 3.03m，最大高潮位 10~11m。由于狂风、暴雨高潮，台州、温州沿海一线海塘几乎全线崩溃。

（2）洪涝

本区的洪涝灾害时间上多发生在梅雨期（5~6 月）和台风期（7~9 月），过份集中的雨水引起山洪暴发，容易发生灾害。梅雨期的暴雨多属锋面雨，南方的暖湿气团和北方的干冷气团交绥，旷日持久，匝月连旬，雨量较多，但强度不大，造成涝灾的比重不大；台风期的暴雨量大而势猛，一次过程雨量常达 500~800mm，尤其在山区谷地，常常冲塌堤塘，淹没房屋，溺死人畜，成灾严重，由此而造成涝灾的机率在一半以上。

4.2 区域社会环境概况

4.2.1温州市

温州位于浙江省东南部，瓯江下游南岸，是浙南地区的经济、文化、交通中心，全国首批 14 个沿海开放城市之一，为浙江省三大中心城市之一，也是海峡西岸经济区五大中心城市之一。温州市现辖鹿城、龙湾、瓯海、洞头 4 个区，瑞安、乐清 2 个县级市，永嘉、平阳、苍南、文成、泰顺 5 个县。全市陆域面积 12065km^2，其中市区面积 1313km^2；全市海域面积约 11000km^2，境内地势，从

西南向东北呈现梯形倾斜。2017 年末全市户籍总人口 824.5 万人，其中市区人口 170.4 万人。

根据 2017 年温州市国民经济和社会发展统计公报，全市生产总值（GDP）5453.2 亿元，比上年增长 8.4%。其中，第一产业增加值 144.1 亿元，增长 3.5%；第二产业增加值 2149.2 亿元，增长 7.1%；第三产业增加值 3159.9 亿元，增长 9.7%。按常住人口计算，人均地区生产总值 59306 元（按年平均汇率折算 8784 美元），增长 7.9%。国民经济三次产业结构为 2.6：39.4：58.0，第三产业比重比上年提高 1.8 个百分点。

全年市区居民消费价格（CPI）比上年上涨 2.4%。其中：居住、医疗保健、衣着、交通通信、教育文化与娱乐、其他用品和服务、食品烟酒类同比分别上涨 6.6%、2.4%、1.8%、1.5%、1.3%、0.8%、0.4%；生活用品及服务类同比下降 0.1%。工业生产者出厂价格（PPI）上涨 2.2%，工业生产者购进价格上涨 6.2%。

全年实现财政总收入 778.3 亿元，比上年增长 7.5%，其中一般公共预算收入 465.4 亿元，同口径增长 7.2%。

全年新增城镇就业人数 13.3 万人，城镇失业人员再就业人数 1.98 万人，困难人员实现就业 0.7 万人；年末城镇登记失业人数 3.15 万人，城镇登记失业率为 1.83%。

4.2.2龙湾区

龙湾区是浙江省温州市辖区，东朝东海，南接瑞安市，西邻鹿城、瓯海二区，北濒瓯江，与永嘉县、乐清市隔江相望。1984 年 12 月，由国务院批准建立龙湾区，是温州市三大城区之一。龙湾区内行政区划现辖永中、蒲州、海滨、永兴、海城、状元、瑶溪、沙城、天河、星海等 10 个街道。按照温州城市东部功能区划分，全区划分为高新技术产业开发区、龙湾中心区、空港新区、瓯江口新区和滨海开发区等五大功能区。2012 年，根据中共温州市委办公室文件要求，将沙城街道、天河街道、海城街道、星海街道委托经济开发区管理，灵昆街道委托瓯江口新区开发建设管理，2015 年，灵昆街道划归新成立的洞头区管辖。实行委托管理后，区本级实际管辖永中、蒲州、海滨、永兴、状元、瑶溪等 6 个街道。

根据 2017 年龙湾区国民经济和社会发展统计公报，全区实现生产总值 625.88 亿元，按不变价格计算，比上年增长 8.8%。其中，第一产业实现增加值

2.90 亿元,比上年增长 0.3%；第二产业增加值 349.97 亿元,比上年增长 6.1%；第三产业增加值 273.02 亿元，比上年增长 13.1%。国民经济三次产业比例调整为 0.5:55.9:43.6。人均生产总值（按年平均户籍人口计算）为 187848 元，比上年增长 7.7%。

区本级实现生产总值 416.35 亿元，按不变价格计算，比上年增长 8.7%。其中，第一产业增加值 2.30 亿元，比上年增长 1.2%；第二产业增加值 208.75 亿元，比上年增长 5.1%；第三产业增加值 205.30 亿元，比上年增长 13.2%。国民经济三次产业比例调整为 0.6:50.1:49.3。人均生产总值（按年平均户籍人口计算）为 179612 元，比上年增长 7.4%。

4.3 区域海洋资源和海域开发利用现状

4.3.1区域海洋资源概况

4.3.1.1 滩涂资源

温州市拥有理论深度基准面以上的滩涂资源面积 88.62 万亩，主要分布在瓯江、飞云江、鳌江河口两侧、乐清湾沿岸以及洞头诸岛周边。滩涂宽度通常 4～6km，其中温州浅滩在最低潮时向海延伸达 11km。滩涂资源（特别是中高滩）的开发具有多宜性，既可用于水产养殖和种植业等，也可作为临港工业及城镇建设用地等。

龙湾沿岸滩涂多为淤涨型滩涂，且淤涨速度较快，向外淤涨速度平均每年达 10m。近年来，由于较大规模的围垦，使得淤涨速度加快，向外淤涨速度平均每年达 20～30m，低滩不断淤涨成中高滩。

瓯飞滩涂属于瓯江河口和飞云河口口外区域，南、北边界分别是飞云江及瓯江河口边界的外延线，东至洞头县的霓屿岛和瑞安市的凤凰岛连接。地理位置为北纬 27°56'5"～27°43'5"，东经 120°59'39"～120°41'6"。瓯飞滩水域北向有浅滩工程阻隔，切断了与沙头水道、黄大岙水道和南水道等的直接联系；东南有大北列岛，岛屿较小，通过岐头洋直接与外海连接。瓯飞滩岸线平直，理论深度基面（1985 高程-3.35m）以上滩地面积约 16 万亩。随着温州浅滩北堤的建成，瓯江河口有向外发展的态势。

4.3.1.2 港口岸线资源

温州市所辖岸线长 1031km，其中大陆海岸线长约 355km，岛屿岸线长约

676km，港口资源丰富，类型多样，可利用港口岸线长 189.26km，其中港口深水岸线长达 67.3km。港口岸线主要分布在瓯江口、乐清湾、洞头列岛、飞云江口等岸段。

工程所在的港口区为温州港，地处浙江南部、东南沿海黄金海岸线中部，是全国二十五个主要港口之一和国家重要枢纽港。它北邻上海港、宁波舟山港，南毗福州港、厦门港，东南与台湾的高雄港、基隆港隔海相望，是浙江口岸距离台湾各港口最近的港口，拥有 350km 海岸线，属于长江三角洲经济区的南部、浙江省南部的温州湾、乐清湾内。根据交通运输部和浙江省政府批准的《温州港总体规划》，温州港划分为七个港区，包括状元岙港区、乐清湾港区、大小门岛港区等三大核心港区以及瓯江港区、瑞安港区、平阳港区、苍南港区等四个辅助港区。

温州港现拥有市区老港区、杨府山、龙湾、七里、灵昆、状元岙等六个主要港口作业区，现有生产性泊位 19 个，其中万吨级以上泊位有 10 个，5 万吨级（兼靠 10 万吨级）泊位 2 个，最大可靠泊 10 万吨级远洋集装箱和散杂货船舶。温州港主要港区多距离本工程较远，较近的为龙湾港区。

龙湾港区是目前温州瓯江南岸最大的码头作业区，其一期与二期工程先后建成 4 个一万吨级泊位，最大可靠泊 2 万吨级船舶。龙湾港区一期工程 2 个万吨级泊位于上世纪九十年代建成投入使用，龙湾港区二期工程 2 个万吨级泊位于 2005 年建成投产，总投资约 2 亿元；龙湾港区一期技改工程，对龙湾港区码头和堆场进行技术改造和升级，扩大集装箱通过能力，并建设新的港区综合办公楼，总投资约 2 亿元；温州港集团与宁波港集团合作起步工程暨龙湾港区 4#泊位改造工程也已基本建成，4#泊位被改造成为集装箱专用泊位；温州最大的滚装码头暨国家战备工程龙湾滚装码头工程也已建成，该项目建有 7500 吨级和 500 吨级滚装泊位各一个。龙湾港区目前承担着温州地区乃至浙南浙西等地区的内贸集装箱进出口和大宗散杂货（煤炭、铁矿石）装卸业务，通过“水水中转”、“水铁联运”以及公路运输等方式，年吞吐量超过 700 万吨。

4.3.1.3 航道锚地资源

瓯江口进港航道：自瓯江大桥至青菱屿锚地全长 61.5km，其中口内航道为 47.5km，口外航道为 14km，通过整治后，可达到乘潮通航 2.5 万吨级散货船及

兼顾 3.5 万吨级浅吃水船的标准。

瓯江南口进港航道：位于瓯江南口灵昆浅滩和瓯飞滩之间，是进出蓝田渔港的渔船和散杂货船的主要通道。呈西北－东南走向，长度约 30km，可乘潮通航 300 吨级散杂货船。

此外，瓯江口以东外海现有青菱屿、圆屿、乌星屿锚地，其中青菱屿、园屿为待泊、候潮锚地，乌星屿为危险品船候潮、待泊锚地。瓯江口内现有黄华、七里等临时锚地。温州港及附近海域已公布的锚地总面积约 4700hm^2（包括乐清湾内锚地）。

4.3.1.4 海洋渔业资源

温州海域广阔，岛屿星罗棋布，港湾盘曲，滩涂广阔，潮流畅通，温盐适宜，饵料丰富，适宜鱼、虾、贝、藻繁衍生长，海洋生物种类繁多，海洋渔业资源丰富。温州近海拥有洞头、南麂、北麂、乐清湾四大渔场，素有“浙南渔仓”美誉，其中洞头渔场是浙江省内仅次于舟山渔场的第二大渔场，曾经常年可捕到鱼虾类 300 种，四季渔汛不断，尤以盛产墨鱼、大黄鱼、小黄鱼、带鱼闻名。根据历史调查资料，温州海域有海水鱼类 424 种、虾类 80 种、蟹类 134 种、贝类 425 种、藻类 174 种。

龙湾海域面积近 4 万公顷，区内滩涂面积宽阔，水产资源丰富，洄游性、河口性、近岸性和定居性游泳生物多达两百种，潮间带生物近百种，四季渔获量达百余种。主要养殖品种有文蛤、泥蚶、对虾、锯缘青蟹、缢蛏等，其中灵昆的文蛤驰名中外；天然滩涂水产品有梅蛤、弹涂鱼、鳗鲡、锯缘青蟹等。

4.3.1.5 滨海旅游资源

龙湾区滨海旅游资源丰富，山、海、江、河、湖、沙滩、小岛等一应俱全。龙湾区滨海旅游资源主要由灵昆岛和海岸带两大区块组成，拥有海域面积近 4 万公顷，是龙湾区陆域面积的 1.5 倍，滩涂面积约 1.43 万公顷，大陆海岸线和岛屿海岸线长达 68km。被称为“东海灵螺”的灵昆岛是省级滨海旅游度假区，具有“沙洲绿树，江海一色”的景观特色。岛上气候条件优越，一年四季花香不断，拥有一万亩近海海水养殖面积，草棚湖荡，鲜鱼不绝。“山海龙湾，都市休闲”是龙湾最突出的旅游形象品牌。依靠大海的恩赐，得到群山的馈赠，龙湾资源富足，物广丰富，为中外游人所倾慕，发展滨海旅游业得天独厚，前景广阔。

4.3.1.6 海岛资源

温州市共有海岛 714.5 个，岛陆总面积 175.33 平方公里。分布南北如链、面上呈群、各成体系，不连续地分布在浙南沿海近岸，形成洞头列岛、大北列岛、北麓列岛、南麓列岛和七星岛五个群岛列岛，以及乐清湾诸岛、苍南沿海诸岛两个分不带。

4.3.1.7 海洋能源

温州沿海平均潮差 4.5m，最大潮差达 7.2m，潮汐能蕴藏量丰富。在温州市瓯飞围垦一期工程外侧的开敞式海域目前正在建设温州瓯飞潮汐电站项目，装机容量为 45 万 kW，电站建设完成后年发电量可达 9.27 亿 kWh。温州沿海海岛风能资源非常丰富，具有广阔的开发前景。灵昆岛年有效风速 3～20m/s，时数为 4000～5000h，年有效风能 2000kWh/m^2，有效风能密度为 300W/m^2，可发展中型风力发电机组。洞头列岛年有效风速时数多达 6171h，是我省风能资源开发较早的区域，可形成装机容量在 100MW 以上开发规模的区域。

4.3.2区域海洋资源开发利用现状

4.3.2.1 工程区内海域开发利用现状

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区位于瓯飞工程东堤堤轴线外侧 650m，南侧边线至瓯飞工程 2#隔堤，北侧边线至洞头第二回 35kV 输电电缆南侧 500m 保护线，4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞工程临时主航道。临时锚泊区呈矩形布置，长 12360m，宽 400m，按单艘甲板驳单锚系泊设计，有效锚泊面积为 494.4 万 m^2，现状泥面高程-3.50~-3.80m。连接段航道共有 4 段，总长 16012m，宽 250m，现状泥面高程-3.80~-6.60m。

经现场勘查与调访，工程区未见养殖活动。

4.3.2.2 周边海域开发利用现状

本工程周边海域开发利用现状包括滩涂开发、港口及航道、施工码头、海底管线、排污管道、跨海桥梁、滨海旅游业及温州龙湾海洋公园等，开发利用现状详见图 4.3-1。

图 4.3-1　工程区周边海域开发利用现状图

1、滩涂开发现状

（1）瓯飞一期围垦工程（瓯飞淤涨型高涂围垦工程）

温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划位于温州东部沿海瓯江河口至飞云江河口外海域，规划用海类型主要为围海养殖。2012 年 9 月 11 日，《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》获国家海洋局批复，该批复原则同意规划年限为 2012-2016 年，规划用海面积控制在 8853.7184 公顷以内。

瓯飞一期围垦工程分前后两期实施，北区（即龙湾片）先实施，自 2013 年 7 月 20 日正式开工建设，北区东堤在 2016 年 12 月完成合拢，南区（即瑞安片）尚未开工建设。

①2013 年～2015 年施工情况

瓯飞一期围垦工程于 2013 年 7 月 20 日正式开工，2013 年北堤、东堤等各海堤主要进行碎石抛填、排水板等基础施工；北 1 闸、北 2 闸进行围堰的钢板桩施工，东 1 闸、排涝闸进行围堰的碎石抛填、排水板等基础施工；生产配套区填海包括抛填和吹填，其中吹填区在进行隔堤施工。

2014 年，海堤碎石抛填、排水板施工等基础处理基本完成，开始堤身抛石、闭气土方等施工。北 1 闸和北 2 闸 8 月完成围堰，开始水闸基坑清淤施工，东 1 闸和排涝闸围堰完成，但高程尚未达到设计标高。生产配套区吹填区于 2014 年 11 月隔堤合龙，开始吹泥施工。

2015 年，海堤除继续进行堤身抛石和闭气土方施工外，还进行了护坡和镇压层等施工。北 1 闸等 4 个水闸完成水闸基础处理，开始灌注桩施工。生产配套区于 4 月吹泥结束，开始真空预压软基处理。

②2016 年施工情况

至 2016 年 12 月，北堤主堤和闭气土已全部到位，高程 5.0m；东堤抛石至 5.0～6.5m，闭气土方 2.0～5.5m，主要进行镇压层大块石抛理、灌砌石、格梁浇筑等施工，其中 2#龙口于 12 月 23 日顺利合龙；1#隔堤抛石至 6.2m，闭气土方完成；2#隔堤抛石 5.5m 以上，闭气土方 3.5m，正在进行格梁和灌砌石施工；西河堤抛石至▽5.0m，闭气土方至▽4.0～5.0m；水闸以南灌砌块石护面、1#、2#砼格梁全部完成，水闸以北防浪墙基础完成 300m。北 1#闸闸室、翼墙、岸墙底板完成 21 块，占总数的 91%；北 2#闸闸室、翼墙底板完成 16 块，占总数的 42%；

北 1#闸桥梁墩身和北 2#闸桥梁墩身全部完成，北 2#闸桥盖梁完成一块。东 1 闸水闸整体式底板完成，闸墩浇筑到 11.8m。生产配套区填海已完成，正在进行泥土翻垦、沟渠等施工。

③围区合龙情况

2016 年 12 月 10 日，温州市瓯飞一期围垦工程施工三标 2#龙口安全顺利完成合龙。

2017 年 3 月 18 日，温州市瓯飞一期围垦工程施工Ⅱ标段工程（1#围区）龙口成功合龙。

（2）丁山三期围涂工程

丁山三期围涂工程北接丁山一期和龙湾二期围垦，南攘丁山二期围垦。围涂面积 3.58 万亩，堤线长 7.59km，水闸两座，每座净宽 35m，中隔堤一条，长 3.58km。工程等别为III等，主要建筑物级别为 3 级，海堤、水闸设计挡潮标准为 50 年一遇，允许部分越浪。围区排涝标准为 20 年一遇三日暴雨四天排出。堤身采用土石结构混合堤型，施工期 4 年。投资估算为 9.95 亿元。

丁山三期围涂工程已于 2016 年 6 月 27 日正式进场开工建设其中的北片区块，该区块由东侧海堤、1#施工便道、龙湾二期及丁山一期的南侧堤（已建）、老海塘围合而成，面积约 8700 亩。东侧海堤北接龙湾二期主堤，长约 1637m，目前工程进度为：海堤工程堤身 4.0m 高程以下抛石基本完成，闭气土方填筑 2.5m 高程以下基本完成，3.5m 高程的土方闭气开始填筑，水闸围堰全部完成，龙口宽约 200m，预计 2018 年 4 月合龙。1#施工便道西接老海塘内侧的鲍四路，东至东侧海堤，全长约 3819m，目前工程进度为：3.0m 高程以下抛石全部完成，开始 3.5m 高程以下抛石填筑，闭气土方进行 2.0m 高程填筑。

（3）龙湾二期（瓯飞起步区）围垦工程

温州市龙湾二期（瓯飞起步区）围垦工程位于温州市龙湾区东南侧、瓯江口南侧的瓯飞滩，东临瓯飞围垦区，西接永兴、天城、丁山一期围垦，北接海滨围垦，南连丁山三期围垦，南北长约 15.17km，东西宽约 1.65km，总面积 2297.82 公顷，主要建筑物包括海堤、水闸、河道及配套设施等。该工程外围海堤设计标准为 50 年一遇设计高潮位与同频率风浪组合，允许部分越浪。海堤采用组合式土石混合结构，基础采用塑料排水板法，其中主堤堤顶宽度 5.5m（含挡浪墙），

堤顶高程 7.3m，挡浪墙顶高程 8.3m，于 2012 年初开工建设，2014 年 1 月完成龙口合龙。

龙湾二期围垦区内自北向南依次分为 1#、2#、3#和 4#等 4 个围区，各围区之间通过高涂养殖围区 1#、2#和 3#主干道路（隔堤）相互隔开。目前，4 个围区现状均无养殖活动，1#和 3#围区内正在进行分区块海域使用权出让，出让用途主要为工业与城镇建设用海，2#和 4#围区暂无开发利用活动。

（4）龙湾海滨围垦工程

位于龙湾东部沿海瓯江南口，围垦面积 9860 亩，2007 年开工，2011 年北堤、东堤和南堤合龙，开发用途为农业和养殖。

（5）永兴围垦工程

永兴围垦面积约 1.2 万亩，分南、北片实施，南片于 1997 年开工，2000 年完工；北片于 2002 年开工，2007 年完工。

（6）天城围垦工程

天城围垦围涂面积达 9400 亩，该项目于 2004 年 11 月开工，2008 年成功实施堵口合龙，目前已基本完工。

（7）丁山一期围垦工程

丁山一期围垦面积总计 9140 亩，从 1985 年开始实施，至 1997 年结束，目前，该围垦区已纳入龙湾区行政区。

（8）丁山二期围涂工程

丁山二期围涂面积 10680 万亩，概算投资 3.1 亿元，于 2007 年 6 月开工，2009 年 12 月合龙，2013 年 5 月堤坝竣工验收。2014 年主要进行围区内的土石方回填，填料来自凤凰山东侧的上干山料场，通过船只运至围涂区。

（9）温州浅滩一期围涂工程

位于本填海工程的东北侧，灵昆岛的东侧，与龙湾二期围垦隔海相望。围涂工程主要建设南堤、北堤与东围堤。2003 年 4 月开工建设，一期围涂北侧灵霓海堤于 2006 年 5 月建成；南堤及东围堤于 2005 年开工建设，现已合龙。围区开发利用方向为城市建设、工业、港口、旅游等。2015~2016 年围区内主要进行吹填软基处理和道路抛填施工，目前已全部完工。

（10）温州浅滩二期围涂工程

温州浅滩二期围涂工程西起浅滩一期东堤，东接洞头霓屿岛与小霓屿岛，北至灵霓北堤，南至浅滩二期南促淤堤。其中，灵霓北堤 2006 年 4 月建成通车，南促淤堤于 2010 年 6 月开工，2013 年 10 月完成小断面促淤堤工程，高程 0.2m，2013 年 5 月 18 日在小断面促淤堤内侧开始大断面促淤堤工程施工，2016 年完工，设计高程 1 m。

为推进浅滩二期开发建设，温州市瓯江口开发建设投资集团有限公司于 2013 年 10 月开展温州浅滩二期西区促淤堤工程与涂面整理工程，以加快浅滩二期围涂区淤涨。涂面整理区由浅滩一期东堤、浅滩二期西促淤堤、灵霓北堤、浅滩二期南促淤堤形成半封闭促淤区，促淤面积 25.5 km^2。其中，浅滩二期西促淤堤工程于 2013 年 10 月开工，设计高程 0.2m，2014 年 3 月、5 月主要进行砂被、排水板、通长袋等施工；8 月、10 月进行堤身抛石施工，12 月完工。涂面整理工程主要是通过吹填将促淤区内涂面标高提高到 0.0～+2.5 m，吹填量约 1.3 亿 m^3，工程于 2013 年 10 月开始，至 2014 年底尚在吹填中，吹填料来自瓯江蓝田进港航道疏浚物，采用绞吸式挖泥船直接吹填至围区。温州浅滩二期围涂工程规划围涂面积约 9.6 万亩。

工程区周边现已开发的滩涂围垦及促淤工程情况汇总如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1　工程区周边滩涂围垦及促淤工程建设情况汇总表

序号	工程名称	位置	建设情况
1	瓯飞一期围垦工程（瓯飞淤涨型高涂围垦工程）	工程区西面	一期工程（即龙湾片）的东海大堤已合龙，堤身高程达到 6.0m；瑞安片则尚未开工实施。
2	丁山三期围涂工程	工程区西南面	2016 年 6 月开工建设东堤北段（约 1.6km）和 1#施工道路（约 3.8km）。
3	龙湾二期围垦工程	工程区西面	2012 年 3 月开工，2014 年完成隔堤、南堤和东堤施工，并开始吹填。
4	海滨围垦工程	工程区西北面	2008 年 10 月开工，2011 年 12 月合龙，农业用海填海为土方回填，2013 年 12 月完工。
5	永兴围垦工程	工程区西北面	南片于 1997 年开工，2000 年完工； 北片于 2002 年开工，2007 年完工。
6	天城围垦工程	工程区西面	2004 年 11 月开工，2008 年成功实施堵口合龙。
7	丁山一期围垦工程	工程区西面	1985 年开始实施，至 1997 年结束。
8	丁山二期围涂工程	工程区西南面	2007 年 6 月开工，2009 年 12 月合龙，2013 年 5 月堤坝竣工验收。2010 年 10 月开始土石方回填，2015 年围区内主要进行道路和河道施工。
9	浅滩一期围涂工程	工程区北面	2015~2016 年围区内主要进行吹填软基处理和道路抛填施工，目前已全部完工。
10	浅滩二期南促淤堤工程	工程区北面	2010 年 6 月开工，2016 年完工，堤顶高程 1.0m。
11	浅滩二期西促淤堤工程	工程区北面	2013 年 10 月开工，2014 年 12 月完工，堤顶高程 0.2m。
12	浅滩二期涂面整理工程	工程区北面	2013 年 10 月开工，2016 年 9 月完工。

2、港口

瓯江港区主要包括龙湾作业区、灵昆作业区、蓝田作业区。

龙湾作业区：是目前温州港唯一水铁联运港区，有万吨级杂货码头 3 座和通用码头 1 座，另外还有 1 座 7500 吨级的滚装码头。港口功能是内贸集装箱及其他散货转运。

灵昆作业区：现有 1000 吨级煤炭码头 1 座及 500 吨级客货运码头 1 座，规划建设 5000～10000 吨级通用散杂、多用途码头及内贸集装箱码头。

蓝田作业区：位于瓯江南口蓝田浦附近，该作业区共有 4 座 300 吨级码头，自东向西分别为水产码头、帆顺码头、海滨码头和黄石码头，主要经营煤炭、渔业和杂货。

3、航道

（1）瓯江南口进港航道

瓯江南口进港航道从瓯江南口的蓝田浦开始，沿温州浅滩南堤南侧至洞头列岛，进出航道船只大多以货轮和油轮为主，为习惯航线，该航道长 19.1km，最小水深只有 0m，该航道原有 3000～5000 吨级船舶乘高潮通航，但随着瓯江南口大桥的开工建设，300 吨级以上船舶无法通过瓯江南口大桥。2012 年开始实施的该航道维护工程从甬台温高速复线跨海大桥中心线以东 1.5km 处开始，至小霓屿以南 2.5km，理论水深 5.2m 附近结束，维护航道总长 14.7km，宽 300m，航道边线沿温州浅滩轴线方向，在霓屿南堤南侧 1209m 以外，在浅滩一期南堤南侧 851m 以外。在航道 K0+000～K2+000 处设置船舶调头区，调头区呈梯形布置，宽 300m，长 2000m，边坡 1：10。航道设计水深为理论 5.8m。根据该水域航道水深测量图显示，航道区水深在理论 5.2m～理论-3.0m。

（2）瓯飞一期围垦工程施工临时主航道

瓯飞一期围垦工程填筑石料取自洞头区霓屿街道山岗背山石料矿与瑞安市北龙乡凤凰头村石料矿，其中山岗背山料场临时航道起自霓屿岛南岸临时码头，向东南方向前行接蓝田进港航道，北路驶抵瓯飞北堤施工现场，南路沿瓯飞东堤以东取土区外侧新辟航道驶抵东堤龙湾段现场。

3、瓯飞一期围垦工程施工码头

因围垦区内回填及围堤施工需要，沿瓯飞一期围垦工程东堤布置有 4 座施工码头，由北向南分别称之为 1#～4#东堤施工码头，施工码头回旋水域连通本工程临时锚泊区，每座施工码头至临时锚泊区和瓯飞工程临时主航道间对应布置 4 条连接段航道，同样由北向南分别称之为 1#～4#连接段航道。上述施工码头主要为瓯飞一期围垦工程、瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）、内部隔堤、围垦区内场地回填等施工期间大量甲板驳（2000~3000 吨级）、泥驳（1500 吨级）、吹砂船等施工船舶提供靠离泊场所。

4、海底管线

（1）洞头第二回 35KV 海底输电电缆管线

洞头第二回 35KV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）起自霓屿乡田岙（27°51′22″N，121°01′11″E）至永兴南片围垦区外侧标准堤塘（27°52′01″N，121°51′56″E）登录陆，海底管线总长 14.8km，为温州输往洞头的 35KV 海底输

电电缆，于 1999 年 11 月埋设，埋深 2m。因与瓯飞一期工程交叉，2014 年与瓯飞一期工程签订了迁建合同。2015 年 6 月温州市电力局将电缆线架高处理。

（2）海滨至灵昆有线电视电缆

海滨至灵昆有线电视电缆从海滨镇蓝田小陡（27°56′37″N，120°51′20″E）至灵昆镇海思（27°56′31″N，120°52′09″E）， 由龙湾广播电视局于 1994 年 9 月埋设，全长 2.55km。

（3）温州 110 千伏起步输变电工程

温州 110 千伏起步输变电工程用海位置位于跨瓯江南口灵昆大桥(即 77 省道延伸线）上游约 100m 处，以双回路铁塔形式平行灵昆桥跨越瓯江南口，铁塔设置与灵昆大桥桥墩对齐，工程总用海面积 7.7951 公顷。

（4）丽水 36-1 海底管线

丽水 36-1 海底管线分为长输管线（平台至霓屿终端）和站外管线（霓屿终端至龙湾登陆点），其中站外管线长 29km。2012 年 6 月开工，2013 年 6 月完工，管道通过预挖沟埋设，埋设深度 2m。

5、排污管道

温州市东片污水处理厂海底排污管道起于龙湾区海滨街道蓝田村，穿过瓯江南口，在灵昆大桥东端偏东南方位登岛，经管道连接至灵昆西北岸的排污口排海，全长 2.9km，已开始施工。

6、跨海桥梁

（1）温州市瓯江南口大桥

温州市瓯江南口大桥南起龙湾区海滨街道城东水闸西侧 700m 处，北至灵昆街道新塘陡闸西侧 60m 处，主线长度 2.75km，桥面宽 36.5m，双向六车道，设计时速 80km。

（2）温州市域铁路 S1 线一期项目瓯江南口特大桥

温州市域铁路 S1 线一期项目瓯江南口特大桥上游毗邻温州市瓯江南口大桥，南起海滨街道小陡村，北抵灵昆街道海思村，桥梁长度 3.37km。

（2）甬台温高速公路复线温州瓯江南汊大桥

甬台温高速公路复线温州瓯江南汊大桥长 4300m，在瓯江南汊北侧跨越温州半岛浅滩一期围垦工程，在瓯江南侧跨越温州龙湾区海滨围垦工程至龙湾区永兴北片围垦。

7、滨海旅游

在瓯江口以南滨海地区，利用滨海堤塘优势，一条以“观海潮，看海景，吃海鲜”为主的海堤休闲风景线建设正处在起步阶段，包括东海海滨、永兴、海城三街道和沙城、天河两镇等沿海一带。

8、温州龙湾海洋公园

温州龙湾海洋公园位于温州市瓯江南口树排沙及周边海域，面积约 200 公顷，为温州市首个市级海洋特别保护区。该海洋公园位于本填海工程以北约 10.0km 处，为瓯江口携带入海的泥沙淤积而成，水深 0～3m，低潮时大片裸露成为沙洲，沙洲上生长有茂盛的滩涂植物，也是湿地水鸟的栖息地和迁徙地。经海洋生态方面专家初步考察，树排沙是一典型的河口低潮高地，具有较高的海洋生态研究价值。

2012 年，龙湾树排沙海洋公园特别保护区启动申报之初，该区就开始在此区域种植红树林。经过两年多的实验种植，秋茄、桐花树及红树林等种植面积达 900 多亩且长势喜人，周边的海域环境明显好转，大型底栖生物和越冬候鸟数量也明显增加。

现已建成的温州龙湾海洋公园，是温州市城区范围内唯一的海洋生态公园，而随着列入市级海洋特别保护区范围，所在区域内将禁止任何单位和个人破坏规定的各类海洋生态系统，严禁在保护区 2km 范围内，建设有污染性的开发项目等。

按照发展规划，温州龙湾海洋公园将以保护为主，兼顾科普、适度旅游定位，在保护区外增加旅游观光栈道等。同时，加强系统监测，积极开展持续性课题研究生物多样性变迁、小气候变化等科目，为保护海洋生态环境提供科学依据。

5 环境质量现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状调查与评价[3,4]

5.1.1调查概况

5.1.1.1 测站布设

2016 年夏季：3 个临时潮位站，分别为龙湾站、瑞安站和铜盘山站；7 个测流站位，分别为 L1~L7，其中，L1 站代表瓯江南支，L3 站代表瓯飞一期围垦工程东堤前沿，L7 站代表飞云江口，L4 代表瓯飞一期围垦工程东侧海域，具体潮位及海流观测站位位置详见表 5.1-1 和图 5.1-1。

2018 年春季：3 个长期潮位站，分别为瓯江口站、洞头站和北麂站；7 个测流站位，分别为 L1~L7（同 2016 年夏季），具体潮位及海流观测站位位置详见表 5.1-1 和图 5.1-2。

表 5.1-1 海洋水文动力测流站位一览表

站号	北纬	东经	平均水深	水深
			2016 年夏季	2018 年春季
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				
L6				
L7				

图 5.1-1　2016 年夏季海洋水文动力测验站位分布示意图

图 5.1-2　2018 年春季海洋水文动力测验站位分布示意图

5.1.1.2 测验时间

2016 年夏季和 2018 年春季具体水文测验时间见表 5.1-2。

表 5.1-2 海洋水文测验时间一览表

调查时间	测验内容	水文测验时间	备注
2016 年夏季	大潮期间水动力和泥沙		共 27 个时次
	小潮期间水动力和泥沙		共 27 个时次
	龙湾站、瑞安站和铜盘山站潮位		共 31 天
2018 年春季	大潮期间水动力和泥沙		共 27 个时次
	小潮期间水动力和泥沙		共 27 个时次
	瓯江口、洞头、北麂站潮位		共 31 天

5.1.1.3 观测层次

水深小于 5m 按三点法观测，即表、0.6H（H 为整点时刻实测水深）、底层；水深不小于 5m 按六点法观测，即表、0.2H（H 为整点时刻实测水深）、0.4H、0.6H、0.8H 和底层。

5.1.1.4 观测项目

水位、水深、海流（流速、流向）、含沙量，并进行风速风向辅助观测。

5.1.2夏季航次调查结果与评价

2016年夏季航次，调查单位将本次监测划分为4个区域，即瓯江口南支（L1）、瓯飞一期工程东堤前沿（L3）、飞云江口（L7）及瓯飞一期工程东侧海域（L4）进行分析。

5.1.2.1 实测潮流分析

1、实测流速、流向

2016年大潮观测期间，涨、落潮平均流速最大值均出现在河口区，其次为瓯飞一期工程东侧（L4站），再次为东堤前沿（L3站）。涨潮时段平均流速最大值为59cm/s，对应流向320°，位于飞云江口（L7站）表层；落潮时段平均流速最大值为60cm/s，对应流向137°，亦处于飞云江口（L7站）表层。

2016年大潮监测期间，涨落潮最大流速为河口区大于瓯飞一期工程东侧（L4

站），东堤前沿（L3站）最小。涨潮时段最大流速最值为133cm/s，对应流向345°，处于瓯江口（L1站）中层；落潮时段最大流速最值为152cm/s，对应流向142°，处于飞云江口（L7站）表层。详见表5.1-3。

表 5.1-3　2016 年夏季大潮期间实测最大流速、平均流速统计表

站位	层次	涨潮平均		落潮平均		涨潮最大		落潮最大	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
瓯江口（L1 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯飞一期工程东堤前沿（L3 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯飞一期工程东侧（L4 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
飞云江口（L7 站）	表层								
	0.6H								
	底层								

2016 年小潮监测期间，涨、落潮平均流速最大值均出现在河口区，其次为瓯飞一期工程东侧（L4 站），再次为瓯飞一期工程东堤前沿（L3 站）。涨潮时段平均流速最大值为 56cm/s，对应流向 321°，位于飞云江口（L7 站）表层；落潮时段平均流速最大值为 75cm/s，对应流向 130°，亦处于飞云江口（L7 站）表层。

2016 年小潮监测期间，涨落潮最大流速最值为飞云江口区大于瓯江口区，瓯江口区大于瓯飞一期工程东侧（L4 站），瓯飞一期工程东堤前沿（L3 站）最小。涨潮时段最大流速最值为 110cm/s，对应流向 318°，处于飞云江口（L7 站）表层；落潮时段最大流速最值为 137cm/s，对应流向 139°，亦处于飞云江口（L7 站）表层。详见表 5.1-4。

表 5.1-4　2016 年夏季小潮期间实测最大流速、平均流速统计表

站位	层次	涨潮平均		落潮平均		涨潮最大		落潮最大	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
瓯江南支（L1 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯飞一期工程东堤前沿（L3 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯飞一期工程东侧（L4 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
飞云江口（L7 站）	表层								
	0.6H								
	底层								

2、潮流性质

大、小潮期间表层、中层及底层流变化如图 5.1-3 和图 5.1-4 所示，图中流矢量长度比例于流速的大小，箭头方向表示流向。如果将矢量终端连接起来，构成一个近似椭圆形状。结合各测站逐时流速、流向过程矢量图，可以看出如下特点：

（1）大、小潮期间，靠近河口的测站（L1、L7），海流主要呈现往复流特征，沿着外海向河口方向，往复流特征越来越显著。

以大小潮期间 L1 站为例（图 5.1-5、图 5.1-6），大潮期间，L1 站主流向基本在 NW 和 SSE 两个方向变化，涨落潮转流在 1 小时左右完成，而流速曲线有 4 个流速峰值时段，其中 2 个出现在涨潮时段（流向在 330°附近），2 个出现在落潮时段（流向在 145°左右），显示典型的往复流特征。小潮期间，L1 站总体涨落潮流速明显小于大潮，流向及转流时间变化与大潮期间基本一致。

（2）L3 站为东堤前沿区，大小潮监测期间堤坝已完全露出水面，与 2015 年相比其旋转流特征已较弱，流向范围主要为 SSW-NW。

（3）受径流影响弱的测站（L4 站），具有旋转流特征（图 5.1-5、图 5.1-6），转流时间较长。

（4）具有典型往复流性质的各站流速流向变化较快，而具有旋转流的各站，流速、流向变化较缓慢。

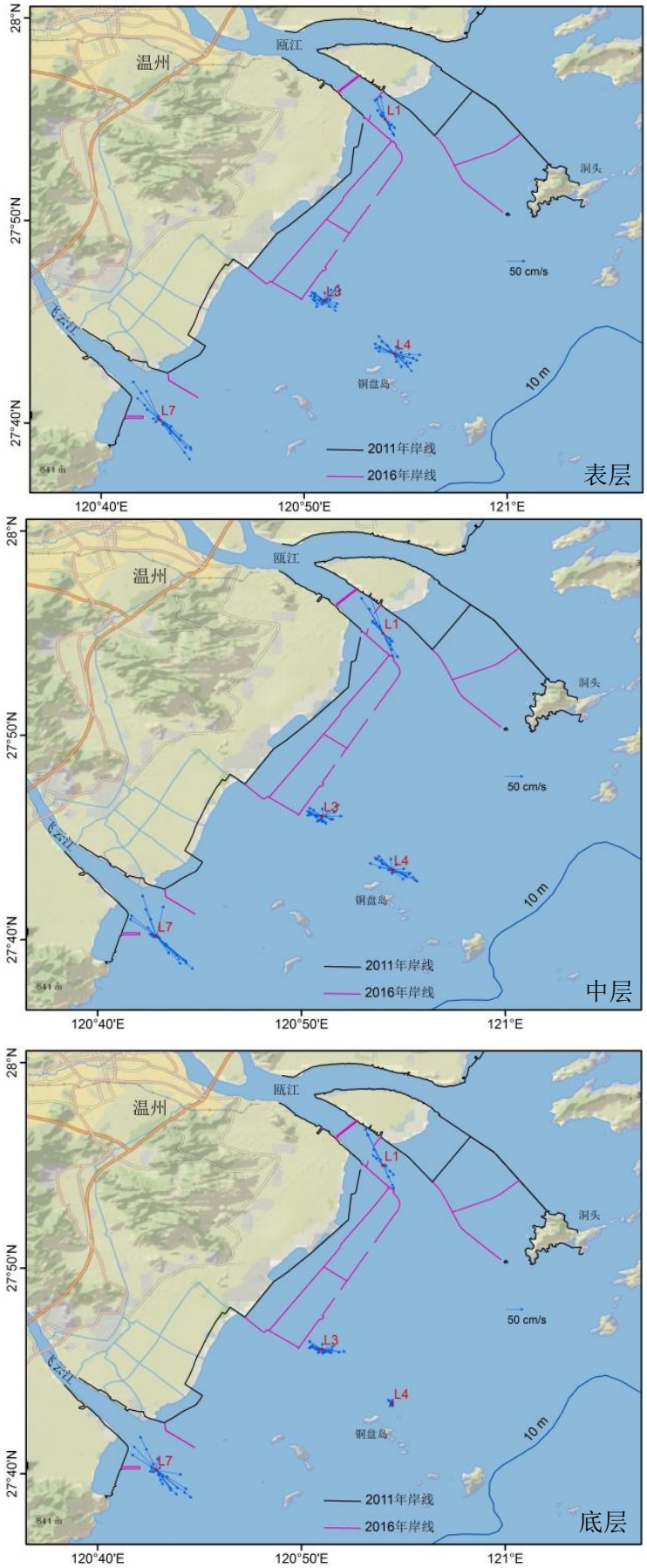


图 5.1-3　2016 年夏季航次监测区域大潮表层、中层及底层流矢图

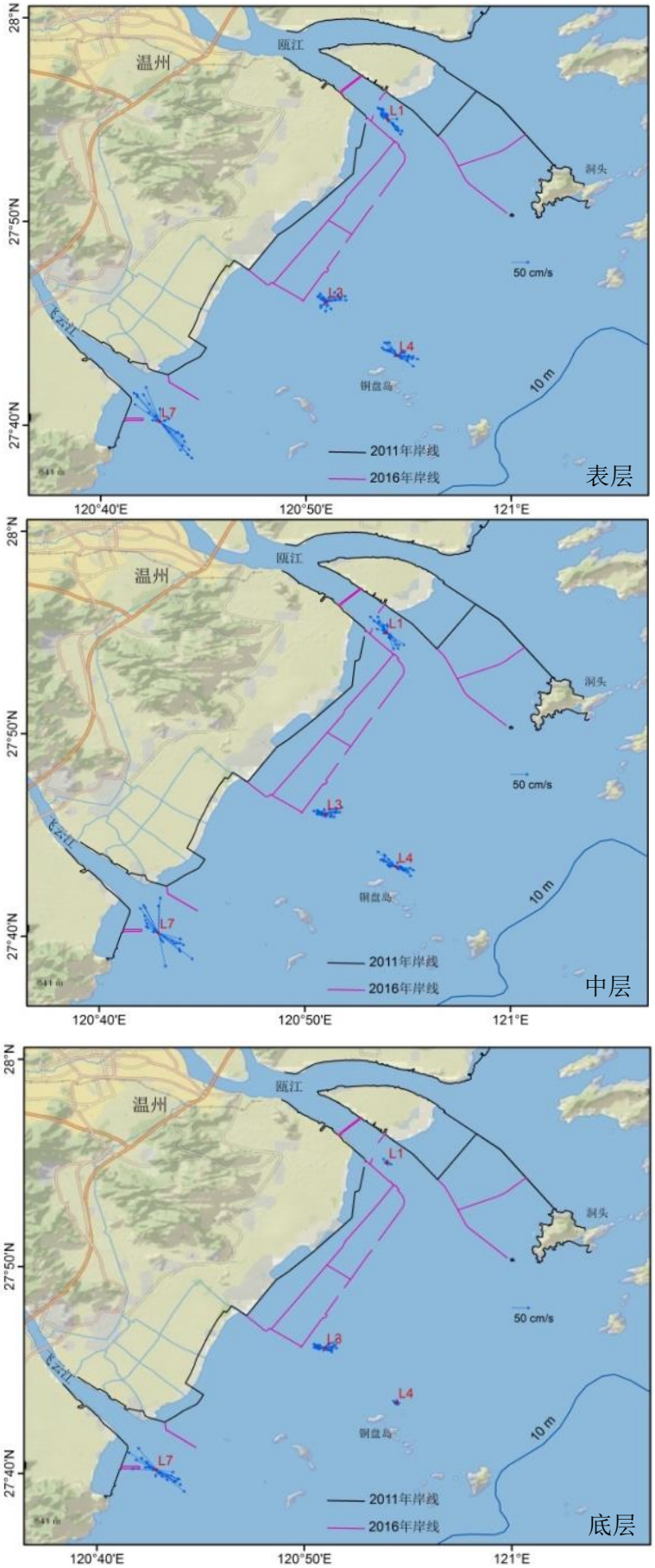


图 5.1-4　2016 年夏季航次监测区域小潮表层、中层及底层流矢图

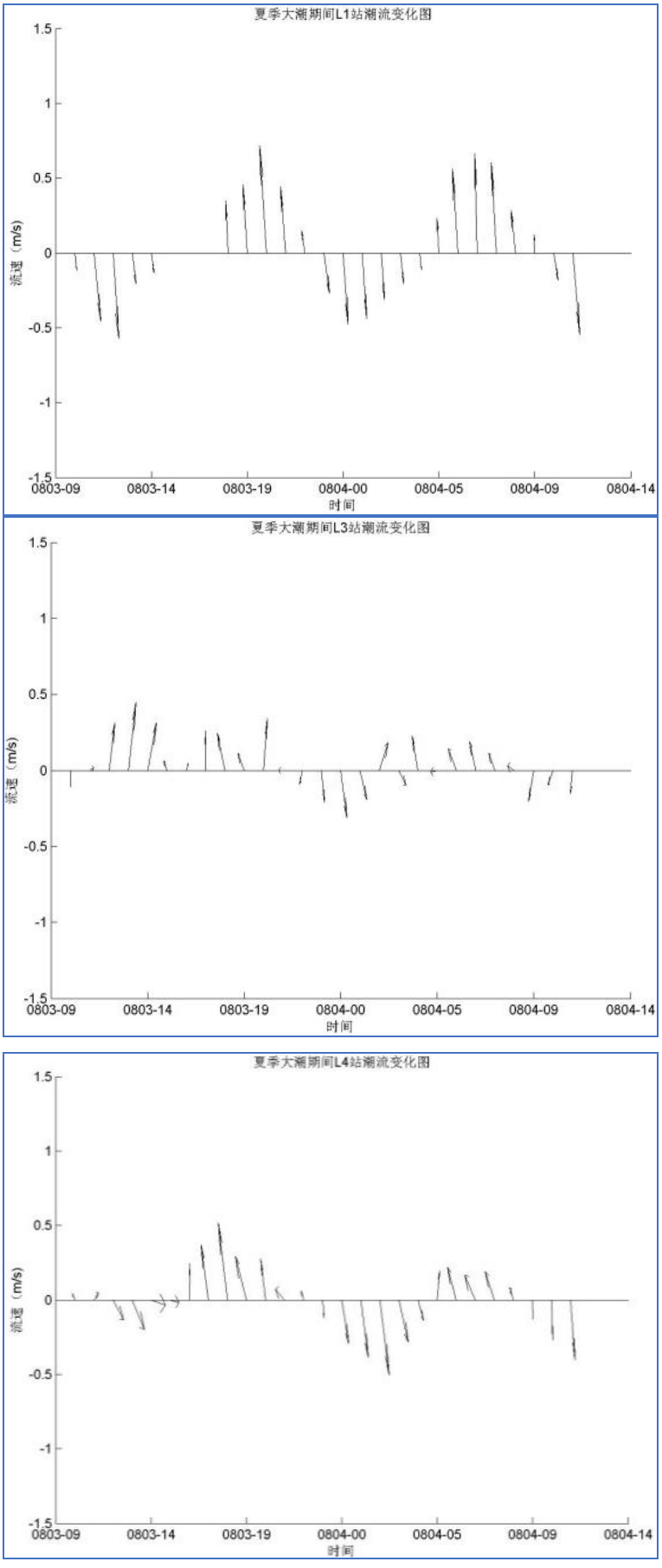


图 5.1-5　夏季航次大潮期间流速、流向变化图

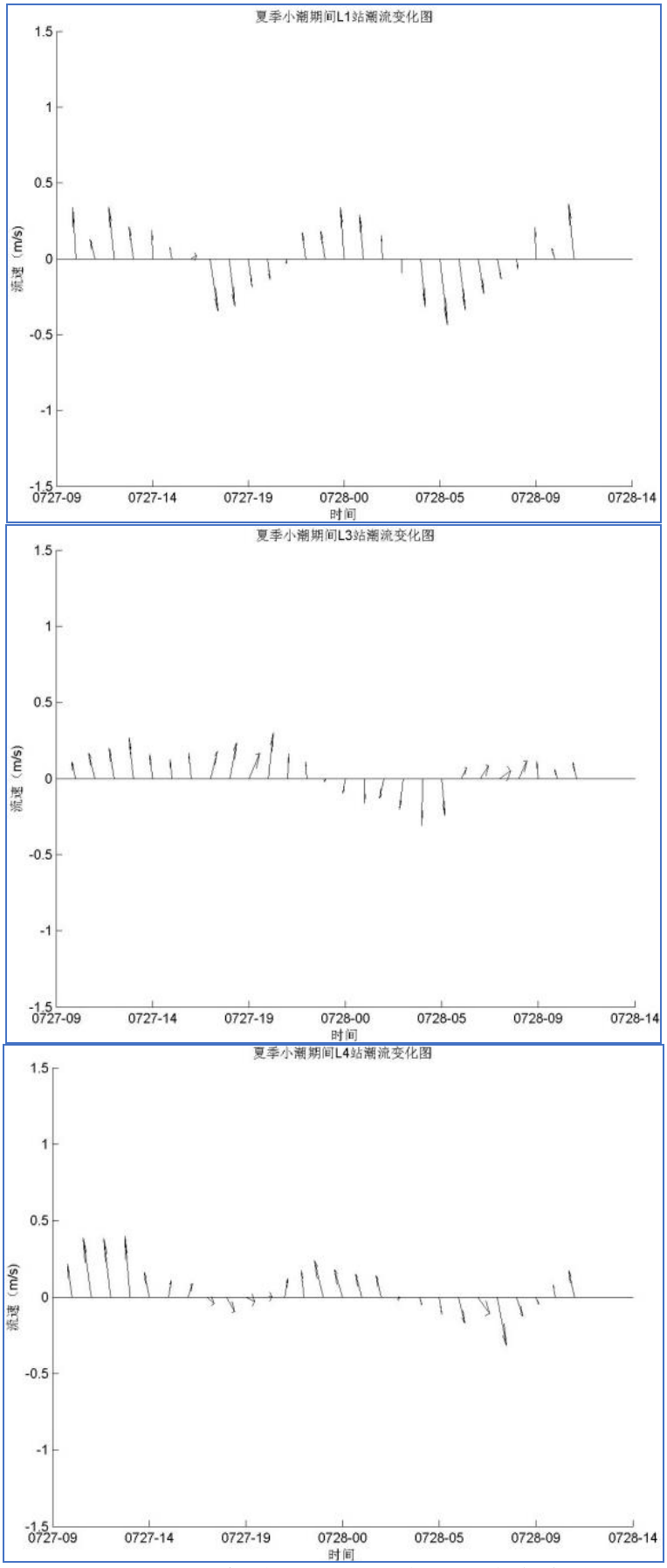


图 5.1-6　夏季航次小潮期间流速、流向变化图

3、潮流类型

根据瓯江南支（L1）、东堤前沿（L3）、瓯飞一期工程东侧（L4）及飞云江口（L7）的实测海流资料进行处理计算，分析出各测站的潮流调和常数、潮流椭圆要素、余流矢量，以判断瓯飞海域的潮流类型。对 4 个测站海流资料进行准调和分析，获得 O_1、K_1、M_2、S_2、M_4 和 MS_4 分潮的准调和常数。各测站 M_2、S_2和M_4、MS_4在6个准调和分潮流中占主导成分，其中尤以M_2分潮为主，其次是 S_2 分潮。潮流型判别系数 K 值如下式所示：

$\frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} \leqslant 0.5$　　正规半日潮流类型

$0.5 < \frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} \leqslant 2.0$　　不正规半日潮流类型

$0.5 < \frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} \leqslant 4.0$　　不正规日潮流类型

$\frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} > 4.0$　　正规日潮流类型

式中$W_{K_1}, W_{O_1}, W_{M_2}$分别代表$K_1, O_1, M_2$三个分潮的最大流速。

大潮期间，潮流判别系数 K 除 L1 中层、底层及 L4 站底层外，其余均小于等于 0.5；小潮期间，除 L1 站中底层、L4 站底层及 L3 表层外，其余均小于等于 0.5。鉴于底层潮流流速偏小，受水下地形影响较大，判断潮型时不考虑底层。小潮时，潮流动力较弱、潮位较低，加之受北堤及东堤工程影响，导致 L1、L3 站 k 值较大，远离瓯飞一期工程的 L7 站 k 值均小于 0.5。判别系数见表 5.1-5。

综合判断本区域潮流属正规半日潮流。

表 5.1-5　分析区域潮流类型判别系数一览表

代表站	层次	K 值	
		大潮	小潮
L1	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L3	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L4	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L7	表层		
	0.6H 层		
	底层		

潮流的运动形式取决于主要分潮流的椭圆率 K 值。监测区域由于水深较浅，海底摩擦影响较大，导致|K|值整体较小。大、小潮期间表、中层 M_2 分潮流的|K|值均在 0.0～0.3 之间，呈现了良好的往复流特征；大潮时 L4 站底层 M_2 分潮流的|K|值大于 0.3，其呈现一定的旋转流特征，见表 5.1-6。

表 5.1-6　分析区域 M_2 分潮流|K|值统计表

代表站位	大潮			小潮		
	表层	0.6H 层	底层	表层	0.6H 层	底层
L1						
L3						
L4						
L7						

4、余流

对监测站位海流数据进行调和常数分析，提取出余流流速、流向。大潮期间，飞云江口表层余流流速最大（15cm/s），表层余流流速呈瓯江南支与瓯飞一期工程东侧相当（3cm/s），飞云江口＞东堤前沿＞瓯飞一期工程东侧；中层瓯江南支余流最大（53cm/s），飞云江口次之（13cm/s），东堤前沿与瓯飞一期工程东侧基本相当（5cm/s）；底层飞云江口余流最大（16cm/s），瓯江南支次之（8cm/s），东堤前沿与瓯飞一期工程东侧基本相当（2cm/s）。小潮期间，最大余流为飞云江口表层（13cm/s），其次为飞云江口中层（12cm/s），其余均小于10cm/s，整体余流流速呈飞云江口＞东堤前沿＞瓯飞一期工程东侧＞瓯江南支。分析区域余流特征统计见表 5.1-7。

表 5.1-7　分析区域余流特征统计表（单位：流速 cm/s,流向°）

分析区域	代表站位	特征值	小潮			大潮		
			表层	0.6H 层	底层	表层	0.6H 层	底层
瓯江南支	L1	流速						
		流向						
东堤前沿	L3	流速						
		流向						
瓯飞一期工程东侧	L4	流速						
		流向						
飞云江口	L7	流速						
		流向						

瓯江口南支（L1 站）小潮期间余流流向为 NNE~SSE 向，大潮期间流向较为集中为偏 SE 向；东堤前沿（L3 站），小潮期间为 NNW~NE 向，大潮期间流向为偏 W~NNW 向；瓯飞一期工程东侧（L4 站），小潮期间流向较发散，为 NNE~NNW 向，大潮期间为 WNW~E 向；飞云江口（L7 站），大、小潮期间余流流向较集中，均为 E~SE 向。分析区域大、小潮期间余流变化见图 5.1-7。

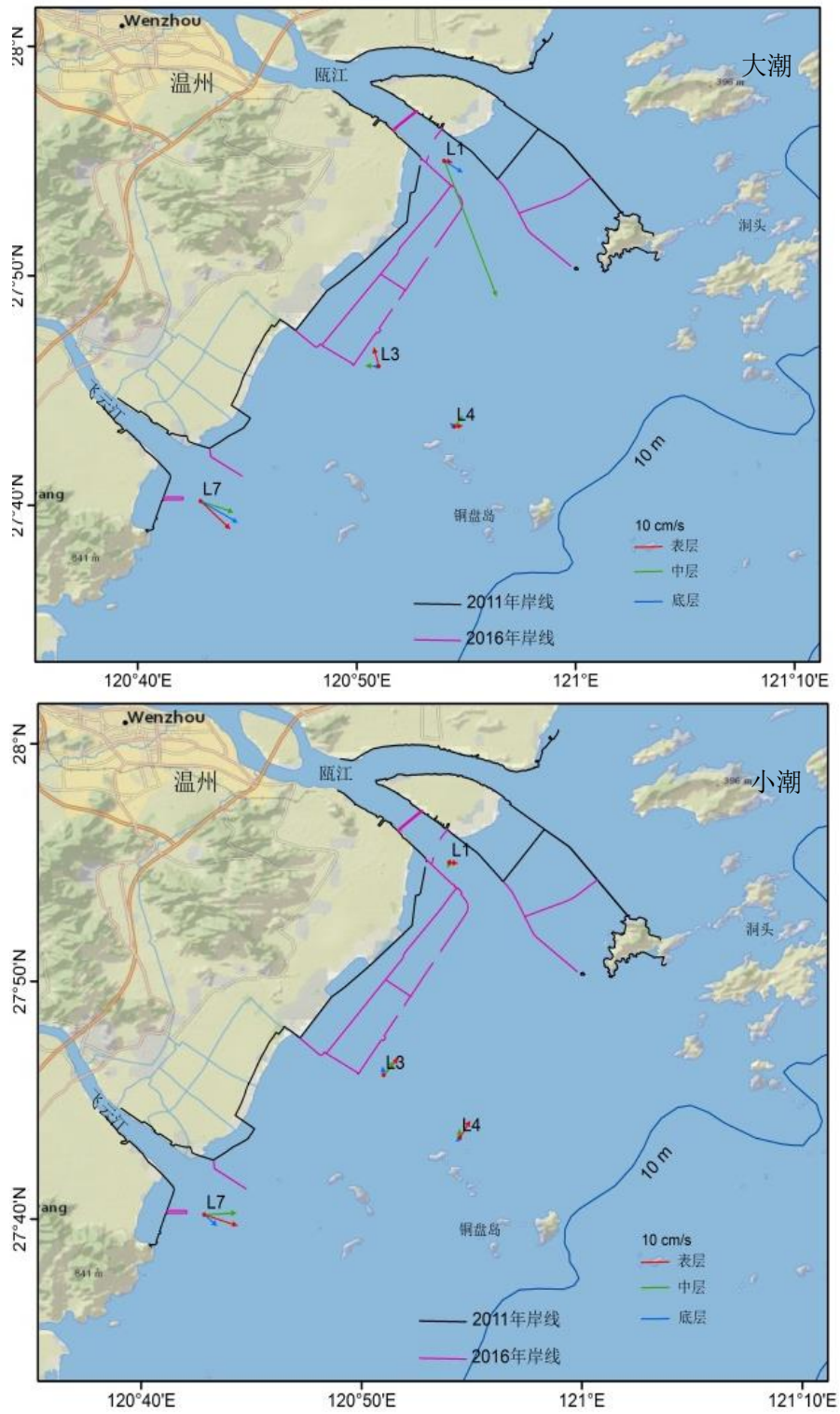


图 5.1-7　分析区域大、小潮期间余流变化示意图

5.1.2.2　潮汐、潮位

1、潮位观测结果分析

通过分析 2016 年夏季监测期间龙湾、铜盘山岛、瑞安三个验潮站的潮位观测资料，统计得出不同区域的潮位特征值，见表 5.1-8。

表 5.1-8　代表站潮位特征值统计表（国家 85 高程）

特征要素 \ 分析区域		龙湾	铜盘山岛	瑞安
潮位（cm）	最高潮位			
	平均高潮位			
	最低潮位			
	平均低潮位			
	平均潮位			
潮差（cm）	最大潮差			
	最小潮差			
	平均潮差			
涨落潮历时(h:min)	涨潮历时			
	落潮历时			

2、潮汐特征分析

根据 2016 年夏季监测结果，飞云江口瑞安站平均潮位(40cm)高于外部海域铜盘山岛(34cm)，瓯江口龙湾站平均潮位最小（20cm）。

潮差方面，处于河口区平均潮差大于外部海域，飞云江口瑞安站平均潮差（463cm）与瓯江口龙湾站（466cm）基本相当，外部海域铜盘山岛（429cm）平均潮差最小。

涨落潮历时方面，河口区涨落潮历时相差明显大于外部海域，飞云江口瑞安站落潮历时大于涨潮历时 2h16min，瓯江口龙湾站落潮历时大于涨潮历 55min，靠近外部海域的铜盘山岛涨落潮历时基本相当。

3、准调和分析

对验潮站监测期间潮位数据进行准调和分析表明：各站以M_2、S_2、O_1、K_1、M_4、MS_4分潮为主，其中M_2分潮占据绝对优势，其次是S_2分潮。龙湾测站和铜盘岛测站潮性系数分别为0.24和0.27，属于正规半日潮类型。见表5.1-9。

表 5.1-9　分析区域潮汐性质判别系数统计表

站位	潮性系数 $\frac{H_{K_1}+H_{O_1}}{H_{M_2}}$	浅水系数 $\frac{H_{M_4}}{H_{M_2}}$
龙　湾		
铜盘岛		

5.1.2.3　潮流、潮位特征小结

1、海流

2016年夏季监测区域潮流为浅海半日潮流。河口区潮差由河口向外海递减，

平均潮位递增，涨、落潮历时不等，而瓯飞一期工程东侧海域涨、落潮历时相同。监测海域主要呈现往复流，瓯江南支、瓯飞一期工程东侧及飞云江口涨潮时段主流向为偏NW向，落潮时段为偏SE向；瓯飞一期工程东堤前沿，涨潮时段主流向为偏W向，落潮时段为偏E向。大、小潮期间涨、落潮时段最大流速均发生飞云江口，涨潮时段最大为133cm/s，落潮时段最大为152cm/s。

2、潮位

潮位、潮差由河口向外海呈递减趋势；涨落潮历时方面，龙湾站涨潮历时明显小于落潮历时，铜盘山海域涨落潮历时十分接近；监测海域潮汐属于正规半日潮类型。

5.1.2.4 泥沙

为研究瓯飞一期围垦工程对海域悬沙浓度特征变化的影响，分析研究了工程前（2011年）、工程中（2014年）和工程后（2016年）悬沙浓度特征对瓯飞一期围垦工程的响应。为了分析方便，调查单位采用海流动力分区分析时所采用的4个区域，瓯江南支、东堤前沿，飞云江口以及瓯飞一期工程东侧。

为分析含沙量的时空变化，与海流分区类似，选取瓯江南支L1、瓯飞一期工程东侧L4，飞云江口L7，东堤前沿L3作为分析区域，其中L4站远离围区将其作为对比监测站位，特征量选取平均含沙量和最大含沙量。

1、瓯飞一期工程东侧L4站泥沙累积变化

与2011年相比，2014年瓯飞一期工程东侧海域大潮时平均含沙量均增大，其中涨潮时底层增幅最大，为0.1364g/L；小潮时平均含沙量均减小，其中涨潮时0.6H层减幅最大，为0.0353g/L；2016年大潮时除0.6H层外，表层和底层平均含沙量均增大，落潮时底层增幅最大，为0.0365g/L；小潮时平均含沙量均减小，涨潮时表层减幅最大，为0.0485g/L。

而对于最大含沙量而言，与2011年相比，2014年瓯飞一期工程东侧海域大潮时最大含沙量均增大，其中涨潮时底层增幅最大，为0.3120g/L；小潮时最大含沙量均减小，其中涨潮时表层减幅最大，为0.1410g/L；2016年大潮时除0.6H层外，表层和底层平均含沙量均增大，落潮时底层增幅最大，为0.1260g/L；小潮时除0.6H层落潮时平均含沙量均减小，涨潮时表层减幅最大，为0.161g/L。

总体上，工程后的2016年变化与工程中的2014年变化类似，和工程前的2011年相比，都是大潮时平均含沙量略增大（不显著），小潮时平均含沙量减小，尤

其是表层含沙量下降约80%，最大含沙量变化特征类似。出现这种现象的主要原因可能是，该站位距离瓯飞一期工程区域较远，受瓯飞一期工程施工影响不显著，同时该站位主要为海域来沙，夏季受偏南风影响，浙闽沿岸流和台湾暖流响应该区域，它具有水色清、含沙量低的特点，导致该站位的泥沙的背景值比较小。

2、瓯江南支L1站泥沙累积变化

与工程前的2011年相比，2014年瓯江南支大潮时平均含沙量均增大，其中涨潮时底层增幅达100%，为1.0554g/L；小潮时平均含沙量除表层落潮增大外其余都减小，减幅最大为0.2377g/L，发生在小潮底层落潮时。2016年瓯江南支平均含沙量大潮和小潮均增大，表层增大大潮增大约28%，小潮达100%。

总的来说，工程后的2016年变化与工程中2014年变化类似，与工程前的2011年相比，都是大、小潮时平均含沙量均增大，小潮增大的幅度大于大潮。导致悬沙浓度增大的原因，可能是该站位为瓯江口口门区，瓯飞一期围垦工程实施后，瓯江南支口门束窄，在外海潮流动力不变的情况下，涨潮动力增强，尤其是大潮期间涨潮流增幅达50%（2014年和2016年类似），水流的挟沙力增加，加上水深较浅，潮流引起底沙的再悬浮，增加水体的悬沙浓度，虽落潮动力有所减弱，但由于悬浮泥沙粒径较细，仍能维持相对高的含沙量。

3、东堤前沿L3站泥沙累积变化

与2011年相比，2014年平均含沙量大小潮时均表现出涨潮减小，落潮增大的特征。2016年平均含沙量大潮时涨潮减小，小潮时均增大。最大含沙量变化趋势与平均含沙量类似。

而将2016年与2014年相比，平均含沙量小潮时均增大，最大增幅发生在小潮底层涨潮时，为0.1101g/L。大潮时，表层涨落潮均减小，底层涨潮减小，落潮增加。最大含沙量变化趋势与平均含沙量类似。

总的来说，与工程前的2011年相比，工程后海域平均含沙量涨潮时减小，落潮时增加。大潮悬沙浓度变化不显著，小潮增幅明显（50%），可能与小潮海流增大有关（见海流部分），但由于该站位悬沙浓度整体较低，相对值仅0.049g/l。所以整体上工程前沿悬沙并没有显著增大，瓯飞一期工程实施的影响不显著。

4、飞云江口L7站泥沙累积变化

与2011年相比，2014年大潮时平均含沙量表层落潮减小，小潮时表层张落潮均增加。2016年变化趋势与2014年类似，也是大潮时表层落潮减小，小潮时表层

张落潮均增加。而与2014年相比，2016年含沙量大小潮张落潮均增加，增幅最大发生在大潮涨潮时，为1.1281g/L。最大含沙量变化趋势与平均含沙量类似。

总的来说，工程后飞云江口平均含沙量呈增加趋势，大潮增幅为33%（增大值为0.38g/l），小潮增幅为80%（增大值为0.48g/l）。悬沙浓度增大的原因可能与瓯飞一期围垦工程等工程有关，工程后，在飞云江口的南北两侧均建设了促淤潜堤，导致河口束窄，纳潮量也减小，但由于口门束窄明显，水动力有所增强，尤其是小潮期间流速增大明显，水流挟沙力增大，悬沙浓度增大。

5.1.3春季航次调查结果与评价

2018年春季航次，为加强瓯江口南支重点区域的监测，布设了L5站位，并结合以往监测区域的划分，选取最具代表性站点，将本次监测划分为5个区域，即瓯江口南支（L1）、瓯江口南支增测区（L5）、东堤前沿（L3）、飞云江口（L7）及瓯飞一期工程东侧海域（L4）进行分析，L2、L6站位结合5个区域的站位（L1、L3、L4、L5及L7）共7个站点监测数据亦用于开展精细化预报模型系统的率定与验证。

5.1.3.1 实测潮流分析

1、实测流速、流向

2018年春季大潮观测期间，涨、落潮平均流速最大值均出现在河口区，其次为瓯飞一期工程东侧（L4站），再次为东堤前沿（L3站）。涨潮时段平均流速最大值为62cm/s，对应流向316°，位于瓯江口南支（L1站）；落潮时段平均流速最大值亦处于瓯江口南支，为南支增测站位L5站，流速为76cm/s，对应流向154°。

2018年大潮监测期间，涨落潮最大流速为河口区大于瓯飞一期工程东侧（L4站），东堤前沿（L3站）最小。涨潮时段最大流速最值为124cm/s，对应流向336°，处于L2站中层；落潮时段最大流速最值为151cm/s，对应流向130°，亦处于瓯江口南支（L1站）。详见表5.1-10。

表 5.1-10　2018 年春季大潮期间实测最大流速、平均流速统计表
（单位：流速　cm/s ，流向 °）

站位	层次	涨潮平均		落潮平均		涨潮最大		落潮最大	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
瓯江口南支（L1 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
L2 站	表层								
	0.6H								
	底层								
东堤前沿（L3 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯飞一期工程东侧（L4 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯江口南支增测区（L5 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
L6 站	表层								
	0.6H								
	底层								
飞云江口（L7 站）	表层								
	0.6H								
	底层								

2018 年小潮监测期间，涨、落潮平均流速最大值均出现在河口区，其次为瓯飞一期工程东侧（L4 站），再次为东堤前沿（L3 站）。涨潮时段平均流速最大值为 60cm/s，对应流向 321°，位于 L6 站表层；落潮时段平均流速最大值为 66cm/s，对应流向 140°，亦处于 L6 站表层。

2018 年小潮监测期间，涨落潮最大流速最值为 L6 站，其次瓯江口区，再次飞云江口区，飞云江口区大于东堤前沿（L3 站），瓯飞一期工程东侧（L4 站）最小。涨潮时段最大流速最值为 131cm/s，对应流向 321°，处于 L6 站中层；落潮时段最大流速最值为 131cm/s，对应流向 141°，处于 L6 站表层。详见表 5.1-11。

表 5.1-11　2018 年春季小潮期间实测最大流速、平均流速统计表
（单位：流速　cm/s ，流向 °）

站位	层次	涨潮平均		落潮平均		涨潮最大		落潮最大	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
瓯江南支（L1 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
L2 站	表层								
	0.6H								
	底层								
东堤前沿（L3 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯飞一期工程东侧（L4 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
瓯江口南支增测区（L5 站）	表层								
	0.6H								
	底层								
L6 站	表层								
	0.6H								
	底层								
飞云江口（L7 站）	表层								
	0.6H								
	底层								

2、潮流性质

大、小潮期间表层、中层及底层流变化如图 5.1-8 和图 5.1-9 所示，图中流矢量长度比例于流速的大小，箭头方向表示流向。如果将矢量终端连接起来，构成一个近似椭圆形状。结合各测站逐时流速、流向过程矢量图，可以看出如下特点：

（1）大、小潮期间，靠近河口的测站（L1、L7），海流主要呈现往复流特征，沿着外海向河口方向，往复流特征越来越显著。

以大小潮期间 L1 站为例（图 5.1-10、图 5.1-11），大潮期间， L1 站主流向基本在 NW 和 SSE 两个方向变化，涨落潮转流在 1 小时左右完成，而流速曲线有 4 个流速峰值时段，其中 2 个出现在涨潮时段（流向在 335°附近），2 个出现在落潮时段（流向在 145°左右），显示典型的往复流特征。小潮期间，L1 站总体涨落潮流速明显小于大潮，流向及转流时间变化与大潮期间基本一致。

（2）L3 站为东堤前沿区，堤坝高潮已达到 5m（基于国家 1985 高程系统）龙口已合龙，与 2016 年相比其沿岸流的特征更加明显，流向范围主要为 SSW-NW。

（3）受径流影响弱的测站（L4 站），具有旋转流特征（图 5.1-10、图 5.1-11），转流时间较长。

（4）具有典型往复流性质的各站流速流向变化较快，而具有旋转流的各站，流速、流向变化较缓慢。

图 5.1-8　2018 年春季监测区域大潮表层、中层及底层流矢图

图 5.1-9　2018 年春季监测区域小潮表层、中层及底层流矢图

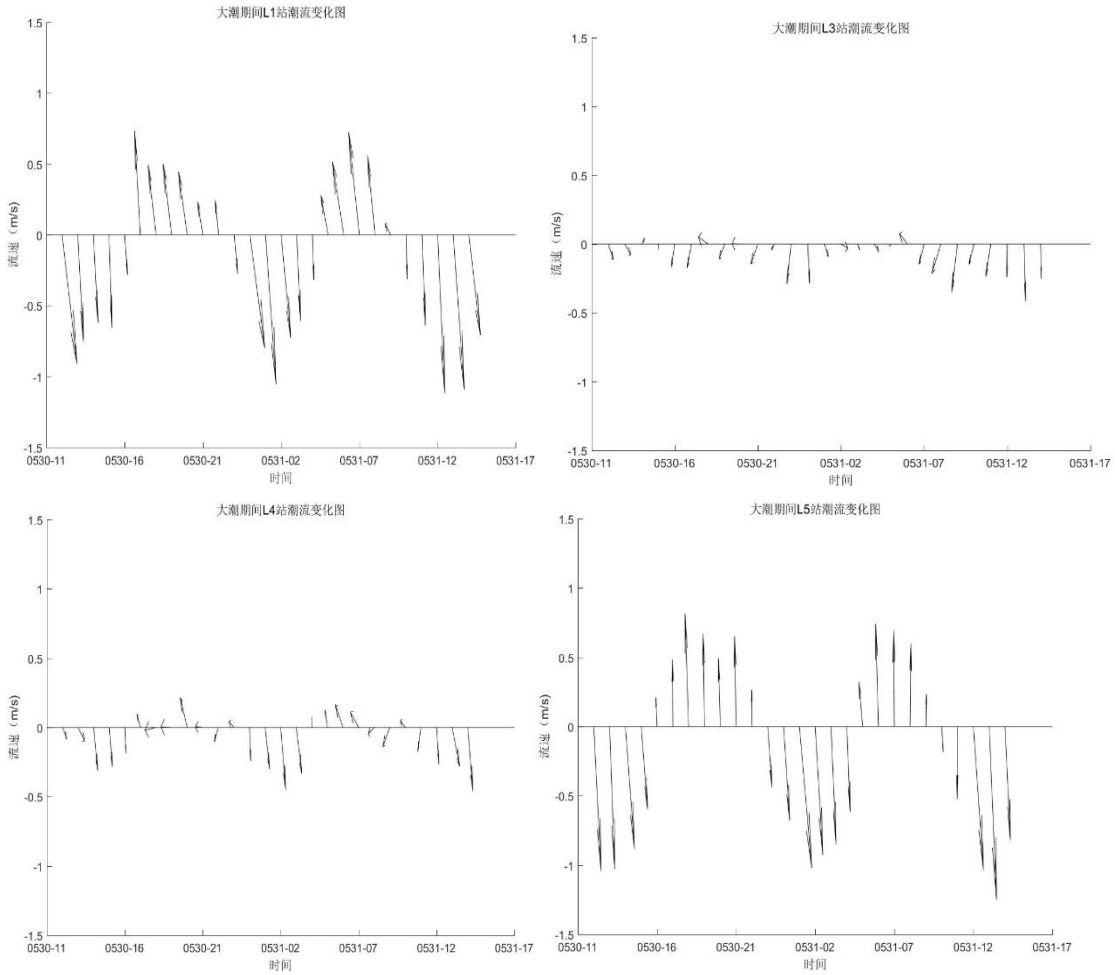


图 5.1-10　2018 年春季航次大潮期间流速、流向变化图

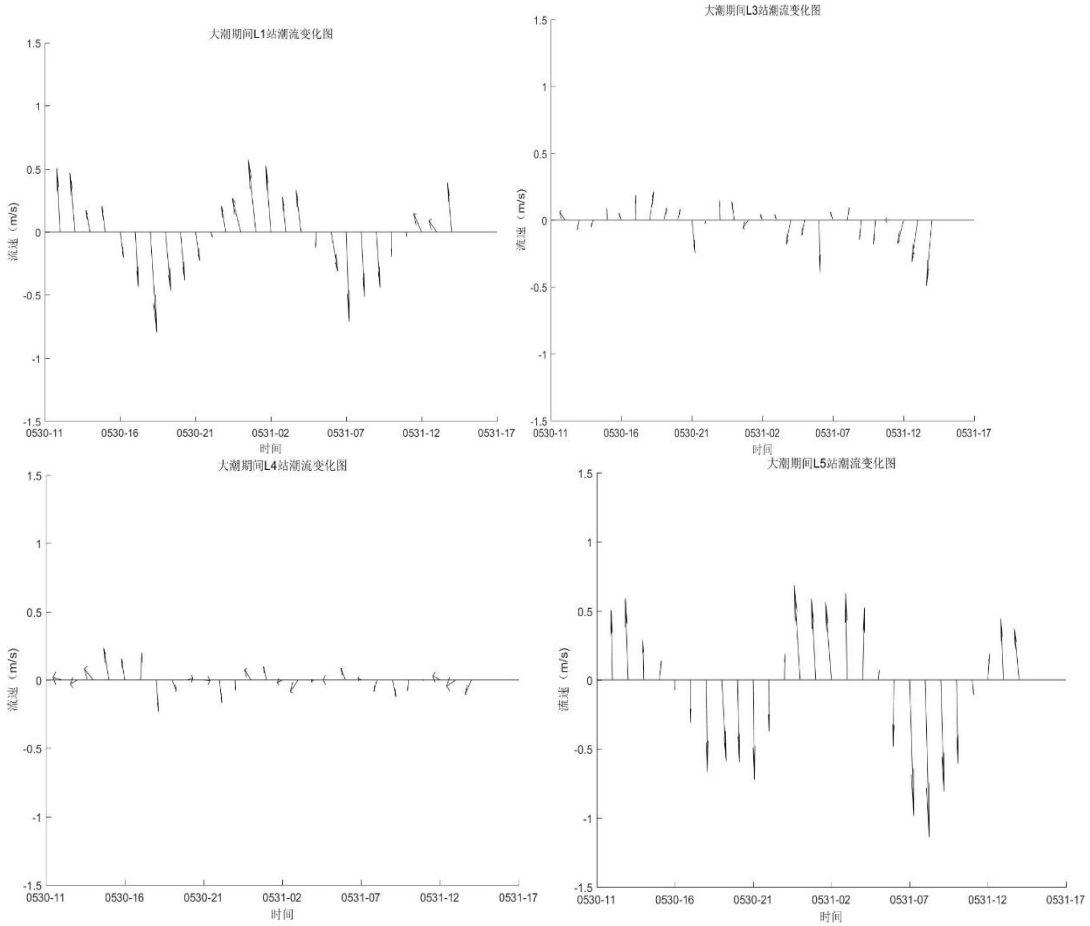


图 5.1-11　2018 年春季航次小潮期间流速、流向变化图

3、潮流类型

根据瓯江南支（L1）、东堤前沿（L3）、瓯飞一期工程东侧（L4）、瓯江南支增测区（L5）及飞云江口（L7）的实测海流资料进行处理计算，分析出各测站的潮流调和常数、潮流椭圆要素、余流矢量，以判断瓯飞海域的潮流类型。对 4 个测站海流资料进行准调和分析，获得 O_1、K_1、M_2、S_2、M_4 和 MS_4 分潮的准调和常数。各测站 M_2、S_2 和 M_4、MS_4 在 6 个准调和分潮流中占主导成分，其中尤以 M_2 分潮为主，其次是 S_2 分潮。潮流型判别系数 K 值如下式所示：

$$\frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} \leq 0.5$$　　正规半日潮流类型

$$0.5 < \frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} \leq 2.0$$　　不正规半日潮流类型

$$0.5 < \frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0$$　　不正规日潮流类型

$$\frac{W_{k_1}+W_{o_1}}{W_{M_2}} > 4.0$$　　正规日潮流类型

式中$W_{K_1}, W_{O_1}, W_{M_2}$分别代表$K_1, O_1, M_2$三个分潮的最大流速。

大潮期间，潮流判别系数 K 除 L1、L2 及 L6 底层外，其余均小于等于 0.5；小潮期间，除 L2、L3、L5、L6 及 L7 外，其余均小于等于 0.5。鉴于底层潮流流速偏小，受水下地形影响较大，判断潮型时不考虑底层。小潮时，潮流动力较弱、潮位较低，加之受北堤及东堤工程影响，导致 L3 站 k 值较大。综合判断本区域潮流属正规半日潮流。判别系数见表 5.1-12。

表 5.1-12　分析区域潮流类型判别系数一览表

代表站	层次	K 值	
		大潮	小潮
L1	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L2	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L3	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L4	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L5	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L6	表层		
	0.6H 层		
	底层		
L7	表层		
	0.6H 层		
	底层		

潮流的运动形式取决于主要分潮流的椭圆率 K 值。监测区域由于水深较浅，海底摩擦影响较大，导致|K|值整体较小。大小潮期间除了 L2 底层及 L3 和 L4 站表中层外，M_2 分潮流的|K|值均在 0.0～0.3 之间，呈现了良好的往复流特征；大潮时 L4 站仅表层 M_2 分潮流的|K|值大于 0.3，其呈现一定的旋转流特征，总体仍呈现往复流特征。L3 站旋转流特性已逐渐减弱。详见表 5.1-13。

表 5.1-13　分析区域 M_2 分潮流的|K|值统计表

代表站位	大潮			小潮		
	表层	0.6H 层	底层	表层	0.6H 层	底层
L1						
L2						
L3						
L4						
L5						
L6						
L7						

4、余流

对监测站位海流数据进行调和常数分析，提取出余流流速、流向。大潮期间，东堤前沿（L3）余流流速最大（20cm/s），表层余流流速呈瓯江口南支与瓯飞一期工程东侧相当（16cm/s），东堤前沿＞瓯飞一期工程东侧>飞云江口；中层东堤前沿余流最大(17cm/s)，其余站基本相当（小于10cm/s）；底层瓯江南支余流最大（11cm/s），其次东堤前沿（9cm/s），其余站位皆相当（5cm/s）。小潮期间，最大余流为瓯飞一期工程东侧表层（20cm/s），其次为东堤前沿（15cm/s），整体余流流速呈瓯飞一期工程东侧>东堤前沿＞瓯江南支>飞云江口。分析区域余流特征统计见表5.1-14。

表 5.1-14　分析区域余流特征统计表　（单位：流速 cm/s，流向 °）

分析区域	代表站位	特征值	大潮			小潮		
			表层	0.6H 层	底层	表层	0.6H层	底层
瓯江南支	L1	流速						
		流向						
L2 站	-	流速						
		流向						
东堤前沿	L3	流速						
		流向						
瓯飞一期工程东侧	L4	流速						
		流向						
瓯江南支增测区	L5	流速						
		流向						
L6 站	——	流速						
		流向						
飞云江口	L7	流速						
		流向						

瓯江口南支（L1站）小潮期间余流流向为SE~SSE向，大潮期间流向较为集中为偏S向；东堤前沿（L3站），小潮期间为偏WSW向，大潮期间流向为偏SW向；瓯飞一期工程东侧（L4站），小潮期间流向较发散，为WSW~NNE向，大潮

期间为WNW向；飞云江口（L7站），大、小潮期间余流流向较集中，均为WNW~NNE向。分析区域大、小潮期间余流变化见图5.1-12。

图 5.1-12 分析区域大、小潮期间余流变化图

5.1.3.2 潮汐、潮位

1、潮位观测结果分析

通过分析 2018 年春季监测期间瓯江口、洞头、北麂三个长期验潮站的潮位观测资料，统计得出不同区域的潮位特征值，见表 5.1-15。

表 5.1-15 代表站潮位特征值统计表（国家 85 高程）

特征要素 \ 分析区域		瓯江口	洞头	北麂
潮位（cm）	最高潮位			
	平均高潮位			
	最低潮位			
	平均低潮位			
	平均潮位			
潮差（cm）	最大潮差			
	最小潮差			
	平均潮差			
涨落潮历时(h:min)	涨潮历时			
	落潮历时			

2、潮汐特征分析

根据 2018 年监测结果，北麂站平均潮位(37.2cm)高于洞头站(35.6cm)，瓯江口站平均潮位最小（34.6cm）。

潮差方面，处于河口区平均潮差大于外部海域，瓯江口站平均潮差（481cm），洞头站（423cm），外部海域北麂站（384cm）平均潮差最小。

涨落潮历时方面，河口区涨落潮历时相差明显大于外部海域，瓯江口站落潮历时大于涨潮历时 55min，洞头站落潮历时大于涨潮历 42min，靠近外部海域的北麂站涨落潮历时基本相当。

3、准调和分析

对验潮站监测期间潮位数据进行准调和分析表明：各站以 M_2、S_2、O_1、K_1、M_4、MS_4 分潮为主，其中 M_2 分潮占据绝对优势，其次是 S_2 分潮。瓯江口站、洞头站及北麂站潮性系数分别为 0.31、0.30 及 0.28，属于正规半日潮类型。见表 5.1-16。

表 5.1-16　分析区域潮汐性质判别系数统计表

站位	潮性系数	浅水系数
	$\frac{H_{K_1}+H_{O_1}}{H_{M_2}}$	$\frac{H_{M_4}}{H_{M_2}}$
瓯江口		
洞头		
北鹿		

5.1.3.3　潮流、潮位特征小结

1、海流

2018 年春季监测区域潮汐为正规半日潮类型，潮流为浅海半日潮流。河口区潮差由河口向外海递减，平均潮位递增，河口区落潮历时长于涨潮历时，外部海域涨、落潮历时基本相当。监测海域主要呈现往复流，瓯江南支、瓯飞一期工程东侧及飞云江口涨潮时段主流向为偏 NW 向，落潮时段为偏 SE 向；东堤前沿，涨潮时段主流向为偏 W 向，落潮时段为偏 SE 向。大、小潮期间涨、落潮时段最大流速均发生在瓯江口南支，涨潮时段最大为 116cm/s，落潮时段最大为 151cm/s。

2、潮位

潮位、潮差由河口向外海呈递减趋势；涨落潮历时方面，瓯江口站涨潮历时明显小于落潮历时，北鹿站涨落潮历时十分接近；监测海域潮汐属于正规半日潮类型。

5.1.3.4　泥沙

为研究瓯飞一期围垦工程对海域悬沙浓度特征变化的影响，分析研究了工程期间悬沙浓度特征对瓯飞一期围垦工程的响应。为了分析方便，我们采用海流动力分区分析时所采用的 4 个区域，瓯江南支、东堤前沿，飞云江口以及瓯飞一期工程东侧。

为分析含沙量的时空变化，与海流分区类似，选取瓯江南支 L1、瓯飞一期工程东侧 L4，飞云江口 L7，东堤前沿 L3 作为分析区域，其中 L4 站远离瓯飞一期工程区将其作为对比监测站位，特征量选取平均含沙量和最大含沙量。

1、含沙量的时空变化

（1）含沙量的平面分布

本报告中含沙量均指悬沙浓度，表 5.1-17 给出了各站位表层含沙量大小潮期

间的最大值、最小值、平均值。大潮全潮平均含沙量最高的是 L5 站（9192mg/L），其次是 L6 站（8708mg/L），最小的是 L4 站（821mg/L）；小潮全潮平均含沙量最高的是 L1 站（57258mg/L），其次是 L6 站（3368mg/L），最小的 L2 站含沙量仅有 353mg/L；由表中结果可知，所有 7 个站位，L1 站、L3 站、L4 站大潮全潮表层平均含沙量均小于小潮表层含沙量，其余各站则相反。根据上文提供的站点位置，结合表中数据，表明表层含沙量分布存在以下规律：大、小潮期间表层含沙量均自西向东（即由近岸向外海）递减；在瓯江口（L1、L5）、飞云江口（L6、L7）处含沙量较高，河口输沙是调查海域悬浮泥沙的一个主要来源。

表 5.1-17　表层含沙量的潮周期平均值和最大值统计表（mg/L）

站点	项目	大潮	小潮	大潮/小潮
L1	最大			
	最小			
	平均			
L2	最大			
	最小			
	平均			
L3	最大			
	最小			
	平均			
L4	最大			
	最小			
	平均			
L5	最大			
	最小			
	平均			
L6	最大			
	最小			
	平均			
L7	最大			
	最小			
	平均			

（2）含沙量的垂向变化

将各站位含沙量调查结果分为表层、0.6H、底层三层，分别表征表层、中层、底层，如表 5.1-18 所示。结果表明：1）各站点的底层含沙量与表层含沙量（全潮平均）的比值在 1.1~19.5 之间，表明所有站位底层含沙量均高于表层。由此可见，小潮期间的 L2 站泥沙垂向分布较为均匀，小潮期间的 L1 以及大潮期间的 L4、L5 站垂向分布变化幅度较大。其中小潮期间 L1 站位底层含沙量为表层的 19.5 倍，为调查期间的最高值。2）各站点的各层次大潮含沙量与小潮含沙量的

比值在 0.2-7.3 之间，除 L1 中底层、L3 站、L4 站表底外，所有站位表层、0.6H、底层的大潮平均含沙量均大于小潮，整体呈现出大潮含沙量更高的规律。而且在 L5、L6、L7 站附近海域大小潮期间的含沙量变化幅度犹为明显。

表 5.1-18　大、小潮各站各层潮周期平均含沙量统计表（mg/L）

站位	层次	平均含沙量		大潮/小潮	底层/表层	
		大潮	小潮		大潮	小潮
L1	表层					
	0.6H					
	底层					
L2	表层					
	0.6H					
	底层					
L3	表层					
	0.6H					
	底层					
L4	表层					
	0.6H					
	底层					
L5	表层					
	0.6H					
	底层					
L6	表层					
	0.6H					
	底层					
L7	表层					
	0.6H					
	底层					

将春季大潮期间各站位表层、0.6H、底层泥沙数据与时间结合，做出大潮期间各站含沙量垂向变化图，如图 5.1-13 所示。结果表明随着深度的变化，各个站点含沙量变化呈现出如下规律：1）除个别时间点外，含沙量始终呈现随深度增加而逐渐升高的趋势，既含沙量底层>0.6H>表层；2）在近外海测的站点 L2、L4，其泥沙垂向分布有明显的涨落规律 3）靠近河口的站点 L1、L5、L6、L7，各层含沙量主要受径流的影响较大，故变化规律较为复杂。

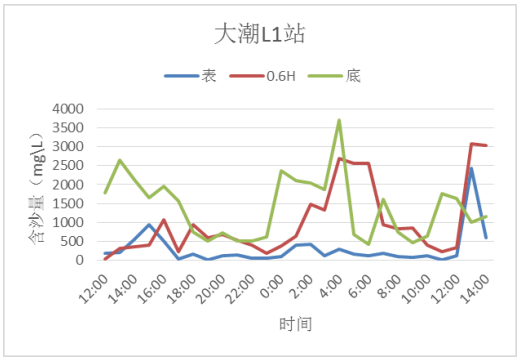


图 5.1-13a 春季大潮 L1 站含沙量垂向变化

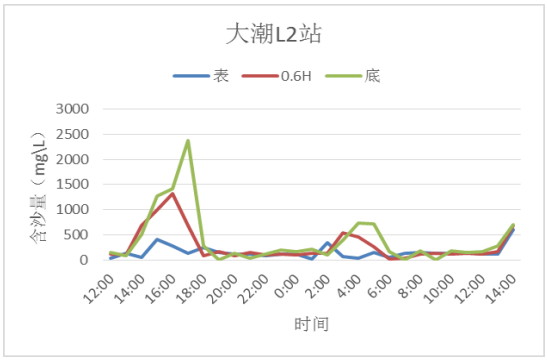


图 5.1-13b 春季大潮 L2 站含沙量垂向变化

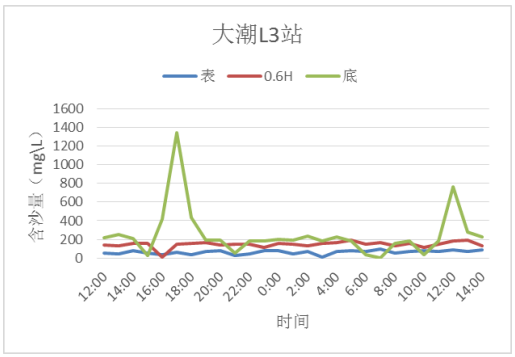


图 5.1-13c 春季大潮 L3 站含沙量垂向变化

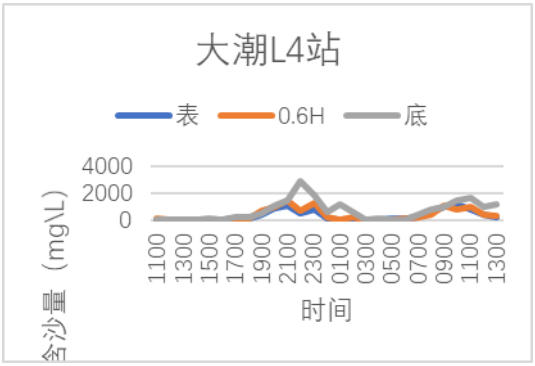


图 5.1-13d 春季大潮 L4 站含沙量垂向变化

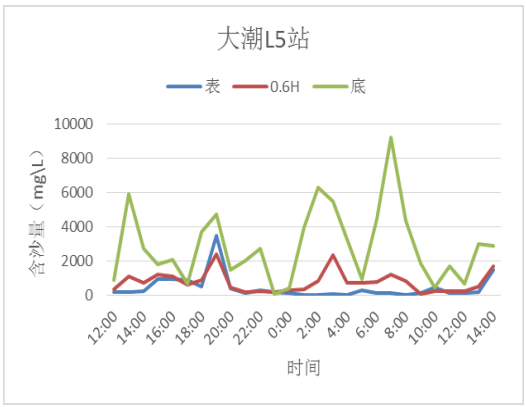


图 5.1-13e 春季大潮 L5 站含沙量垂向变化

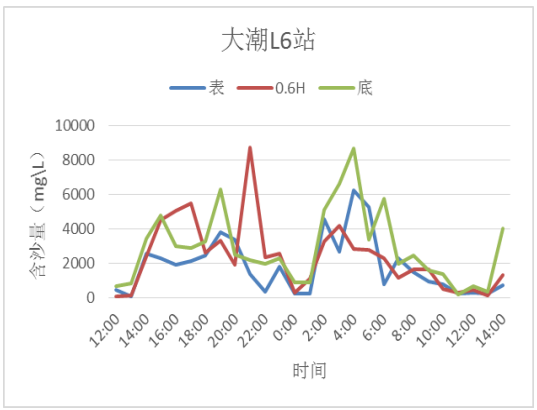


图 5.1-13f 春季大潮 L6 站含沙量垂向变化

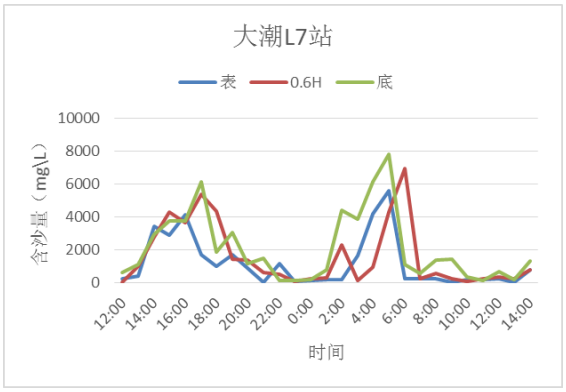


图 5.1-13g 春季大潮 L7 站含沙量垂向变化

图 5.1-13 春季大潮各测流站含沙量垂向变化图

将春季小潮期间各站位表层、0.6H、底层泥沙数据与时间结合，做出小潮期间各站含沙量垂向变化图，如图 5.1-14 所示。结果表明：小潮期间的各层含沙量的垂向变化并不像大潮期间那样随着深度的增加而增大，而是呈现更加复杂的规律，但就总体而言，底层含沙量要大于表层含沙量。

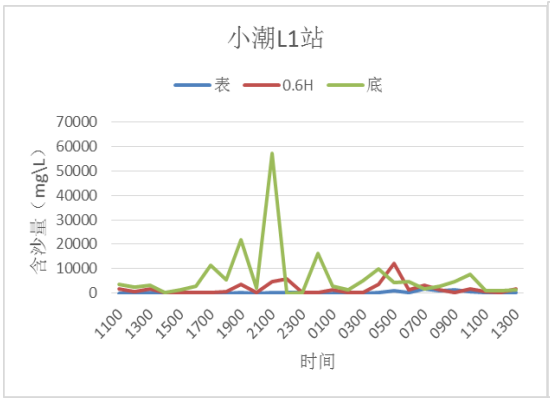


图 5.1-14a 春季小潮 L1 站含沙量垂向变化

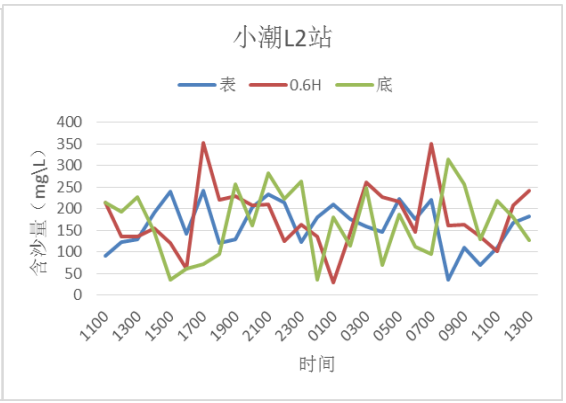


图 5.1-14b 春季小潮 L2 站含沙量垂向变化

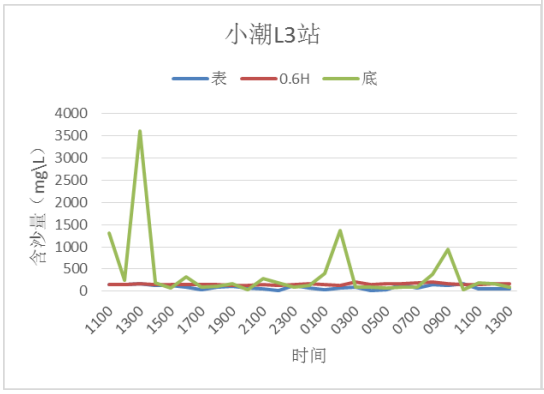


图 5.1-14c 春季小潮 L3 站含沙量垂向变化

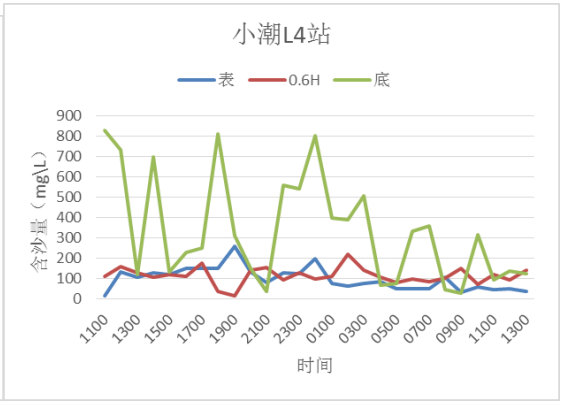


图 5.1-14d 春季小潮 L4 站含沙量垂向变化

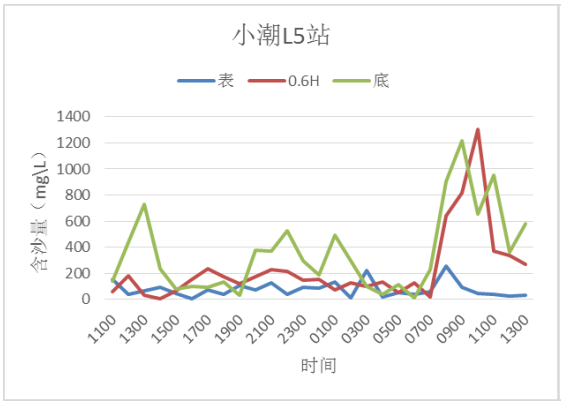


图 5.1-14e 春季小潮 L5 站含沙量垂向变化

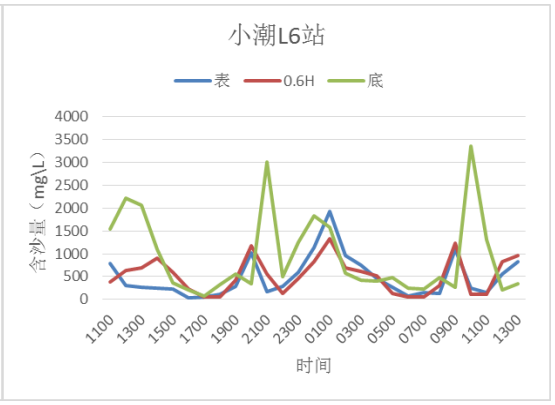


图 5.1-14f 春季小潮 L6 站含沙量垂向变化

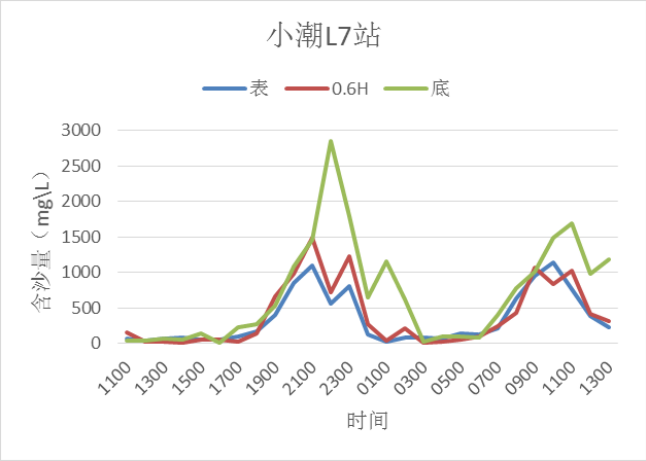


图 5.1-14g 春季小潮 L7 站含沙量垂向变化

图 5.1-14　春季小潮各测流站含沙量垂向变化图

2、小结

海域悬沙浓度总体上存在大潮含沙量大于小潮含沙量，飞云江口和瓯江南支含沙量较高，瓯飞一期工程外侧水域最低。河口区（L1），悬沙浓度有增大趋势；瓯飞一期工程外侧（L4 站）悬沙浓度略降低；工程前沿 L3 站位悬沙浓度变化不显著。

5.1.4瓯飞围垦工程（一期）水动力影响回顾性分析

2018 年春季与 2016 年夏季监测站位相同，为研究瓯飞围垦工程（一期）后该海域水动力变化特征，结合实测资料及工程情况，对该海域进行 2018 年春季与 2016 年夏季对比分析（海流和悬沙）。为了分析方便，我们采用海流动力分区的 4 个区域的 4 个水文站位进行对比，瓯江南支（L1）、东堤前沿（L3）、飞云江口（L7）以及瓯飞一期工程东侧（L4）（图 5.1-15）。

图 5.1-15　水动力对比站位示意图

影响水动力的因素还包括观测期间的风浪、河流的径流、降水等。观测期间均选择海况较好的天气开展（海况 2-3 级），2016 年、2018 年调查期间平均风速分别为（瓯江北支站）1.5m/s、5.5m/s，风向为偏 S 向或偏 NE，所以风的水动力的影响较小，可忽略不计。

河流径流量的大小可以影响河口的潮位和海流的流速，瓯江和飞云江的径流量相对较小，和河口的纳潮量相比，比例较小（＜5%）。例如 2014 年瓯江和飞云江的 7 月份的径流量分别为 29.20 亿 m^3和 5.875 亿 m^3，而潮周期内瓯江和飞云江大潮的潮量分别为 6.49 亿 m^3和 1.65 亿 m^3，所以潮周期内径流占潮流的比例约为 3.6%和 3.0%，因此径流对潮位和海流的影响相对较小，分析海流和潮位时流量的因素可忽略。另外，观测实施前几天流域均没有明显降水，径流相对稳定。

5.1.4.1 典型区域海流影响分析

典型区域海流变化分析主要选取海流最大流速、涨落潮平均流速 2 个海流主要特征要素进行累积变化分析，2018 年监测时间为 5 月 22 日~5 月 31 日，2016 年监测时间为 7 月，选取此 2 个航次数据并结合瓯飞一期工程施工情况进行比较分析，具体如下：

1、瓯飞一期工程东侧 L4 站

（1）最大流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大潮期间表中层最大流速减小，最大减幅 29cm/s，底层最大流速增大，最大增幅 36cm/s；小潮期间，流速变化趋势与大潮相同。大潮期间，流向变化最大为 56°，为表层落潮时段；小潮期间，底层流向变化最大，为 171°，流向基本形成反向，其余变化较小。

（2）涨落潮平均流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大潮期间表中层涨落潮平均流速基本相当，底层增大，最大增幅为 21cm/s；小潮期间，均减小，最大减幅为 20cm/s，为中层涨潮时段。大潮时段，流向最大变化幅度为 29°，位于表层涨潮时段；小潮时段，流向最大变化幅度为 40cm/s，亦位于表层涨潮时段。

总体上，瓯飞一期工程东侧 L4 站距北片工程区较远，受北堤、东堤影响较小，该海域主要受外海潮流动力影响，外部海域潮流动力的年际变化相应引起 L4 站位的潮流变化。

详见图 5.1-16~5.1-19 和表 5.1-19。

表 5.1-19　工程东侧（L4 站）最大流速和涨落潮平均流速累积变化统计表

分析区域	年份	大潮						小潮					
		表		0.6H		底		表		0.6H		底	
		涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落
工程东侧最大流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
工程东侧涨落潮平均流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
工程东侧最大流速流向（°）	2018												
	变化												
	2016												
工程东侧涨落潮平均流向（°）	2018												
	变化												
	2016												

2、瓯江南支 L1 站

（1）最大流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次除了大潮中层、低层涨潮时段流速减小外（最大减幅 40cm/s），大小潮的其余时段均增大，最大增幅为 76cm/s，为大潮表层落潮时段。大小潮期间，表、中层流向变化较小，最大变化幅度为 22cm/s，底层变化较大，最大变化幅度为 77cm/s ，位于大潮涨潮时段。

（2）涨落潮平均流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大潮期间涨落潮平均流速表中层增大，最大增幅 40cm/s，底层减小，最大减幅 43cm/s；小潮时段，除了表层最大增加 16cm/s 外，其余时段相当。大小潮期间涨落潮平均流速对应流向变化较小，最大变化 19°。

总体上，L1 站位海流附近受周围工程建设（灵霓大堤、蓝田航道疏浚、浅滩二期、龙湾二期、瓯飞工程、桥梁建设等）影响较大，工程的建设改变了瓯江南口的边界、地形等，海流也相应发生了调整，表中层总体流速增大，底层减小。详见图 5.1-16~5.1-19 和表 5.1-20。

表 5.1-20　瓯江口（L1 站）最大流速和涨落潮平均流速累积变化统计表

分析区域	年份	大潮						小潮					
		表		0.6H		底		表		0.6H		底	
		涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落
瓯江口最大流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
瓯江口涨落潮平均流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
瓯江口最大流速流向（°）	2018												
	变化												
	2016												
瓯江口涨落潮平均流向（°）	2018												
	变化												
	2016												

3、东堤前沿 L3 站

（1）最大流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大小潮期间表中层涨潮时段最大流速均增大，最大增幅 38cm/s，落潮时段减小或基本相当；大潮时段底层减小，最大减幅 35cm/s。大小潮期间流向变化幅度较大，最大为 88°，为小潮的表层。

（2）涨落潮平均流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大潮期间表中层涨落潮平均流速增大，最大增幅 7cm/s，落潮时段减小，最大减幅 16cm/s。大小潮期间底层平均流速均减小，最大减幅 25cm/s。涨落潮平均流速对应流向变化幅度较大，为 3°~94°。

2018 年东堤坝全线高潮已超过 5m，龙口已完成合龙，与 2016 年相比，其流速受堤坝堤角及绕流的影响越来越小，其海流逐渐趋向于依附堤坝的沿岸流，其表中层流速逐渐增大，底层流速减小。详见图 5.1-16~5.1-19 和表 5.1-21。

表 5.1-21　东堤前沿（L3 站）最大流速和涨落潮平均流速累积变化统计表

分析区域	年份	大潮						小潮					
		表		0.6H		底		表		0.6H		底	
		涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落
东堤前沿最大流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
东堤前沿涨落潮平均流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
东堤前沿最大流速流向（L3 站）	2018												
	变化												
	2016												
东堤前沿涨落潮平均流向（°）	2018												
	变化												
	2016												

4、飞云江口（L7 站）

位于飞云江口北侧的瓯飞南促淤堤于 2013 年 5 月左右完工，高程约为 85 高程基准面 0m，大小潮期间高潮位均位于水面以下。南侧的飞鳌促淤堤于 2013 年 9 月开工，2015 年 1 月完工。L7 站位于飞云江口，处于瓯飞南促淤堤和飞鳌促淤堤之间，利用 2016 年潮流数据与 2018 年对比。

（1）最大流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大小潮期间最大流速均减小，最大减幅为 59cm/s，为小潮表层落潮时段。大小潮期间表中层流向变化幅度较小，最大变化幅度为 24°，底层变化较大，最大变化幅度为 43°，位于小潮涨潮时段。

（2）涨落潮平均流速变化

与 2016 年航次相比，2018 年航次大小潮期间涨落潮平均流速均减小，最大减幅为 41cm/s，为小潮表层落潮时段。大小潮期间流向变化较小，最大变化幅度为 30°。

总体上，大小潮期间 L7 站位最大流速、涨落潮平均流速均较小，飞云江口南北促淤堤分别于 2015 年、2013 年完工，其已基本完成促淤，导致纳潮量减小，水动力变弱，另外此亦与监测的季节变化有关。详见图 5.1-16~5.1-19 和表 5.1-22。

表 5.1-22　飞云江口（L7 站）最大流速和涨落潮平均流速累积变化统计表

分析区域	年份	大潮						小潮					
		表		0.6H		底		表		0.6H		底	
		涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落	涨	落
飞云江口最大流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
飞云江口涨落潮平均流速（cm/s）	2018												
	变化												
	2016												
飞云江口最大流速流向(°)	2018												
	变化												
	2016												
飞云江口涨落潮平均流向（°）	2018												
	变化												
	2016												

图 5.1-16　春、夏季最大流速对比图（大潮）

图 5.1-17　春、夏季最大流速对比图（小潮）

图 5.1-18　春、夏季涨落潮平均流速对比图（大潮）

图 5.1-19　春、夏季涨落潮平均流速对比图（小潮）

5.1.4.2 小结

2018 年潮汐特征未发生变化，仍为正规半日潮。潮位的存在波动变化，主要原因为台风引起的近岸增水和潮位的年际变化，由瓯飞一期工程直接引起的潮位变动较小。

瓯飞一期工程东侧 L4 站距东堤较远，受北堤、东堤和南促淤堤的施工影响较小，该海域主要受外海潮流动力影响，外部海域潮流动力的年际变化相应引起 L4 站位的潮流变化。

2018 年瓯江口南支（L1 站）表中层流速有所增大，底层有所减小。L1 站位海流附近易受周围工程建设（灵霓大堤、蓝田航道疏浚、浅滩二期、龙湾二期、瓯飞工程、桥梁建设等）影响，相关工程改变地形，受冲淤影响 L1 站位水深有所增大，又由于瓯江南支河口束窄，过水断面减小，在河口外的海洋动力变化不显著的情况下，导致河口的涨落潮动力增强，表中层流速增大。

2018 年随着工程的进展，东堤前沿（L3）流速受堤坝堤角及绕流的影响越来越小，其海流逐渐趋向于依附堤坝的沿岸流，其表中层流速逐渐增大，底层流速减小。

2018 年飞云江口（L7 站）大小潮期间最大流速、涨落潮平均流速均较小，飞云江口南北促淤堤分别于 2015 年、2013 年完工，其已基本完成促淤，纳潮量相应减小，水动力变弱，另外此亦与监测的季节变化有关。

5.1.5波浪

工程区东面有大北列岛，南、北麂列岛，东北面有洞头列岛作屏障，故波浪主要是本区海域产生的风浪，波高较小。根据 1978 年以来上干山站实测波浪统计资料，上干山站最大 $H_{1/10}$ 实测值 2.5m，相应波向 NE，相应波周期 7.7S。最大实测波周期 15.7s，平均波周期 3.5s，各年平均波高 0.4m。常风向和强风向一致，为 NE。本海域常浪向和强浪向均为东北向，次浪向为 SE、N、NW 向。其季节变化，冬季偏北向（NW-NE）浪为主，春季 NE 向浪为主，夏季 S 向浪为主，秋季以 NE 向浪为主。

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1地形地貌

5.2.1.1 瓯飞一期工程区域水下地形分析[5]

1、测区位置与范围

本次测量主要针对瓯飞一期工程附近区域，包括瓯江南口、飞云江口、南片促淤堤北侧以及垂直东堤的四个典型断面等七个区域，见表 5.2-1，测区内各区域位置与范围见图 5.2-1。

表 5.2-1 瓯飞一期工程区域水下地形测量区域名称与面积统计表

序号	区域名称（位置）	面积（km^2）
1	瓯江南口区域	
2	东堤北段区域	
3	东堤龙口区域	
4	2 号隔堤区域	
5	东堤南段区域	
6	南片促淤堤北侧区域	
7	飞云江口区域	
面积合计		

2、水下地形分析

2016 年瓯飞一期工程附近区域实测海底地形见图 5.2-2。

2016 年瓯飞一期工程附近区域水下地形情况与特征分析如下：

（1）通过对整个测区七个离散式区域及其变化趋势的综合分析，等深线走向与岸线基本一致，呈 NE~SW 向分布。等高线变化基本均匀，地形较平坦，有宽广的潮间带，微向海倾，水下高程值从 0m～-9m 均匀变化。

（2）垂直东堤方向 4 条断面从北往南分别是：东堤北段、东堤 2#龙口、2#隔堤、东堤南段。4 条断面海底地形高程垂直海岸向海一侧递减，围区内海底地形高程高于围堤外海底地形高程，4 条断面的海底地形高程在-11.5m~0.5m 之间。

东堤北段、东堤 2#龙口、2#隔堤 3 条断面堤内外两侧的海底地形高程差较大，围区内普遍在-4m 以上高程，东堤外普遍在-6m 以下高程。东堤 2#龙口断面内侧高程相较其他两条断面偏低，在龙湾二期堤坝附近存在一个海底地形高程小于-11m 的深坑。

（3）瓯江南口

监测区域海底地形高程在-20m ~+1m 之间，瓯江南口河口两侧高程较高，在 0m 高程以上；海底地形高程大致以-6m 等高线为界分为浅水区和航道疏浚区，浅水区沿垂直于河口两侧方向由两侧向中间水域逐渐减小，中间蓝田进港航道疏

浚区高程由-6m 急剧变化至-12m，疏浚区高程普遍小于-10m，最深处达到-20m。在疏浚海底地形突变范围之外，瓯江南口由内向外，海底地形高程逐渐变低，靠近洞头区霓屿岛附近水下地形高程在-6m 左右。

（4）飞云江口监测区域海底地形高程在-7m~+0.5m 之间，其中 0m 以上高程主要分布在河口两侧的阁巷围垦北堤外侧滩涂、丁山二期南堤外侧至瓯飞工程南促淤堤两侧，中间飞云江航道海底地形高程在-4m 左右，地形平缓，变化不大。

图 5.2-1　测区位置与范围示意图

图 5.2-2　2016 年瓯飞一期工程区域实测海底地形图

5.2.1.2　工程区水下地形分析[6]

根据《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程水深地形测量图（1:2000）》（郑州中核岩土工程有限公司，2016 年 7 月），工程区水下地形见本报告 2.5 节图 2.5-1，具体分析如下：

（1）临时锚泊区：长 12360m，宽 400m，现状水下地形高程-3.50~-3.80m，需要疏浚至-10.20m。

（2）连接段航道 1 区：长 4537m，宽 250m，现状水下地形高程-3.80~-5.90m，利用天然水深，不疏浚。

（3）连接段航道 2 区：长 4199m，宽 250m，现状水下地形高程-3.80~-6.60m，利用天然水深，不疏浚。

（4）连接段航道 3 区：长 3834m，宽 250m，现状水下地形高程-3.80~-6.30m，利用天然水深，不疏浚。

（5）连接段航道 4 区：长 3442m，宽 250m，现状水下地形高程-3.80~-6.10m，利用天然水深，不疏浚。

5.2.2工程区滩涂演变分析[7]

（1）2#断面冲淤变化

瓯飞一期工程东堤北段（2 号断面）冲淤变化如图 5.2-3 所示，围区内靠近龙湾二期围堤处淤积最严重，海底地形高程变化量在 0m~+1.4m 之间，年均变化量 0.14m/a；一期工程东堤内侧呈现冲刷，海底地形高程变化量在-1.5m~0m 之间，年均变化量-0.15m/a；一期工程东堤外侧海底地形高程变化量较小，年均变化量-0.07m/a，具体见表 5.2-2。东堤北段冲淤变化剖面，在小于 2km 的围区范围内，冲淤并存，大于 2km 的东堤外侧以轻度冲刷为主（图 5.2-4）。

表 5.2-2　东堤北段（2#断面）海底地形累积变化分析表

区域	高程变化范围（m）	面积（km^2）	年均变化量（m/a）
围区龙湾二期堤坝附近			
瓯飞工程东堤内侧			
瓯飞工程东堤外侧			

（2）3#断面冲淤变化

瓯飞一期工程东堤 2#龙口（3#断面）冲淤变化如图 5.2-3 所示，围区内整体以淤积为主，靠近龙湾二期围堤处淤积最大，海底地形高程变化量在 0~+1.5m 之

间，年均变化量+0.15m/a，此处还存在一个地形急剧变化区，高程急剧变小，海底地形高程变化量在-9~0m 之间。围堤龙口两侧呈冲刷状态，地形变化量-0.3m 左右，距离龙口 1.5~6km 范围内呈淤积状态，外侧变化大，具体见表 5.2-3。东堤 2#龙口冲淤变化剖面，在距离龙湾二期堤坝 0.5km 处存在最大变化量达-9m 的深坑，大于 2km 的东堤外侧由 0.5km 范围内存在淤积区，外侧基本冲淤平衡（图 5.2-5）。

表 5.2-3　东堤 2#龙口（3#断面）海底地形累积变化分析表

区域	高程变化范围（m）	面积（km^2）	年均变化量（m/a）
围区龙湾二期堤坝附近			
龙湾二期 3#围区取土区			
瓯飞工程东堤外侧			

（3）4#断面冲淤变化

瓯飞一期工程 2#隔堤（4#断面）冲淤变化如图 5.2-3 所示，围区内整体淤积量较大，2#隔堤内侧淤积量大于外侧，海底地形高程变化量在 0~+1.9m 之间，最大+2m 左右，年均变化量+0.19m/a；围堤外侧呈微淤状态，海底地形高程变化量在-0.6~+0.6m 之间，基本冲淤平衡，具体见表 5.2-4。2#隔堤冲淤变化剖面从内向外，淤积和冲刷交替出现（图 5.2-6），但变化量很小。

表 5.2-4　2#隔堤（4#断面）海底地形累积变化分析表

区域	高程变化范围（m）	面积（km^2）	年均变化量（m/a）
瓯飞工程东堤内侧			
瓯飞工程东堤外侧			

（4）5#断面冲淤变化

瓯飞一期工程东堤南段（5#断面）冲淤变化如图 5.2-3 所示，围区内整体呈现两端微淤、中间微冲刷的状态，总体冲淤变化不大，其中靠近龙湾二期围堤一端海底地形高程变化量在 0~+1.0m 之间，年均变化量+0.10m/a；外侧海底地形高程变化量在 0~+0.2m 之间，年均变化量+0.02m/a；断面中部海底地形高程变化量在-0.9~+0m 之间，年均变化量+0.09m/a，具体见表 5.2-5。东堤南段剖面，整个断面冲淤变化不大，小于 8km 范围以轻度冲刷为主，8~10km 范围以轻度淤积为主（图 5.2-7）。

表 5.2-5 东堤南段（5#断面）海底地形累积变化分析表

区域	高程变化范围（m）	面积（km^2）	年均变化量（m/a）
断面内侧			
断面中部			
断面外侧			

图 5.2-3　瓯飞一期工程垂直东堤四条断面海底地形冲淤变化图（2011~2016 年）

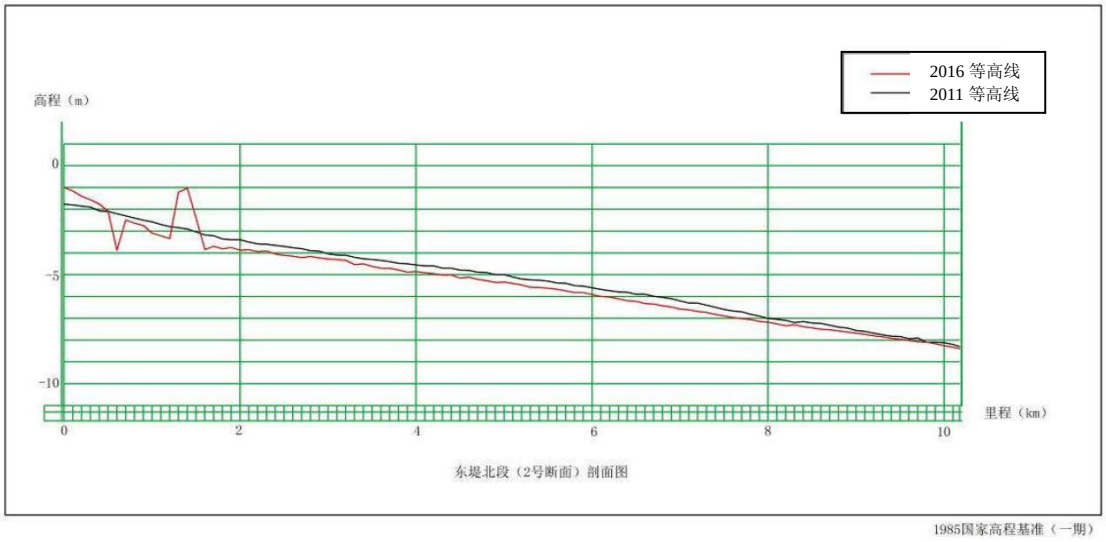


图 5.2-4　瓯飞一期工程东堤北段（2 号断面）冲淤变化剖面图

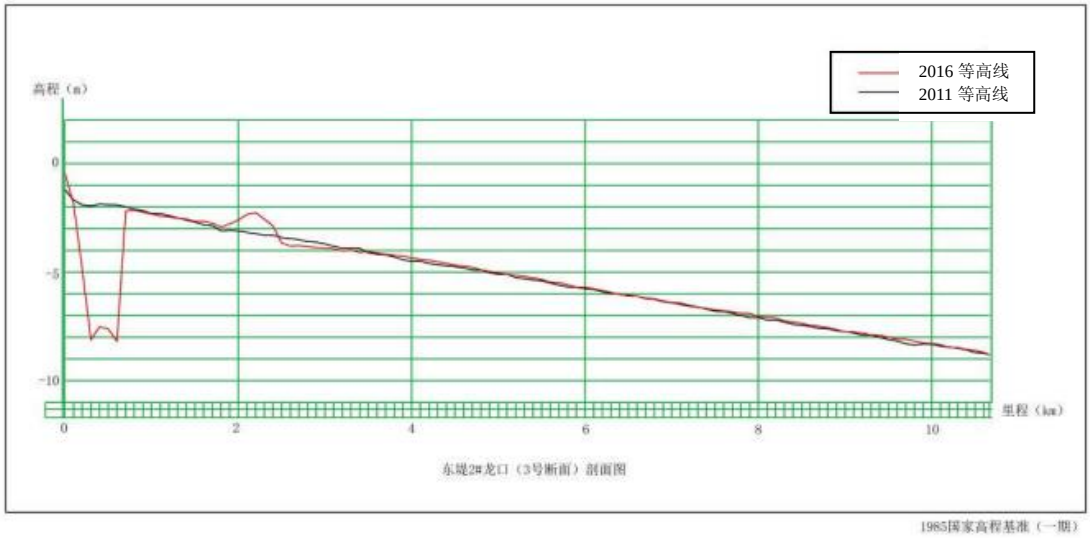


图 5.2-5　瓯飞一期工程东堤 2#龙口（3 号断面）冲淤变化剖面图

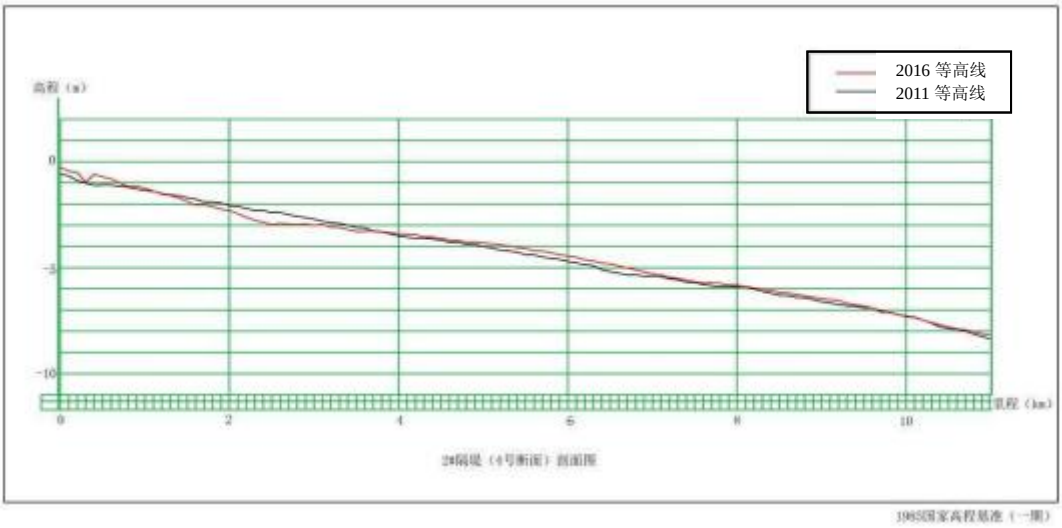


图 5.2-6　瓯飞一期工程 2#隔堤（4 号断面）冲淤变化剖面图

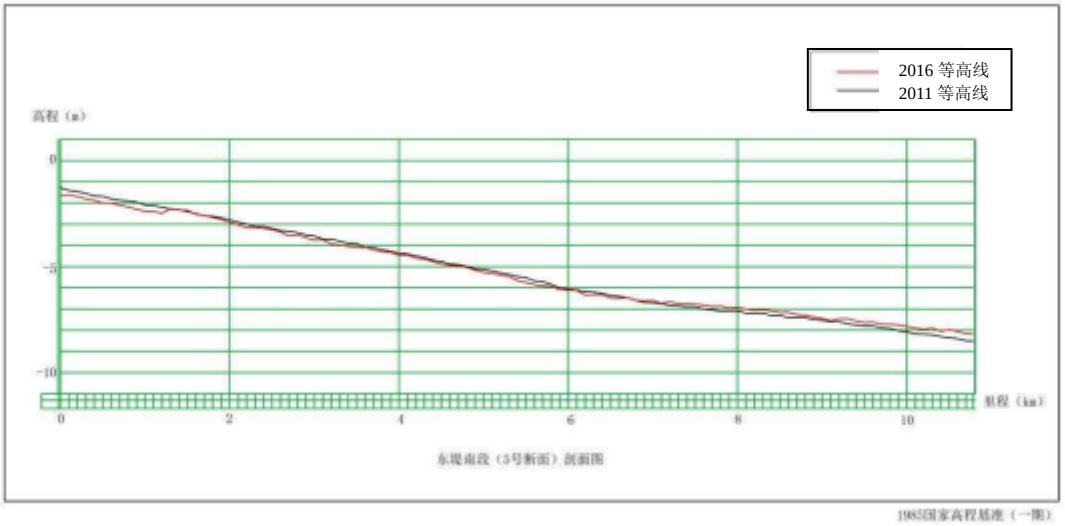


图 5.2-7　瓯飞一期工程东堤南段（5 号断面）冲淤变化剖面图

5.3 海水水质现状调查与评价[8]

5.3.1海水水质现状调查

（1）调查时间、范围和站位布设

调查时间：2016 年 5 月（春季）和 2016 年 11 月（秋季）。

调查范围和站位布设：两季调查均在 27º33'32.16"～27º57'36.59"N，120º40'32.20"～121º02'23.32"E 之间，共布设了 26 个水质调查站位，详见表 5.3-1 和图 5.3-1。

表 5.3-1　2016 年春、秋两季海洋环境质量现状调查站位一览表

站号	北纬	东经	监测内容
C1			
C2			
C3			
C4			
C5			
C6			
C7			
C8			
C9			
C10			
C11			
C12			
C13			
C14			
C15			
C16			
C17			
C18			
C19			
C20			
C21			
C22			
C23			
C24			
C25			
C26			
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			

注：潮间带生物调查时间为 2016 年 6 月和 10 月。

图 5.3-1　2016 年春、秋两季海洋环境质量现状调查站位示意图

（2）调查频率

大潮高潮时测量一次。

（3）调查项目

水温、pH、盐度、SS、COD、DO、无机氮（包括硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮）、活性磷酸盐（PO_4-P）、石油类、重金属(Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr)等。

（4）观测层次

水深≤10m，只采表层（0.5m）；水深在 10~25m，采表（0.5m）、底（离底 1m）两层水样；石油类只采表层样。

（5）采样及分析测定方法

本次调查中样品采集、贮存、运输和预处理及其分析测定均按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的相应要求进行，具体方法见表5.3-2。

表 5.3-2　海水水质测定方法一览表

项目	分析方法	方法标准
水温	表层水温表法	GB17378-2007
pH	pH 计法	
盐度	盐度计法	
SS	重量法	
DO	碘量法	
COD	碱性高锰酸钾法	
Hg	原子荧光法	
Cu	无火焰原子吸收分光光度法	
Cd	无火焰原子吸收分光光度法	
Pb	无火焰原子吸收分光光度法	
Cr	无火焰原子吸收分光光度法	
As	原子荧光法	
Zn	火焰原子吸收分光光度法	
石油类	紫外分光光度法	
硝酸盐	锌-镉还原法	
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	
氨氮	次溴酸盐氧化法	
活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	

（6）调查结果

工程所在海域水质现状调查结果分别见表 5.3-3~5.3-4。

表 5.3-3　2016 年 5 月（春季）海水水质现状调查结果统计表

站号	层次	水温	盐度	pH	悬浮物	DO	COD_{Mn}	无机氮	PO_4-P	油类	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
		℃			mg/L						μg/L						
C1	S																
C2	S																
C3	S																
C4	S																
C5	S																
C6	S																
C7	S																
C8	S																
C9	S																
C10	S																
C11	S																
C12	S																
C13	S																
C14	S																
C15	S																
C16	S																
C17	S																
C18	S																
C19	S																
C20	S																
C21	S																
C22	S																
C23	S																
C24	S																
C25	S																
C26	S																

注：“s”表示表层样，“-”表示未检出，下同。

表 5.3-4　2016 年 11 月（秋季）海水水质现状调查结果统计表

站号	层次	水温	盐度	pH	悬浮物	DO	COD_{Mn}	无机氮	PO_4-P	油类	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
		℃			mg/L						μg/L						
C1	S																
C2	S																
C3	S																
C4	S																
C5	S																
C6	S																
C7	S																
C8	S																
C9	S																
C10	S																
C11	S																
C12	S																
C13	S																
C14	S																
C15	S																
C16	S																
C17	S																
C18	S																
C19	S																
C20	S																
C21	S																
C22	S																
C23	S																

5.3.2海水水质现状评价

（1）评价项目

pH、COD、DO、无机氮、活性磷酸盐（PO_4-P）、石油类、重金属(Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr)等。

（2）评价标准

采用《海水水质标准》（GB3097-1997）。根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》，位于农渔业区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位执行二类水质标准，位于港口航运区的 C16 站位执行四类水质标准，位于保留区的 C5 站位维持现状水平。

（3）评价方法

水质评价方法根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ/T2.3-2018）及《99 国家环境标准宣贯教材》推荐的单因子比值法（pH 和溶解氧除外），对各污染物的污染状况作出评价。

单项水质评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数为：

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中：C_{ij}—水质评价因子 i 在第 j 取样点的实测浓度值，mg/L；

C_{si}—水质评价因子 i 的评价标准值，mg/L。

DO 的标准指数为：$S_{DO,j} = \dfrac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s}$ 当 $DO_j \geq DO_s$ 时

$S_{DO,j} = 10 - 9\ DO_j / DO_s$ 当 $DO_j < DO_s$ 时

$DO_f = 468 / (31.6 + T)$

式中：$S_{DO,j}$—饱和溶解氧在第 j 取样点的标准指数；

DO_f—饱和溶解氧浓度，mg/L；

DO_j—j 取样点水样溶解氧的实测浓度值，mg/L；

DO_s—溶解氧的评价标准值，mg/L；

T—监测时海水温度，℃。

pH 的评价标准指数为：

$S_{pH,j} = \dfrac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}$ 当 pH≤7.0 时

$$S_{pH,j}=\frac{pH_j-7.0}{pH_{su}-7.0}$$ 当 pH>7.0 时

式中：$S_{pH,j}$ —pH 在第 j 取样点的标准指数；

pH_j—j 取样点水样 pH 实测值；

pH_{sd}—评价标准规定的下限值；

pH_{su}—评价标准规定的上限值。

水质参数标准指数≤1，表明该因子符合水质评价标准，满足功能区使用要求；标准指数>1，表明该因子超过了水质评价标准，已经不能满足功能区使用要求，也说明水质已受到该因子污染，指数值越大，污染程度越重。

（4）评价结果

海洋水质现状评价结果分别见表 5.3-5~5.3-6，由表中统计数据可以看出：

2016 年 5 月（春季），位于二类水质标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位的 pH、COD、DO、Hg、Cd、Pb、Cu、As、Zn、Cr 等指标均未超标，无机氮、PO_4-P、石油类则均超标，超标率分别为 100%、50%和 46%；位于四类水质标准区的 C16 站位的无机氮和 PO_4-P 均超标，其他指标均满足四类水质标准；位于保留区的 C5 站位，无机氮达到三类水质标准，PO_4-P 达到二类水质标准，其他指标均能达到一类水质标准。

2016 年 11 月（秋季），位于二类水质标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位的 pH、COD、DO、Hg、Cd、Pb、Cu、As、Zn、Cr 等指标均未超标，无机氮、PO_4-P、石油类则均超标，超标率分别为 100%、100%和 25%；位于四类水质标准区的 C16 站位的无机氮和 PO_4-P 均超标，其他指标均满足四类水质标准；位于保留区的 C5 站位，无机氮和 PO_4-P 均劣于四类水质标准，其他指标均能达到一类水质标准。

表 5.3-5　2016 年 5 月（春季）海水水质现状评价结果

站位	评价标准		pH	COD	DO	无机氮	PO_4-P	石油类	Hg	Cd	Pb	Cu	As	Zn	Cr
C1	二类														
C2															
C3															
C4															
C6															
C7															
C8															
C9															
C10															
C11															
C12															
C13															
C14															
C15															
C17															
C18															
C19															
C20															
C21															
C22															
C23															
C24															
C25															
C26															
C16	四类														
C5	维持现状	一类													
		二类													
		三类													
		四类													

注：“-”表示未检出，“/”表示可达到相应标准，下同。

表 5.3-6　2016 年 11 月（秋季）海水水质现状评价结果

站位	评价标准		pH	COD	DO	无机氮	PO_4-P	石油类	Hg	Cd	Pb	Cu	As	Zn	Cr
C1	二类														
C2															
C3															
C4															
C6															
C7															
C8															
C9															
C10															
C11															
C12															
C13															
C14															
C15															
C17															
C18															
C19															
C20															
C21															
C22															
C23															
C16	四类														
C5	维持现状	一类													
		二类													
		三类													
		四类													

5.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价[8]

为了了解工程所在海域的沉积物环境质量现状，本报告收集了国家海洋局温州海洋环境监测中心站 2017 年 6 月编制的《2016 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划实施海域使用动态监视监测报告》中于 2016 年 5 月（春季）在工程附近海域进行的沉积物现状调查资料。

5.4.1 海洋沉积物环境质量现状调查

（1）调查时间、范围和站位布设

2016 年 5 月（春季），在调查海域共布设了 21 个沉积物调查站位，具体调查范围及站位布设详见表 5.3-1 和图 5.3-1。

（2）调查频率

每个站位只采一次样。

（3）调查项目

有机碳、硫化物、石油类以及重金属（Hg、As、Cu、Pb、Cd、Cr、Zn）等。

（4）观测层次

采表层（0~2cm）。

（5）监测和分析方法

本次调查中样品采集、贮存、运输和预处理及其分析测定均按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的相应要求进行，各监测项目所采用的分析方法见表 5.4-1。

表 5.4-1　海洋沉积物测定方法一览表

项目	分析方法	方法标准
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB17378-2007
石油类	紫外分光光度法	
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	
Hg	原子荧光法	
As	原子荧光法	
Cu	无火焰原子吸收分光光度法	
Pb	无火焰原子吸收分光光度法	
Cd	无火焰原子吸收分光光度法	
Cr	无火焰原子吸收分光光度法	
Zn	火焰原子吸收分光光度法	

（6）调查结果

工程所在海域沉积物环境质量现状调查结果见表 5.4-2。

表 5.4-2　海洋沉积物质量现状调查结果统计表（2016 年 5 月）

站号	有机碳	硫化物	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
	%	×10^{-6}								
C1										
C2										
C4										
C5										
C6										
C8										
C9										
C10										
C11										
C13										
C15										
C16										
C17										
C19										
C20										
C21										
C22										
C23										
C24										
C25										
C26										

5.4.2海洋沉积物环境质量现状评价

（1）评价项目

有机碳、硫化物、石油类以及重金属（Hg、As、Cu、Pb、Cd、Cr、Zn）等。

（2）评价标准

采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）。根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》，位于农渔业区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位执行一类标准，位于港口航运区的 C16 站位执行三类标准，位于保留区的 C5 站位维持现状水平。

（3）评价方法

与海域水质现状评价方法相同，采用单项评价因子标准指数法。

（4）评价结果

根据现场调查数据和单项标准指数法计算公式，计算出工程所在海域沉积物中各评价因子的标准指数值，具体标准指数值详见表 5.4-3。

表 5.4-3　海洋沉积物评价指数统计表（2016 年 5 月）

站位	评价标准		有机碳	硫化物	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
C1	一类标准											
C2												
C4												
C6												
C8												
C9												
C10												
C11												
C13												
C15												
C17												
C19												
C20												
C21												
C22												
C23												
C24												
C25												
C26												
C16	三类标准											
C5	维持现状	一类										
		二类										
		三类										
		四类										

注：“/”表示可达到相应标准。

由表5.4-3可以看出，2016年5月（春季），位于一类标准区的C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位除 Cu 超标外（超标率为 58.3%），其余指标均未超标；位于三类标准区的 C16 站位所有指标未超标；位于保留区的 C5 站位，Cu 可达到二类标准，其他指标均能达到一类标准要求。

调查海域所有站位的有机碳、硫化物、石油类、Hg、As、Pb、Cd、Cr、Zn 等指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准，Cu 指标均能达到二类标准要求。

5.5 海洋生态环境现状调查与评价[8]

5.5.1 调查范围和站位布设

（1）叶绿素 a、浮游生物、底栖生物：两季调查期间，在调查海域共布设了 21 个站位，分别为 C1、C2、C4~C6、C8~C11、C13、C15~C17、C19~C26 站位，具体调查范围及站位布设详见表 5.3-1 和图 5.3-1。

（2）潮间带生物：在调查海域共布设了 5 条断面，每条断面取高、中、低 3 个站位，5 条潮间带高、中、低潮带均为岩礁，具体调查范围及站位布设详见图 5.3-1。

5.5.2 调查频率

叶绿素 a、浮游生物、底栖生物在大潮高潮时各调查 1 次，潮间带站位在大潮低潮位时调查 1 次。

5.5.3 调查项目

叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物的种类、生物量、细胞丰度、栖息密度及生物多样性等。

5.5.4 调查方法

生物生态调查主要进行海水叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和潮间带生物的调查。调查过程中样品采集、贮存、运输和预处理及其分析测定均按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）等规范中的相应要求进行。

5.5.5 评价方法

根据各站位的生物密度，分别计算生物的多样性指数（H′）、均匀度指数（J′）、和丰富度指数（d），生物学评价指数计算公式如下：

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \log_2 p_i$$ （Shannon-Wiever,1963）；

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$ （Pielous, 1969）；

$d = (S-1)/\log(N)$；

式中 S 为样品中的种类数；P_i 为第 i 种的个体数与样品总个体数的比值；N

为每个种出现的个体数的总和。

5.5.6海洋生态调查结果与分析

5.5.6.1 叶绿素 A

2016 年 5 月（春季），调查海域表层海水叶绿素 a 浓度为 0.7~1.6mg/m^3，平均值为 1.11mg/m^3。

2016 年 11 月（秋季），调查海域表层海水叶绿素 a 浓度为 0.3~0.8mg/m^3，平均值为 0.52mg/m^3。

5.5.6.2 浮游植物

（1）种类组成

2016 年 5 月（春季），调查海域共鉴定出浮游植物 3 门 40 种，其中硅藻门 16 属 29 种，占 73%，甲藻门 8 属 9 种，占 22%，黄藻门 2 属 2 种，占 5%。硅藻是主要优势类群。

2016 年 11 月（秋季），共鉴定出浮游植物 4 门 52 种。其中，硅藻门 21 属 44 种，占 84.62%；甲藻门 4 属 6 种，占 11.54%；黄藻门 1 属 1 种，占 1.92%；绿藻门 1 属 1 种，占 1.92%。硅藻是主要优势类群。

两季调查期间浮游植物名录统计分别见表 5.5-1。

表 5.5-1 2016 年 5 月（春季）、11 月（秋季）浮游植物种类名录表

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
一				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
二				
54				
55				
三				
56				
57				
58				
59				

60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
四				
68				

（2）细胞丰度

2016 年 5 月（春季），细胞丰度为 0.03~5.32×10^5 个/m^3，均值为 1.06×10^5 个/m^3，最高值出现在 C8 站，最小值出现 C22 站。

2016 年 11 月（秋季），细胞丰度为 0.18~6.53×10^5 个/m^3，均值为 1.87×10^5 个/m^3，最高值出现在 C1 站，最小值出现 C20 站。

（3）优势种

2016 年 5 月（春季），主要优势种有夜光藻、三角角藻、虹彩圆筛藻、琼氏圆筛藻和透明根管藻等。

2016 年 11 月（秋季），主要优势种有虹彩圆筛藻、中肋骨条藻、琼氏圆筛藻、苏里圆筛藻、布氏双尾藻和佛氏海毛藻等。

两季调查期间浮游植物优势种统计分别见表 5.5-2。

表 5.5-2　2016 年 5 月（春季）、11 月（秋季）浮游植物优势种统计表

优势种	春季	秋季
夜光藻		
虹彩圆筛藻		
三角角藻		
琼氏圆筛藻		
苏里圆筛藻		
透明根管藻		
中肋骨条藻		
布氏双尾藻		
佛氏海毛藻		

（4）生物多样性分析

2016 年 5 月（春季），浮游植物多样性指数（*H'*）为 0.81~2.63，均值为 1.89；均匀度（*J'*）为 0.38~0.96，均值为 0.74；丰富度（*d*）为 0.08~0.53，均值为 0.33。

2016 年 11 月（秋季），浮游植物多样性指数（*H'*）为 0.44~3.20，均值为 2.37；

均匀度（*J'*）为 0.39~0.92，均值为 0.76；丰富度（*d*）为 0.06~0.83，均值为 0.48。

5.5.6.3 浮游动物

（1）种类组成

2016 年 5 月（春季），共鉴定出浮游动物 46 种（含浮游幼虫（体）和仔鱼），其中浮游幼虫（体）最多 14 种，桡足类和水螅水母类各 10 种，栉水母类、背囊类、端足类、糠虾类和毛颚类各 2 种，管水母类和磷虾类各 1 种。

2016 年 11 月（秋季），共鉴定出浮游动物 44 种。其中，桡足类最多 16 种，浮游幼虫 7 种，水螅水母类 6 种，糠虾类 3 种，管水母类、涟虫类、毛颚类和栉水母类各 2 种，背囊类、端足类、多毛类和磷虾类各 1 种。

两季调查期间浮游动物名录统计见表 5.5-3。

表 5.5-3 2016 年 5 月（春季）、11 月（秋季）浮游动物种类名录表

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
一				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
二				
15				
16				
17				
三				
18				
19				
四				
20				
五				
21				

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
六				
41				
42				
七				
43				
八				
44				
45				
46				
九				
47				
48				
十				
49				
50				
十一				
51				
52				
53				
十二				
54				
55				
56				

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				

（2）细胞丰度、生物量

2016 年 5 月（春季），浮游动物丰度为 2.22~945.02 个/m^3，均值为 102.89 个/m^3，最高值出现在 C2 站，最低值出现在 C21 站；生物量为 1.11~9866.67mg/m^3，均值为 642.93mg/m^3，最高值出现在 C2 站，最低值出现在 C21 站。

2016 年 11 月（秋季），浮游动物丰度为 2.60~170.37 个/m^3，均值为 43.63 个/m^3，最高值出现在 C6 站，最低值出现在 C9 站；生物量为 2.6~121.21mg/m^3，均值为 32.89mg/m^3，最高值出现在 C19 站，最低值出现在 C9 站。

（3）优势种

2016 年 5 月（春季），主要优势种有大西洋五角水母（0.12）、指突水母（0.07）和百陶箭虫（0.03）等。

2016 年 11 月（秋季），主要优势种有背针胸刺水蚤（0.20）、磷虾幼体（0.16）、亚强次真哲水蚤（0.13）、百陶箭虫（0.09）、球型侧腕水母（0.04）和精致真刺水蚤（0.02）等。

（4）生物多样性分析

2016 年 5 月（春季），浮游动物生物多样性指数（*H'*）为 0.51~3.33，均值为 2.03，种类丰富度指数（*d*）为 0.30~2.50，均值为 1.32，均匀度指数（*J'*）为 0.27~1.00，均值为 0.73。

2016 年 11 月（秋季），浮游动物生物多样性指数（*H'*）为 1.57~3.34，均值为 2.65，种类丰富度指数（*d*）为 0.81~3.45，均值为 1.91，均匀度指数（*J'*）为 0.69~1.00，均值为 0.85。

5.5.6.4 底栖生物

（1）种类组成

2016 年 5 月（春季），鉴定出底栖生物 70 种。其中多毛类 37 种，占 52.86%；甲壳动物 14 种，占 20.00%；软体动物 11 种，占 15.71%；棘皮动物、纽形动物和鱼类各 2 种，分别占 2.86%；刺胞动物和扁形动物各 1 种，分别占 1.43%。

2016 年 11 月（秋季），鉴定出底栖生物 59 种。其中多毛类 36 种，占 61.02%；甲壳动物 11 种，占 18.64%；软体动物 7 种，占 11.86%；纽形动物 2 种，占 3.39%；棘皮动物、腔肠动物和螠虫动物各 1 种，分别占 1.69%。

两季调查期间底栖生物名录统计分别见表 5.5-4。

表 5.5-4 2016 年 5 月（春季）、11 月（秋季）底栖生物种类名录表

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
一				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
二				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
三				

69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
四				
85				
86				
五				
87				
88				
六				
89				
90				
七				
91				
八				
92				
九				
93				
十				
94				

（2）生物量、栖息密度

2016 年 5 月（春季），生物量为 0.1~31.50g/m^2，均值为 8.73g/m^2，最大值出现在 C25 站，最小值出现在 C22 站；栖息密度为 10~1070 个/m^2，均值为 242 个/m^2，最大值出现在 C13 站，最小值出现在 C22 站。

2016 年 11 月（秋季），生物量为 0.2~13.2g/m^2，均值为 2.86g/m^2，最大值出现在 C4 站，最小值出现在 C2 站；平均栖息密度为 40~1160 个/m^2，均值为 395

个/m^2，其中，最大值出现在 C8 站，最小值出现在 C2 站。

（3）优势种

2016 年 5 月（春季），主要优势种有薄云母蛤、中蚓虫属和似蛰虫等；2016 年 11 月（秋季），主要优势种有中蚓虫属、寡鳃齿吻沙蚕和钩毛虫属等。

两季调查期间底栖生物优势种组成见表 5.5-5。

表 5.5-5　2016 年 5 月（春季）、11 月（秋季）底栖动物优势种组成表

优势种	春季	秋季
薄云母蛤		
中蚓虫属		
似蛰虫		
寡鳃齿吻沙蚕		
钩毛虫属 sp.		

（4）生物多样性分析

2016 年 5 月（春季），底栖生物生物多样性指数（*H´*）为 1.00~4.11，均值为 2.52，最大值出现在 C11 站，最小值出现在 C23 站；均匀度指数（*J'*）为 0.52~1.00，均值为 0.87，最大值出现在 C23 站，最小值出现在 C13 站；物种丰富度指数（*d*）为 0.23~2.53，均值为 1.11，最大值出现在 C11 站，最小值出现在 C2 站。

2016 年 11 月（秋季），底栖生物生物多样性指数（*H´*）为 0.81~3.09，均值为 2.12，最大值出现在 C11 站，最小值出现在 C2 站；均匀度指数（*J'*）为 0.48~1，均值为 0.75；物种丰富度指数（*d*）为 0.17~2.20，均值为 0.97。

5.5.6.5　潮间带生物

（1）种类组成

2016 年 5 月（春季），共鉴定出潮间带生物 113 种，隶属于 109 个大类，其中软体动物 39 种，占 34.51%；甲壳动物 30 种，占 26.55%；多毛类 23 种，占 20.35%；大型藻类 7 种，占 6.19%；腔肠动物和苔藓动物 4 种，占 3.54%；鱼类和棘皮动物各 2 种，分别占 1.77%；扁形动物和纽形动物各 1 种，分别占 0.88%。

2016 年 11 月（秋季），共鉴定出潮间带生物 71 种，隶属于 8 个大类，其中软体动物种类数最多 30 种，占 42.25%；甲壳动物 21 种，占 29.58%；多毛类 11 种，占 15.49%；大型藻类和腔肠动物各 3 种，分别占 4.23%；鱼类、纽形动物和棘皮动物各 1 种，分别占 1.41%。

两季调查期间潮间带生物名录统计见表 5.5-6。

表 5.5-6　2016 年 5 月（春季）、11 月（秋季）调查海域潮间带生物名录表

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
一				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
二				
44				

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
三				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				

序号	种类	拉丁文	春季	秋季
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				
四				
101				
102				
103				
104				
105				
106				
107				
108				
五				
109				
110				
111				
112				
113				
六				
114				
115				
116				
117				
七				
118				
119				
八				
120				
121				
九				
122				
十				
123				

（2）优势种

调查期间，岩相高潮区优势种为短滨螺和粗糙滨螺，中潮区优势种为短滨螺、疣荔枝螺、日本笠藤壶和黑荞麦蛤等，低潮区优势种为鳞笠藤壶、疣荔枝螺、克氏无襟毛虫、近江牡蛎和苔藓动物等；高潮区（堤坝）优势种为粗糙滨螺、近江牡蛎和白脊藤壶等，泥相中潮区的优势种为圆锯齿吻沙蚕、理蛤和中蚓虫属等，

泥相低潮区优势种为寡鳃齿吻沙蚕和异蚓虫等。

（3）栖息密度和生物量

2016 年 5 月（春季），栖息密度在 108~10472 个/m^2，平均 3875 个/m^2。生物量在 3.3~3467.45g/m^2，平均 662.50g/m^2。其中高潮区栖息密度在 108~10470 个/m^2，平均 5429 个/m^2，生物量在 3.3~994.32g/m^2，平均 224.97g/m^2；中潮区栖息密度在 1028~9280 个/m^2，平均 5091 个/m^2，生物量在 59.44~3467.45g/m^2，平均 1140.23g/m^2；低潮区栖息密度在 496~1645 个/m^2，平均 1106 个/m^2，生物量在 5.92~1587.35g/m^2，平均 622.29g/m^2。

2016 年 11 月（秋季），栖息密度在 40~7784 个/m^2，平均 1487 个/m^2。生物量在 13.72~2967.00g/m^2，平均 764.54g/m^2。其中高潮区栖息密度在 40~3648 个/m^2，平均 1413 个/m^2，生物量在 13.72~37.77g/m^2，平均 26.12g/m^2；中潮区栖息密度在 260~964 个/m^2，平均 556 个/m^2，生物量在 32.22~2967.00g/m^2，平均 1173.87g/m^2；低潮区栖息密度在 256~7784 个/m^2，平均 2493 个/m^2，生物量在 23.32~2956.12g/m^2，平均 1093.63g/m^2。

各断面生物量和密度组成以软体动物为最高，其次为甲壳动物和多毛类，其他动物的生物量和密度则很低，春、秋两季调查结果分别见表 5.5-7 和 5.5-8。

表 5.5-7　2016 年 5 月（春季）潮间带各断面各类别种数和密度及生物量分布

种类	生境(断面)	T1 断面(泥相)			T2 断面(岩相)			T3(岩相)			T4(岩相)			T5(岩相)		
	潮区	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
软体动物	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
甲壳动物	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
多毛类	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
其它	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
合计	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															

表 5.5-8　2016 年 11 月（秋季）潮间带各断面各类别种数和密度及生物量分布

种类	生境(断面)	T1 断面(泥相)			T2 断面(岩相)			T3(岩相)			T4(岩相)			T5(岩相)		
	潮区	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
软体动物	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
甲壳动物	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
多毛类	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
其它	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															
合计	种数(n)															
	密度(个/m^2)															
	生物量(g/m^2)															

（4）多样性指数、均匀度、种类丰富度

2016 年 5 月（春季），调查海域潮间带生物种类多样性指数属于中等水平，生物多样性指数（*H´*）在 0.97~3.29，均值为 1.65；均匀度指数（*J'*）在 0.19~0.76，均值为 0.35；物种丰富度指数（*d*）在 1.74~3.17，均值为 2.29（表 5.5-9）。

2016 年 11 月（秋季），调查海域潮间带生物种类多样性指数属于中等水平，潮间带种类数在 13~28，均值为 19；生物多样性指数（*H´*）在 1.94~3.23，均值为 2.63；均匀度指数（*J'*）在 0.42~0.81，均值为 0.64；物种丰富度指数（*d*）在 1.07~2.02，均值为 1.55（表 5.5-10）。

表 5.5-9　2016 年 5 月（春季）潮间带生物生态指数统计

站位	种类数	H'多样性指数	J'均匀度	d 丰富度
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
最小值				
最大值				
平均值				

表 5.5-10　2016 年 11 月（秋季）潮间带生物生态指数统计

站位	种类数	H'多样性指数	J'均匀度	d 丰富度
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
最小值				
最大值				
平均值				

5.6 海洋渔业资源现状调查与评价[9,10]

为了解工程所在海域的海洋渔业资源现状，我们收集了国家海洋局第二海洋研究所 2018 年 4 月编制的《温州市瓯江口海域 2017 年春季环境生态调查报告》和《温州市瓯江口海域 2017 年秋季环境生态调查报告》中分别于 2017 年 4 月（春季）和 10~11 月（秋季）在工程附近海域进行的渔业资源现状调查资料。

5.6.1 调查时间和站位布设

2017 年春季调查时间为 2017 年 4 月 25 日~4 月 28 日，2017 年秋季调查时间为 2017 年 10 月 28 日~11 月 1 日，共布设了 30 个渔业资源（兼海洋生物体质量采样）调查站位，具体调查范围及站位布设详见表 5.6-1 和图 5.6-1。

表 5.6-1　2017 年春、秋两季渔业资源（兼生物体质量）调查站位表

站号	北纬	东经	备注
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

图 5.6-1　2017 年春、秋两季生物体质量、渔业资源调查站位图

5.6.2调查内容

（1）鱼卵、仔鱼：种类组成和数量分布等。

（2）游泳动物现状调查：渔获物种类组成、优势种分布、渔获量分布、资源密度(重量、尾数)、渔获物物种多样性等。

5.6.3调查与检测方法

渔业资源调查方法按照《海洋渔业资源调查规范》（SC/T 9403-2012）、《海洋调查规范》（GB/T12763.6-2007）及《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）进行。

渔业资源调查根据瓯江口海域实际现状和水深条件，采取拖网和张网结合的方法进行，水深与网具拖曳条件允许的站位租用单拖渔船采用拖网法进行调查作业，浅滩二期围区以及瓯江口北侧浅滩淤积严重，采用定置张网法进行调查作业。

拖网调查租用渔民单拖网船。网囊网目 25~65mm，拖曳作业时网口水平扩展宽度约为 5m，根据海底地形及实际生产状况每网拖拽时间为 30~42min，拖速 2.8~3.5kn。每站拖网所获的渔获物全部取样装入样品袋，并进行编号、记录后，冰鲜保存，带回实验室分析、鉴定。统计渔获品种、重量、尾数等，并进行生物学测定（体重、体叉肛长、幼体比等）。本次调查海域渔获物主要分为鱼类、虾类、口足类、蟹类、头足类，在计算资源密度时将口足类归入虾类进行统计。部分渔获测量的长度参数非体长，尾鳍、尾椎骨不易测量的海鳗、带鱼等参数为肛长，尾叉明显的鱼类为叉长，鳐属、魟属等参数为体盘长，头足类参数为胴长，为方便统计，均用体长表示。

5.6.4评价方法

渔业资源密度（重量、尾数）估算方法根据《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9403-2012）进行，计算公式如下：

$$D = C / aq$$

式中：D 为渔业资源密度，单位为千尾/平方千米(10^3ind/km^2)或千克/平方千米(kg/km^2)；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为千尾/小时(10^3ind/h)或千克/小时(kg/h)；

a 为每小时网具扫海面积，单位为平方千米/小时(km^2/h)；

q为捕获率，取值为0.5。

游泳动物优势种的计算采用相对重要性指数，计算公式如下：

$$IRI = [(n_i / N + w_i / W) \bullet f_i / m] \bullet 10^4$$

式中：n_i、w_i分别为第i种生物的个体数和生物量；N、W分别为总个体数和总生物量；f_i为第i种生物在m次取样中出现的频率；m为取样次数。

将相对重要性指数（IRI）大于1000者定为优势种，在100~1000之间者定为常见种。

5.6.5调查结果与分析

5.6.5.1 鱼卵、仔鱼

（1）种类组成

2017年春季，调查海域30个站位共鉴定出鱼卵和仔稚鱼9种。其中，5、10、16、19、23站位共采集到鱼卵29枚共4种，1、2、3、4、11、12、14、18、21、26、28、29、30站位共采集到仔稚鱼共69尾共9种，详见表5.6-2。

2017年秋季，调查海域30个站位共鉴定出仔稚鱼4种，未鉴定到鱼卵。其中，22、27、28站位共鉴定仔稚鱼5尾4种，详见表5.6-3。

表5.6-2 2017年春季调查海域鱼卵、仔稚鱼种名录表

序号	中文名	拉丁文名	鱼卵	仔稚鱼
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

注：+表示出现，-表示未出现，下同。

表5.6-3 2017年秋季调查海域鱼卵、仔稚鱼种名录表

序号	中文名	拉丁文名	鱼卵	仔稚鱼
1				
2				
3				
4				

（2）密度分布

2017年春季，平均鱼卵丰度0.91ind/m^3，出现频率16.7%。平均仔稚鱼丰度1.82 ind/m^3，出现频率32.5%。春季鱼卵、仔稚鱼主要种类数量组成见表5.6-4，

鱼卵和仔稚鱼数量最多的均为矛尾鰕虎鱼。

2017 年秋季，平均鱼卵丰度 0ind/m^3，出现频率 0%。平均仔稚鱼丰度 0.056ind/m^3，出现频率 10%。秋季鱼卵、仔稚鱼主要种类数量组成见表 5.6-5，仔稚鱼数量最多的为鰕虎鱼科。

表 5.6-4　2017 年春季调查海域鱼卵、仔稚鱼主要种类数量组成表

种名	鱼卵		仔稚鱼	
	出现个数	百分比%	出现个数	百分比%
矛尾鰕虎鱼				
小公鱼				
银鲳				
棘头梅童鱼				
凤鲚				
短吻舌鳎				
海鳗				
白姑鱼				
龙头鱼				
合 计				

表 5.6-5　2017 年秋季调查海域鱼卵、仔稚鱼主要种类数量组成表

种名	鱼卵		仔稚鱼	
	出现个数	百分比%	出现个数	百分比%
棘头梅童鱼				
龙头鱼				
刀鲚				
鰕虎鱼科				
合 计				

5.6.5.2　游泳动物

（1）种类组成

2017 年春季调查所获的渔获物，经分析共鉴定出生物种类 59 种。其中，鱼类有 29 种，约占总种类数的 49.15%；虾类有 21 种，占总种类数的 35.59%；蟹类有 7 种，占总渔获种 11.86%，头足类 2 种，占总渔获种 3.39%，具体种类名录详见表 5.6-6。

2017 年秋季调查所获的拖网渔获物，经分析共鉴定出生物种类 61 种。其中，鱼类有 31 种，约占总种类数的 50.82%；虾类有 19 种，占总种类数 31.15%；蟹类有 10 种，占总渔获种 16.39%，头足类 1 种，占总渔获种 1.64%，具体种类名录详见表 5.6-7。

表 5.6-6　2017 年春季调查海域渔获物种类名录表

序号	类别	种名	拉丁文名
1	鱼类		
2	鱼类		
3	鱼类		
4	鱼类		
5	鱼类		
6	鱼类		
7	鱼类		
8	鱼类		
9	鱼类		
10	鱼类		
11	鱼类		
12	鱼类		
13	鱼类		
14	鱼类		
15	鱼类		
16	鱼类		
17	鱼类		
18	鱼类		
19	鱼类		
20	鱼类		
21	鱼类		
22	鱼类		
23	鱼类		
24	鱼类		
25	鱼类		
26	鱼类		
27	鱼类		
28	鱼类		
29	鱼类		
30	虾类		
31	虾类		
32	虾类		
33	虾类		
34	虾类		
35	虾类		
36	虾类		
37	虾类		
38	虾类		
39	虾类		
40	虾类		
41	虾类		
42	虾类		
43	虾类		
44	虾类		
45	虾类		
46	虾类		
47	虾类		

48	虾类		
49	虾类		
50	虾类		
51	蟹类		
52	蟹类		
53	蟹类		
54	蟹类		
55	蟹类		
56	蟹类		
57	蟹类		
58	头足类		
59	头足类		

表 5.6-7　2017 年秋季调查海域渔获物种类名录表

序号	类别	种名	拉丁文名
1	鱼类		
2	鱼类		
3	鱼类		
4	鱼类		
5	鱼类		
6	鱼类		
7	鱼类		
8	鱼类		
9	鱼类		
10	鱼类		
11	鱼类		
12	鱼类		
13	鱼类		
14	鱼类		
15	鱼类		
16	鱼类		
17	鱼类		
18	鱼类		
19	鱼类		
20	鱼类		
21	鱼类		
22	鱼类		
23	鱼类		
24	鱼类		
25	鱼类		
26	鱼类		
27	鱼类		
28	鱼类		
29	鱼类		
30	鱼类		
31	鱼类		
32	虾类		
33	虾类		
34	虾类		
35	虾类		
36	虾类		
37	虾类		
38	虾类		
39	虾类		
40	虾类		
41	虾类		
42	虾类		
43	虾类		
44	虾类		
45	虾类		
46	虾类		
47	虾类		

48	虾类		
49	虾类		
50	虾类		
51	蟹类		
52	蟹类		
53	蟹类		
54	蟹类		
55	蟹类		
56	蟹类		
57	蟹类		
58	蟹类		
59	蟹类		
60	蟹类		
61	头足类		

（2）渔获物（重量、尾数）分类群组成

2017年春季调查结果统计表明（表5.6-8），鱼类尾数占总渔获尾数70.96%，虾类占18.01%，蟹类占10.82%，头足类占0.21%；鱼类占总渔获重量百分比约69.89%，虾类占6.53%，蟹类占19.06%，头足类占4.52%。尾数百分比和重量百分比均为鱼类占绝对优势。

2017年秋季调查结果统计表明（表5.6-9），鱼类尾数占总渔获尾数57.31%，虾类占27.67%，蟹类占14.97%，头足类占0.05%；鱼类占总渔获重量百分比约58.84%，虾类占13.69%，蟹类占27.15%，头足类占0.32%。尾数百分比和重量百分比均为鱼类占绝对优势。

表5.6-8　2017年春季渔获物(重量、尾数)分类群百分比组成表

种类	尾数百分比（%）	重量百分比（%）
鱼类		
虾类		
蟹类		
头足类		
合计		

表 5.6-9　2017 年秋季渔获物(重量、尾数)分类群百分比组成表

种类	尾数百分比（%）	重量百分比（%）
鱼类		
虾类		
蟹类		
头足类		
合计		

（3）渔获物优势种

2017 年春季，调查海域渔获物优势种包含鱼类和蟹类，共计 4 种。其中鱼类分别为刀鲚、龙头鱼、神仙青鳞鱼；蟹类为三疣梭子蟹。常见种为孔虾虎鱼、银鲳、花鲈、口虾蛄、日本蟳等共计 10 种，详见表 5.6-10。

2017 年秋季，调查海域渔获物优势种共计 3 种，分别为龙头鱼、三疣梭子蟹和口虾蛄。常见种为刀鲚、脊尾白虾、安氏白虾、日本蟳、棘头梅童鱼等共计 9 种，详见表 5.6-11。

表 5.6-10　2017 年春季调查海域优势种和常见种相对重要性指数值（IRI）

种名	*IRI*
刀鲚	
龙头鱼	
三疣梭子蟹	
神仙青鳞鱼	
孔虾虎鱼	
银鲳	
花鲈	
口虾蛄	
日本蟳	
细巧仿对虾	
细螯虾	
中华栉孔虾虎鱼	
葛氏长臂虾	
脊尾白虾	

表 5.6-11　2017 年秋季调查海域优势种和常见种相对重要性指数值（IRI）

种名	*IRI*
龙头鱼	
三疣梭子蟹	
口虾蛄	
刀鲚	
脊尾白虾	
安氏白虾	
日本蟳	
棘头梅童鱼	
花鲈	
葛氏长臂虾	
中颌棱鳀	
条纹东方鲀	

（4）物种多样性

2017 年春季，调查海域各站位物种多样性指数如表 5.6-12 所示。

①春季调查海域各站位生物（尾数）多样性指数分布在 0.82~3.73，平均为 2.44；均匀度指数（尾数）分布在 0.32~1.00，平均为 0.72；丰富度指数（尾数）分布在 0.37~2.8，平均为 1.68；单纯度指数（尾数）范围为 0.09~0.73，平均值为 0.29。

②春季调查海域各站位生物(重量)多样性指数分布在 0.55~3.3，平均为 1.95；均匀度指数分布在 0.17~0.87，平均为 0.56；丰富度指数分布在 0.25~1.82，平均为 1.16；单纯度指数（重量）范围为 0.13~0.85，平均值为 0.40。

2017 年秋季，调查海域各站位物种多样性指数如表 5.6-13 所示。

①秋季调查海域各站位生物（尾数）多样性指数分布在 1.15~3.34，平均为 2.24；均匀度指数（尾数）分布在 0.31~0.80，平均为 0.61；丰富度指数（尾数）分布在 0.77~3.26，平均为 1.85；单纯度指数（尾数）范围为 0.01~0.69，平均值为 0.31。

②秋季调查海域各站位生物（重量）多样性指数分布在 1.25~3.40，平均为 2.33；均匀度指数分布在 0.34~0.90，平均为 0.64；丰富度指数分布在 0.50~2.34，平均为 1.29；单纯度指数（重量）范围为 0.08~0.62，平均值为 0.28。

表 5.6-12　2017 年春季调查海域各站位物种多样性统计表

站位	尾数				重量			
	香农-维纳(H')	均匀度(J')	丰富度(d)	单纯度(C)	香农-维纳(H')	均匀度(J')	丰富度(d)	单纯度(C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
平均								

表 5.6-13　2017 年秋季调查海域各站位物种多样性统计表

站位	尾数				重量			
	香农-维纳(H')	均匀度(J')	丰富度(d)	单纯度(C)	香农-维纳(H')	均匀度(J')	丰富度(d)	单纯度(C)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
平均								

（5）渔业资源密度

①不同站位渔业资源密度

根据渔业资源密度估算方法计算得出，2017 年春、秋两季调查海域不同调查站位的渔业资源密度（重量、尾数）如表 5.6-14 和表 5.6-15 所示。

2017 年春季，调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 0.59~84.73（10^3ind/km^2）之间，平均值为 22.08（10^3ind/km^2），渔业资源尾数密度最高是 19#，最低的是 2#。调查海域各站位渔业资源重量密度分布在 7.77kg/km^2~667.04kg/km^2 之间，平均值为 151.19kg/km^2，渔业资源重量密度最高的是 14#，最低的是 9#。

2017 年秋季，调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 9.97~131.84（10^3ind/km^2）之间，平均值为 53.82（10^3ind/km^2），渔业资源尾数密度最高是 26#，最低的是 17#。调查海域各站位渔业资源重量密度分布在 69.41kg/km^2~1360.76kg/km^2 之间，平均值为 414.41kg/km^2，渔业资源重量密度最高的是 13#，最低的是 17#。

表 5.6-14　2017 年春季各调查站位渔业资源重量、尾数密度统计表

调查站位	尾数密度（10^3ind/km^2）	重量密度（kg/km^2）
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
平均		

表 5.6-15　2017 年秋季各调查站位渔业资源重量、尾数密度统计表

调查站位	尾数密度（10^3ind/km^2）	重量密度（kg/km^2）
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
平均		

②不同类群渔业资源密度

2017 年春、秋两季调查海域不同类群渔获渔业资源密度（尾数、重量）分布情况分别见表 5.6-16 和表 5.6-17。

表 5.6-16　2017 年春季调查海域不同类群渔业资源密度（尾数、重量）表

类群	尾数密度（10^3ind/km^2）	重量密度（kg/km^2）
鱼类		
虾类		
蟹类		
头足类		
合计		

表 5.6-17　2017 年秋季调查海域不同类群渔业资源密度（尾数、重量）表

类群	尾数密度（10^3ind/km^2）	重量密度（kg/km^2）
鱼类		
虾类		
蟹类		
头足类		
合计		

（6）渔获物体重和幼体比例

2017 年春、秋两季调查海域不同种类渔获物体重、体长、幼体比例，分别如表 5.6-18 和表 5.6-19 所示。

表 5.6-18　2017 年春季不同渔获种类的体长、体重分布与幼体比例统计表

种名	体长（cm）		体重（g）		幼体比（%）
	范围	均值	范围	均值	
赤魟					
斑鰶					
神仙青鳞鱼					
赤鼻棱鳀					
刀鲚					
中颌棱鳀					
中华小公鱼					
龙头鱼					
花鲈					
白姑鱼					
棘头梅童鱼					
鮸					
皮氏叫姑鱼					
小黄鱼					
扁舵鲣					
银鲳					
六丝钝尾虾虎鱼					
矛尾虾虎鱼					
纹缟虾虎鱼					
小鳞沟虾虎鱼					
钟馗虾虎鱼					
红狼牙虾虎鱼					
孔虾虎鱼					
中华栉孔虾虎鱼					
绿鳍鱼					
焦氏舌鳎					
三线舌鳎					

铅点东方鲀					
双斑东方鲀					
刀额仿对虾					
哈氏仿对虾					
假长缝拟对虾					
细巧仿对虾					
中华管鞭虾					
周氏新对虾					
中国毛虾					
细螯虾					
刺螯鼓虾					
日本鼓虾					
鲜明鼓虾					
安氏白虾					
葛氏长臂虾					
脊尾白虾					
巨指长臂虾					
锯齿长臂虾					
太平洋长臂虾					
鞭腕虾					
水母虾					
口虾蛄					
窝纹网虾蛄					
绒毛细足蟹					
三疣梭子蟹					
日本蟳					
双斑蟳					
隆线强蟹					
狭颚绒螯蟹					
中华绒螯蟹					
长蛸					
曼氏无针乌贼					

表 5.6-19　2017 年秋季不同渔获种类的体长、体重分布与幼体比例统计表

种名	体长（cm）		体重（g）		幼体比（%）
	范围	均值	范围	均值	
鳓鱼					
斑鰶					
神仙青鳞鱼					
赤鼻棱鳀					
刀鲚					
凤鲚					
中颌棱鳀					
龙头鱼					

海鳗					
鳙鱼					
六指马鲅					
花鲈					
白姑鱼					
黄姑鱼					
棘头梅童鱼					
尖头黄鳍牙鲆					
皮氏叫姑鱼					
小黄鱼					
大黄鱼					
金钱鱼					
银鲳					
矛尾虾虎鱼					
纹缟虾虎鱼					
红狼牙虾虎鱼					
孔虾虎鱼					
中华栉孔虾虎鱼					
焦氏舌鳎					
黄鳍东方鲀					
横纹东方鲀					
条纹东方鲀					
铅点东方鲀					
中国对虾					
刀额仿对虾					
哈氏仿对虾					
假长缝拟对虾					
细巧仿对虾					
中华管鞭虾					
周氏新对虾					
中国毛虾					
细螯虾					
刺螯鼓虾					
日本鼓虾					
鲜明鼓虾					
安氏白虾					
葛氏长臂虾					
脊尾白虾					
鞭腕虾					
水母虾					
口虾蛄					
窝纹网虾蛄					
绒毛细足蟹					

三疣梭子蟹					
银光梭子蟹					
拥剑梭子蟹					
日本蟳					
双斑蟳					
锈斑蟳					
锐齿蟳					
隆线强蟹					
绒毛近方蟹					
短蛸					

5.7 海洋生物质量现状调查与评价[9,10]

5.7.1 海洋生物质量现状调查

（1）调查时间、范围和站位布设

2017 年春季调查时间为 2017 年 4 月 25 日~4 月 28 日，2017 年秋季调查时间为 2017 年 10 月 28 日~11 月 1 日，共布设了 30 个海洋生物体质量调查站位，具体调查范围及站位布设详见表 5.6-1 和图 5.6-1。

（2）调查项目

海洋生物体内 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As、石油烃以及 666、DDT、多氯联苯、多环芳烃等特征因子。

（3）调查与检测方法

海洋生物质量调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）第 3 部分样品采集贮存与运输、《海洋监测规范》（GB17378-2007）第 6 部进行生物体分析，具体见表 5.7-1。

表 5.7-1　生物体质量检测方法一览表

检测要素	检测方法	仪器名称	检出限	规范性引用文件
Cu	无火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计 AAnalyst800	0.4×10^{-6}	GB 17378.6-2007
Pb	无火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计 AAnalyst800	0.04×10^{-6}	
Zn	火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计 AAnalyst800	0.4×10^{-6}	
Cd	无火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计 AAnalyst800	0.005×10^{-6}	
Hg	原子荧光法	原子荧光光度计	0.002×10^{-6}	
As	原子荧光法	原子荧光光度计	0.2×10^{-6}	
Cr	无火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计 AAnalyst800	0.04×10^{-6}	
石油烃	荧光分光光度法	原子荧光光度计	0.2×10^{-6}	
666	气相色谱法	气象色谱仪	2.0×10^{-9}	
DDT	气相色谱法	气象色谱仪	0.5×10^{-9}	
多氯联苯	气相色谱法	气象色谱仪	3.5×10^{-9}	
多环芳烃(苯并 a 芘)	气象色谱-质谱法	气质联用仪	2.0×10^{-9}	HY/T 147.3-2013

（4）调查结果

2017 年春、秋两季调查海域生物体质量现状调查结果分别见表 5.7-2~5.7-5。

表 5.7-2　2017 年春季鱼类生物体质量检测结果表（鲜重）　　单位 mg/kg

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃	666	DDT	多氯联苯	多环芳烃[苯并(a)芘]
		单位：mg/kg								单位：μg/kg			
1	刀鲚												
2	花鲈												
4	花鲈												
5	龙头鱼												
6	刀鲚												
7	刀鲚												
8	刀鲚												
9	龙头鱼												
10	龙头鱼												
13	刀鲚												
14	刀鲚												
15	龙头鱼												
16	龙头鱼												
17	棘头梅童鱼												
18	刀鲚												
21	刀鲚												
22	龙头鱼												
24	龙头鱼												
25	龙头鱼												
27	银鲳												
28	龙头鱼												
29	刀鲚												
30	刀鲚												

表 5.7-3　2017 年秋季鱼类生物体质量检测结果表（鲜重）　　单位 mg/kg

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃	666	DDT	多氯联苯	多环芳烃[苯并(a)芘]
		单位：mg/kg								单位：μg/kg			
1	斑鰶												
2	斑鰶												
3	刀鲚												
5	大黄鱼												
6	刀鲚												
7	花鲈												
8	斑鰶												
9	龙头鱼												
10	刀鲚												
11	刀鲚												
15	棘头梅童鱼												
16	龙头鱼												
17	刀鲚												
18	花鲈												
20	刀鲚												
21	中华栉孔虾虎鱼												
22	焦氏舌鳎												
23	焦氏舌鳎												
25	刀鲚												
26	棘头梅童鱼												
28	棘头梅童鱼												
29	龙头鱼												
30	斑鰶												

表 5.7-4　2017 年春季甲壳类生物体质量检测结果表（鲜重）　　单位 mg/kg

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃	666	DDT	多氯联苯	多环芳烃[苯并(a)芘]
		单位：mg/kg								单位：μg/kg			
3	日本蟳												
11	三疣梭子蟹												
12	三疣梭子蟹												
19	日本蟳												
20	三疣梭子蟹												
23	三疣梭子蟹												
26	三疣梭子蟹												

注：“<”表示低于检出限；检出率占样品频率的 1/2 以上和不足 1/2 的，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 参加统计计算。

表 5.7-5　2017 年秋季甲壳类生物体质量检测结果表（鲜重）　　单位 mg/kg

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃	666	DDT	多氯联苯	多环芳烃[苯并(a)芘]
		单位：mg/kg								单位：μg/kg			
4	脊尾白虾												
12	口虾蛄												
13	口虾蛄												
14	三疣梭子蟹												
19	脊尾白虾												
24	三疣梭子蟹												
27	口虾蛄												

注：“<”表示低于检出限；检出率占样品频率的 1/2 以上和不足 1/2 的，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 参加统计计算。

5.7.2海洋生物质量现状评价

（1）评价项目

石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As 等。

（2）评价标准

海洋鱼类、甲壳类等生物质量评价，国家尚未颁布统一的评价标准，本报告采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价。

（3）评价方法

与海域水质现状评价方法相同，采用单项评价因子标准指数法。

（4）评价结果

根据现场调查数据和单项标准指数法计算公式，计算出工程所在海域生物体内中各评价因子的标准指数值，具体标准指数值详见表 5.7-6~5.7-9。

由表 5.7-6~5.7-9 可以看出，2017 年春、秋两季，调查海域鱼类和甲壳类生物体内除 As 超标外，其他检测因子 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、石油烃均能达到《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中的推荐标准。

表 5.7-6　2017 年春季鱼类生物体质量评价标准指数统计表

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃
1	刀鲚								
2	花鲈								
4	花鲈								
5	龙头鱼								
6	刀鲚								
7	刀鲚								
8	刀鲚								
9	龙头鱼								
10	龙头鱼								
13	刀鲚								
14	刀鲚								
15	龙头鱼								
16	龙头鱼								
17	棘头梅童鱼								
18	刀鲚								
21	刀鲚								
22	龙头鱼								
24	龙头鱼								
25	龙头鱼								
27	银鲳								

28	龙头鱼								
29	刀鲚								
30	刀鲚								

表 5.7-7　2017 年秋季鱼类生物体质量评价标准指数统计表

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃
1	斑鰶								
2	斑鰶								
3	刀鲚								
5	大黄鱼								
6	刀鲚								
7	花鲈								
8	斑鰶								
9	龙头鱼								
10	刀鲚								
11	刀鲚								
15	棘头梅童鱼								
16	龙头鱼								
17	刀鲚								
18	花鲈								
20	刀鲚								
21	中华栉孔虾虎鱼								
22	焦氏舌鳎								
23	焦氏舌鳎								
25	刀鲚								
26	棘头梅童鱼								
28	棘头梅童鱼								
29	龙头鱼								
30	斑鰶								

表 5.7-8　2017 年春季甲壳类生物体质量评价标准指数统计表

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃
3	日本蟳								
11	三疣梭子蟹								
12	三疣梭子蟹								
19	日本蟳								
20	三疣梭子蟹								
23	三疣梭子蟹								
26	三疣梭子蟹								

表 5.7-9　2017 年秋季甲壳类生物体质量评价标准指数统计表

站位	物种名称	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As	石油烃
4	脊尾白虾								
12	口虾蛄								
13	口虾蛄								
14	三疣梭子蟹								
19	脊尾白虾								
24	三疣梭子蟹								
27	口虾蛄								

5.8 海洋渔业生产现状调查与评价

本报告中龙湾区海域的海洋渔业生产现状调查资料引用自龙湾区海洋与渔业局 2017 年度的渔业生产统计年报中的有关资料。

（1）渔业经济总产出和增加值

2017 年龙湾区渔业经济总产出 4898 万元，其中海水渔业总产出 3788 万元（海洋捕捞实现经济产出 1517 万元，海水养殖实现经济产出 2271 万元），淡水渔业总产出 1015 万元（全部为淡水养殖实现的经济产出），水产苗种总产出 52 万元。2017 年，水产品加工实现经济产出 2746 万元。

（2）海洋渔业船舶

2017 年全区共有海洋捕捞渔船 118 艘，总吨位数 468 吨，共 1826 千瓦，生产渔船的主要作业方式为刺网。

（3）海洋渔业产量

2017 年全区共有海水养殖面积 57 公顷，海水养殖产量 560t，海洋捕捞产量 491t（其中刺网捕捞产量 442t，张网捕捞产量 49t）；淡水养殖面积 133 公顷，淡水养殖产量 305t；主要水产苗种为稚鳖 1 万只、虾类育苗 3 亿尾、贝类育苗 100 亿粒。

5.9 围填海工程填充物质现状调查与评价

5.9.1 调查概况

（1）调查时间、范围和站位布设

浙江省海洋水产研究所于 2016 年 6 月 25~27 日在工程区附近海域共设置了 6 个沉积物柱状样调查站位，其中本工程抛泥区所在的龙湾二期 2#围区内设置了 2 个站位，作为辐射剂量对比站位，疏浚区所在的瓯飞一期围垦工程 1#围区及附近海域内设置了 4 个站位，具体站位布设情况详见表 5.9-1 和图 5.9-1。

表 5.9-1　填充物采样站位一览表

调查项目	站号	所属区域	位置	
			纬　度	经　度
环境辐射剂量				
环境辐射剂量				
沉积物柱状样				
沉积物柱状样				
沉积物柱状样				
沉积物柱状样				

图 5.9-1　填充物质调查站位示意图

（2）样品采集

样品采集要求参考 GB 30736-2014 附录 A 的要求执行。

采样工具：采样铲、柱状样采样器、样品袋。

采样层次：取土区采集 10m 沉积物柱状样，按照 2m 一个层次的样品进行参数指标分析，即每个采样点 0~2m、2~4m、4~6m、6~8m、8~10m 共 5 个层次分析样。

5.9.2调查和评价项目

（1）调查项目

填充物质：材质、气味、单块体质量、相对密度、硫化物、石油类、有机碳 、重金属（Cu、Cr、Cd、Pb、Zn、Hg、As）、有机氯农药(六六六、滴滴涕)、多氯联苯、大肠菌群、γ 辐射剂量率等。

（2）评价项目

硫化物、石油类、有机碳 、重金属（Cu、Cr、Cd、Pb、Zn、Hg、As）、有机氯农药(六六六、滴滴涕)、多氯联苯、大肠菌群、γ 辐射剂量率等。

5.9.3分析和评价方法

（1）填充物质调查项目分析方法

围填海工程填充物质分为海源性和陆源性围填海工程填充物质两种。海源性围填海工程填充物质调查指海底疏浚物等来源于海域的围填海工程填充物质；陆域的围填海工程填充物质包括惰性无机地质材料和惰性拆建物料等。本次吹填土方来源于瓯飞工程附近的淤泥土，仅涉及海源性填充物，分析方法根据《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）推荐的方法进行，详见表 5.9-2。

表 5.9-2　海源性围填海工程填充物质样品检测方法一览表

项目	分析方法	检出限	方法标准
材质	目测法	/	/
气味	感官法	/	/
块体大小	目测法	/	/
相对密度	比重瓶法	/	GB/T 12763.8
石油类	紫外分光光度法	1.0×10^{-6}	GB17378.5
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	/	GB17378.5
Cu	无火焰原子吸收分光光度法	0.5×10^{-6}	GB17378.5
Pb	无火焰原子吸收分光光度法	1.0×10^{-6}	GB17378.5
Cd	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}	GB17378.5

Cr	无火焰原子吸收分光光度法	2.0×10^{-6}	GB17378.5
Zn	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}	GB17378.5
Hg	原子荧光法	0.002×10^{-6}	GB17378.5
As	原子荧光法	0.06×10^{-6}	GB17378.5
硫化物	离子选择电极法	4.0×10^{-6}	GB17378.5
多氯联苯（PCBa）	气相色谱法	59×10^{-6}	GB17378.5
六六六	气相色谱法	α-666:3pg γ-666:4pg β-666:3pg δ-666:5pg	GB17378.5
滴滴涕	气相色谱法	pp’-DDE:4pg op’-DDT:11pg pp’-DDD:6pg pp’-DDD:18pg	GB17378.5
大肠菌群湿重比个数	发酵法	/	GB17378.5
γ 辐射剂量率	γ 辐射剂量率仪法	/	GB/T 14583

（2）填充物质材质要求及分类

围填海工程填充物质首先应不含有冶金废料、采矿废料、燃料废料、化工废料、城市生活垃圾（惰性拆建材料除外）、危险废物、农业垃圾、木质废料、明显的大型植物碎屑和动物尸体等损害海洋环境质量的物质。

在满足上述要求的前提下，按照 GB/T17108 海洋功能区海洋沉积物质量的要求，规定了填充物质限值，并将其分为第一、二、三类，详见表 5.9-3。

表 5.9-3　围填海工程填充物质成分限值一览表（$\times10^{-6}$，有机碳为$\times10^{-2}$）

评价项目 \ 评价标准	第一类	第二类	第三类
材质			
气味			
块体大小			
相对密度			
石油类			
有机碳			
Cu			
Pb			
Cd			
Cr			
Zn			
Hg			
As			

硫化物			
多氯联苯（PCBs）			
六六六			
滴滴涕			
大肠菌群湿重比个数（个/g，湿重)			
γ 辐射剂量率（nGy/h）			

（3）评价方法

采用环境质量单因子评价标准指数法进行评价，如果评价因子的标准指数值＞1，则表明该因子超过了相应的填充物质成分限值，已经不能满足使用要求。反之，则表明该因子能符合使用要求。

单项评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数：

$$S_{i、j}=C_{i、j}/C_{si}$$

式中：$C_{i、j}$－填充物质评价因子 i 在第 j 取样点的实测浓度值，mg/kg；

C_{si} －填充物质评价因子 i 的评价标准，mg/kg。

5.9.4调查与和评价结果

5.9.4.1 填充物质成分检测结果

（1）材质：现场勘查发现本工程填充物质中不含有冶金废料、采矿废料、燃料废料、化工废料、城市生活垃圾（惰性拆建材料除外）、危险废物、农业垃圾、木质废料、明显的大型植物碎屑和动物尸体等损害海洋环境质量的物质。

（2）填充物质无异味、异臭。

（3）填充物质块体大小符合围海工程中堤坝或围堰的设计要求。

（4）填充物质的相对密度均大于施工海域的海水相对密度。

（5）围填海区 S1、S2 站位的 γ 辐射剂量率值分别为 143nGy/h 和 144nGy/h（环境背景值）。

（6）填充物质其他 14 项化学参数和 γ 辐射剂量率检测结果见表 5.9-4。

5.9.4.2 填充物质成分检测结果评价

采用环境质量单因子评价标准指数法对表 5.9-4 的各项理化特性按一类标准计算得到的标准指数如表 5.9-5 所示，由填充物质成分检测结果和标准指数计算结果可以看出：

（1）填充物质材质、气味、块体大小、相对密度等指标均能满足《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）要求。

（2）所有站位填充物质的硫化物、石油类、有机碳 、重金属（Cu、Cr、Cd、Pb、Zn、Hg、As）、有机氯农药(六六六、滴滴涕)、多氯联苯、大肠菌群等检测参数均符合一类填充物质要求。

（3）所有站位填充物质的γ辐射剂量率均不大于围填海工程实施前一定区域范围γ辐射剂量率的环境背景值。

因此，类比分析认为，本次疏浚土作为龙湾二期围区的填充物质，各项理化特性均符合《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）一类填充物质要求，能够用于填海造地。

表 5.9-4　填充物质成分检测结果一览表

站位	层次	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	铬 mg/kg	汞 μg/kg	砷 mg/kg	石油类 mg/kg	有机碳%	硫化物 mg/kg	666 μg/kg	DDT μg/kg	多氯联苯 μg/kg	大肠菌群 MPN/100g	辐射值 nGy/h
1#	0-2															
	2-4															
	4-6															
	6-8															
	8-10															
2#	0-2															
	2-4															
	4-6															
	6-8															
	8-10															
3#	0-2															
	2-4															
	4-6															
	6-8															
	8-10															
4#	0-2															
	2-4															
	4-6															
	6-8															
	8-10															

表 5.9-5　填充物质成分评价标准指数一览表（按一类标准）

站位	层次	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类	有机碳	硫化物	666	DDT	多氯联苯	大肠菌群
1#	0-2														
	2-4														
	4-6														
	6-8														
	8-10														
2#	0-2														
	2-4														
	4-6														
	6-8														
	8-10														
3#	0-2														
	2-4														
	4-6														
	6-8														
	8-10														
4#	0-2														
	2-4														
	4-6														
	6-8														
	8-10														

6 环境影响预测与评价

6.1 水文动力及冲淤环境影响预测与评价[11]

本报告水文动力及冲淤环境影响预测引用交通运输部天津水运工程科学研究所 2017 年 12 月编制的《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程潮流泥沙数学模型专题报告》中的相关结论。

6.1.1潮流泥沙数模建立与验证

6.1.1.1 模型理论

1、波浪数学模型

波浪传播采用 Mike 系列软件中的 SW 模型进行计算。计算域剖分采用无结构三角形网格，在处理复杂工程建筑物边界方面具有优势。在直角坐标系中，SW 模型控制方程可表示为：

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial N}{\partial t}+\nabla\cdot(vN)=\frac{s}{\sigma}\\
&(c_x,c_y)=\frac{dx}{dy}=c_g+U\\
&C_\sigma=\frac{d\sigma}{dt}=\frac{\partial\sigma}{\partial d}[\frac{\partial d}{\partial t}+U\cdot\nabla_x d]-c_g k\cdot\frac{\partial U}{\partial s}\\
&C_\theta=\frac{d\theta}{dt}=-\frac{1}{k}[\frac{\partial\sigma}{\partial d}\frac{\partial d}{\partial m}+k\cdot\frac{\partial U}{\partial m}]
\end{aligned} \tag{6.1-1}$$

其中：N 为动谱密度；t 为时间；x,y 为笛卡尔坐标系；v 为波群速度；S 为能量平衡方程中的源项；∇ 为微分算子；s 为波浪的传播方向；θ 和 m 为垂直于 s 的方向；∇_x 为在 x 空间上的二维微分算子。

2、潮流数学模型

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial hu}{\partial x}+\frac{\partial hv}{\partial y}=hS \tag{6.1-2}$$

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial hu^2}{\partial x}+\frac{\partial hvu}{\partial y}=\\
&fvh-gh\frac{\partial\eta}{\partial x}-\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial\rho}{\partial x}+\frac{\tau_{sx}}{\rho_0}-\frac{\tau_{bx}}{\rho_0}+\frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx})+\frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy})+hu_s S
\end{aligned} \tag{6.1-3}$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t}+\frac{\partial hvu}{\partial x}+\frac{\partial hv^2}{\partial y}= \\ fuh-gh\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y}+\frac{\tau_{sy}}{\rho_0}-\frac{\tau_{by}}{\rho_0}+\frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy})+\frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy})+hv_sS \tag{6.1-4}$$

其中：$h=\eta+d$；η和d分别表示水面高度和静水深；x和y分别表示横轴和纵轴坐标；t为时间；g为重力加速度；u和v分别为沿x和y方向的深度平均流速；f为柯氏力系数；ρ为流体密度；ρ_0为参考密度；S为点源流量；u_s与v_s为点源流速；T_{ij}为应力项，包括粘性应力、紊流应力和对流等，根据水深平均的流速梯度计算。

底部应力$\tau_b=(\tau_{bx},\tau_{by})$由下式计算：

$$\frac{\tau_b}{\rho_0}=c_f u_b|u_b| \tag{6.1-5}$$

其中：c_f是拖曳力系数；$u_b=(u_b,v_b)$是水深平均的流速。拖曳力系数可以根据 Chezy 系数 C 或 Manning 系数 M 计算：

$$c_f=\frac{g}{C^2} \tag{6.1-6}$$

$$c_f=\frac{g}{(Mh^{1/6})^2} \tag{6.1-7}$$

Manning 系数可以根据底部糙率计算。

风应力$\tau_s=(\tau_{sx},\tau_{sy})$计算公式为：

$$\tau_s=\rho_a c_d|u_w|u_w \tag{6.1-8}$$

其中：ρ_a是空气密度；c_d是空气拖曳力系数；$u_w=(u_w,v_w)$是海面上 10m 高处风速。

3、悬沙扩散数学模型

$$\frac{\partial[(h+\zeta)S]}{\partial t}+\frac{\partial[(h+\zeta)uS]}{\partial x}+\frac{\partial[(h+\zeta)vS]}{\partial y}+F_S= \\ \frac{\partial}{\partial x}\left[(h+\zeta)D_x\frac{\partial S}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[(h+\zeta)D_y\frac{\partial S}{\partial y}\right] \tag{6.1-9}$$

式中：S为铅直方向积分的水体含沙浓度；D_x D_y分别为x、y方向的泥沙扩散系数；F_S为泥沙源汇函数或床面冲淤函数，按下面方法确定：

$$F_S = \alpha\omega(S - S_*) \quad (6.1\text{-}10)$$

式中：S_*为水体的挟沙力，一般采用经验公式或半理论方法确定；ω为泥沙沉降速度；α为泥沙沉降几率。

4、泥沙淤积数学模型

悬沙引起的地形冲淤变化计算表达式如式（6.1-11）：

$$\gamma_0 \frac{\partial \eta_b}{\partial t} = \alpha\omega(S - S_*) \quad (6.1\text{-}11)$$

底沙引起的地形冲淤变化计算表达式如式（6.1-12）~式（6.1-13）：

$$\gamma_0 \frac{\partial \eta_b}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (6.1\text{-}12)$$

$$q_b = \frac{k_2}{c_0^2} \frac{\gamma\gamma_s}{\gamma_s - \gamma} m \frac{|V + V_w|^3}{\omega_b} \quad (6.1\text{-}13)$$

其中：η_b为底高程；γ_b为床面泥沙容重；q_x和q_y分别为单宽底沙输移量q_b沿x和y方向的分量，式中m可由窦国仁公式求得；经验回淤系数α可根据当地回淤资料确定。

6.1.1.2 计算域确定及网格剖分

1、水深及岸线边界

采用温州海区最新实测水深图和中国人民解放军海军司令部航海保证部的最新版海图，水深基面统一至相同基准面（85 高程）。岸线边界参考最新遥感卫片。

2、模型范围

本研究计算域东边界至 121°35′经线，北边界至乐清湾顶，南边界至南麂岛南侧，西边界至瓯江和飞云江上游 40km。计算域的东西距离约为 100km，南北距离约为 120km，开边界至-60m 等深线附近。

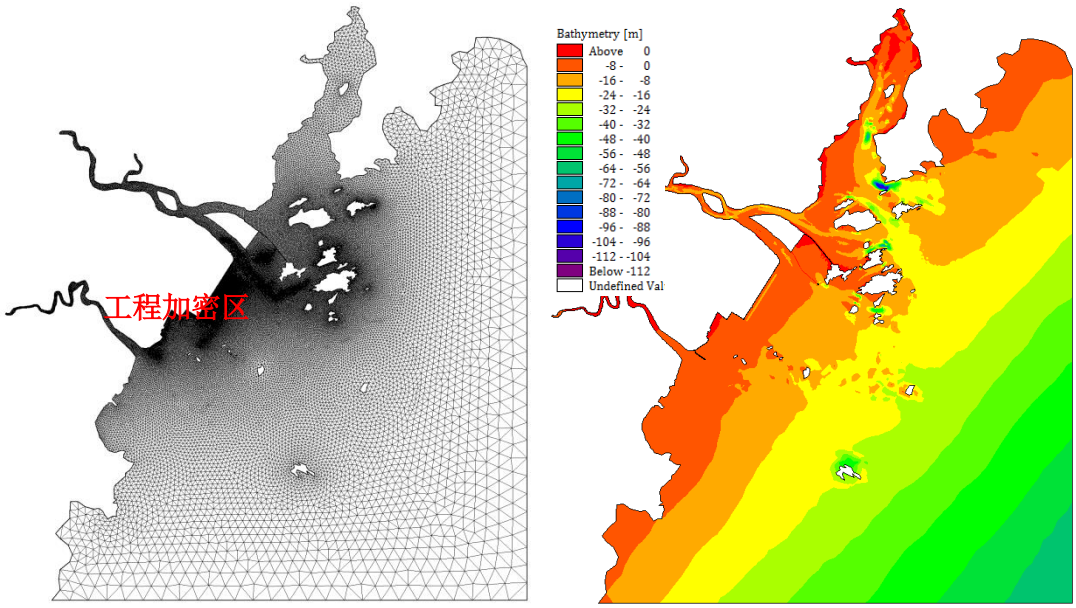


图 6.1-1　计算域及网格剖分示意图

3、网格剖分

为拟合复杂岬湾、河口、航道和堤线等细致边界，数学模型中采用无结构三角形网格对计算域进行剖分，在重点区域进行加密布置，保证计算精度要求。图 6.1-1 给出了模型的计算范围及网格剖分情况。模型计算域共 102476 个网格单元，53987 个网格节点，模型最大空间步长为 3000m，最小网格节点为 5m。图 6.1-2 给出了工程局部加密过的网格示意图。

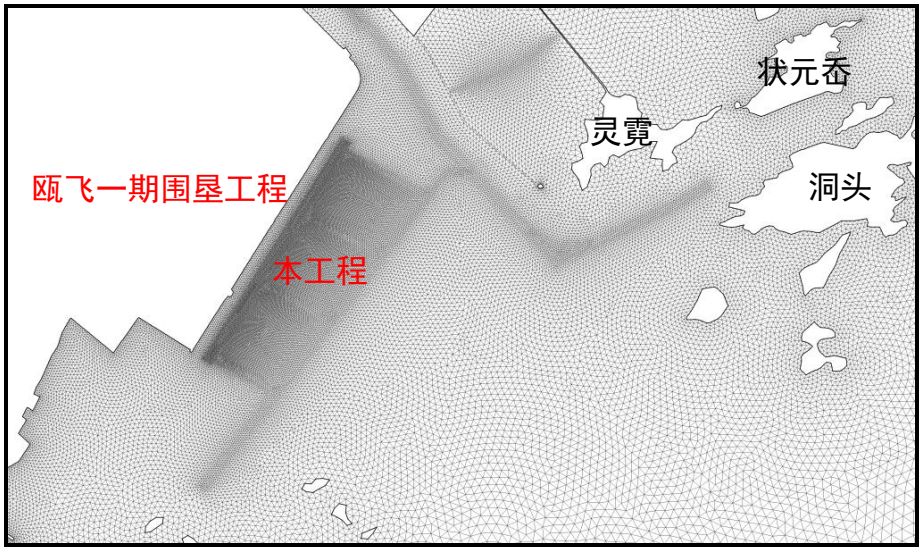


图 6.1-2　局部网格示意图

6.1.1.3　露滩及桥墩处理技术

1、露滩处理技术

为处理潮间带（高潮淹没，低潮露出）问题，在模型计算时需要进行露滩的处理。露滩的处理亦称动边界的处理，实践经验表明，“干湿”判别法是进行露滩处理的一项既简单又实用的技术，该项技术的基本思想如下：

在存在露滩现象的浅滩，涨潮时滩面被逐渐“淹没”，落潮时逐渐“干出”。选定一标准水深 H_0 (通常 H_0 =0.05m),当在某一时刻某一网格点的实际水深 $H \le H_0$ 时，认为该节点“干出”，令该点的流速值及含沙量为零，在以后的每个时间步长的计算中，“干出”点潮位值由周围非“干出”点的潮位值的线性插值得到；当在某一时刻某一网格点的实际水深 $H > H_0$ 时，则认为该节点被“淹没”，恢复程序计算。对于有可能出现“干出”和“淹没”的网格节点，要每隔一个时间步长均进行“干出”和“淹没”的判断。

2、桥墩处理技术

大桥桥墩群为透水建筑，一方面由于桥墩阻力的影响，流速将减小；另一方面，又因桥墩柱体存在而使过水断面缩小，流速将增加；此外，由于桥墩的存在，水流中还会形成旋涡。因此，桥墩附近的水流较复杂。在有桥墩的数值模拟中，应该考虑桥墩的影响。

工程北侧瓯江南口存在跨江大桥，本专题拟采用 Mike（FM 模块）水工建筑物之桥墩的概化方法。该方法基于亚结构三角形网格技术，用基于流体力学的 Morrison 公式计算有效拖曳力。

$$F = \frac{1}{2}\rho_w \gamma C_D A_e V^2$$

其中：ρ_w 为海水密度；γ 为流线系数；C_D 为拖曳力系数；A_e 为桩阻水的有效面积；V 为流速。

此种概化方法具有以下优势：（1）可以考虑桥墩的形状，比如：圆形、矩形、椭圆形。（2）如果桥墩断面形状不一样，可以根据实际情况进行分断面。（3）可以按照桩群中包含的单桩实际个数进行全部考虑，不必简化。（4）可对每个单桩的断面高度、断面宽度、断面长度、倒圆角半径等分别进行精确定义。（5）该概化方法在多项工程中进行过应用，结果证明，模拟结果合理有效。本工程拟采用该方法进行桥墩概化，并将涉及到的每个单桩按照断面形状，墩径等实际情况进行精确考虑。海水密度 ρ_w 取值 1025kg/m^3，流线系数 γ 根据不同单桩情况取值介于 1.02~1.08，拖曳力系数 C_D 采用 DHI 推荐值。

6.1.1.4 开边界处理技术

在进行潮流模拟计算时，需要给定开边界的潮位或潮量过程。本次开边界外海潮波采用潮位过程控制，潮位边界由中国海潮汐模型 ChinaTide 计算给出，然后据实测流速流向调试。上游下泄径流采用流量过程边界控制。

6.1.1.5 重要参数确定

（1）由于本文计算域较大，模型中的曼宁糙率系数在整个计算域中不可能取同一数值，根据验证情况进行局部调整。本文考虑科氏力的影响。

（2）淤积物干容重采用公式$\gamma_0 = 1750 d_{50}^{0.183}$进行计算。

（3）泥沙沉速ω：海水中细颗粒泥沙的沉降速度决定于其絮凝当量的大小。试验表明，这样的当量粒径一般约为 0.015～0.03mm，其相应沉降速度为 0.04~0.06cm/s。根据工程海域全潮悬沙粒度分析结果，温州海域悬沙在 0.002～0.008mm，而河口区实测盐度基本在 26‰以上，满足絮凝条件，泥沙静水沉速约 0.05cm/s。

6.1.1.6 模型验证

1、潮位、流速流向验证

水动力和泥沙模型的验证首先采用 2015 年 8 月定点水文观测数据。图 6.1-3 给出了 2015 年 8 月测点位置。海流布设 7 个站（L1～L7），潮位布设 2 个站（龙湾站和铜盘山站）。其中，L1 站代表瓯江南支，L3 站代表东堤前沿，L7 站代表飞云江口，L4 代表工程东侧海域。

大潮期间水动力和泥沙监测调查于 2015 年 7 月 31 日（农历六月十六）11 时开始，8 月 1 日（农历六月十七）13 时结束，共测量 27 个时次的海流和泥沙数据。小潮期间水动力和泥沙监测调查于 2015 年 8 月 5 日（农历六月廿一）9 时开始，至 8 月 6 日（农历六月廿二）11 时结束，共测量 27 个时次的海流和泥沙数据。龙湾、铜盘山站潮位采用自 2015 年 7 月 15 日 00 时开始，至 8 月 15 日 23 时结束，共 31 天的潮位观测资料。

其次采用 2016 年 8 月定点水文观测数据。图 6.1-4 给出了 2016 年 8 月测点位置。海流将布设 7 个站（L1~L7），潮位将布设 3 个站（龙湾站、瑞安站和铜盘山站）。其中，L1 站代表瓯江南支，L3 站代表东堤前沿，L7 站代表飞云江口，L4 代表工程东侧海域。

大潮期间水动力和泥沙监测调查于 2016 年 8 月 3 日（农历七月初一）10

时开始，8 月 4 日（农历七月初二）12 时结束，共测量 27 个时次的海流和泥沙数据。小潮期间水动力和泥沙监测调查于 2016 年 7 月 27 日（农历六月廿四）10 时开始，至 7 月 28 日（农历六月廿五）12 时结束，共测量 27 个时次的海流和泥沙数据。龙湾、铜盘山站潮位采用自 2016 年 7 月 15 日 00 时开始，至 8 月 15 日 23 时结束，共 31 天的潮位观测资料。

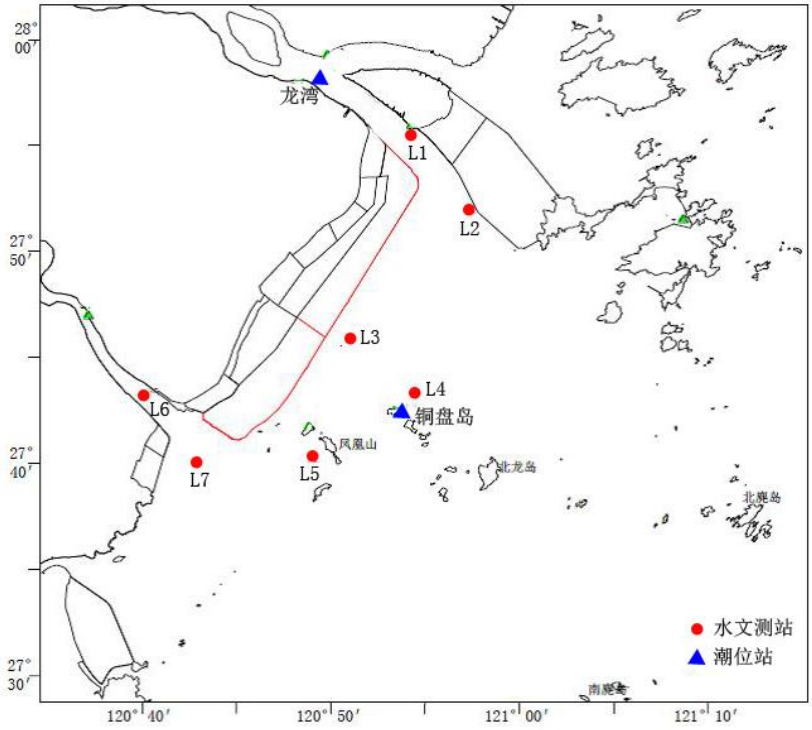


图 6.1-3　水动力测站分布图（2015 年）

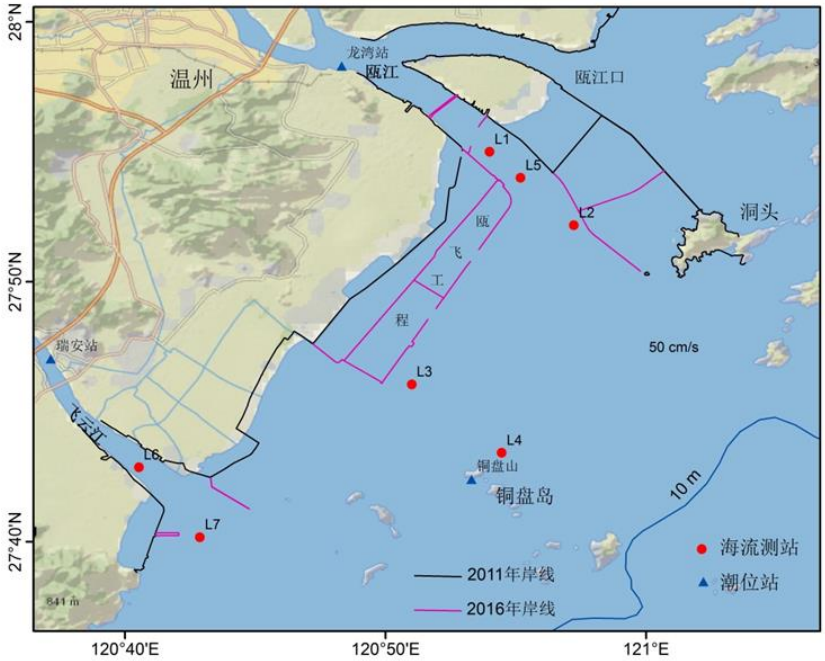


图 6.1-4　水动力测站分布图（2016 年）

经水动力数学模型计算给出了潮位测站计算潮位历时曲线（图 6.1-5 和图 6.1-6）。由实测数据与计算结果比较可见，水动力模型潮位计算值与实测值吻合良好，说明潮位验证工作良好，水动力数学模型合理反映验证时段工程海域的潮位变化历时过程。

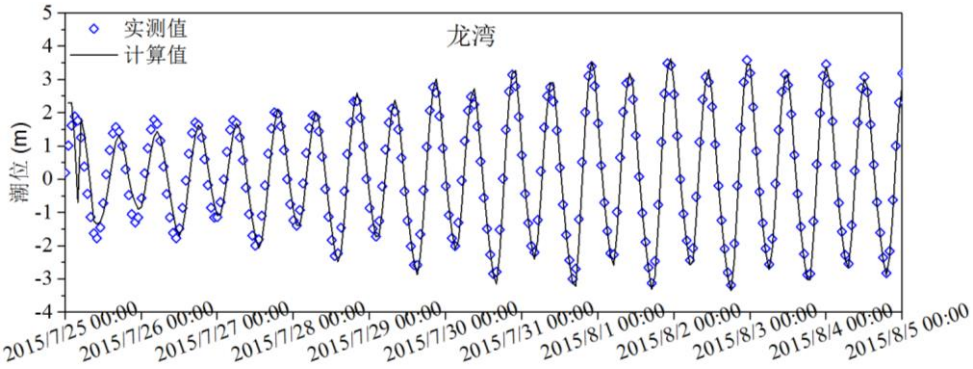


图 6.1-5　2015 年潮位验证结果图

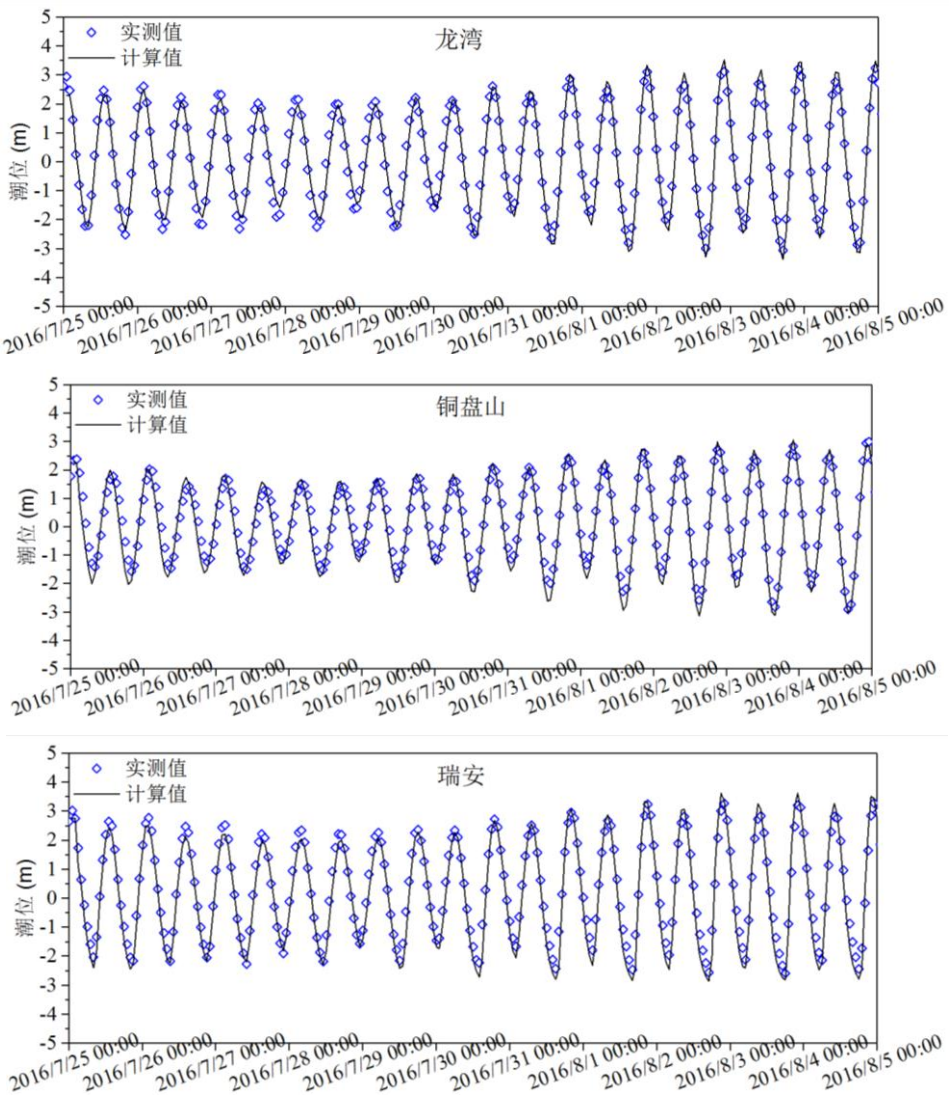


图 6.1-6　2016 年潮位验证曲线图

图 6.1-7 分别给出了 2015 年（L2～L5）测站的垂向平均流速流向验证过程曲线，图 6.1-8 分别给出了 2016 年（L1～L4）测点的垂向平均流速流向验证过程曲线。可见，计算值与实测值吻合良好，说明水流验证工作良好，水动力数学模型合理反映验证时段工程附近海域的流场运动。

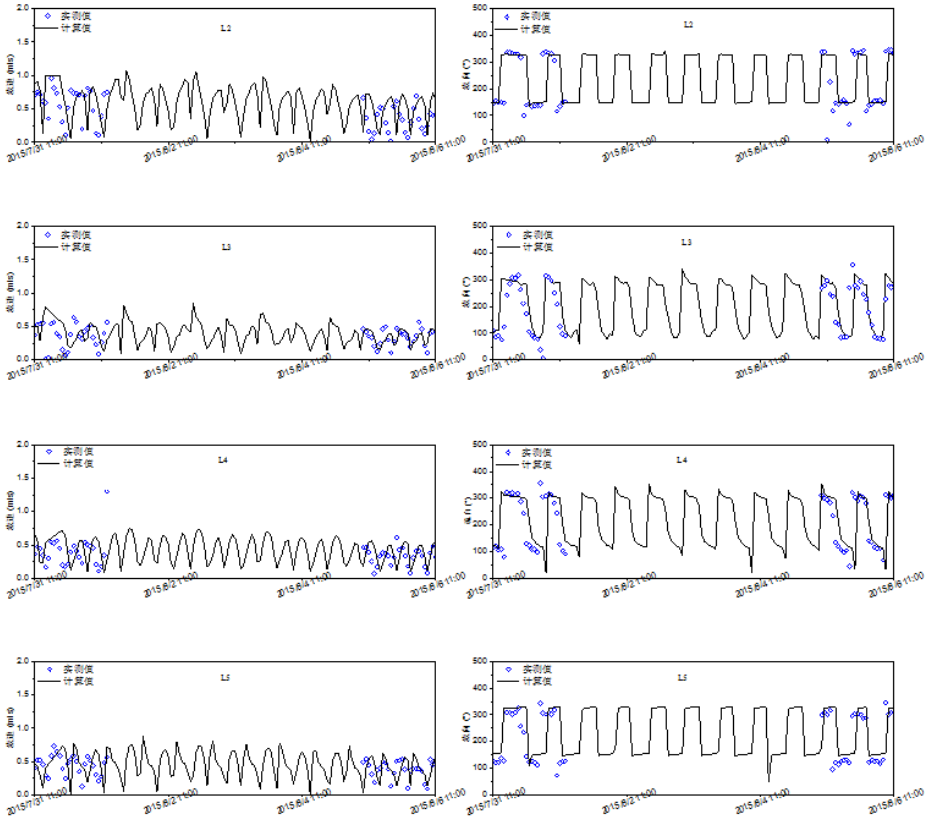


图 6.1-7　2015 年流速流向验证结果图

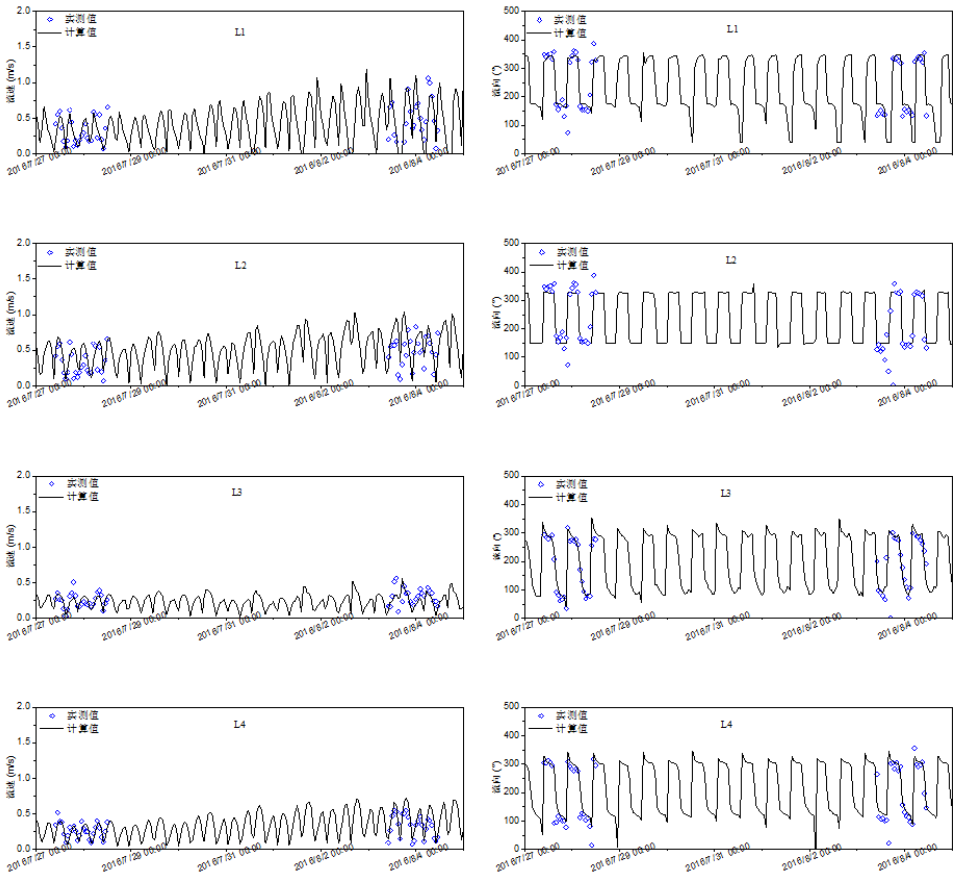


图 6.1-8　2016 年流速流向验证曲线图

2、含沙量验证

含沙量验证时间和测点布置与水动力一致。图 6.1-9 给出了 2015 年（L1～L5、L7）测点的垂向平均含沙量历时曲线过程，图 6.1-10 给出了 2016 年（L1～L5、L7）测点的垂向平均含沙量历时曲线过程计算值与实测值吻合良好，说明了含沙量验证工作良好，泥沙数学模型合理反映验证时段工程附近海域泥沙场的变化。

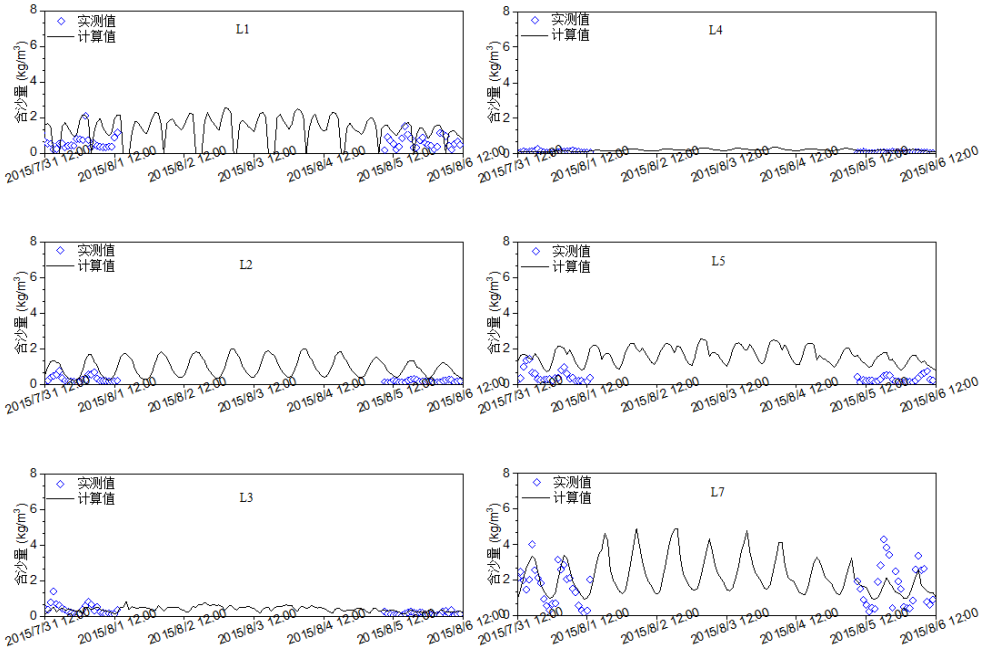


图 6.1-9　2015 年含沙量验证结果图

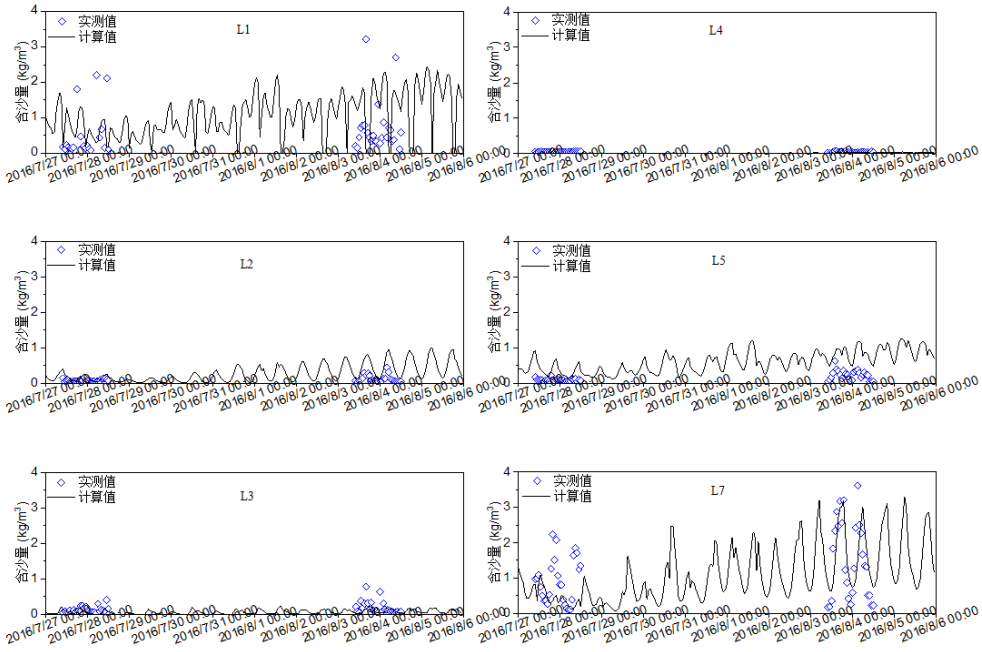


图 6.1-10　2016 年含沙量验证曲线图

3、泥沙回淤验证

本模型曾经使用多种资料对瓯江口附近海床进行了地形冲淤的验证，包括霓屿北侧试验堤附近冲淤验证。此处不在赘述。

（1）30 万吨级航道试挖槽

温州港大、小门岛港区 30 万吨级航道试挖槽布置于航道开挖段中部，南距虎头屿约 6.3km，如图 6.1-11。挖槽长 1200m（分南、北各 600m 两段），底宽取 140m，设计泥面标高为-20m，挖槽起迄断面纵向边坡取 1:50，挖槽横向边坡北

段为 1:5，南段为 1:3。试挖槽水域自然水深在 12.0～12.2m 之间。由实测资料分析可知：

①试挖槽自 2009 年 6 月 6 日开始施工，到 8 月 5 日共开挖 215.52 万 m^3，挖槽平均水深达到 20.08m，平均开挖深度约 8m。8 月 6 日起停工防“莫拉克”台风，莫拉克台风过后，槽内存在浮泥，浮泥密实后槽内平均淤厚 2.1m。

②后至浚后近 1 年（2010.7.19）时，无台风影响，虽经历了几次寒潮，但槽内平均水深维持在 17.83～18.05m 之间，变幅仅 0.22m。

③至浚后近 14 个月（2010.9.25），受台风外围影响（台风较多），槽内平均水深减小至 16.20m，较浚后 1 年淤浅 1.63m。

④而浚后近 14 个月后的 7 个月里（2010.9.25～2011.4.23），期间经历了几次寒潮，槽内平均水深由 16.20m 略淤浅至 15.93m，幅度为 0.27m。

由此可以看出：工程海域正常天气条件下（包括寒潮）淤积量值很小，但受台风影响显著，并以浮泥的形式出现。以上试挖槽泥沙淤积资料对本工程泥沙淤积验证具有很好的指导意义。

图 6.1-11　温州港大小门岛港区 30 万吨级航道试挖槽位置图

（2）温州浅滩一期围垦

本模型还采用 2013 年地形对浅滩围垦工程进行冲淤验证，图 6.1-12 和图 6.1-13 给出了浅滩二期地形验证情况。2009 年～2013 年间，正值南促淤堤和小灵霓促淤堤建设施工期间，给验证带来了困难，但验证的浅滩二期水域水动力减弱，呈淤积状态，与实际地形变化基本一致。

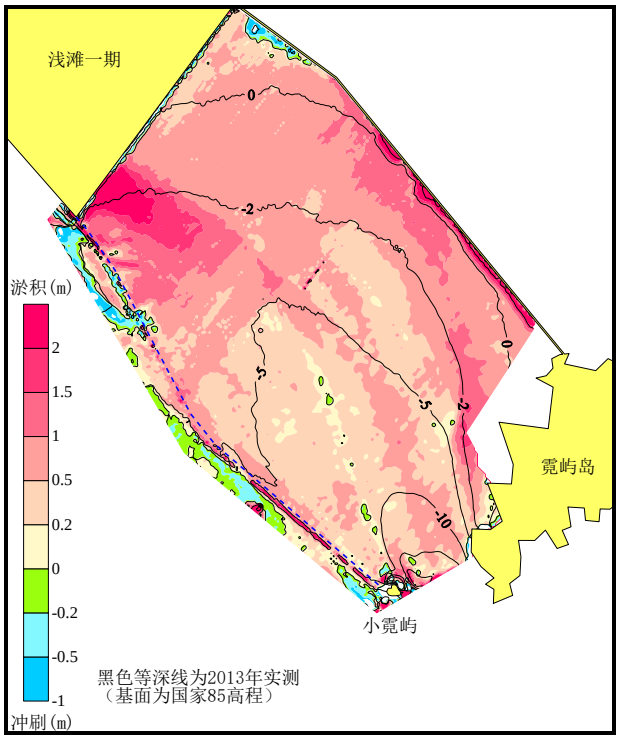


图 6.1-12　温州浅滩 2009～2013 年地形冲淤分布图

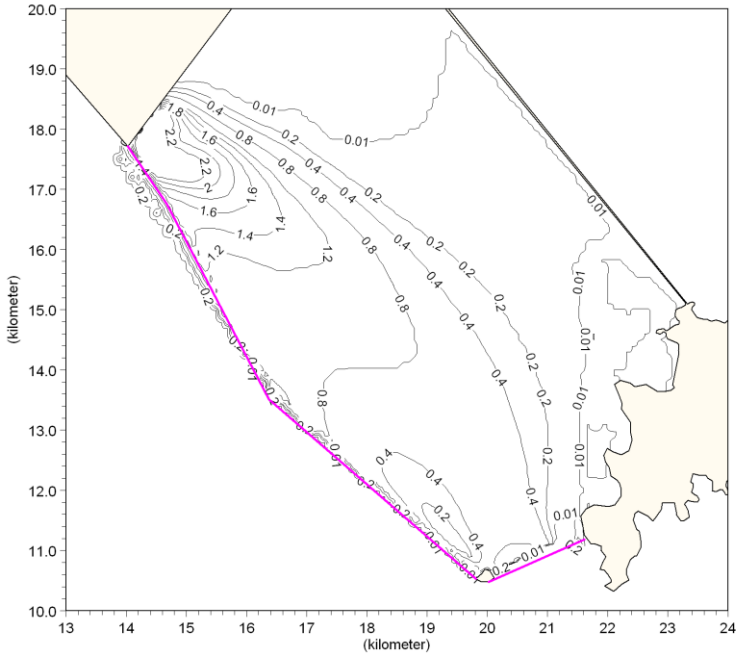


图 6.1-13　浅滩二期淤积验证示意图

（3）乐清湾进港航道一期工程淤积

乐清湾进港航道一期工程，作为温州乐清湾港区和台州港大麦屿港区共同航道，是在原有 5 万吨级双向航道基础上建设的 10 万吨级散货船单向进港航道，进港航道自锚地至乐清湾港区全长约 45.5 km。乐清湾进港航道共有 3 个开挖段，其中 1#开挖段位于鹿西岛东南侧外海，距规划深水航道约 8.5km（图 6.1-14）。

根据进港航道一期工程竣工后 2013 年 10 月 20 日～2015 年 7 月 30 日期间共 8 次断面地形监测数据，进港航道 1#开挖段的年淤强约为 0.39 m/a，回淤强度不大。图 6.1-15 给出了湾外 1#断面的泥沙回淤验证情况。总体来说，所模拟得到的淤厚分布和实测淤厚的量级和分布还是较为吻合的。

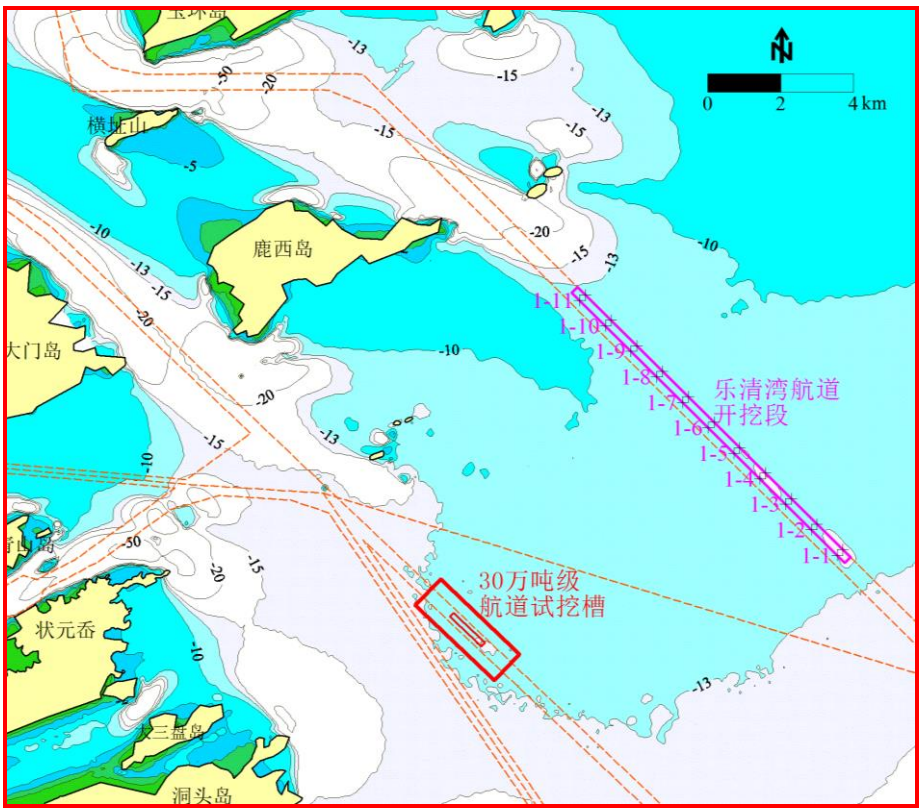


图 6.1-14　乐清湾航道外海开挖段位置及断面布置图

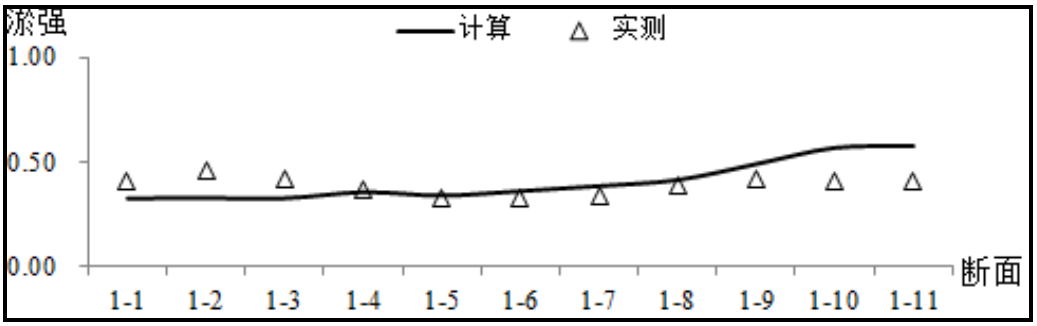


图 6.1-15　乐清湾进港航道一期工程回淤验证图

6.1.1.7　大范围海域潮流泥沙特征

1、大范围海域潮流场特征

图 6.1-16 给出了典型时刻工程所在大范围海域大潮期间涨落潮流场图。由图可见：

（1）工程所在大范围海域潮流运动受岛屿岸线及深槽地形控制，基本上呈往复运动。涨潮时，外海涨潮流呈 NW 方向汇聚，一部分汇入乐清湾，一部分

通过瓯江南口和北口汇入瓯江，另一部分流向飞云江。落潮流运动与涨潮流基本相反。工程海域潮流流速具有大潮大小潮小，深槽及河道水域大于外海及浅滩水域的特点。

（2）工程局部水域基本为 ESE～WNW 向的往复流。受“瓯飞一期”东堤影响，涨潮流于东堤附近分流，落潮基本为其反过程。本工程所在瓯飞浅滩水域涨、落潮流速较小，大潮平均流速在 0.3m/s 左右，最大流速基本在 0.4～0.7m/s 之间。

2、大范围海域悬沙场特征

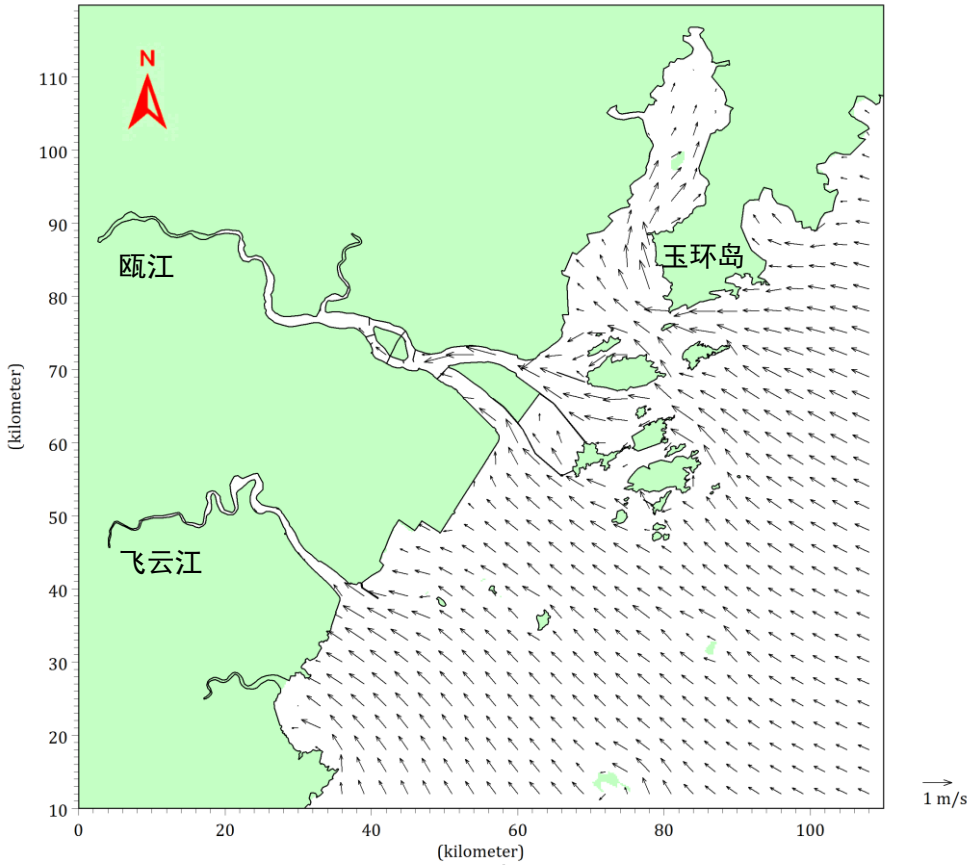
图 6.1-17 给出了工程所在大范围海域大潮期间涨落潮悬沙场分布图。由图可见：

（1）工程所在大范围海域含沙量分布总体上呈近岸高、外海低以及瓯江和飞云江河口和浅滩水域较高的分布特点。

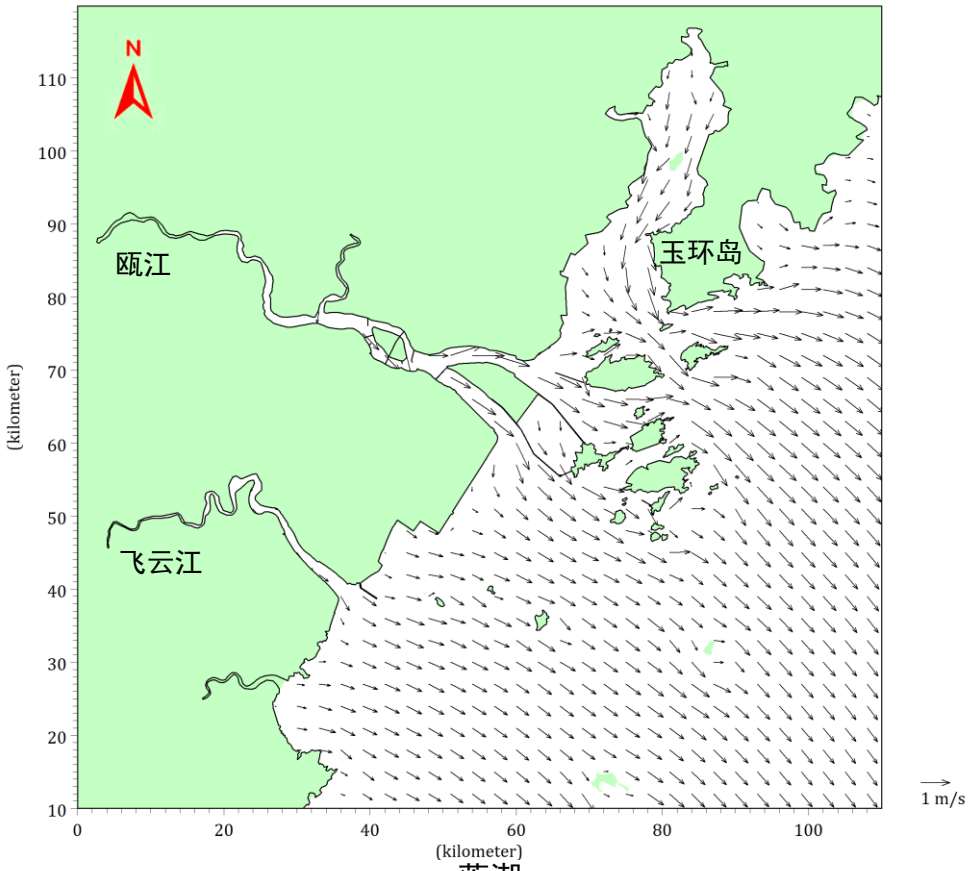
（2）工程局部海域泥沙主要来自近岸浅滩泥沙的就地悬浮搬运，受河口附近浅滩及近岸边滩泥沙的影响较为显著，大风条件下含沙量极具增加（6.1.3.3 节）。

6.1.1.8 潮流泥沙数模建立与验证小结

上述章节对所建立的潮流泥沙数学模型进行了全方位的验证，包括流速、流向、含沙量、地形冲淤等的验证。验证结果表明：本次建立的数学模型符合现行规范规程要求，可用于模型试验计算分析。

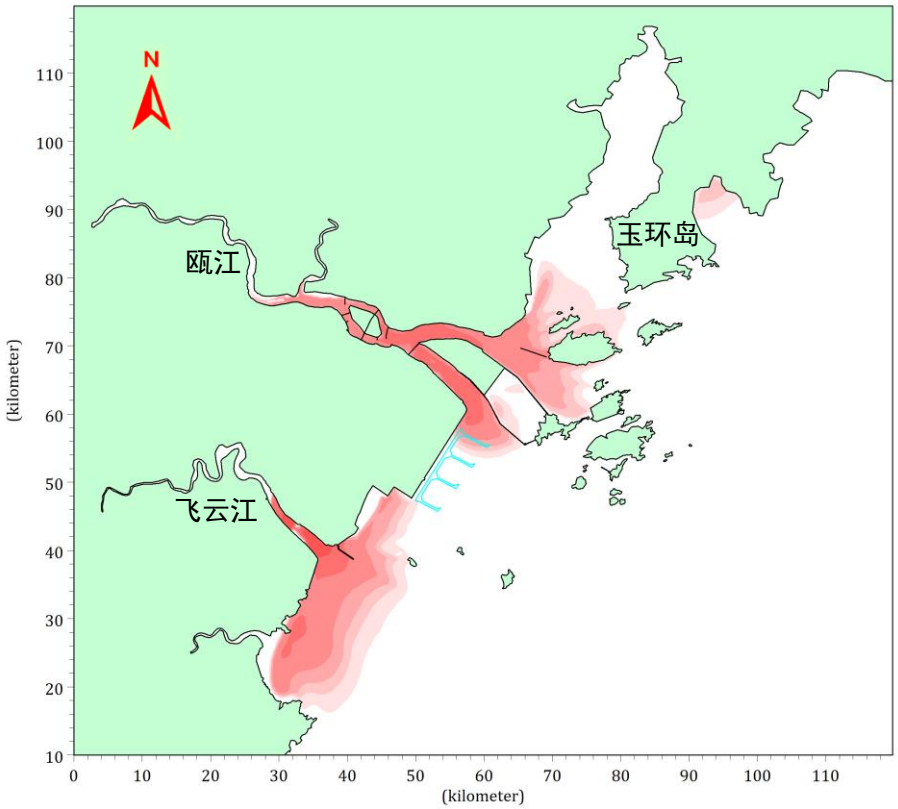


涨潮

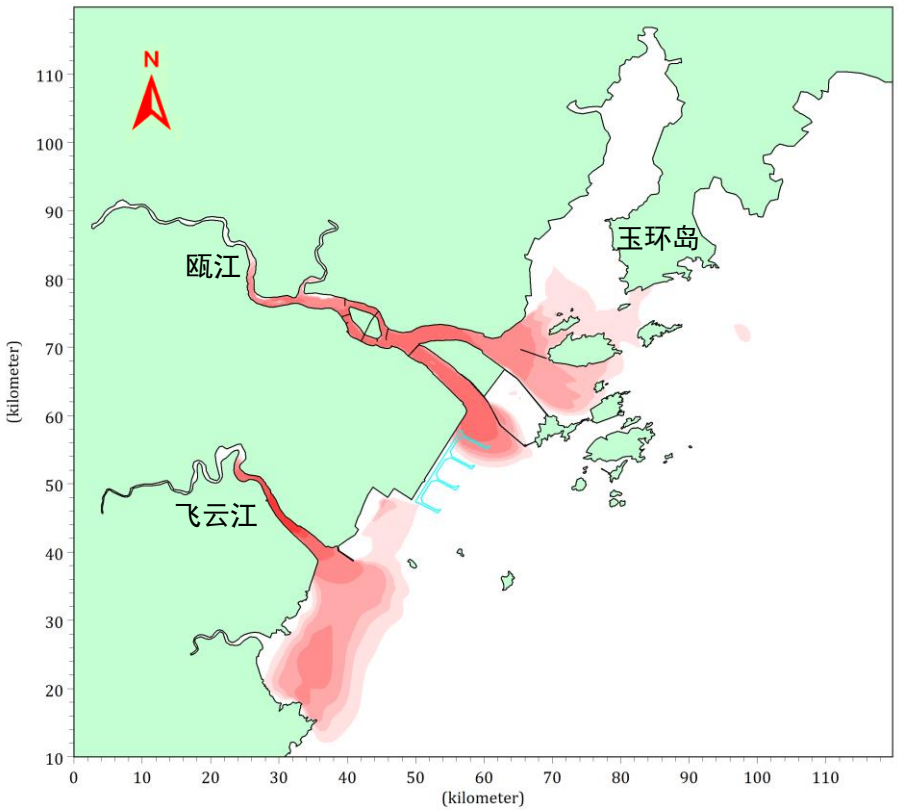


落潮

图 6.1-16　典型时刻流场图（大潮）



涨潮



落潮

图 6.1-17　典型时刻悬沙场图（大潮）

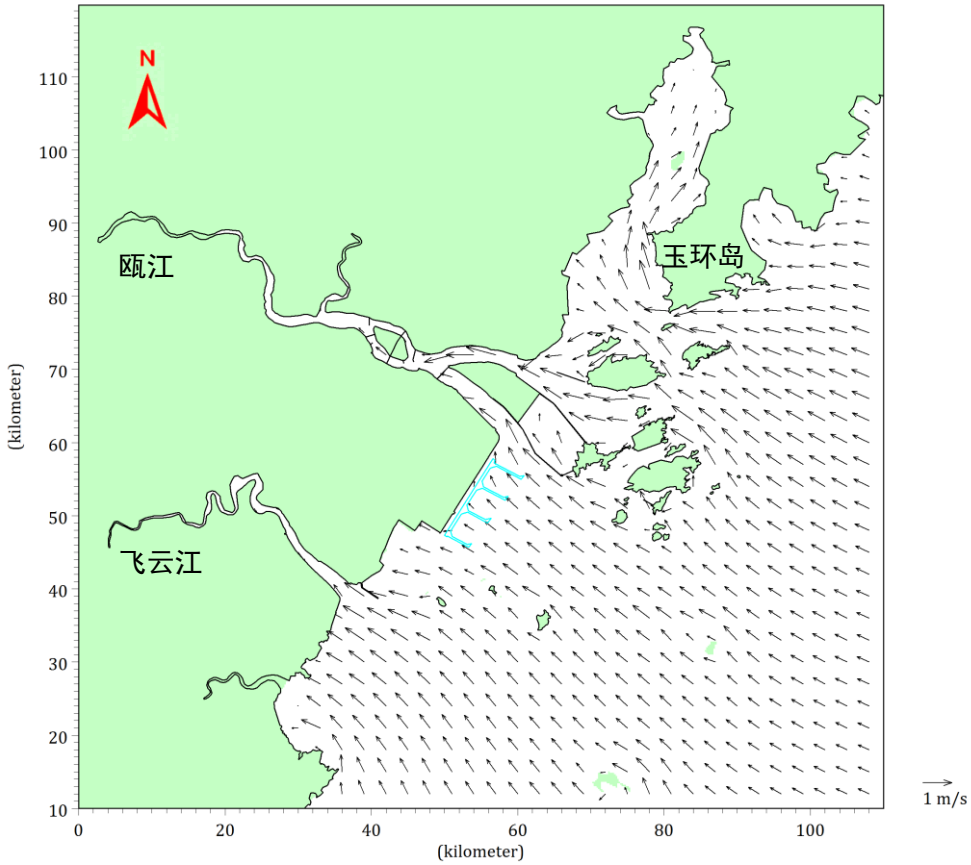
6.1.2潮流数模成果分析

本章潮流数值模拟计算采用 2016 年实测大潮过程作为代表潮型。

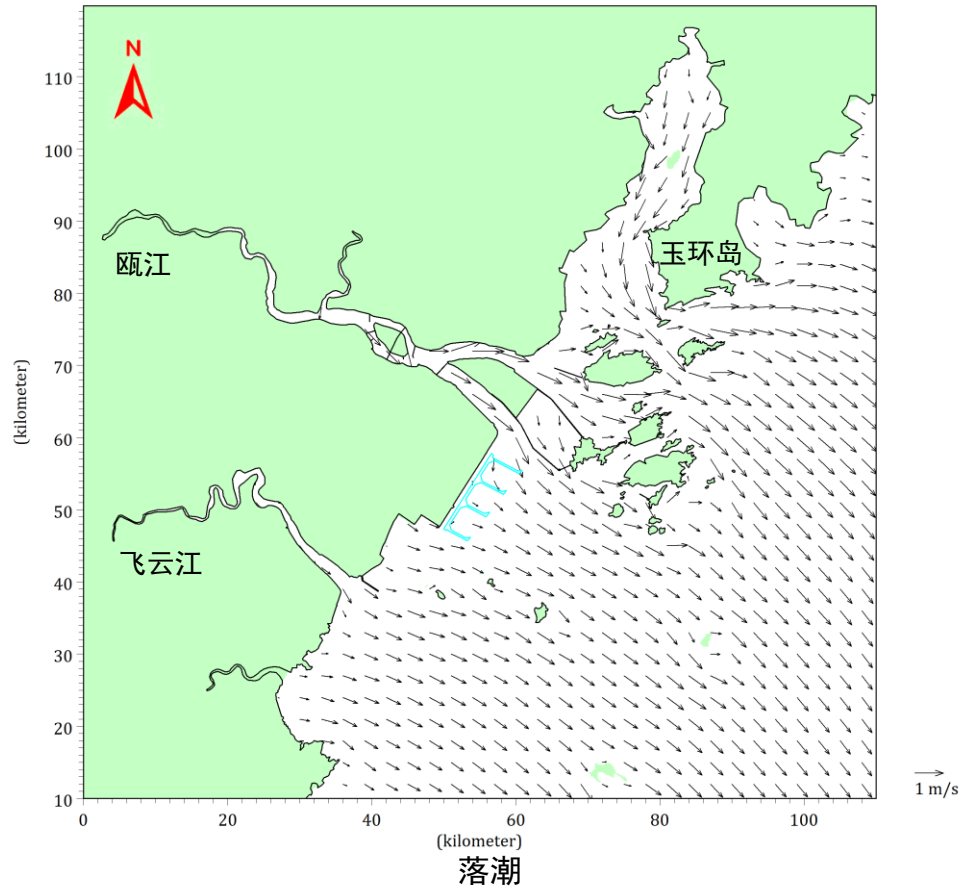
6.1.2.1 大范围潮流场变化

图 6.1-18 给出了工程实施后大范围水域典型时刻大潮期间涨落潮流场图，与图 6.1-16 对比可知：

整体上看，工程实施前后流态发生改变的区域集中在工程区附近水域，外海及瓯江和飞云江水域水流流态基本没有变化。



涨潮



落潮

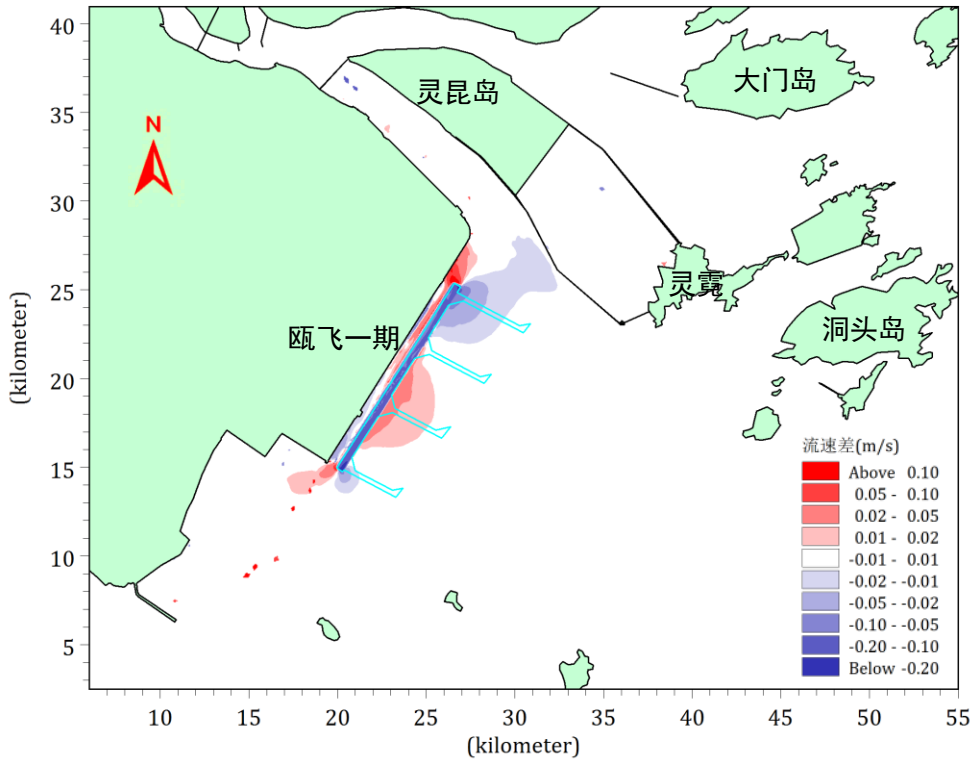
图 6.1-18　典型时刻流场图（大潮）

6.1.2.2 水动力影响范围

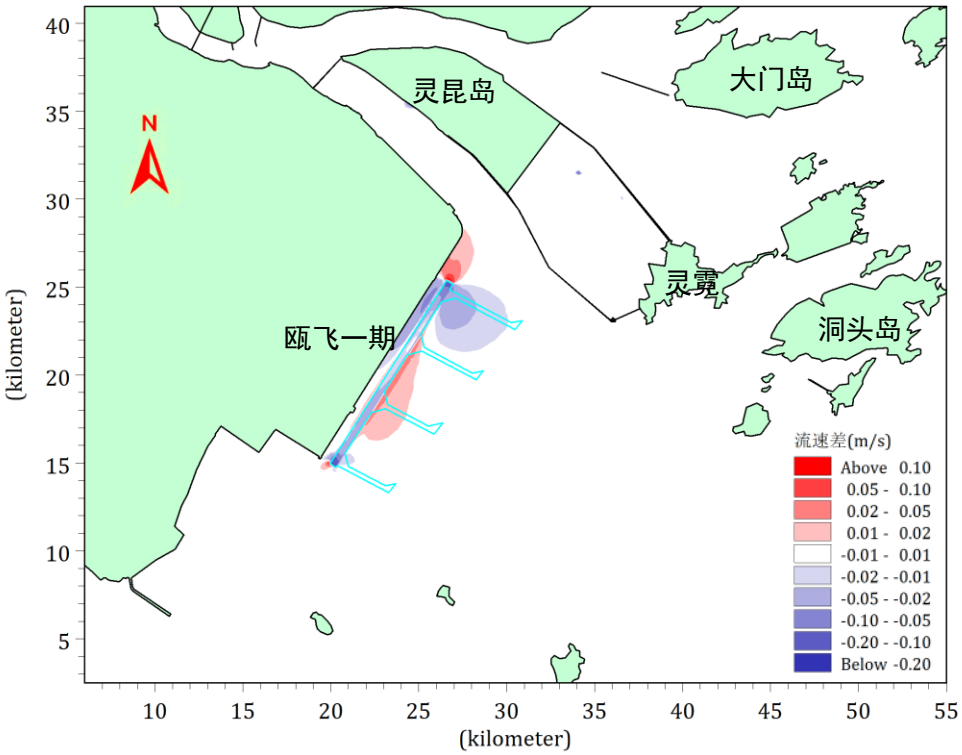
图 6.1-19 分别给出了工程实施后与现状相比涨潮平均、落潮平均、全潮平均和全潮最大流速差值等值线，由图可知：

（1）工程实施后水动力影响范围不大，以流速变化 0.01m/s 为基准，北侧影响至温州浅滩南促淤堤，西侧影响至瓯飞一期工程东堤，东侧影响至瓯飞工程临时主航道，南侧影响距离约为 2.6km。

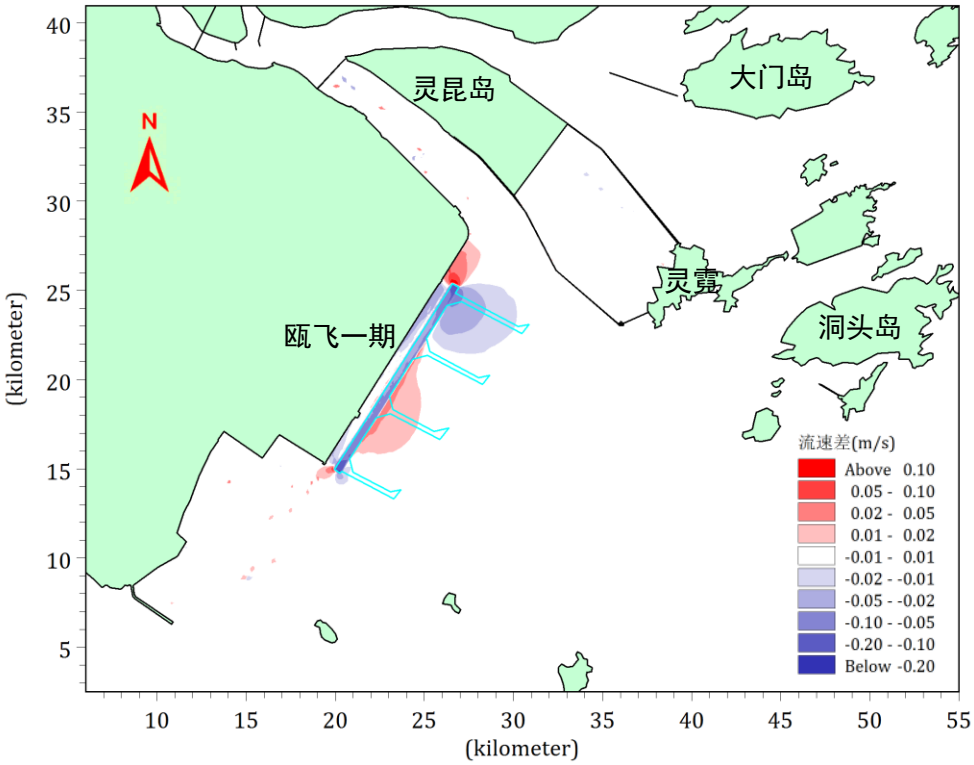
（3）工程实施后，临时锚泊开挖区域水域流速有所降低（具体介绍参见 6.1.2.3 节）；北侧局部水域流速增加了 0.01~0.31m/s；锚泊区与温州浅滩南促淤堤之间水域流速减小了 0.01~0.17m/s；锚泊区东南侧局部水域流速增加了 0.01~0.16m/s；锚泊区与瓯飞一期工程东堤之间水域流速有增有减。



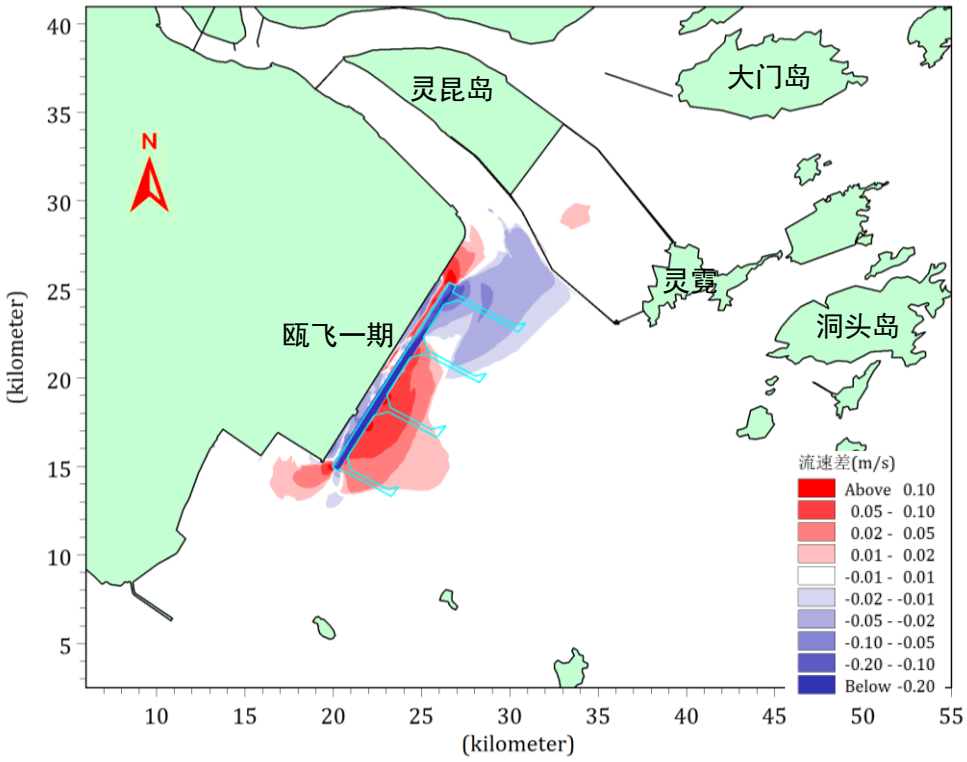
涨潮平均


灵昆岛
大门岛
灵霓
洞头岛
瓯飞一期
N
(kilometer)
(kilometer)
流速差(m/s)
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
-0.01 - 0.01
-0.02 - -0.01
-0.05 - -0.02
-0.10 - -0.05
-0.20 - -0.10
Below -0.20

落潮平均


灵昆岛
大门岛
灵霓
洞头岛
瓯飞一期
N
(kilometer)
(kilometer)
流速差(m/s)
Above 0.10
0.05 - 0.10
0.02 - 0.05
0.01 - 0.02
-0.01 - 0.01
-0.02 - -0.01
-0.05 - -0.02
-0.10 - -0.05
-0.20 - -0.10
Below -0.20

全潮平均



全潮最大

图 6.1-19　流速差值等值线图（工程后-现状）

6.1.2.3　流态及流速变化

1、工程区流态分布

图 6.1-20 给出了工程实施后与实施前相比，工程局部水域涨落潮时刻流态对比图，由图可知：

（1）工程局部水域基本为 ESE～WNW 向的往复流。受“瓯飞一期”东堤影响，涨潮流于东堤附近分流，落潮基本为其反过程。

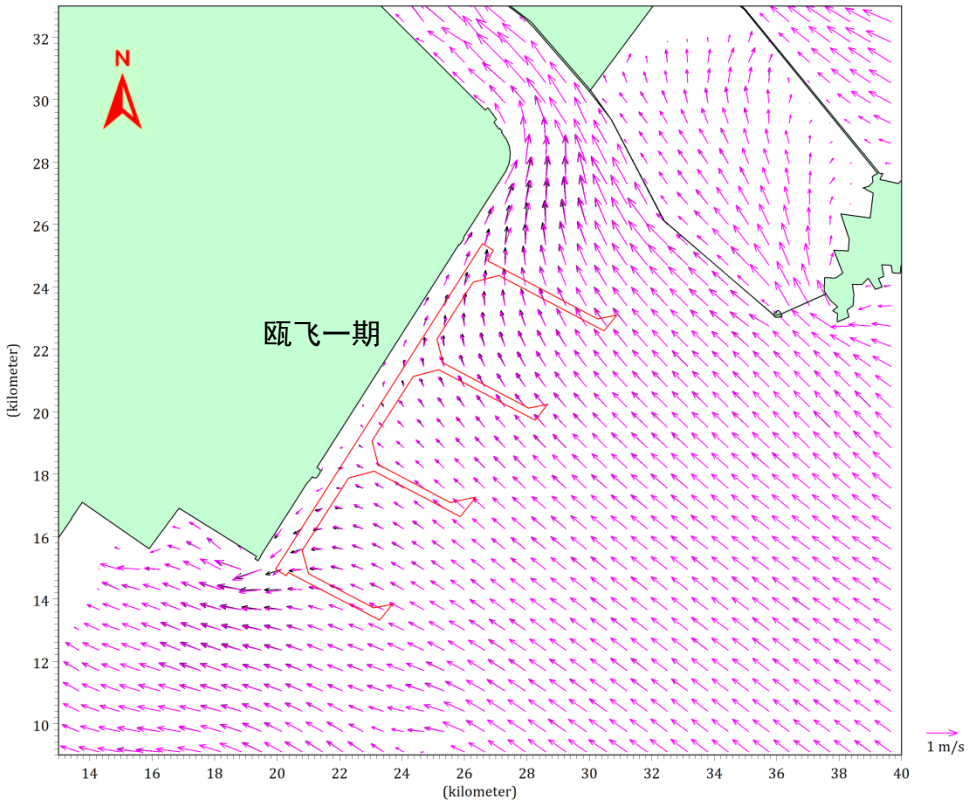
（2）工程实施后，临时锚泊区西南侧局部水域流向逆时针旋转。

2、特征点流速变化

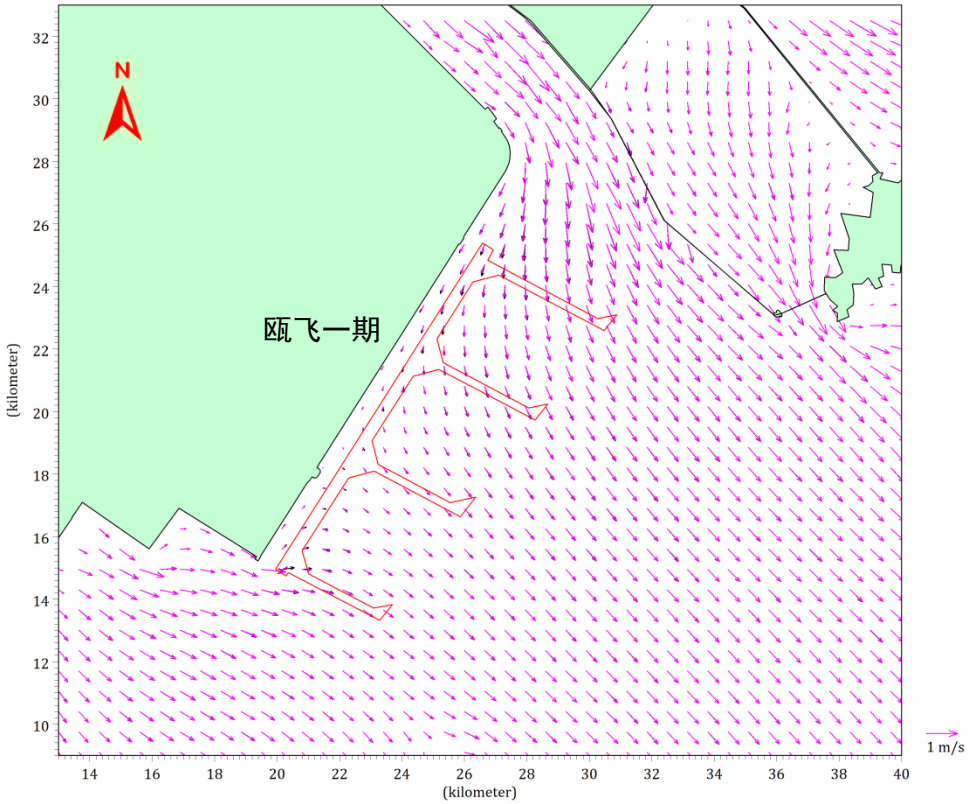
为进一步研究锚泊区和连接段航道内特征点位置流速变化情况特选取特征点参见图 6.1-21，由统计表 6.1-1～6.1-2 可知：

（1）工程实施后，锚泊区内平均流速减小 0.03～0.12m/s，最大流速减小 0.16～0.39m/s。

（2）连接段航道内水流流速有增有减，工程实施后增减在 0.10m/s 以内。



涨潮



落潮

图 6.1-20　涨落潮流场对比图

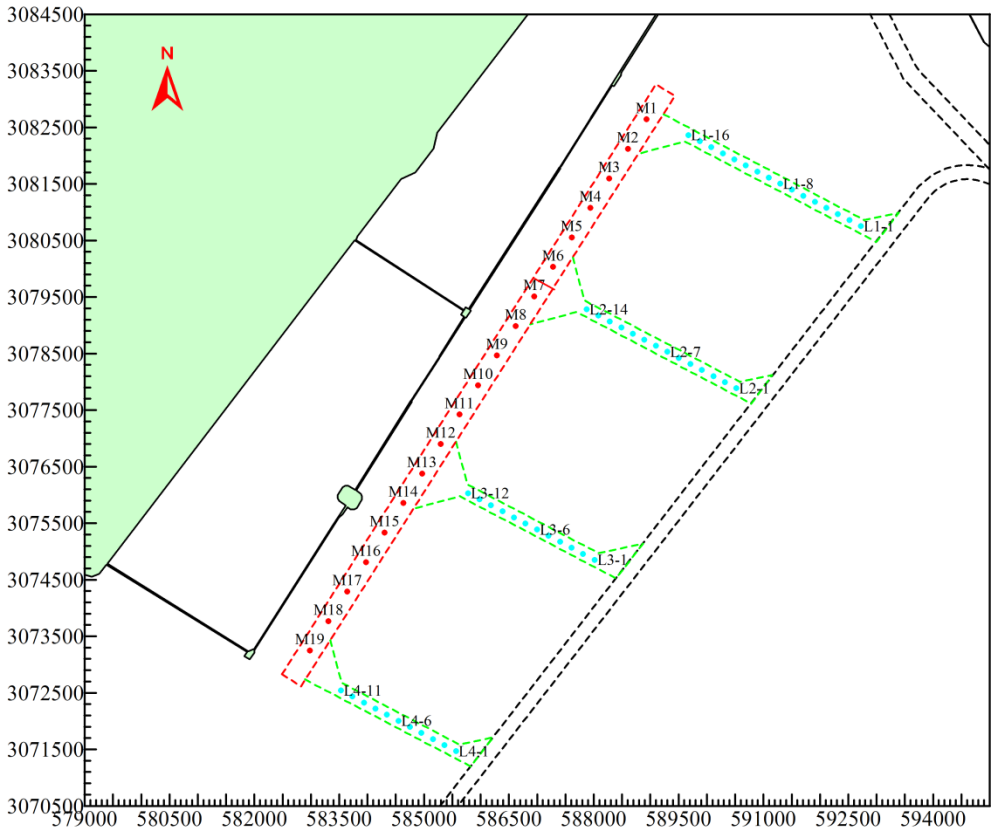


图 6.1-21　特征点位置示意图

表 6.1-1　特征点位置流速统计表（锚泊区）

特征点	全潮平均流速（m/s）				全潮最大流速（m/s）			
	现状	工程后	差值	百分比	现状	工程后	差值	百分比
MB1	0.34	0.25	-0.09	-26.5	0.59	0.43	-0.16	-27.1
MB2	0.32	0.26	-0.06	-18.8	0.59	0.41	-0.18	-30.5
MB3	0.30	0.25	-0.05	-16.7	0.61	0.39	-0.22	-36.1
MB4	0.28	0.24	-0.04	-14.3	0.57	0.39	-0.18	-31.6
MB5	0.26	0.23	-0.03	-11.5	0.54	0.38	-0.16	-29.6
MB6	0.24	0.21	-0.03	-12.5	0.57	0.35	-0.22	-38.6
MB7	0.22	0.19	-0.03	-13.6	0.57	0.32	-0.25	-43.9
MB8	0.20	0.16	-0.04	-20.0	0.59	0.29	-0.30	-50.8
MB9	0.19	0.15	-0.04	-21.1	0.56	0.27	-0.29	-51.8
MB10	0.17	0.13	-0.04	-23.5	0.57	0.23	-0.34	-59.6
MB11	0.17	0.12	-0.05	-29.4	0.60	0.21	-0.39	-65.0
MB12	0.17	0.11	-0.06	-35.3	0.59	0.20	-0.39	-66.1
MB13	0.15	0.10	-0.05	-33.3	0.57	0.19	-0.38	-66.7
MB14	0.16	0.10	-0.06	-37.5	0.53	0.19	-0.34	-64.2
MB15	0.17	0.10	-0.07	-41.2	0.56	0.20	-0.36	-64.3
MB16	0.16	0.10	-0.06	-37.5	0.53	0.23	-0.30	-56.6
MB17	0.18	0.10	-0.08	-44.4	0.56	0.26	-0.30	-53.6
MB18	0.21	0.12	-0.09	-42.9	0.56	0.30	-0.26	-46.4
MB19	0.26	0.14	-0.12	-46.2	0.56	0.34	-0.22	-39.3

表 6.1-2　特征点位置流速统计表（连接段航道）

位置	全潮平均流速（m/s）				全潮最大流速（m/s）			
	现状	工程后	差值	百分比	现状	工程后	差值	百分比
L1-1	0.49	0.48	-0.01	-2.0	0.85	0.83	-0.02	-2.4
L1-2	0.49	0.48	-0.01	-2.0	0.85	0.82	-0.03	-3.5
L1-3	0.48	0.47	-0.01	-2.1	0.84	0.81	-0.03	-3.6
L1-4	0.47	0.46	-0.01	-2.1	0.81	0.78	-0.03	-3.7
L1-5	0.47	0.45	-0.02	-4.3	0.81	0.77	-0.04	-4.9
L1-6	0.47	0.45	-0.02	-4.3	0.81	0.77	-0.04	-4.9
L1-7	0.46	0.45	-0.01	-2.2	0.80	0.76	-0.04	-5.0
L1-8	0.45	0.44	-0.01	-2.2	0.78	0.74	-0.04	-5.1
L1-9	0.45	0.43	-0.02	-4.4	0.76	0.71	-0.05	-6.6
L1-10	0.45	0.42	-0.03	-6.7	0.76	0.71	-0.05	-6.6
L1-11	0.44	0.42	-0.02	-4.5	0.75	0.72	-0.03	-4.0
L1-12	0.43	0.41	-0.02	-4.7	0.73	0.70	-0.03	-4.1
L1-13	0.42	0.39	-0.03	-7.1	0.72	0.68	-0.04	-5.6
L1-14	0.41	0.38	-0.03	-7.3	0.71	0.67	-0.04	-5.6
L1-15	0.40	0.36	-0.04	-10.0	0.69	0.63	-0.06	-8.7
L1-16	0.39	0.35	-0.04	-10.3	0.70	0.62	-0.08	-11.4
L2-1	0.38	0.38	0.00	0.0	0.73	0.72	-0.01	-1.4
L2-2	0.37	0.37	0.00	0.0	0.72	0.71	-0.01	-1.4
L2-3	0.37	0.37	0.00	0.0	0.71	0.70	-0.01	-1.4
L2-4	0.36	0.36	0.00	0.0	0.70	0.69	-0.01	-1.4
L2-5	0.36	0.35	-0.01	-2.8	0.69	0.67	-0.02	-2.9
L2-6	0.35	0.35	0.00	0.0	0.68	0.66	-0.02	-2.9
L2-7	0.35	0.34	-0.01	-2.9	0.67	0.65	-0.02	-3.0
L2-8	0.34	0.34	0.00	0.0	0.65	0.65	0.00	0.0
L2-9	0.33	0.33	0.00	0.0	0.64	0.65	0.01	1.6
L2-10	0.32	0.32	0.00	0.0	0.64	0.65	0.01	1.6
L2-11	0.31	0.31	0.00	0.0	0.63	0.64	0.01	1.6
L2-12	0.30	0.30	0.00	0.0	0.62	0.64	0.02	3.2
L2-13	0.29	0.29	0.00	0.0	0.61	0.62	0.01	1.6
L2-14	0.28	0.28	0.00	0.0	0.62	0.64	0.02	3.2
L3-1	0.31	0.32	0.01	3.2	0.62	0.64	0.02	3.2
L3-2	0.30	0.31	0.01	3.3	0.60	0.61	0.01	1.7
L3-3	0.29	0.30	0.01	3.4	0.58	0.60	0.02	3.4
L3-4	0.28	0.29	0.01	3.6	0.56	0.59	0.03	5.4
L3-5	0.28	0.28	0.00	0.0	0.55	0.59	0.04	7.3
L3-6	0.27	0.28	0.01	3.7	0.56	0.61	0.05	8.9
L3-7	0.26	0.27	0.01	3.8	0.56	0.62	0.06	10.7
L3-8	0.25	0.27	0.02	8.0	0.56	0.62	0.06	10.7
L3-9	0.24	0.26	0.02	8.3	0.57	0.63	0.06	10.5
L3-10	0.23	0.25	0.02	8.7	0.57	0.65	0.08	14.0
L3-11	0.22	0.23	0.01	4.5	0.54	0.62	0.08	14.8
L3-12	0.21	0.22	0.01	4.8	0.54	0.62	0.08	14.8
L4-1	0.33	0.33	0.00	0.0	0.58	0.59	0.01	1.7
L4-2	0.33	0.33	0.00	0.0	0.58	0.59	0.01	1.7
L4-3	0.32	0.33	0.01	3.1	0.57	0.58	0.01	1.8
L4-4	0.32	0.32	0.00	0.0	0.56	0.58	0.02	3.6
L4-5	0.32	0.32	0.00	0.0	0.56	0.59	0.03	5.4
L4-6	0.31	0.32	0.01	3.2	0.56	0.59	0.03	5.4
L4-7	0.31	0.31	0.00	0.0	0.56	0.59	0.03	5.4
L4-8	0.31	0.31	0.00	0.0	0.56	0.59	0.03	5.4
L4-9	0.31	0.31	0.00	0.0	0.56	0.59	0.03	5.4
L4-10	0.31	0.31	0.00	0.0	0.57	0.60	0.03	5.3
L4-11	0.30	0.30	0.00	0.0	0.56	0.59	0.03	5.4

6.1.2.4 航道横流统计

图 6.1-22 和表 6.1-3 分别给出了工程实施后，进港航道位置最大横流。由图表可知：工程实施后，连接段航道进港横流不大，在 0.50m/s 以内。

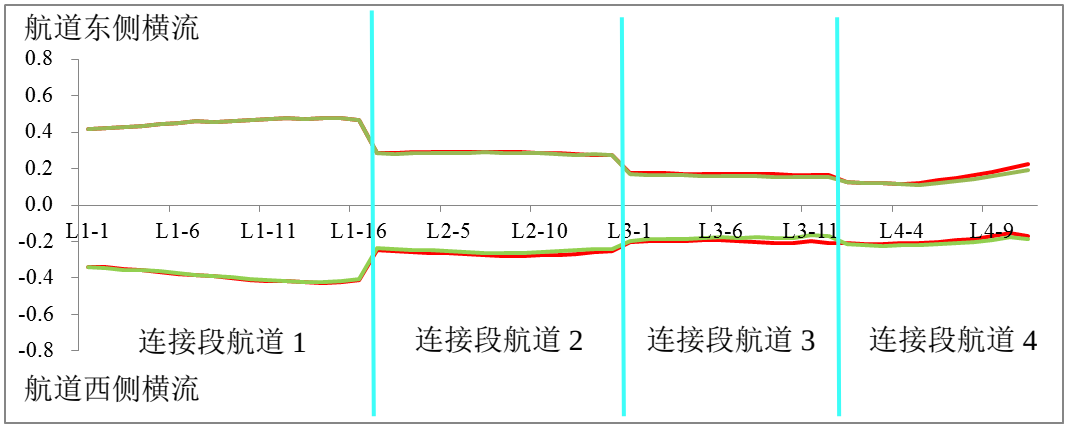


图 6.1-22 进港航道横流统计图

表 6.1-3 进港航道横流统计表

位置	工程后	
	航道东侧	航道西侧
L1-1	0.42	0.34
L1-2	0.42	0.34
L1-3	0.43	0.36
L1-4	0.43	0.36
L1-5	0.44	0.36
L1-6	0.45	0.37
L1-7	0.46	0.38
L1-8	0.45	0.39
L1-9	0.46	0.39
L1-10	0.47	0.41
L1-11	0.47	0.41
L1-12	0.48	0.42
L1-13	0.47	0.42
L1-14	0.48	0.42
L1-15	0.48	0.42
L1-16	0.47	0.41
L2-1	0.28	0.23
L2-2	0.28	0.24
L2-3	0.29	0.25
L2-4	0.28	0.25
L2-5	0.28	0.25
L2-6	0.29	0.26
L2-7	0.29	0.26
L2-8	0.29	0.26
L2-9	0.29	0.26
L2-10	0.28	0.26
L2-11	0.28	0.25
L2-12	0.28	0.25
L2-13	0.28	0.24
L2-14	0.28	0.24
L3-1	0.17	0.20
L3-2	0.17	0.19
L3-3	0.17	0.19
L3-4	0.16	0.19

L3-5	0.16	0.18
L3-6	0.16	0.18
L3-7	0.16	0.18
L3-8	0.16	0.18
L3-9	0.16	0.18
L3-10	0.15	0.18
L3-11	0.15	0.16
L3-12	0.15	0.17
L4-1	0.13	0.21
L4-2	0.12	0.22
L4-3	0.12	0.22
L4-4	0.11	0.22
L4-5	0.11	0.22
L4-6	0.12	0.21
L4-7	0.13	0.21
L4-8	0.14	0.20
L4-9	0.16	0.19
L4-10	0.18	0.18
L4-11	0.19	0.19

6.1.3泥沙数模成果分析

本节主要给出了工程实施一年后锚泊区及周围水域冲淤分布情况以及 10 年一遇 SE 向大浪作用下锚泊区内的泥沙回淤情况。

6.1.3.1 泥沙年回淤计算

1、年均代表波浪选取

在正常年冲淤模拟中必须全面考虑波浪对底床泥沙的掀动作用，因此，合理选择代表波浪场对模拟常年泥沙回淤现象十分重要，同时也是数值模拟技术中的难点。在代表波浪选择中，根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》，首先需过滤掉对泥沙运动作用轻微的波浪数据（即波高小于 0.5m 的数据），进行各波向年平均波高统计并进行验证，将其作为波要素进行波浪场反演，为泥沙数学模型提供波浪条件。

计算域内的南麂岛有一国家海洋局长期测波站（27°27′N，121°05′E）。根据该站 1990～2002 年波浪资料统计：该海域常浪向为 E～ESE 向，频率占 49.8%。次常浪向为 NNE～NE 向，频率占 27.3%。主要浪向为 N～E～S 向，合计频率占 90.5%。SSW～SW 向频率占 7.8%。各月平均 $H_{1/10}$ 波高为 0.9～1.6m。年均 $H_{1/10}$ 波高为 1.1m。强浪向为 E 向，最大 $H_{1/10}$ 波高达 10.1m 以上（E 向）。次强浪向为 ENE 向，最大 $H_{1/10}$ 波高 7.1～7.5m。大浪的产生均由台风经过时引起的。

表 6.1-4 给出了南麂岛海洋站 2005 年波高波向的联合分布。由表可知，2005 年该海区常浪向为 E～ESE 向，N～S 向的总频率达到 86.25%，大波出现在 ENE

向和 E 向，最大波高达到 13.5m（E 向）。这与上面资料也是基本一致的。根据 2005 年南麂岛海洋站统计资料计算可知，本海域波能主要集中在 N～WSW，结合规划工程具体位置，本次计算选取三个范围的主导波向作为代表波向，得出的代表波结果见表 6.1-5。

最终用以模拟的代表波高、波向和波周期及其对应的数学模型验证情况详见表 6.1-6；表中显示出所模拟得到的代表波浪参数与推算值达到良好的一致性。图 6.1-23 示意了各代表波浪场的波矢图。从计算结果来看，各方向波浪场的波高均呈现外海大、近岸小的分布规律，较好地反映了该海域波浪自海向岸的传播过程，能够为工程区水域泥沙数学模型的计算提供波浪条件。

表 6.1-4　南麂岛 2005 年波高波向联合分布表

单位:%

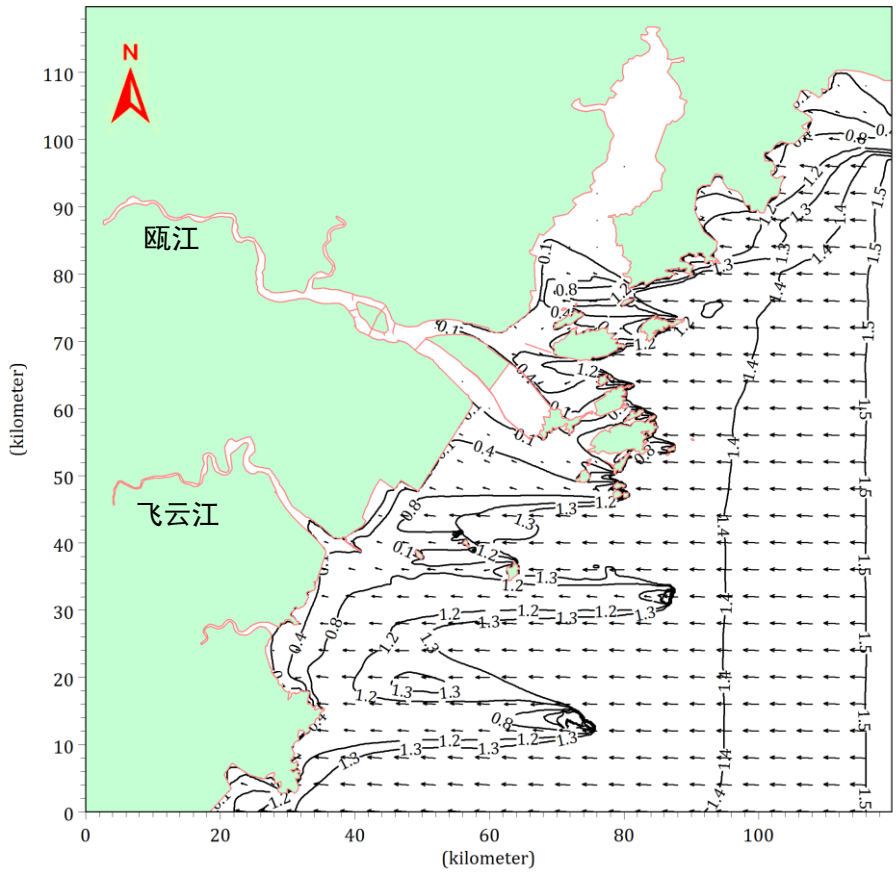
波高(m) 波向	≤0.5	~0.6	~0.8	~1.0	~1.2	~1.5	~2.0	~3.0	~4.0	~5.0	>5.0	合计
N	0	0	0	0	0	1.64	0.48	0	0	0	0	2.12
NNE	0	0	0	0	1.03	10.14	8.56	0	0	0	0	19.73
NE	0	0	0	0	0.89	7.53	5.41	0	0	0	0	13.84
ENE	0	0.07	0.07	0.82	0.82	2.53	1.44	0.07	0	0.07	0.14	6.03
E	3.15	1.99	2.33	8.29	5.00	2.95	0.75	0.21	0.21	0.27	0.68	25.82
ESE	2.40	1.92	1.44	6.23	3.77	0.96	0.14	0.14	0	0	0	16.99
SE	0.21	0.34	0	0.34	0.34	0.27	0	0	0	0	0	1.51
SSE	0	0	0	0	0.14	0.07	0	0	0	0	0	0.21
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	0	0	0	0	0.62	1.78	0.75	0	0	0	0	3.22
SW	0	0	0	0	0.27	1.99	2.26	0	0	0	0	4.73
WSW	0	0	0	0	0	0.14	0.07	0	0	0	0	0.21
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NNW	0	0	0	0	0.07	0.07	0	0	0	0	0	0.14
C	5.48											5.48
合计	11.23	4.32	3.84	15.96	12.95	30.07	19.86	0.41	0.21	0.34	0.82	100.0

表 6.1-5　代表波浪统计表

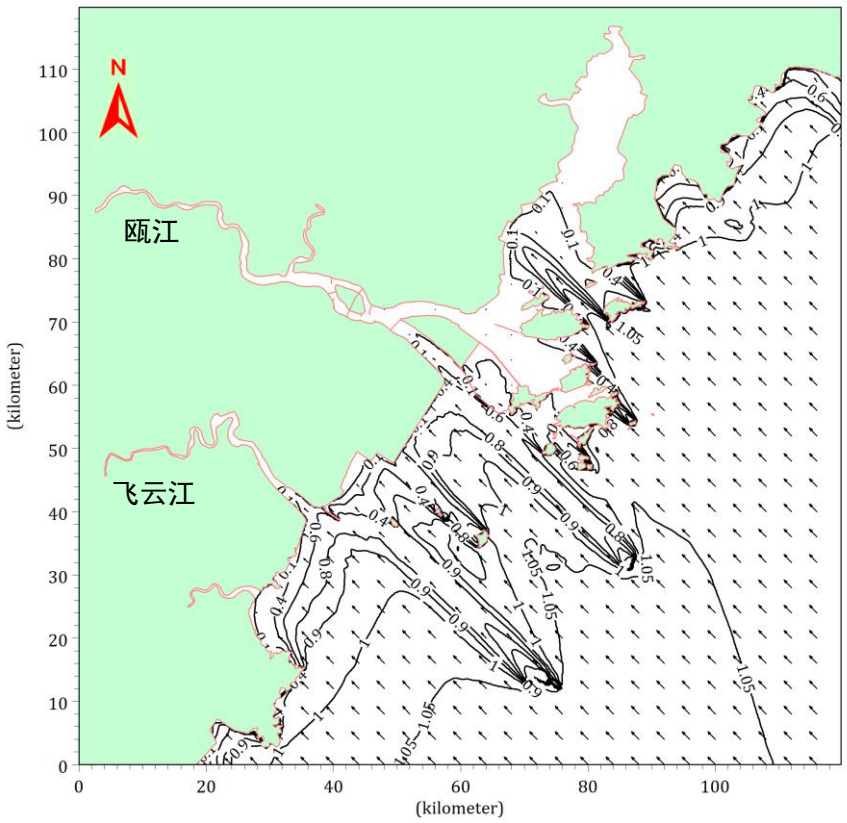
代表波浪	ENE～ESE	SE～S	SSW～WSW
波向(°)	94	138	217
波高 $H_{1/10}$(m)	1.38	1.03	1.46
波周期（S）	4.6	4.0	4.8

表 6.1-6　代表波浪验证情况统计表

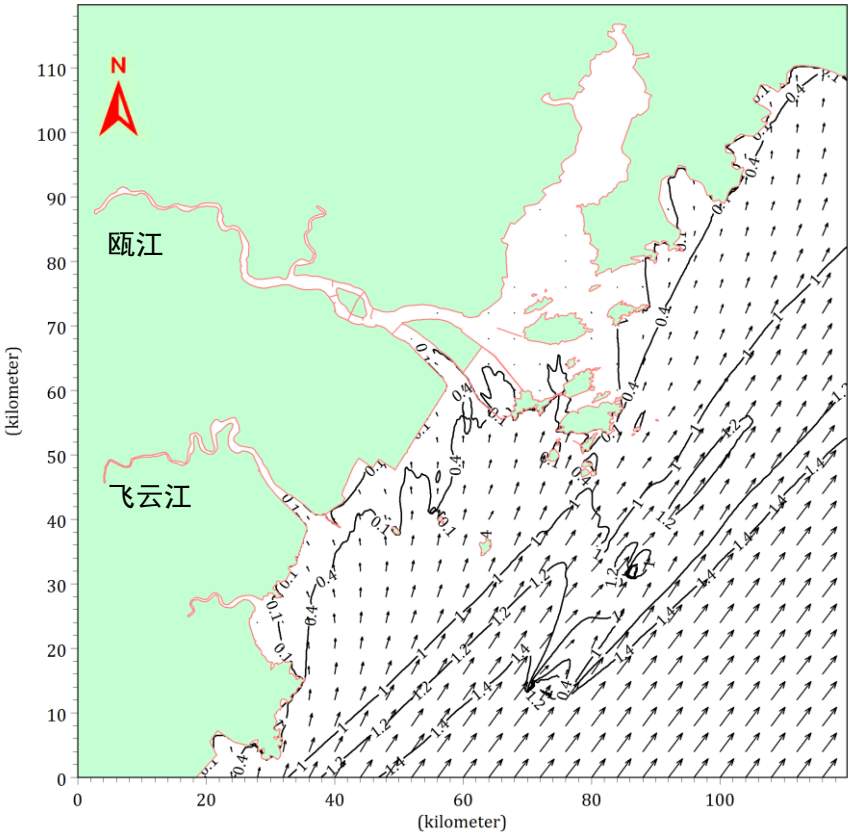
项目	SE～S			SSW～WSW			ENE～ESE		
	推算值	模拟值	误差	推算值	模拟值	误差	推算值	模拟值	误差
波向(°)	138	137	-1	217	219	2	94	91	-3
波高 $H_{1/10}$(m)	1.03	1.05	0.02	1.46	1.47	0.01	1.38	1.39	0.01
波周期(s)	4.0	4.4	0.4	4.8	4.9	0.1	4.6	4.6	0.0



ENE～ESE



SE～S



SSW～WSW

图 6.1-23　年均代表波浪矢量图

2、锚泊区年回淤统计

利用经验证的波浪潮流泥沙数学模型，采用上述代表波浪场结合连续潮作用，对工程实施后临时锚泊区内年淤积进行了模拟。表 6.1-7 和图 6.1-24 给出了工程实施后，临时锚泊区域泥沙年回淤情况。经分析可知：工程实施后，锚泊区内年回淤强度介于 1.09～2.68m/a，平均为 1.55m/a；总回淤量为 768.0 万 m^3/a。

表 6.1-7　特征点位置年回淤强度统计表

特征点位置	年回淤强度（m/a）		特征点位置	年回淤强度（m/a）	
	开挖深度	回淤强度		开挖深度	回淤强度
MB1	6.62	2.68	MB11	6.69	1.09
MB2	6.75	2.46	MB12	6.69	1.13
MB3	6.86	2.21	MB13	6.73	1.18
MB4	6.87	1.99	MB14	6.62	1.22
MB5	6.90	1.60	MB15	6.68	1.42
MB6	6.96	1.29	MB16	6.77	1.36
MB7	6.77	1.23	MB17	6.64	1.43
MB8	6.80	1.18	MB18	6.73	1.67
MB9	6.82	1.09	MB19	6.59	2.18
MB10	6.82	1.11	--	--	--

注：临时锚泊区开挖水深约介于 6.60～6.90m。

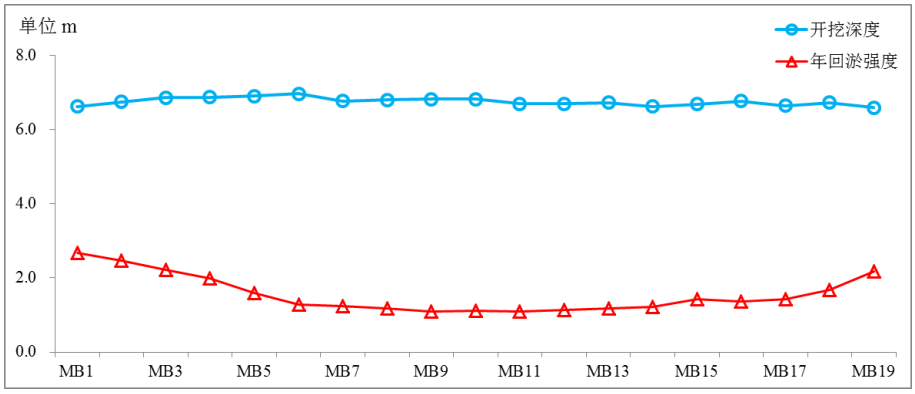


图 6.1-24　年回淤强度分布图

3、工程区年回淤分布

本节中采用经验证的潮流泥沙数学模型，计算一年后工程海域地形变化量，并分析其特征及对周边影响。图 6.1-25 给出了工程实施一年后工程水域冲淤分布。可见：

（1）锚泊区域呈淤积状态，参见表 6.1-7 和图 6.1-24。

（2）2#～3#连接段航道略有冲刷；4#连接段航道局部略有淤积；1#连接段航道有所淤积，淤积厚度介于 0.02~0.30m。

（3）锚泊区北侧围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m。

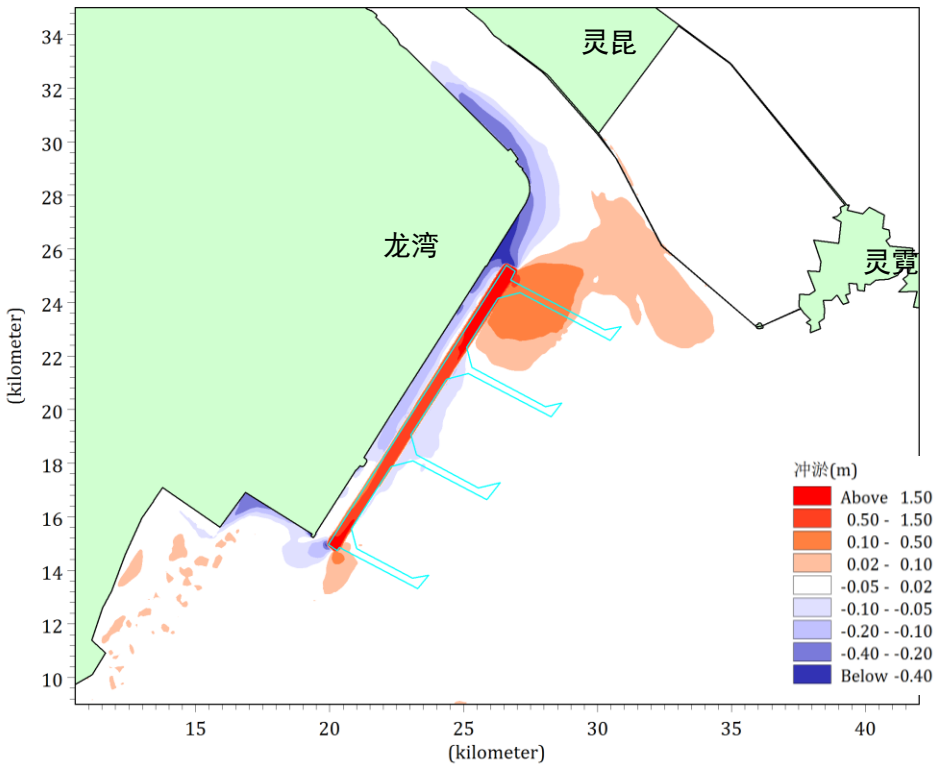


图 6.1-25　年冲淤分布图（红色为淤积，蓝色为冲刷）

6.1.3.2　骤淤可能性分析

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区位于瓯飞一期工程东堤外侧浅滩水域，工程开挖深度介于 6.60～6.90m。本海域受台风和寒潮的影响比较频繁，因此锚泊区开挖后骤淤的可能性是该工程关键问题之一。判断骤淤的可能性主要从泥沙来源、滩面泥沙性质和水动力条件等 3 个方面来分析：

（1）从泥沙来源来看，工程海域河流来沙量较小，周边近岸浅滩及锚泊区两侧滩面上局部起动搬运的泥沙是开挖锚泊区泥沙淤积的主要沙源。

（2）从滩面沉积物性质来看，锚泊区两侧滩面底质沉积物均为粘土质粉砂，属典型的淤泥质海岸性质，大风浪作用下易于产生浮泥运动。

（3）从水动力条件来看，工程海域大潮平均流速为 0.1～0.4m/s，最大流速为 0.4～0.7m/s。本海域每年受台风影响较多，在台风大浪与潮流共同作用下，锚泊区附近滩面细颗粒泥沙会大量悬浮起动，并会以浮泥的形式输移到开挖槽内产生骤淤。工程海区在台风大浪作用下可能会出现以浮泥淤积为主的骤淤，建议相关单位加强观测。

总体来说，拟建工程位于典型淤泥质海岸，常年背景含沙量本不低，且易受到台风作用，因此预计可有一定骤淤问题。至于骤淤量级，鉴于台风的统计性和

不确定性，亦具有一定随机性。如在台风重现期较大，或作用时间较长的条件下，累加的骤淤量可能有引起阻碍锚泊的风险。因此，应重视台风过后的地形巡测与及时疏浚。

6.1.3.3 极端天气泥沙回淤

在骤淤模拟中，常用两种表现形式：（1）台风浪重现期加作用时间概念；（2）复演一次实际台风过程。经分析，临时锚泊区所处的温州近海位于台风影响多发区域，大风作用频繁。然而，台风影响具有很强的随机性，其风速、风向、风成浪高及作用历时均不确定，在此条件下，如采用反演一次台风过程，其代表性和可拓展性略差。因此，在本报告计算中，采用台风浪重现期加作用时间概念。

根据《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程工程可行性研究报告兼项目建议书》，临时锚泊区使用年限为 7 年。因此，考虑到本工程的位置本文在计算锚泊区大风回淤时选取 10 年一遇 SE 向波浪叠加大潮进行计算。

1、10 年一遇 SE 向波浪场

图 6.1-26 给出了经验证的 10 年一遇 SE 向波浪场，其重现期波要素和风速参见表 6.1-8 和表 6.1-9。

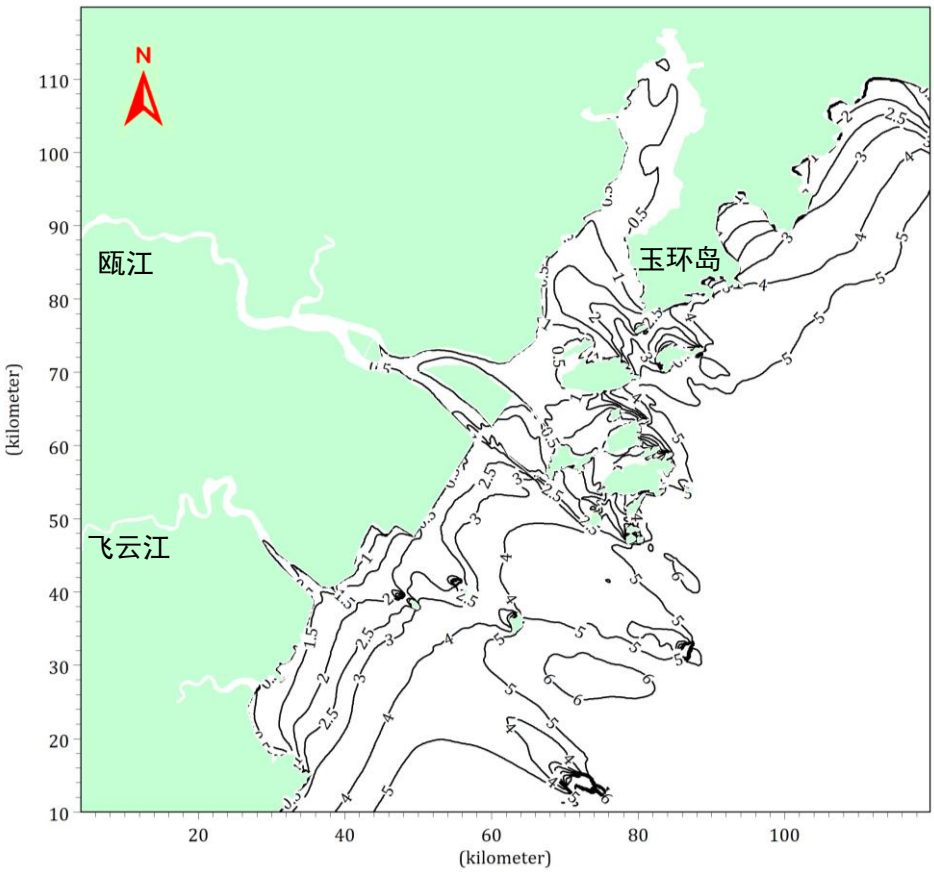


图 6.1-26　10 年一遇 SE 向波浪场图

表 6.1-8　洞头气象站各方向组的设计风速统计表（单位:m/s）

风向组 重现期	N-NNE	NE-ENE	E-ESE	SE-SSE	S-SSW
100 年一遇	37.3	39.5	23.5	35.0	37.3
50 年一遇	33.5	33.9	21.3	29.8	33.5
20 年一遇	28.5	26.8	18.4	24.7	28.5
10 年一遇	24.6	21.7	16.1	18.4	24.6
2 年一遇	15.8	13.9	10.0	10.6	15.8

表 6.1-9　南麂海洋站不同重现期波要素统计表

重现期	N~NNE		NE~ENE		E~ESE		SE~SSE		S~SSW	
	$H_{4\%}$（m）	T（s）	$H_{4\%}$（m）	T（s）	$H_{4\%}$（m）	T（s）	$H_{4\%}$（m）	T（s）	$H_{4\%}$（m）	T（s）
100 年一遇	7.9	13.3	10.7	16.2	13.2	16.8	8.1	14.1	6.4	13.1
50年一遇	7.0	12.0	9.7	14.5	11.5	15.7	7.4	13.2	5.6	11.8
20年一遇	5.8	10.3	8.2	12.1	9.3	13.9	6.2	11.9	4.6	10.0
10年一遇	4.9	9.1	7.2	10.4	7.6	12.7	5.5	11.0	3.9	8.7
2 年一遇	2.7	5.9	4.6	6.0	3.6	9.1	3.2	8.2	2.1	5.6

2、大风天分布

图 6.1-27 给出了 10 年一遇 SE 向波浪作用下，工程海区垂线平均含沙量分布情况。由图可知：10 年一遇大风作用下，工程海区含沙量呈倍数增加，但分布趋势和无风条件下基本保持一致，为近岸高、外海低以及瓯江和飞云江河口和浅滩水域较高的分布特点。

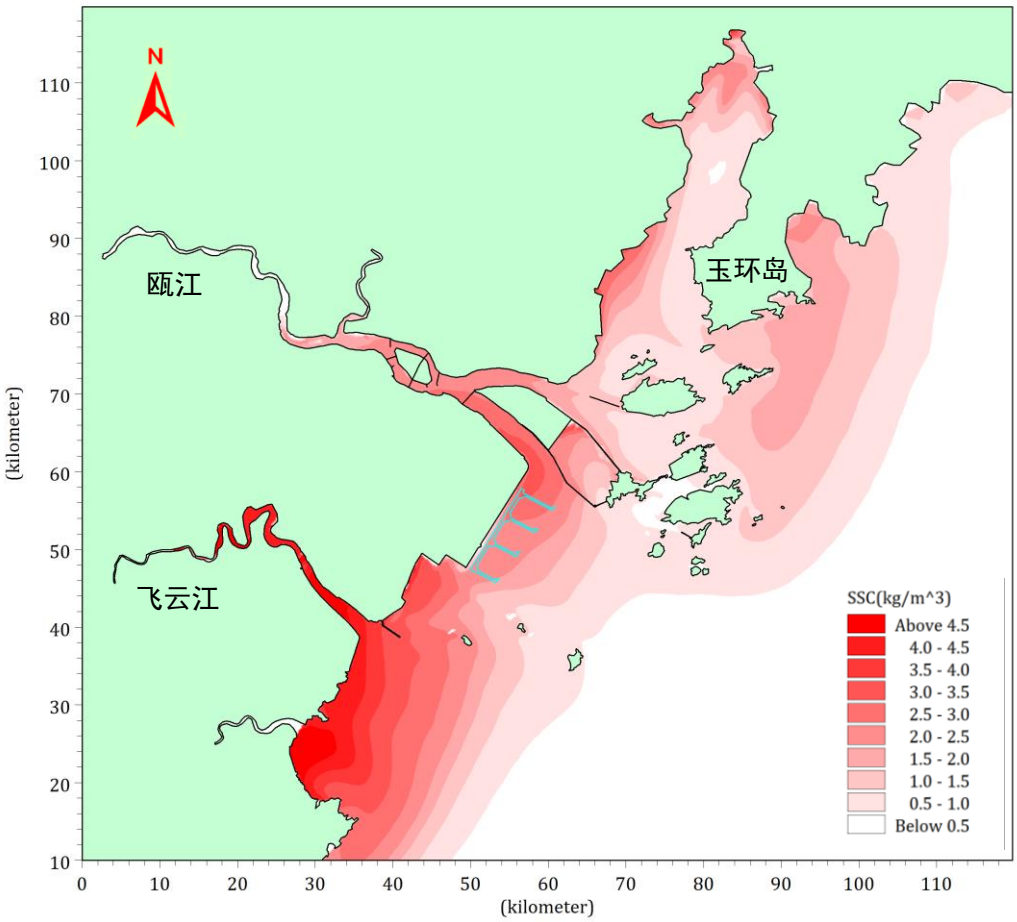


图 6.1-27　大风天含沙量场分布图

3、大风天泥沙回淤

大风天泥沙回淤采用 10 年一遇 SE 向波浪叠加 2016 年实测大潮。表 6.1-10 给出了特征点位置大风天泥沙回淤情况，经分析可知：临时锚泊区 10 年一遇 SE 向波浪作用下回淤强度介于 0.47～1.03m。

表 6.1-10　特征点位置大风天泥沙回淤统计表

特征点位置	大风天回淤强度	特征点位置	大风天回淤强度
MB1	1.03	MB11	0.79
MB2	0.92	MB12	0.74
MB3	0.86	MB13	0.65
MB4	0.80	MB14	0.51
MB5	0.77	MB15	0.47
MB6	0.74	MB16	0.53
MB7	0.74	MB17	0.60
MB8	0.75	MB18	0.73
MB9	0.78	MB19	0.76
MB10	0.81	--	--

6.1.4潮流、泥沙数模成果分析小结

潮流、泥沙数模预测采用经验证的潮流泥沙数学模型对瓯飞一期围垦工程临

时锚泊区及连接段航道实施后的潮流泥沙问题进行了研究，主要结论有：

（1）工程所在大范围海域潮流运动受岛屿岸线及深槽地形控制，基本上呈往复运动。涨潮时，外海涨潮流呈 NW 方向汇聚，一部分汇入乐清湾，一部分通过瓯江南口和北口汇入瓯江，另一部分流向飞云江。落潮流运动与涨潮流基本相反。工程实施后，流态发生改变的区域集中在工程区附近水域，大范围水域水流流态没有变化。

（2）工程实施后，对周围海域水沙影响不大，以水流流速变化 0.01m/s 为基准，北侧影响至温州浅滩南促淤堤，西侧影响至瓯飞一期工程东堤，东侧影响至瓯飞工程临时航道，南侧影响距离约为 2.6km。

（3）工程局部水域基本为 ESE～WNW 向的往复流。受“瓯飞一期”东堤影响，涨潮流于东堤附近水域分流，分别流向瓯江和瓯飞一期西侧浅滩水域，落潮基本为其反过程。工程实施后，锚泊区附近水域流向略有偏转，流速略有变化。

（4）工程实施后，临时锚泊区内平均流速减小了 0.03～0.12m/s，最大流速减小了 0.16～0.39m/s。连接段航道内水流流速有增有减，在 0.10m/s 以内。

（5）工程实施后，连接段航道横流不大，均在 0.50m/s 以内。

（6）工程实施后，临时锚泊区内年回淤强度介于 1.09～2.68m/a，总回淤量约为 768.0 万 m^3/a。10 年一遇 SE 向大浪作用下回淤强度介于 0.47～1.03m。

（7）工程实施后，2#～3#连接段航道略有冲刷；4#连接段航道局部略有淤积；1#连接段航道有所淤积，淤积厚度介于 0.02~0.30m/a。

（8）工程实施后，锚泊区北侧围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m/a。

（9）如在台风重现期较大，或作用时间较长的条件下，累加的淤积可能引起阻碍锚泊的风险，因此建议加强极端天气条件下锚泊区内泥沙回淤监测。

6.2 海水水质环境影响分析

6.2.1施工悬浮泥沙扩散影响预测与评价[12]

本工程绞吸式挖泥船疏浚及吹填施工过程均会造成附近海域悬浮泥沙含量的增加，本报告引用引用交通运输部天津水运工程科学研究所 2019 年 2 月编制的《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程施工期悬浮物和溢油扩散数学模型研究报告》中的相关结论。

6.2.1.1 悬浮物扩散数学模型的建立与验证

施工期悬浮物扩散数学模型的建立和验证主要涉及潮流数学模型和悬沙扩散数学模型，见本报告 6.1.1 相关内容。

6.2.1.2 悬浮泥沙预测源强

根据本报告 3.2.1.2 节的悬浮泥沙源强分析，绞吸式挖泥船疏浚及吹填施工过程产生的悬浮泥沙源强统计情况如表 6.2-1 所示。

表 6.2-1 施工期悬浮泥沙源强统计表

序号	污染源	源强
1	绞吸式挖泥船疏浚	7.78kg/s（单船）
2	吹填尾水	1.53kg/s

6.2.1.3 计算方案

（1）绞吸式挖泥船挖泥疏浚过程悬浮泥沙扩散计算方案

根据悬浮泥沙输移扩散的特性以及本次临时锚泊区疏浚平面布置的特点，在疏浚锚泊区中心线上等距离共设置了 26 个固定点源（根据工可，采用分段疏浚，每段长约 500m），分别计算各点源在大、小潮各自两个潮周期内的悬沙扩散情况，源强大小为单船源强 7.78kg/s，按连续点源的方式输入，分别计算得到各点源附近最大悬浮泥沙增量值，最后将 26 个点源各特征浓度增量值包络线连接，得到疏浚区及其附近最大悬浮泥沙增量分布图，从而预测疏浚施工可能产生的悬浮泥沙影响范围和程度。

（2）吹填尾水悬浮泥沙扩散计算方案

吹填尾水排放口点源位置为瓯飞一期围垦工程东 1#闸处（图 4.3-1），悬浮泥沙源强为 1.53kg/s，分别计算吹填尾水排放口在大、小潮各自两个潮周期内的悬沙扩散情况，得到吹填尾水排放口及其附近最大悬浮泥沙增量分布图，从而预测吹填施工可能产生的悬浮泥沙影响范围和程度。

（3）疏浚和吹填共同作用下悬浮泥沙扩散计算方案

分别将上述疏浚和吹填尾水排放所引起的最大悬浮泥沙增量包络线连接，得到施工期疏浚、吹填尾水排放所在海域的最大悬浮泥沙增量分布图，从而预测疏浚和吹填施工共同作用下可能产生的悬浮泥沙影响范围和程度。

6.2.1.4 悬浮泥沙扩散预测结果及分析

（1）疏浚过程悬浮泥沙扩散

图 6.2-1~6.2-3 分别为疏浚过程中大潮悬浮泥沙最大浓度增量分布图、小潮悬浮泥沙最大浓度增量分布图和全潮过程悬浮泥沙最大浓度增量分布图，经统计分析：

（1）绞吸式挖泥船疏浚过程中，大潮潮型条件下造成悬浮泥沙扩散范围远大于小潮潮型。

（2）船舶疏浚造成悬浮泥沙扩散范围北侧至瓯飞一期北堤附近水域，南侧至瓯飞一期 2#隔堤南侧水域，东侧至瓯飞一期工程临时主航道东侧水域。

（3）船舶疏浚造成悬浮泥沙扩散范围主要集中在工程附近区域，除距离工程较近的瓯飞农渔业区和瓯江口农渔业区外，其余敏感点均未受到影响。

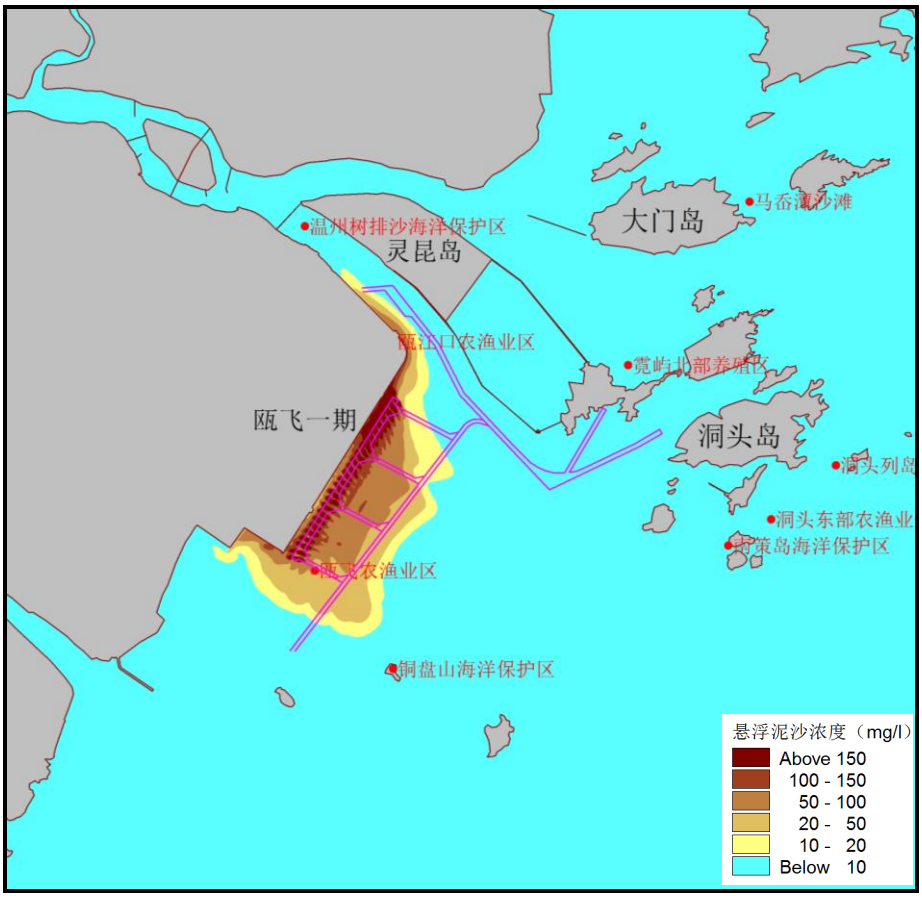


图 6.2-1　疏浚造成最大悬浮泥沙增量分布图（大潮）

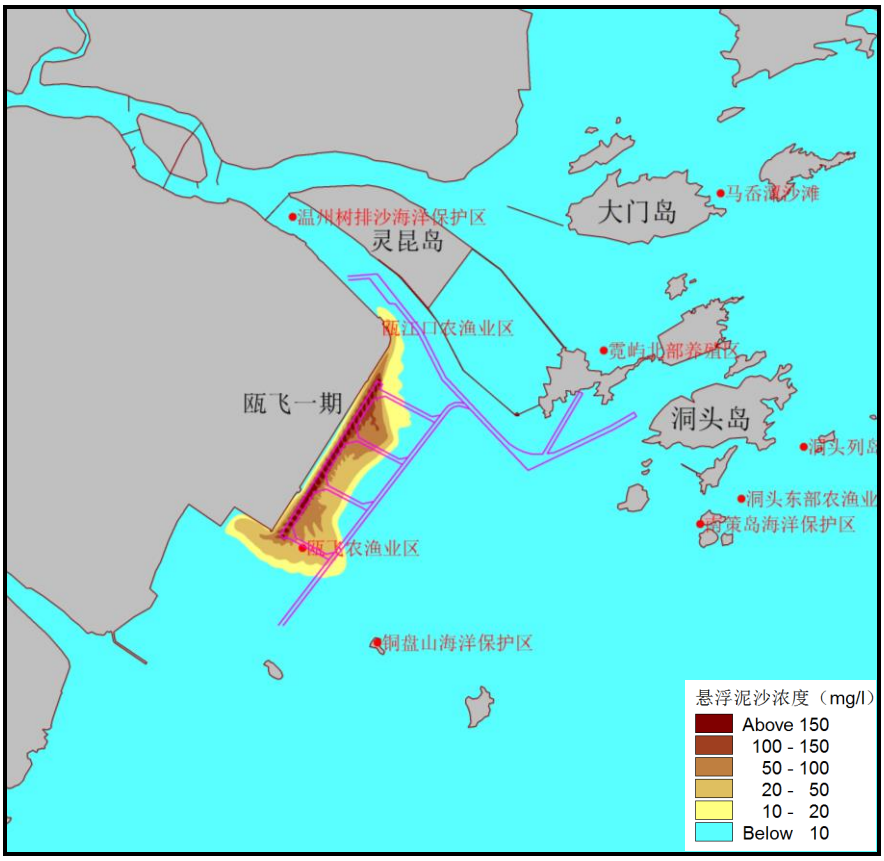


图 6.2-2　疏浚造成最大悬浮泥沙增量分布图（小潮）

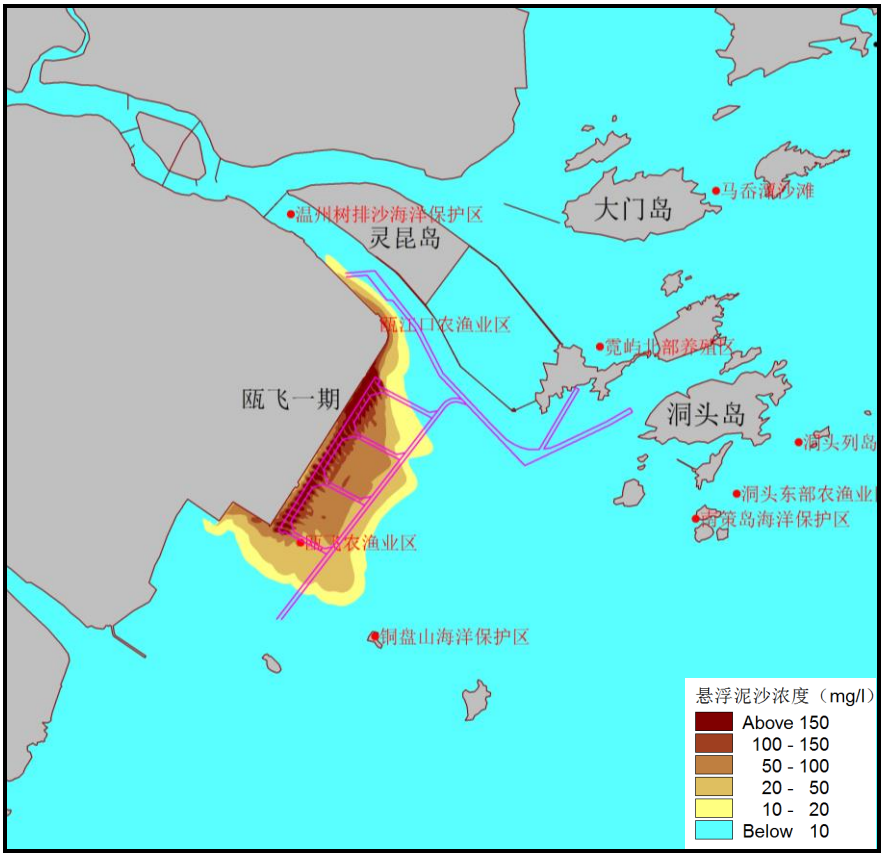


图 6.2-3　疏浚造成最大悬浮泥沙增量分布图（全潮）

（2）吹填尾水悬浮泥沙扩散

图 6.2-4 给出了大潮悬浮泥沙最大浓度增量分布图，可见吹填尾水排放引起周边海域悬浮泥沙扩散范围很小，可忽略。

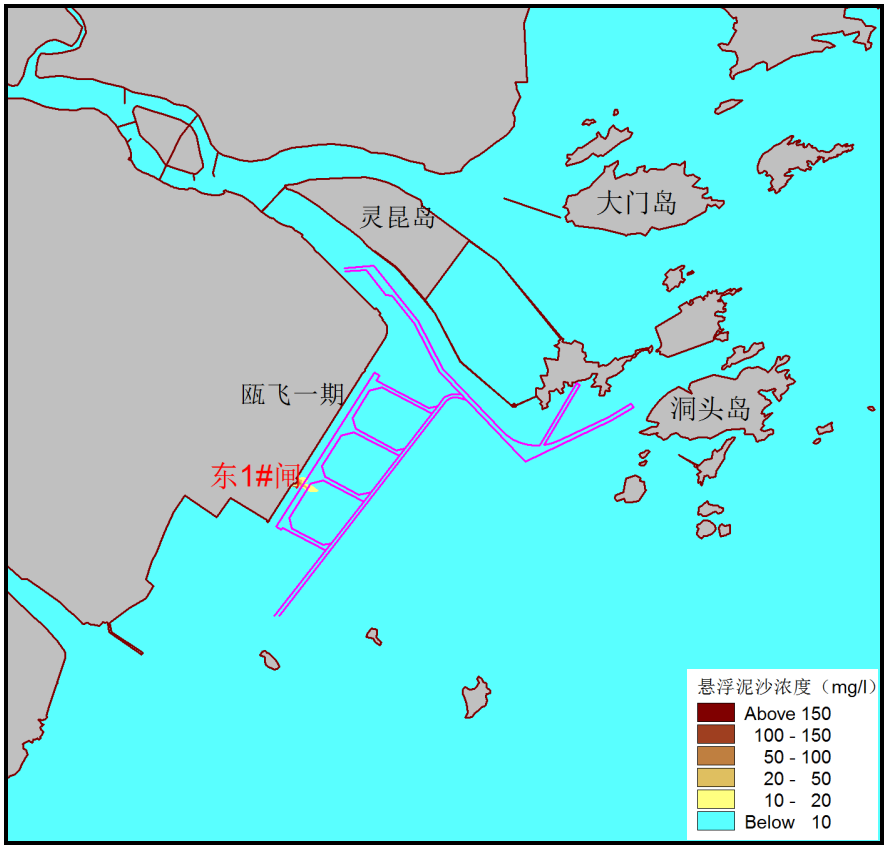


图 6.2-4　吹填溢流最大悬浮泥沙增量分布图（大潮）

（3）疏浚和吹填共同作用下悬浮泥沙扩散

分别将施工期疏浚和吹填尾水排放所引起的最大悬浮泥沙增量包络线连接，得到施工期疏浚、吹填尾水排放所在海域的最大悬浮泥沙增量分布图，参见图 6.2-5。表 6.2-2 分别给出了 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络面积统计表。表 6.2-3 给出了各环境敏感点处的悬浮泥沙最大增量值。可见：

（1）本工程悬浮泥沙扩散主要由疏浚引起，吹填尾水排放引起周边海域悬浮泥沙扩散范围很小，可忽略。

（2）悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内，除距离工程较近的瓯飞和瓯江口农渔业区外，其余敏感点均未受到影响。

（3）根据统计结果，施工期引起的悬沙浓度超过 150mg/L 的面积为 9.6km^2，超过 100mg/L 的面积为 16.8km^2，超过 50mg/L 的面积为 50.6km^2，超过 20mg/L

的面积为 87.6km^2，超过 10mg/L 的面积为 119.4km^2。

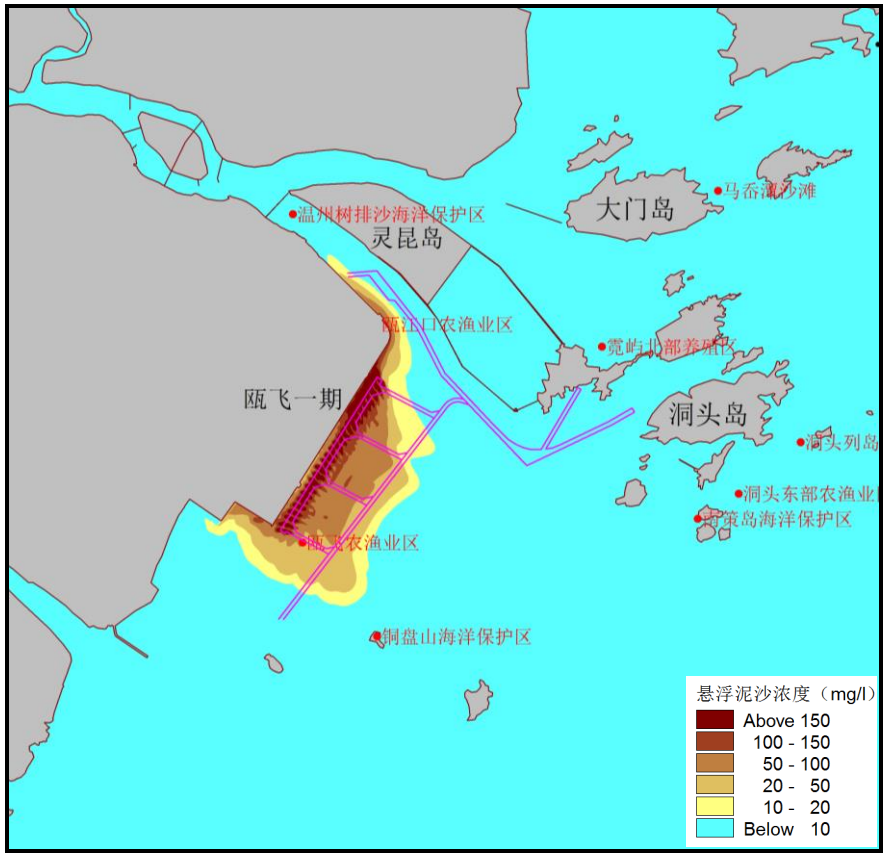


图 6.2-5　施工期最大悬浮泥沙增量分布图

表 6.2-2　悬浮泥沙最大浓度增量的包络面积统计表（km^2）

悬沙浓度（mg/L）	≥10	≥20	≥50	≥100	≥150
大潮	119.3	87.3	50.4	16.4	8.9
小潮	65.8	45.4	22.3	6.8	4.1
全潮	119.4	87.6	50.6	16.8	9.6

表 6.2-3　各环境敏感点悬浮泥沙最大增量值统计表

序号	环境敏感点名称	悬浮泥沙最大增量值(单位 mg/L）
1	温州树排沙海洋保护区	0.0
2	瓯江口农渔业区	67
3	瓯飞农渔业区	46
4	铜盘岛海洋保护区	0.0
5	南策岛海洋保护区	0.0
6	洞头东部农渔业区	0.0
7	洞头列岛东部海洋保护区	0.0
8	霓屿北部养殖区	0.0
9	马岙潭沙滩	0.0

6.2.2 施工期生活污水对水质环境的影响分析

本工程施工人员主要在船上，施工期产生的生活污水主要包括餐饮用水、洗涤废水和冲厕水等，施工期生活污水日产生量约 4.25t，整个施工期（14 月）生

活污水的产生量约 1785t。海上作业船只施工作业产生的生活污水收集后，上岸委托有资质单位进行处置，不得擅自排放入海。因此，施工期产生的船舶施工人员生活污水对附近海域水质环境没有影响。

6.2.3 施工期船舶含油污水对水质环境的影响分析

本工程整个施工期船舶含油污水的产生量约为 2368.8t，石油类污染物产生量约为 26.05t。而本工程所在海域属于铅封管理范围，根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号），施工船舶所产生的油类污染物须按当地海事部门的要求，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，禁止含油污水排放入海，故施工期产生的船舶含油污水对附近海域水质环境影响不大。

6.2.4 水质环境影响分析综合结论

综上所述，本工程施工产生悬浮物会对周边海域水质产生一定影响，水质环境的影响是短暂和局部的，一旦施工结束，其影响也将会消失；海上作业船只施工作业产生的生活污水收集后，上岸委托有资质单位进行处置，不得擅自排放入海；施工船舶含油污水进行铅封管理，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，不外排。在此基础上，本工程的实施对附近海域水质环境的影响是可以接受的。

6.3 海洋沉积物环境影响分析

根据本报告 5.4 节的分析，2016 年 5 月（春季），位于一类标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位除 Cu 超标外（超标率为 58.3%），其余指标均未超标；位于三类标准区的 C16 站位所有指标未超标；位于保留区的 C5 站位，Cu 可达到二类标准，其他指标均能达到一类标准要求。调查海域所有站位的有机碳、硫化物、石油类、Hg、As、Pb、Cd、Cr、Zn 等指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准，Cu 指标均能达到二类标准要求。

龙湾二期围涂工程填海造地后主要发展工业与城镇建设用海，填充物质可按《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的二类标准执行。对于疏浚区经疏浚后，底层泥沙将替代表层泥沙，形成新的海洋沉积物环境。

此外，海底还是多种海洋生物的栖息场所，海水中的大多数污染物最终沉积在海洋沉积物中，从而影响到海域底栖生物的生长。根据对本项目施工期入海污

染物的分析，会对海洋沉积物环境产生影响的主要是石油类，若施工船舶产生的含油污水不经处理直接排放，扩散至水中的石油类由于浓度较高，不能马上被海水稀释，少部分石油类将会与水中固体物质进行交换而沉入海底，从而对海洋沉积物环境造成一定的负面影响。本工程施工期船舶含油污水将进行收集，并委托有资质的专业处理单位集中处理，禁止外排。在此前提下，对工程区附近海域沉积物环境影响不大。

6.4 海洋生态环境（包括生物资源）影响分析与评价

6.4.1 对底栖生物的影响分析

本工程疏浚过程对底栖生物的影响主要包括两个方面，其一为疏浚区域的海底表层结构将完全改变，该区域范围内的底栖生物将在短时间内全部损失；其二为疏浚施工过程扰动悬浮泥沙覆盖造成部分底栖生物死亡。但是由于本海域海水中悬沙含量较高，随着潮流进行搬运和扩散最终又重新落淤，疏浚区域及扰动悬浮泥沙覆盖区域内的底栖生物环境将在周围海域底栖生物群落的影响下慢慢恢复，新的底栖生物群落便可重新建立起来，因此本工程疏浚施工导致的底栖生物损失量可按一次性损失进行估算。

因工程建设需要占用水域使海洋生物资源栖息地丧失所造成的各类生物资源损害量可参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）推荐的公式进行估算，计算公式如下：

$$W_i = D_i \times S_i \qquad （6.4\text{-}1）$$

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）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]、千克每平方千米（kg/km^2）；

S_i——第 i 种类生物占用的水域面积或体积，单位为平方千米（km^2）或立方千米（km^3）。

本工程疏浚区主要为临时锚泊区，面积约 494.41 公顷，疏浚面积内的底栖生物按全部一次性损失估算；施工扰动悬浮泥沙覆盖造成部分底栖生物死亡率按30%，扰动面积按疏浚总面积的 20%核算（约 98.88 公顷）。而根据底栖生物现状调查资料可知，两季调查期间该海域底栖生物的平均生物量为 5.80g/m^2，按此

数据估算，本工程疏浚过程导致的底栖生物一次性损失量约为30.40t，其中疏浚区域内的损失量约为28.68t，扰动范围内的损失量约为1.72t。有关本工程疏浚过程导致的底栖生物一次性损失量统计结果见表6.4-1。

表 6.4-1　疏浚过程造成的底栖生物一次性损失量统计表

区域	损失面积	损失量	备注
疏浚区	494.41 公顷	28.68t	按 100%损失估算
悬浮泥沙扰动区	98.88 公顷	1.72t	按 30%损失估算
合计	593.29 公顷	30.40t	

6.4.2 对浮游生物和渔业资源的影响分析

本工程疏浚施工过程会造成附近海域悬浮物浓度的增加，影响浮游植物的光合作用效率，使得海水中叶绿素含量降低，从而降低海洋的初级生产力；悬浮物浓度增高对浮游动物的生长率、繁殖率、幼体成活率等也有显著的影响，大型游泳生物会自行回避，远离该区域，而小型游泳生物则会受到致命的打击。悬浮物浓度的增加也会对水生生物的鱼卵、仔鱼和幼体造成损害。

本工程总工期为18个月，疏浚施工14个月，施工期悬浮物浓度增量扩散范围内的海洋生物资源损害可参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关要求，按持续性损害受损进行估算，计算公式如下：

$$M_i = W_i \times T \qquad (6.4\text{-}2)$$

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，本工程取14月×30天/月÷15天=28个。

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \qquad (6.4\text{-}3)$$

式中：

D_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾每平方千米（尾/km^2）、个每平方千米（个/km^2）、千克每平方千米（kg/km^2）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

K_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分

之（%）；生物资源损失率取值参见表 6.4-2。

n——某一污染物浓度增量分区总数。

（1）悬浮物对各类海洋生物的损失率

悬浮物对各类生物的损失率参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的附录 B 进行估算，具体见表 6.4-2。

表 6.4-2　悬浮物对各类生物的损失率表

悬浮物浓度增量（C）(mg/L)	悬浮物的超标倍数（B）	各类生物损失率(%)			
		鱼卵、仔鱼	成体	浮游动物	浮游植物
20≥C>10	B≤1	5	＜1	5	5
50≥C>20	1＜B≤4	5～30	1～10	10～30	10～30
100≥C>50	4＜B≤9	30～50	10～20	30～50	30～50
C≥100	B≥9	≥50	≥20	≥50	≥50

注：超标倍数 B，指超二类《海水水质标准》的倍数（悬浮物浓度人为增量≤10mg/L）。

（2）悬浮物对各类海洋生物的损害面积

本报告选择施工过程产生的悬浮物浓度增量最大值包络面积来估算悬浮物对各类海洋生物的损害面积，具体见表 6.4-3。

表 6.4-3　悬浮物浓度增量最大值的包络面积统计表　（单位：km^2）

条件	悬浮物浓度增量（C，mg/L)			
	20≥C>10	50≥C>20	100≥C>50	C>100
全潮	31.8	37.0	33.8	16.8

（3）悬浮物对各类海洋生物的损失量

根据悬浮物对各类海洋生物的损失率及损害面积，参考本报告第五章的海洋生物现状调查数据，估算得到工程实施过程产生的悬浮物对各类海洋生物造成的损失量，具体见表 6.4-4。

由表 6.4-4 可以看出，本工程施工过程产生的悬浮物对鱼卵、仔鱼、成体生物、浮游动物和浮游植物等造成的损失量分别为 1.68×10^7 个、4.20×10^7 尾、84.13t、1462.18t 和 6.36×10^{14} 个。

表 6.4-4　悬浮物造成的海洋生物损失量一览表

序号	生物类别	生物资源平均密度	损害面积（km^2）	损失率	损失量
1	鱼卵	0.004ind/m^3	31.8	5%	8.90×10^5 个
			37.0	5～30%（取 17.5%）	3.63×10^6 个
			33.8	30～50%（取 40%）	7.57×10^6 个
			16.8	≥50%（取 50%）	4.70×10^6 个
		小计	/	/	1.68×10^7 个
2	仔鱼	0.01ind/m^3	31.8	5%	2.23×10^6 尾
			37.0	5～30%（取 17.5%）	9.07×10^6 尾
			33.8	30～50%（取 40%）	1.89×10^7 尾
			16.8	≥50%（取 50%）	1.18×10^7 尾
			/	/	4.20×10^7 尾
3	成体	282.80kg/km^2	31.8	＜1%（取 0.5%）	1.26t
			37.0	1～10%（取 5.5%）	16.11t
			33.8	10～20%（取 15%）	40.15t
			16.8	≥20%（取 20%）	26.61t
		小计	/	/	84.13t
4	浮游动物	337.91mg/m^3	31.8	5%	75.21t
			37.0	10～30%（取 20%）	350.05t
			33.8	30～50%（取 40%）	639.56t
			16.8	≥50%（取 50%）	397.36t
		小计	/	/	1462.18t
5	浮游植物	1.47×10^5 个/m^3	31.8	5%	3.27×10^{13} 个
			37.0	10～30%（取 20%）	1.52×10^{14} 个
			33.8	30～50%（取 40%）	2.78×10^{14} 个
			16.8	≥50%（取 50%）	1.73×10^{14} 个
		小计	/	/	6.36×10^{14} 个

注：1.鱼卵、仔鱼生物资源平均密度参考该区域附近类似环评报告中的取值（《温州经济技术开发区农业发展有限公司二期水田种养殖基地农业填海造地工程海洋环境影响报告书报批稿》，中国水产科学研究院东海水产研究所，2016 年 8 月）；2.成体、浮游动物、浮游植物等生物资源平均密度均取本报告 5.5 节和 5.6 节中春、秋两季的调查平均值；3.平均水深约 5.0m。

6.4.3 施工废水排放对生态环境的影响分析

根据本报告 3.2.1 节和 6.2 节的分析，本工程施工期施工船舶生活污水收集后，上岸委托有资质单位进行处置，不得擅自排放入海；施工船舶含油污水收集至岸上，委托有资质的单位接收处理，禁止含油污水排放入海，在此前提下，上述施工废水排放对周边海洋生态环境影响不大。

此外，若施工过程中，船舶发生碰撞导致溢油事故，则会对浮游生物、底栖生物、游泳生物以及滨海自然环境产生较大的影响和破坏，因此施工期间应采取相应措施防范或避免船舶因碰撞等事故而产生燃油泄漏入海污染海洋环境。

6.4.4 施工噪声对生态环境的影响分析

某些海洋生物对噪声较敏感，可能因高强度噪声产生的振动能量而受到较大

的影响甚至死亡。类比同类工程，本工程疏浚施工过程将使水下噪声级提高 10～20dB，但由于总的水下噪声级背景并不是很高，而且声波在传播过程中随距离的增加成反平方规律衰减，因此对生态环境的影响有限。

6.5 大气环境影响分析

本工程疏浚过程所产生的泥沙含水率非常高，所以在其输送及转移过程中都不会产生扬尘，施工过程产生的废气主要为施工船舶使用的柴油机排放的少量燃油废气，主要污染物为 SO_2、NO_2 等。该废气的排放量较小，排放形式为无组织排放，且废气污染源具有间歇性和流动性，同时施工现场均在海上，有利于空气扩散，因此施工过程中施工船舶排放的燃油废气对周边大气影响不大。

6.6 声环境影响分析

本工程施工噪声主要为施工船舶产生的噪声，由于疏浚施工在瓯飞一期围垦工程外侧海域，远离居民点，故施工船舶噪声对居民生活没有影响，且施工结束，影响消失。

6.7 固体废弃物影响分析

6.7.1 施工期生活垃圾环境影响分析

本工程施工期生活垃圾主要为船上施工人员产生的生活垃圾。整个施工期施工人员的生活垃圾产生量约为 21.0t，应集中收集上岸，由环卫部门定时清运，统一处理，则施工人员产生的生活垃圾对周围环境影响不大。

6.7.2 施工船舶产生的固废环境影响分析

施工船舶产生的固废主要包括船舶作业过程中产生的废油棉布、废毛巾等，产生量约为 1.20t。施工船舶产生的固废须按当地海事部门的要求，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，禁止随意丢弃入海，故施工船舶产生的固废对周边环境影响不大。

6.8 对环境敏感目标的影响分析

6.8.1 对瓯飞一期围垦工程的影响分析

（1）对瓯飞一期围垦工程海堤的影响分析

本工程临时锚泊区与瓯飞一期围垦工程东堤平行布置，距离东堤轴线约 650m，2#隔堤堤轴线约 700m，北堤堤轴线约 3.5km，疏浚土通过管道跨越东堤

至龙湾二期围区内进行吹填。

《堤防工程管理设计规范》要求海堤护堤范围为坡脚外 100～200m，《浙江省海塘建设管理条例》一至三级海塘的管理范围为塘身以及迎水坡脚起（有镇压层的从镇压层的坡脚起）向外延伸七十米，背水坡脚起向外延伸三十米。与本次临时锚泊区平行布置的围堤桩号 8+000~20+240 东堤堤轴线外镇压层宽度 66.92m~74.92m，临时锚泊区边线距离东堤堤轴线 650m，距离东堤坡脚线 575.08m~583.08m，符合相关规范要求。2#隔堤和北堤距离本次疏浚区较东堤更远，因此，也符合相关规范要求。

瓯飞一期围垦工程海堤的设计单位为浙江省水利水电勘测设计院，根据设计单位对堤身稳定的计算结果显示，东堤完建期和运行期外坡整体稳定最危险圆弧滑动面出口位于堤轴线以外约 100m，本工程临时锚泊疏浚区边线距离东堤堤轴线 650m，不影响堤坝的稳定。

此外，根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后临时锚泊区北侧瓯飞一期围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m，幅度较小，对海堤安全影响也较小。

（2）对瓯飞一期围垦工程水闸的影响分析

本工程临时锚泊疏浚区与瓯飞一期围垦工程东 1#闸的距离为 650m，北 1#闸和北 2#闸距离分别为 4.5km 和 4.3km。根据《浙江省海塘建设管理条例》第二十七条规定，“大型水闸的管理范围为水闸主体工程向上下游各延伸四百米，左右侧边墩翼墙起各向外延伸一百米；沿塘涵闸的保护范围为管理范围向外延伸二十米”，即保护范围为水闸主体工程向上下游各延伸 420m，左右侧边墩翼起各向外延伸 120m。本工程疏浚边坡与上述 3 个水闸的距离均满足保护范围要求。

此外，根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后上述 3 个水闸前沿均略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m，幅度较小，影响不大。

（3）对瓯飞一期围垦工程施工码头的影响分析

因围垦区内回填及围堤施工需要，沿瓯飞一期围垦工程东堤布置有 4 座施工码头，由北向南分别称之为 1～4#东堤施工码头，施工码头回旋水域连通本工程临时锚泊区。上述施工码头主要为瓯飞一期围垦工程、瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）、内部隔堤、围垦区内场地回填等施工期间大量甲板驳（2000~3000 吨级）、泥驳（1500 吨级）、吹砂船等施工船舶提供靠离泊场所。根据本报告 6.1.3 节泥

沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后上述 1~3#施工码头后方围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m，4#施工码头后方围垦区近岸则没有冲淤影响；施工码头前沿回旋水域与本工程临时锚泊区相通，则会产生一定程度的淤积，幅度介于 1.09～2.68m，因沿堤线方向设置了临时候潮锚地，可利用临时锚泊区维护性疏浚定期维护。

本工程疏浚区域仅为临时锚泊区，疏浚时采用 4 艘绞吸式挖泥船，且分 2 个阶段实施，每阶段采用 2 艘绞吸式挖泥船，南北两头布置，疏浚施工对上述 4 个施工码头船舶正常进出影响也不大。

6.8.2 对瓯江南口进港航道的影响分析

瓯江南口进港航道位于本工程疏浚区北面约 3.0km，根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后瓯江南口进港航道近工程区域段略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

本工程疏浚区域仅为临时锚泊区，疏浚时采用 4 艘绞吸式挖泥船，绞吸船施工时接管道输送疏浚土至吹填区，船舶及管道占用水域距离瓯江南口进港航道较远，不会影响该航道过往船舶的进出。

6.8.3 对瓯飞一期围垦工程施工临时主航道的影响分析

本工程 4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞一期围垦工程施工临时主航道，根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后瓯飞一期围垦工程施工临时主航道北段近工程区域段略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

本工程疏浚区域仅为临时锚泊区，疏浚时采用 4 艘绞吸式挖泥船，绞吸船施工时接管道输送疏浚土至吹填区，船舶及管道占用水域距离瓯飞一期围垦工程施工临时主航道较远，不会影响该航道过往船舶的进出。

6.8.4 对洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线的影响分析

根据《海底电缆管道保护规定》第七条规定，海底电缆管道保护区的范围为沿海宽阔海域为海底电缆管道两侧各 500m。本工程在设计时已考虑与北侧洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线留有安全距离，临时锚泊区的北侧边线界定为洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）南侧 500m 保护线，符合《海底电缆管道保护规定》。

根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后洞头第二回35kV 海底输电电缆管线埋设区域近工程区西段靠近瓯飞一期围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m；东段则略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m/a。而洞头第二回 35KV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）埋深 2.0m，因与瓯飞一期工程交叉，2014 年与瓯飞一期工程签订了迁建合同。2015 年 6 月温州市电力局将电缆线架高处理。因此，本工程实施对该海底电缆管线影响不大。

6.8.5 对丽水 36-1 海底管线的影响分析

根据《海底电缆管道保护规定》第七条规定，海底电缆管道保护区的范围为沿海宽阔海域为海底电缆管道两侧各 500m。丽水 36-1 海底管线位于本工程区北面约 3.5km，距离较远，符合《海底电缆管道保护规定》。

丽水 36-1 海底管线埋深为 2.0m，根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后丽水 36-1 海底管线近工程区域段略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

6.8.6 对浅滩二期南促淤堤的影响分析

浅滩二期南促淤堤位于本工程疏浚区北面约 4.0km，根据本报告 6.1.3 节泥沙冲淤数模预测结果，南促淤堤中段前沿略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

7 环境风险分析、防范措施和应急预案

7.1 环境风险识别

本工程实施过程面临的环境风险来自两个方面：一是工程自身引发的突发或缓发事件对海洋资源、环境造成的危害；二是周边环境有可能对工程构成的风险性影响，是由外力作用造成的。

根据工程自身特征及周边环境现状分析，本工程实施主要面临的环境风险有如下二类：1）施工船舶碰撞溢油事故风险；2）台风和风暴潮侵袭的风险。

7.2 环境风险事故源项分析

7.2.1施工船舶溢油事故分析

7.2.1.1 全国船舶溢油事故分析

海上轮船溢油事故率即溢油事故发生的概率，是指在特定的时间内，事故可能出现的次数。从我国 1997～2002 年船舶溢油事故的统计情况来看，6 年间沿海船舶、码头共发生 1 吨以上溢油事故 178 起，其中操作性事故 145 起，占总事故数的 82%，事故性事故 33 起，占总事故数的 18%。按溢油量计算，145 起操作性事故的溢油量为 648 吨，平均每起 4.47 吨，占总溢油量的 8%；33 起事故性事故的溢油量为 7735 吨，平均每起 234 吨，占总溢油量的 92%。

据统计，1973 年至 2006 年，我国沿海共发生大小船舶溢油事故 2635 起，其中溢油 50 吨以上的重大船舶溢油事故共 69 起，总溢油量 3.7 万吨。尽管迄今为止，我国从未发生过万吨以上的特大船舶溢油事故，但特大溢油事故险情不断。除发生 69 起溢油 50 吨以上的事故外，1999 年至 2006 年，我国沿海还发生了 7 起潜在的重特大溢油事故。虽然经海事部门及时采取措施，未造成重大污染，但不能不看到：船舶特大溢油事故的风险无处不在。

根据我国较大溢油事故调查分析表明，虽然发生溢油事故的原因有多种多样，但是最主要的原因是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高，加之轮机失控，造成船舶触礁和搁浅，引发重大溢油事故发生。特别是在河口、港湾、沿海等近岸水域，由于海底地形复杂多变，船舶溢油事故发生的频率较外海大得多。我国 452 起较大溢油事故的统计分析，因碰撞和搁浅而导致的船舶溢油事故比例高达 55.3%，绝大部分都发生在近岸海域，相应的溢油量占总溢油量的 43.6%。

7.2.1.2 浙江沿岸海域船舶溢油事故分析

①2004 年 1 月 17 日，装载着 1409 吨 0＃柴油的乐清市“振乐油 11”轮在宁波镇海 14-2 泊位调头离泊时与芜湖市“新晨光 2”轮发生碰撞，造成船体破损，船上约 8.9 吨柴油入海，造成约 5 平方公里的海域油污染，持续时间 84 小时，造成直接经济损失约 37 万元；所造成的油污染同时严重威胁该海域海洋生态环境及生物资源。

②2005 年 2 月 25 日，“辽宁 1 号”船在浙江省舟山五奎山锚地与锚泊的“运鸿 7 号”船碰撞，货舱破损，溢油约 0.5 吨。

③2005 年 3 月 28 日，上海市“沪油 1 号”油轮与浙江省“新安达 18 号”货船在浙江省温州附近海域发生碰撞，油轮油舱破损，溢油 5 吨。

④2006 年 4 月 22 日下午 16 时左右，“HYUNDAI（现代）轮”装载重油在舟山市马峙岛永跃万邦船厂发生油品泄漏事故，初步估算受重油污染的海域面积在 500km^2 以上。

7.2.1.3 本工程施工船舶溢油事故分析

本工程疏浚过程需要使用 4 艘 3500m^3/h 的绞吸式挖泥船，位于正在施工的瓯飞一期围垦区外侧海域，且施工所用船舶并非油轮，仅带自身燃油，载油量小，一般的管理操作失误不会引起较大的溢油事故。另外施工船舶运行时速较低，施工海域与施工期已及时上报有关航运指挥部门，不易与其他船舶发生碰撞事故，因此发生溢油事故的可能性很小。

7.2.2台风、风暴潮事故分析

7.2.2.1 台风、风暴潮风险案例

台风、热带风暴和强热带风暴（以下均简称台风）是浙江省沿海地区的主要自然灾害，具有狂风、暴雨和高潮位三大破坏力，三者叠加破坏力更大，对工农生产和人民生命财产造成巨大损失，而且台风、风暴潮期间也常常伴有洪涝灾害的发生。1949～2015 年期间，在浙江省登陆的台风统计见表 7.2-1。

表 7.2-1　浙江省登陆台风统计表（1949～2015 年）

年份	台风编号	类型	最大风速	登陆地点
1949	49 年 6#	强台风	50	普陀、平湖
1951	51 年 22#	强台风	35	玉环、平湖
1952	52 年 7#	强台风	30	黄岩、温岭
1953	53 年 10#	强台风	90	乐清
▲1956	56 年 12#	强台风	90	象山
1959	5901	强台风	45	苍南、福鼎
1961	6104	强台风	50	乐清
	6126	强台风	60	三门
1972	7207	台风	30	平阳
	7209	强台风	60	苍南
▲1974	7410	强台风	30	温岭
	7413	强台风	35	三门
1975	7504	强台风	40	温岭
1978	7805	强台风	40	宁海、三门
1979	7910	强台风	65	舟山普陀
1981	8108	台风	20	乐清
	8114	强台风	45	经舟山北上
1984	8403	强台风	35	玉环
1985	8506	强台风	40	洞头、玉环
1986	8615	强台风	52	经舟山北上
1987	8707	强台风	35	瓯海
1988	8807	强台风	35	象山
▲1989	8909	台风	40	象山
	8923	强热带风暴	30	温岭
1990	9015	台风	45	椒江
1992	9219	台风	35	平阳
▲1994	9417	强台风	40	瑞安
1995	9507	强热带风暴	29	温岭
▲1997	9711	强台风	50	温岭
1998	9806	台风	35	舟山普陀
2000	0004	台风	38	玉环
	0008	台风	45	象山
2002	0216	台风	57	苍南
2003	0311	热带风暴	29	平阳
▲2004	0407	强热带风暴	28	乐清
	0414	台风	45	温岭
	0421	热带风暴	28	龙湾
2005	0509	台风	45	玉环
▲2006	0604	强台风	43	苍南
	0608	强台风	68	苍南
▲2007	0713	强台风	55	霞关
	0716	强台风	55	苍南、福鼎
▲2012	1211	强台风	30	象山
2014	1416	热带风暴	28	象山
▲2015	1509	强台风	45	舟山朱家尖

由表 7.2-1 可以看出，1949～2015 年期间，在浙江登陆的台风共 45 次。“▲”代表受灾严重的强台风，登陆点分别在象山、三门、瑞安、温岭、苍南。

本报告以近年来对该地区影响较大的 9417 号台风和 0609 号台风“桑美”为例，对台风可能造成的影响作简要评估。

（1）9417 号台风

9417 号台风于 1994 年 8 月 21 日在瑞安梅头登陆，中心风力 12 级以上，风速达 40m/s。温州市尤其是沿江沿海地区在狂风、暴雨、台风浪和风暴潮增水、台风洪水等夹击下，人民生命财产遭到了极为严重的损失。据不完全统计，温州地区在这次台风中倒塌房屋约 3.6 万间，农田受淹 14.1 万公顷，毁坏水利工程 3270 处，公路中断 46 条次，工矿企业停产 60921 次，直接经济损失 91.47 亿元，死亡 l067 人。台风经过时飞云江的最高潮位达到了 5.03m。

（2）0608 号台风“桑美”

风力：2006 年 8 月 10 日 17 时 25 分在超强台风“桑美”在浙江省苍南县马站镇登陆，登陆时中心气压 920 百帕，近中心最大风力 17 级(60m/s)，实测最大风力苍南县霞关镇 68m/s。这不仅打破了浙江省历史测得最大风速每秒 59.6m 的记录，在登陆我国大陆的台风实测极大风速中也属十分罕见。“桑美”的强度已经超过了 1956 年的 5612#台风，成为 50 年来直接登陆我国大陆的最强台风，比 2005 年“卡特里娜”飓风登陆美国时中心最大风力还强。受台风影响，10 日晚上到 11 日白天，东海大部海面、台湾海峡、福建北部及其沿海、浙江东部及其沿海、长江口区的风力将逐渐加大到 8 至 11 级，部分地区或海域的风力有 12 至 17 级。

潮位：超强台风“桑美”是 2006 年以来登陆我国大陆最强的台风，又正逢天文大潮期间。台风增水与天文大潮相遇，浙江沿海各测站有 120-300cm 的过程增水，沿海各测站高潮位普遍超过当地警戒潮位。

暴雨：受台风桑美影响，浙江省从 10 日下午 17 时开始降雨，温州、台州等地成为暴雨主要集中地区。从 17 时至晚上 20 时，短短 3 个小时时间里，苍南昌禅降雨量达 466mm，成为受灾地区降雨量最大的站点。根据浙江省防汛防旱指挥部统计的数据，截至 10 日 20 时， 累计雨量大于 100mm 的有 33 个站点，大于 200mm 的有 13 个站点，大于 300mm 的有 9 个站点，大于 350mm 的有 4 个站点。其中以苍南昌禅雨量最大，为 466mm。

受灾情况：截至 10 日 22 时，温州全市有 132 个乡镇 7300 间房屋倒塌，其

中受灾最严重的苍南县倒塌房屋 5212 间；农作物受灾农田面积 1.99×104hm^2，水产养殖损失面积 1400hm^2、水产品 1277t；513 家工矿企业停产，15 条公路中断，毁坏公路路基(面)64.9km，损坏输电线路 262.9km， 损坏通讯线路 197.8km；损坏堤防 414 处 61.1km；堤防决口 234 处 41.2km，损坏护岸 327 处，损坏水闸 35 座，冲毁塘坝 38 座，损坏灌溉设施 804 处。统计资料表明，浙江全省遭遇台风桑美影响的受灾人口达 1299 万人，死亡 193 人，失踪 11 人，直接经济损失 127.37 亿元。

7.2.2.2 本工程台风、风暴潮灾害事故分析

本工程疏浚施工期为 14 个月，工程所在海域历史上虽然未曾有正面登陆该区台风的记录，但在瑞安、苍南等地登陆的台风将会对工程所在区域带来重大的影响。如果台风持续时间长达十几个小时及以上，则可能造成水工建筑物的倒塌受损、船舶之间发生碰撞、堤岸受海流冲刷失稳等事故，风险性增大。

本疏浚工程受台风和风暴潮的侵袭风险主要表现在以下两个方面：①台风、风暴潮来袭时，风浪较大，若疏浚船舶继续作业，未及时驶离作业区域，可能引起疏浚船舶溢油事故；②由于台风期间波浪的掀沙作用，工程区域附近含沙量会大大提高，疏浚区一次台风过程骤淤量可能相当可观，由此会加大疏浚工程量。

7.3 环境风险分析

7.3.1施工船舶溢油事故风险分析[12]

本报告施工船舶溢油事故风险分析主要引用自交通运输部天津水运工程科学研究所 2019 年 2 月编制的《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程施工期悬浮物和溢油扩散数学模型研究报告》中的相关内容。

7.3.1.1 溢油事故影响分析

（1）溢油对鸟类的危害

海面上的溢油对鸟类的危害最大，尤其是潜水摄食的鸟类。这些鸟类以海洋浮游生物及鱼类为食，当接触到油膜后，它们的羽毛能浸吸油类，从而失去防水、保温能力。另一方面它们因不能觅食而用嘴整理自己的羽毛，摄取溢油，造成内脏的损伤，最终它们会因饥饿、寒冷、中毒而死亡。在溢油事故发生时，从保护自然生态的角度急救鸟类的工作是非常重要的。

（2）溢油对海洋浮游生物的影响

浮游生物是最容易受污染的海洋初级生物，一方面它们对油类的毒性特别敏感，即使在溢油浓度很低的情况下它们也会被污染；另一方面浮游生物与水体是连成一体的，海面浮油会被浮游生物大量吸收，并且，它们又不可能像海洋动物那样避开污染区。另外，海面油膜对阳光的遮蔽作用影响着浮游植物的光合作用，会使其腐败变质。变质的浮游植物以及细胞中进入碳氢化合物的藻类都会危及以浮游生物为食的海洋生物的生存。一旦浮游生物受到污染，其他较高级的海洋生物也会由于可捕食物的污染而受到威胁。如果在溢油海域喷洒溢油分散剂，并且该水域的交换能力差，那么，被分散的油对海洋生物的危害将更为严重。

（3）对底栖生物的影响

底栖生物随种类的不同而产生对石油类浓度适应的差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0～15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小。软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油类，如 0.01ppm 的石油类则可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油类污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制并进而死亡。软体动物栖息在海底，石油堵塞软体动物的出入水管或因石油类在微生物分解和氧化时消耗底层水中大量氧气，使软体动物窒息死亡。某些底栖甲壳类动物幼体（无节幼虫）当海水中石油浓度在 0.1～0.01ppm 时，对藤壶幼体和蟹幼体有明显的毒效。

（4）对鱼虾贝类的影响

海洋油污染对幼鱼和鱼卵的危害很大。海水中含石油浓度达 0.01mg/L 时，在这种污染海区中生活 24h 以上的鱼贝就会沾上油；海水中石油浓度为 0.1mg/L 时，所有孵出的幼鱼都有缺陷，并只能活 1～2 天；在被石油类严重污染的水域中孵化出来的幼鱼死亡率极高。不同生物种类对石油类的敏感性和耐污能力不同，同类生物中的不同生命阶段中，稚幼体阶段对石油类污染物最敏感。研究证明，石油类污染物对大部分鱼虾贝藻的致死浓度为 1～100mg/L，但对于一些敏感种类的幼体仅为 0.1～1mg/L。

（5）溢油对渔业的危害

成鱼有着非常敏感的器官，因此，它们一旦嗅到油味，会很快地游离溢油水域。而生活在近岸浅水域的幼鱼更容易受到溢油的污染。当毒性较大的油进入浅水湾时，不论是自然原因还是使用分散剂，都会对该水域的幼鱼造成多方面的危害。油对成鱼的长期影响主要是鱼的饵料。

（6）溢油对水产业的危害

养鱼场网箱里的鱼因不会逃离，受溢油污染后将不能食用。近岸养殖的扇贝、海带等也是如此。另外，用于养殖的网箱受油污染后很难清洁，只有更换才能彻底消除污染，这样的费用是十分昂贵的。

（7）溢油对浅水域及岸线的影响

浅水域通常是海洋生物活动最集中的场所，如贝类、幼鱼、珊瑚等活动在该区域，也包括海草层。溢油对该类水域的污染异常敏感，造成的危害在社会上反应强烈。如果在这类水域使用溢油分散剂，造成的危害会更大。因此，当溢油污染会波及到该类水域时，决策者的首选对策应是如何避免污染，而不是等待污染后再采取清除措施，更不适合使用分散剂。

溢油对岸线沙滩的污染威胁，直接影响到旅游业。靠海滨浴场、沙滩发展的旅游业是有季节性的，在溢油发生的初始阶段首先要考虑这一问题，以便及时地采取措施，把溢油对旅游业的影响控制到最低程度。

（8）溢油对码头、工业的危害

码头和游艇停泊区对溢油也是非常敏感的，通常情况下需要对港区水域进行清理，这势必会影响到船舶的进出港。要对被污染的游艇和船舶采取清洁措施，这种操作的费用也是较高的。如果岸线设有工厂取水口，那么溢油就会进入工厂设备系统，造成设备的毁坏，甚至造成一个工厂的关闭。盐业和海水淡化业等都会受到溢油污染的直接危害，造成经济损失。

溢油事故发生时，应立即采取应急措施保护这些资源。由于溢油对不同岸线的影响是不同的，因此它们对溢油的敏感性也不同。溢油事故发生时，要根据各类岸线对溢油的敏感程度排列优先保护次序，以供决策者确定应急对策。溢油对环境的危害程度还与环境自身的特征有关。溢油发生地点是否是敏感区，溢油发生的季节是否是鱼类产卵期、收获期，不同的海况等，都影响溢油的危害程度。相同规模的溢油事故，发生在开阔水域要比发生在封闭水域的危害程度低；发生在海洋生物生长期要比发生在其产卵繁殖期的危害低。

本工程施工期间存在施工船舶碰撞溢油的风险，由于工程区周边分布有农渔业区、岛屿、滩涂、海洋保护区等生态环境敏感区域，一旦发生船舶碰撞溢油可能会对周边海洋水质环境、生态环境等造成影响，甚至会发生油膜漂至周边生态环境敏感区域，对其产生不利影响。

7.3.1.2 溢油扩散数学模型

潮流数学模型和模型验证见本报告 6.1.1 相关内容。

本次溢油扩散预测采用丹麦水环境研究所开发的 MIKE21 溢油分析（SA）模块，该模块基于欧拉-拉格朗日理论体系，通过对油膜在水体中的扩展、传输（水流和风场作用）、紊动扩散、分散（夹带）、蒸发、乳化和溶解等各种过程的模拟，可提供油膜随时间变化的漂移位置、厚度等属性的变化。

本次计算是在水动力的基础上，基于欧拉-拉格朗日理论对各个时刻的油粒子属性的变化进行计算，在计算过程中可以考虑输移过程和风化过程。

1、输移过程

油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程, 这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

（1）扩展运动

采用修正的 Fay 理论基础上的重力-粘力公式计算油膜扩展。

$$\left[\frac{dA_{oil}}{dt}\right]=K_a\cdot A_{oil}^{\frac{1}{3}}\cdot\left[\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right]^{\frac{4}{3}} \tag{7.3-1}$$

式中： A_{oil} 为油膜面积，$A_{oil}=\pi R_{oil}^2$； R_{oil} 为油膜半径； K_α 为系数（率定为 0.6）；t 为时间； 油膜体积 V_{oil} 为：

$$V_{oil}=R_{oil}^2\cdot\pi\cdot h_s \tag{7.3-2}$$

h_s 为油膜初始厚度。

（2）漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风曳力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算：

$$U_{tot}=c_w(z)\cdot U_w+U_s \tag{7.3-3}$$

式中：U_w 为水面上的风速；U_s 为表面流速；c_w 为风应力系数。流场数据由二维水动力模型计算获得。

2、风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组分发生改变，但其水平位置没有发生变化。

（1）蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定在油膜内部扩散不受限制(气温高于 0 度以及油膜厚度低于 10 cm 时基本如此)，油膜完全混合，油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。

蒸发率可由下式表示：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot \frac{P_i^{SAT}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \qquad (7.3\text{-}4)$$

式中：N^e 为蒸发率；k_{ei} 为物质输移系数；P^{sat} 为蒸汽压；R 为气体常数；T 为温度；M 为分子量；ρ 为油组分的密度；X 为摩尔分数；i 代表各种油组分。k_{ei} 由下式估算：

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc^{\frac{-2}{3}} \cdot U_w^{0.78} \qquad (7.3\text{-}5)$$

式中：k 为蒸发系数（通过率定设为 0.029）；Sc_i 为组分 i 的蒸气 Schmidts 数。

（2）溶解

假定碳氢化合物的浓度相对溶解度可以忽略不计，则油在水中的溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = K_{si} \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{mol_i} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil} \qquad (7.3\text{-}6)$$

式中：V_{oil} 为油膜体积；C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度；X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数；M_i 为组分 i 的摩尔质量；K_{si} 为溶解传质系数（$Ks_i = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$）；

（3）乳化

乳化是一种液体以微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的作用。油向水体中的运动包括扩散、溶解和沉淀等。

从油膜扩散到水体中的油分损失量 D 为：

$$D = D_\alpha \cdot D_b \qquad (7.3\text{-}7)$$

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600} \qquad (7.3\text{-}8)$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}} \qquad (7.3\text{-}9)$$

式中：D_α 是进入到水体的分量；D_b 是进入到水体后没有返回的分量；U_w 为

风速；μ_{oil}为油粘度，h_s为油膜厚度，γ_{ow}为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_{\alpha} \cdot (1 - D_b) \tag{7.3-10}$$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2 \tag{7.3-11}$$

$$R_1 = K_1 \frac{(1+U_w)^2}{\mu_{oil}} (y_w^{\max} - y_w) \tag{7.3-12}$$

$$R_2 = K_2 \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w \tag{7.3-13}$$

式中：y_w为实际含水率；R_1和R_2分别为水的吸收速率和释出速率；As 为油中沥青含量；Wax 为油中石蜡含量；K_1，K_2分别为吸收系数和释放系数。

7.3.1.3 船舶溢油源强

船舶碰撞产生的溢油风险与受碰撞船舶的吨位、燃油储存量有关。本工程施工期绞吸式挖泥船（3500m^3/h）使用普通 0#柴油，油仓单仓容量大约 100t，其船舶碰撞后溢油发生量按单船单仓最大容量泄漏计。鉴于此，溢油源强取 100t，考虑在在 0.5 小时内泄漏入海。

按溢油事故类型规定：一次溢油量在 10t 以下为小规模污染事故；溢油量在 10～50t 为中等规模污染事故；溢油量在 50t 以上为大规模污染事故。本次模拟为大规模污染事故。

7.3.1.4 溢油点位置

由于空间和时间不同、潮流状况不同、风速风向也不相同，所以在不同地点、不同时刻发生溢油后追踪到的油膜运移轨迹也就不尽相同。本次预测选取一个代表点，即位于疏浚锚泊区中心位置，见图 7.3-1。

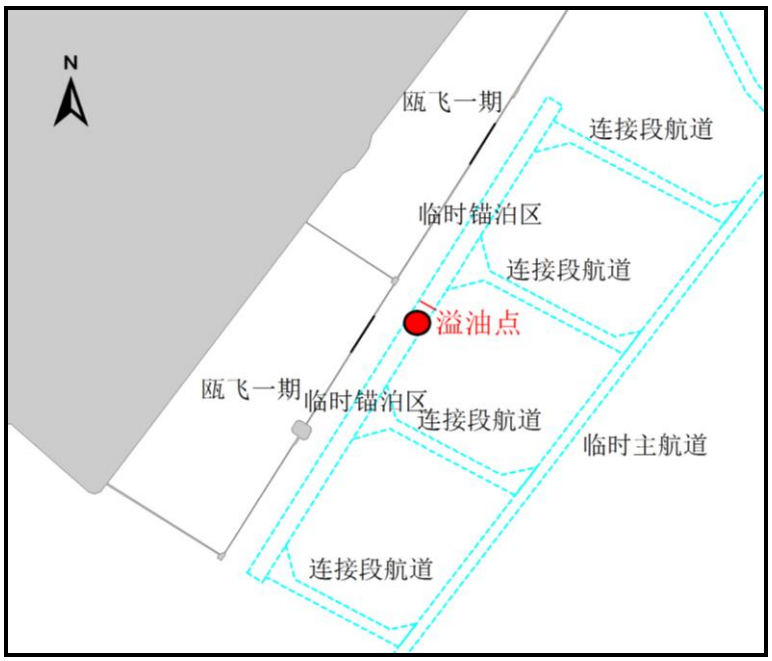


图 7.3-1　溢油点位置示意图

7.3.1.5　溢油事故预测时间的选择

由于空间和时间不同、潮流状况不同、风速风向也不相同，所以在不同地点、不同时刻发生溢油后追踪到的油膜运移轨迹也就不尽相同。当溢油事故发生时，油膜运移方向主要为涨潮方向和落潮方向，而在不同时刻释放的追踪点运移轨迹将会有很大不同，一般在低平潮时刻发生溢油，则涨潮方向上影响距离最远；而在高平潮时刻发生溢油，则落潮方向上影响距离最远。本报告选择大潮期高平潮和低平潮 2 个时刻进行溢油释放。

7.3.1.6　预测条件组合

根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，溢油计算工况通常考虑冬季主导风、夏季主导风以及不利风向。本区域冬季主导风向为 NW 向，平均风速 5.0m/s，夏季主导风向为 ESE 向，平均风速 4.4m/s，同时考虑不利风向 NW、ESE 和 SW 风向，风速取允许施工的风速条件上限 6 级风速（10.8m/s）。

综合考虑潮流、风向等因素，对泄漏点位按照天气类型和潮流类型进行组合，可预测的组合条件为：高、低平潮时刻×（静风＋冬季主导风＋夏季主导风+不利风 NW、ESE、SW）=12 组，潮型为大潮。总的方案组合条件情况见表 7.3-1。

表 7.3-1　事故溢油预测条件组合类型统计表

潮型	高、低平时刻	风场	
		风向	风速（m/s）
大潮	高平时刻	静风	0.0
		冬季主导风向（NW）	5.0
		夏季主导风向（ESE）	4.4
		不利风向（NW）	10.8
		不利风向（ESE）	10.8
		不利风向（SW）	10.8
	低平时刻	静风	0.0
		冬季主导风向（NW）	5.0
		夏季主导风向（ESE）	4.4
		不利风向（NW）	10.8
		不利风向（ESE）	10.8
		不利风向（SW）	10.8

7.3.1.7　预测结果与分析

图 7.3-2~7.3-13 分别给出了不同工况下溢油扩散 72 小时内的扫海范围包络图，表 7.3-2 给出了不同工况下溢油扩散 72 小时内扫海面积和漂移距离统计结果。

表 7.3-2　各工况下溢油预测结果统计表

溢油时刻	风向	时间 / 项目	3h	6h	12h	24h	48h	72h
低平时刻	静风	扫海面积（km^2）	0.58	0.98	5.52	10.73	23.25	62.25
		漂移距离（km）	2.2	3.4	2.3	4.5	10.1	15.1
	冬季主导风	扫海面积（km^2）	1.01	3.09	19.99	36.48	64.43	92.18
		漂移距离（km）	2.7	4.9	7.8	14.7	21.4	26.8
	夏季主导风	扫海面积（km^2）	0.63	0.72	6.70	9.98	13.42	18.22
		漂移距离（km）	2.8	3.5	3.3	4.1	5.1	8.8
	不利风（NW）	扫海面积（km^2）	1.04	4.07	15.63	31.83	61.89	84.55
		漂移距离（km）	2.7	5.5	12.7	24.2	38.7	57.1
	不利风（ESE）	扫海面积（km^2）	0.57	0.70	9.86	18.08	24.78	28.08
		漂移距离（km）	2.6	3.8	5.9	7.5	8.4	8.4
	不利风（SW）	扫海面积（km^2）	0.73	0.82	3.72	7.64	13.09	27.40
		漂移距离（km）	0.4	0.4	5.2	6.9	7.8	14.1
高平时刻	静风	扫海面积（km^2）	2.06	4.77	8.55	17.37	44.64	83.21
		漂移距离（km）	2.0	4.8	5.1	35.4	11.1	18.8
	冬季主导风	扫海面积（km^2）	2.56	6.82	12.51	26.74	46.62	68.19
		漂移距离（km）	3.2	8.7	8.9	15.7	23.6	30.7
	夏季主导风	扫海面积（km^2）	2.04	5.94	9.72	11.46	23.10	46.29
		漂移距离（km）	2.5	5.0	5.4	6.5	10.5	10.5
	不利风（NW）	扫海面积（km^2）	2.59	5.69	9.44	18.65	34.90	49.94
		漂移距离（km）	4.8	12.1	12.5	24.2	42.0	58.8
	不利风（ESE）	扫海面积（km^2）	0.93	5.37	9.83	18.90	31.88	35.51
		漂移距离（km）	2.9	6.3	6.9	9.1	11.3	11.3
	不利风（SW）	扫海面积（km^2）	1.28	4.88	11.01	23.28	46.67	58.22
		漂移距离（km）	1.1	7.0	7.1	12.8	23.4	36.8

根据计算结果，得到以下主要结论：

（1）瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道工程局部水域基本为 SE～NW 向的往复流，水流流速介于 0.10~0.70m/s 之间。受瓯飞一期围垦工程东堤岸线影响，施工船舶在溢油点位碰撞溢油后，油膜主要沿落潮流方向扩散。不同工况条件下扩散距离存在明显差异，但基本局限在工程周边海域（西北至瓯飞一期工程东堤堤根附近，东南可运移至 60km 以外海域）。

（2）溢油事故发生后其扫海路径与溢油发生地点、发生时间、风向情况密切相关，不同情况下差别较大。

溢油时间影响：溢油漂移轨迹受溢油时刻影响较大，在潮周期的不同阶段发生溢油事故时，溢油油膜漂移轨迹可能完全不同。工程海区涨潮时受瓯飞围堤影响，北向飘移距离有限，海区溢油飘移主要为东南落潮流方向，因此高低平潮时刻溢油后油膜路径略有不同。高平潮时刻发生溢油油膜扩散距离略大于低平潮时刻，低平潮时刻溢油最大飘移距离约 57.1km，高平潮时刻溢油最大飘移距离约 58.8km。

不同风速风向的影响：风速风向对溢油油膜漂移轨迹的影响较为明显。静风条件下，油膜漂移路径主要受控制于潮流动力，油膜集中在溢油点附近 18km 内水域。在冬季主导和不利 NW 向风的作用下，油膜会发生明显移动现象。冬季主导向风作用下，油膜外海飘移距离约 30.7km；不利 NW 向风作用下，油膜外海飘移距离约 58.8km。夏季主导风向和不利 ESE 向风的作用下，油膜扩散飘移距离则略有减小。不利 SW 风向作用下，油膜东北向扩散至大小门岛附近水域。

（4）施工期船舶碰撞溢油扩散 72 小时内扫海范围最大可达 92.2km^2，最小为 18.2km^2。

（5）工程海域发生溢油事故时，油膜扩散速度较快，运移距离也相对较远。当遭遇不利风向和较大风速更助推了油膜的扩散速度，因此，一旦溢油事故发生，应及时采取必要措施，可大大提高治理效果，减少难度。

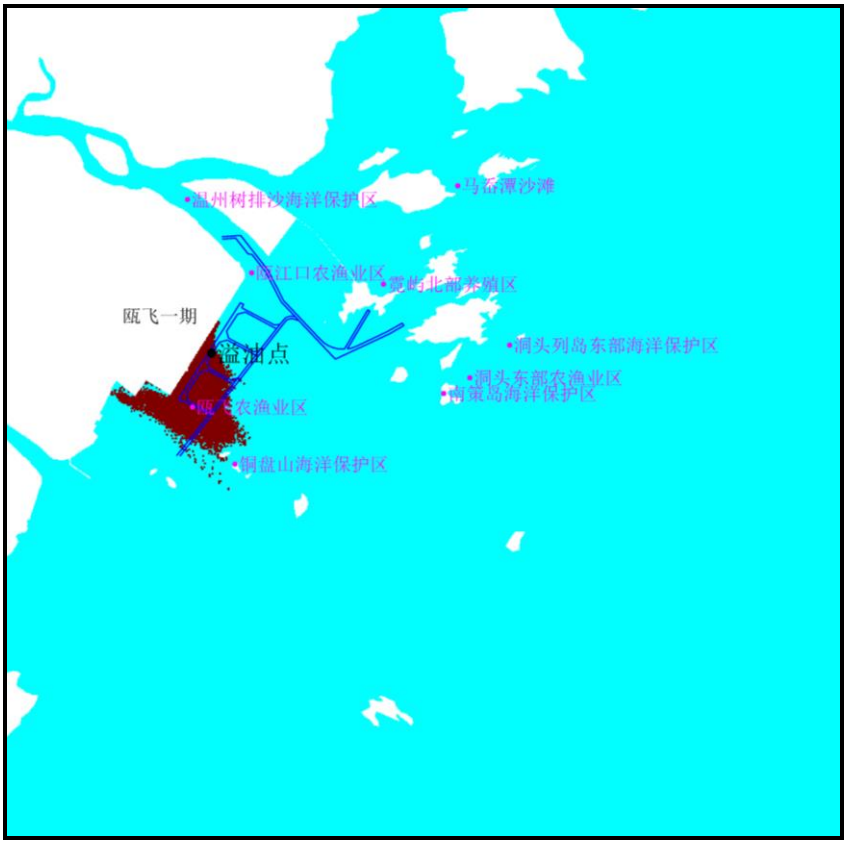


图 7.3-2　低平潮静风条件下 72 小时扫海范围图

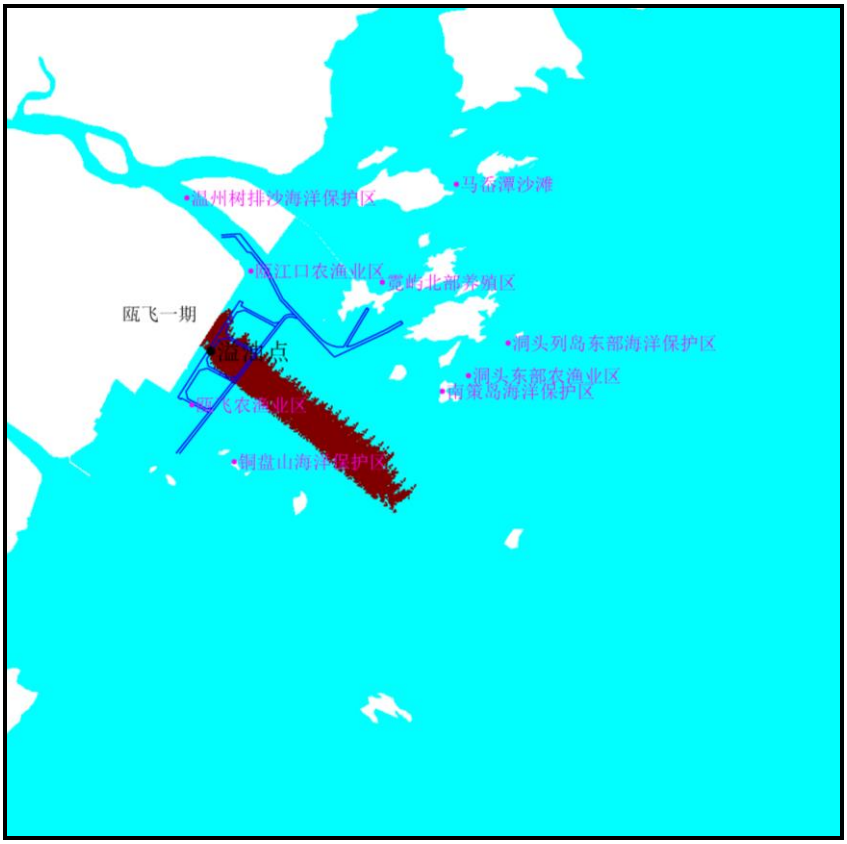


图 7.3-3　低平潮冬季主导风向（NW）条件下 72 小时扫海范围图

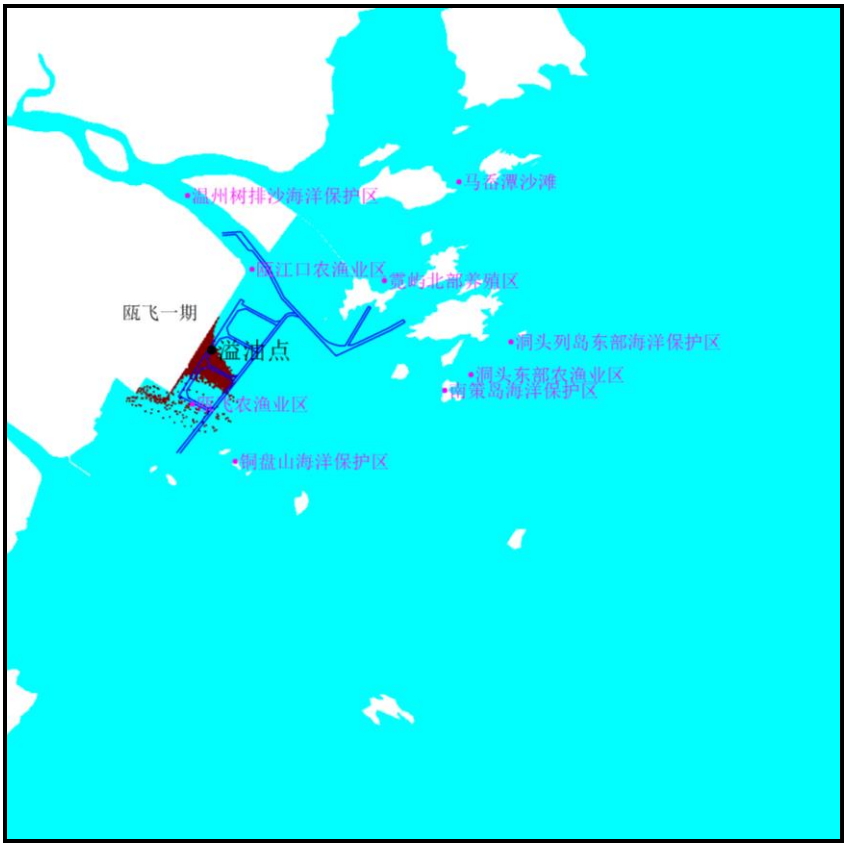


图 7.3-4　低平潮夏季主导风向（ESE）条件下 72 小时扫海范围图

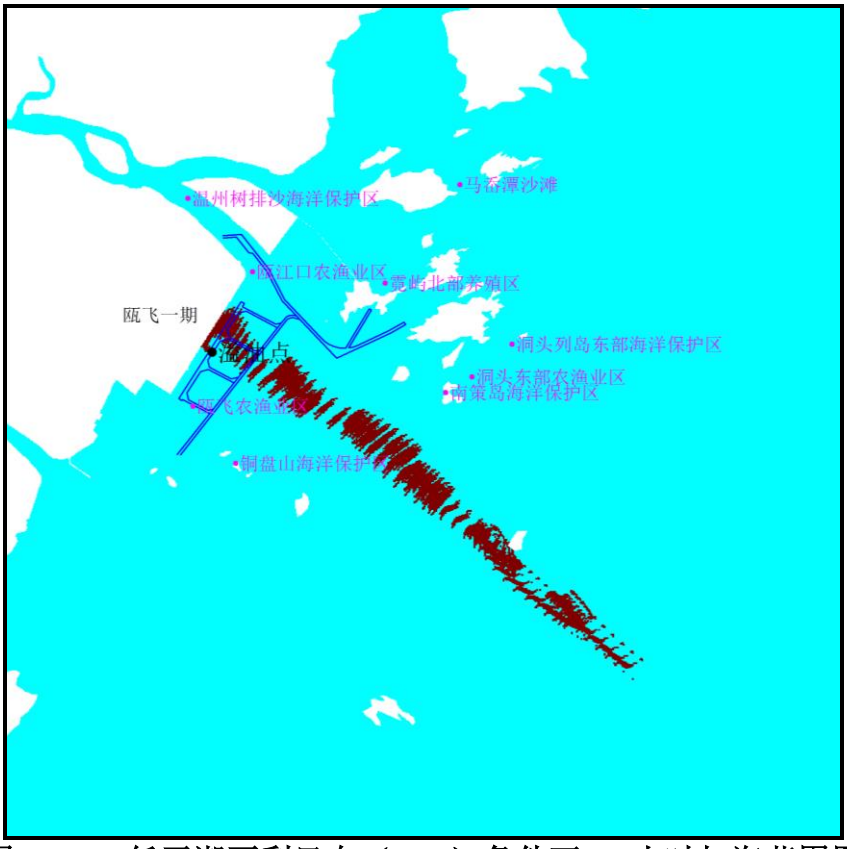


图 7.3-5　低平潮不利风向（NW）条件下 72 小时扫海范围图

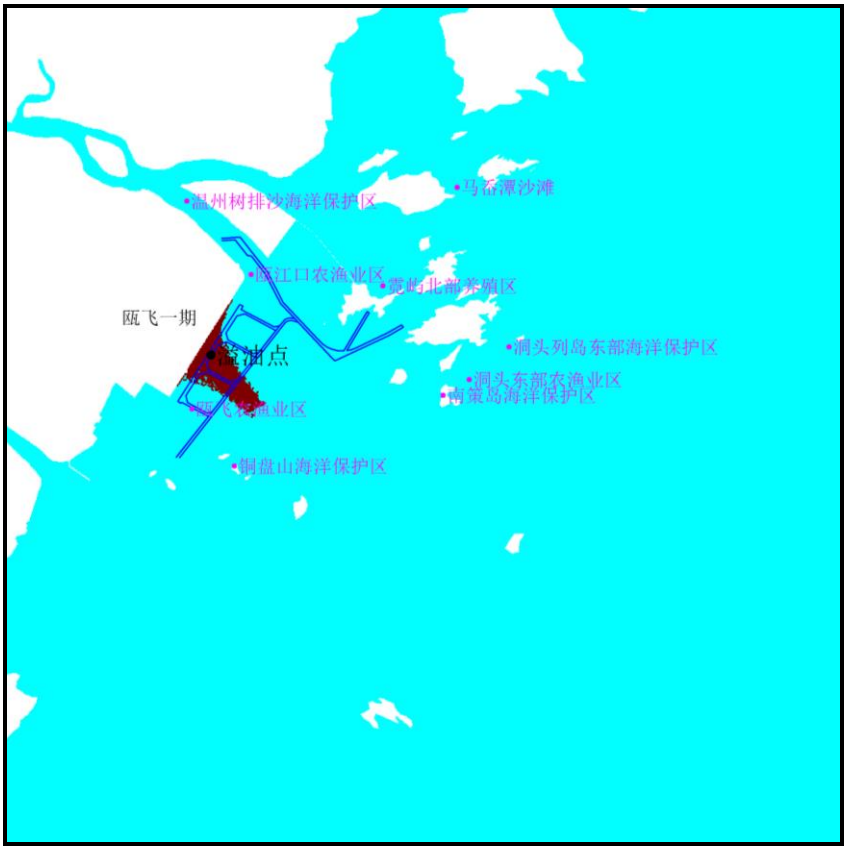


图 7.3-6　低平潮不利风向（ESE）条件下 72 小时扫海范围图

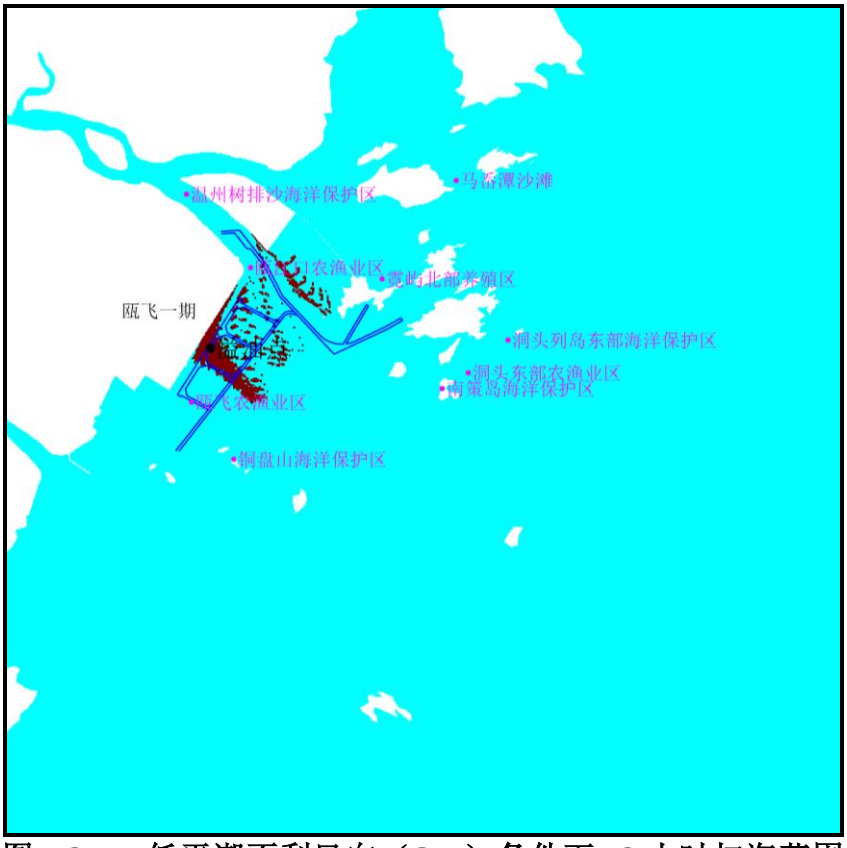


图 7.3-7　低平潮不利风向（SW）条件下 72 小时扫海范围

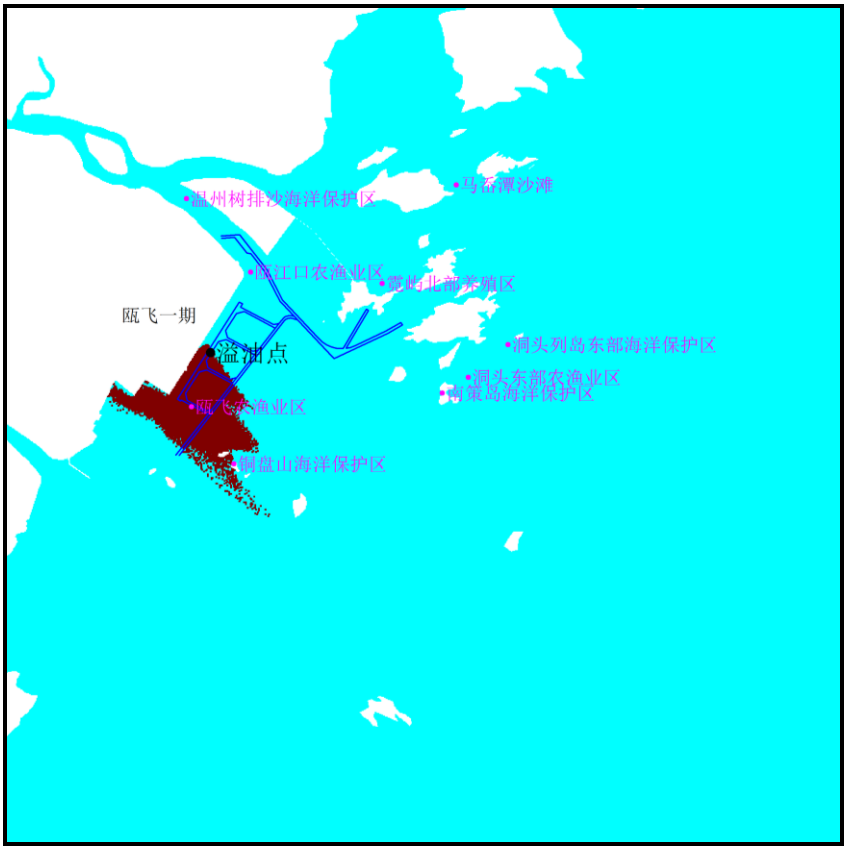


图 7.3-8　高平潮静风条件下 72 小时扫海范围图

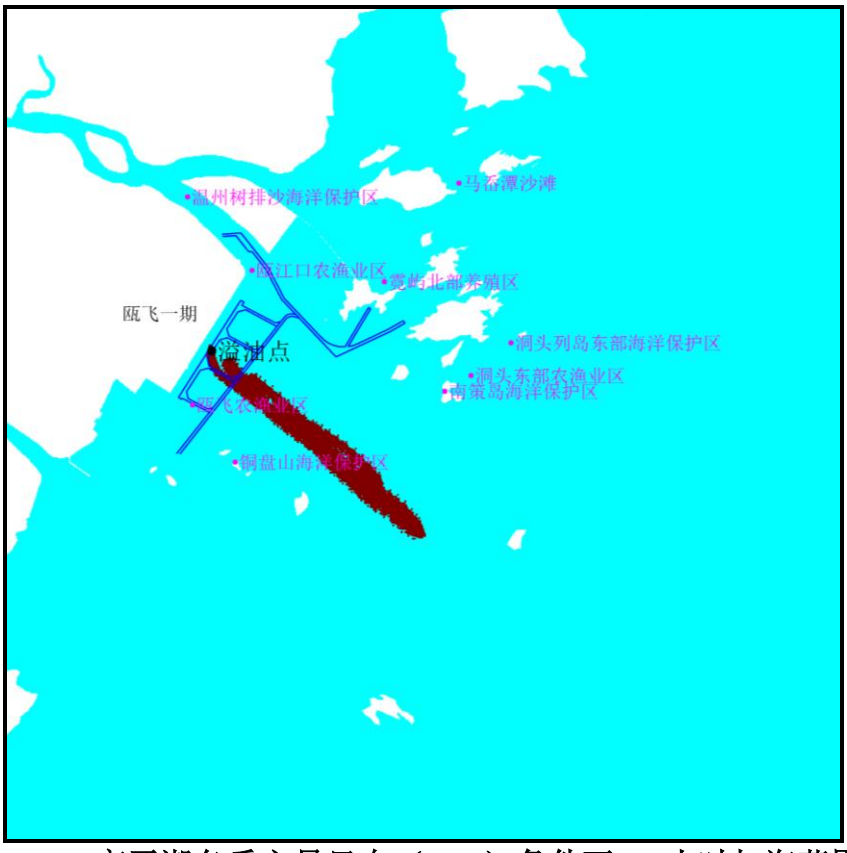


图 7.3-9　高平潮冬季主导风向（NW）条件下 72 小时扫海范围图

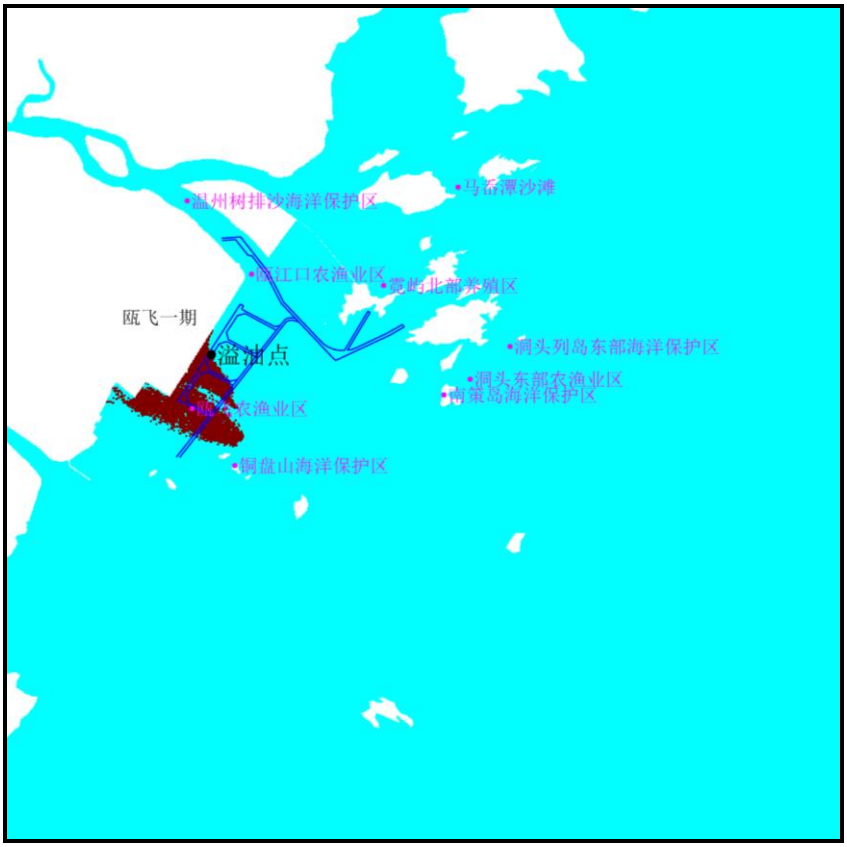


图 7.3-10　高平潮夏季主导风向（ESE）条件下 72 小时扫海范围图

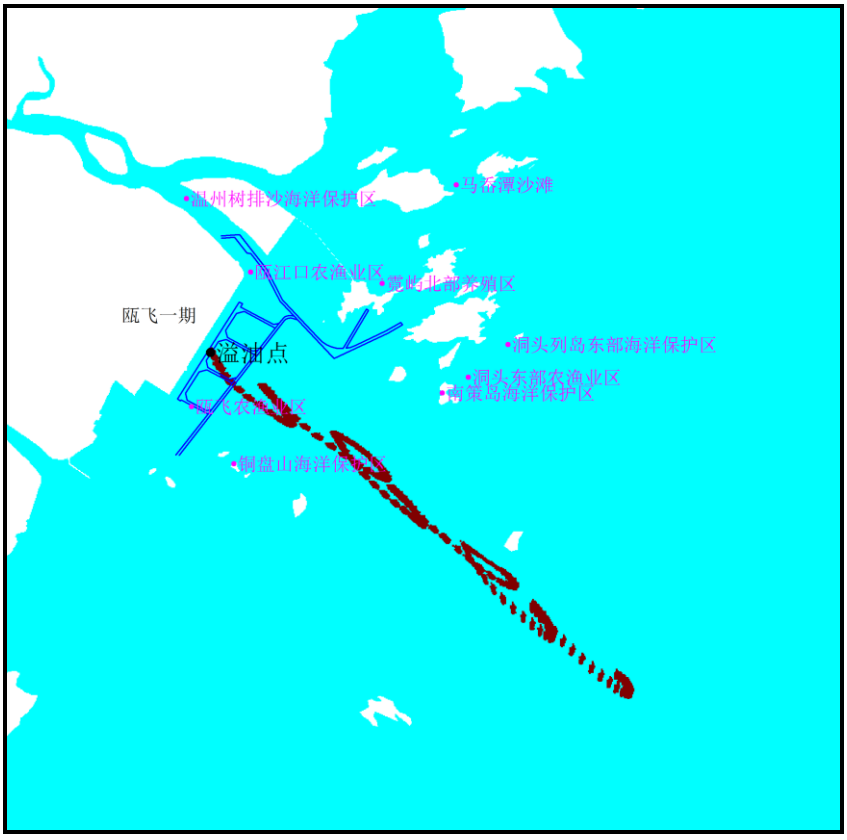


图 7.3-11　高平潮不利风向（NW）条件下 72 小时扫海范围图

图 7.3-12　高平潮不利风向（ESE）条件下 72 小时扫海范围图

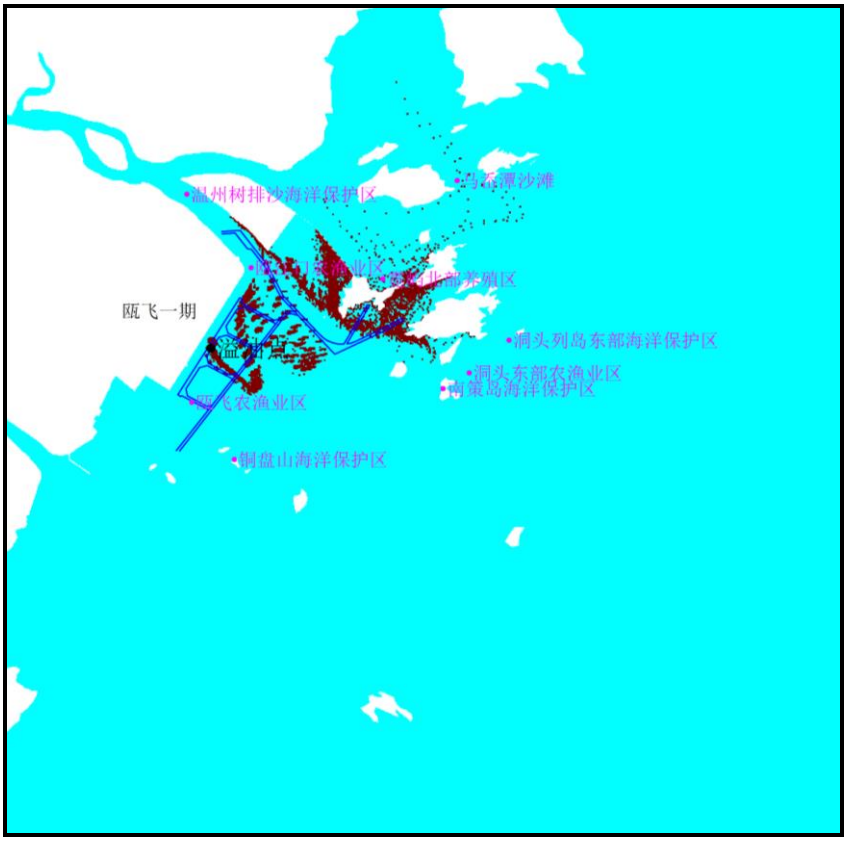


图 7.3-13　高平潮不利风向（SW）条件下 72 小时扫海范围

（6）事故溢油对附近主要敏感区的影响分析

本工程所在地近岸海域的潮汐类型为非正规浅海半日潮，潮流为往复流，流向受海区地形影响明显。根据工程区域的流速和流向，在涨、落潮期间万一发生燃料油泄漏，油品将很快在海域内漂移并扩散开来，将会对瓯江口水环境构成污染。而万一发生溢油事故，对滩涂养殖构成的影响将是灾难性的，不但使潮间带生物全部损失贻尽，溢油渗入泥滩后也难以清除。据资料报导，发生在潮间带的溢油少则几年，多则数拾年都无法彻底清除干净。同时瓯江港口资源丰富，沿岸码头较多，发生溢油后，油膜飘至码头作业区，对码头正常作业也会带来一定的负面影响。本工程附近海域各溢油环境敏感区情况统计见表 7.3-3，具体位置如图 7.3-14 所示。

表 7.3-3　工程区周边溢油环境敏感区情况一览表

序号	环境敏感区名称
1	温州树排沙海洋保护区
2	瓯江口农渔业区
3	瓯飞农渔业区
4	铜盘岛海洋保护区
5	南策岛海洋保护区
6	洞头东部农渔业区
7	洞头列岛东部海洋保护区
8	霓屿北部养殖区
9	马岙潭沙滩
10	南北爿山海洋保护区
11	坎门农渔业区
12	乐清湾农渔业区
13	西门岛海洋保护区

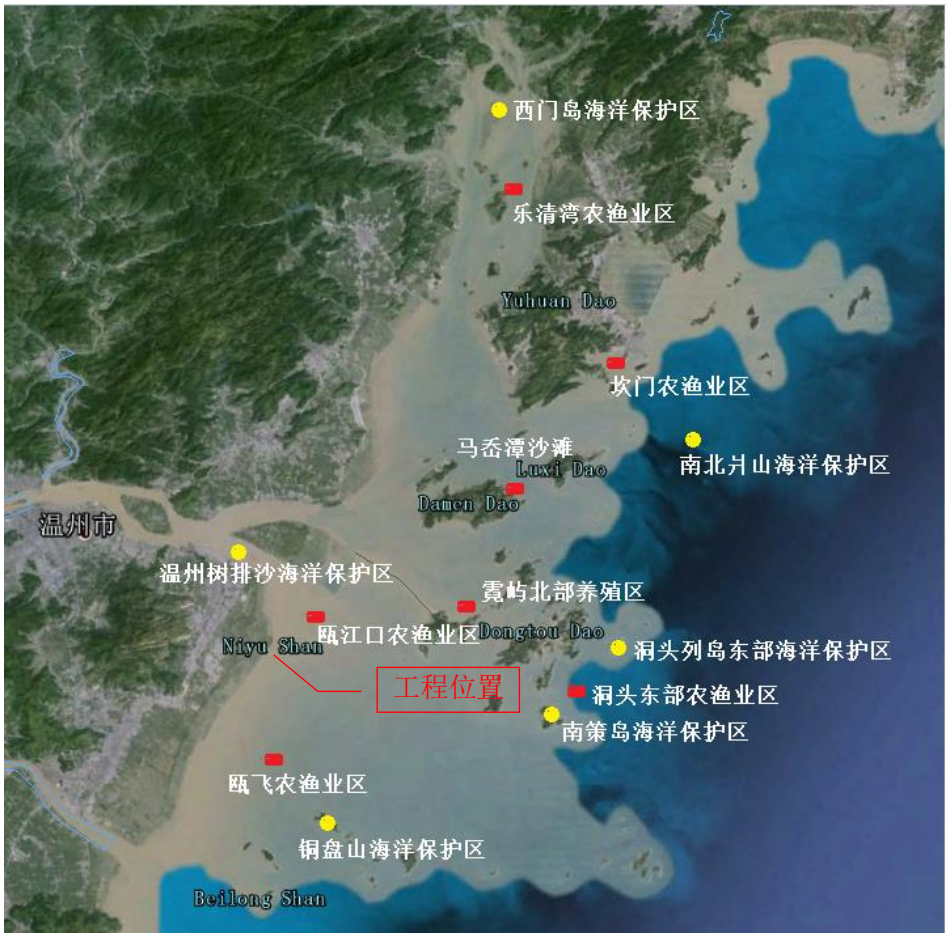


图 7.3-14　工程区周边溢油环境敏感区分布示意图

根据以上油膜中心漂移轨迹的计算结果，结合各环境敏感区的具体位置，进一步统计了油膜在以上各个方案的情况下漂移至各环境敏感区的时间，如表 7.3-4 所示。

根据上表所得统计结果，可以得到以下结论：

①溢油事故的发生不会对温州树排沙海洋保护区、南侧岛海洋保护区、洞头东部农渔业区、洞头列岛东部海洋保护区、南北片山海洋保护区、坎门农渔业区、乐清湾农渔业区和西门岛海洋保护区有影响。

②施工期船舶碰撞溢油在静风、夏季主导风向和 ESE 不利风向作用下，会对瓯飞农渔业区有些许影响。

③低平潮静风和高平潮 ESE 不利风向条件下，溢油扩散范围接近铜盘山海洋保护区。高平潮静风条件下，油膜可在 68 小时内到达铜盘山海洋保护区。

④施工期船舶在 SW 不利风向作用下，会对瓯江口农渔业区、霓屿北部养殖区、马岙谭沙滩有些许影响。

因此，当溢油事故发生后，需要迅速采取应急响应措施，并结合事故溢油可能到达环境敏感区的最短时间，采取拦截油膜、清理、回收溢油等措施。

表 7.3-4　溢油后油膜抵达各敏感区的时间表（单位：小时）

序号	环境敏感区名称	工况											
		静风		冬季主导向风		夏季主导向风		不利风（NW）		不利风（ESE）		不利风（SW）	
		高平	低平	高平	低平	高平	高平	低平	低平	高平	低平	高平	低平
1	温州树排沙海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	瓯江口农渔业区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	56
3	瓯飞农渔业区	28	45	-	-	39	29	-	-	29	-	-	-
4	铜盘岛海洋保护区	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	南策岛海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	洞头东部农渔业区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	洞头列岛东部海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	霓屿北部养殖区	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	58	--
9	马岙潭沙滩	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	70	--
10	南北爿山海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	坎门农渔业区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	乐清湾农渔业区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	西门岛海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注：“–”代表油膜未漂移至该敏感区。

7.3.2台风、风暴潮灾害风险分析

本工程疏浚施工期为 14 个月，工程所在海域历史上虽然未曾有正面登陆该区台风的记录，但在瑞安、苍南等地登陆的台风将会对工程所在区域带来重大的影响。如果台风持续时间长达十几个小时及以上，则可能造成水工建筑物的倒塌受损、船舶之间发生碰撞、堤岸受海流冲刷失稳等事故，风险性增大。

本疏浚工程受台风和风暴潮的侵袭风险主要表现在以下两个方面：①台风、风暴潮来袭时，风浪较大，若疏浚船舶继续作业，未及时驶离作业区域，可能引起疏浚船舶溢油事故；②由于台风期间波浪的掀沙作用，工程区域附近含沙量会大大提高，疏浚区一次台风过程骤淤量可能相当可观，由此会加大疏浚工程量。

台风引起疏浚船舶溢油风险的具体分析见本报告 7.3.1 节内容；根据本报告 6.1.3.2 和 6.1.3.3 节台风骤淤分析，临时锚泊区 10 年一遇 SE 向波浪作用下回淤强度介于 0.47～1.03m。

7.4 环境风险防范措施

7.4.1施工船舶溢油事故风险防范措施

通过类比调查分析表明，尽管施工期船舶发生碰撞溢油事故的概率很小，但一旦发生此类事故，则会造成较为严重的环境污染，危及人身安全，因此建立快速科学有效的应急反应体系是非常必要的。船舶风险事故应急防治的关键在于应急计划的实施，事故发生后，能否迅速而有效地做出应急反应，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。因此须高度重视对该类突发性事故的防范及应急处理，实行“预防为主、平灾结合、常备不懈”的方针，以最大程度地减轻事故的危害与损失，具体的防范、应急措施如下：

（1）进行海上施工，必须报经主管机关审核同意。

（2）根据《中华人民共和国海上航行警告和航行通告管理规定》的规定，施工前应及时发布航行安全警告和航行通告。通告的内容应及时、准确、详细。施工作业前，及时向主管机关报送施工方案和应急预案。

（3）施工方和建设方应与相应海事部门建立有效联系，请求对施工水域的有效监管，施工交通、运输船舶均应严格遵守《中华人民共和国海上交通安全法》及海事主管机关制定的交通管理措施。

（4）施工期间为了保证来往船舶的顺利安全通航和不造成交通阻塞，应设立临时的船舶交管指挥部，使用 VHF 等通信设备与来往的船舶进行交流和协商，确保施工的顺利进行和航道通航的顺畅。

（5）根据《中华人民共和国航道管理条例》、《浙江省建设项目占用水域管理办法》及有关规定，施工现场配备相应的号灯、号旗及警告标志，并准确显示，设置专人了望，必要时用高音喇叭提醒往来船只，以保证航经该水域船舶的安全。

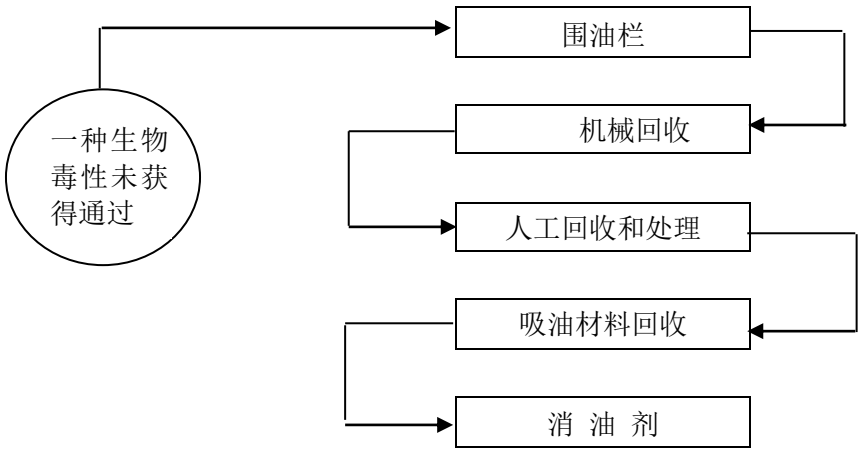
（6）作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管路系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

（7）船舶锚泊应遵守有关停泊规定，在规定的锚地锚泊。抛锚时应与其他锚泊船保持足够的安全距离。禁止在航道和禁锚区锚泊，需紧急抛锚时应及时向主管部门报告，并及时通知附近航行的船舶，保证安全。

（8）制定切实可行的防台措施，当预报风力大于船舶或设施的抗风等级时，应及时组织船舶到规定水域避风，对施工设备应加强防护。

（9）一旦发生溢油事故，则需要根据溢油量多少采取相应的措施。建议建设单位与专业溢油应急公司签订协议，若发生的是小规模污染事故，则马上报请协议单位进行处理。若发生的是大规模污染事故，则通过区域联动，发挥整体合力，提升抗风险能力。

（10）本工程的建设单位应纳入温州地区整体的应急防范体系，一旦施工船舶发生碰撞溢油事故，建设单位应及时上报该地区的突发性溢油事故应急机构，马上组织清污船在失事船舶周围围上围油栏，防止油污散溢，并对污染情况进行监控，控制事故的影响范围和程度，减轻事故造成的损失和危害。施工船舶碰撞溢油事故应急一般程序如下：



7.4.2台风、风暴潮灾害风险防范措施

（1）重视突发灾难性天气对水文条件的影响，加强监控的同时，建立防范、应急机制。及时掌握区域气象信息，遇到大风暴雨等恶劣天气时应采取相应的安全措施，甚至暂停施工，及时撤离施工船舶和主要施工设备，施工船舶撤离至规定的锚地锚泊，保证安全，减少溢油发生机会。

（2）对于台风产生的骤淤影响要加强开挖区监测，确定工程增加量，根据骤淤量调整施工作业安排，尽可能在工期内完成疏浚作业，浚深至设计水深。

7.5 环境风险应急预案

7.5.1 施工船舶溢油事故风险应急预案

本工程存在一定的溢油风险。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，能否迅速而有效地做出溢油应急反应，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。中华人民共和国海事局已于 2000 年 4 月公布了我国各大海区溢油应急计划。工程附近水域的船舶溢油事故应急反应应纳入到温州市政府溢油应急计划和应急反应体系之中，这个体系应包括以下几个方面：

7.5.1.1 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，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，在事故发生后立即做出反应。这个体系应包括以下几个方面：

（1）建立健全组织指挥机构，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（包括与温州海事的协作，使应急计划真正达到切实可行的目的）；

（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。

7.5.1.2 事故应急预案

一旦发生船舶碰撞，燃料油外泄或火灾等事故，建设单位应立即启动其应急方案。

（1）事故报告

当任何人发现船损、溢油、火灾等意外事故时，应立即采取有效措施通知主管部门及消防队，报告事故发生的时间、地点、性质及程度等。

建设单位指定的现场指挥者应立即赶赴现场，同时组织紧急处置，迅速拟定出消除溢油的方案，提出所需的人力和设备。

（2）现场处理

①所有现场处理人员均应在应急行动之前，了解所发生的意外事故危险特性，急救方法等，在专家的指导下进行现场处理；

②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；

③对事故现场水域进行应急监控、及时疏散附近船舶及现场无关人员；

④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；

⑤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；

⑥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；

⑦事故船舶应迅速按“应急部署表”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；

⑧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；

⑨一旦发生燃料油泄漏，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，用吸油毡等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；

⑩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；

⑾与海事部门合作，对溢油进行跟踪监测，以掌握环境受到污染的情况，获取认证资料，供领导决策及事故处理。

（3）事后处理

①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；

②协助相关部门调查事故原因；

③事故处理结束后，应对事故进行总结，编写事故报告。

（4）区域联动要求及防污应急反应设备的配备

温州辖区内现有三家船务公司，分别为乐清市海净船舶服务有限公司、温州海洋环保设备厂和温州市诚杰船舶服务有限公司，主要业务是回收污油、布放围油栏、溢油应急以及销售海洋环保设备。目前，温州辖区内基本上没有油污水处理设施和油污水接收船，辖区现有的溢油应急设备情况如表 7.5-1 所示。

表 7.5-1　温州辖区溢油应急设备情况表

设备名称	围油栏	吸油材料	消油剂	撇油器	收油机	船舶总吨（吨）
规格型号	m	kg	kg	套	套	围油栏布放船
数量	9000	3740	1060	1	1	34

根据目前温州辖区内溢油应急设备的配置情况，对当前辖区内的应急能力进行评估：①辖区内仍缺乏小型专业围油栏布放船、污油回收船、撇油器、转驳泵、岸线清理设备以及监视监测设备，也没有集中存放清污设备、物资的应急设备库；②设备和队伍专业化程度不高，设备、物资配备分散，应急反应速度慢，整体应急力量薄弱。达不到快速、高效地应对小规模溢油事故。

目前，温州市政府批示开展“温州市防治船舶污染海洋环境应急能力建设规划”，温州市港口辖区按照《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急处置管理规定》的要求拟建温州二级船舶污染物清除资质单位。

本报告建议建设单位在建设前应向当地海事部门了解目前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，共享他们的溢油事故应急设施，并确保建设单位和达成协议单位的沟通保持畅通，这样既可以节省成本，也可以让资源充分利用。同时建设单位应与当地海事局共同协作，一旦发生事故，第一时间内向其请求援助。

7.5.2台风、风暴潮灾害风险应急预案

为了切实做好防御台风和风暴潮的各项工作，及时处置因台风和风暴潮带来的各种灾害，最大限度地减少人员伤亡和财产损失，维护社会稳定，保障经济社会持续健康发展，依据《国家防汛抗旱应急预案》、《浙江省防汛防旱应急预案》等相关规定，并结合本工程的具体情况，制定本工程台风和风暴潮应急预案如表7.5-2 所示。

表 7.5-2　台风和风暴潮应急预案主要内容一览表

序号	项目	预案内容及要求
1	应急计划区	疏浚区域。
2	应急组织机构、人员	成立各级防汛抗台应急组织机构，与其他防汛抗台指挥部密切联系，组建事故应急队伍。
3	应急救援保障	①抢险队伍保障：任何单位和个人都有参加防台抗灾的义务。政府应当组织群众参加抗台救灾工作，组织人员成立抢险分队，组织人员参加抗台救灾工作。 ②物资保障：储备必要的防台抢险物资，以备重大灾情发生时的应急使用。 ③资金保障：各级财政、发展改革、民政、水利、银行等有关部门和单位负责筹措、落实抢险救灾资金，争取上级部门的支持，做好救灾资金、捐赠款物的分配、下拨；指导、督促灾区做好救灾款的使用、发放，相关金融机构落实好救灾、恢复生产所需的信贷资金。 ④通信与信息保障：公布抢险救灾值班电话，接收险情警报与救援求助。 ⑤医疗卫生保障：卫生部门负责灾区卫生防疫和医疗救护，预防疾病流行，做好人畜疾病的免疫和公共场所消毒工作。
4	预防和预警机制	一旦发生事故在上报的同时，告知可能受影响区域的乡镇政府和村委会，立即做出应急反应。
5	应急环境监测及事故后果评估	台风过后，应针对防台抗灾工作的各个方面和环节进行定性和定量的总结、分析、评估，总结经验，查找问题，进一步做好防台抗灾工作。
6	人员紧急撤离、疏散，撤离组织计划	事故发生时制定撤离路线并及时通知救护部门进行人员救护。
7	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复措施；临近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
8	应急培训计划	应急计划制定后，安排人员培训；应急预案演练。

8 清洁生产、总量控制、生态资源补偿及环境保护对策措施

8.1 清洁生产

本工程疏浚过程产生的悬浮物是施工对附近海域环境产生污染影响的主要因素之一，建设单位应从疏浚设备的选型、疏浚工艺优化控制、疏浚作业季节及周期、疏浚作业管控等方面采取清洁生产措施，以减轻疏浚作业对周边海域环境可能造成的影响。

（1）疏浚设备的选型

在疏浚设备选型上，优先选用污染较轻的绞吸式挖泥船，需配备先进的定位系统、航行记录器和溢流门自控装置等先进施工设备。在施工前应对所有的施工设备进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工。在施工过程中注意对施工船舶的检查和维修保养，密切注意有无泄漏污染物现象，如有发现立即采取措施。

本工程临时锚泊区疏浚采用绞吸式挖泥船，绞吸式挖泥船施工原理及方法如下：

施工原理：通过船上离心泵的作用产生一定的真空把所挖掘的泥沙经吸泥管吸入，再通过船艉的排泥管线将泥沙输送至纳泥区。

船艉钢桩定位扇形横挖法：绞吸式挖泥船采用船艉钢桩定位扇形横挖法，定位桩位于挖槽中心线上，作为横移摆动中心，绞刀桥架前端左右各抛设一只横移锚，并抛设锚样浮标，施工时，分别收放船艏两侧横移锚缆，左右摆动挖泥，通过主钢桩台车顶推前移，开挖土方通过船艉的排泥管线输送至纳泥区。主桩前移的轨迹始终保持在挖槽中心线上，并等距均匀跨步，使绞切的平面轨迹也始终保持平等前移，避免重挖或漏挖现象。

分条施工：施工船舶最佳分条宽度在 70～100m 之间，

分段、分条和分层开挖：根据疏浚区的长度、宽度和泥层厚度，采用分段、分条和分层开挖。分段长度根据一次浮管布设挖泥船可移动的距离确定，一般为 500m 左右。分条宽度根据船两侧横移锚开度确定，一般为 100m 左右，条与条之间的相互衔接，后施工的地段应与先施工的地段保持一部分重叠，以避免遗留浅埂，或形成浅区。每段根据泥层厚度和土质情况进行分层开挖，分层厚度 3～4m。

绞吸式挖泥船是近年来比较常见、使用较为广泛的一种水力式挖泥船，能够将挖掘、输送、排出和处理泥浆等疏浚工序一次性完成，可以连续作业，生产效率高，成本低。其挖掘工作面平整，开挖边坡深度易控制，施工质量好。与链斗式挖泥船和耙吸式挖泥船相比，绞吸式挖泥船施工作业时对海域水质环境的影响较小。这是因为其作业时基本无疏浚土洒漏现象，且施工时基本是定点作业，绞刀头对疏浚土的扰动幅度较小，底泥被松动后即被泥泵强大的吸力吸入管道，减少了疏浚土的再悬浮，更有利于清洁生产。由于绞吸式挖泥船具有上述种种优点，目前已被广泛应用于江河湖海的环保疏浚工程中。

（2）减少超挖土方量

由于挖泥船分条、分层开挖的泥层宽度和厚度有限，在整个施工过程中的作业轨迹是不连续的，在挖下一船泥时，很难使其恢复到前一船挖泥时的工作位置，因而很容易产生重挖或漏挖现象，建议配备 GPS 定位系统，以准确地确定需开挖的位置，从而可以减少疏浚作业中不必要的超深、超宽的疏浚土方量，从源头上减少悬浮物的产生量。

（3）缩短试喷时间

绞吸式挖泥船挖泥施工前，一般需进行试喷，以检验其管路是否完好。为控制试喷期间进入水域疏浚物的数量，施工操作人员应尽量缩短试喷的时间，并确认弯管与船体吸泥管口的连接完全对位后再开始疏浚作业，以免疏浚土从连接处泄漏入海而污染施工区附近海域。

（4）疏浚作业季节选择

在具体疏浚过程中，要合理安排施工船舶的数量、挖掘位置和进度，尽量避开春末夏初鱼虾等渔业资源集中产卵或索饵期，从而减少对生态环境的影响。

（5）恶劣气象条件禁止作业

挖泥船在施工过程中如遇到大风或恶劣的天气，容易发生船舶倾斜或翻船，损坏船体等船舶事故，操作人员应提高安全观念与环境意识，根据该船的抗风浪性能，在超出其安全系数的恶劣天气条件下，应停止运输，切不可为赶任务而冒险作业。

（6）在疏浚作业期间进行必要的监测，并利用监测结果反馈控制疏浚作业。所有这些控制的目的在于约束并尽量减轻疏浚施工对邻近水体和海洋生态、渔业所产生的影响。

（7）加强环境管理，加强职工技能和环保培训，提高其专业技能和环保意识，确保挖泥船的规范操作，提高作业效率，降低污染。

综上所述，本工程疏浚工序在采取上述清洁生产措施后，对环境的影响较小，疏浚设备及生产工艺水平基本符合清洁生产要求。

8.2 总量控制

本疏浚工程的建设，各类污染物仅产生在施工期，不需要进行总量控制。

8.3 海洋生态资源补偿措施

8.3.1 海洋生态资源补偿费用

8.3.1.1 底栖生物资源补偿费用

生物资源的经济损失按《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中推荐的公式计算：

M=W×E

M—生物资源的经济损失额度，（元）；

W—生物资源损失量，（t）；

E—生物资源的价格，根据温州市龙湾区海洋与渔业局的统计资料，2017 年龙湾区的海洋捕捞产量为 491t，海洋捕捞产值为 1517 万元，则 E 取 3.09 万元/t。本报告根据当地类比调查，并结合专家咨询的方法，认为 E 取 3.09 万元/t 偏大，最终确定 E 取 0.8 万元/t。

根据本报告 6.4.1 节的分析结果，本工程疏浚过程造成的底栖生物一次性损失量为 30.40t。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的相关规定，一次性生物资源的损失补偿按一次性损失额的 3 倍计算，则由上述计算公式和相关规定，可以估算得到本工程底栖生物的资源补偿费用为 73.0 万元。

8.3.1.2 鱼卵、仔鱼和成体生物的资源补偿费用

（1）鱼卵、仔鱼生物资源的经济损失额估算

鱼卵、仔鱼生物资源的经济损失应折算成鱼苗按《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中推荐的公式进行计算：

$$M=W\times P\times E$$

式中：

M—鱼卵和仔鱼经济损失金额，（元）；

W—鱼卵和仔鱼损失量，（个、尾）；

P—鱼卵和仔鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算；

E—当地主要鱼苗的平均价格，0.40 元/尾。

根据本报告 6.4.2 节的分析结果，本工程实施过程造成的鱼卵和仔鱼的损失量分别为 1.68×10^7 个和 4.20×10^7 尾，参照上述公式及参数估算得到鱼卵和仔鱼的经济损失额度分别为 6.7 万元和 84.0 万元，合计约 90.7 万元。

（2）成体生物资源的经济损失额估算

成体生物资源的经济损失按《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中推荐的公式计算：

$$M=W\times E$$

M—成体生物资源的经济损失额度，（元）；

W—成体生物资源损失量，（kg）；

E—成体生物的平均价格，8.0 元/kg。

根据本报告 6.4.2 节的分析结果，本工程实施过程造成的成体生物损失量为 84.13t，参照上述公式及参数估算得到成体生物资源经济损失额度约为 67.3 万元。

（3）鱼卵、仔鱼和成体生物的资源补偿费用

根据上述分析，本工程实施导致的鱼卵、仔鱼和成体生物的经济损失额度合计约为 158.0 万元，其中鱼卵、仔鱼的经济损失额度约为 90.7 万元，成体生物的经济损失额度约为 67.3 万元。

由于鱼卵、仔鱼和成体生物的资源损失主要是悬浮物扩散所致，而疏浚施工工期为 14 个月，施工期悬浮物浓度增量扩散造成的鱼卵、仔鱼和成体生物的损失持续影响时间低于 3 年，因此其补偿费用按 3 年进行估算，约为 474.0 万元。

8.3.1.3 海洋生态资源赔偿费用

根据上述两个小节的分析，本工程施工过程造成海洋生态资源赔偿费用合计为 547.0 万元，其中底栖生物的资源赔偿费用约为 73.0 万元，鱼卵、仔鱼和成体生物资源的赔偿费用约为 474.0 万元。

8.3.2 海洋生态资源补偿措施

本工程的实施会对海洋生态环境产生一定的负面影响，建设单位应投入一定

的财力进行海域生态修复。目前，海域生态修复主要措施为红树林种植、增殖放流等。

（1）红树林研究及栽种。红树林(Mangrove)有“海上森林”之美誉，属于热带和亚热带海岸一种特有的植被类型，是生长在热带和亚热带沿海潮间带的木本植物群落，其宏观纬度分布主要受温度控制，包括气温、海水温度、霜冻频率等。中国自然分布的真红树植物有 26 种，分布于海南、广西、广东、福建、台湾、浙江等省区，自然分布北界福建省福鼎市，人工引种北界浙江省温州市乐清湾，系 20 世纪 50 年代引进的抗低温广布种一秋茄(Kandel／acandel)。近年来，省亚热带作物研究所、温州海洋研究院（省海洋水产养殖研究所）等单位开展了红树林的相关科学研究和试验推广，在苍南等县建立了红树林研究试验基地，对红树林新品种引进筛选、红树植物分子遗传研究、宜林地调查评估、栽培管理技术等方面进行了一定的研究。2000 年，秋茄红树林北移瓯江下游的七都岛和瓯北沿岸均获成功；2014 ~2016 年期间，温州市海洋与渔业局、龙湾区海洋与渔业局在瓯江南口龙湾海洋公园成功种植红树林约 900 亩。鉴于此成功案例，可选择秋茄为主要引种推广造林，以此发挥其抗台减灾、沿海生态环境恢复、建立海洋生态文明以及生物多样性保护等作用。

（2）增殖放流。根据农业部 SC/T9110-2007《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》要求，建设单位应积极配合海洋主管部门开展经济鱼类鱼苗和贝类幼苗的生态修复工程，制定具体的生态修复计划，具体实施时间和区域可根据不同品种的习性、海域环境特征确定。鲈鱼、锯缘青蟹、泥蚶、抱卵中华绒螯蟹等为温州地区常见品种，适宜作为增殖放流品种。同时要注意禁止向开放性水域投放外来水生物种、杂交种、转基因种及种质不纯的物种，禁止在水产种质资源保护区、重要经济鱼、虾、蟹类的产卵场等敏感水域进行放流。

本工程的海洋生态资源补偿费用约为 547.0 万元，建设单位可与当地相关行政主管部门协商，按照其要求制定相应的海洋生态修复方案，合理安排工程附近海域的生态修复工作，或者可以将补偿金纳入相关行政主管部门专项的海域生态修复资金中，由其统一进行海域生态环境的修复工作。

8.4 施工期海洋生态环境保护对策

（1）施工期应以预防为主。在各种施工作业过程中，应加强施工队伍的组

织和管理，采用先进技术设备，严格按照操作规程，科学安排作业程序，尽量避免和减少造成海水悬浮物浓度的增加，从而减小对浅海水生生物的生长影响。

（2）施工作业应尽量避开海洋生物的高生物量期和产卵期，减少施工过程对海域生态环境的影响。

（3）施工过程中须密切注意施工区及其周边海域的水质变化，如发现因施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。

8.5 废水污染防治对策措施

8.5.1 施工船舶生活污水防治对策措施

海上作业船只施工作业产生的生活污水收集后，上岸委托经海事局备案的专业单位进行处置，不得擅自排放入海。

施工船舶生活污水收集及委托处理费用约 10.0 万元。

8.5.2 施工船舶含油污水防治对策措施

施工船舶含油污水不得排海，按规定实行铅封管理，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托经海事局备案的专业处理单位接收处理。施工单位还应对施工船只进行检查，严禁船只带“病”作业，防止发生机油泄漏事故。甲板上机械出现设备漏冒油时，立即停机，使用吸油棉及时吸取，并用毛巾堵塞泄水口，防止油水流入海中。

施工船舶含油污水防治对策措施投资约 10.0 万元。

8.6 固废污染防治对策措施

（1）施工船舶工作人员的生活垃圾收集到岸上指定的垃圾箱（筒）内，由当地环卫部门统一收集，集中处理。

（2）施工船舶产生的废油棉布、废毛巾等，须按当地海事部门的要求，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托经海事局备案的专业处理单位接收处理。

以上施工固废的处置费用约为 10.0 万元。

8.7 生态文明建设

“建设生态文明，关系人民福祉，关乎民族未来。”党的十八大和十八届三中全会对生态文明建设作出顶层设计，2015 年 5 月，中共中央、国务院正式公布

《关于加快推进生态文明建设的意见》，对生态文明建设进行全面部署。意见第七节明确要求“加强海洋资源科学开发和生态环境保护”，并进行了专门阐述。2015 年 7 月，国家海洋局印发《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020 年）（以下简称《实施方案》），要求沿海各级海洋主管部门和局属各部门单位切实提高认识，把落实《实施方案》当作“十三五”期间海洋事业发展的重要基础性工作抓实抓牢，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，推动海洋生态文明建设上水平、见实效。

《实施方案》提出了 10 个方面 31 项主要任务：

一是强化规划引导和约束，主要从规划顶层设计的角度增强对海洋开发利用活动的引导和约束，包括实施海洋功能区划、科学编制“十三五”规划和实施海岛保护规划 3 个方面内容。

二是实施总量控制和红线管控，侧重于从总量控制和空间管控方面对资源环境要素实施有效管理，包括实施自然岸线保有率目标控制、实施污染物入海总量控制和实施海洋生态红线制度 3 个方面内容。

三是深化资源科学配置与管理，涵盖海域海岛资源的配置、使用、管理等方面内容，突出市场化配置、精细化管理、有偿化使用的导向，具体包括严格控制围填海活动等 5 个方面内容。

四是严格海洋环境监管与污染防治，包括监测评价、污染防治、应急响应等海洋环境保护内容，突出提升能力、完善布局、健全制度，具体包括推进海洋环境监测评价制度体系建设等 5 个方面内容。

五是加强海洋生态保护与修复，体现生态保护与修复整治并重，既注重加强海洋生物多样性保护，又注重实施生态修复重大工程，包括加强海洋生物多样性保护等 3 个方面内容。

六是增强海洋监督执法，包括健全完善法律法规和标准体系的基础保障、建立督察制度和区域限批制度的制度保障以及严格检查执法的行动保障，突出了依法治海、从严从紧的方向。

七是施行绩效考核和责任追究，包括面向地方政府的绩效考核机制、针对建设单位和领导干部的责任追究和赔偿等内容，体现了对海洋资源环境破坏的严厉追究。

八是提升海洋科技创新与支撑能力，提出了强化科技创新和培育壮大战略新

兴产业 2 项任务，提升海洋科技创新对海洋生态文明建设的支撑作用。

九是推进海洋生态文明建设领域人才建设，包括加强监测观测专业人才队伍建设和加强海洋生态文明建设领域人才培养引进两项具体任务。

十是强化宣传教育与公众参与，重在为海洋生态文明建设营造良好的社会氛围，包括强化宣传教育和公众参与的系列举措。

本报告建议要将海洋生态文明建设贯穿于本工程的全过程和各方面，将报告提出的各项环保对策措施落实到位。

8.8 环境保护对策措施的可行性分析

根据前述分析，本工程施工期各项环境保护防治对策措施均为常用的措施，能确保达标排放和废物综合利用，是可行的。

8.9 环境保护设施和对策措施一览表

综合上述分析，本工程的海洋生态资源补偿及主要环境保护对策措施汇总见表 8.9-1。

表 8.9-1 海洋生态资源补偿及环境保护对策措施一览表

项目	生态资源补偿及环境保护对策措施	具体内容	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
一、海洋生态和生物资源保护	生态资源补偿费用 547.0 万元	红树林栽种及增殖放流	需补偿的生物损失量为：底栖 30.40t、鱼卵 1.68×10^7 个、仔鱼 4.20×10^7 尾、成体生物 84.13t	按照相关主管部门要求，按时完成生态修复的品种、数量	由市、县两级相关部门根据实际情况安排实施时间和地点	建设单位负责组织落实，可委托专业单位完成
二、废水污染防治	船舶含油污水和生活污水收集处理	收集上岸后交由资质单位集中处理	油水分离器或油盘、贮存装置若干	集中处理，不外排	施工同步建设	
三、环境风险防控	事故应急	应急设施和预案	环境风险应急预案	预防和处理施工船舶溢油风险及台风、风暴潮灾害等	与施工同步建设	
四、其他环境保护对策措施	固废收集处置	垃圾收集和处置	垃圾桶若干	集中处置，不外排	与施工同步建设	

9 环境保护的技术经济合理性

9.1 环保投资估算

本工程的环保投资费用主要包括海洋生态资源补偿、环境保护临时措施、环境风险防范措施、环境管理、环境监测、环境监理等费用，各项环保投资估算见表 9.1-1。

表 9.1-1 环保投资估算一览表 单位：万元

序 号	项 目	投 资
第一部分	**海洋生态资源补偿费用**	**547.0**
第二部分	**环境保护临时措施费用**	**30.0**
1	生活污水委托处理	10.0
	船舶含油污水委托处理	10.0
2	固废处置	10.0
第三部分	**环境风险防范措施费用**	**20.0**
第四部分	**环境监测费用（具体各项监测费用见表 11.3-1）**	**30.0**
第五部分	**环境管理及监理费用**	**10.0**
合计		**637.0**

由表 9.1-1 可以看出，本工程的环保总投资约为 637.0 万元，占工程总投资（73605 万元）的 0.87%，其中海洋生态资源补偿费用约为 547.0 万元。

9.2 环境经济损失估算

根据本报告 8.3.1 节的分析，本工程海洋生态资源补偿费用约为 547.0 万元。此外，施工期产生的“三废”对周边生态环境也会产生一定的负面影响，但这些影响都是暂时的、局部的，随着施工的结束其影响也随之消失。

9.3 环境经济收益估算

本工程的实施是瓯飞一期围垦工程作业船舶安全锚泊的需要，疏浚土可作为温州瓯飞起步区龙湾二期围区涂面整理的吹填土，实现资源的综合利用，也是瓯飞未来港区开发建设的需要，结合瓯飞港口开发，可大力提高区域竞争力，有利于招商引资项目落地，工程的实施是十分必要的。

本工程的实施的经济效益，主要体现在为瓯飞一期围垦工程的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，促进瓯飞一期整体工程的顺利实施，推动当地海洋经济发展，可见，本工程的经济效益是非常可观的。

9.4 环境经济损益综合分析

综合上述分析，本工程的实施将会对瓯飞一期围垦工程的开发建设带来多方面的社会经济环境影响，从长远角度来看，其有利影响远大于不利影响，但在工程建设过程中，会对海洋生态、沉积物、水质等环境造成不利影响，必须采取各种措施加以防范和缓解，以便实现工程建设的经济效益、社会效益与环境效益的统一。

10 海洋工程的环境可行性

10.1 海洋功能区划符合性

10.1.1 工程所在海域海洋功能区划

10.1.1.1 浙江省海洋功能区划

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程所在海域的主导功能为“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24），该海洋功能区的地理范围、面积、岸线长度、海域使用管理及海洋环境保护要求等分别见表 10.1-1 和图 10.1-1。

表 10.1-1　工程所在海域海洋功能区情况一览表（浙江省海洋功能区划）

代码	海洋功能区	地理范围、面积和岸线长度	海域使用管理要求	海洋环境保护要求
A1-24	瓯飞农渔业区	瓯江口至飞云江口海域（西至东经120°41'30"，南至北纬 27°39'27"，东至东经120°59'02"，北至北纬 27°54'57"），面积 30006 公顷，岸线长 16km。	1、重点保障渔业用海和农业填海造地用海，在不影响农渔业基本功能前提下，兼容旅游娱乐用海； 2、除农业围垦和基础设施建设外，允许适度改变海域自然属性； 3、合理控制养殖规模和密度，确保渔业资源的可持续发展。	1、不应造成外来物种侵害，防止养殖自身污染和水体富营养化，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能的稳定； 2、海水水质质量执行不劣于第二类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。

10.1.1.2 温州市海洋功能区划

根据《温州市海洋功能区划（2013-2020 年）》，本工程所在海域的主导功能为“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5），该海洋功能区的地理范围、面积和岸线长度、海域使用管理及海洋环境保护要求等见表 10.1-2。

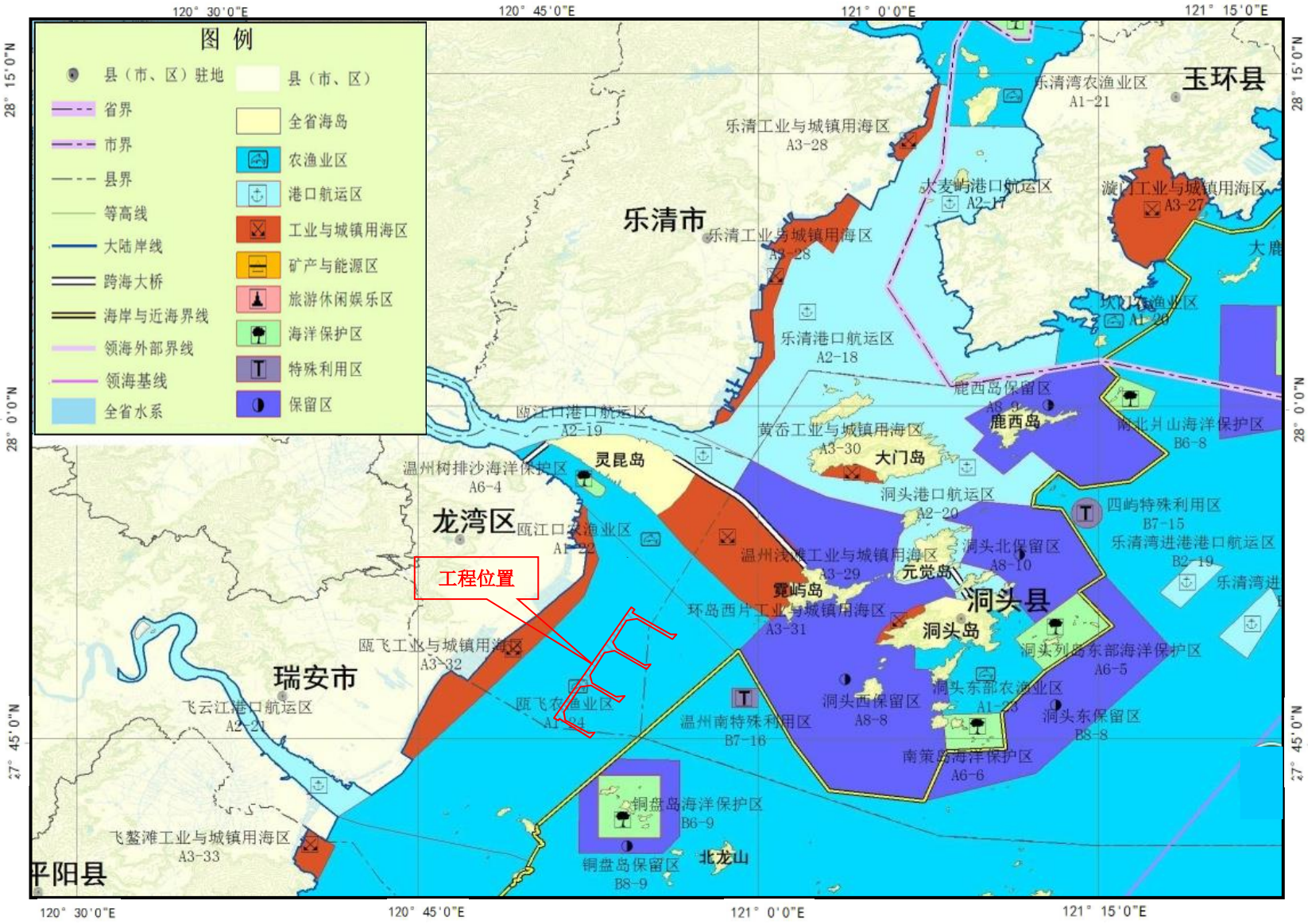
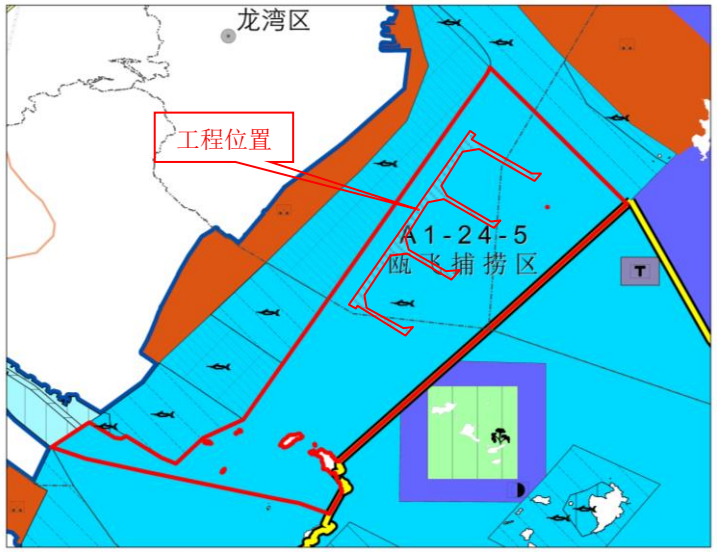


图 10.1-1　浙江省海洋功能区划图（2011-2020 年）（部分）

表 10.1-2　工程所在海域海洋功能区情况一览表（温州市海洋功能区划）

<table>
<tr><td colspan="2">功能区名称</td><td colspan="3">瓯飞捕捞区</td><td rowspan="6">功能区位置图</td><td rowspan="6">
</td></tr>
<tr><td colspan="2">功能区类型</td><td>捕捞区</td><td>功能区代码</td><td>A1-24-5</td></tr>
<tr><td colspan="2">所属一级类功能区名称</td><td>瓯飞农渔业区</td><td>一级类功能区代码</td><td>A1-24</td></tr>
<tr><td colspan="2">地理范围</td><td colspan="3">位于瓯飞一期围垦区外至近海与海岸功能区分界线海域。（西至东经 120°41′30″，南至北纬 27°39′27″，东至东经 120°54′51″，北至北纬 27°53′01″）</td></tr>
<tr><td colspan="2">面积（公顷）</td><td>19915</td><td>岸线长度（m）</td><td>11382</td></tr>
<tr><td colspan="2">开发利用现状</td><td colspan="3">为传统捕捞水域；上干山附近海域建有采石场南埠装卸区和北埠装卸区。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">海域管理要求</td><td>用途管制</td><td colspan="3">重点保障捕捞用海；根据需要，经论证后可在海岛上建设渔用码头等渔业基础设施；在不影响农渔业基本功能前提下，兼容旅游娱乐用海，可发展休闲渔业等旅游活动；未开发前维持现状。</td><td rowspan="5">功能区范围图</td><td rowspan="5"> 
</td></tr>
<tr><td>用海方式控制</td><td colspan="3">严格限制改变海域自然属性。</td></tr>
<tr><td>整治修复</td><td colspan="3">根据需要，适时开展飞云江河口典型生态系统修复工作。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">海洋环境要求</td><td>生态保护重点目标</td><td colspan="3">重点保护典型河口浅海生物种类以及一些溯河而上的海洋生物幼体，如鳗苗、鲈鱼苗、鲻鱼苗、弹涂鱼苗以及河蟹苗等；保护凤凰山、上干山等岛礁周边海域重要的海洋经济生物物种及其生境。</td></tr>
<tr><td>环境保护</td><td colspan="3">严格执行国家和地方相关海域禁渔规定；海水水质质量执行不劣于第一类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。</td></tr>
<tr><td colspan="2">其他管理要求</td><td colspan="3">应加强龙湾区和瑞安市的区域协调，共同保护海洋生态环境。</td></tr>
</table>

10.1.2 与海洋功能区划符合性分析

10.1.2.1 浙江省海洋功能区划

（1）与海域使用管理要求的符合性分析

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程所在海洋功能区“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24）的海域使用管理要求为“①重点保障渔业用海和农业填海造地用海，在不影响农渔业基本功能前提下，兼容旅游娱乐用海；②除农业围垦和基础设施建设外，允许适度改变海域自然属性；③合理控制养殖规模和密度，确保渔业资源的可持续发展。”

瓯飞一期围垦工程的用海类型为渔业用海中的围海养殖及配套工程用海，发展生态养殖，围垦区划分为立体养殖区、生态养殖区、科学示范区、净化-暂养区、休闲观光区、蓄洪区和生产配套区等七大功能区，通过合理控制养殖规模和密度，确保渔业资源的可持续发展。而瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施主要为瓯飞一期围垦工程的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，该临时工程的实施不会改变海域自然属性，与该海域重点保障渔业用海和农业填海造地用海的用途管制相符，因此，作为保障瓯飞一期围垦工程顺利实施的临时性配套工程，本工程的实施与浙江省海洋功能区划中“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24）的海域使用管理要求是相符的。

（2）与海洋环境保护要求的符合性分析

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程所在海洋功能区“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24）的海洋环境保护要求为“①不应造成外来物种侵害，防止养殖自身污染和水体富营养化，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能的稳定；②海水水质质量执行不劣于第二类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。”

根据本报告第六章的分析，本工程的实施会对周边海洋环境产生一定的负面影响，但总体影响范围和程度是可以承受的，且很多影响随着施工的结束而消失，疏浚区的海洋沉积物及生态环境会逐步得到恢复。同时在环境质量要求方面，在切实执行本报告提出的各项环保措施的前提下，工程区域的海水水质质量、海洋沉积物质量、海洋生物质量能维持现状水平，可见本工程实施与浙江省海洋功能

区划中“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24）的海洋环境保护要求也是相符的。

综上所述，作为保障瓯飞一期围垦工程顺利实施的临时性配套工程，本工程的实施与浙江省海洋功能区划中“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24）的海域使用管理要求及海洋环境保护要求都是相符的。

10.1.2.2 温州市海洋功能区划

（1）与海域使用管理要求的符合性分析

根据《温州市海洋功能区划（2013-2020 年）》，本工程所在海洋功能区“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5）的海域使用管理要求为“①用途管制：重点保障捕捞用海；根据需要，经论证后可在海岛上建设渔用码头等渔业基础设施；在不影响农渔业基本功能前提下，兼容旅游娱乐用海，可发展休闲渔业等旅游活动；未开发前维持现状。②用海方式控制：严格限制改变海域自然属性。③整治修复：根据需要，适时开展飞云江河口典型生态系统修复工作。”

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施主要为瓯飞一期围垦工程的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，该临时工程的实施不会改变海域自然属性，因此，作为保障瓯飞一期围垦工程顺利实施的临时性配套工程，本工程的实施与温州市海洋功能区划中“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5）的海域使用管理要求是相符的。

（2）与海洋环境保护要求的符合性分析

根据《温州市海洋功能区划（2013-2020 年）》，本工程所在海洋功能区“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5）的海洋环境保护要求为“①生态保护重点目标：重点保护典型河口浅海生物种类以及一些溯河而上的海洋生物幼体，如鳗苗、鲈鱼苗、鲻鱼苗、弹涂鱼苗以及河蟹苗等；保护凤凰山、上干山等岛礁周边海域重要的海洋经济生物物种及其生境。②环境保护：严格执行国家和地方相关海域禁渔规定；海水水质质量执行不劣于第一类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。”

根据本报告第六章的分析，本工程的实施会对周边海洋环境产生一定的负面影响，但总体影响范围和程度是可以承受的，且很多影响随着施工的结束而消失，疏浚区的海洋沉积物及生态环境会逐步得到恢复。同时在环境质量要求方面，在切实执行本报告提出的各项环保措施的前提下，工程区域的海水水质质量、海洋

沉积物质量、海洋生物质量能维持现状水平，可见本工程实施与温州市海洋功能区划中“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5）的海洋环境保护要求也是相符的。

综上所述，作为保障瓯飞一期围垦工程顺利实施的临时性配套工程，本工程的实施与温州市海洋功能区划中“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5）的海域使用管理要求及海洋环境保护要求都是相符的。

10.2 区域和行业规划的符合性

10.2.1 浙江海洋经济发展示范区规划（2010-2020）

2011 年 2 月国务院正式批复《浙江海洋经济发展示范区规划（2010-2020）》，浙江海洋经济发展示范区建设上升为国家战略。《规划》提出，浙江沿海将坚持以海引陆、以陆促海、海陆联动、协调发展，注重发挥不同区域的比较优势，优化形成重要海域基本功能区，推进构建“一核、两翼、三圈、九区、多岛”的海洋经济总体发展格局。

本工程位于温州市龙湾区，属于“两翼”中的南翼，南翼是温州、台州沿海产业带及其近岸海域，南翼应加强与海峡西岸经济区对接，突出沿海产业聚集区与滨海新城建设，引导海洋三次产业协调发展，成为东南沿海海洋经济发展新的增长极。

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施主要为瓯飞一期围垦工程的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，促进瓯飞一期整体工程的顺利实施，推动当地海洋经济发展，符合浙江省海洋经济发展战略，与《浙江海洋经济发展示范区规划》是相符的。

10.2.2 浙江省海洋主体功能区规划

2017 年 4 月 18 日，浙江省人民政府以浙政函[2017]38 号印发《浙江省海洋主体功能区规划》，是全省海洋空间开发的基础性和约束性规划。该规划按照“生态优先”、“陆海统筹”、“优化结构”和“集约发展”的基本原则，根据全省海域资源环境承载能力等综合评价和全省海域在全国主体功能区规划中的定位，海洋主体功能区划分为优化开发区域、限制开发区域、禁止开发区域三类，不划定重点开发区域。其中，优化开发区域面积 3.13 万 km^2，占 70.31%；限制开发区域

面积 1.12 万 km^2，占 25.25%；禁止开发区域面积 0.20 万 km^2，占 4.44%。

根据浙江省海洋主体功能区分区成果图（图 10.2-1），本工程所在的龙湾海域属于优化开发区域，该区域的开发导向为：重点保障工业、城镇建设填海造地等用海，发挥海洋区位优势，推动海洋经济，提高海洋经济的质量和效益，强化瓯飞围垦开发利用，发挥综合交通优势，建设空港新区。严格控制新增围填海，优化利用瓯飞围垦等存量围填海。加强海洋环境保护，建设树排沙省级海洋公园，深入实施海洋污染整治，落实海洋生态红线制度，推进“浙南鱼仓”修复，强化对海洋生物和景观的保护。

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施主要为瓯飞一期围垦工程的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的顺利实施，强化瓯飞围垦开发利用，推动当地海洋经济发展，提高温州海洋经济的质量和效益，因此，工程实施与《浙江省海洋主体功能区规划》相符。

图 10.2-1　浙江省海洋主体功能区分区成果图

10.2.3 浙江省海洋生态红线划定方案

根据《浙江省海洋生态红线划定方案》（2017 年 5 月），浙江省所辖海域总面积为 $4.44\times10^4km^2$，此次划定浙江省海洋生态红线区的总面积为 $14084.24km^2$，占所辖海域面积的 31.72%。在保障海洋生态安全底线的前提下，根据海洋生态红线类型、海洋生态系统的特点和保护要求，以及相关法律法规要求，分区分类制定差别化管控措施。

禁止类生态红线区管控措施。海洋自然保护区的核心区、缓冲区、海洋特别保护区（海洋公园）的重点保护区、预留区遵照《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》、《海洋特别保护区管理办法》及其他相关法规的有关规定进行管理。特别保护海岛中的领海基点岛遵照《中华人民共和国海岛保护法》规定，禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变该区域地形、地貌的活动。

限制类生态红线区管控措施。海洋保护区实验区、适度利用区、生态与资源恢复区遵照《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》、《海洋特别保护区管理办法》及其他相关法规的有关规定进行管理。如有多项法规共同适用的，从严参照管控。其他限制类生态红线区总体管控措施如下：禁止非法侵占岸线和采挖海砂；不得新增入海陆源工业直排口；控制养殖规模，鼓励生态养殖；实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾；对已遭受破坏的海洋生态红线区，实施可行的生态整治修复措施，恢复原有生态功能。

岸线总体管控措施。位于红线区内的岸线和砂质岸线：禁止非法侵占岸线、采挖海砂及其他可能改变或影响岸线自然属性和生态功能的开发建设活动，不得新增入海陆源工业直排口，加强对受损自然岸线的整治与修复。位于红线区外的岸线：严格限制影响或改变岸线自然属性的开发活动，不得新增入海陆源工业直排口，推进实施海岸整治和生态修复工程。

根据浙江省海洋生态红线区控制图（图 10.2-2）和浙江省自然岸线控制图（图 10.2-3），本工程所在海域既不属于海洋生态红线管控范围内，也未占用海洋生态红线自然岸线，因此，工程实施与《浙江省海洋生态红线划定方案》相符。

此外，根据本报告 6.2.1 节的分析结论，施工悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内，邻近的 33-Xe16（瓯江河口聚流苗种保护区）、33-Xe04（瓯江河口区）、33-Xb10（龙湾树排沙海洋公园-生态与资源恢复区和适度利用区）和 33-Jb11（龙湾树排沙海洋公园-重点保护区）均未受到影响。

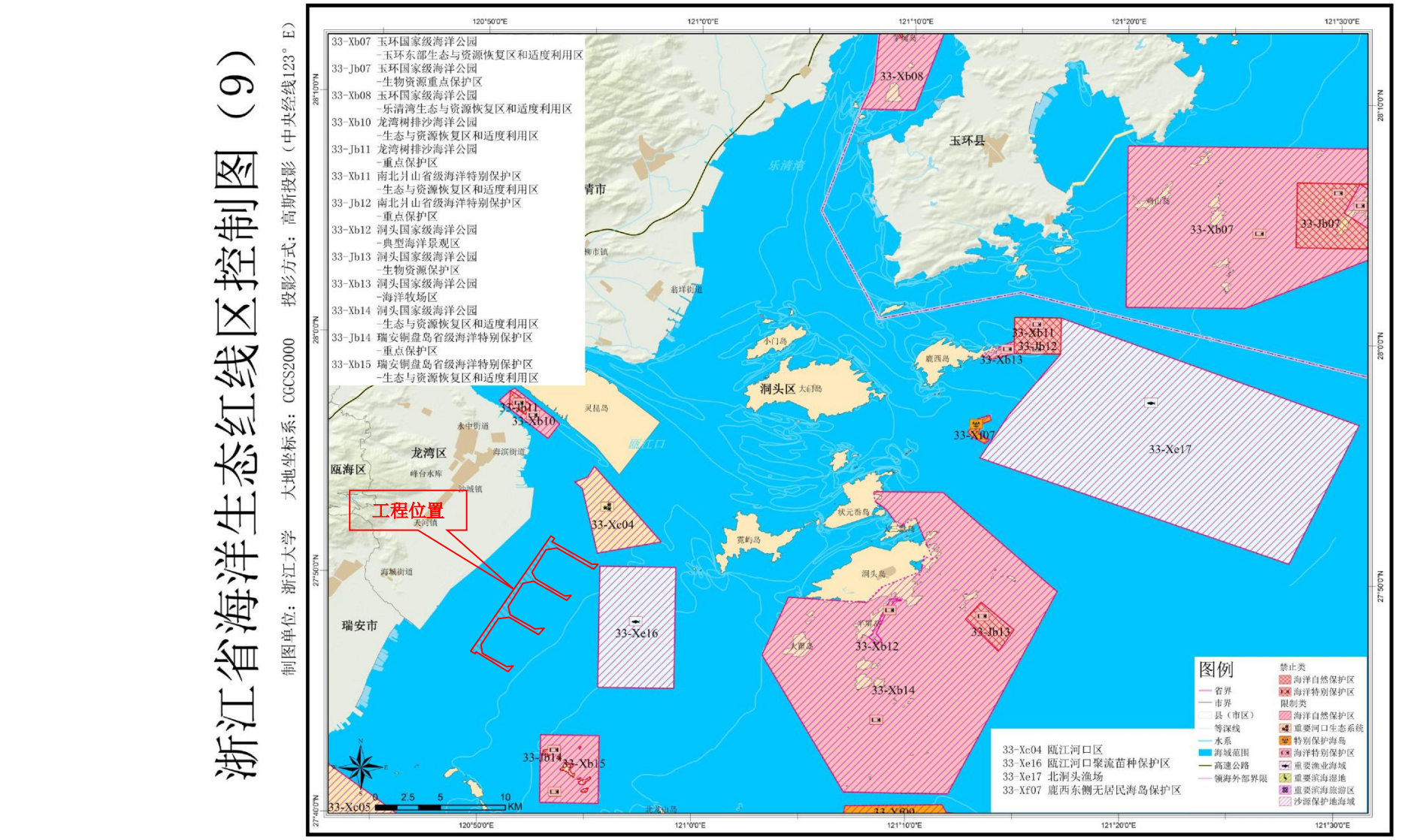


图 10.2-2　浙江省海洋生态红线区控制图

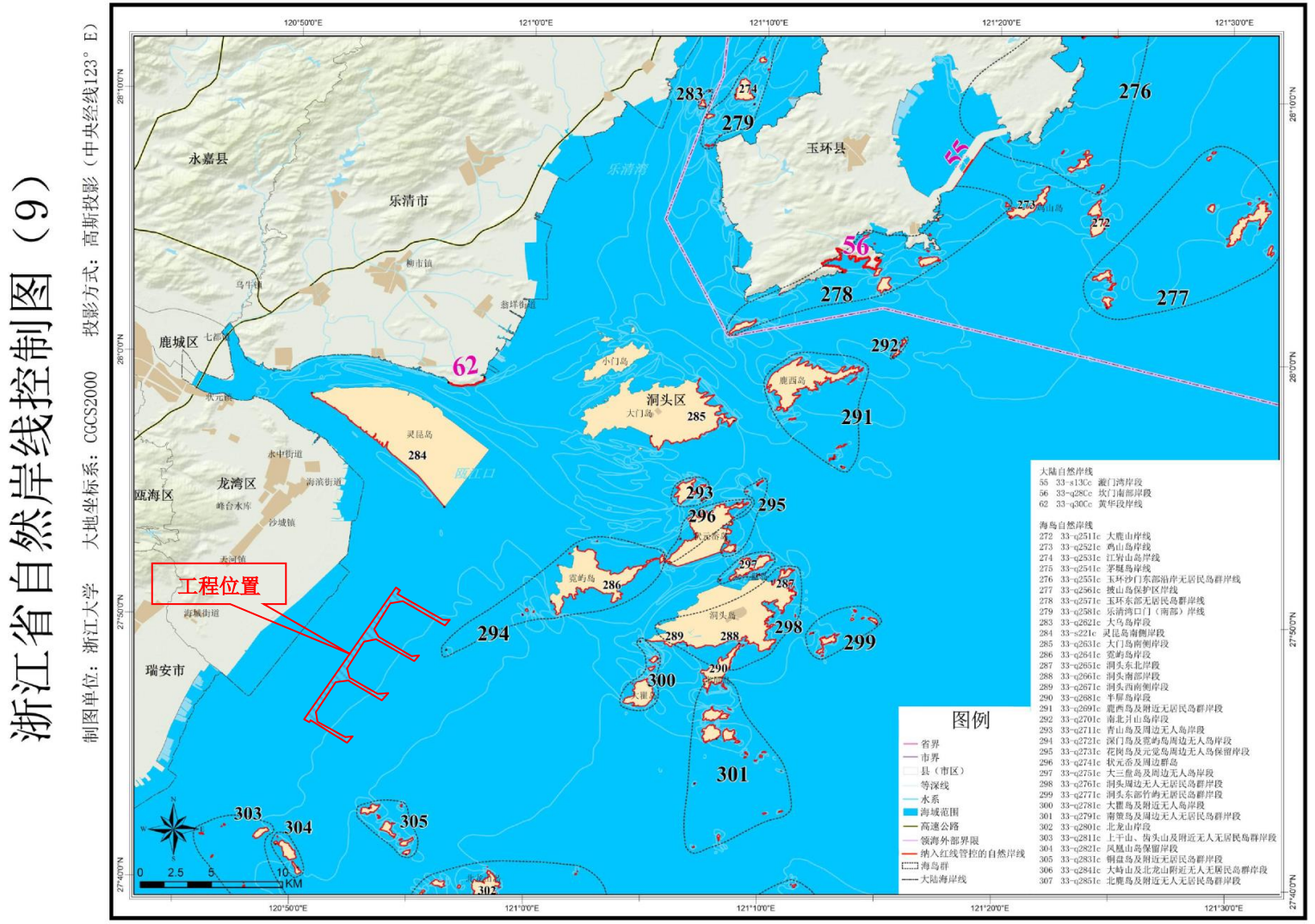


图 10.2-3　浙江省自然岸线控制图

10.2.4 浙江省海岸线保护与利用规划

根据《浙江省海岸线保护与利用规划（2016-2020 年）》，要根据海岸线的自然属性、资源禀赋、环境承载能力，以及社会经济条件和发展需求，严格落实海洋功能区划管控要求，海岸线保护与利用按照“重点保护、优化利用”的总体布局进行规划。规划以保护等级和围填海控制双指标，明确海岸线保护要求，规范开发程度和利用方式，提升海岸线利用的管控能力。其中，保护等级分严格保护、限制开发和优化利用三个类别。

（1）严格保护

为保护海岸线自然资源、生态环境，维持重要港湾环境条件，保障重大涉海工程安全运行，对自然形态保持完好、生态功能与资源价值显著，环境条件脆弱，海域区位敏感的海岸线，实行严格保护。

（2）限制开发

为控制海岸线开发利用程度，保护和节约自然资源，减轻开发利用的环境影响程度，对自然形态保持基本完整、生态功能与资源价值较好，开发利用程度和需求均不显著的海岸线；或有一定开发利用需求，但受资源条件、生态环境、防洪御潮、重要港湾、潮汐通道、重大涉海工程等因素制约的海岸线，实行限制开发。

（3）优化利用

为促进高效、集约利用海岸线，支撑海洋经济和产业集聚区发展，实现海岸线利用的最大社会、经济效益，对人工化程度较高、开发利用条件较好的岸段，实行优化利用。

该规划还指出要建立自然岸线动态保护机制，加强人工岸线自然化修复，规划目标为到 2020 年，确保大陆和海岛自然岸线保有率不低于 35%和 78%，并实现自然岸线保有量稳中有增。

本工程位于瓯飞一期围垦工程东堤堤轴线外侧约 650m 以外海域，工程实施不占用自然岸线，对大陆和海岛自然岸线保有率也不会造成影响，因此，工程实施与《浙江省海岸线保护与利用规划》相符。

10.2.5 温州市海洋环境保护规划（2016-2020 年）

根据《温州市海洋环境保护规划（2016-2020 年）》，至 2020 年温州市海域环

境质量要求为：1、海洋功能区水质达标率≥55%；2、海洋功能区沉积物质量达标率≥91%；3、海洋生物质量达标率≥98%。

本工程污染影响主要发生在施工期，施工船舶生活污水收集后上岸委托有资质单位进行集中处理，船舶舱底含油污水铅封后收集上岸委托处理，生活垃圾和其他固废及时清运处置。可见，本工程实施过程中产生的各类污染物均能够有效处置，不随意排放入海，不会对海域水质造成影响。施工过程中产生的悬浮泥沙会对局部海域的环境产生影响，但施工结束后影响随即消失，总体上不会造成海洋环境质量的下降。因此，工程实施符合《温州市海洋环境保护规划（2016-2020年）》。

10.2.6 温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划

《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》于 2012 年 9 月 11 日获国家海洋局批复（国海管字[2012]628 号），规划用海控制面积为 8853.7184 公顷以内，分前后两期实施，先期围海面积控制在 4429.1305 公顷以内。规划用海类型为围海养殖。规划实施后，建成核心养殖用海总面积 8853.7 公顷，经过养殖基础配套设施投入后，形成 2853.5 公顷的立体养殖区、1377.1 公顷的生态养殖区、446.7 公顷的科学示范区和 700.7 公顷的养殖排水净化区可供养殖、育苗、科学试验。

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施主要为瓯飞一期围垦工程（即瓯飞淤涨型高涂围垦工程）的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，促进瓯飞一期整体工程的顺利实施，因此，工程实施符合《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》。

10.2.7 温州港瓯江港区控制性详细规划

根据《温州港瓯江港区控制性详细规划》，瓯江港区蓝田作业区受前沿水深、进港航道等条件限制，难以开发大、中型港口作业区，今后瓯江南口南岸（蓝田浦附近岸线）可作为 300 吨级以下小型货主码头岸线。

洞头列岛：洞头港口码头区规划发展支持保障、休闲、旅游、对外交通、渔业为主。

本工程远离港区，对港口规划没有影响。

10.2.8 温州港航道与锚地专项规划

根据《温州港航道与锚地专项规划》，本工程周边涉及到的航道主要有蓝田作业区进港航道（即瓯江南口进港航道）、洞头峡至凤凰门航道（图 10.2-4）。

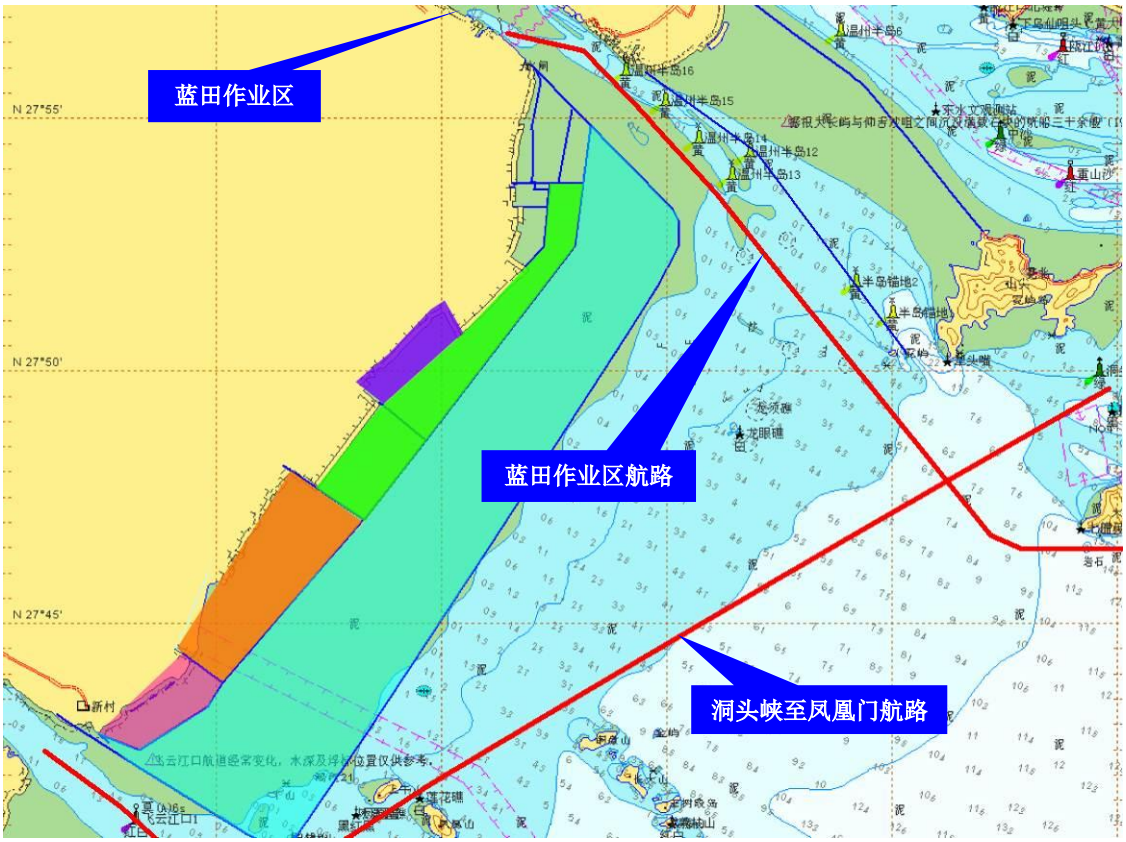


图 10.2-4　工程区周边航道示意图

（1）蓝田作业区航道（即瓯江南口进港航道）

该航道从瓯江南口的蓝田浦开始，沿温州浅滩南堤南侧至洞头列岛，进出航道船只大多以货轮和油轮为主，为习惯航线，该航道长 19.1km，最小水深只有 0m，该航道原有 3000～5000 吨级船舶乘高潮通航，但随着瓯江南口大桥的开工建设，300 吨级以上船舶无法通过瓯江南口大桥。2012 年开始实施的该航道维护工程从甬台温复线跨海大桥中心线以东 1.5km 处开始，至小霓屿以南 2.5km，理论水深 5.2m 附近结束，维护航道总长 14.7km，宽 300m，航道边线沿温州浅滩轴线方向，在霓屿南堤南侧 1209m 以外，在浅滩一期南堤南侧 851m 以外。在航道 K0+000～K2+000 处设置船舶调头区，调头区呈梯形布置，宽 300m，长 2000m，边坡 1：10。航道设计水深为理论 5.8m。根据该水域航道水深测量图显示，航道区水深在理论 5.2m～理论-3.0m。

（2）洞头峡至凤凰门航道

该航道是 1000 吨级及以下船舶从洞头峡至瑞安港区的常用航路，本工程距该航道最近距离有 10km。洞头峡位于洞头岛与状元岙岛、霓屿岛之间，呈东北－西南走向，水深为 3.4～8m，宽约 1.5 海里，但由于两侧有浅滩，3m 等深线最窄处宽约 600m，洞头峡北与深门水道相接，可通过深门至南水道；西与三盘门相连出海北上，可南下至温州南部各港区。洞头峡水道为温州港～温州南部各港区的主要通道。

本工程为瓯飞一期围垦工程施工船舶的临时锚泊区及连接段航道工程，距离上述公共航道和习惯航道均较远，对公共航道和习惯航道影响很小，符合《温州港航道与锚地专项规划》的要求。

本工程维护范围未占用相关锚地设施，且与周边锚地距离较远，不影响《温州港航道与锚地专项规划》的实施。

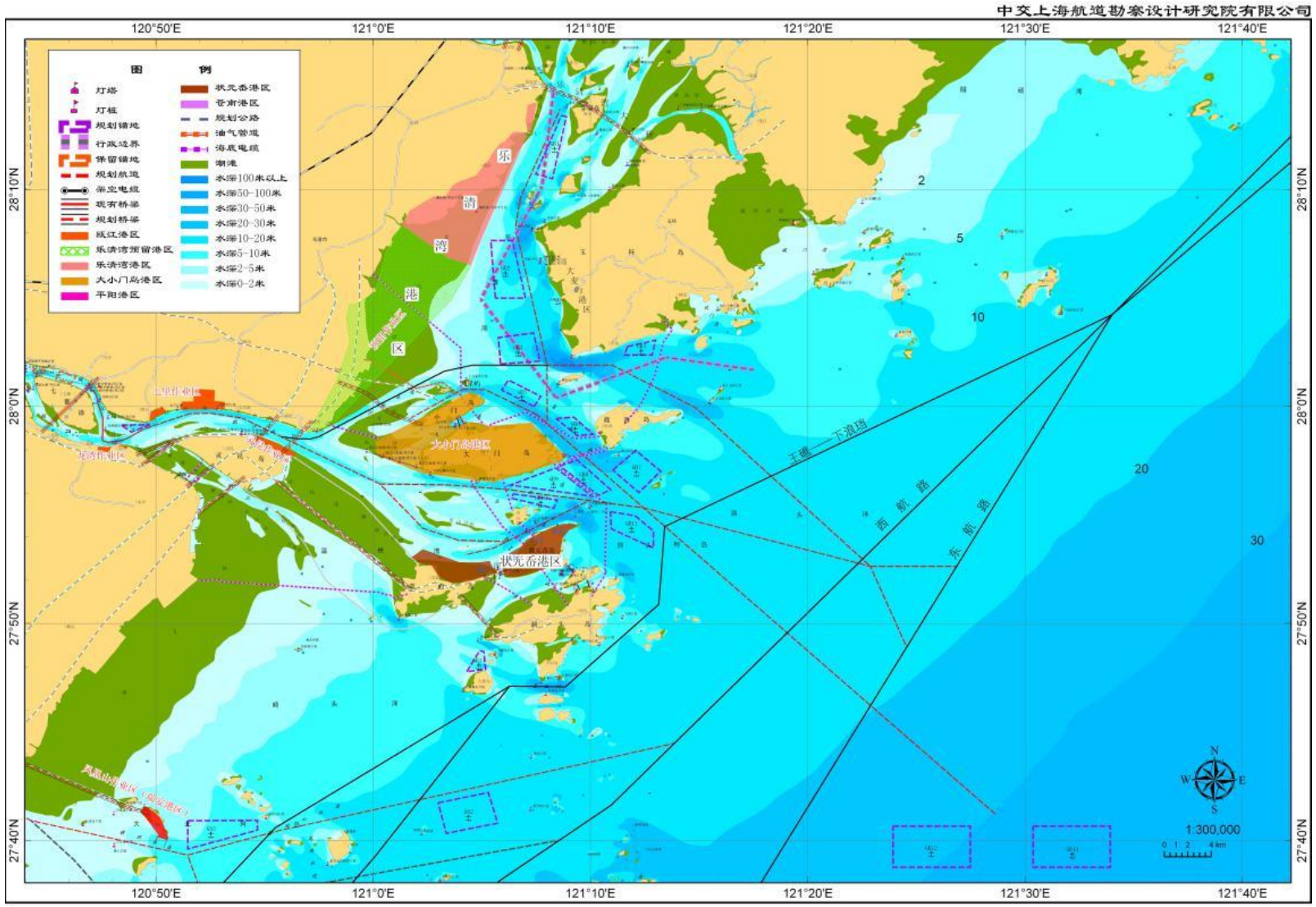


图 10.2-5　温州港航道与锚地规划示意图

10.3 建设项目的政策符合性

10.3.1清洁生产政策符合性

根据本报告 8.1 节的分析结论，本工程疏浚过程产生的悬浮物是本工程施工对附近海域环境产生污染影响的主要因素之一，建设单位从疏浚设备的选型、疏浚工艺优化控制、疏浚作业季节及周期、疏浚作业管控等方面采取清洁生产措施后，对环境的影响较小，疏浚设备及生产工艺水平基本符合清洁生产要求。

10.3.2节能减排及循环经济政策符合性

本工程只在施工期产生少量的污染物，其中施工人员生活污水和施工船舶含油污水接收上岸委托有资质的专业处理单位处理，不得擅自排放入海；施工期产生的船舶生活垃圾集中收集上岸，由环卫部门处置；施工产生的悬浮泥沙等通过一系列的工程措施加以控制。在落实本环评中所提出的各项污染防治措施后，本工程施工期间产生的污染物基本能够实现节能减排或循环利用。

10.3.3集约节约用海政策符合性

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程仅对临时锚泊区进行疏浚，不占用海岸线，疏浚占用海域 494.4 公顷，疏浚总工期为 14 个月，疏浚作业结束后，将不占用该海域。

10.3.4环境保护标准符合性

本工程所在海域的海水水质保护目标执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的二、四类标准；海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一、三类标准；海洋鱼类、甲壳类等生物质量执行《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》。

通过海洋环境质量现状调查结果表明，海水水质除无机氮、PO_4-P、石油类等超标外，pH、COD、DO、重金属（Hg、Cd、Pb、Cu、As、Zn、Cr）等指标均能满足相应标准；海洋沉积物中除 Cu 超标外，有机碳、硫化物、石油类、Hg、As、Pb、Zn、Cd、Cr 等指标均能满足相应标准；各测站的鱼类、甲壳类等生物体内除 As 超标外，石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg 等指标均能达到《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中的推荐标准。

本工程施工期海上作业船只施工作业产生的生活污水和含油废水收集后，上岸委托有资质单位进行处置，不得擅自排放入海；施工期产生的船舶生活垃圾集中收集上岸，由环卫部门处置。只要建设单位按照“三同时”原则落实污染防治措施，是可以做到污染物达标排放或回用的。

10.3.5 总量控制指标分析

本工程的建设，各类污染物仅产生在施工期，不需要进行总量控制。

10.4 工程选址和布置合理性

10.4.1 区位和社会条件适宜

温州市位于我国东南沿海，是我国首批对外开放的 14 个沿海城市之一，为浙江省三大中心城市之一，是浙南地区的经济、文化、科技、金融和交通中心，跻身我国沿海 20 个主枢纽港和 45 个公路主枢纽城市之列。温州瓯飞河口海岸滩涂（简称瓯飞滩），位于温州东海岸以东，瓯江至飞云江之间区域。该区域海岸为淤泥质海岸，海岸线平直，在淤泥质潮滩和海积平原之间筑有人工海塘，成为人工海岸。瓯飞滩邻近温州市经济发达的市区和瑞安市，具有较高的开发利用价值，科学开发利用瓯飞滩海涂资源，为温州市区和瑞安市提供宝贵的土地资源，对温州市经济可持续发展具有重大的战略意义。

瓯飞淤涨型高涂围垦工程（即瓯飞一期围垦工程）以龙湾－瑞安分界线为界，前期实施北区（即龙湾片），用海面积为 4429.1305 公顷；后期实施南区（即瑞安片），用海面积为 4424.5879 公顷。瓯飞一期围垦工程的实施大部分涉及水上施工作业，在瓯飞滩附近投入了大量的施工船舶，虽然，目前瓯飞一期围垦工程龙湾片的东海大堤已合龙，堤身高程达到 6.0m，但围垦区内建设仍有大量的抛石、石渣、碎石等材料运输需求。

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施主要为瓯飞一期围垦工程的施工船舶规范航行路线，并提供停泊和候潮锚地，从而有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，促进瓯飞一期整体工程的顺利实施，推动当地海洋经济发展。同时工程疏浚弃土可作为瓯飞起步区（龙湾二期围垦区）围垦工程吹填土源进行有效利用。

本工程对外交通可依托瓯飞一期围垦工程后方道路。目前后方已建成的主干

道路有滨海大道，滨海二路和金海三道，且城市道路四通八达，辐射面较广。施工人员基地可设置在瓯飞一期围垦工程后方场地。吹填区在本工程西侧 3.15km 处，通过水上吹泥管相结合的方式将泥沙输送到吹填区。

本工程可直接依托的腹地为温州市，是浙江省三大中心城市、全国首批 14 个沿海开发城市之一，腹地经济发达。发达的腹地经济与港口基础设施建设可以互利互进。工程施工所需要的水、电都已基本解决，这些外部依托条件为本工程的实施创造了条件。

综合上述分析，本工程选址于此，区位和社会条件是适宜的。

10.4.2 自然条件和生态环境条件适宜

本工程为临时疏浚工程，选址对自然资源、环境条件的要求重点在于分析海域地形及水深条件、地质条件、港口航道资源条件、水动力条件和泥沙冲淤等方面。

（1）地形条件

本工程临时锚泊区呈矩形布置，长 12360m，宽 400m，按单艘甲板驳单锚系泊设计，有效锚泊面积为 494.4 万 m^2（不含边坡），锚泊区容量 30 艘 3000 吨级甲板驳，适用条件为 7 级风以下锚泊，现状泥面高程-3.50~-3.80m，设计泥面高程-10.20m，需进行疏浚；连接段航道共有 4 段，总长 16012m，宽 250m，现状泥面高程-3.80~-6.60m，利用天然水深，不疏浚，可满足 3000 吨级甲板驳双向乘潮通航要求。

（2）地质条件

根据地质勘查，本工程疏浚区拟疏浚深度范围内土层主要以淤泥类土为主，可采用绞吸式挖泥船开挖，方便用管道输送疏浚土吹填至抛泥区。

（3）港口航道资源条件

本工程临时锚泊区选址于瓯飞一期围垦工程东堤轴线外侧 650m 以外，与东堤平行布置，通过 4 条连接段航道与瓯飞一期围垦工程施工临时主航道连接。临时锚泊区疏浚后可容纳 30 艘 3000 吨级甲板驳锚泊，适用条件为 7 级风以下锚泊，4 条连接段航道则可利用天然水深，满足 3000 吨级甲板驳双向乘潮通航要求。工程的实施有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，促进瓯飞一期整体工程的顺利实施，推动当地海洋经济发展。

（4）水文动力及泥沙冲淤预测

工程实施后，对周围海域水沙影响较小；连接段航道流速变化不大，且横流均在 0.50m/s 以内；临时锚泊区受水深开挖影响，水流流速大幅降低，平均流速降低在 0.03～0.12m/s 之间，降低率介于 10%～50%之间；锚泊区内年回淤强度介于 1.09～2.68m/a，总回淤量约为 768.0 万 m^3/a；10 年一遇 SE 向波浪作用下回淤强度为 0.47～1.03m。

总体来说，本工程位于典型淤泥质海岸浅滩水域，常年背景含沙量不低，且易受到台风作用，因此预计可有一定的泥沙问题，至于其量级，鉴于台风的统计性和不确定性，亦具有一定随机性。如在台风重现期较大，或作用时间较长的条件下，累加的淤积可能引起阻碍锚泊的风险，因此建议加强极端天气条件下锚泊区内泥沙回淤监测。

总体而言，工程选址与自然资源和生态环境条件是适宜的，不存在潜在的、重大的安全和环境风险。

10.4.3平面布置合理性

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区呈矩形布置，其长边沿瓯飞一期东堤平行布置，长度为 12360m，宽度按单艘甲板驳单锚系泊设计，取 400m，临时锚泊区有效锚泊面积为 494.4 万 m^2（不含边坡），临时锚泊区边线与瓯飞一期东堤堤轴线间留 650m 安全距离，经围堤设计单位复核确认，对东堤整体稳定性没有影响。临时锚泊区的北侧边线界定为洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）南侧 500m 保护线，符合《海底电缆管道保护规定》。临时锚泊区的锚泊船型为 1500 吨开底驳和 3000 吨级甲板驳，按港外锚地进行计算，设计泥面高程-10.20m，现状泥面高程-3.50~-3.80m，疏浚深度 6.40~6.70m，疏浚边坡坡度 1:8，疏浚方量约 4322.46 万 m^3。

因围垦区内回填及围堤施工需要，沿瓯飞一期围垦工程东堤布置有 4 座施工码头，由北向南分别称之为 1～4#东堤施工码头，施工码头回旋水域连通临时锚泊区，每座施工码头至临时锚泊区和瓯飞工程临时主航道间对应布置 4 条连接段航道，同样由北向南分别称之为 1#～4#连接段航道，连接段航道宽度均为 250m，航道等级与锚泊区相对应，满足 3000 吨级甲板驳乘潮通航要求，因沿堤线方向设置了临时候潮锚地，连接段航道利用天然水深乘潮航行，不进行疏浚处理。4 段连接段航道均由布置于-6.00m 等深线附近的瓯飞工程临时主航道航向各个施

工码头，航行方向均为 118°～298°，沿线水深外深内浅，沿线泥面高程为-3.80~-6.60m。

因此，本工程平面布置既考虑了瓯飞一期围垦工程东堤、洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）的安全要求，又考虑了满足瓯飞工程施工船舶临时锚泊和通航等尺度要求，项目平面布置合理。

10.5 环境影响可接受性分析

本工程实施过程产生的污染环境影响主要体现在施工期，包括施工期间产生的废水、废气、噪声及固体废弃物等，在落实本环评中所提出的各项污染防治对策措施的前提上，施工期间各类污染物都能实现达标排放或综合利用，对周边环境产生的影响基本可以接受。

本工程疏浚采用绞吸式挖泥船直接吹填工艺，绞吸工艺能够将挖掘、输送、吹泥作业一次连续完成，可有效减少施工区域船舶的数量，是一种效率高、成本低、工程质量容易控制的施工工艺。根据数模预测结果，疏浚施工对工程海域的水文动力及冲淤环境影响在可承受范围内，疏浚施工会产生部分悬浮物，但随着施工结束，悬浮物影响会随之消失。

本工程实施面临的主要环境风险为施工船舶碰撞溢油事故风险和台风、风暴潮侵袭风险等，故要求建设单位采取相应的风险防范措施和应急预案，以预防和控制环境风险，在此前提上，本工程面临的环境风险是可以接受的。

11 环境管理、环境监理与监测计划

11.1 环境管理计划

11.1.1环境管理目的

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和《企业法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护设计规定》等法规的要求，确定环保管理机构，制定管理程序。

11.1.2环境管理机构

本工程的环境管理机构是当地海洋环境保护行政主管部门，负责核准该工程的环境影响报告书，依据环境影响报告书提出的环境保护方面要求和污染防治对策措施进行监督。

设计单位应将环境影响报告书中提出的环保工程措施落实到设计中；建设单位、海洋环境行政主管部门对环保措施的设计方案进行审查。施工开始后，建设单位应配备环保管理专职人员、负责施工期的环境管理与监督，重点防治海洋生态破坏、施工废水、施工噪声、施工固废等，同时施工单位也应配备环保专职人员，监督、管理环保措施的实施。

11.1.3环境管理内容

（1）生态环境：施工过程对海洋生物的不同程度损伤和海洋生态系统的破坏。

（2）污水：施工船舶生活污水和含油污水造成的污染问题。

（3）固废：施工生活垃圾应妥善收集处置，不能随意抛弃。

（4）海洋生态资源补偿方案及环境保护措施的落实情况。

（5）环境风险事故的防范措施和应急预案。

11.1.4环境管理计划

本工程的环境管理计划包括对项目可行性研究、初步设计、施工实行全过程规划和管理。

（1）可行性研究阶段

在工程可行性研究阶段，建设单位的环境管理工作主要是负责委托环评资质

单位编制本工程的环境影响报告书，并报请当地海洋环境相关行政主管部门核准审批。

（2）初步设计阶段

在初步设计阶段，设计部门应将环境影响报告书中提出的环保措施列入设计和投资概算中，建设单位应对环保措施进行方案审查，及时提出修改意见。

（3）施工、设备招标阶段

在施工和设备招标阶段，建设单位应向承包商提出施工期采购设备的环保要求，并列入招标内容。

建设单位应选择有较高资质，环保管理水平高、环保业绩好的承包商，承包合同中应明确环境保护内容，中标后应编制详细的环保实施方案，并连同施工计划一起呈报项目经理部及有关环保部门，经批准后方可实施。

（4）施工阶段

项目经理部应对施工过程实施强有力的管理，保证按设计要求施工，防止因施工不当导致出现环境问题，同时防止施工过程对环境产生不良影响。

本工程在施工期间应遵守的环保守则如下：

①施工现场必须针对施工作业特点，执行相应的施工操作规程，安全规程，并对施工人员进行教育、培训，严格遵守；

②本工程必须由具备丰富作业经验的单位和施工人员施工，编制操作手册，进行施工人员培训，并严格监督施工质量；

③严格控制施工范围，减少不必要的生态环境破坏；

④施工现场产生的废弃物，要设立收集容器，统一收集；

⑤及时调查、处理施工扰民和污染纠纷；

⑥向当地海洋环境行政主管部门提交施工期的阶段报告。

（5）施工完成阶段

①建设单位（或监理、咨询公司）应对合同中所定的各项环保条款进行完成和实施情况评估，并写出最终评估报告；

②只有在完全履行了包括环保在内的各项条款，并达到了相应的要求后，方可认为完全履行了施工合同。

11.2 环境监理计划

根据浙江省人民政府令第 288 号规定，“可能造成重大环境影响的建设项目，建设单位应当委托具有环境保护设施监理能力的监理单位对建设项目环境保护设施的施工和环境保护措施的落实进行技术监督。”

本工程的疏浚施工期为 14 个月，参加施工的人员较多，如果在较长的施工期间不加强对周边环境的保护，则工程施工建设将会对周边环境产生一定的负面影响，故本环评要求施工期开展环境监理。

环境监理工作需由建设单位委托社会化、专业化的具有相关环境工程监理资质的单位，依据国家环境保护法律法规、主管部门批准的工程项目建设文件中环境保护的内容和签订的建设项目环境监理合同，对本工程实施环境监理，环境监理的主要内容包括：

（1）施工船舶的监理。对施工作业船舶产生的含油污水、生活污水和固体废弃物进行监理，任何船舶污水和垃圾不得排入附近海域，必须收集后集中处理。另外，对施工作业船舶的性能进行监理，减少施工作业过程中的跑冒滴漏。

（2）生态环境监理。掌握施工区的生态环境现状，根据环评报告及其批复的生态保护要求，监督施工过程的生态保护措施，防止生态破坏，并及时采取生态恢复措施。

（3）施工队伍的监理。施工队伍的施工水平直接影响到施工时污染物的产生，因此环境监理人员应对施工队伍进行严格的监理，有效地促使施工单位规范施工，环境污染问题就能得到有效的控制。

（4）环保工程“三同时”监理。按照设计文件和进度安排，监理环保工程建设是否符合“三同时”要求，污染源是否按照设计要求处理排放。

（5）落实必要的施工期环境监测，并为环境监理提供必要的监测数据。保证环评报告提出的其他环保对策措施的有效实施。

（6）协助业主处理施工过程出现的重大环境事故。

（7）定期向环境管理部门及相关人员提交报告。

（8）施工后期的环境监理，主要是由环境监理单位编制工程环境监理报告书。

引入环境监理是保证本工程各项环保措施落实的有效手段，对保证项目建设

与周边环境的有机融合，减少各类污染物对周边环境的污染，都将起到重要作用。

11.3 环境监测计划

11.3.1环境监测目的

（1）检查施工期存在的海洋环境问题，以便及时处理。

（2）检查、跟踪施工过程中各项环保措施的实施情况和效果，掌握环境质量的变化动态。

（3）了解环保工程设施的运行状况，确保环保设施的正常运行。

（4）了解项目有关的环境质量监控实施情况。

（5）为改善项目周边区域环境质量提供技术支持。

11.3.2环境监测计划

为及时了解工程实施对周边环境所产生的影响和危害，以便采取相应的措施，同时验收已采取的环保措施治理效果，结合工程自身特点，确定本工程施工作业时的环境监测内容，具体见表 11.3-1（各个指标的监测均按国家标准监测方法进行）。

表 11.3-1　施工期污染源及环境质量现状监测计划表

序号	类别	监测地点及点位	监测项目	监测频率	经费估算
1	悬浮物	距离工程区 200m、500m、1km、2km 处	SS	施工高峰期连续 3 天，每天测 2 次	2.0 万元
2	海域水质	工程区附近海域设 2~4 个监测点	pH、SS、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd）等	施工高峰期测 1 次 施工结束后 1 次	5.0 万元
3	沉积物		有机碳、石油类、硫化物、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd）等		3.0 万元
4	海域生态		浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物等		6.0 万元
5	冲淤变化	工程区及附近区域	水深、地形变化情况	施工结束后测 1 次	14.0 万元
合计					30.0 万元

本工程的海洋环境监测可委托有海洋环境质量监测资质的单位监测，并要求其提交有效的计量认证跟踪监测分析测试报告。

此外，本工程实施过程中存在发生溢油事故的风险，事故污染监测就是在此类事故发生后，对污染物产生量、扩散范围和方向进行跟踪监测、报警，并对事故后的环境状况进行测报。

12 工程生态用海方案

12.1 岸线利用

自然岸线是海陆长期作用形成的自然海岸形态，具有环境上的稳定性、生态上的多样性和资源上的稀缺性等多重属性。自然岸线一旦遭到破坏，很难恢复和再造，因此，进行海洋工程建设，应尽量不用或少用自然岸线。

本工程临时锚泊区及连接段航道位于瓯飞一期围垦工程堤轴线 650m 以外海域，均不占用岸线资源。

12.2 用海布局合理性

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区呈矩形布置，其长边沿瓯飞一期东堤平行布置，长度为 12360m，宽度按单艘甲板驳单锚系泊设计，取 400m，临时锚泊区有效锚泊面积为 494.4 万 m^2（不含边坡），临时锚泊区边线与瓯飞一期东堤堤轴线间留 650m 安全距离，经围堤设计单位复核确认，对东堤整体稳定性没有影响。临时锚泊区的北侧边线界定为洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）南侧 500m 保护线，符合《海底电缆管道保护规定》。临时锚泊区的锚泊船型为 1500 吨开底驳和 3000 吨级甲板驳，按港外锚地进行计算，设计泥面高程-10.20m，现状泥面高程-3.50~-3.80m，疏浚深度 6.40~6.70m，疏浚边坡坡度 1:8，疏浚方量约 4322.46 万 m^3。

因围垦区内回填及围堤施工需要，沿瓯飞一期围垦工程东堤布置有 4 座施工码头，由北向南分别称之为 1～4#东堤施工码头，施工码头回旋水域连通临时锚泊区，每座施工码头至临时锚泊区和瓯飞工程临时主航道间对应布置 4 条连接段航道，同样由北向南分别称之为 1#～4#连接段航道，连接段航道宽度均为 250m，航道等级与锚泊区相对应，满足 3000 吨级甲板驳乘潮通航要求，因沿堤线方向设置了临时候潮锚地，连接段航道利用天然水深乘潮航行，不进行疏浚处理。4 段连接段航道均由布置于-6.00m 等深线附近的瓯飞工程临时主航道航向各个施工码头，航行方向均为 118°～298°，沿线水深外深内浅，沿线泥面高程为-3.80~-6.60m。

因此，本工程平面布置既考虑了瓯飞一期围垦工程东堤、洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）的安全要求，又考虑了满足瓯飞工程施工船舶临时锚泊和通航等尺度要求，项目平面布局合理。

12.3 污染物排放与控制

施工单位在制定施工计划、安排进度时，应充分考虑到附近海域的环境保护问题，合理安排施工进度。在施工期间施工单位应加强监督管理工作，注意文明施工，尽量减少对底泥的扰动，减少悬浮泥沙对所在海域生态环境的影响。施工产生的船舶生活污水、船舶油污水应收集上岸集中处理，定期检查污染物的排放情况。

12.4 生态修复与补偿

本工程施工期总的生物资源补偿金额为 547.0 万元。其中，疏浚过程导致的底栖生物一次性损失量约为 30.40t，直接经济损失为 73.0 万元；疏浚施工过程产生的悬浮物对鱼卵、仔鱼、成体生物、浮游动物和浮游植物等造成的损失量分别为 1.68×10^7 个、4.20×10^7 尾、84.13t、1462.18t 和 6.36×10^{14} 个，直接经济损失为 474.0 万元。

为了缓解和减轻本工程实施对所在海域生态环境水生生物的不利影响，建议建设单位应投入一定的财力进行海域生态修复。目前，海域生态修复主要措施为红树林种植、增殖放流等。建设单位可与当地相关行政主管部门协商，按照其要求制定相应的海洋生态修复方案，合理安排工程附近海域的生态修复工作，或者可以将补偿金纳入相关行政主管部门专项的海域生态修复资金中，由其统一进行海域生态环境的修复工作。

12.5 跟踪监测及监测能力建设

工程施工期需进行相应的海洋环境跟踪监测，定期委托有监测资质的单位对施工期间施工悬浮物、海水水质、沉积物、海洋生态、冲淤变化等进行监测，并根据跟踪监测结果进一步采取相应的环境保护措施，防止施工过程中发生可能超出预测范围的环境污染事故，具体参考本报告 11.3.2 节。

13 环境影响综合评价结论及对策建议

13.1 工程概况

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区位于瓯飞工程东堤堤轴线外侧 650m，南侧边线至瓯飞工程 2#隔堤，北侧边线至洞头第二回 35kV 海底输电电缆管线（洞头 3771 线）南侧 500m 保护线，4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞一期围垦工程施工临时主航道。

瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程分为两部分，其中临时锚泊区呈矩形布置，长 12360m，宽 400m，按单艘甲板驳单锚系泊设计，有效锚泊面积为 494.4 万 m^2（不含边坡），锚泊区容量 30 艘 3000 吨级甲板驳，适用条件为 7 级风以下锚泊，现状泥面高程-3.50~-3.80m，设计泥面高程-10.20m，需进行疏浚，疏浚总方量约 4322.46 万 m^3；连接段航道共有 4 段，总长 16012m，宽 250m，现状泥面高程-3.80~-6.60m，利用天然水深，不疏浚，可满足 3000 吨级甲板驳双向乘潮通航要求。

本工程疏浚土主要作为瓯飞起步区龙湾二期围涂工程 2~4#围区的吹填料加以综合利用，抛泥区位于本工程西侧约 6km，抛泥区容量为 4437.25 万 m^3，大于本工程疏浚工程量 4322.46 万 m^3，可满足抛泥需求。目前弃土区已形成封闭围区具备纳泥条件，建设时机已紧迫并成熟。

本环境影响报告书评价对象为瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程，疏浚土吹填工程将在纳泥区填海环评中另行评价，不作为本报告评价对象。

本工程总投资为 73605 万元，临时锚泊区疏浚采用 4 艘 3500m^3/h 的绞吸式挖泥船，疏浚工期为 14 个月。

13.2 工程分析结论

本工程污染源强主要产生在施工期，根据工程分析，施工期污染源强汇总见表 13.2-1。

表 13.2-1　施工期污染源强汇总表

类型	污染源	主要污染物	产生量（整个施工期）	产生浓度	排放量（整个施工期）	排放浓度
废水	施工船舶生活污水	废水量	1785t	-	禁排	-
		COD	0.54t	300mg/L	禁排	-
		BOD_5	0.36t	200mg/L	禁排	-
		SS	0.45t	250mg/L	禁排	-
		NH_3-N	0.07t	40mg/L	禁排	-
	施工船舶含油污水	废水量	2368.8t	-	禁排	-
		石油类	26.05t	11000mg/L	禁排	-
	施工悬浮物	SS	1）绞吸式挖泥船疏浚单船源强 7.78kg/s 2）吹填尾水源强 1.53kg/s			
废气	机械废气	SO_2、NO_2 等	定性			
固废	施工船舶生活垃圾	-	21.0t	-	0t	-
	施工船舶作业产生的固废	废油棉布、废毛巾等	1.20t	-	0t	-
噪声	施工船舶	等效声级	离噪声源 5m 处的噪声值为 85dB（A）			

本工程实施所引起的非污染生态环境影响主要体现在以下几个方面：对周边海域水动力及冲淤变化的影响；对周边水质、沉积物及生态环境（含渔业）的影响；对海洋地形地貌环境的影响；对周边环境保护目标和敏感目标的影响。

13.3 环境现状分析与评价结论

13.3.1 水文动力环境现状

1、海流

（1）夏季航次：2016年夏季监测区域潮流为浅海半日潮流。河口区潮差由河口向外海递减，平均潮位递增，涨、落潮历时不等，而瓯飞一期工程东侧海域涨、落潮历时相同。监测海域主要呈现往复流，瓯江南支、瓯飞一期工程东侧及飞云江口涨潮时段主流向为偏NW向，落潮时段为偏SE向；瓯飞一期工程东堤前沿，涨潮时段主流向为偏W向，落潮时段为偏E向。大、小潮期间涨、落潮时段最大流速均发生飞云江口，涨潮时段最大为133cm/s，落潮时段最大为152cm/s。

（2）春季航次：2018年春季监测区域潮汐为正规半日潮类型，潮流为浅海半日潮流。河口区潮差由河口向外海递减，平均潮位递增，河口区落潮历时长于涨潮历时，外部海域涨、落潮历时基本相当。监测海域主要呈现往复流，瓯江南支、瓯飞一期工程东侧及飞云江口涨潮时段主流向为偏NW向，落潮时段为偏SE向；东堤前沿，涨潮时段主流向为偏W向，落潮时段为偏SE向。大、小潮期间涨、落潮时段最大流速均发生在瓯江口南支，涨潮时段最大为116cm/s，落潮时段最

大为151cm/s。

2、潮位

（1）夏季航次：2016年夏季监测区域潮位、潮差由河口向外海呈递减趋势；涨落潮历时方面，龙湾站涨潮历时明显小于落潮历时，铜盘山海域涨落潮历时十分接近；监测海域潮汐属于正规半日潮类型。

（2）春季航次：2018 年春季监测区域潮位、潮差由河口向外海呈递减趋势；涨落潮历时方面，瓯江口站涨潮历时明显小于落潮历时，北麂站涨落潮历时十分接近；监测海域潮汐属于正规半日潮类型。

3、泥沙

2016 年夏季和 2018 年春季两航次，调查海域悬沙浓度总体上存在大潮含沙量大于小潮含沙量，飞云江口和瓯江南支含沙量较高，瓯飞一期工程外侧水域最低。河口区（L1 和 L7），悬沙浓度有增大趋势；瓯飞一期工程外侧（L4 站）悬沙浓度略降低；瓯飞一期工程前沿 L3 站位悬沙浓度变化不显著。

13.3.2 海洋地形地貌与冲淤环境现状

（1）地形、地貌

临时锚泊区现状水下地形高程-3.50~-3.80m，需要疏浚至-10.20m。连接段航道 1~4 区现状水下地形高程-3.80~-6.60m，利用天然水深，不疏浚。

（2）工程区滩涂演变分析

瓯飞一期工程东堤北段（2#断面）：围区内靠近龙湾二期围堤处淤积最严重，海底地形高程变化量在 0~+1.4m 之间，年均变化量 0.14m/a；一期工程东堤内侧呈现冲刷，海底地形高程变化量在-1.5~0m 之间，年均变化量-0.15m/a；一期工程东堤外侧海底地形高程变化量较小，年均变化量-0.07m/a。东堤北段冲淤变化剖面，在小于 2km 的围区范围内，冲淤并存，大于 2km 的东堤外侧以轻度冲刷为主

瓯飞一期工程东堤 2#龙口（3#断面）：围区内整体以淤积为主，靠近龙湾二期围堤处淤积最大，海底地形高程变化量在 0~+1.5m 之间，年均变化量+0.15m/a，此处还存在一个地形急剧变化区，高程急剧变小，海底地形高程变化量在-9~0m 之间。围堤龙口两侧呈冲刷状态，地形变化量-0.3m 左右，距离龙口 1.5~6km 范围内呈淤积状态，外侧变化大。

瓯飞一期工程 2#隔堤（4#断面）：围区内整体淤积量较大，2#隔堤内侧淤积

量大于外侧，海底地形高程变化量在 0~+1.9m 之间，最大+2m 左右，年均变化量+0.19m/a；围堤外侧呈微淤状态，海底地形高程变化量在-0.6~+0.6m 之间，基本冲淤平衡。

瓯飞一期工程东堤南段（5#断面）：围区内整体呈现两端微淤、中间微冲刷的状态，总体冲淤变化不大，其中靠近龙湾二期围堤一端海底地形高程变化量在 0~+1.0m 之间，年均变化量+0.10m/a；外侧海底地形高程变化量在 0~+0.2m 之间，年均变化量+0.02m/a；断面中部海底地形高程变化量在-0.9~+0m 之间，年均变化量+0.09m/a。

13.3.3 海水水质现状

2016 年 5 月（春季），26 个水质调查站位中位于二类水质标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位的 pH、COD、DO、Hg、Cd、Pb、Cu、As、Zn、Cr 等指标均未超标，无机氮、PO_4-P、石油类则均超标，超标率分别为 100%、50%和 46%；位于四类水质标准区的 C16 站位的无机氮和 PO_4-P 均超标，其他指标均满足四类水质标准；位于保留区的 C5 站位，无机氮达到三类水质标准，PO_4-P 达到二类水质标准，其他指标均能达到一类水质标准。

2016 年 11 月（秋季），26 个水质调查站位中位于二类水质标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位的 pH、COD、DO、Hg、Cd、Pb、Cu、As、Zn、Cr 等指标均未超标，无机氮、PO_4-P、石油类则均超标，超标率分别为 100%、100%和 25%；位于四类水质标准区的 C16 站位的无机氮和 PO_4-P 均超标，其他指标均满足四类水质标准；位于保留区的 C5 站位，无机氮和 PO_4-P 均劣于四类水质标准，其他指标均能达到一类水质标准。

13.3.4 海洋沉积物环境质量现状

2016 年 5 月（春季），21 个沉积物调查站位中位于一类标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位除 Cu 超标外（超标率为 58.3%），其余指标均未超标；位于三类标准区的 C16 站位所有指标未超标；位于保留区的 C5 站位，Cu 可达到二类标准，其他指标均能达到一类标准要求。

调查海域所有站位的有机碳、硫化物、石油类、Hg、As、Pb、Cd、Cr、Zn 等指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准，Cu 指标均能达到二类标准要求。

13.3.5 海洋生态环境质量现状

（1）叶绿素 a

2016 年 5 月（春季），调查海域表层海水叶绿素 a 浓度为 0.7~1.6mg/m^3，平均值为 1.11mg/m^3。

2016 年 11 月（秋季），调查海域表层海水叶绿素 a 浓度为 0.3~0.8mg/m^3，平均值为 0.52mg/m^3。

（2）浮游植物

2016 年 5 月（春季），调查海域共鉴定出浮游植物 3 门 40 种，硅藻是主要优势类群。细胞丰度为 0.03~5.32×10^5 个/m^3，均值为 1.06×10^5 个/m^3，主要优势种有夜光藻、三角角藻、虹彩圆筛藻、琼氏圆筛藻和透明根管藻等。浮游植物多样性指数（*H'*）为 0.81~2.63，均值为 1.89；均匀度（*J'*）为 0.38~0.96，均值为 0.74；丰富度（*d*）为 0.08~0.53，均值为 0.33。

2016 年 11 月（秋季），调查海域共鉴定出浮游植物 4 门 52 种，硅藻是主要优势类群。细胞丰度为 0.18~6.53×10^5 个/m^3，均值为 1.87×10^5 个/m^3，主要优势种有虹彩圆筛藻、中肋骨条藻、琼氏圆筛藻、苏里圆筛藻、布氏双尾藻和佛氏海毛藻等。浮游植物多样性指数（*H'*）为 0.44~3.20，均值为 2.37；均匀度（*J'*）为 0.39~0.92，均值为 0.76；丰富度（*d*）为 0.06~0.83，均值为 0.48。

（3）浮游动物

2016 年 5 月（春季），调查海域共鉴定出浮游动物 46 种（含浮游幼虫（体）和仔鱼）。浮游动物丰度为 2.22~945.02 个/m^3，均值为 102.89 个/m^3；生物量为 1.11~9866.67mg/m^3，均值为 642.93mg/m^3。主要优势种有大西洋五角水母、指突水母和百陶箭虫等。浮游动物生物多样性指数（*H'*）为 0.51~3.33，均值为 2.03，种类丰富度指数（*d*）为 0.30~2.50，均值为 1.32，均匀度指数（*J'*）为 0.27~1.00，均值为 0.73。

2016 年 11 月（秋季），调查海域共鉴定出浮游动物 44 种。浮游动物丰度为 2.60~170.37 个/m^3，均值为 43.63 个/m^3；生物量为 2.6~121.21mg/m^3，均值为 32.89mg/m^3。主要优势种有背针胸刺水蚤、磷虾幼体、亚强次真哲水蚤、百陶箭虫、球型侧腕水母和精致真刺水蚤等。浮游动物生物多样性指数（*H'*）为 1.57~3.34，均值为 2.65，种类丰富度指数（*d*）为 0.81~3.45，均值为 1.91，均匀度指数（*J'*）为 0.69~1.00，均值为 0.85。

（4）底栖生物

2016 年 5 月（春季），调查海域共鉴定出鉴定出底栖生物 70 种。生物量为 0.1~31.50g/m^2，均值为 8.73g/m^2；栖息密度为 10~1070 个/m^2，均值为 242 个/m^2。主要优势种有薄云母蛤、中蚓虫属和似蛰虫等。底栖生物生物多样性指数（*H´*）为 1.00~4.11，均值为 2.52；均匀度指数（*J'*）为 0.52~1.00，均值为 0.87；物种丰富度指数（*d*）为 0.23~2.53，均值为 1.11。

2016 年 11 月（秋季），调查海域共鉴定出底栖生物 59 种。生物量为 0.2~13.2g/m^2，均值为 2.86g/m^2；平均栖息密度为 40~1160 个/m^2，均值为 395 个/m^2。主要优势种有中蚓虫属、寡鳃齿吻沙蚕和钩毛虫属等。底栖生物生物多样性指数（*H´*）为 0.81~3.09，均值为 2.12；均匀度指数（*J'*）为 0.48~1，均值为 0.75；物种丰富度指数（*d*）为 0.17~2.20，均值为 0.97。

（5）潮间带生物

2016 年 5 月（春季），调查海域共鉴定出潮间带生物 113 种，隶属于 109 个大类。栖息密度在 108~10472 个/m^2，平均 3875 个/m^2；生物量在 3.3~3467.45g/m^2，平均 662.50g/m^2。潮间带生物多样性指数（*H´*）在 0.97~3.29，均值为 1.65；均匀度指数（*J'*）在 0.19~0.76，均值为 0.35；物种丰富度指数（*d*）在 1.74~3.17，均值为 2.29。

2016 年 11 月（秋季），调查海域共鉴定出潮间带生物 71 种，隶属于 8 个大类。栖息密度在 40~7784 个/m^2，平均 1487 个/m^2；生物量在 13.72~2967.00g/m^2，平均 764.54g/m^2。潮间带生物多样性指数（*H´*）在 1.94~3.23，均值为 2.63；均匀度指数（*J'*）在 0.42~0.81，均值为 0.64；物种丰富度指数（*d*）在 1.07~2.02，均值为 1.55。

13.3.6 海洋渔业资源现状

（1）鱼卵、仔鱼

2017 年春季，调查海域 30 个站位共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 9 种。平均鱼卵丰度 0.91ind/m^3，出现频率 16.7%；平均仔稚鱼丰度 1.82 ind/m^3，出现频率 32.5%。

2017 年秋季，调查海域 30 个站位共鉴定出仔稚鱼 4 种，未鉴定到鱼卵。平均鱼卵丰度 0ind/m^3，出现频率 0%；平均仔稚鱼丰度 0.056ind/m^3，出现频率 10%。

（2）游泳动物

2017 年春季调查所获的渔获物，经分析共鉴定出生物种类 59 种。渔业资源尾数密度分布在 0.59~84.73（10^3ind/km^2）之间，平均值为 22.08（10^3ind/km^2）；渔业资源重量密度分布在 7.77kg/km^2~667.04kg/km^2 之间，平均值为 151.19kg/km^2。

2017 年秋季调查所获的拖网渔获物，经分析共鉴定出生物种类 61 种。渔业资源尾数密度分布在 9.97~131.84（10^3ind/km^2）之间，平均值为 53.82（10^3ind/km^2）；渔业资源重量密度分布在 69.41kg/km^2~1360.76kg/km^2 之间，平均值为 414.41kg/km^2。

13.3.7 海洋生物质量现状

2017 年春、秋两季，调查海域鱼类和甲壳类生物体内除 As 超标外，其他检测因子 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、石油烃均能达到《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中的推荐标准。

13.3.8 海洋渔业生产现状

2017 年龙湾区海洋捕捞产量 491t，海洋捕捞产出 1517 万元。

13.3.9填充物质理化特性现状

2016 年 6 月 25~27 日在龙湾二期 2#围区（本工程疏浚土抛泥区）及瓯飞一期围垦区附近海域（本工程疏浚区附近海域）共布设了 6 个沉积物柱状样调查站位，分析和评价了填充物质的相关理化特性，结果表明，本次疏浚区附近疏浚土填充物质中的材质、气味、单块体质量、相对密度、硫化物、石油类、有机碳 、重金属（Cu、Cr、Cd、Pb、Zn、Hg、As）、有机氯农药(六六六、滴滴涕)、多氯联苯、大肠菌群、γ 辐射剂量率等各项理化特性均符合《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）一类填充物质要求，能够用于填海造地。

13.4 环境影响预测综合分析与评价结论

13.4.1 水文动力及冲淤环境影响分析结论

（1）工程所在大范围海域潮流运动受岛屿岸线及深槽地形控制，基本上呈往复运动。涨潮时，外海涨潮流呈 NW 方向汇聚，一部分汇入乐清湾，一部分通过瓯江南口和北口汇入瓯江，另一部分流向飞云江。落潮流运动与涨潮流基本相反。工程实施后，流态发生改变的区域集中在工程区附近水域，大范围水域水

流流态没有变化。

（2）工程实施后，对周围海域水沙影响不大，以水流流速变化 0.01m/s 为基准，北侧影响至温州浅滩南促淤堤，西侧影响至瓯飞一期工程东堤，东侧影响至瓯飞工程临时航道，南侧影响距离约为 2.6km。

（3）工程局部水域基本为 ESE～WNW 向的往复流。受“瓯飞一期”东堤影响，涨潮流于东堤附近水域分流，分别流向瓯江和瓯飞一期西侧浅滩水域，落潮基本为其反过程。工程实施后，锚泊区附近水域流向略有偏转，流速略有变化。

（4）工程实施后，临时锚泊区内平均流速减小了 0.03～0.12m/s，最大流速减小了 0.16～0.39m/s。连接段航道内水流流速有增有减，在 0.10m/s 以内。

（5）工程实施后，连接段航道横流不大，均在 0.50m/s 以内。

（6）工程实施后，临时锚泊区内年回淤强度介于 1.09～2.68m/a，总回淤量约为 768.0 万 m^3/a。10 年一遇 SE 向大浪作用下回淤强度介于 0.47～1.03m。

（7）工程实施后，2#～3#连接段航道略有冲刷；4#连接段航道局部略有淤积；1#连接段航道有所淤积，淤积厚度介于 0.02~0.30m/a。

（8）工程实施后，锚泊区北侧围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m/a。

（9）如在台风重现期较大，或作用时间较长的条件下，累加的淤积可能引起阻碍锚泊的风险，因此建议加强极端天气条件下锚泊区内泥沙回淤监测。

13.4.2 水质环境影响分析结论

（1）施工悬浮泥沙扩散影响预测与评价

根据悬沙输移模型预测结果可知，本工程悬浮泥沙扩散主要由疏浚引起，吹填尾水排放引起周边海域悬浮泥沙扩散范围很小，可忽略。悬浮泥沙扩散影响范围主要集中在工程附近局部小范围内，除距离工程较近的瓯飞和瓯江口农渔业区外，其余敏感点均未受到影响。施工期引起的悬沙浓度超过 150mg/L 的面积为 9.6km^2，超过 100mg/L 的面积为 16.8km^2，超过 50mg/L 的面积为 50.6km^2，超过 20mg/L 的面积为 87.6km^2，超过 10mg/L 的面积为 119.4km^2。

（2）施工期其他污、废水影响分析结论

海上作业船只施工作业产生的生活污水收集后，上岸委托有资质单位进行处置，不得擅自排放入海；施工船舶含油污水进行铅封管理，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，不外排；在此基础上，本工程的实施对附近海域水质环境的影响是可以接受的。

13.4.3 海洋沉积物环境影响分析结论

根据本报告 5.4 节的分析，2016 年 5 月（春季），位于一类标准区的 C1~C4、C6~C15、C17～C26 站位除 Cu 超标外（超标率为 58.3%），其余指标均未超标；位于三类标准区的 C16 站位所有指标未超标；位于保留区的 C5 站位，Cu 可达到二类标准，其他指标均能达到一类标准要求。调查海域所有站位的有机碳、硫化物、石油类、Hg、As、Pb、Cd、Cr、Zn 等指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准，Cu 指标均能达到二类标准要求。龙湾二期围涂工程填海造地后主要发展工业与城镇建设用海，填充物质可按《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的二类标准执行。

对于疏浚区经疏浚后，底层泥沙将替代表层泥沙，形成新的海洋沉积物环境。

13.4.4 海洋生态环境（包括生物资源）影响分析结论

（1）对底栖生物的影响分析

本工程疏浚过程导致的底栖生物一次性损失量约为 30.40t，其中疏浚区域内的损失量约为 28.68t，扰动范围内的损失量约为 1.72t。

（2）对浮游生物和渔业资源的影响分析

施工过程产生的悬浮物对鱼卵、仔鱼、成体生物、浮游动物和浮游植物等造成的损失量分别为 1.68×10^7 个、4.20×10^7 尾、84.13t、1462.18t 和 6.36×10^{14} 个。

（3）施工废水排放对生态环境的影响分析

本工程施工期施工船舶生活污水收集后，上岸委托有资质单位进行处置，不得擅自排放入海；施工船舶含油污水收集至岸上，委托有资质的单位接收处理，禁止含油污水排放入海，在此前提下，上述施工废水排放对周边海洋生态环境影响不大。

（4）施工噪声对生态环境的影响分析

类比同类工程，本项目疏浚施工过程将使水下噪声级提高 10～20dB，但由于总的水下噪声级背景并不是很高，而且声波在传播过程中随距离的增加成反平方规律衰减，因此对生态环境的影响有限。

13.4.5 大气环境影响分析结论

本工程施工过程产生的废气主要为施工船舶使用的柴油机排放的少量燃油废气，主要污染物为 SO_2、NO_2 等。该废气的排放量较小，排放形式为无组织排

放，且废气污染源具有间歇性和流动性，同时施工现场均在海上，有利于空气扩散，因此施工过程中施工船舶柴油机排放的燃油废气对周边大气影响不大。

13.4.6 声环境影响分析结论

施工噪声主要为施工船舶产生的噪声，由于疏浚施工远离居民点，故施工船舶噪声对居民生活影响较小，且施工结束影响消失。

13.4.7 固废影响分析结论

本工程施工期生活垃圾主要为船上施工人员产生的生活垃圾。整个施工期施工人员的生活垃圾产生量约为 21.0t，应集中收集上岸，由环卫部门定时清运，统一处理，则施工人员产生的生活垃圾对周围环境影响不大。

施工船舶产生的固废主要包括船舶作业过程中产生的废油棉布、废毛巾等，产生量约为 1.20t。施工船舶产生的固废须按当地海事部门的要求，定期排放至岸上或水上移动接收设施，并委托有资质的专业处理单位接收处理，禁止随意丢弃入海，故施工船舶产生的固废对周边环境影响不大。

13.4.8 对环境敏感目标的影响分析结论

（1）对瓯飞一期围垦工程的影响分析

海堤：本工程临时锚泊区与瓯飞一期围垦工程东堤平行布置，距离东堤轴线约 650m，2#隔堤堤轴线约 700m，北堤堤轴线约 3.5km，疏浚土通过管道跨越东堤至龙湾二期围区内进行吹填。本工程与上述 3 条海堤的距离均在管理和保护范围之外，符合相关规范要求。根据设计单位对堤身稳定的计算结果显示，东堤完建期和运行期外坡整体稳定最危险圆弧滑动面出口位于堤轴线以外约 100m，本工程临时锚泊疏浚区边线距离东堤堤轴线 650m，不影响堤坝的稳定。此外，根据泥沙冲淤数模预测结果表明，工程实施一年后临时锚泊区北侧瓯飞一期围垦区近岸略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m，幅度较小，对海堤安全影响也较小。

水闸：本工程临时锚泊疏浚区与瓯飞一期围垦工程东 1#闸的距离为 650m，北 1#闸和北 2#闸距离分别为 4.5km 和 4.3km，本工程疏浚边坡与上述 3 个水闸的距离均满足保护范围要求。此外，根据泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后上述 3 个水闸前沿均略有冲刷，冲深介于 0.02~0.36m，幅度较小，影响不大。

东堤施工码头：因围垦区内回填及围堤施工需要，沿瓯飞一期围垦工程东堤布置有 4 座施工码头，由北向南分别称之为 1～4#东堤施工码头，施工码头回旋

水域连通本工程临时锚泊区。根据泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后上述1~3#施工码头后方围垦区近岸略有冲刷，冲深介于0.02~0.36m，4#施工码头后方围垦区近岸则没有冲淤影响；施工码头前沿回旋水域与本工程临时锚泊区相通，则会产生一定程度的淤积，幅度介于1.09～2.68m，因沿堤线方向设置了临时候潮锚地，可利用临时锚泊区维护性疏浚定期维护。

本工程疏浚区域仅为临时锚泊区，疏浚时采用4艘绞吸式挖泥船，且分2个阶段实施，每阶段采用2艘绞吸式挖泥船，南北两头布置，疏浚施工对上述4个施工码头船舶正常进出影响也不大。

（2）对瓯江南口进港航道的影响分析

瓯江南口进港航道位于本工程疏浚区北面约3.0km，根据泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后瓯江南口进港航道近工程区域段略有淤积，淤积厚度介于0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

本工程疏浚区域仅为临时锚泊区，疏浚时采用4艘绞吸式挖泥船，绞吸船施工时接管道输送疏浚土至吹填区，船舶及管道占用水域距离瓯江南口进港航道较远，不会影响该航道过往船舶的进出。

（3）对瓯飞一期围垦工程施工临时主航道的影响分析

本工程 4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞一期围垦工程施工临时主航道，根据泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后瓯飞一期围垦工程施工临时主航道北段近工程区域段略有淤积，淤积厚度介于0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

本工程疏浚区域仅为临时锚泊区，疏浚时采用4艘绞吸式挖泥船，绞吸船施工时接管道输送疏浚土至吹填区，船舶及管道占用水域距离瓯飞一期围垦工程施工临时主航道较远，不会影响该航道过往船舶的进出。

（4）对洞头第二回35kV海底输电电缆管线的影响分析

本工程在设计时已考虑与北侧洞头第二回35kV海底输电电缆管线留有安全距离，临时锚泊区的北侧边线界定为洞头第二回35kV海底输电电缆管线（洞头3771线）南侧500m保护线，符合《海底电缆管道保护规定》。

根据泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后洞头第二回35kV海底输电电缆管线埋设区域近工程区西段靠近瓯飞一期围垦区近岸略有冲刷，冲深介于0.02~0.36m；东段则略有淤积，淤积厚度介于0.02~0.10m。而洞头第二回35KV

海底输电电缆管线（洞头 3771 线）埋深 2.0m，因与瓯飞一期工程交叉，2014 年与瓯飞一期工程签订了迁建合同。2015 年 6 月温州市电力局将电缆线架高处理。因此，本工程实施对该海底电缆管线影响不大。

（5）对丽水 36-1 海底管线的影响分析

丽水 36-1 海底管线位于本工程区北面约 3.5km，距离较远，符合《海底电缆管道保护规定》。丽水 36-1 海底管线埋深为 2.0m，根据泥沙冲淤数模预测结果，工程实施一年后丽水 36-1 海底管线近工程区域段略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

（6）对浅滩二期南促淤堤的影响分析

浅滩二期南促淤堤位于本工程疏浚区北面约 4.0km，根据泥沙冲淤数模预测结果，南促淤堤中段前沿略有淤积，淤积厚度介于 0.02~0.10m，幅度较小，影响不大。

13.5 环境风险分析与评价结论

本工程的实施主要面临的环境风险为施工船舶溢油风险和台风、风暴潮灾害风险等，故要求建设单位采取相应的风险防范措施和应急预案，以预防和控制环境风险。

13.6 清洁生产和总量控制结论

本工程疏浚过程产生的悬浮物是本工程施工对附近海域环境产生污染影响的主要因素之一，建设单位从疏浚设备的选型、疏浚工艺优化控制、疏浚作业季节及周期、疏浚作业管控等方面采取清洁生产措施后，对环境的影响较小，疏浚设备及生产工艺水平基本符合清洁生产要求。

本工程的建设，各类污染物仅产生在施工期，不需要进行总量控制。

13.7 海洋生态资源补偿及环境保护对策措施分析结论

本工程的海洋生态资源补偿及环境保护对策措施汇总见表 13.7-1。

表 13.7-1　海洋生态资源补偿及环境保护对策措施汇总表

项目	生态资源补偿及环境保护对策措施	具体内容	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
一、海洋生态和生物资源保护	生态资源补偿费用547.0万元	红树林栽种及增殖放流	需补偿的生物损失量为：底栖30.40t、鱼卵1.68×10^7个、仔鱼4.20×10^7尾、成体生物84.13t	按照相关主管部门要求，按时完成生态修复的品种、数量	由市、县两级相关部门根据实际情况安排实施时间和地点	建设单位负责组织落实，可委托专业单位完成
二、废水污染防治	船舶含油污水和生活污水收集处理	收集上岸后交由资质单位集中处理	油水分离器或油盘、贮存装置若干	集中处理，不外排	施工同步建设	
三、环境风险防控	事故应急	应急设施和预案	环境风险应急预案	预防和处理施工船舶溢油风险及台风、风暴潮灾害等	与施工同步建设	
四、其他环境保护对策措施	固废收集处置	垃圾收集和处置	垃圾桶若干	集中处置，不外排	与施工同步建设	

13.8 工程生态用海方案结论

工程生态用海方案主要从岸线利用、用海布局合理性、污染物排放与控制、生态修复与补偿、跟踪监测及监测能力建设等5个方面开展工程生态用海建设，以尽可能地减少工程实施对海洋资源和海洋生态系统的影响，修复受损生境，提升生态效果。

13.9 环境经济损益分析结论

本工程的环保总投资约为637.0万元，占工程总投资（73605万元）的0.87%，其中海洋生态资源补偿费用约为547.0万元。

本工程的实施将会对瓯飞一期围垦工程的开发建设带来多方面的社会经济环境影响，从长远角度来看，其有利影响远大于不利影响，但在工程建设过程中，会对海洋生态、沉积物、水质等环境造成不利影响，必须采取各种措施加以防范和缓解，以便实现工程建设的经济效益、社会效益与环境效益的统一。

13.10 区域规划和政策符合性结论

作为保障瓯飞一期围垦工程顺利实施的临时性配套工程，在切实执行本报告提出的各项环保措施的前提下，瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施与浙江省海洋功能区划中“瓯飞农渔业区”（代码 A1-24）、温州市海洋功能区划中“瓯飞捕捞区”（代码 A1-24-5）的海域使用管理要求及海洋环境

保护要求都是相符的。其建设也符合《浙江海洋经济发展示范区规划（2010-2020）》、《浙江省海洋主体功能区规划》、《浙江省海洋生态红线划定方案》、《浙江省海岸线保护与利用规划（2016-2020 年）》、《温州市海洋环境保护规划（2016-2020 年）》、《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划》、《温州港瓯江港区控制性详细规划》和《温州港航道与锚地专项规划》等相关规划的要求。

13.11 建设项目环境可行性结论

综上所述，瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程的实施有利于保障瓯飞工程的施工进度及施工作业水域具有良好的通航环境，尽量减少海上石料运输对现有航道的影响，促进瓯飞一期整体工程的顺利实施，推动当地海洋经济发展，具有较好的社会、经济和环境效益，符合海洋功能区划及其他相关规划，疏浚土作为填海材料，属于综合利用。施工工艺基本符合清洁生产要求，疏浚对海洋生态和环境的影响是短期的，在建设单位切实落实本报告所提出的各项海洋环境保护及海洋生态资源补偿措施的前提下，从海洋环境保护角度考虑，本工程的实施是可行的。

14 引用资料及附件

14.1 引用资料

[1]《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程工程可行性研究报告兼项目建议书（报批稿）》，温州海湾水运工程咨询设计有限公司，2017 年 5 月；

[2]《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程（一阶段）初步设计》，浙江鸿海工程勘察设计有限公司，2018 年 10 月；

[3]《2016 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划水动力监测及工程对水动力影响分析评价报告》，国家海洋局东海预报中心，2017 年 6 月；

[4]《2017 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海一期工程（北片）水动力监测分析评价报告》，国家海洋局东海预报中心，2018 年 8 月；

[5]《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划一期工程冲淤分析报告》，浙江省第一测绘院，2016 年 10 月；

[6]《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及航道疏浚工程水深地形测量图（1:2000）》，郑州中核岩土工程有限公司，2016 年 7 月；

[7]《温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划一期工程海洋环境影响后评价报告》，国家海洋局温州海洋环境监测中心站，2017 年 5 月；

[8]《2016 年温州市瓯飞淤涨型高涂围垦养殖用海规划实施海域使用动态监视监测报告（修订稿）》，国家海洋局温州海洋环境监测中心站，2017 年 6 月；

[9]《温州市瓯江口海域 2017 年春季环境生态调查报告》，国家海洋局第二海洋研究所，2018 年 4 月；

[10]《温州市瓯江口海域 2017 年秋季环境生态调查报告》，国家海洋局第二海洋研究所，2018 年 4 月；

[11]《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程潮流泥沙数学模型专题报告》，交通运输部天津水运工程科学研究所，2017 年 12 月；

[12]《瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程施工期悬浮物和溢油扩散数学模型研究报告》，交通运输部天津水运工程科学研究所，2019 年 2 月。

14.2 附件

（1）附件 1　海洋工程建设项目环境影响评价审批登记表

（2）附件 2　项目立项文件

附件 1　海洋工程建设项目环境影响评价审批登记表

填表单位（盖章）：浙江潽海环境科技有限公司　　填表人（签字）：　　项目经办人（签字）：

<table>
<tr><td rowspan="7">建设项目</td><td>项目名称</td><td colspan="3">瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程</td><td>建设地点</td><td colspan="3">瓯飞一期围垦工程东堤堤轴线 650m 以外海域</td></tr>
<tr><td>建设内容及规模</td><td colspan="3">疏浚面积 494.4 公顷，疏浚量 4322.46 万 m^3</td><td>建设性质</td><td colspan="3">■新 建　□改 建　□扩建</td></tr>
<tr><td>行业类别</td><td colspan="3">疏浚工程</td><td>环境保护管理类别</td><td colspan="3">■编制报告书 □编制报告表 □填报登记表</td></tr>
<tr><td>总投资（万元）</td><td colspan="3">73605</td><td>环保投资（万元）</td><td>637.0</td><td>所占比例（%）</td><td>0.87</td></tr>
<tr><td>立项部门</td><td colspan="3">温州经济技术开发区经济发展局</td><td>批准文号</td><td>温开经〔2017〕129 号</td><td>立项时间</td><td>2017.6</td></tr>
<tr><td>报告书审批部门</td><td colspan="3"></td><td>批准文号</td><td></td><td>批准时间</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">建设单位</td><td>单位名称</td><td>温州市瓯飞经济开发投资有限公司</td><td>联系电话</td><td>0577-55878996</td><td rowspan="3">评价单位</td><td>单位名称</td><td>浙江潽海环境科技有限公司</td><td>联系电话</td><td>0571-87358763</td></tr>
<tr><td>通讯地址</td><td>温州龙湾区滨海空港新区
金海二道瓯飞工程基地</td><td>邮政编码</td><td>325000</td><td>通讯地址</td><td>杭州市西湖区文三路 398 号</td><td>邮政编码</td><td>310012</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>金海胜</td><td>联系人</td><td>林勇</td><td>证书编号</td><td></td><td>评价经费</td><td></td></tr>
<tr><td>海洋工程类别</td><td colspan="9">□ 围填海、海上环境工程 □人工岛、海上和海底物资储基设施、跨海桥梁、海底隧道工程 □ 海底管道、海底电（光）缆工程 □大型海水养殖场、人工鱼礁工程 □盐田、海水淡化等海水综合利用工程 □ 海上娱乐及运动、景观开发工程 □围海筑坝、防波堤、导流坝、建闸等工程 ■ 不属国家核准的其他向海一侧海洋工程建设项目</td></tr>
<tr><td rowspan="10">环境影响评价工作方案 □有 ■无</td><td>规划、区划相符性</td><td colspan="8">■有
□无 ■区域规划 ■海洋功能区划 □海洋环保规划 □产业发展与行业规划 ■与其他规划相符性</td></tr>
<tr><td rowspan="2">区域环境特点</td><td colspan="8">□涉及国家海洋权益、国防安全 □涉及无人岛开发利用 □涉及围填海 ■处于河口海湾</td></tr>
<tr><td colspan="8">■生态环境敏感区 □亚生态环境敏感区 □非生态环境敏感区</td></tr>
<tr><td>评价工作等级</td><td colspan="8">水文动力 1 级 海水水质环境 1 级 海洋沉积物环境 2 级 海洋生态环境 1 级 海洋地形地貌与冲淤环境 1 级</td></tr>
<tr><td>环境敏感目标</td><td colspan="8">□ 渔业资源区 □ 海水养殖区 □ 珍稀濒危物种分布区</td></tr>
<tr><td>海洋环境保护目标</td><td colspan="8">□ 海洋自然保护区 □ 海水增养殖区 □ 海洋生物产卵场与索饵场 □ 海水利用区 □ 河口与滨海湿地 □ 风景旅游区 □ 红树林、珊瑚礁</td></tr>
<tr><td>陆域环境保护目标</td><td colspan="8">□ 居民区 □ 学校 □ 文物 □ 风景区 □ 水源区和生态敏感点</td></tr>
<tr><td>其他评价内容</td><td colspan="8">□ 放射性 □ 电磁辐射 □ 热污染 ■ 大气 ■ 噪声 ■ 固废 □ 自然保护区 □ 景观 □ 人文遗迹</td></tr>
<tr><td rowspan="3">污染控制</td><td colspan="8">污染物排放种类、数量、地点、方式：1）施工期船舶生活污水、含油污水集中收集，上岸处理，禁排； 2）施工期固废排放量 0t；3）施工噪声 85dB（A）。</td></tr>
<tr><td colspan="8">总量控制建议值：不需要进行总量控制</td></tr>
<tr><td colspan="8">“三同时”的具体内容和具体措施：1）海洋生态资源补偿费用 547.0 万元；2）施工船舶含油污水、生活污水、生活垃圾等收集上岸后交由资质单位进行集中处理；3）施工固废回收利用或由专业单位统一处理；5）制定环境风险防范措施和应急预案。</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="8">1、 生物资源 （ □保护 □ 恢复 □ 替代 ■ 补偿）方案 2、 ■ 环境管理与监测计划 3、 海洋环境投入以生态资源补偿费用 547.0 万元计</td></tr>
</table>

附件 2　项目立项文件

温州经济技术开发区经济发展局文件

温开经〔2017〕129 号

关于瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程项目建议书兼可行性研究报告的批　复

温州市瓯飞经济开发投资有限公司:

你单位关于瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程项目建议书兼可行性研究报告的有关申请材料收悉，经研究，同意该项目建议书兼可行性研究报告，现就有关内容批复如下:

一、项目名称：瓯飞一期围垦工程临时锚泊区及连接段航道疏浚工程

二、项目地址：临时锚泊区位于瓯飞工程东堤堤轴线外侧

750m，南侧边线至瓯飞工程 2#隔堤，北侧边线至东头第二回 35KV 输电电缆 500m 保护线。4 条连接段航道连接临时锚泊区和瓯飞主航道。

三、建设规模：临时锚泊区呈矩形布置，长 12360m，宽度 400m，按单艘甲板驳单锚系泊设计，有限锚泊面积为 494.4m^2，设计水深 -6.7m。连接航道共计 16012m，疏浚总方量约 4322.46 万 m^3。

四、投资估算：73605 万元，其中工程费 65078 万元，其他费用 5068 万元，预留费 4910 万元，资金自筹解决。

特此批复。

温州经济技术开发区经济发展局

2017 年 6 月 1 日

抄送：开发区各有关局（室）。

温州经济技术开发区经济发展局　　2017 年 6 月 1 日印发