



建设项目环境影响报告表

(公示版)

项目名称： 瑞安北龙山陆岛交通码头工程

建设单位： 瑞安市交通运输局

编制日期：2019年1月

浙江东天虹环保工程有限公司

目 录

1、建设项目基本情况.....	1
2、建设项目所在地自然环境社会环境简况	10
3、环境质量状况.....	34
4、评价适用标准.....	38
5、建设项目工程分析.....	44
6、项目主要污染物产生及预计排放情况	52
7、环境影响分析.....	54
8、建设项目拟采取的防治措施及预期治理效果	71
9、专题（海洋环境影响分析）	74
10、专题（溢油风险影响分析）	91
11、结论与建议	113

1、建设项目基本情况

项目名称	瑞安北龙山陆岛交通码头工程				
建设单位	瑞安市交通运输局				
法人代表	蔡金良	联系人	陈工		
通讯地址	温州市瑞安市万松东路 2 号				
联系电话	13506633329	传真	—	邮政编码	325200
建设地点	瑞安市北龙岛北侧，地理坐标为:北纬27°40'13"，东经120°58'32"。				
立项审批部门	浙江省交通运输厅		批准文号	浙交复[2018]14 号	
建设性质	新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		行业类别及代码	G553 水上运输辅助活动	
占海面积(平方米)	/		绿化面积(平方米)	/	
总投资(万元)	3762.71	其中：环保投资(万元)	30	环保投资占总投资比例	0.8%
评价经费(万元)	—	预期投产日期	2020.8		

1.1 工程内容及规模

1.1.1 项目由来

瑞安市北龙岛(山)位于瑞安市境东南部,距市区约 24 海里。北龙乡本岛北龙山面积 0.5 平方公里,山峰海拔 203.5 米。全乡总面积 8.30 平方千米,人口约 2100 人,在渔汛时节,则有附近到本海域捕鱼,人口比平时增加约 500 人,以捕捞、贝类采集等为主要产业。北龙乡共设立 6 个行政村,主岛北龙山是北龙乡政府和大岙农业村、大岙渔业村所在地。2011 年,北龙乡并入东山街道。

北龙岛地处海外孤岛,对外交通只能以船代步,出行较为不便。目前北龙岛仅有一座破损严重的交通码头,该码头建于上世纪 90 年代,原为货运码头,后转变功能,现承担陆岛客运码头功能,靠泊瑞安往返北龙客运航线的“北龙海马”客船,每天 1 班次。由于码头自建成至今已有近 30 年,年久失修,码头破损严重,存在较大的安全隐患。

浙江省综合交通建设已经进入了“十三五”阶段,60 多年来铁路、公路、水路、机场、管道等交通基础设施飞速发展,建设成果日新月异、有目共睹,而有常住居民的海岛地区受条件限制难以直接受益于综合交通,反而受制于交通基础设施不足。随着社会经济的发

展，人民群众生活水平的提高和安全意识的增强，海岛居民出行难已成为区域经济协同发展和社会公平的短板问题，本着以人为本的原则，必须加强岛屿水上交通建设，本工程已列入交通运输部《综合交通运输“十三五”发展规划》、《温州市综合交通运输“十三五”发展规划》、《瑞安市综合交通运输“十三五”发展规划》各级综合交通运输“十三五”发展规划内。因此，尽快解决北龙岛对外交通，消除安全隐患，促进海岛经济发展，建设北龙山陆岛交通码头已刻不容缓。

待新码头建成后，原老码头后续作为渔民渔船靠泊使用或者废弃，不予拆除，若最终废弃不用则将码头隔离。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》（主席令第 77 号）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）及《建设项目环境保护分类管理名录》（环境保护部令第 33 号）的有关规定，该项目需编制环境影响报告表。为此，瑞安市交通运输局委托本单位承担该项目的环评工作。本单位在资料收集、分析、研究和现场踏勘、调查的基础上，依据国家环境保护部颁发的《环境影响评价技术导则》等有关技术规范的要求，通过对相关资料的调研、整理、计算、分析，编制了该项目的环境影响报告表（送审稿）。2019 年 1 月温州市环境保护设计科学研究院组织专家对报告进行了评审（专家评审意见详见附件 3），我单位根据评审意见对报告表的内容进行了修改、完善，最终编制了本项目的环境影响报告表报批稿（修改清单详见附件 4），供环保部门审查审批。

1.1.2 项目建设内容

1、项目名称

瑞安北龙山陆岛交通码头工程

2、建设性质

新建

3、建设地点

北龙岛北侧，地理坐标为：北纬 27°40'13"，东经 120°58'32"。地理位置见图 1.1-1。

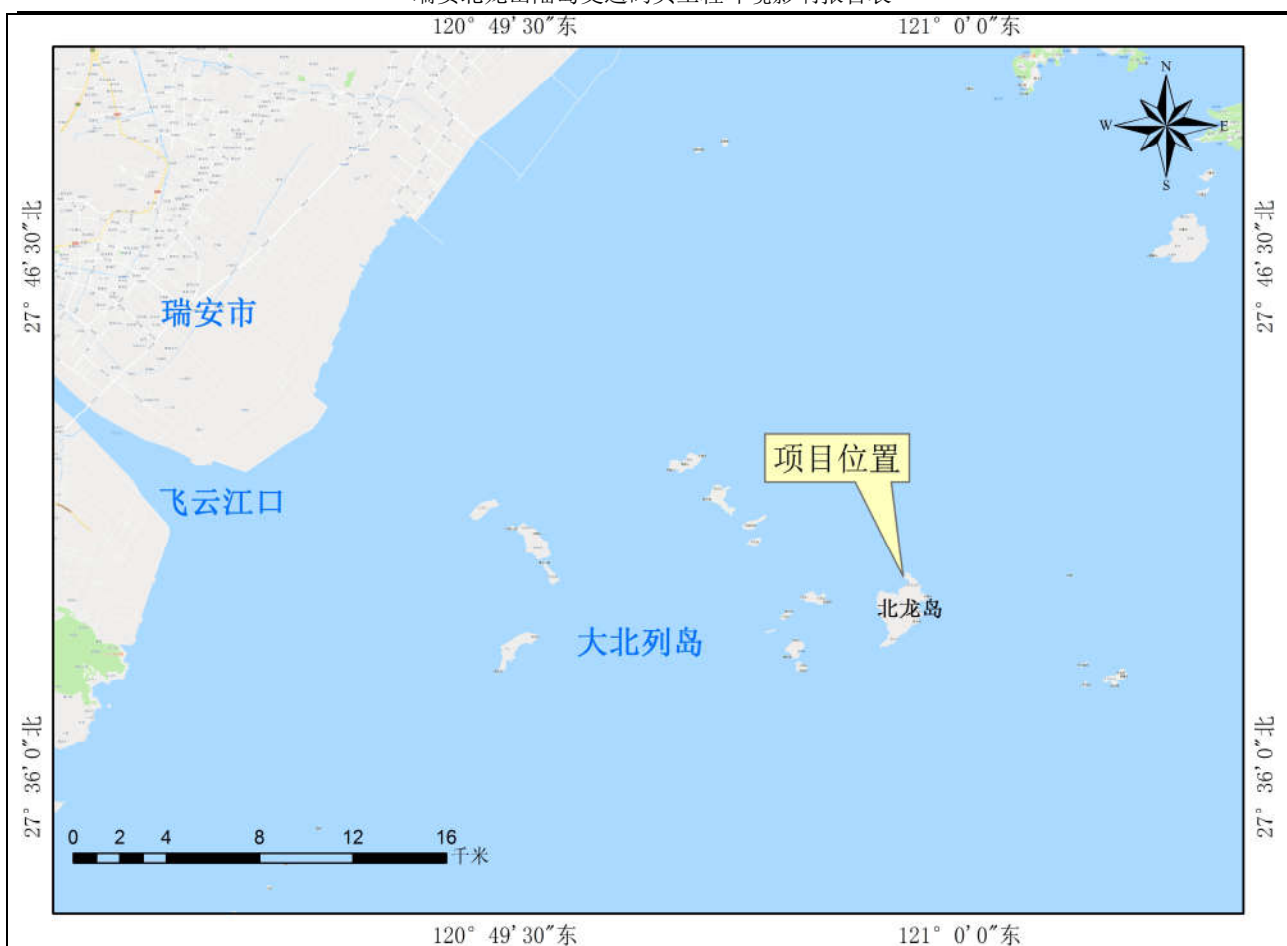


图 1.1-1 项目地理位置示意图

4、建设规模及内容

本工程建设规模为新建陆岛交通码头一座，布置 1 个 500 总吨级客运泊位；后方设相应的集散场地 1886m²，新建码头中心（候船室）1 座，建筑面积 1000.24m²，办公楼 1 座，建筑面积 246.67m²。年设计陆岛交通量 50000 人次。

工程总投资额 3762.71 万元。

1.1.3 设计方案

1、总平面布置

(1) 码头总平面布置

本方案位于瑞安市北龙岛原交通码头北侧约 30m 处，采用引桥式码头型式，码头方位角 55°~235°，前沿泥面高程在-7.0m~-9.0m（85 国家高程，下同）之间。码头平台长 65m，宽 12m，顶面高程为 5.00m。平台前沿布置 3m 宽台阶供旅客上下。考虑到东南风较大时，船舶在码头前沿靠泊时会出现船尾无法靠拢情况，在码头后沿布置系靠船设施，作为辅助泊位靠泊使用。码头北端通过一座 28m×8m 引桥与后方陆域连接，引桥与码头夹角约 140°，顶面高程 5.00m~5.50m。

码头前沿设计泥面高程-4.90m，前沿停泊水域宽 17m，回旋水域直径为 98m。

码头平面布置图见附图 2。

(2) 陆域总平面

码头后方现有陆域 636m²，在海侧布置约 1250m² 透空式平台，形成陆域面积约 1886m²，后方陆域设计高程 5.50m。后方陆域东侧布置办公楼，建筑面积为 246.67m²，在引桥根部临海侧（西侧）布置码头中心（候船室），建筑面积为 1000.24m²，办公楼和码头中心通过连廊连通，连廊下净空 4.5m，北侧布置停车场，面积约 66m²；中间布置集散广场，面积约 465m²。

2、设计船型主要尺度

根据业主提供的船型资料，适当预留陆岛交通发展空间，本工程设计船型见表 1.1-1。即项目营运期只有 1 艘客船，表中船舶分别是现状船舶（北龙海马客船）和远期将启用的船舶（设计船型船舶）。

表 1.1-1 工程船型尺度表

船名	船舶类型	总长 (m)	船宽 (m)	型深 (m)	满载吃水 (m)	备注
300 总吨级客船	普通客船	39	7.6	3.2	1.8	北龙海马客船
300 总吨级客船	普通客船	49	8.5	3.25	1.8	设计船型

3、陆岛交通及装卸工艺

本工程年设计陆岛交通量 50000 人次，码头船舶采用侧靠方式，旅客通过阶梯上、下码头。

工艺流程如下：客船←→码头阶梯←→码头平台←→引桥←→码头中心（候船室）←→集散广场←→港外。

码头货运量仅为岛上居民日常生活物资，货运量较小，由居民携带运输。

4、水工结构

(1) 码头平台

码头平台尺度为 65m×12m，码头顶面高程 5.0m，采用桩基半重力式结构，基础采用 30 根 Φ1200 嵌岩灌注桩，横向间距 4.2m，纵向间距 7m，桩基进入中风化花岗岩 2.4m。桩基上部现浇 2m 厚的墩台，墩台四周砌筑一圈浆砌条石挡墙，挡墙内填充灌砌块石，上部现浇面层结构。码头前沿、后沿均设置 1 座阶梯供人员上下，码头前沿设置橡胶护舷、系船柱等设施，以满足码头靠泊要求。

(2) 引桥

引桥尺度为 28m×8m，引桥面高程 5.00m~5.50m，采用桩基半重力式结构，基础采用 10 根 Φ1200 嵌岩灌注桩，桩基进入中风化花岗岩 3.6m。桩基上部现浇 2m 厚的墩台，墩台四周砌筑一圈浆砌块石挡墙，挡墙内侧填充灌砌块石，上部现浇面层结构。

(3) 后方架空平台

后方架空平台面积约为 1250m²，顶面高程 5.5m，采用高桩无梁板式结构。基础采用 57 根 Φ800 嵌岩灌注桩，桩基纵、横向间距均为 5.0m，桩基进入中风化花岗岩 1.6m 以上。桩基上部为现浇桩帽、现浇面板结构。在平台海侧设置挡浪墙，挡浪墙顶高程为 6.70m。

码头断面图见附图 3。

工程主要技术经济指标见表 1.1-2。

表 1.1-2 主要技术经济指标表

序号	项目名称		单位	数量	备注	
1	500 总吨级泊位		个	1	陆岛交通	
2	使用岸线长度		m	42		
3	年设计陆岛交通量		人次	50000		
4	年设计通过能力		人次	82770		
5	设计水位	设计高水位	m	2.84	85 国家高程	
		设计低水位		-2.55		
6	设计高程	交通码头面顶高程	m	5.00		
		前沿设计底高程		-4.90		
7	码头平台尺寸		m×m	65×12		半重力式结构
8	引桥尺寸		m×m	28×8		
9	集散场地		m ²	1886		
10	后方架空平台		m ²	1250		
11	码头中心（候船室）		m ²	1000.24	建筑面积	
12	办公楼		m ²	246.67	建筑面积	
13	建设工期		月	18		
14	投资概算		万元	3762.71	推荐方案	

1.1.4 劳动定员和生产天数

根据《港口码头劳动定员标准》(JT/T331-1996)，码头配备 10 名工作人员，实行单班制工作，年工作时间为 320 天。码头夜间不运营，场内不设员工食堂，不设宿舍。

1.1.5 配套工程及辅助设施

1、辅助建筑物

本工程的生产及辅助建筑物为码头中心和办公楼，码头中心建筑面积 1000.24m²，为两层框架结构，一层布置有候船厅、安检设施、厕所等，二层布置有休息用房应急设施储藏

室等功能用房；办公室建筑面积 246.67m²，为两层框架结构，一楼布置售票大厅、便利店等，二层布置办公室以及会议室。一层的层高均为 4.50m，二层为 3.6m。室内外高差为 0.30m。

2、供电及照明

北龙岛供电依靠岛上发电机组供电，本项目用电可接入岛上供电管网。

本工程配电电压等级为 380V/220V，低压动力供电电压等级均为 380V，照明供电电压等级为 380V/220V，供电频率为 50Hz。

本工程不设变电所，在近陆域的栈桥根部设一户外配电箱，提供照明电源。码头配备 1 只配电箱，防护等级 IP65。

3、给排水

给水工程：北龙岛上设有水库蓄水，本项目所有建筑物的生产、生活及消防用水均可接自岛上供水管网，接入管管径 DN100，引入点水压 $P \geq 0.25\text{MPa}$ 。

排水工程：根据当地要求排水采用雨、污水分流制，雨水经组织就近排入附近海域；码头室外绿地下设一体化污水处理设施，生活污水经处理设施处理达标后，泵送用于北龙岛农村农业灌溉。

4、消防

本工程所有建筑内按规范设置 14 只 MF/ABC4 磷酸铵盐干粉灭火器，放置于消防柜内。码头面设置两处 SS100/65 型室外消火栓。建筑物室内消火栓系统采用一个区供水，栓口动压大于 0.5Mpa 的消火栓采用稳压消火栓。设两套消防泵，一用一备。

1.1.6 施工条件

(1) 对外交通

本码头工程位于海岛，码头后方陆域施工场地较狭窄。岛上已有简易道路已通至施工现场，大型设备、建筑材料须由水路运输。

(2) 场地条件

码头后方陆域施工场地较大，仅需对场地进行清理形成施工场地。

(3) 给排水条件

北龙岛上设有水库蓄水，本项目所有建筑物的生产、生活及消防用水均可接自岛上供水管网，能够满足本项目建设的用水要求。

(4) 电源和供电条件

北龙岛供电依靠岛上发电机组供电，本项目用电可接入岛上供电网络。

(5) 电信条件

岛上已有完善的通信网络，现有的通信设施可连网接入，岛上通信可按规划设计要求进行建设。

(6) 气象条件

根据水文气象资料，本地区因气象、风浪等原因影响水上施工的天数不多，一般天气均能进行水上施工及构件安装，但需注意台风的预报。

(7) 建筑材料供应

本工程砂、石料可由当地解决，通过水路或公路运入，其质量和数量均能满足港区工程建设需要，钢材、木材、水泥等可在当地市场采购。

(8) 施工队伍

本工程水工结构为半重力式结构，预制和现浇砼方量较大，嵌岩桩数量较多，施工单位必须具备很强的桩基施工和水上作业能力。目前国内有多家大型施工企业拥有这些条件，并具备相当丰富的施工经验。

1.1.7 施工方案

本工程施工前需做施工准备，设临时施工场地，然后同时进行码头、引桥、架空平台、码头中心、办公楼等工程，待工程完工后进行验收。工程总体施工原则按由岸侧向海侧、由下到上进行。

各项工程具体施工工艺见第 5.1.1 节内容。

1.1.8 施工布置

本工程施工临时设施主要包括生活设施和生产设施。生活设施主要是员工宿舍、食堂等设施；生产设施主要是办公室、材料堆存和加工场地、构件预制场地、砼搅拌站、试块养护和试验室等设施。可利用集散广场用地平整后作施工临时场地及布置施工所需的临时设施。办公生活场所直接利用岛上原有房屋。

1.1.9 施工总进度

本工程施工总工期为 18 个月，约 500 天。工程施工进度计划见表 1.1-3。

表 1.1-3 施工总进度计划表

类别	工程项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	施工准备	—																	
2	嵌岩灌注桩施工		—	—	—	—	—	—	—										
3	现浇墩台							—	—	—	—	—							
4	浆砌条石挡土墙												—	—	—				
5	灌砌块石回填														—	—	—		
7	现浇砼面层															—	—	—	
8	安装辅助设施																	—	—
9	交工验收																		—

1.1.10 施工人数及施工机械设备

本工程高峰人数为 30 人/日。主要施工机械设备见表 1.1-4。

表 1.1-4 主要施工机械设备表

序号	名称	型号	单位	数量	备注
1	混凝土搅拌站	不小于 40m ³ /h	台	1	
2	混凝土泵		台	2	
3	起重船	40t	艘	1	
4	方驳	1000t	艘	1	起重船安装 辅助设备
5	拖轮		艘	1	
6	抛锚驳		艘	1	
7	钻孔式灌注桩机	/	台	2	
8	运驳	500 吨	艘	1	
9	工程船	500 吨	艘	1	

1.1.11 周边环境概况

本项目位于瑞安市北龙岛西南，南侧为原老码头与护岸，后方设有鱼粉厂、废弃民宅、山体等。项目周边环境概况见附图 7，周围环境照片见附图 8。

1.2 与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.2.1 原老交通码头概况

北龙岛地处海外孤岛，对外交通只能以船代步，出行较为不便。目前北龙岛仅有一座破损严重的交通码头，该码头建于上世纪 90 年代，原为货运码头，后转变功能，现承担陆岛客运码头功能，靠泊瑞安往返北龙客运航线的“北龙海马”客船，每天 1 班次。由于码头自建成至今已有近 30 年，年久失修，码头破损严重，存在较大的安全隐患。

1.2.2 主要污染源及防治措施

老交通码头较为简易，客船每天 1 班次，码头管理人员仅在客船靠泊和离港时出面管理，不产生生活污水和生活垃圾。故现有交通码头主要污染源为船舶噪声、船舶机舱含油污水和船舶生活垃圾。

1、船舶噪声

“北龙海马”客船在进出码头时会产生噪声，不属于连续性噪声源，且船只位于海上，噪声经衰减后对周边环境影响较小。

2、船舶机舱含油污水

根据交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》：对港口水域范围内航行、作业的船舶的排污设备实行铅封管理，待船舶到达大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理。

3、船舶生活垃圾

“北龙海马”客船将产生生活垃圾，主要为游客和船员产生的塑料瓶、果皮等，产生量约 0.5t，待船舶到达大陆侧码头后纳入客运码头固废收集中心收集处理。

1.2.3 主要环境问题及整改要求

根据主要污染源及防治措施的分析，现有码头不存在环境问题，无需整改。本工程在原交通码头北侧新建一座陆岛交通码头，原码头产生的污染源也将消失，码头工作人员产生的新污染源纳入本工程污染源。

2、建设项目所在地自然环境社会环境简况

2.1 自然环境简况

2.1.1 项目地理位置

瑞安市位于浙江省东南沿海，是长三角经济区和厦漳泉三角地区的连接地带。东濒东海，南邻平阳县，西接文成县和青田县，北靠温州市瓯海区和龙湾区，东北隔海与洞头县相望，素有“东南小邹鲁”之称。陆域总面积约 1360 平方公里，海域面积 3060 平方公里，海岸线长 21 公里。

北龙岛位于瑞安市境东南部，属于大北列岛，距市区约 24 海里。瑞安北龙山陆岛交通码头位于北龙岛北侧，地理坐标为：北纬 27°40'13"，东经 120°58'32"。项目地理位置见图 1.1-1。

2.1.2 工程区地质条件

本报告参照浙江山川有色勘察设计有限公司 2017 年 8 月编制的《瑞安市北龙陆岛交通码头工程岩土工程勘察报告》。本次勘察点位置见图 2.1-1。地质剖面图见图 2.1-2~2.1-4。

本场地地基土从上至下可依次分为②1、②2、④3、⑤1、⑤3、⑩3 层，现将各地基土层的时代成因及主要特征自上而下描述如下：

②1 淤泥 (mQ²4):

灰、灰黄色，流塑状，高压缩性，主要由粘粉粒组成 含少量有贝壳碎屑及粉砂，局部粉砂含量较高，呈团块，切面光滑，有光泽，土层均匀性好。该层仅 Z1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6 孔分布，层厚 5.10~6.30m，顶板标高-8.30~-4.00m。

②2 淤泥 (mQ²4):

灰色，流塑状，高压缩性，主要由粘粉粒组成 含少量有贝壳碎屑及粉砂，切面光滑，有光泽，土层均匀性好。该层仅 Z1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6 孔分布，层厚 5.10~10.00m，顶板埋深 5.10~6.30m，平均埋深 5.68m；顶板标高-14.60~-9.10m。

④3 中砂(alQ²⁻²3):

灰黄色，松散~稍密状，稍湿~湿，低压缩性，主要由粗砂、粉细砂及粉粘粒组成，对所取土样经颗粒分析，粒径大于 2mm 含量占 3~4%，粒径大于 0.05mm 含量占 4~23%，粒径大于 0.25mm 含量占 51-88%，粒径大于 0.075mm 含量占 5-17%，粒径小于 0.075mm 含量占 3-11%，一般砾径 2~20mm，少数可达 30~50mm，质地坚硬，磨圆度较好，多呈亚圆状，颗粒母岩成份为石英、长石及云母组成，骨架颗粒交错排列，大部分接触，颗粒间由少量粘粉粒和砂充填，分选性较差，胶结较差，土质均匀性较差。该层仅 Z11、Z12 孔有分布，层厚 1.90~6.80m，顶板标高 2.62~3.54m。实测标贯试验 N=7.0~12.0 击/30cm，平均击数

8.8 击/30cm。

⑤3 粗砂(alQ²⁻²3):

灰黄色，稍密状，饱和，低压缩性，主要由砾砂、粗砂、粉细砂及粉粘粒组成，对所取土样经颗粒分析，粒径大于 2mm 含量占 12~28%，粒径大于 0.05mm 含量占 39~55%，粒径大于 0.25mm 含量占 12-26%，粒径大于 0.075mm 含量占 5-17%，粒径小于 0.075mm 含量占 5-14%，一般砾径 2~20mm，少数可达 60~90mm，质地坚硬，磨圆度较好，多呈亚圆状，颗粒母岩成份为石英、长石及云母组成，骨架颗粒交错排列，大部分接触，颗粒间由少量粘粉粒和砂充填，分选性较差，胶结较差，土质均匀性较差。该层仅 Z1、Z2、Z3、Z4、Z5、Z6、Z7 孔有分布，层厚 1.50~6.50m，顶板标高-23.00~-2.60。实测标贯试验 N=10.0~13.0 击/30cm，平均击数 12.0 击/30cm。

⑥1 粉质粘土(al-lQ²⁻¹3):

灰黄色，硬可塑状，中压缩性，以粘粉粒为主，含少量铁锰质氧化斑点及粉细砂，土层均匀性较好。该层仅 Z2、Z3 孔分布，层厚 5.10~5.70m，顶板埋深 19.10~21.60m，顶板标高-29.10~-27.40m。实测标贯试验 N=12.0~15.0 击/30cm，平均击数 13.0 击/30cm。

⑥3 粗砂(al-mQ²⁻¹3):

灰黄色，稍密状，饱和，低压缩性，主要由砾砂、粗砂、粉细砂及粉粘粒组成，对所取土样经颗粒分析，粒径大于 2mm 含量占 5~24%，粒径大于 0.05mm 含量占 36~57%，粒径大于 0.25mm 含量占 10-22%，粒径大于 0.075mm 含量占 7-12%，粒径小于 0.075mm 含量占 8-18%，一般砾径 2~20mm，少数可达 60~90mm，质地坚硬，磨圆度较好，多呈亚圆状，颗粒母岩成份为石英、长石及云母组成，骨架颗粒交错排列，大部分接触，颗粒间由少量粘粉粒和砂充填，分选性较差，胶结较差，土质均匀性较差。该层仅 Z1、Z3、Z4、Z6、Z10、Z11 孔分布，层厚 1.50~8.00m，顶板埋深 0.00~24.20m，顶板标高-32.50~-1.10m。实测标贯试验 N=10.0~14.0 击/30cm，平均击数 12.8 击/30cm。

⑩2 强风化花岗岩 (k1p):

灰黄、棕红色，较硬，岩石风化强烈，裂隙很发育，裂隙面附有黑色铁锰质氧化物，岩石完整性差，岩芯呈砾砂状，少数呈碎块状，断面粗糙，敲击声嘶哑，易碎，水循环钻进进尺较快，岩石结构大部分破坏，均匀性较差。该层仅 Z1、Z2、Z4、Z6、Z7 分布，层厚 0.60~3.20m，顶板埋深 1.50~29.90m，顶板标高-37.10~-4.10m。动探试验修正击数 N63.5=15.0~30.0 击，平均击数 18.7 击/10cm。

⑩3 中风化花岗岩 (k1p):

棕红色，坚硬状，中粒镶嵌显晶质结构，块状~碎裂构造，岩石风化程度中等，节理裂隙发育一般，矿物仅沿裂隙有轻微蚀变，有 2~3 组节理裂隙发育，间距 0.3~1.2m，结构面结合程度一般或差，岩体完整程度为较完整~较破碎，岩芯呈短柱状或长柱状，顶部局部碎块状，节长 5~30cm 不等，最长可达 40cm，磨面光滑，敲击声清脆，岩石成份以长石、石英为主，含少量云母，粒径 1~5mm 不等，含量占 10~25%，岩石单轴饱和抗压强度标准值为 22.06Mpa，属较软岩，岩块强度受裂隙发育程度控制，强度变化较大，岩体基本质量等级为IV级。本次勘察时未发现洞穴、临空面及软弱岩体。该层全场均有揭示，最大揭示厚度 9.30m，顶板埋深 0.00~31.70m，顶板标高-40.00~3.66m。

1、工程地质评价

拟建场地未发现有暗塘、滑坡、泥石流、地震震陷、液化土、洞穴、岩石破碎带等影响工程稳定性的不利埋藏物及不良地质作用，场地浅部地基土中无液化土层存在。场地稳定性类别为稳定性差，场地工程建设适宜性为适宜性差。

拟建场地位于海边，受海浪及海蚀作用较大，局部存在水下礁石，对施工影响有一定影响，建议施工前进一步核实水下礁石的分布情况及对施工设计的影响。

工程桩型应选择嵌岩钻孔灌注桩，⑩3 中风化花岗岩，学强度极高，虽其顶面起伏较大，但分布稳定，控制厚度大，为本场地理想的桩基础持力层。

2、地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本场地地震动峰值加速度分区为 0.05g 区；相当于地震基本烈度为VI度区。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）4.1.6 条规定，判定场地类别为III类，场地属抗震不利地段，场地设计特征周期为 0.45s。

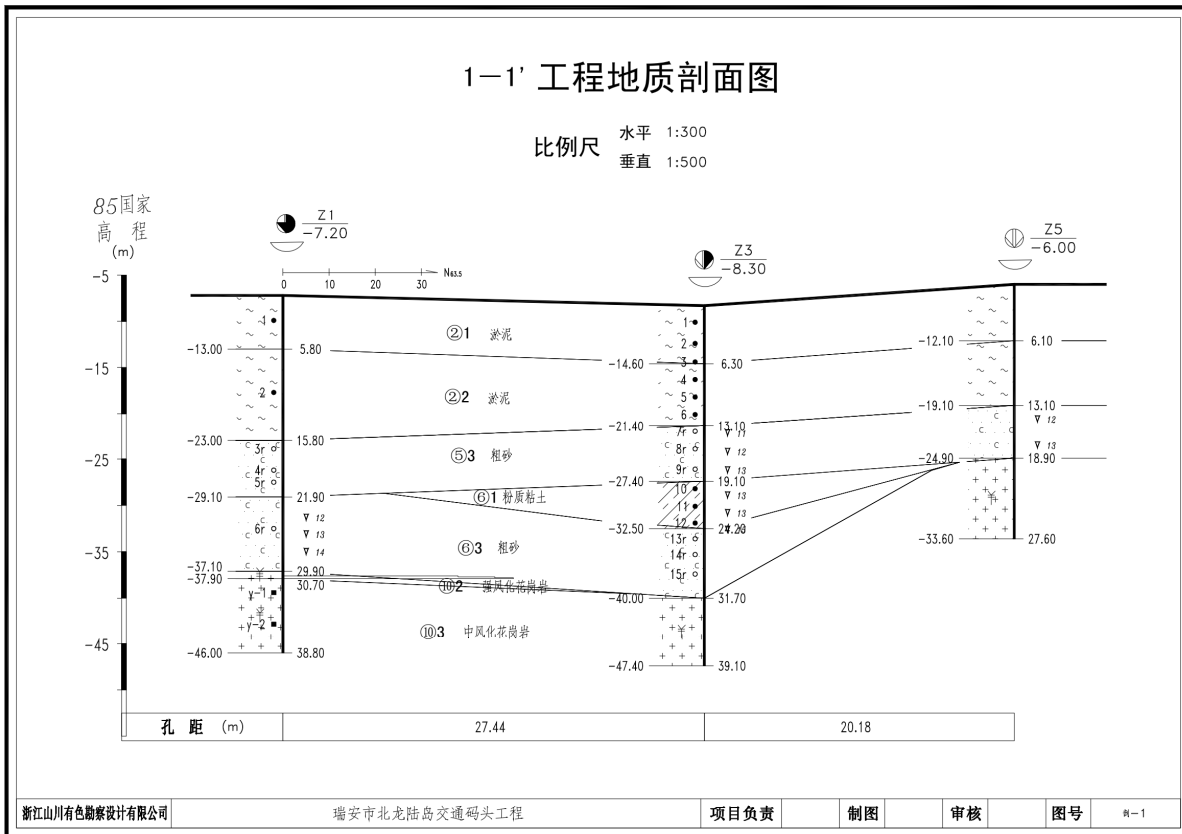


图 2.1-2 拟建码头工程地质剖面图 1-1

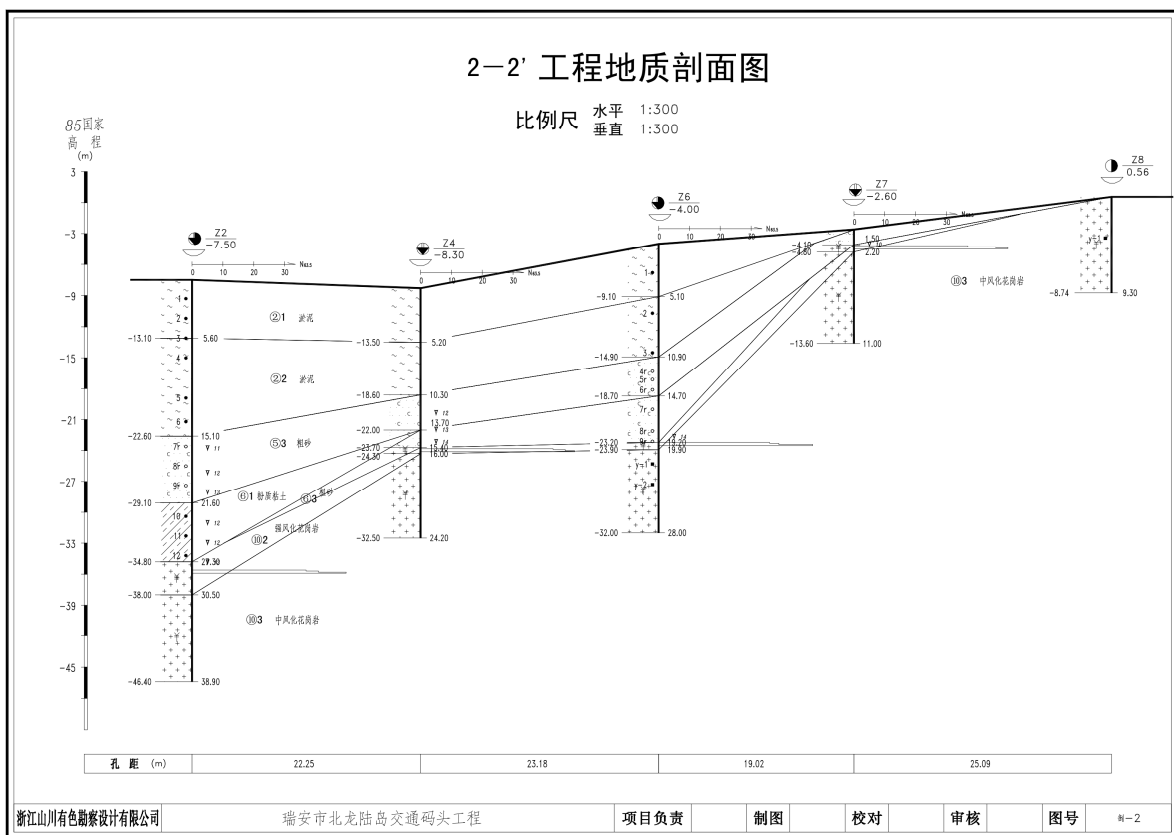


图 2.1-3 拟建码头工程地质剖面图 2-2

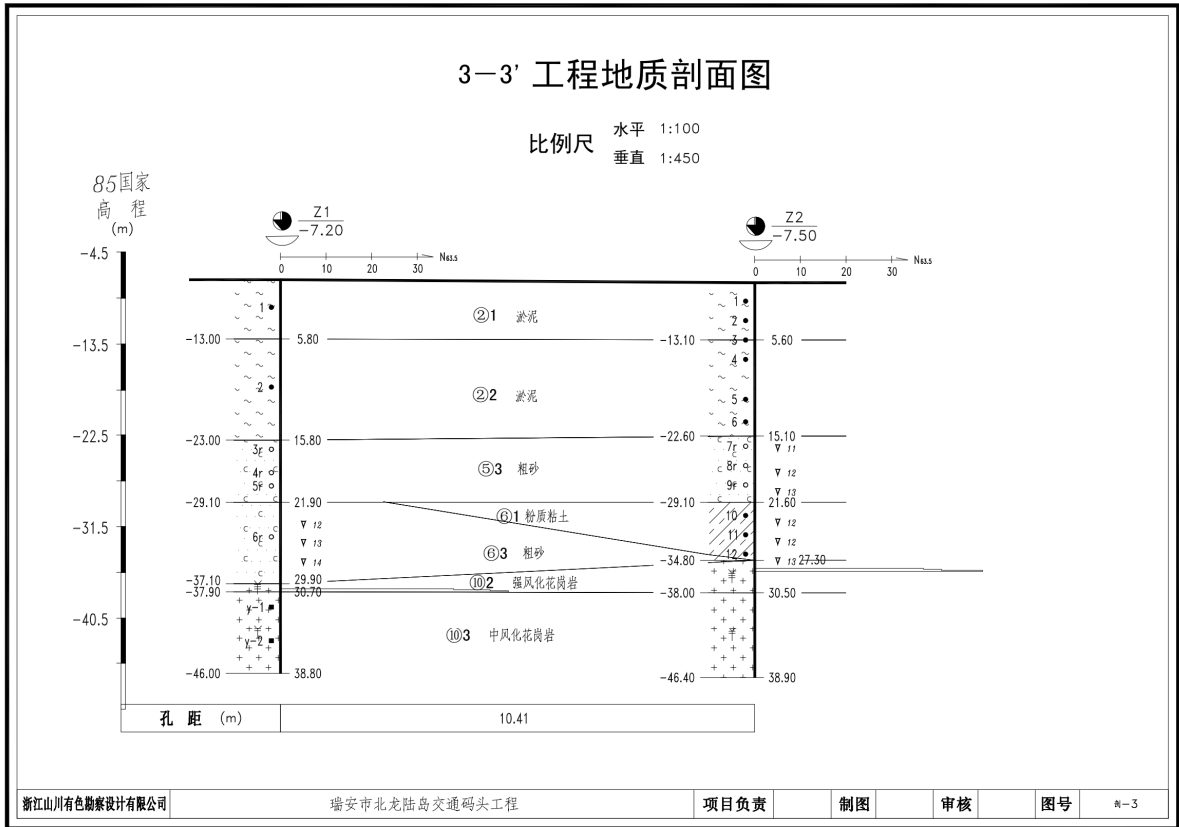


图 2.1-4 拟建码头工程地质横剖面 3-3

表 2.1-1 地基土物理力学指标设计参数表

层序号	土层名称	天然含水量	天然重度	天然孔隙比	塑性指数	液性指数	压缩系数	压缩模量	固结快剪		三轴 UU		变形模量	地基土承载力特征值	钻孔灌注桩	
		w	g	e	Ip	IL	a1-2	Es0.1~0.2	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角			桩周土摩擦力极限标准值	桩端土承载力极限标准值
		%	kN/m3	—	—	—	(MPa)-1	Mpa	kpa	度	kpa	度			Mpa	kPa
②1	淤泥	61.6	16.0	1.746	22.6	1.45	1.45	1.91	9.8	7.4	7.8	0.7		50	8	
②2	淤泥	63.8	15.8	1.802	23.2	1.43	1.56	1.84	9.2	7.1	6.1	0.5		50	8	
④3	中砂			0.9	13.8	66.4	11.5	7.4					15	150	28	
⑤3	粗砂			19.4	45.0	16.3	10.0	9.3					18	230	40	1300
⑥1	粉质粘土	25.9	19.2	0.754	14.7	0.36	0.30	5.95	37.9	14.4				200	36	1100
⑥3	粗砂			18.0	47.2	15.2	8.8	10.7					20	240	42	1500
⑩2	强风化凝灰岩													500	100	3000
⑩3	中风化凝灰岩													2000	160	5000

2.1.3 气象特征

瑞安市属亚热带海洋性季风气候。根据瑞安气象站多年实测资料统计，本地区气象特征如下：

1、气温

多年平均气温 17.9℃

多年极端最高气温 38.7℃

多年极端最低气温 -4.3℃

多年最高月平均气温 28.0℃（7 月）

多年最低月平均气温 7.9℃（1 月）

2、降水

年最大降水量 2132.2mm

多年平均降水量 1599.1mm

日最大降水量 249.5mm

多年日最大降水量 $\geq 25\text{mm}$ 的天数 15.8 天

降水量集中在 5~9 月份，占全年的 55%。

3、风况

本区常风向为 NE，频率为 23.1%，其次为 N 向，频率为 11.8%，NW~SW 向风出现的频率很小（其中 NW 向、SW 向风出现频率相当，分别为 2.5%、2.8%，W 向出现频率最低仅占 1%）。强风向为 SSE 向，实测最大风速为 43m/s，其次为 NNE 向。

4、雾况

据瑞安气象站资料，本区多年平均雾日数 37 天，最小雾日数 8 天。全年从 1-5 月为雾季，8-9 月极少出现雾日。

5、相对湿度

受海洋性气候影响，本区平均湿度较大，年平均相对湿度为 82%，6 月值梅雨季节，相对湿度最高，12 月气候干燥，相对湿度为最小。

6、雷暴

受海洋性气候影响，本区平均湿度较大，年平均相对湿度为 82%，6 月值梅雨季节，相对湿度最高，12 月气候干燥，相对湿度为最小。

7、热带气旋

热带气旋是本区夏秋季节最主要的气象灾害。根据温州气象台最近五十年观测资料统

计，影响本地区的热带气旋平均每年 2.5 次。主要集中在 7~9 月份，约占总次数的 84%，其中尤以 8 月份最多，约占总次数的 39%。热带气旋对本地区的影响一般持续时间为 2 天。

对工程区有影响的热带气旋，按其路径大致可分为 3 类：

(1) 福州以南登陆

这类热带气旋通俗被称为南登陆台风。近 20 年间共出现 35 个，占有影响总数的 51%。该类台风影响本地区的特点是风力一般在 10 级或以下，过程雨量也不大，但如果台风登陆后北上或转向东北而行，本地区在其台风倒槽影响下，会出现暴雨天气。其过程雨量 $\geq 100\text{mm}$ 的台风共出现 8 次，占该类总数的 23%；过程雨量 $\geq 200\text{mm}$ 的台风只出现 2 次。由于该类台风风速相对不是很大，对本地区而言，主要是这类台风有时会带来大暴雨，造成洪涝灾害。如 2005 年 5 号台风影响，过程雨量达 243mm，日最大降水量达 146mm。

(2) 福州至台州之间登陆

这类热带气旋通俗被称为正面袭击台风。近 20 年间这类台风共出现 17 个，占有影响台风总数的 25%，其中对温州地区有严重影响的有 14 个，占该类的 82%。这类台风影响的特点是风狂、雨大、浪高、潮暴。这是给本地区造成灾害最严重的一类台风。如：

2013 年 23 号台风“菲特”，在福建省福鼎市沙埕镇沿海地区登陆，南麂岛实测最大 10min 平均风速 50.7m/s，苍南县石砰站实测最大 10min 平均风速达 59.7m/s、极大风速 76.1m/s，温州全市面平均降雨量 251mm，单站雨量大于 400 毫米的水文测站有 35 个。

2006 年 08 号台风“桑美”，路径与 201323 号台风相似，在浙江省苍南马站镇登陆，而登陆风力高达 17 级，在苍南霞关和福鼎合掌岩分别测到 68m/s 和 75.8m/s 的瞬时风速。桑美登陆逢 7 月天文大潮，鳌江水位迅速冲高到 7.8m。

1994 年 17 号台风，风力 12 级以上，持续时间 14 小时，洞头站瞬时最大风速 56m/s，台风登陆时又遇农历七月十五天文大潮，沿海一带出现历史最高潮位 7.40m，波浪爬高 11m（乐清胜利塘），台风过程降雨量平原地区达到 200mm ~300mm，8 月 21 日降水量达 274.6mm，是近年本地区造成损失最严重的一次台风。

(3) 台州以北登陆或近海转向

这类热带气旋通俗被称北登或转向台风。20 年间这类台风共出现 16 个，占有影响总数的 24%，其影响的特点是风速较大、降水偏小。例如，2004 年 25 号台风紧靠浙中沿海转向，本地区受其影响，大风持续了 2 天，瞬间最大风速达 12 级以上，但过程降水量只有 25.6mm。

2.1.4 水文特征

1、潮位

(1) 基准面及换算关系

采用 85 国家高程基准面作为本工程起算基准面，当地各基准面之间的关系见图 2.1-5。

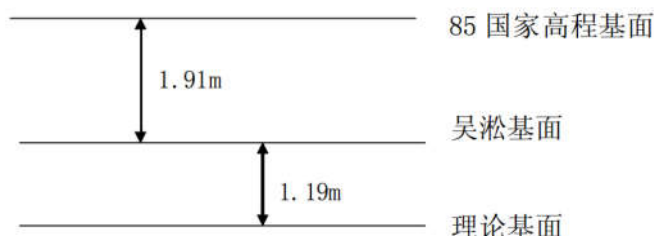


图 2.1-5 基准关系图

(2) 潮汐及潮位特征值

本海区潮汐主要受东海前进潮波控制，潮汐类型属正规半日浅海潮型。工程海域是我国显著的强潮海区之一，潮差较大。根据北麂潮位站（地理位置 121°11.3' E、27°37.4' N）和瑞安水文站（地理位置 120°37'38.33"E，27°46'26.94"N），实测潮位资料统计分析成果，两站潮汐特征值如下：

表 2.1-2 北麂潮位站与瑞安水文站同步短期潮位特征

站名 潮汐特征值	北麂潮位站	瑞安水文站
平均海平面	0.41	0.34
最高潮位 (m)	3.15	5.12
最低潮位 (m)	-2.70	-2.71
平均高潮位 (m)	2.31	2.61
平均低潮位 (m)	-1.46	-1.72
最大潮差 (m)	5.53	6.76
最小潮差 (m)	1.38	1.14
平均潮差 (m)	3.77	4.33
平均涨潮历时	5h57min	4h54min
平均落潮历时	6h02min	7h31min

备注：北麂潮位站资料系列 2009 年 8 月~2010 年 7 月。

(3) 设计高、低水位

根据北麂潮位站、瑞安水文站潮位资料内插得到本工程设计高、低水位如下：

设计高水位 2.84m（高潮累积频率 10%）

设计低水位 -2.55m（低潮累积频率 90%）

由于北鹿潮位站缺乏长期的潮位观测资料，本工程重现期水位主要根据《港口与航道水文规范》(JTS 145-2015)有关极端水位的近似方法，同时参考临近潮汐性质较为相似的洞头水文站设计水位分析成果，最终确定本工程重现期水位如下：

极端高水位 4.35m (重现期为 50 年一遇)

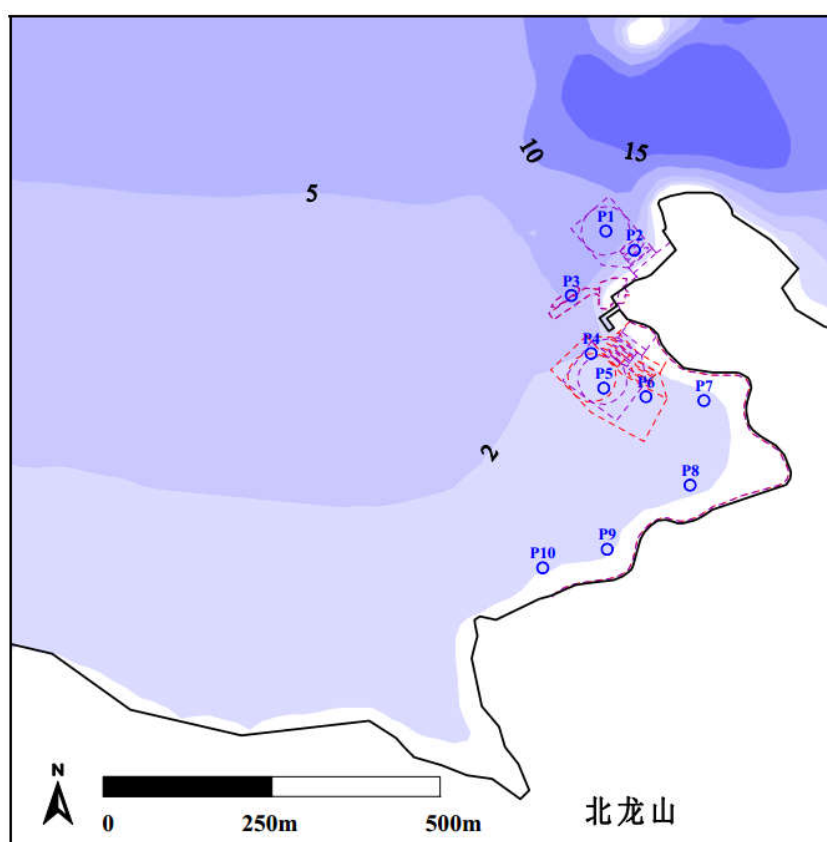
极端低水位-3.93m (重现期为 50 年一遇)

2、波浪

根据邻近海区南鹿海洋站(地理坐标 121°05'E、27°27'N)实测波浪资料统计，北鹿列岛以东外海区海浪多为风浪和涌浪兼有的混合浪，风浪与涌浪出现的频率相当。常浪向为 E~ESE 向，其次为 NNE~NE 向。强浪向为 E 向，实测最大波高为 10.0m (2005.07)。累年平均周期为 5.2s，最大周期为 14.8s，累年平均波高为 1.0m。

波高季节分布特征为秋冬季节最大，方向主要为偏北，春末夏初波高最小。最大波高大于 7.0m 的波浪主要发生在夏秋季节(6~9 月份)，均与台风活动有关，台风影响期波浪方向主要为偏东和偏北向。

根据河海大学 2017 年 10 月提供的《瑞安市北龙渔港扩建工程设计波浪要素计算》，本工程位置波浪资料如下：



(红色：规划方案一；紫色：规划方案二)

图 2.1-6 北龙渔港平面规划方案及近岸波浪计算分析点位图

表 2.1-3 极端高水位(+4.35m)下 50 年一遇设计波浪要素计算结果

N~NNE 向								
点位	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	T _m (s)	L _m (m)	DIR (°)
P1	4.93	4.24	4.11	3.49	2.27	12.0	135.9	2
P2	4.10	3.54	3.43	2.94	1.93	12.0	117.2	347
P3	4.64	3.99	3.87	3.30	2.15	12.0	127.5	358
P4	3.87	3.34	3.24	2.78	1.83	12.0	112.2	344
P5	3.33	2.87	2.78	2.38	1.56	12.0	106.9	335
P6	2.51	2.15	2.08	1.76	1.14	12.0	105.0	321
P7	1.62	1.37	1.32	1.11	0.71	12.0	102.7	304
P8	2.41	2.06	2.00	1.70	1.10	12.0	101.2	320
P9	3.39	2.94	2.86	2.47	1.64	12.0	98.6	336
P10	3.93	3.43	3.33	2.88	1.93	12.0	102.9	344
NW~NNW 向								
点位	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	T _m (s)	L _m (m)	DIR (°)
P1	3.92	3.35	3.24	2.74	1.76	5.7	48.4	334
P2	3.51	3.01	2.92	2.48	1.61	5.6	44.4	325
P3	3.90	3.35	3.24	2.75	1.77	5.7	48.1	334
P4	3.49	3.00	2.91	2.48	1.62	5.6	44.1	326
P5	3.21	2.76	2.68	2.29	1.50	5.6	41.8	318
P6	2.70	2.32	2.25	1.91	1.24	5.4	39.7	306
P7	2.02	1.72	1.67	1.40	0.90	5.0	35.5	289
P8	2.60	2.23	2.16	1.84	1.20	5.4	38.8	307
P9	3.15	2.72	2.64	2.27	1.49	5.7	41.8	323
P10	3.43	2.97	2.88	2.47	1.64	5.8	43.4	330
W~WNW 向								
点位	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	T _m (s)	L _m (m)	DIR (°)
P1	4.18	3.58	3.46	2.93	1.88	5.9	52.2	297
P2	3.92	3.38	3.28	2.80	1.83	5.9	48.7	297
P3	4.15	3.56	3.45	2.93	1.90	6.0	51.2	299
P4	3.91	3.38	3.28	2.82	1.86	6.0	47.5	299
P5	3.79	3.29	3.19	2.74	1.82	6.0	46.5	298
P6	3.48	3.00	2.92	2.50	1.65	6.0	45.9	291
P7	2.88	2.48	2.41	2.05	1.34	5.8	43.7	280
P8	3.29	2.85	2.76	2.37	1.56	6.0	45.0	294
P9	3.48	3.02	2.93	2.53	1.68	6.0	44.3	306
P10	3.52	3.05	2.97	2.55	1.70	5.9	44.4	308

注：Dir 为局地波向，按波浪的来向由正北方向起顺时针起算

表 2.1-4 设计高水位(+2.84m)下 50 年一遇设计波浪要素计算结果

N~NNE 向								
点位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H _m	T _m	L _m	DIR
P1	4.57	3.93	3.81	3.24	2.11	12.0	129.9	129.9
P2	3.78	3.26	3.17	2.72	1.79	12.0	109.5	109.5
P3	4.28	3.69	3.58	3.06	2.00	12.0	120.8	120.8
P4	3.53	3.06	2.97	2.55	1.69	12.0	104.0	104.0
P5	2.99	2.58	2.51	2.15	1.42	12.0	97.2	97.2
P6	2.23	1.91	1.85	1.57	1.02	12.0	95.9	95.9
P7	1.47	1.25	1.21	1.01	0.65	12.0	93.3	93.3
P8	2.20	1.89	1.83	1.56	1.02	12.0	91.5	91.5
P9	3.10	2.72	2.65	2.30	1.56	12.0	88.6	88.6
P10	3.62	3.19	3.10	2.70	1.84	12.0	93.5	93.5
NW~NNW 向								
点位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H _m	T _m	L _m	DIR
P1	3.69	3.16	3.06	2.58	1.66	5.6	46.2	333
P2	3.28	2.83	2.74	2.34	1.53	5.5	41.4	324
P3	3.68	3.16	3.06	2.60	1.69	5.6	45.5	334
P4	3.24	2.80	2.72	2.32	1.53	5.5	40.8	325
P5	2.97	2.57	2.49	2.14	1.41	5.4	38.2	317
P6	2.49	2.14	2.08	1.77	1.16	5.2	36.0	305
P7	1.87	1.60	1.55	1.31	0.85	4.8	31.6	289
P8	2.42	2.09	2.03	1.73	1.14	5.3	35.2	307
P9	2.94	2.56	2.49	2.15	1.44	5.6	38.0	322
P10	3.19	2.79	2.71	2.35	1.58	5.7	39.5	330
W~WNW 向								
点位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H _m	T _m	L _m	DIR
P1	3.97	3.40	3.30	2.79	1.80	5.8	49.5	298
P2	3.71	3.20	3.11	2.66	1.75	5.8	45.4	299
P3	3.94	3.39	3.29	2.80	1.82	5.8	48.3	301
P4	3.68	3.20	3.11	2.68	1.79	5.9	43.9	301
P5	3.56	3.11	3.03	2.62	1.76	5.9	42.8	299
P6	3.23	2.81	2.73	2.36	1.57	5.9	42.0	292
P7	2.66	2.30	2.23	1.91	1.26	5.7	39.5	280
P8	3.08	2.69	2.61	2.25	1.51	5.9	41.1	294
P9	3.30	2.90	2.82	2.45	1.66	5.9	40.5	307
P10	3.34	2.93	2.85	2.47	1.67	5.9	40.7	309

注：Dir 为局地波向，按波浪的来向由正北方向起顺时针起算

表 2.1-5 设计低水位(-2.55m)下 50 年一遇设计波浪要素计算结果

N~NNE 向								
点位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H _m	T _m	L _m	DIR
P1	3.53	3.05	2.97	2.55	1.69	12.0	103.8	2
P2	1.83*	1.83*	1.83*	1.83*	1.83*	12.0	56.9	338
P3	3.16	2.76	2.69	2.33	1.58	12.0	90.5	1
P4	2.19	1.98	1.94	1.74	1.27	12.0	63.1	340
P5	1.38*	1.38*	1.38*	1.37	1.03	12.0	49.6	333
P6	1.20	1.09	1.07	0.96	0.71	12.0	46.6	322
P7	0.78	0.70	0.68	0.60	0.43	12.0	40.3	307
P8	0.71*	0.71*	0.71*	0.71*	0.70	12.0	35.6	323
P9	0.65*	0.65*	0.65*	0.65*	0.65*	12.0	34.2	334
P10	0.94*	0.94*	0.94*	0.94*	0.94*	12.0	41.0	339
NW~NNW 向								
点位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H _m	T _m	L _m	DIR
P1	2.86	2.46	2.39	2.03	1.32	4.7	32.3	336
P2	1.87*	1.87*	1.87*	1.84	1.38	4.8	21.4	322
P3	2.78	2.41	2.34	2.02	1.34	4.8	30.3	339
P4	1.93*	1.83	1.79	1.63	1.22	4.6	20.8	327
P5	1.38*	1.38*	1.38*	1.38*	1.08	4.6	18.0	321
P6	1.22*	1.18	1.16	1.06	0.79	4.2	15.5	308
P7	0.88	0.80	0.79	0.70	0.52	3.7	11.7	288
P8	0.71*	0.71*	0.71*	0.71*	0.71*	4.4	12.8	311
P9	0.65*	0.65*	0.65*	0.65*	0.65*	4.8	13.3	324
P10	0.94*	0.94*	0.94*	0.94*	0.94*	5.0	16.7	330
W~WNW 向								
点位	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	H _m	T _m	L _m	DIR
P1	3.07	2.65	2.57	2.19	1.44	4.9	34.4	309
P2	1.87*	1.87*	1.87*	1.87*	1.61	5.1	23.4	307
P3	3.01	2.62	2.55	2.21	1.48	5.1	32.9	315
P4	1.93*	1.93*	1.93*	1.93*	1.48	5.1	23.5	315
P5	1.38*	1.38*	1.38*	1.38*	1.38*	5.2	20.6	312
P6	1.22*	1.22*	1.22*	1.22*	1.09	4.9	18.3	300
P7	0.91*	0.91*	0.91*	0.91*	0.74	4.3	13.9	282
P8	0.88*	0.88*	0.88*	0.88*	0.88*	4.8	15.5	301
P9	0.65*	0.65*	0.65*	0.65*	0.65*	4.6	12.9	315
P10	0.94*	0.94*	0.94*	0.94*	0.94*	5.2	17.3	318

3、潮流

中国海洋大学、青岛海大工程勘察设计院有限公司于 2017 年 7 月 9 日~7 月 10 日在北龙岛进行了水文测验,共布设 2 个水文观测点(M1: X=3062528.920, Y=595985.564; M2: X=3062511.050, Y=596018.106)。根据测验结果, M1 点实测大潮最大流速 67cm/s,

流向 064°，推算最大流速 75.3cm/s，流向 055°；M2 点实测大潮最大流速 47cm/s，流向 044°，推算最大流速 57.3cm/s，流向 033°。

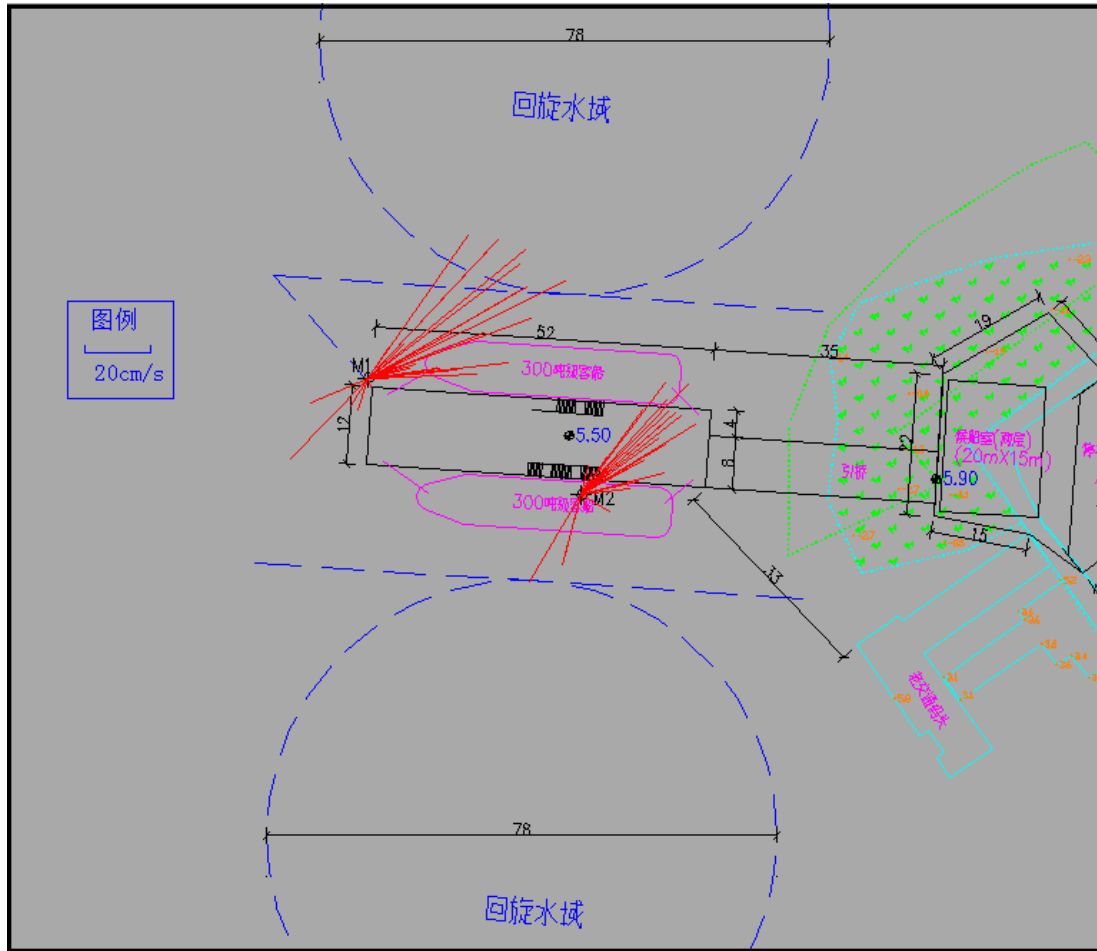


图 2.1-7 水文测量位置平面示意图

2.1.5 地形、地貌与工程泥沙

1、地形、地貌

场地位于瑞安市北龙岛，本区位于华南褶皱系浙东南褶皱带的泰顺—温州拗陷北侧，界于 NNE 向区域性温州—镇海大断裂南东侧，NW 向松阳—平阳大断裂北东侧，上述断裂均形成于燕山中晚期，其埋深较大，现代虽有活动但强度较微弱。受上述断裂影响，区内北西、北东向断裂构造发育，构成本区主要构造骨架。

2、工程泥沙

飞云江口泥沙来源主要有两个方面，一是飞云江入海携带泥沙，二是来自内陆架的悬浮质（包括长江入海南移的细颗粒物）。飞云江流域来沙大多在汛期输往河口和口外海域，泥沙在潮流往返搬运作用下大量沉积在河口区，大潮期间海水混浊，含沙量高，泥沙以悬移质为主；小潮期海水含沙量较低。在一个全潮过程中，海域单宽输沙方向基本上是向岸方向。海域含沙量自飞云江口向外逐渐降低，平均含沙量小于 $0.1\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2.1.6 海域开发利用现状

北龙岛地处海外孤岛，与大陆海岸线距离较远，距瑞安市大陆海岸线最近处约 22km。根据现场踏勘及对当地相关部门的走访调查，由于本项目远离大陆岸线，工程区周围的海洋开发活动比较简单，主要有渔港开发、航道和渔业养殖等，如图 2.1-9 所示。

1、渔港开发

本项目位于北龙岛，项目周边的渔港主要为北龙渔港。

北龙渔港位于北龙岛北侧大沙澳沙滩附近，地理坐标为北纬 27°40'13"，东经 120°58'32"，港湾朝向西面，水深-3~-6m，可停泊渔船 200 艘；渔业公共基础设施有 2 座 50 吨级泊位的渔业、货物兼用简易码头。目前，北龙岛正在实施北龙渔港扩建工程，工程新建 300HP 渔业码头泊位 2 个，码头长度 88m，渔业作业平台 1 座；改造护岸（渔港道路）长度 827m，其中整修护岸 344m，拓宽护岸 483m；新建管理房 1 座，建筑面积 360m²；同时建设水电、监控、气象及潮位观测等配套设施。

2、航道

本项目周边的航道主要有大北列岛和北麂列岛之间的航门水道，从东至西有北箬水道、明鹿水道、龙珠水道、荔枝山水道、凤凰门、横洞水道等水道，分布有各岛屿之间陆岛交通以及各岛屿与飞云江、温州港之间的航线。此外，从飞云江口~齿头山南~北龙山南~冬瓜屿北~西航路有一条 1000 吨级的船舶习惯航线。

本工程船舶进港时，客船自瑞安飞云江客运码头驶出，沿飞云江习惯航线，经飞云江南航道、北航道、飞云江 1 号~2 号灯浮北侧，再沿飞云江口~齿头山南~北龙山南习惯航线行驶至本工程码头；出港则反之。

3、渔业养殖

在本项目南侧约 25m 处有临时性渔业养殖区，主要功能为供大岙渔业村渔民在此处临时性养殖捕捞的蛸子、鱼、虾、蟹、虾蛄等鱼获，临时养殖约 3~5 天，养殖面积约 700m²。

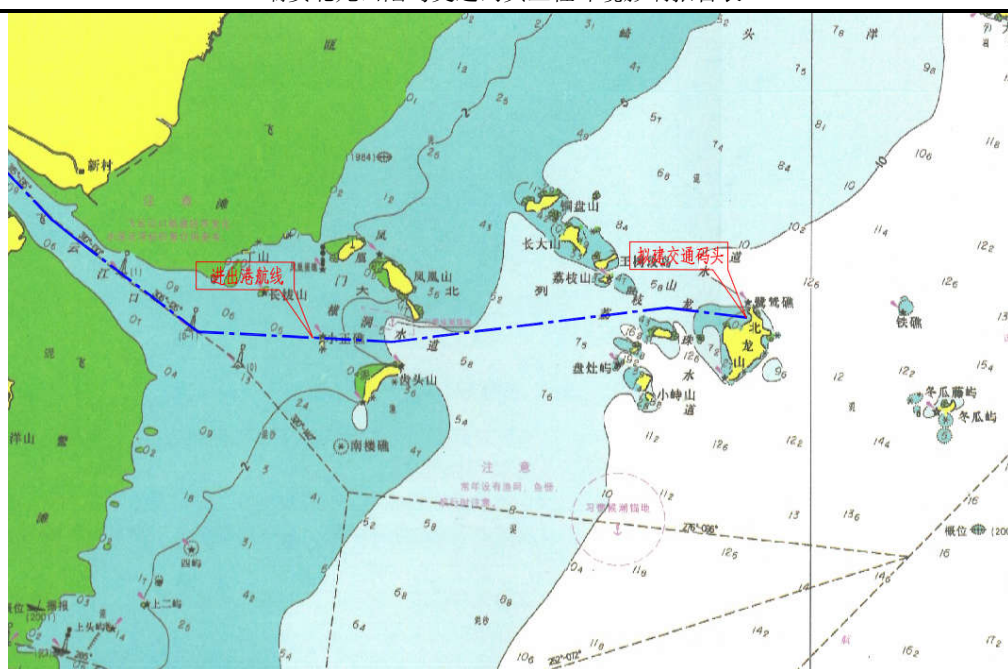


图 2.1-8 工程周边航道示意图



图 2.1-9 工程附近开发利用现状图

2.2 相关规划

2.2.1 瑞安市域总体规划（2006~2020 年）

根据《瑞安市域总体规划（2006~2020 年）》，瑞安的城市性质定位为温州市区南翼核心区、山水特色历史文化名城，宜居的滨海工贸城市。根据人口与用地规模规划，2020 年瑞安市城镇人口达到 134 万人，城镇化水平提高至 78.8%，城镇人均建设用地规模达 80 公顷。

根据瑞安市各级城镇发展现状及未来趋势，将瑞安城乡居民点体系框架规划为：构筑“东部一中心、中部一网络、西部两重镇、全市 90 个中心村”点线面结合的城乡居民点体系

框架。其中“东部一中心”为市域中心城市，即瑞安中心城区。“中部一网络”为北部陶山、碧山、桐浦和南部马屿、仙降、曹村镇组成的城镇群组。“西部两重镇”指以龙湖、湖岭为西南、西北部区域中心。“90个中心村”指建设90个中心村。

市域空间发展框架为海域综合利用，保护海洋环境，适度开发：应综合利用开发建设，发展修造船业、探讨石油中转基地建设的可行性，保护海域生态环境，尤其是海洋渔业资源，根据现有发展条件可优先开发海岛旅游资源。

符合性分析：本项目位于北龙岛，工程主要新建陆岛交通码头一座，有助于改善北龙岛交通基础设施建设，助力北龙岛旅游业发展，促进海岛经济发展。项目建设过程中经采取措施后，对海域生态环境影响不大。项目建设与瑞安市空间发展框架相一致，因此项目符合《瑞安市域总体规划（2006~2020年）》。

2.2.2 瑞安市综合交通运输“十三五”发展规划

根据《瑞安市综合交通运输“十三五”发展规划》，瑞安市综合交通“十三五”发展的总体目标：以瑞安市委“产城联动、赶超发展”为总要求，围绕“综合发展”的主线，全面推进综合交通五大建设，积极参与构建“四大交通走廊”，打造高度融合、高效有序、绿色低碳的多模式一体化综合交通系统，满足经济社会发展和人民群众出行要求，全面提升城市综合竞争力。

其中五大建设为：推进大港口、大路网、大航空、大水运、大物流。

四大交通走廊：

——构建都市经济交通走廊，支撑和引领浙江经济社会加快转型发展。强化杭州、宁波、温州、金义四大都市区和其他中心城市的互联互通。

——构建海洋经济交通走廊，支撑和引领浙江迈入海洋强省。推进海港、海湾、海岛“三海联动”，打造覆盖长三角、辐射长江经济带、服务“一带一路”的港口经济圈。

——构建开放经济交通走廊，支撑和引领浙江实现更高层次国际合作。依托海港、陆港、空港和国家物流平台“三港一平台”，加强与海上丝绸之路沿线港口合作，打造以义乌国际陆港为代表的一批具有口岸功能的公路港和铁路港；构建通达全国、连接全球的航空运输体系；做大做强国家物流平台，重点提升东北亚物流信息服务网络。

——构建美丽经济交通走廊，打通绿水青山转化为金山银山的畅途。把“修一条路、造一片景、富一方百姓”的理念贯穿交通规划、设计、建设、运营、管理全过程，依托广覆盖、深通达的交通基础设施网络，建设“畅、安、舒、美”的自然风景线、科创产业线、生态富民线、历史人文线。

“十三五”综合交通运输发展主要任务之基础设施建设规划中“水路交通”明确提到“十三五”期间开工建设瑞安陆岛交通码头外迁、北龙交通码头等，总投资约 7000 万元，具体见表 2.1-6。

表 2.1-6 瑞安市综合交通“十三五”发展规划建设项目汇总表（水运部分）

项目类型	项目编号	项目名称	建设规模	建设性质	总投资(万元)	十二五投资(万元)	十三五投资(万元)	十四五投资(万元)	开工年	完工年	用地合计(万m ²)	其中耕地合计(万m ²)	备注	
内河水运建设	航道项目	79	瑞安市上东航道改造	V级航道，长3公里	改造	5000		5000		2016	2020			
		80	宋家埭船闸	V级航道	改造	1600		1600		2016	2020			
沿海港口建设	港口码头项目	81	滨海油库码头	1个3000吨泊位	新建	5178	2000	3178		2015	2016	5.20		
		82	华东水泥散装码头	2个2000吨泊位	新建	15600	1600	14000		2015	2017	2.00		
		83	渔业休闲码头	1个300吨泊位	新建	700		700		2017	2019	0.00		
		84	杂货码头	1个3000吨泊位	新建	3000		3000		2019	2020	0.50		
		85	散货码头	1个3000吨泊位	新建	5000		5000		2018	2020	0.80		
		86	通用码头(华锋码头)	1个3000吨泊位	新建	10000		10000		2018	2020	2.00		预备
		87	化工码头(华锋码头)	1个3000吨泊位	新建	6000		6000		2019	2020	1.00		预备
		88	凤凰山深水港区开发	5000-10000吨级码头及道路建设	新建	50000		10000	40000	2019	2025			前期研究
	陆岛交通码头项目	89	瑞安陆岛交通码头外迁	2个500吨泊位	新建	3000		3000		2017	2018	0.50		
		90	北龙交通码头	1个500吨泊位	新建	1000		1000		2017	2018	0.10		
		91	北鹿交通码头	1个500吨泊位	新建	1000		1000		2018	2019	0.10		
		92	铜盘山交通码头	1个500吨泊位	新建	1000		1000		2019	2020	0.10		预备
		93	凤凰山交通码头	1个500吨泊位	新建	1000		1000		2019	2020	0.10		预备
水运项目小计						109078	3600	65478	40000			12		

符合性分析：本工程已列入交通运输部《瑞安市综合交通运输“十三五”发展规划》内，项目符合规划。

2.3 项目所在地环境功能区规划

根据《瑞安市环境功能区划》（2016.12，瑞安市人民政府），项目所在的区域属“飞云江水源涵养区（编号 0381-II-1-01）”，该区块规划如下：

1、基本概况

位于瑞安的西部和中部、包括飞云江流域两岸50米陆域及其它具备水源涵养、水土保持等生态环境保护功能的区域。总面积为392.43平方公里。本区域为瑞安市重要的水源涵养、土壤保持、生物多样性维持与生境保护区。同时也是土壤侵蚀、地质灾害敏感的主要分布区域。

2、主导功能及保护目标

主导环境功能：提供水源涵养生态服务及水土保持。

主导环境功能目标：区域内的水源地，确保水质不降低，水量不减少。保护区域内具有涵养生态调节功能的森林、湿地，确保面积不减少。保护生物多样性，确保生态环境不遭到破坏，珍稀野生动植物种群数量不减少。森林、植被覆盖率不得减少。

环境质量目标：飞云江流域、三十三溪流域地表水水环境质量达到《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准，其他区域地表水水质达到《地表水环境质量标准》Ⅱ类标准；大气环境质量达到《环境空气质量标准》一级标准；土壤环境质量达到《土壤环境质量标准》一

级标准。

3、管控措施

严格限制区域开发强度，区域内污染物排放总量不得增加。

禁止新建、扩建、改建三类工业项目，现有三类工业项目应限期搬迁关闭。

禁止新建、扩建二类工业项目，禁止改建排放有毒有害污染物的二类工业项目，禁止在工业功能区（工业集聚点）外改建二类工业项目。

严格限制矿产资源开发和水利水电开发项目。

严格执行畜禽养殖禁养区和限养区规定，在湖库型饮用水源集雨区一定范围内设立禁止规模化畜禽养殖区。根据农作物（土地）承载能力和消纳情况，控制畜禽养殖总量，畜禽粪便进行综合利用，污水实现达标排放，禁止在主要河流两岸、干线公路两侧规划控制范围内进行采石、取土、采砂等活动。

禁止毁林造田等破坏植被的行为，加强生态公益林保护与建设，提升区域水源涵养和水土保持功能。25度以上的陡坡耕地逐步实施退耕。最大限度保留原有自然生态系统，保护好河湖湿地生境，禁止未经法定许可占用水域；除防洪、重要航道必须的护岸外，禁止非生态型河湖堤岸改造；建设项目不得影响河道自然形态和水生态（环境）功能。

在进行各类建设开发活动前，应加强对生物多样性影响的评估，任何开发建设活动不得破坏珍稀野生动植物的重要栖息地，不得阻隔野生动物的迁徙通道。

主干河道两侧50米禁止新建民宅或一类工业项目，现有的应逐步退出。

4、负面清单

负面清单：二类、三类工业项目及国家、省、市、县落后产能目录中所列禁止、淘汰类项目。

符合性分析：本项目为码头工程，属于北龙岛陆岛交通基础设施建设，项目在拟建区域内新建码头、集散场地、码头中心和办公楼等，不属于新建、扩建二、三类工业项目，工程建设不会改变海岛原有自然生态系统，施工过程采取严格的环境保护措施，污染物均可达标排放，因此项目建设符合《瑞安市环境功能区划》要求。

2.4 项目所在地海洋功能区划、近岸海域环境功能区划等

2.4.1 浙江省海洋功能区划（2011~2020年）

根据《浙江省海洋功能区划（2011~2020年）》，瑞安农渔业区（海洋功能区代码为B1-16）。具体详见附件10。

1、海域使用管理要求符合性

瑞安农渔业区的海域使用管理要求为：（1）重点保障渔业用海和捕捞用海，在不影响农渔业基本功能前提下，兼容交通运输用海、旅游娱乐用海和倾倒用海；（2）禁止改变海域自然属性。

本项目为北龙山陆岛交通码头工程，项目建成后可改善北龙岛交通基础设施条件，保障北龙岛老百姓出行安全，为民众生活带来便利。工程建设为瑞安市旅游业发展提供基础支持，有利于打造集海洋与渔业文化、旅游观光、休闲养生为一体的美丽渔村。根据数模预测结果，工程建设对海洋水动力、冲淤环境影响较小，仅在桩基基础施工过程中产生少量的悬浮泥沙，悬浮泥沙仅在桩基周围小范围暂时发生，施工结束影响也即消失，因此本项目对渔业用海和捕捞用海基本没有影响；本工程采用高桩结构建设码头、引桥及后方架空平台，用海方式为透水构筑物，不改变海域自然属性。因此本工程符合《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》海域使用管理要求。

2、海洋环境保护要求符合性

瑞安农渔业区的海洋环境保护要求为：（1）严格保护各类海洋生物资源，以及重要渔业品种洄游区、索饵场；（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。

符合性分析：本项目为北龙山路岛交通码头，用海方式是透水构筑物，用海类型为“交通运输用海”中的“港口用海”，项目对北龙山陆岛流场及冲淤影响局限于桩基附近局部范围。项目是服务于北龙山陆岛居民日常生活、渔业活动的公益性设施项目，属于保障渔民生活生存依赖的传统用海。工程施工期仅在桩基基础施工过程中产生少量的悬浮泥沙，悬浮泥沙仅在桩基周围小范围暂时发生，施工结束影响也即消失，对外海的生态系统影响较小；施工期和营运期产生的生产废水和生活污水均能妥善处理，不排海，对海洋生物资源影响很小，且施工结束后影响即消失，对重要渔业品种洄游区、索饵场没有影响；符合海洋功能区划中海洋环境保护要求。

因此，本项目用海符合《浙江省海洋功能区划（2011~2020年）》。

2.4.2 近岸海域环境功能区划

根据《浙江省近岸海域环境功能区划(调整)》，本项目位于近岸海域环境功能区浙江南部一类区内（A05 I），详见附图 11，主要使用功能为“渔业和海水养殖、滨海风景旅游区”，海水水质目标为一类水质标准。根据《近岸海域环境功能区管理办法》第十条 在一类、二类近岸海域环境功能区内，禁止兴建污染环境、破坏景观的海岸工程建设项目。

本工程为客运交通码头工程，主要为改善北龙岛居民交通出行，同时消除现有交通码头存在的安全隐患，属于公益性项目。工程建设利用现有码头进行改造，不新增岸线，工程建设有利于海岛开发和保护，促进海岛经济发展，且工程的建设与海洋功能区划和海洋生态红线规划等都是相符的，根据工程分析，工程在实施过程中仅在施工期对海洋环境有一定影响，但影响时间短暂，影响范围不大，影响程度可接受。码头建成投入运行后其污染情况基本与现有码头一直，不会改变北龙岛附近海域生态环境，因此项目建设与《浙江省近岸海域环境功能区划(调整)》及管理办法是不冲突的。

2.4.3 浙江省海洋主体功能区规划

《浙江省海洋主体功能区规划》于 2017 年 4 月 18 日经浙江省人民政府浙政函[2017]38 号文同意实施。规划范围为浙江省所辖及依法管理的海域和无居民海岛。

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 万平方千米，占 70.31%；限制开发区域面积 1.12 万平方千米，占 25.25%；禁止开发区域面积 0.20 万平方千米，占 4.44%。

海洋优化开发区域是指现有开发强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟须调整和优化的海域。海洋限制开发区域是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。海洋禁止开发区域是指维护生物多样性、保护典型海洋生态系统以及维护国家主权权益具有重要作用的海域，包括国家和省级海洋自然保护区等。

本项目位于海洋优化开发区域瑞安海域，该区**重点保障旅游基础设施、渔业基础设施**、城镇建设围海造地等用海，加快建设渔港经济区、北麂生态海洋牧场，积极打造滨海农业休闲庄园。严格控制新增围填海，优化利用飞鳌滩围垦等存量围填海。加强铜盘岛省级海洋特别保护区的保护，严格按照法定要求保护。

符合性分析：本项目是服务于北龙岛人民生活的公益性基础设施项目，也是有利于海岛渔业、旅游业发展的基础设施，项目建设有利于发展陆岛交通，促进海岛旅游经济发展，改善海岛面貌。因此，项目的建设有与《浙江省海洋主体功能区划》相符合。

2.4.4 浙江省海洋生态环境保护“十三五”规划

1、总体目标

到 2020 年，浙江海洋生态环境质量总体保持稳定，海洋生态环境保护工作机制得到完善，海洋生态环境管理保障能力明显增强，海洋生态文明建设取得阶段性成效。

2、规划期限

2016年至2020年。

3、主要任务

加强海洋环境整治，改善海洋生态环境质量；开展海洋生态修复，构建海洋生态建设格局；完善制度机制建设，夯实海洋环境治理基础；推进基础保障建设，提升海洋环境监管能力。

其中，开展海洋生态修复，构建海洋生态建设格局的主要内容为：

以提升生态系统服务功能为目标，加强海洋生态建设，推进海洋生态整治修复，形成近岸（海岛、岸线）整治修复、近海海域生态建设各有侧重的生态环境保护修复格局，加快推进海洋生态建设。

（1）推进港湾岸线海岛整治修复：选取15个典型海岛开展环境整治和生态修复，推进受损海岛的地形地貌和生态系统恢复。

（2）加强海洋保护区与海洋牧场建设：深入开展已建海洋自然保护区和特别保护区建设管理工作，加快各类基础设施和管护设施建设，全面提升管护能力。

（3）推进海洋生态建设：以海洋生态建设示范区创建工作为抓手，统筹海洋生态环境保护、海岛与海岸带整治修复、海洋资源要素保障、海洋文化建设、海洋综合管理保障等多个方面，以重大项目和工程为抓手，建立完善示范区工作机制，规范示范区建设与管理，积极探索海洋生态建设有效模式，综合提升海洋生态建设水平和海洋综合管理能力。

符合性分析：目前北龙岛对外交通设施仅依靠一座破损严重的交通码头，该码头自建成至今已有近30年，年久失修，码头破损严重，存在较大的安全隐患。因此，本项目是服务于北龙山陆岛居民日常生活、渔业活动的公益性设施项目，属于保障渔民生活生存依赖的传统用海，工程属于交通基础设施类项目，项目建设符合“开展海洋生态修复，构建海洋生态建设格局”的理念，符合浙江省海洋生态环境保护“十三五”规划（2016-2020）。

2.4.5 浙江省海洋生态红线划定方案

1、规划目的

加强海洋生态环境保护和管理，有效维护重要海洋生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区的生态健康和生态安全，改善海洋生态环境，最大限度保护自然岸线、海湾、海岛、湿地等海域自然资源，深化沿海地区社会经济可持续发展。

2、规划范围

浙江省海洋生态红线划定的范围涉及海域总面积 4.44×10^4 平方公里，海岸线总长 6630

公里（大陆岸线 2134 公里，海岛岸线 4496 公里）。具体范围：北界从浙沪交界的金丝娘桥起向海延伸到领海外部界限（领海基线向外 12 海里），南界从浙闽交界的虎头鼻经七星岛（星仔岛）南端至北纬 27° 往东延伸到领海外部界限（领海基线向外 12 海里）。同时为了保持生态系统的完整性，还包括从海岸线向陆延伸的与海洋环境保护密切相关的依托陆域。

3、海洋生态红线区划定

浙江省所辖海域总面积为 4.44×10^4 平方公里，此次划定浙江省海洋生态红线区的总面积为 14084.24 平方公里，占所辖海域面积的 31.72%。海洋生态红线区划分为禁止类和限制类两类。

禁止类是指红线区内禁止开展任何形式的开发建设活动的区域，主要包括海洋自然保护区的核心区和缓冲区、海洋特别保护区的重点保护区和预留区以及特别保护海岛中的领海基点岛；限制类指红线区内除禁止类以外的其他区域，主要包括海洋自然保护区的实验区、海洋特别保护区的生态与资源恢复区和适度利用区、重要河口生态系统、重要滩涂湿地、重要滨海旅游区、特别保护海岛等重要海洋生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区。

符合性分析：对照《浙江省海洋生态红线区控制图（3）》（附图 14），本项目不在生态红线区控制范围内。对照《浙江省自然岸线控制图（10）》（附图 15），本项目位于海洋生态红线区的限制区-302 北龙山岸段，保护目标为海岛基岩岸线，管控措施为严格限制改变或影响岸线自然属性和地形貌的开发建设活动、不得新增入海陆源工业直排口设活动。

本项目是服务于北龙岛人民生活的公益性基础设施项目，也是有利于海岛渔业、旅游业发展的基本设施，项目建设有利于发展陆岛交通，促进海岛旅游经济发展，改善海岛面貌。该项目码头接岸岸段属于北龙山岸段，工程不新增岸线，采用高桩结构建设码头、引桥及后方架空平台，用海方式为透水构筑物，不会对海岛岸线自然属性和地形貌产生明显影响，因此项目的建设有利于海岛周边海域的环境保护监管工作。

因此，从以上分析可知，本项目的建设与《浙江省海洋生态红线划定方案》是相符的。

2.4.6 浙江省海岸线保护与利用规划

2017 年 9 月 15 日《浙江省海岸线保护与利用规划（2016-2020 年）》经浙江省人民政府同意，由浙江省海洋与渔业局发布。该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，规划开发程度和利用方式，提升海岸线利用的管控能力。

浙江省海岸线保护等级分为严格保护、限制开发和优化利用三类。

项目用海区块岸线属北龙山岸段（岸段编号 321）（附图 16），保护等级为限制开发；围填海控制要求为限围填海；管理要求为“1、严格控制改变岸滩或海底形态和生态功能；2、

在满足海域功能前提下，经严格科学论证，允许少量构筑物、少量围填海工程建设，严格限制有损海洋生态功能的开发活动；3、严格控制自然岸线占用，围填海占用自然岸线须占补平衡；4、岸线利用不应对近岸海域水动力条件和基础功能条件产生不利影响。”

符合性分析：本项目是服务于北龙岛人民生活的公益性基础设施项目，也是有利于海岛渔业、旅游业发展的基本设施，项目建设有利于发展陆岛交通，促进海岛旅游经济发展，改善海岛面貌。该项目码头接岸岸段属于北龙山岸段，工程不新增岸线，采用高桩结构建设码头、引桥及后方架空平台，用海方式为透水构筑物，不会对海岛岸线自然属性和地形地貌产生明显影响，根据预测分析，项目建设不会对近岸海域水动力条件和基础功能条件产生不利影响，项目建设能满足该规划管理要求，因此项目的建设符合《浙江省海岸线保护与利用规划（2016-2020年）》。

3、环境质量状况

3.1 建设项目所在区域环境质量现状及主要问题:

3.1.1 环境空气质量现状

根据《瑞安市环境空气质量功能区划分方案》，项目所在区域为环境空气二类功能区，为了解项目所在区域的环境质量达标情况，本环评引用《2017年瑞安市环境状况公报》中的相关数据进行分析。

2017年，瑞安市全市城市环境空气质量总体优良，二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物（PM₁₀）、一氧化碳(第95百分位数)、臭氧(日最大8小时平均第90百分位数)、细颗粒物（PM_{2.5}）年均值均达到国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。综上，瑞安市环境空气质量评价结果为达标。

3.1.2 声环境质量现状

为了解项目拟建区域的声环境质量现状，本公司于2018年11月7日在工程区附近设置了4个监测点进行昼夜间噪声现状布点监测。

监测结果表明，4个监测点昼间噪声值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类区标准，除2#监测点位外的其他监测点位夜间噪声值能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类区标准（夜间≤45dB(A)），2#监测点位夜间噪声超标原因主要为海上夜间风大，海浪拍打老码头声音影响较大。

3.1.3 海域水质环境质量现状

1、环境现状调查概况

略

2、评价结果

参照《海水水质标准》一类标准，在海域环境质量现状调查中，大潮期间，超标因子主要为无机氮，超标率为100%，其它监测项目的含量均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）中第一类海水水质标准。无机氮超标原因主要为受陆域径流和近岸排污口污水排放影响。

3.1.4 海洋沉积物环境现状调查与评价

1、现状调查概况

略。

2、评价结果

评价海域沉积物中，石油类、有机碳、硫化物、铅、锌、镉、铬、汞、砷的含量均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准。

3.1.5 海域生物体质量现状调查与评价

1、现状调查概况

略。

2、评价结果

调查海域代表性物种龙头鱼、虾姑、海鳗中的指标参数的含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的“海洋生物质量评价标准”。

3.1.6 海洋生态环境现状调查与评价

1、现状调查概况

略。

2、评价结果

叶绿素 a: 2018 年 11 月，调查海域叶绿素 a 值在 0.481~0.711($\mu\text{g/L}$)，平均为 0.5615 $\mu\text{g/L}$ 。

浮游植物: 调查期间浮游植物丰度在 161~1121ind/dm³，平均为 511ind/dm³。浮游植物多样性指数 H' 值为 1.331~2.001，平均值为 1.694；丰富度 d 为 0.545~1.002，平均值为 0.848；均匀度 J 为 0.922~1.000，平均值为 0.952；单纯度 C 为 0.725~0.860，平均值为 0.798。

浮游动物: 拟建项目附近海域调查期间共采获有大型浮游动种 9 类 26 种，桡足类 9 种，占 34.6%；浮游幼体 6 种，占 23.1%；水母类和毛颚动物各 3 种，占各 11.5%；磷虾类、糠虾类、多毛类、背囊类和其它类各 1 种，分别占 3.8%。调查期间浮游动物多样性指数值 H' 在 1.547~2.138，平均值为 1.827；丰富度 d 在 1.668~3.119，均匀度为 2.283；均匀度 J 在 1.547~2.138，平均值为 1.827，单纯度 C 值在 0.791~0.949，平均值为 0.844。

底栖生物: 拟建工程附近海域调查期间采集到大型底栖生物 3 大类 11 种，其中多毛类 5 属 5 种，占 45.5%；软体动物 5 属 5 种，占 45.5%。；甲壳类 1 属 1 种，占 9.0%。拟建工程附近海域底栖生物丰度在 0~80ind/m²。平均丰度为 33nd/m²。拟建工程附近海域

底栖生物生物量在 $0.0\sim 6.7\text{g}/\text{m}^2$ ，平均底栖生物生物量为 $2.0\text{g}/\text{m}^2$ 。拟建工程附近海域底栖生物优势种为彩虹明樱蛤 *Moerella iridescens* 和泥螺 *Bullacta exarata*，其优势度 Y 分别为 0.09 和 0.02 。拟建工程附近海域底栖生物多样性指数值 H' 为 $0.000\sim 1.437$ ，平均值为 0.806 ；丰富度 d 值为 $0.000\sim 0.927$ ，平均值 0.468 ；均匀度 J 为 $0.000\sim 1.000$ ，平均值为 0.661 ；单纯度 C 值在 $0.000\sim 0.739$ ，平均值为 0.469 。

潮间带生物：本次调查 2 个潮间带断面，其中 T1 为岩相和 T2 为岩相。

3 大类 25 种，其中多毛类 6 种，占 24.0% ；软体动物 13 种，占 52.0% 。甲壳类 6 种，占 24.0% 。T1 断面平均栖息密度为 56 个/ m^2 ，平均生物量为 $14.4\text{g}/\text{m}^2$ 。T2 断面平均栖息密度为 32 个/ m^2 ，平均生物量为 $1.84\text{g}/\text{m}^2$ 。平均栖息密度为 60 个/ m^2 ，平均生物量为 $20.88\text{g}/\text{m}^2$ 。

7、渔业资源现状结论

鱼卵、仔稚鱼调查结果：秋季大潮，平均鱼卵丰度 $0.03\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 5.9% 。平均仔稚鱼丰度 $0.18\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 5.9% 。秋季小潮，平均鱼卵丰度 $0.59\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 11.8% 。平均仔稚鱼丰度 $0.49\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 29.4% 。

拖网渔业资源调查结果：秋季调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 $14.85\sim 109.49$ ($10^3\text{ ind}/\text{km}^2$) 之间，平均值为 55.37 ($10^3\text{ ind}/\text{km}^2$)。其中鱼类为 $21.33\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ ；虾类为 $17.23\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ ；蟹类为 $15.95\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ ；头足类为 $0.86\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ 。

3.1.7 渔业资源现状调查与分析

鱼卵、仔稚鱼调查结果：秋季大潮，平均鱼卵丰度 $0.03\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 5.9% 。平均仔稚鱼丰度 $0.18\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 5.9% 。秋季小潮，平均鱼卵丰度 $0.59\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 11.8% 。平均仔稚鱼丰度 $0.49\text{ ind}/\text{m}^3$ ，出现频率 29.4% 。

拖网渔业资源调查结果：秋季调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 $14.85\sim 109.49$ ($10^3\text{ ind}/\text{km}^2$) 之间，平均值为 55.37 ($10^3\text{ ind}/\text{km}^2$)。其中鱼类为 $21.33\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ ；虾类为 $17.23\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ ；蟹类为 $15.95\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ ；头足类为 $0.86\times 10^3\text{ ind.}/\text{km}^2$ 。

3.2 主要环境保护目标(列出名单及保护级别):

根据现场踏勘, 本项目建设地不在自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区内, 本项目主要保护目标见表 3.1-32。

表 3.1-32 项目周边主要保护目标

环境要素	保护对象	方位	与本项目最近距离	规模	保护级别
环境空气、声环境	大岙渔业村	SE	与码头边界离距 80m, 与陆域边界距离 8m	距离项目边界 8~80m 内, 10 户, 户籍人数约 40 人 (实际在岛约 25 人)	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类区标准
				80~200m, 40 户, 户籍人数约 162 人 (实际在岛约 100 人)	
200m 之外, 270 户, 户籍人数约 1098 人 (实际在岛约 675 人)					
	大岙农业村	SE	与码头边界离距 345m, 与陆域边界距离 325m	170 户, 户籍人数约 600 人 (实际在岛约 350 人)	
海洋环境	近岸海域水质	/	与码头紧邻	/	《海水水质标准》(GB3097-1997)一类标准
	临时性养殖区水质	S	25m	约 40 个网箱, 供渔民捕捞的蛸子、鱼、虾、蟹、虾蛄等鱼获临时养殖约 3~5 天	
	铜盘岛保留区	NW	3.2km	面积 2942 公顷。有丰富的自然资源以及珍贵的地质景观, 适合海洋生物栖息、生长、繁殖的良好环境, 是重要渔业生产基地之一	海水水质一类、海洋沉积物一类、海洋生物质量一类
	铜盘岛海洋保护区	NW	4.6km	面积 2212 公顷。有丰富的海洋生物资源和自然遗迹等	

4、评价适用标准

环境质量标准	1、环境空气				
	本项目拟建地环境空气属二类功能区（附图 12），周围环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，详见表 4.1-1。				
	表 4.1-1 环境空气质量标准				
	污染物名称	取值时间	浓度限值	单位	备注
	二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	60	ug/m ³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准
		24 小时平均	150		
		1 小时平均	500		
	颗粒物（PM ₁₀ ）	年平均	70		
		24 小时平均	150		
	颗粒物（PM _{2.5} ）	年平均	35		
24 小时平均		75			
二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	40			
	24 小时平均	80			
	1 小时平均	200			
一氧化碳（CO）	24 小时平均	4.0	mg/m ³		
	1 小时平均	10.0			
O ₃	日最大 8 小时平均	160	ug/m ³		
	1 小时平均	200			
2、声环境					
本项目位于海外孤岛，以居民住宅为主要功能，属1类声环境功能区，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中1类区标准，具体标准值详见表4.1-2。					
表 4.1-2 《声环境质量标准》（GB3096-2008）					
声环境功能区类别	昼间 dB (A)		夜间 dB (A)		
1 类	55		45		
3、海水水质环境					
根据《浙江省近岸海域环境功能区划(调整)》，本工程所在海域属于“一类区（编号 A06I）”。工程所在海域水质环境执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类标准，有关标准限值见表 4.1-3。					
表 4.1-3 海水水质标准（单位：pH 无量纲，其余均为 mg/L）					
评价项目	第一类	第二类	第三类	第四类	
pH 值	7.8~8.5		6.8~8.8		
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150	
溶解氧>	6	5	4	3	
化学需氧量≤	2	3	4	5	
活性磷酸盐(以 P 计)≤	0.015	0.030		0.045	

无机氮 (以 N 计)≤	0.20	0.30	0.40	0.50
石油类≤	0.05		0.30	0.50
Cd≤	0.001	0.005	0.010	
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50

4、海洋沉积物环境

拟建工程海域沉积物环境相应的执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的第一类标准。见表 4.1-4。

表 4.1-4 海洋沉积物质量标准

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

5、海洋生物质量标准

海洋贝类生物质量现状采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中第一类标准进行评价。鱼类、甲壳类(除石油烃外)和软体类目前尚无统一的标准,故暂按《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》推荐的评价标准进行评价。砷、铬、石油烃按《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的标准进行评价。具体评价标准详见表 4.1-5 和表 4.1-6。

表 4.1-5 海洋贝类生物质量标准 (鲜重)

项 目	第一类	第二类	第三类
铜≤	10	25	50 (牡蛎 100)
铅≤	0.1	2.0	6.0
锌≤	20	50	100 (牡蛎 500)
镉≤	0.2	2.0	5.0
铬≤	0.5	2.0	6.0
总汞≤	0.05	0.10	0.30
砷≤	1.0	5.0	8.0

石油烃≤	15	50	80
------	----	----	----

注：以贝类去壳部分的鲜重计。

表 4.1-6 海洋鱼类、甲壳类和软体动物生物体内污染物评价标准值（湿重）（单位：mg/kg）

生物类别	铜 ≤	铅 ≤	镉 ≤	锌 ≤	铬 ≤	汞 ≤	砷 ≤	石油烃 ≤
鱼类	20	2.0	0.6	40	1.5	0.3	0.5	20
甲壳类	100	2.0	2.0	150	1.5	0.2	1.0	20

1、废气

本项目排放的废气污染物主要有施工作业产生的扬尘、施工机械设备和施工船舶产生的尾气。营运期主要为客船进出码头产生的尾气。大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）新扩改二级标准，主要排放指标见表 4.1-7。

表 4.1-7 大气污染物排放标准

污染物	最高允许排放浓度（mg/m ³ ）	无组织排放监控浓度限值（mg/m ³ ）	
		监控点	浓度
颗粒物	120	周界外浓度最高点	1.0
SO ₂	550		0.40
NO _x	240		0.12
非甲烷总烃	120		4.0

2、废水

项目废水主要有施工废水、船舶含油污水、生活污水，其中施工人员租用附近农民房，其生活污水进入当地农村生活污水管网，最终纳入北龙岛农业渔业两村污水处理设施处理。施工机械冲洗废水经收集沉淀处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中相关标准后回用于施工过程，如施工现场洒水抑尘、施工车辆和机械设备冲洗、后方山体绿化浇灌等，不外排，标准见表 4.1-8。施工船舶含油废水执行“铅封”管理规定要求，到港交予有处理资质的单位处理，不外排。

项目营运期生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）后用于周边农村农业灌溉，标准见表 4.1-9。

表 4.1-8 城市污水再生利用 城市杂用水水质 单位：pH 无量纲，其他均为 mg/L

项目	标准值			
	冲厕	道路清扫、消防	绿化	车辆冲洗
PH	6.0~9.0			

污
染
物
排
放
标
准

色/度	30			
嗅	无不快感			
浊度/NTU \leq	5	10	10	5
溶解性总固体 (mg/L)	1500	1500	1000	1000
BOD ₅ (mg/L)	10	15	20	15
氨氮 (mg/L)	10	15	20	10
LAS (mg/L)	1.0	1.0	1.0	0.5
铁 (mg/L)	0.3	—	—	0.3
锰 (mg/L)	0.1	—	—	0.1
溶解氧 (mg/L)	1.0			
总余氯 (mg/L)	接触 30 分钟后大于 1.0, 官网末端大于 0.2			
总大肠菌群 (mg/L)	3			

表4.1-9 农田灌溉水质标准

序号	项目类别	作物种类		
		水作	旱作	蔬菜
1	五日生化需氧量/(mg/L) \leq	60	100	40
2	化学需氧量/(mg/L) \leq	150	200	100
3	悬浮物/(mg/L) \leq	80	100	60
4	阴离子表面活性剂/(mg/L) \leq	5	8	5
5	水温/ $^{\circ}\text{C}\leq$	35		
6	pH	5.5~8.5		

3、噪声

本项目施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 建筑施工场界环境噪声排放限值详见表 4.1-10。

营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 1 类标准, 具体参数详见表 4.1-11。

表 4.1-10 建筑施工场界环境噪声排放限值 (GB12523-2011) 单位: dB (A)

昼间 (dB (A))	夜间 (dB (A))
70	55

表 4.1-11 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 单位: dB(A)

类别	标准值	昼间	夜间
	1 类		55

4、船舶污染物排放标准

船舶污废水执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》、《船舶污染物排放标准》(GB3552-2018), 详见表 4.1-11 和表 4.1-12, 执行标准从严。

本项目码头不设船舶含油污水和船舶生活污水接收处理设施。营运期客船在运行前在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理，在船舶到达大陆侧码头后船舶油污水、船舶生活污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理。

表 4.1-11 船舶污废水排放要求

依据	污染源	排放标准		排放浓度 (mg/L) 或要求
《船舶污染物排放标准》 (GB3552-2018)	船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内	2012.1.1 以前安装 (更换) 生活污水处理装置的船舶	BOD ₅ ≤50mg/L, 悬浮物≤150mg/L, 大肠菌群≤2500 个/L
			2012.1.1 以后安装 (更换) 生活污水处理装置的船舶	COD≤125mg/L, BOD ₅ ≤25mg/L, 悬浮物≤35mg/L, pH 值 6~8.5, 大肠菌群≤1000 个/L, 总余氯<0.5mg/L。
		距最近陆地 3~12 海里		使用设备打碎固形物和消毒后排放; 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。
		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。
	含油废水	机器处所油污水: 400 总吨及以上船舶, 收集并接入接收设施或石油类含量小于 15mg/L 在船舶航行中排放。		石油类≤15mg/L
		含货物残余物的油污水: 150 总吨及以上油船		收集并排入接收设施, 或在航行中排放, 同时满足一下条件: (1) 油船距最近陆地 50 海里以上; (2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30L/海里; (3) 排入海中油污水含油量不得超过货物油总量的 1/30000; (4) 排油监控系统运转正常。
	船舶垃圾	1) 在任何海域, 应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。 2) 对于食品废弃物, 在距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域, 应收集并排入接收设施; 在距最近陆地 3 海里至 12 海里 (含) 的海域, 粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放; 在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。 3) 对于货物残留物, 在距最近陆地 12 海里以内 (含) 的海域, 应收集并排入接收设施; 在距最近陆地 12 海里以外的海域, 不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。 4) 对于动物尸体, 在距最近陆地 12 海里以内 (含) 的海域, 应收集并排入接收设施; 在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。 5) 在任何海域, 对于货舱、甲板和外表面清洗水, 其含有		

	<p>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。</p> <p>6) 在任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。</p> <p style="text-align: center;">表 4.1-12 沿海海域船舶排污设备铅封管理规定</p> <p>有关规定</p> <p>① 禁止本管理规定适用的船舶向沿海海域排放油类污染物。</p> <p>② 船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。</p> <p>③ 除机舱通岸接头（接收出口）管系外，船舶的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。</p> <p>④ 对船舶实施铅封前，船舶应提供与实际情况相符的机舱管系布置图，并派员配合海事执法人员做好铅封准备工作，使有关人员能迅速掌握情况。</p> <p>⑤ 启封前，船上的油污水应排放到岸上接收设施，并在《轮机日志》中记载启封的时间和船舶的位置。</p> <p>⑥ 海事管理机构对船舶的铅封状况随时进行检查，发现有擅自启封或未做标记的船舶，将依据有关规定给予相应处罚。</p> <p>5、固体废物控制标准</p> <p>一般固废执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染物控制标准》（GB18599-2001）及环保部[2013]36号公告的修改单。</p>
<p>总量控制指标</p>	<p>1、总量控制原则</p> <p>根据《浙江省建设项目主要污染物总量准入审核办法（试行）》（浙环发[2012]10号），总量控制指标为 COD、氨氮（NH₃-N）、SO₂ 和 NO_x。</p> <p>根据工程分析，确定本项目的总量控制因子为 COD_{Cr} 和 NH₃-N。</p> <p>2、总量控制建议值</p> <p>根据《关于进一步建立完善建设项目环评审批污染物排放总量削减替代区域限批等制度的通知》（浙环发[2009]77号文）及《浙江省建设项目主要污染物总量准入审核办法（试行）》的通知（浙环发【2012】10号），“建设项目不排放生产废水，只排放生活污水的，其新增生活污水排放量可以不需区域替代削减”。本项目只排放生活污水，且最终回用，故本项目不设水污染物总量控制指标。</p>

5、建设项目工程分析

5.1 工艺流程简述（图示）：

5.1.1 施工期

1、工艺流程

本工程水工建筑物主要包括码头平台 1 座、引桥 1 座、后方架空平台 1 座。架空平台上设置相应的集散场地、码头中心（候船室）、办公楼。工程总体施工原则按由岸侧向海侧、由下到上进行。各项施工工艺见下方所示：

码头平台、引桥：施工准备→施工平台搭设→嵌岩灌注桩施工→预制、安装靠船构件→现浇墩台→浆砌条石挡土墙→灌砌块石回填→现浇砼面层→安装辅助设施→港池疏浚→交工验收。

透空平台：施工准备→施工平台搭设→嵌岩灌注桩施工→现浇桩帽→现浇面板→安装辅助设施→交工验收

码头中心（后船室）、办公楼：施工准备→浇基础与立柱→墙体工程→墙面屋面内部→装饰

2、主要污染工序：

(1) 废气：本项目主要废气为施工扬尘和施工机械设备尾气。

(2) 废水：本项目主要废水为施工人员生活污水、施工船舶含油废水、钻孔灌注桩产生的泥浆水和桩基扰动海底引起的 SS 扩散。

(3) 噪声：本项目主要噪声为施工船舶、施工机械设备运行产生的噪声。

(4) 固体废物：本项目固体废物主要为施工人员的生活垃圾、施工钻渣。

非污染生态影响：工程打桩施工会占用一定的海域，对该海域内的海洋生物造成损害。施工产生的悬浮泥沙影响主要是施工作业产生的，施工结束后，悬浮泥沙消失，对海域的生态影响也随之消失，因此，悬浮泥沙的影响是暂时的，一次性的，可以恢复的。

5.1.2 营运期

1、工艺流程

本项目是客运码头，交通量 50000 人次。

陆岛交通工艺：码头船舶采用侧靠方式，旅客通过阶梯上下码头。

工艺流程如下：客船←→码头阶梯←→码头平台←→引桥←→码头中心（候船室）←→集散广场←→港外。

货运工艺：码头货运量仅为岛上居民日常生活物资，货运量较小，由居民携带运输。

本码头营运期间会产生一定的船舶废气、噪声以及生活污水、生活垃圾等，其他方面基本不会对周边环境造成影响。

2、主要污染工序

废气：本项目主要废气为客船进出码头产生的尾气。

废水：主要为船舶含油污水、候船室和办公楼内产生的生活污水。

噪声：主要为“北龙海马”客船进出码头时产生的噪声、客船在码头停靠后乘客上下船产生的噪声。

固废：主要为生活垃圾。

非污染生态影响：本工程运营期对周边海域环境产生水动力、冲淤环境的影响。

5.2 项目污染物排放分析

5.2.1 施工期

1、废气

(1) 施工扬尘

项目大部分建筑材料由水路运输，施工场地的扬尘主要来自于岛上汽车行驶的扬尘、施工堆料场的风力扬尘以及砂石料等作业扬尘。据有关调查表明，施工场地的扬尘中，以运输车辆的行驶引起的道路扬尘为主，约占扬尘总量的 60%。在完全干燥的情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q=0.123\left(\frac{v}{5}\right)\left(\frac{w}{6.8}\right)^{0.85}\left(\frac{P}{0.5}\right)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶产生的扬尘，kg/km·辆；

v——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m²。

表 5.1-1 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位：kg/km·辆

P (kg/m ²) \ v (km/h)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.051	0.086	0.116	0.144	0.171	0.287
10	0.102	0.171	0.232	0.289	0.341	0.574
15	0.153	0.257	0.349	0.433	0.512	0.861
20	0.255	0.429	0.582	0.722	0.853	1.435

表 5.1-1 为一辆载重 10 吨的卡车，通过一段长度为 1000m 的路面时，在不同路面清洁程度，不同行驶速度情况下产生的扬尘量。由此可见，在同样路面清洁情况下，车速越

快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，扬尘量也越大。因此限制车速和保持路面清洁是减少由于车辆行驶而引起的动力扬尘的有效方法。

一般情况下，施工工地、道路在自然风的作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。如果在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4~5 次，可使扬尘减少 70% 左右。表 5.1-2 为施工场地洒水抑尘的试验结果。

表 5.1-2 施工场地洒水抑尘试验结果

距离 (m)		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度 (mg/Nm ³)	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

结果表明，实施每天洒水 4~5 次抑尘，可有效地控制施工扬尘，将 TSP 污染距离缩小至 20~50m 范围内。

(2) 施工机械设备尾气

在工程施工过程中，各种施工车辆、船舶和作业机械在运行中产生含有少量烟尘、NO₂、CO、THC（烃类）等污染物的尾气，特别是在施工高峰阶段，施工机械尾气可能对局部区域大气环境带来一定的影响。由于施工机械设备具有流动性，呈分散布置，尾气以无组织方式排放，排放量很小，很难定量。

2、废水

施工期水污染源主要为嵌岩灌注桩产生的泥浆废水、施工机械冲洗废水、施工船舶产生的含油污水和施工人员产生的生活污水，此外，桩基施工引起的海域水体扰动会造成局部海域底质再悬浮，造成 SS 浓度增加。

(1) 钻孔灌注桩产生的泥浆废水

本工程码头平台基础采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 嵌岩灌注桩 30 根，桩基入土深度 38.9m；引桥基础采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 嵌岩灌注桩 10 根，桩基入土深度 11.0m；后方架空平台采用 $\Phi 800$ 嵌岩灌注桩 50 根，桩基入土深度平均 10.1m。可计算出灌注桩施工时需清理护筒内钻渣和底泥总体积为 1734m³，按清理 1m³ 的钻渣和底泥产生 3m³ 的泥浆废水计算，则项目钻孔灌注桩施工时产生泥浆废水约 5202m³。

开钻前在施工平台上设置泥浆池，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用，钻渣泥浆沉淀处理后的上清液尽量回用于施工场地洒水抑尘或后方绿化浇灌，打桩结束后泥浆干化，与桩基钻渣一并综合利用于北龙岛环岛公路建设，预计钻渣和干化泥浆为 2000t。

(2) 悬浮泥沙

主要来源于打桩震动产生的悬浮泥物。桩基础施工过程中使底泥中的细颗粒泥沙被搅动上扬，再回落到沉积物表层。施工规模较小，上扬的悬沙量较少，且工程施工过程产生的悬浮物主要来自于本海区，因此，经扩散和沉降后，沉积物的环境不会产生明显变化。

打桩时产生的悬浮泥沙量采取如下公式进行计算： $M=0.25\cdot\pi d^2\cdot h\cdot\rho$

其中，M：桩基施工时产生的泥沙量；

d：桩基直径，本项目码头平台和引桥桩基直径为 1.2m，架空平台桩基为 0.8m；

h：码头平台桩基泥面以下深度约为 38.9m；引桥桩基泥面以下深度约为 11.0m；架空平台桩基泥面以下深度约为 10.1m。

ρ ：覆盖层泥沙浓度，根据本项目的地质勘察资料，取值为 $1.47\times 10^3\text{ kg/m}^3$ 。

本工程总体施工原则按由岸侧向海侧、由下到上进行。根据计算公式可知，桩基直径越大，桩基泥面以下深度越深，悬浮泥沙越大，则码头平台施工时悬浮泥沙源强最大，码头平台共有 30 个桩基，每个桩基施工时间约为 3 天，起沙量 30%计，则入海泥沙源强约为 0.22kg/s。

$$0.25\times 3.14\times 1.2^2\times 38.9\times 1.47\times 10^3\times 0.3/3/8/3600=0.22\text{kg/s.}$$

根据源强计算结果，本项目桩基施工引起的悬浮泥沙源强为 0.22kg/s。

(3) 施工机械冲洗废水

本工程施工期使用机械设备 3 台，按每天 10%的比例进行冲洗，冲洗废水按 0.8 吨/台·天计，则机械冲洗废水产生量约 0.24m³/d，施工期共计 48m³。机械冲洗废水主要水污染物为 COD、SS 和石油类，排放浓度分别为：100mg/L、70mg/L 和 5mg/L。则施工期机械冲洗废水中污染物产生量为 COD0.024kg/d，SS0.017kg/d，石油类 0.001kg/d，整个施工期污染物产生量为 COD12kg，SS8.5kg，石油类 0.5kg。机械冲洗废水经统一收集、隔油沉淀处理达到杂用水标准后回用于施工过程，如施工现场洒水抑尘、施工车辆和机械设备冲洗、后方山体绿化浇灌，不得任意排放。

(4) 施工船舶舱底含油污水

施工船舶含油污水主要产生部位在舱底，项目施工主要采用 1 艘起重船，1 艘运驳，1 艘工程船，共 3 艘，其中起重船 40t，运驳和工程船 500t。

表 5.1-3 各吨位船舶舱底含油污水产生量

船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)	船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (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

根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007),各吨位船舶舱底含油污水产生量见表 5.1-3,舱底油污水含油量浓度在 2000~20000mg/L 之间。

对照上表,500t 船舶舱底油污水产生系数为 0.14t/d·艘。起重船吨位较小,忽略不计。油污水浓度按平均值 11000mg/L 计,则含油污水产生量为 0.28t/d,石油类污染物平均产生量为 3.08kg/d。本项目施工期 18 个月,约 500 天,则整个施工期船舶含油污水总产生量约为 140t,石油类污染物总产生量为 1.54t。

由于该类船舶一般无油水分离装置,根据交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》:对港口水域范围内航行、作业的船舶的排污设备实行铅封管理,船舶含油污水定期排入由海事部门认可的岸上接入设施。因此,本项目施工船舶在施工前应在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理,待施工船舶返回大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理,保证船舶含油污水不排放入海。

(5) 施工人员生活污水

本工程在施工高峰期施工人员约 20 人/天,用水量按每人每天 100L,排水系数按 0.85 计,则生活污水产生量为 1.7m³/d,生活污水中主要污染因子浓度为:COD_{Cr}350mg/L、NH₃-N35mg/L、SS200mg/L,则 COD_{Cr}、NH₃-N 和 SS 产生量分别为 0.60kg/d、0.06kg/d、0.34kg/d,整个施工期废水产生量为 850m³,污染物产生量为 COD_{Cr}0.30t、NH₃-N0.03t、SS0.17t。施工人员租用附近农民房,其生活污水进入当地农村生活污水管网后,最终纳入北龙岛农业渔业两村污水处理设施处理;船舶生活污水按照《船舶污染物排放标准》要求,收集上岸后委托处理。

3、噪声

施工期噪声具有阶段性、临时性和不固定性的特点。工程分析知,拟建项目在施工时产生噪声的主要施工设备有施工船舶、发电机等。本工程主要施工机械源强见表 5.1-4。

表 5.1-4 施工期主要噪声源强一览表

序号	机械设备名称	声级	测点距离 (m)
1	施工船舶	84	10
2	柴油发电机	88	10
3	空压机	88	10
4	钻孔式灌注桩机	80	10
5	混凝土泵	84	10
6	水泵	62	10

4、固废

施工期产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾和施工钻渣。工程日均人数为

20人，施工人员生活垃圾按 1.0kg/d 人计，则施工人员生活垃圾产生量为 20kg/d。整个施工期产生量为 10t。生活垃圾集中收集后，委托北龙岛环卫部门统一清运处理。

本工程码头平台基础采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 嵌岩灌注桩 30 根，桩基入土深度 38.9m；引桥基础采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 嵌岩灌注桩 10 根，桩基入土深度 11.0m；后方架空平台采用 $\Phi 800$ 嵌岩灌注桩 50 根，桩基入土深度平均 10.1m，共产生 1734m^3 钻渣，约 2000t。钻渣最终综合利用用于北龙岛环岛公路建设

5、项目污染源强汇总

根据工程分析，项目污染物汇总情况见表 5.1-5。

表 5.1-5 施工期污染物汇总（单位：t）

污染物名称		产生量	削减量	排放量	
废气	扬尘	少量	少量	少量	
	施工机械尾气	少量	少量	少量	
废水	泥浆废水	废水量	5202	5202	0
	机械冲洗废水	废水量	48	48	0
	含油污水	废水量	140	140	0
		石油类	1.54	1.54	0
	生活污水	废水量	850	0	850
		COD _{Cr}	0.30	0.26	0.04
		NH ₃ -N	0.03	0.023	0.004
SS		0.17	0.161	0.009	
固体废物	生活垃圾	10	10	0	
	施工钻渣	2000	2000	0	
噪声	主要来自施工设备运行噪声，噪声源强为 84~88dB。				

注：废水排放量以最终排放环境量计

非污染生态影响：工程打桩施工会占用一定的海域，对该海域内的海洋生物造成损害。施工产生的悬浮泥沙影响主要是施工影响产生的，施工结束后，悬浮泥沙消失，对海域的生态影响也随之消失，因此，悬浮泥沙的影响是暂时的，一次性的，可以恢复的。

5.2.2 营运期

1、废气

本工程营运期间客船进出码头会产生船舶尾气，排放的主要污染物有 CO、SO₂、NO_x 等，由于船舶具有流动性，尾气以无组织方式排放，排放量很小，难以估算。

2、噪声

本工程营运期间客船停靠码头进行旅客的上下船，一般情况下，船舶辅机均处于正常开启状态。本环评类比监测交通船舶停靠码头过程产生的噪声，噪声值为 72~75dB（含

船舶噪声及旅客活动噪声)。候船室候船旅客较多时类比监测值为 65~70dB。

3、废水

(1) 船舶舱底含油污水

根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007), 500 吨级的船舶底舱含油废水产生量为 0.14t/d·艘, 本工程码头设计船型重量为 300 吨级, 根据类比, 300 吨级的船舶底舱含油废水产生量约为 0.08t/d·艘。客船年运行时间为 320 天, 则新建码头产生船舶舱底含油污水 0.08t/d, 25.6t/a, 舱底油污水浓度按平均值 11000mg/L 计, 则石油类污染物平均产生量为 0.001kg/d, 0.28t/a。

本项目码头不设船舶含油污水接收处理设施。客船在运行前在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理, 在船舶到达大陆侧码头后船舶油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理, 以保证船舶含油污水不排放入海。

(2) 生活污水

①办公楼职工生活污水

码头配备 10 名工作人员, 用水量按每人每天 100L, 排水系数按 0.85 计, 则生活污水产生量为 0.85m³/d, 每年运行 320 天, 生活污水产生量为 0.27t。

②候船室旅客生活污水

项目新建码头年客流量为 5 万人次, 取进出港各 2.5 万, 其中进岛人员从上岸后直接离港, 不产生废水, 因此厕所冲洗水主要为出岛 2.5 万候船人员产生, 全年按最大运营天数 320 天计, 项目候船室产生的废水主要是出港旅客的生活废水, 参照《建筑给水排水设计规范》(2009 版) 中的有关设计规范, 客运站等旅客每人每次用水量为 3~6L 项目处于海岛, 水资源缺少, 用水量取下限值。则新建码头后候船室旅客用水量增加 75t, 废水量按 85% 计算, 则年废水产生量约 64m³。

办公楼职工生活污水和候船室旅客生活污水合计约 64m³/a。生活污水中主要污染因子浓度为: CODcr350mg/L、NH₃-N35mg/L、SS200mg/L, 则码头污染物年产生量分别为 CODcr0.022t、NH₃-N0.002t、SS0.013t。生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 后用于周边农村农业灌溉。

4、固废

①办公楼职工生活垃圾

码头配备 10 名工作人员, 生活垃圾产生量为 1kg/人, 日产生量为 10kg, 每年营运 320 天计, 年产生量为 3.2t。

②旅客生活垃圾

旅客每次产生生活垃圾约 0.2kg/次，根据新建码头年出港人数（2.5 万人次），则旅客产生生活垃圾 5t/a，一部分在候船室产生，一部分在船舶上产生。

办公楼职工生活垃圾和旅客生活垃圾合计 8.2t/a。

码头陆地上的生活垃圾（办公楼职工生活垃圾和候船室旅客生活垃圾）经统一收集后由北龙岛环卫部门定期清运处理；船舶上的生活垃圾收集后待船舶到达大陆侧码头后纳入客运码头固废收集中心收集处理。

非污染生态影响：本工程的实施引起周边海域环境产生水动力、冲淤环境的变化。

营运期本项目污染物汇总情况见表 5.1-6。

表 5.1-6 营运期污染物汇总（单位：t）

污染物名称		产生量	削减量	排放量	
废气	船舶尾气	少量	0	少量	
废水	含油污水	废水量	25.6	25.6	0
		石油类	0.28	0.28	0
	生活污水	废水量	64	64	0
		COD _{Cr}	0.022	0.022	0
		NH ₃ -N	0.002	0.002	0
		SS	0.013	0.013	0
固体废物	生活垃圾	8.2	8.2	0	
噪声	主要为船舶运行噪声和候船室旅客噪声，噪声源强（65~75dB）				
注：废水排放量以最终排放环境量计					

6、项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	排放源或工序 (编号)		污染物 名称	处理前产生浓度及 产生量 (单位)	排放浓度及排放量 (单位)
大气 污染物	施工期	作业扬尘	TSP	少量	少量
		机械设备	尾气 (烟尘、NO ₂ 、 CO、THC (烃 类) 等)	少量	少量
	营运期	客船	CO、SO ₂ 、NO _x 等	少量	少量
水 污 染 物	施工期	打桩	泥浆废水	5202m ³	/
			SS	0.22kg/s	0.22kg/s
		机械冲洗	废水量	48m ³	处理后回用于绿化
		施工船舶	含油污水	140t	收集上岸委托瑞安市瑞 海港务有限公司接收处 理
			石油类	11000mg/L, 1.54t	
		施工人员	生活污水	850m ³	施工人员租用附近农民 房, 其生活污水进入当 地农村生活污水管网
			COD _{Cr}	350mg/L, 0.30t/a	
	NH ₃ -N		35mg/L, 0.03t/a		
	SS		200mg/L, 0.17t/a		
	营运期	客船船舶 污水	含油污水	25.6t/a	铅封后的船舶油污水在 船舶到达大陆侧码头后 定期委托瑞安市瑞海港 务有限公司接收处理
			石油类	11000mg/L, 0.28t/a	
		工作人员 和旅客	生活污水	64m ³ /a	生活污水经码头一体化 污水处理设施处理达 《农田灌溉水质标准》 (GB5084-2005) 标准后 用于周边农村农业灌溉
			COD _{Cr}	350mg/L, 0.022t/a	
NH ₃ -N	35mg/L, 0.002t/a				
SS	200mg/L, 0.013t/a				
固体 废 物	施工期	施工人员	生活垃圾	10t	0
		打桩	施工钻渣	2000t	综合利用于北龙岛环岛 公路建设
	营运期	工作人员 和旅客	生活垃圾	8.2t/a	0
噪声	施工期	主要来自施工设备运行噪声, 噪声源强为 84~88dB。			
	营运期	主要为船舶运行产生的噪声和候船室候船旅客发出的噪声。噪声值为 72~75dB (A)。			
其他	/				

主要生态影响（不够时可附另页）

施工期对海洋生态环境影响主要体现在：码头、引桥、后方架空平台桩基施工直接破坏作业区范围内底栖生物的生存环境，造成底栖生物的窒息、死亡和迁移；桩基打桩作业将在一定程度上引起工程海域的悬浮物增加，导致局部范围内的水体浑浊度增加，减少透光率，造成部分鱼类回避并影响浮游植物的光合作用。工程建设将占用一定面积的海域，在此范围内的底栖生物将会由于生境的改变而逐渐消亡。随施工期的结束，影响随之消失，海洋生态环境可改善和部分恢复。

营运期后对海域生态的主要影响是：泊位船只停靠扰动了潮间带生物、浮游生物、游泳生物原来的栖息地和生活环境，对海域生物资源的破坏较小。泊位船只的舱底含油废水排放按照交通部 2007 年 5 月 1 号起实施的《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）的规定执行，不会对所在海域生态环境造成影响。

7、环境影响分析

7.1 施工期环境影响分析

本项目施工期的影响主要为废气、废水、噪声、固废和生态影响。

7.1.1 施工废气对环境的影响

1、施工扬尘影响分析

施工扬尘主要来源于以下几个方面：

- (1) 运输汽车造成的道路扬尘；
- (2) 土石方装卸、堆存时产生的风力扬尘；
- (3) 建筑材料在运输、堆放过程中产生的扬尘；
- (4) 建筑垃圾在堆放和清理时产生的扬尘。

施工期间，由于砂土裸露，在风力作用下，极易产生扬尘，造成局部大气环境污染。扬尘量的大小与施工现场条件、管理水平、机械化程度、施工季节、土质及天气等诸多因素有关，是一个复杂且难以量化的问题，本环评采用类比法，分析施工扬尘对环境空气的影响。

根据北京市环境保护科学院对施工扬尘的专题研究结果，施工现场扬尘的影响范围最远可到下风向 150m 处，影响区域内 TSP 浓度约为上风向对照点的 1.5 倍，相当于《环境空气质量标准》中二级标准 ($0.3\text{mg}/\text{m}^3$) 的 1.6 倍。根据对一些施工现场的监测结果，距离施工现场 100m 处，施工扬尘的浓度在 $0.12\sim 0.79\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，施工及运输车辆引起的扬尘对路边 30m 范围以内影响最大，而且成线形污染，路边的 TSP 浓度可达 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

由于本工程主要为水工建筑物建设，产生的扬尘量较少，做好定时洒水降尘工作，海上风力较大，对污染物的稀释扩散能力较大，施工扬尘对周边环境影响较小。陆域办公楼、候船室建设需做好如下防尘措施：①水泥等易起尘的物料不能露天堆放。②施工场地应修筑厂界围墙或简易围屏，建筑物采用封闭式施工，用网罩围隔；③临时堆放的土石方、建筑垃圾，在大风干燥天气应增加洒水次数。

2、施工机械设备尾气影响分析

工程施工船舶和施工机械中推土机、运输车辆等由于大都以燃料油为动力，在作业时发动机会产生燃油废气。由于尾气仅会对近距离环境造成一定的影响，施工机械数量较少，且施工为间歇式作业，作业点也比较分散，且海上空气的稀释扩散能力很强，因此，排放的机械设备尾气对周边环境空气质量影响很小。

7.1.2 施工废水对环境的影响

1、泥浆废水影响分析

根据工程分析，项目钻孔灌注桩施工时产生泥浆废水约 5202m³，主要污染物为 SS。工程开钻前在施工平台上设置泥浆池，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用，钻渣泥浆沉淀处理后的上清液尽量回用于施工场地洒水抑尘或后方绿化浇灌。钻渣综合利用用于北龙岛环岛公路建设。

2、悬浮泥沙影响分析

桩基施工过程中会扰动周边局部海域底质，造成局部海域悬浮物浓度增加。施工作业将在一定程度上引起工程海域的悬浮物增加，导致局部范围内的水体浑浊度增加，减少透光率，造成部分鱼类回避并影响浮游植物的光合作用。待施工结束后，产生的影响也随之消失，海域水质、生态环境可得到一定程度的恢复。

(1) 控制方程：

为了掌握施工期悬浮泥沙(SS)的影响程度和范围，我们在水动力模型基础上建立了悬浮泥沙扩散模型，对施工过程中产生的悬浮物扩散进行数值模拟计算。

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{F_s}{h + \zeta} \quad (1)$$

式中： S 为垂向平均的泥沙浓度(kg/m³)； u ， v 垂向工程后流速； ζ 为水位； h 为未扰动水深； $h + \zeta$ 为总水深； D_x ， D_y 为水平扩散系数(m²/s)； F_s 为源汇函数(kg/(m²s))。

源汇函数 F_s 可采用切应力大小比较确定：

$$\text{底部切应力：} \bar{\tau} = \rho f_b |\vec{v}| \vec{v} \quad (2)$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时，泥沙处于落淤状态，则：

$$F_s = \alpha \omega S \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d} \right) \quad (3)$$

当 $\tau_d < \tau < \tau_e$ 时，床面处于不冲不淤状态，则：

$$F_s = 0 \quad (4)$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时，床面泥沙起动，则：

$$F_s = -M \left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1 \right) \quad (5)$$

式中， α 为沉降机率， ω 为沉降速度， τ_d 为临界淤积切应力， τ_e 为临界冲刷切应

力， M 为冲刷系数。

泥沙模型中的相关参数采用经验数据，具体取值如下：泥沙的初值和边界值都取为 0，水平扩散系数 $1N^2/s$ ，临界淤积切应力为 $0.71N^2/m$ ，泥沙沉降速度为 $0.0005m/s$ ，底部冲刷系数 $0.00001kg/m^2/s$ ，底部糙率 $0.001m$ 。

(2) 方案组次：

根据施工环节工艺特征及组织进度安排，在码头平台最外端和栈桥与后方架空平台连接处各布置 1 个源强点 P1~P2，各悬沙源强点位见图 7.1-1(图中蓝色点)。

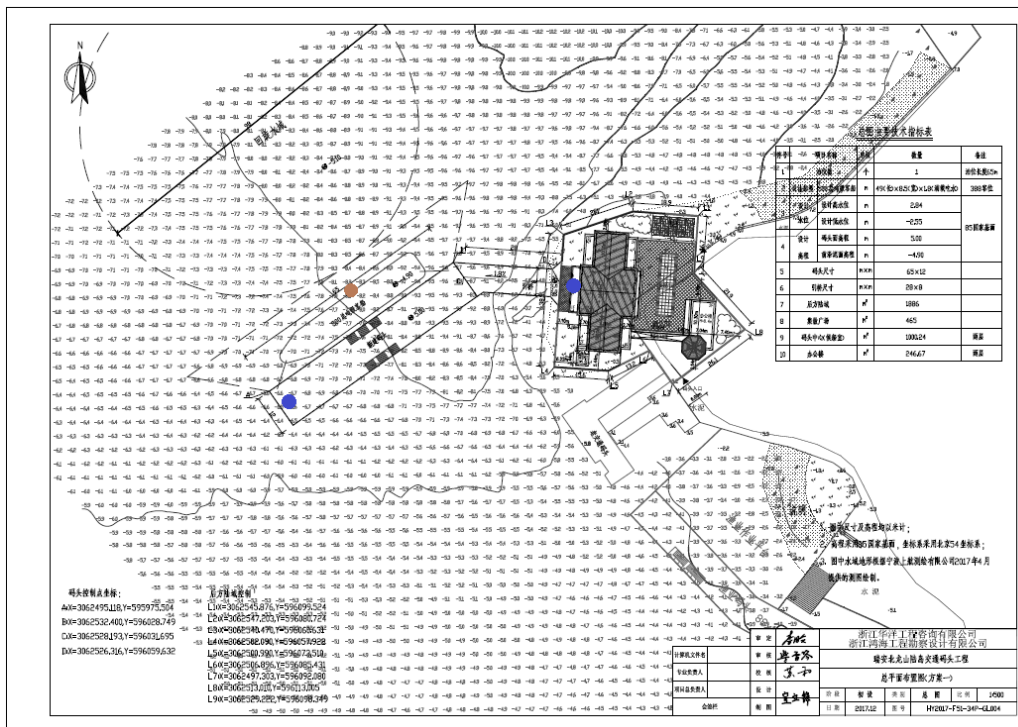


图 7.1-1 悬沙(蓝色)及溢油(褐色)源强点位置图

(3) 模型配置：

根据悬浮泥沙扩散特性和本次工程特点以及施工工艺和组织方案，在 MIKE21 水动力计算结果基础上配置 mt 悬浮泥沙运移模式。各源强点在计算周期内均持续排放，在水动力耦合同步计算中、小区、小区 1 内同时计算，网格精度为 90、30、10m，计算时间设置为大潮、小潮期连续 5 天，时间步长为 10s。预测重点关注的浓度区间为 10-20mg/L、20-50 mg/L、50-100 mg/L、100-150 mg/L 和大于 150 mg/L 共 5 个浓度区间，最终将不同浓度区间的外边界进行连线形成最大包络面积和包络线图，并列表表示相应的面积。

(4) 悬沙模拟结果分析：

图 7.1-2 为计算点 p1、p2 将大潮期起 5 天工程区附近海域空间点上出现的最大泥沙

浓度增量分布，由图可见，p1 点悬沙扩散范围为源强点北向 200m、南向 400m 之间的区域，最大悬沙浓度增量 2~20mg/l；p2 点悬沙扩散范围为源强点北向 300m、南向 350m 之间的近岸区域，最大悬沙浓度增量 2~50mg/l。

图 7.1-3 为综合各计算点结果，工程区大潮期可能出现的最大泥沙浓度增量分布，悬浮泥沙以码头为中心向南北及近岸方向漂移沉降，影响范围主要为码头北向 300m 至南向 400m 之间的区域；码头平台处潮动力较强，最大悬沙浓度增量 2~20mg/l；引桥及后方架空平台处近岸，潮动力较弱，最大悬沙浓度增量 10~50mg/l；近岸区域的浓度大于垂直于码头平台轴线方向的扩散区。其余计算区域内开阔海域悬浮物扩散浓度均在 2mg/l 以下。

图 7.2-16 为各计算时刻点将小潮期起 5 天工程区附近海域空间点上出现的最大泥沙浓度增量分布，由图可见小潮期最大泥沙浓度增量分布与大潮期接近，扩散范围略小于大潮期，码头中心悬沙浓度基本稍大于大潮期。

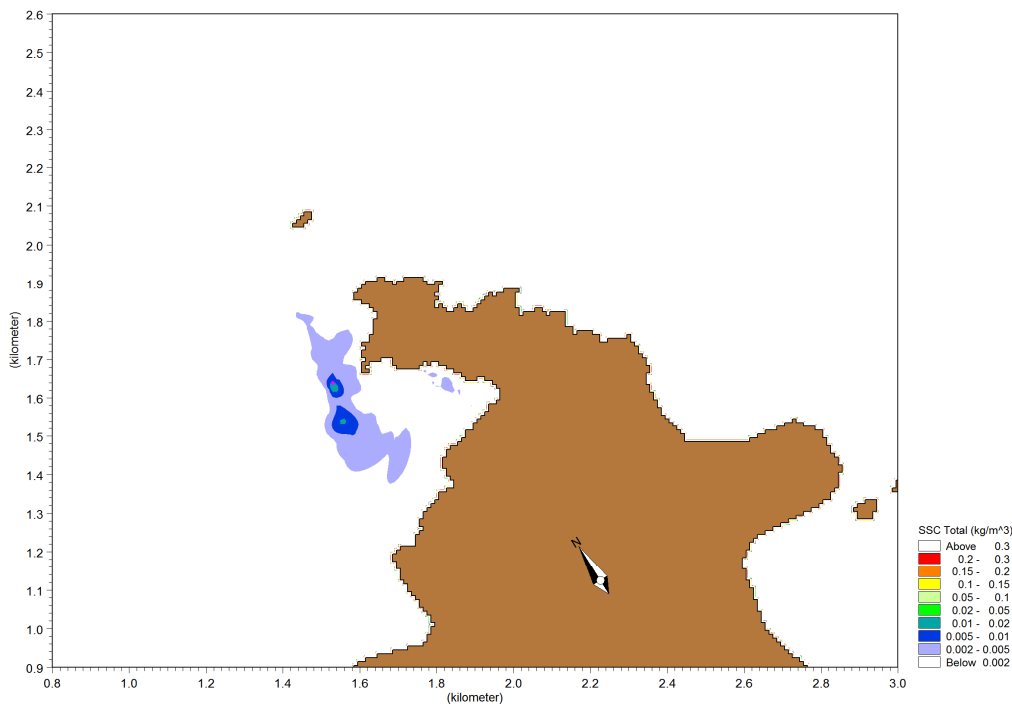


图 7.1-2a 大潮期计算点 p1 最大泥沙浓度增量

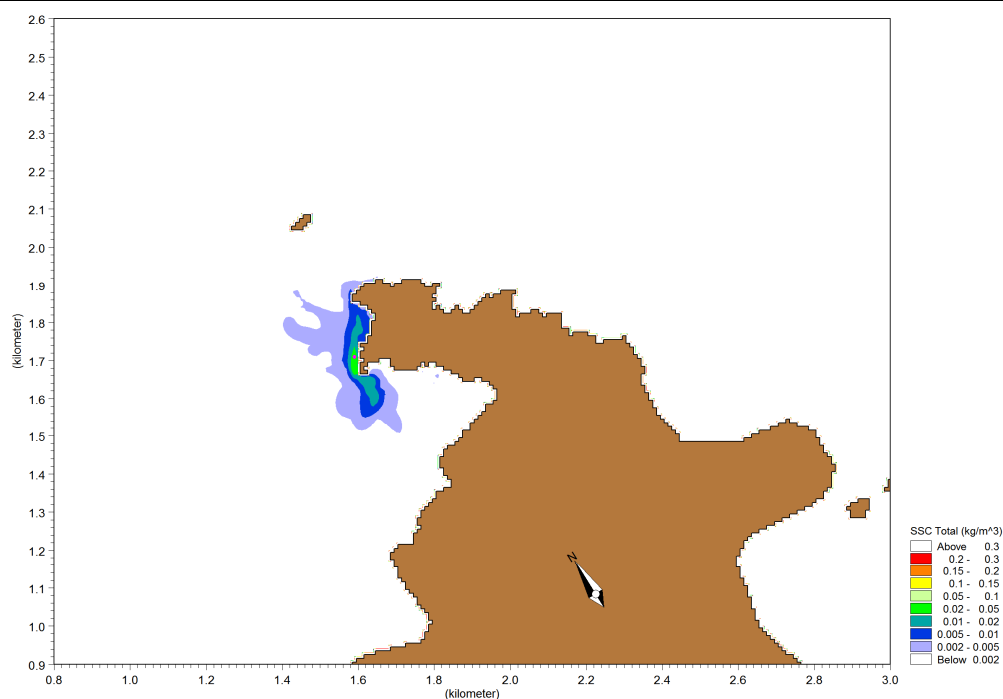


图 7.1-2b 大潮期计算点 p2 最大泥沙浓度增量

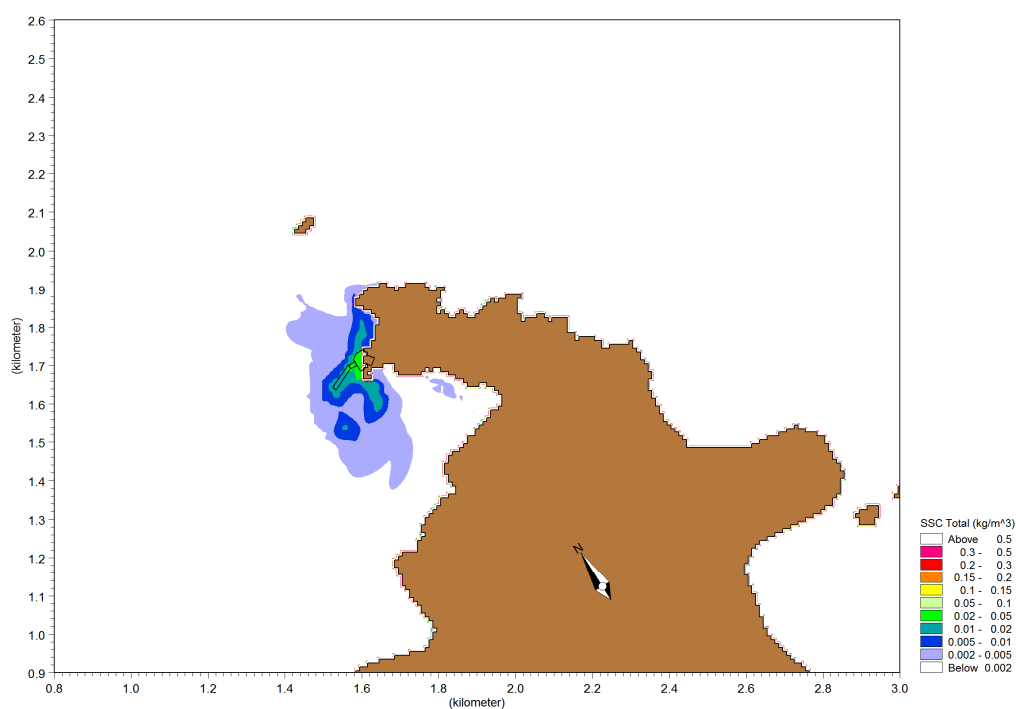


图 7.1-3 大潮期最大泥沙浓度增量

根据上述悬沙模拟结果我们认为本项目施工引起的悬浮泥沙影响以码头及周边近岸区域为主，对海区水环境的总体影响较小。图 7.1-3~7.1-5 中最大泥沙浓度增量等值线的包络面积详见表 7.1-1。

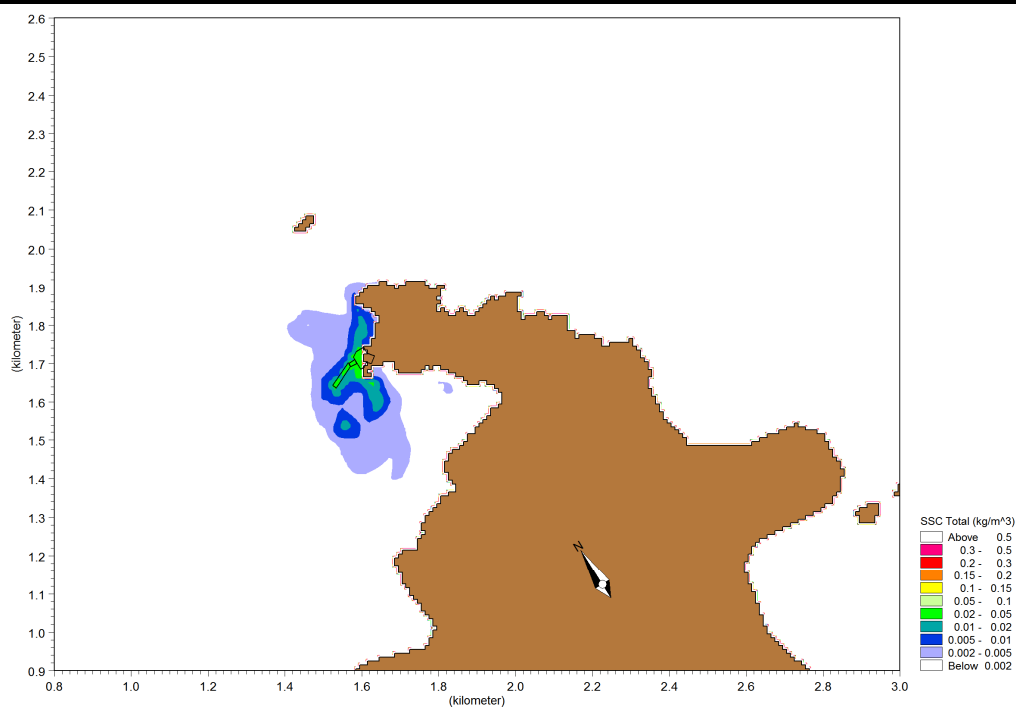


图 7.1-4 小潮期最大泥沙浓度增量

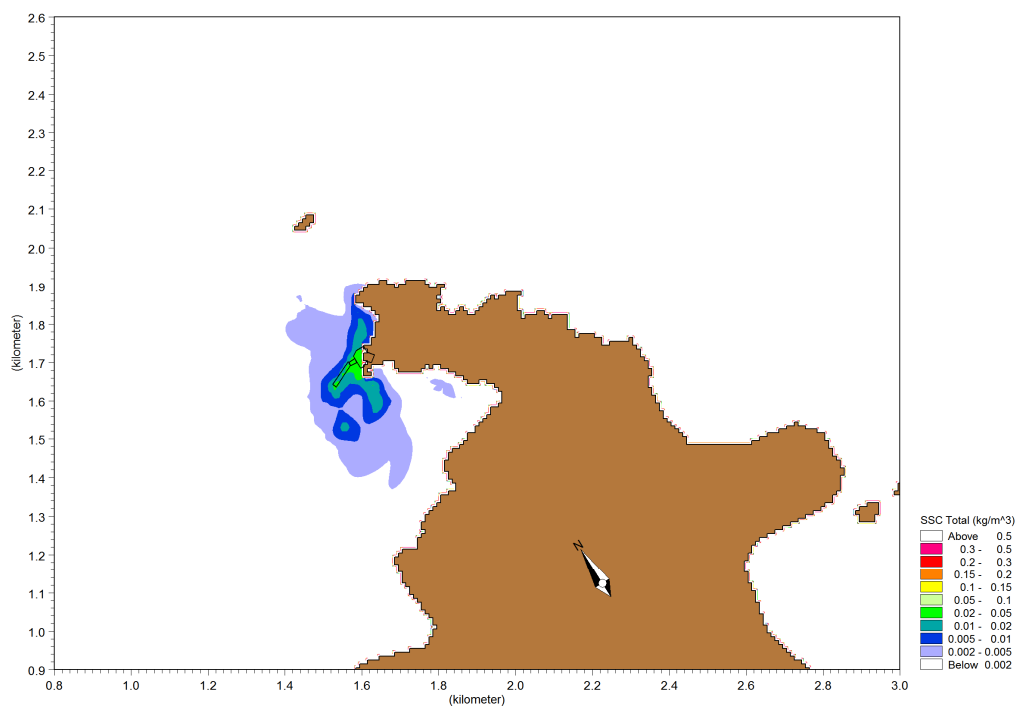


图 7.1-5 全潮最大泥沙浓度增量

表 7.1-1 工程产生悬浮物浓度最大值等值线包络面积(km²)

浓度增量(mg/L)		2~5	5~10	10~20	20~50	> 50
包络面积 (km ²)	大潮	0.0646	0.0181	0.0079	0.0027	0
	小潮	0.0565	0.0169	0.008	0.0034	0.0002
	全潮	0.0622	0.0175	0.0093	0.0035	0.0002

3、机械冲洗废水影响分析

机械冲洗废水主要水污染物为 COD、SS 和石油类，废水经统一收集、隔油沉淀处理达到杂用水标准后回用于施工过程，如施工现场洒水抑尘、施工车辆和机械设备冲洗、后方山体绿化浇灌，不得任意排放。采取措施后对周边海域水质环境影响较小。

4、施工船舶舱底含油污水影响分析

根据工程分析，本工程施工船舶产生的含油污水量约 0.28t/d。根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，本项目施工船舶在施工前应在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理，待施工船舶返回大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理，保证船舶含油污水不排放入海。

5、生活污水影响分析

本工程整个施工期产生的废水量为 850m³。生活污水中主要污染因子为 COD_{Cr}、NH₃-N 和 SS。施工期生活污水量较小，水质较为简单，施工人员租用附近农民房，其生活污水进入当地农村生活污水管网后，最终纳入北龙岛农业渔业两村污水处理设施处理；船舶生活污水按照《船舶污染物排放标准》要求，收集上岸后委托处理。采取措施后，施工期生活污水不会对周边海域水环境产生影响。

7.1.3 施工噪声对环境的影响

本项目主要施工机械的噪声源强见表 5.1-4，噪声机械设备具有阶段性、临时性和不固定性的特点。根据本项目施工过程中各噪声源的特点和源强，采用点声源衰减模式进行预测计算。在多台机械设备同时作业时，各台设备产生的噪声会产生叠加。根据类比调查，叠加后的噪声增值约为 3~8dB，一般不会超过 10dB。

1、噪声预测模式

本项目施工过程中产生的噪声在预测时仅考虑扩散衰减。

将施工机械看作固定点源，在距离 r 米处的声压衰减模式为：

$$LA(r)=LA(r_0)-20lg(r/r_0)$$

所有声源发出的噪声在同一受声点的影响，其噪声叠加计算模式为：

$$L_A = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1L_{eq_i}} \right)$$

以上两式中：

LA(r)——距离声源 r 米处的声压级，dB(A)；

LA(r₀)——距离声源 r₀ 米处的声压级，dB(A)；

r_0 ——参考位置，本次取 1m；

r ——预测点到声源的距离，m；

LA——合成声压级，dB(A)；

LA_i ——第 i 个声源对某个预测点的等效声级，dB(A)。

2、预测结果

当单台施工机械作业时可视为点声源，根据噪声预测模式可以计算出噪声源强随距离衰减的情况。各机械的噪声衰减见表 7.1-2。

表 7.1-2 噪声衰减一览表 单位：dB

距离 (m)	10	20	40	80	120	200	400	800
施工船舶	84	77.5	71.5	65.5	62	57.5	51.5	45.5
柴油发电机	88	82	76	70	66.5	62	56	50
空压机	88	82	76	70	66.5	62	56	50
钻孔式灌注桩机	80	74	68	62	58.4	54	48	42
混凝土泵	84	77.5	71.5	65.5	62	57.5	51.5	45.5
水泵	62	65	59	53	47	43	39	33

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，施工场界昼间噪声限值为 70dB，从表 7.1-2 的计算结果可知，80m 可达标。本工程周边最近敏感点村庄为大岙渔业村，与陆域边界距离仅 8m。可见工程施工对周边大岙渔业村声环境影响较大，尤其是 8~80m 范围内的 10 户居民 (25 人)，噪声最大超标值约 18dB。因此工程施工时要求建设单位采取如下噪声防治措施：①选择低噪声施工设备，并加强机械设备的维修、管理，使其处于低噪声、高效率的良好工作状态；②合理设置施工场地，将施工机械设备尽量布置在远离村庄一侧，高噪声设备布置于施工棚内，设置临时隔声屏；③合理安排施工时间，高噪声设备避开午休时间；④确因施工需要需夜间施工的，需在施工前张贴公示。以减少对周边环境的噪声影响。本工程施工影响是暂时的，等施工结束，噪声影响随之消失，因此采取措施后本工程实施对周边环境影响较小。

7.1.4 施工固废对环境的影响

工程施工期间产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾和施工钻渣。

施工人员生活垃圾应集中收集，委托当地环卫部门清理。工程产生的施工钻渣综合利用用于 2019 年开始施工的北龙岛环岛公路建设。

综上，项目固废均得到妥善处置，对周边环境影响较小。

7.1.5 海洋生态影响分析

项目施工期对海洋生物的影响主要表现为：直接破坏作业区范围内底栖生物的生存环境，造成底栖生物的窒息、死亡和迁移；施工作业将在一定程度上引起工程海域的悬

浮物增加，导致局部范围内的水体浑浊度增加，减少透光率，造成部分鱼类回避并影响浮游植物的光合作用。待施工结束后，产生的影响也随之消失，海域生态环境可得到一定程度的恢复。

1、施工期对海洋生态环境影响分析

(1) 悬浮物对浮游植物影响分析

光合有效辐射是太阳辐射中能被绿色植物用来进行光合作用的那部分能量，能够直接影响植物的生长、发育、产量以及质量，是形成初级生产力的基本能源。悬浮物浓度过高时因悬浮颗粒的散射和吸收，真光层深度将明显变浅，透射光强将迅速衰减引起光合有效辐射减少，从而影响光合强度。项目桩基施工时根据需要配备钢护筒可较好地减少施工悬浮泥源强。施工期悬浮泥在海水的掺混作用下形成泥沙含量高的水团，随潮流运动而扩散稀释，其中靠近源强点的局部水域为悬沙增量高值区，水体浊度较高，透射光强降低，浮游植物光合作用将受到影响，进而妨碍细胞分裂增殖，可引起受影响海区的初级生产力水平下降。根据悬浮泥扩散影响研究，本项目桩基施工形成的悬浮泥扩散主要在工程近区，增量 10~20、20~50、> 50mg/L 的最大包络面积分别为 0.0093、0.0035、0.0002km²，相对于本区含沙量而言，在增幅明显的施工近区浮游植物将有所损失，而增量较小的其他区域则影响甚轻。

(2) 悬浮物对浮游动物影响分析

根据海洋调查，工程区附近海域浮游动物类群包括水母类、桡足类、毛颚类、虾类、浮游幼体、仔稚鱼及浮性卵等。施工期高浓度的悬浮物将影响浮游动物的呼吸、摄食、消化及繁殖等机能。细颗粒物可随呼吸水流粘附于浮游动物鳃表面，形成机械屏障降低呼吸效率，可能导致呼吸困难甚至窒息。悬浮物浓度过高还将影响浮游动物摄食行为。以本区优势类群浮游桡足类为例，这是浮游生物的重要组成部分，其种类多、数量大、分布广，是鱼虾类（特别是仔稚鱼）的饵料基础。滤食性桡足类主要饵料为浮游植物，兼食细菌等微生物以及有机碎屑，取食成分随种类而异，例如火腿许水蚤（*Schmackeria poplesia*）主要滤食圆筛藻及小环藻。桡足类滤食机制属第二小颚滤食型，由微小棘毛交叉形成滤网，口部附肢（主要是第二触角）快速颤动引起涡流带来食物颗粒，通过滤网把不能滤过的较大颗粒截留，再将其刮下混合粘液粘成食块，经大颚研磨、粉碎送入口中。捕食性种类口部附肢构造不同于滤食性种类，既可捕捉小型浮游动物如原生动物、甲壳动物幼体，也能捕食较大的浮游动物如箭虫、幼鱼等。很多桡足类是杂食性，这是桡足类摄食的基本类型，其口部附肢构造介于滤食性和捕食性之间，例如哲水蚤属

(*Calanus*) 等偏食植物性饵料, 唇角水蚤属 (*Labidocera*) 等偏食动物性饵料。食物浓度是影响桡足类摄食率的重要因子, 其滤(捕)食率通常随着食物浓度的增加而加速。在高浓度悬浮物影响下, 滤食性以及杂食性种类的筛网因被细颗粒粘着而滤食效率降低, 吞食的食块又含较多泥质, 其机体机能将受到干扰, 而且因其可取食的浮游植物由于悬浮物影响将有不同程度减少, 浮游动物有可能处于饥饿状态而影响生长甚至死亡。捕食性及杂食性种类可捕食的其他浮游动物密度也因悬浮物的各种不利影响而有所降低, 同样面临因食物短缺引发的饥饿。根据相关研究, 水体悬浮物含量过高将抑制浮游桡足类的存活与繁殖, 尤其当其浓度增量超过 300mg/L 时, 这种危害特别明显, 而且以粘性淤泥危害最大, 泥土及细砂泥次之。本项目用海区底泥以粘性淤泥为主, 施工期引起底泥再悬浮与漂移, 将对施工区附近水域的浮游动物会产生一定程度的不利影响。

(3) 悬浮物对底栖生物影响分析

底栖生物(含潮间带生物)的栖居形式包括爬行、固着、埋栖、穴居、底游等类型, 除底栖鱼类与虾蟹类运动较敏捷, 其他门类通常不甚活跃或营固着生活。根据海洋调查, 本区底栖生物优势种为双齿围沙蚕、双鳃内卷齿蚕。多毛类属穴居及底表栖居种, 通过疣足完成呼吸; 腹足类属底表爬行, 具有专司呼吸的栉鳃。悬浮泥偏高将影响浮游微藻光合效率, 又因其所含还原性物质氧化还原耗氧, 从而引起水体溶解氧减少。块石触底造成的突发振动和高浊度的海水引发多毛类避居洞穴, 泥沙落淤厚度过大则将堵塞洞口切断水流通道, 使其缺氧窒息; 腹足类受刺激时关闭厣板避居壳内, 体型偏小者或被沉沙所掩埋, 如不利刺激持续发生使厣板持久关闭, 将因呼吸受阻和摄食中断而缺氧、饥饿甚至死亡。

(4) 悬浮物对游泳动物影响分析

悬浮泥沙造成水体透光率下降, 影响光合作用强度, 使初级生产力水平下降, 根据生态系统能量流动“十分之一定律”(林德曼定律), 初级生产力降低则其可支持的次级生产力(植食性种类)和终级生产力(顶级捕食者)将随之减少, 即因食物减少而逐级影响到更高位营养级的物种。游泳动物趋利避害能力较强, 遇到高浊度水体能主动回避, 寻找其他适宜水域觅食, 所受的不利影响程度较轻。

2、施工期生物损失估算

根据项目附近海域潮汐特征, 项目附近海域平均低潮位为-1.72m, 即高程在-1.72m 以上海域的生物损失为潮间带生物损失, 高程在-1.72m 以下海域的生物损失为底栖生物损失。本工程水深地形在-2.55~-7.50m, 为潮下带海域, 造成底栖生物的损失。根据现

状调查，拟建工程附近海域底栖生物的平均生物量取 2016 年春季和 2017 年秋季平均，为 32.82g/m²。

(1) 生物损失量

本工程 Φ1200mm 嵌岩灌注桩 40 根，Φ800 嵌岩灌注桩 50 根，永久占用海域面积 70.4m²。底栖生物永久性损失按 100%计，计算得到底栖生物永久性损失量为 2.31kg。

(2) 经济损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SCT9110-2007)，海域生态经济损失可按下述方法进行计算。

底栖生物经济损失按下列公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：M—经济损失额，单位为元；

W—生物资源损失量，单位为 kg；

E—生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元/kg。参考温州市 2017 年海洋捕捞产值/产量平均值（V）约 0.8 万元/t。

项目码头平台、引桥和后方架空平台桩基施工对项目海域生态系统造成的影响是不可逆的，按《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中规定对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害补偿年限不低于 20 年。该部分海洋生态环境补偿费按 20 年估算。

按以上数据估算本项目海洋生物的经济损失为 22 元，详见表 7.1-3。

表 7.1-3 海域生态补偿费用

生物类型	损失量	单位 经济损失	一次性 损失价值	赔偿 年限/倍数	赔偿 经济损失
底栖生物 (永久)	2.31kg	0.8 万元/t	18.48 元	20 倍	370 元

3、施工期渔业资源损失计算

(1) 估算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估按下式计算。

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、kg；

D_i ——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）/km²、尾（个）/km³、kg/km²；

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km² 或 km³。

对施工过程中悬浮物扩散范围内海洋生物资源的损害进行评估，分一次性损害和持续性损害。

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15 天（不含 15 天）；

持续性损害：污染物浓度增量区域存在时间超过 15 天（含 15 天）。

①一次性平均受损量评估

某种污染物浓度增量超过 GB11607 或 GB3097 中 II 类标准值（GB11607 或 GB3097 中未列入的污染物，其标准值按照毒性试验结果类推）对海洋生物资源损害，按如下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中： W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个（个）、千克（kg）；

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，单位为尾平方千米（尾/km²）、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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 7.1-4。

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

②持续性损害受损量评估

根据工程施工进度计划，嵌岩灌注桩施工期约 7 个月，每月施工约 25 天，则污染物浓度增量影响的持续周期为 14 个，生物资源受损量计算：

$$M_i = W_i \times T$$

式中： M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个、kg；

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损害量，单位为尾、个、kg；

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数，单位为个。

表 7.1-4 污染物对各类生物损失率一览表

污染物 i 的超标 倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Bi≤1 倍	5	<1	5	5
1<Bi≤4 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
4<Bi≤9 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
Bi≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：本表列出污染物 i 的超标倍数(Bi)，指超《渔业水质标准》或超 II 类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。

损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。

本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。

本表对 pH、溶解氧参数不适用。

(2) 悬浮泥沙扩散范围内的海洋生物资源损害评估

根据数模计算，施工期悬浮泥沙包络面积统计见表 7.1-5。

表 7.1-5 悬浮泥浓度包络统计表

浓度(mg/L)	10~20	20~50	> 50
包络面积(km ²)	0.0093	0.0035	0.0002

悬浮泥沙扩散范围内的海洋生物资源损害评估见表 7.1-6。

鱼卵、仔鱼损失量按鱼卵平均密度 0.74ind/m³，仔稚鱼平均密度 0.34ind/m³ 计算。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 的相关要求，鱼卵折成鱼苗按 1%成活率计，仔鱼折成鱼苗按 5%成活率计，经济损失按实际影响周期计算。

鱼、虾、蟹损失按照拖网调查结果，鱼类资源密度平均 112.29×10³ind./km²，虾类平均 7.00×10³ind./km²，蟹类平均 11.41×10³ind./km²。渔业资源重量密度，其中鱼类为 421.83kg/km²；虾类为 35.37kg/km²；蟹类为 219.70kg/km²。依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，从幼体长成鱼虾蟹成熟个体均按 50%成活率计，经济损失按实际影响周期计算。平均水深以 8m 计。

表 7.1-6 施工期对鱼类等游泳动物和鱼卵仔鱼损失估算表

悬浮物扩散范围 (km ²)	渔业资源	资源密度	损失率	一次性损失量(尾)	存活率	持续周期	累计损害量折成成体(尾)	商品重量(g/尾)	单价	经济损失(元)
0.0093 (10~20mg/L)	鱼卵	0.74ind/m ³	5%	2753	1%	14	385	/	0.2 元/尾	77.0
	仔鱼	0.34ind/m ³	5%	1265	5%		886	/	0.2 元/尾	177.2
	幼鱼	112.29×10 ³ ind./km ²	1%	10	50%		70	12.3	15 元/kg	12.9

瑞安北龙山陆岛交通码头工程环境影响报告表

	幼虾	7.00×10^3 ind./km ²	1%	1	50%		7	4.6	10 元/kg	0.3
	幼蟹	11.41×10^3 ind./km ²	1%	1	50%		7	21.1	10 元/kg	1.5
	小计									268.9
0.0035 (20~50mg/L)	鱼卵	0.74ind/m ³	20%	4144	1%	14	580	/	0.2 元/尾	116.0
	仔鱼	0.34ind/m ³	20%	1904	5%		1333	/	0.2 元/尾	266.6
	幼鱼	112.29×10^3 ind./km ²	10%	39	50%		273	12.3	15 元/kg	50.4
	幼虾	7.00×10^3 ind./km ²	10%	2	50%		14	4.6	10 元/kg	0.6
	幼蟹	11.41×10^3 ind./km ²	10%	4	50%		28	21.1	10 元/kg	5.9
	小计									439.5
0.0002 (> 50mg/L)	鱼卵	0.74ind/m ³	30%	355	1%	14	50	/	0.2 元/尾	10.0
	仔鱼	0.34ind/m ³	30%	163	5%		114	/	0.2 元/尾	22.8
	幼鱼	112.29×10^3 ind./km ²	20%	4	50%		28	12.3	15 元/kg	5.2
	幼虾	7.00×10^3 ind./km ²	20%	0.3	50%		2	4.6	10 元/kg	0.1
	幼蟹	11.41×10^3 ind./km ²	20%	0.5	50%		4	21.1	10 元/kg	0.8
	小计									38.9
总计										747.3

4、施工期生态补偿额

根据对生物损失量的计算,本项目工程占用海域底栖生物损失生态补偿额为 370 元;施工期悬浮泥沙对生物资源损害生态补偿额为 747 元。

综上,生物资源损害赔偿总额约 1117 元。

7.1.6 对周边主要环境敏感目标的影响与分析

1、对周边近岸海域水质的影响

根据前述施工废水对环境影响的分析可知,项目施工期废水不外排,施工引起的悬浮泥沙影响以码头及周边近岸区域为主,对海区水环境的总体影响较小。故项目对周边近岸海域水质影响较小。

2、对临时性养殖区的影响分析

码头施工期会对南面约 25m 处的北龙岛临时养殖区(约 40 个网箱)水质产生影响,同时考虑码头施工对临近的临时暂养网箱的影响,开工前需与暂养网箱户主进行协商迁移,待码头建成后再回迁至原地。

7.2 营运期环境影响分析

7.2.1 海域水文动力和冲淤环境影响预测与评价

见专题。

7.2.2 海水水质环境影响预测与评价

1、船舶舱底含油污水影响分析

本工程客船产生的含油污水量约 0.28t/a。根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，客船在运行前应在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理，铅封后的船舶油污水在船舶到达大陆侧码头后定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理，以保证船舶含油污水不排放入海。

2、生活污水影响分析

本工程办公楼职工生活污水和候船室旅客生活污水合计约 64m³/a。生活污水中主要污染因子为 COD_{Cr}、NH₃-N 和 SS。生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)后用于周边农村农业灌溉。项目生活污水水质较为简单，易生化，不含有毒物质，污水处理达标后用于农业灌溉对周边环境影响较小。

7.2.3 大气环境影响分析

客船在进出码头时会产生船舶尾气，主要含 CO、NO_x、SO₂ 等污染物。由于船舶具有流动性，尾气以无组织方式排放，排放量很小，且海上空气的稀释扩散能力很强，因此，客船排放的船舶尾气对周边环境空气质量影响很小。

7.2.4 声环境影响分析

本项目营运期噪声主要为客船停靠码头产生的噪声、旅客上下船噪声及候船室旅客活动噪声等。

根据类比监测交通船舶停靠码头过程产生的噪声，噪声值为 72~75dB（含船舶噪声及旅客活动噪声）。候船室候船旅客较多时类比监测值为 65~70dB。

项目噪声源按船舶靠岸最高75dB计，则对距离码头80m处的大岙渔业村噪声贡献值为36.9dB，敏感点叠加本底后的噪声预测值为52.6dB，能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 1类区标准要求。同时由于北龙岛地处海外孤岛，客船运行频率较低，1天仅1班（或停泊或离港），客船到达后旅客下船，或旅客上船后船舶驶离码头，时间在半小时内，噪声影响持续时间较短，且客船仅在昼间运行，大部分时间无噪声产生，加之码头附近常驻居民较少，所以本项目运行后对周边声环境影响较小。

项目陆域建筑虽距离敏感点较近，但陆域建筑主要用于海事工作人员办公，无高噪

声设备及高噪声作业，因此不会对外环境噪声影响。

为使本项目对周边环境产生的噪声影响尽可能降低到最小，本环评提出治理措施如下：

- ①选用先进的低噪声设备。
- ②加强设备日常维护，保持船舶良好地运作状态，避免非正常生产噪声的产生。
- ③加强管理，避免旅客大声喧哗。

7.2.5 固体废物影响分析

项目所产生的固废主要为办公楼职工生活垃圾和候船室生活垃圾，合计 8.2t/a。在办公室和候船室均设置垃圾桶，定点收集生活垃圾，生活垃圾经统一收集后由环卫部门定期清运处理，不排入附近海域，不会对周边环境产生影响。

7.2.6 生态影响分析

1、海域生态影响

本工程建成后，废水均妥善处置，不直接排放进入海域，因此，本工程对项目周边海域生态环境不会产生直接的影响。

2、渔业资源影响分析

项目所在海域既不是养殖区又不是特定的捕捞作业海域，因此本工程建成后对其它渔业生产不会产生明显的影响。

7.2.7 清洁生产分析

为了降低污染物的发生，必须采用先进设备，合理安排工艺路线，进行科学管理，把污染控制从末端治理转向生产全过程控制。

1、施工原辅材料

本工程根据工艺需求尽量选用外购成品混凝土，工程建设所需的预制构件从其他预制厂采购不设临时预制场，既提高施工效率，又可最大程度减少对海洋环境的影响。

2、施工工艺

①采用钻孔灌注桩进行桩基施工，产生的钻渣和泥浆通过管道泵入泥浆池处理，有利于减少泥浆水对海域水环境的污染。泥浆进行综合利用，不外排。

②施工人员租用附近农民房，其生活污水进入当地农村生活污水管网，不外放。

3、施工设备

本工程采用钻孔式灌注桩机，它的施工工艺及技术发展比较成熟，具有承载力大、稳定性好、沉降量小、受施工水位或地下水位高低的影响较小等优点，属于国内领先水

平。

4、污染防治

选用低噪声设备、减震降噪措施；含油污水由相关处理资质单位收集处理；各类固废经分类收集和管理最终得到无害化处理。

5、施工组织

在施工组织管理上，要有科学的管理制度和熟练的专业队伍，才能保证施工的顺利进行。因此，本工程在施工前采用招标方式选定专业施工队进行，并设置监理部门对工程的建设进行监理，在保证工程质量的同时，可避免因质量问题返工而造成大量的原材料浪费，增加环境负担。在施工总进度编排上，合理安排施工工期。

7.2.8 环境风险评价

见专题。

8、建设项目拟采取的防治措施及预期治理效果

内容 类型	排放源或工序 (编号)		污染物 名称	防治措施	预期治理效果
大气 污染物	施工期	作业 扬尘	TSP	①做好定时洒水降尘工作；②水泥等易起尘的物料不能露天堆放。③建筑物采用封闭式施工，用网罩围隔；④临时堆放的土石方、建筑垃圾，在大风干燥天气应增加洒水次数。	对周围空气环境影响较小
		机械 设备	尾气 (烟尘、NO ₂ 、 CO、THC(烃 类)等)	使用环保型的低硫分柴油。	减少机械设备燃油废气对大气的污染
	营运期	客船	CO、SO ₂ 、 NO _x 等	使用环保型的低硫分柴油。	减少船舶燃油废气对大气的污染
水污 染物	施工期	打桩	泥浆废水、悬 浮物	开钻前在施工平台上设置泥浆池，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用，钻渣泥浆沉淀处理后的上清液尽量回用于施工场地洒水抑尘或后方绿化浇灌。钻渣综合利用于北龙岛环岛公路建设。	不对周边海域水环境产生影响
		机械 冲洗	COD、SS 和 石油类	废水经统一收集、隔油沉淀处理达到杂用水标准后回用于施工过程，不得任意排放。	
		施工 船舶	含油污水	按“铅封”管理规定实施，待施工船舶返回大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理，保证船舶含油污水不排放入海。	
		施工 人员	生活污水	施工人员租用附近农民房，其生活污水进入当地农村生活污水管网。	
	营运期	客船	含油污水 船舶生活污 水	按“铅封”管理规定实施，在船舶到达大陆侧码头后定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理	不对周边海域水环境产生影响
职工、 旅客		COD _{Cr} 、 NH ₃ -N 和 SS	生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)后用于周边农村农业灌溉		

固体废物	施工期	施工人员	生活垃圾	生活垃圾应集中收集,统一存放,委托当地环卫部门集中处理	减量化、资源化、无害化
		打桩	钻渣	综合利用于北龙岛环岛公路建设	资源化
	营运期	职工、旅客	生活垃圾	设置垃圾桶,定点收集生活垃圾。码头陆地上的生活垃圾经统一收集后由北龙岛环卫部门定期清运处理;船舶上的生活垃圾收集后待船舶到达大陆侧码头后纳入客运码头固废收集中心收集处理	减量化、资源化、无害化
噪声	施工期		① 选择低噪声施工设备,并加强机械设备的维修、管理,使其处于低噪声、高效率的良好工作状态;②合理设置施工场地,将施工机械设备尽量布置在远离村庄一侧,高噪声设备布置于施工棚内,设置临时隔声屏;③合理安排施工时间,高噪声设备避开午休时间;④确因施工需要需夜间施工的,需在施工前张贴公示。		对周边声环境影响较小
	营运期		①选用先进的低噪声设备。 ②加强设备日常维护,保持船舶良好地运作状态。 ③对码头做好相应的管理,降低旅客活动噪声。		对周边声环境影响较小
其他	码头施工期会对南面约 25m 处的北龙岛临时养殖网箱(约 40 个网箱)水质产生影响,要求建设单位在工程实施之前做好与养殖户的协调工作,将该临时性养殖区挪至其他海域,待码头建成后再根据实际情况将临时养殖网箱挪回,将影响降至最低。				

8.1 环保投资

本工程需新建化粪池等设施,本项目总投资 3762.71 万元,根据估算,拟建项目需环保投资约 30 万元,约占总投资的 0.8%。详见表 8-1。

表 8-1 工程环保设施与投资概算一览表

项目	内容	投资(万元)
废水治理	一体化污水处理设施	15
噪声治理	临时隔声屏障	3
固废处置	固体废物分类收集存放	2
生态补偿	增殖放流及临时养殖网箱迁移费用	10
合计		30

8.2 生态保护措施及预期效果

①对于本工程造成的海洋生物损失,可采取增殖放流的方式进行生态补偿。②合理安排施工季节与施工进度,应尽量缩短水上作业时间,并尽量将施工期避开鱼虾洄游繁殖、幼鱼索饵以及生长的高峰期。③施工机械应尽量选择低噪声的施工机械,采用低噪声的施

工工艺，防止噪声对海洋生物产生影响。

8.3 “三同时”验收相关内容

本项目施工期以及运营期均产生相应的污染物，应对各种污染物的处理处置设施同步实施。主要内容见表 8.3-1。

表 8.3-1 环境保护“三同时”验收调查主要内容一览表

阶段	污染源防治措施		具体内容	规模及数量	预期效果	责任主体
施工期	大气污染防治	扬尘防治	洒水车	1 辆	减少扬尘	建设单位
		污水处理	泥浆水	泥浆池	1 套	泥浆水不排海
	机械冲洗废水		隔油沉淀池	1 个	废水回用不外排	建设单位
	船舶舱底含油污水		铅封管理，待施工船舶返回大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理	-	油污水不排放入海	建设单位
	施工人员生活污水		租用农民房，生活污水纳管	-	生活污水不排放入海	建设单位
	噪声治理	施工噪声	低噪声设备、临时隔声屏	-	降低噪声对敏感点影响	建设单位
	固废处置	钻渣	综合利用于北龙岛环岛公路建设	/	不得随意倾倒	建设单位
		生活垃圾	垃圾箱收集后委托当地环卫部门统一清运处理。	5 个	无害化填埋	建设单位
	环境监理		整个施工期环境监理	/	监督环保措施	建设单位
	海洋生态和生物资源保护		建设单位严格执行生态补偿方案	/	对生态环境最大保护，对生态损失做合理的补偿	建设单位
运营期	污水处理	生活污水	一体化污水处理设施	1 套	生活污水不排放入海，处理至回用水质标准后用于农业灌溉	建设单位
	固废处置	生活垃圾	垃圾箱 码头陆地上的生活垃圾经统一收集后由北龙岛环卫部门定期清运处理；船舶上的生活垃圾收集后待船舶到达大陆侧码头后纳入客运码头固废收集中心收集处理	10 个	无害化填埋	建设单位

9、专题（海洋环境影响分析）

9.1 海域水文动力和冲淤环境影响预测与评价

9.1.1 潮汐潮流模型

本项目采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型MIKE21来研究工程海域的潮流场运动，MIKE21是一个专业的工程软件包，用于模拟河流、湖泊、河口、海湾、海岸及海洋的水流、波浪、泥沙及环境。MIKE21为工程应用、海岸管理及规划提供了完备、有效的设计环境。MIKE21FM模型采用非结构三角网格剖分计算域，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密，该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点，已在全球70多个国家得到应用，有数百例成功算例，计算结果可靠，为国际所公认。

1、控制方程

水动力模型 HD 控制方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + gp \frac{\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] \\ + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) - \Omega_q - fVV_x = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + gq \frac{\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) \right] \\ + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) + \Omega_p - fVV_y = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

式中： ζ 为水位

h 为水深

p 、 q 分别为 x 、 y 方向上的垂线平均单宽流量

C 为谢才系数

g 为重力加速度

f 为风应力系数

V 、 V_x 、 V_y 分别为风速及其在 x 、 y 方向的分量

Ω 为柯氏力

p_a 为大气压力

ρ_w 为海水密度

x 、 y 为直角坐标

t 为时间

τ_{xx} 、 τ_{xy} 、 τ_{yy} 分别为剪切应力分量

u 、 v 为水平流速分量

柯氏系数 $\Omega = 2w \sin \varphi$ ， w 为地转角速度， φ 为纬度取 29.5°

重力加速度 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

谢才系数 C ， $C = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ， n 为糙率系数， $H = h + \zeta$ ， $n = 0.022$

紊动粘性系数 $C_s = 0.1 \Delta x \Delta y \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)^2}$ (Smagorinsky 公式),

$C_s = 0.5$

2、定解条件

为使上述控制方程封闭，必须要有合适的定解条件才能求解，所需的定解条件包括初始条件和边界条件。

初始条件： $\zeta(x, y)|_{t=0} = \zeta_0(x, y)$

$p(x, y)|_{t=0} = p_0(x, y)$

$q(x, y)|_{t=0} = q_0(x, y)$

边界条件：开边界 $\zeta(x, y, t) = \zeta^*(x, y, t)$ *表示已知值

陆边界 $Q_n = 0$ 固体海岸的法向流量为0

在海域中的开边界上，海面的水位根据沿岸潮位站来给定。有了上述定解条件，就可用一定的离散格式求出方程的解。MIKE 21 HD 采用交替方向隐格式(ADI)求解二维浅水潮波方程，方程矩阵采用双消除法(Double Sweep)算法求解，该格式具有二阶精度。

3、差分格式

模式网格及变量在网格上的分布采用常用的 Arakawa-C 格式，基本的网格可视作一个长方体，速度分量定义在长方体的六个面上，其它诸如密度、压力等变量则定义在长方体的中心，速度与其它量的这种交叉分布形式，使得许多差分是空间中心差分，因而具有较高的精度，在模拟区域中，侧向岸边界的设置，是以保证每一个网格为一完整的

网格为原则。

4、群桩处理

码头及防波堤群桩的处理采用增加摩阻系数和减小过水断面的方法，其原理如下：

$$\tau_p \cdot \Delta x \cdot \Delta y = n \cdot F$$

式中： τ_p 为等价剪切应力

F 为单个桥桩的拖曳力

n 为桥桩的密度

Δx ， Δy 为网格精度

总体拖曳力为群桩阻力和底摩擦力之和

$$F = \frac{1}{2} \rho C_D B_e H_e \cdot V^2 \quad (4)$$

式中： C_D 为拖曳系数

ρ 为海水密度

B_e 为桥桩的等效宽度

H_e 为桥桩在水中的高度

V 为流速

5、模型配置

本项目所涉海域广阔、潮汐通道槽滩交错、潮动力环境复杂，为了能切实地模拟工程区潮流场变化情况，我们采用粗细网格嵌套结合实时同步耦合的方法：计算大区网格的 Y 向均为正北向东偏转 18°，网格精度为 270m，计算区剖分为 539x459 个网格，计网格数 247401 个，时间步长 30s；耦合计算区分为计算中区、小区、小区 1 三层同步计算区，网格精度分别为 90m、30m、10m，计算区剖分为 686x459 个网格，共计网格数 944622 个，时间步长 5s，其中细化网格精度 10m 的计算小区 1 主要为精确计算工程后的冲淤影响。耦合计算区域的边界由计算大区计算结果提供，包括潮位和流量。大区松门港，东为东海开阔海域，南至鳌江以南，将整个乐清湾和瓯江口流域包括在内。计算大区开边界上的水位由区域内浪矾山、下大陈、南麂和石坪各潮位站的历史水位数据差值得到，东、南边界开阔水域参考了 MIKE 全球潮模型 kms-tide 的调和常数回报水位数值，开边界处的水位同时包含 11 个主要分潮(K₁、O₁、P₁、Q₁、M₂、S₂、N₂、K₂、M₄、MS₄ 和 M₆)，并根据计算海区的潮汐、潮流特征进行理论上的插补而相互验证。温州三大河口的内边界由石仙妇、瑞安、鳌江三个岸站的水位控制(含 11 个分潮)；另外考虑到湾内径流

对模型精度的影响，在模型中清江、楚门河等乐清湾主要河流入湾入口处加径流源强，流量 $0.00326\text{m}^3/\text{s}$ ，模拟期内不间断释放。四层计算区分别代表温州海域、瑞安海域、大北列岛和工程区前沿海域，由计算大区计算结果为耦合计算区域提供边界条件(包括潮位和流量)。模型涉及地形主要采用本海区历史海图及勘测单位提供的工程前沿测深图。模型计算时的基面统一采用 1985 国家高程基准面。

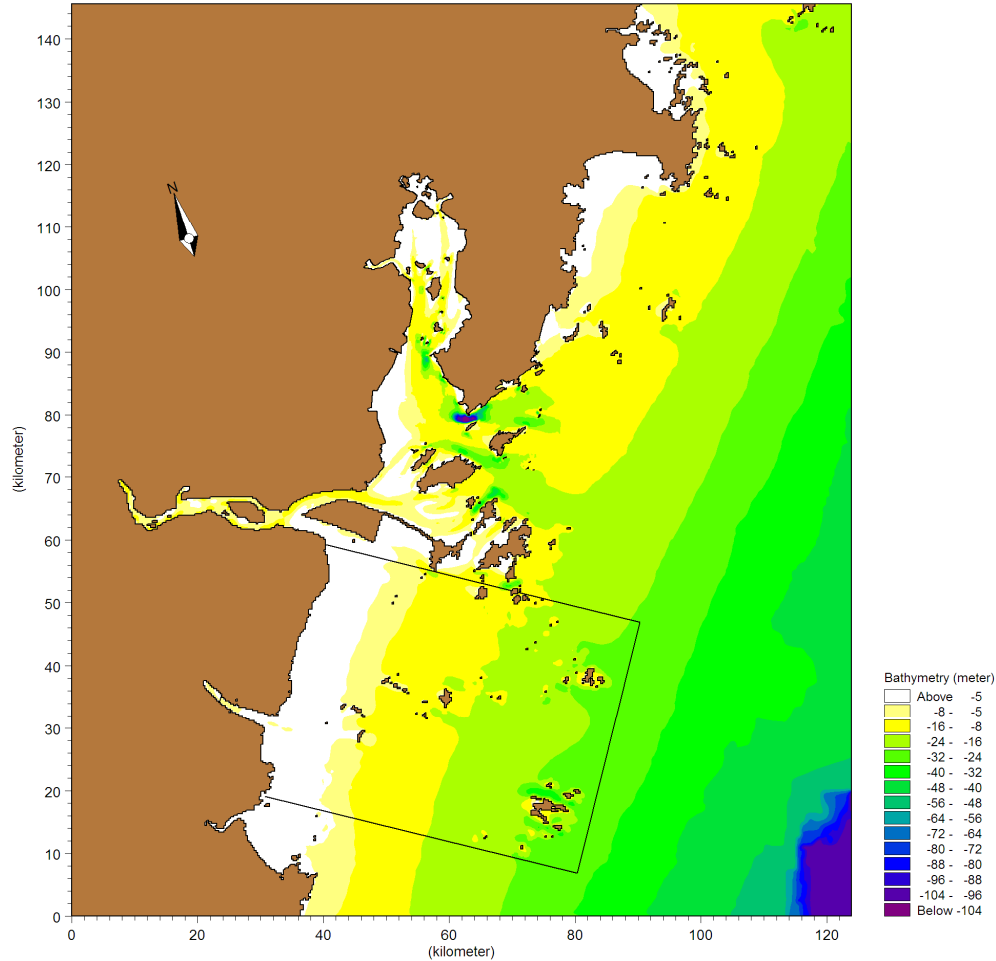


图 9.2-1 模型配置及计算大、中区水下地形图

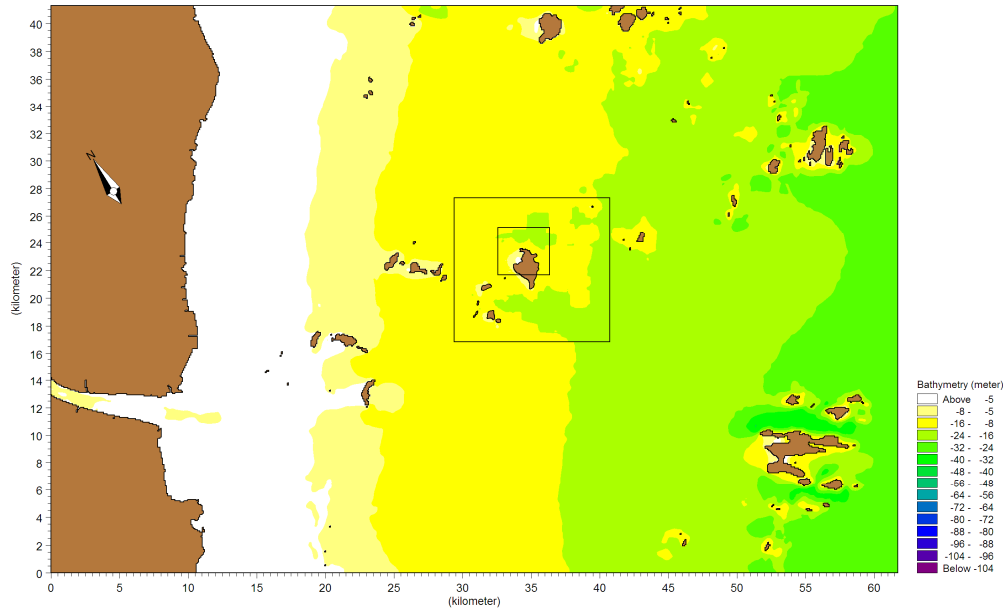


图 9.2-2 计算中区、小区、小区 1 水下地形图

5、模型验证

根据经典潮汐理论，可通过调整各天文分潮的相角来改变具体的计算日期，这使应用历史资料验证模型成为可能。为了对模型计算结果进行验证，这里我们采用 2017 年 7 月中国海洋大学为本项目实测水文资料，M1~M2 为 2 个潮流连续观测站，老码头临时潮位站为 1 个验潮站，各验证点的位置见图 2.1-7。实测潮位潮流观测资料均取整点数据，潮位观测资料时间为 15 天；潮流站观测内容包括流速、流向、水深和悬沙浓度，观测时间为大潮 27h。

潮位验证

由图 9.2-3 中可以看出，模拟所得的潮位与观测结果拟合得较好，潮高计算值和实测潮位过程线拟合良好，峰值高潮位误差基本小于 10cm，相位基本一致，其中的差异一方面可能是由网格离散点与潮位站之间的位置差异所造成的，另一方面，可能是由于实际地形和水深与离散网格水深取值的差异所致。总体而言，计算值与实测值吻合良好；计算值与实测值的误差在规范允许误差的范围之内。

潮流验证

图 9.2-4 为 2 个实测周日连续站的大小潮流速、流向与模拟结果的比较。由图中可以看出，模拟所得的流场基本与实际情况相符，计算和实测流速值相对误差小于 10%；总体看来，模拟所得的 2 个连续站的潮流与实测流吻合得较好，流场模拟验证基本达到了工程计算的要求，区域内流场模拟计算结果基本反映了该海域潮流和潮波的实际变化，模型可用于工程后的潮流预测计算。

潮位和潮流的验证结果表明，我们使用的模式基本能反映工程区附近海区的实际情况，流场计算验证结果合理可靠。

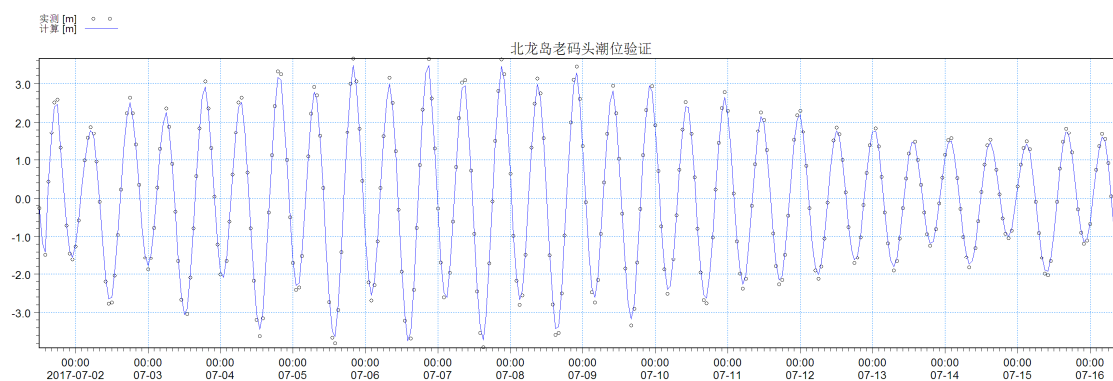


图 9.2-3 老码头临时潮位站潮位验证图

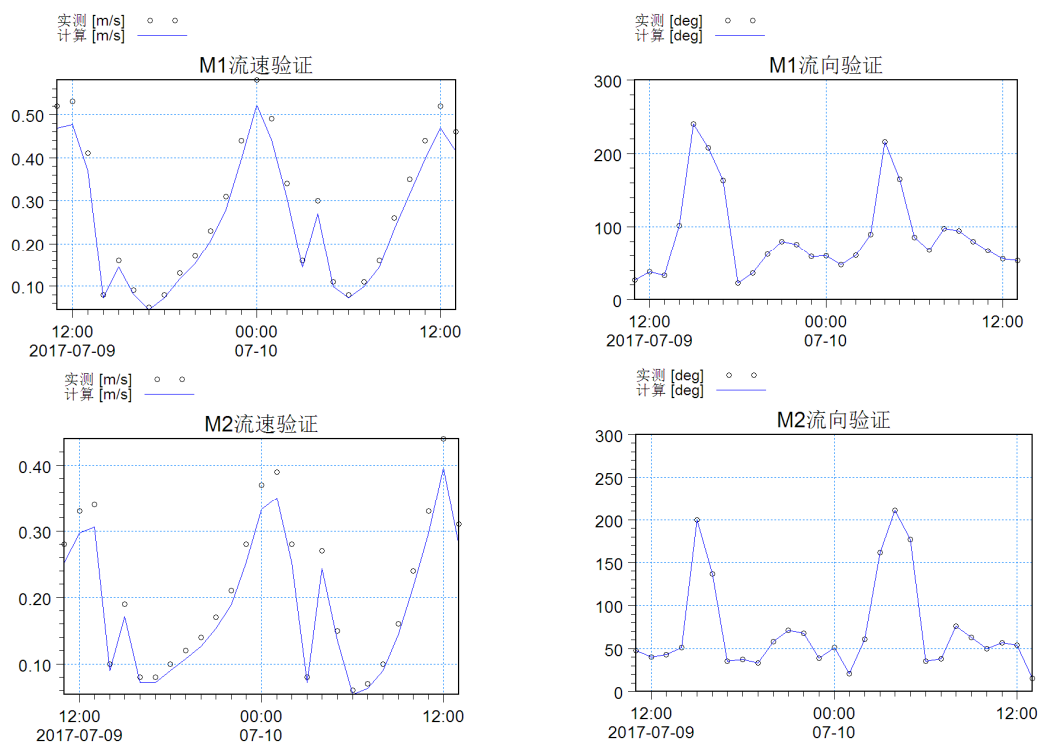


图 9.2-4 连续站流速流向验证示意图（大潮）

9.1.2 潮流现状模拟及分析

对方案规划设计而言，潮流特征参数受控于较大值，因此，一般选取天文大潮过程作为代表潮型。因此，以下对潮流特征的模拟分析中，对应实测水文资料，均采用 2017 年 7 月大潮作为代表潮型。为了探讨本规划对周边海域的总体影响，模拟计算的四个计算区分别代表温州大区域、瑞安区域、大北列岛和工程海域局部流场的水动力现状。

潮位与潮流位相关系，涉及潮波运动概念，从潮汐分析中可知，外海潮波自东南方向进入工程水域后，仍保持前进波的性质。通常当潮波为前进波时，最大潮流流速通常

出现在高、低潮位附近。从大范围来看，工程海域处于东海潮波推进过程中的一个点，整体上保持着前进波的特性。从局部地形分析，由于受到海岛的阻挡和堵截，水深不断变化，以及入射潮波与反射潮波的叠加和摩擦等因素，潮波发生反射、绕射，使潮波不再保持外海前进波的性质。所测海域地理位置较为复杂，处于两条水道的交汇处，潮流与潮位的位相关系复杂。通过流速流向与潮位的位相图可看出，该海域涨落潮流差异较大，具体为：落潮流最大流速出现在高平潮后约 2-3 小时，即中潮前后，而涨潮流由于落潮流回流的影响，不是很明显，最大流速基本出现在低潮位左右，转流基本出现在低平潮前后 2 小时左右。因而以驻波性质为主的混合潮波。

本海区潮流属正规半日潮流，工程区处于温州海域东南向潮汐主通道上。图 9.2-5 为计算大区模拟所得的温州海域大潮涨急、落急流矢图（图件潮时均以大北列岛区域为准），由图可以看出：东海潮波沿东南-西北向进入计算区域，因本项目所处大北列岛岛屿分布分散、岛礁面积较小，大面上看未对潮波向沿海各河口推进构成显著阻碍。深水区涨落潮流大致为垂直于等深线方向；工程区落潮流的流路大致类似于涨潮流，流向相反，往复流特性显著。比较潮流与潮位的相互关系海区的潮波具有驻波性质，即高、低潮位时，流速最小，中潮位时，流速最大。

图 9.2-6、图 9.2-7 为耦合计算区模拟所得的中、小区域大潮涨急、落急流矢图（以工程区周边涨急、落急时刻为准）。由图可见：现状条件下，工程附近海域潮流呈现往复运动特征。工程区前沿的潮流主要受控于龙珠水道和荔枝山水道共同作用的涨落潮流以及北龙山西部的沿岸流。涨落潮时受北龙山阻隔反向形成显著流影区，部分近岸水域存在回流、低潮露滩。

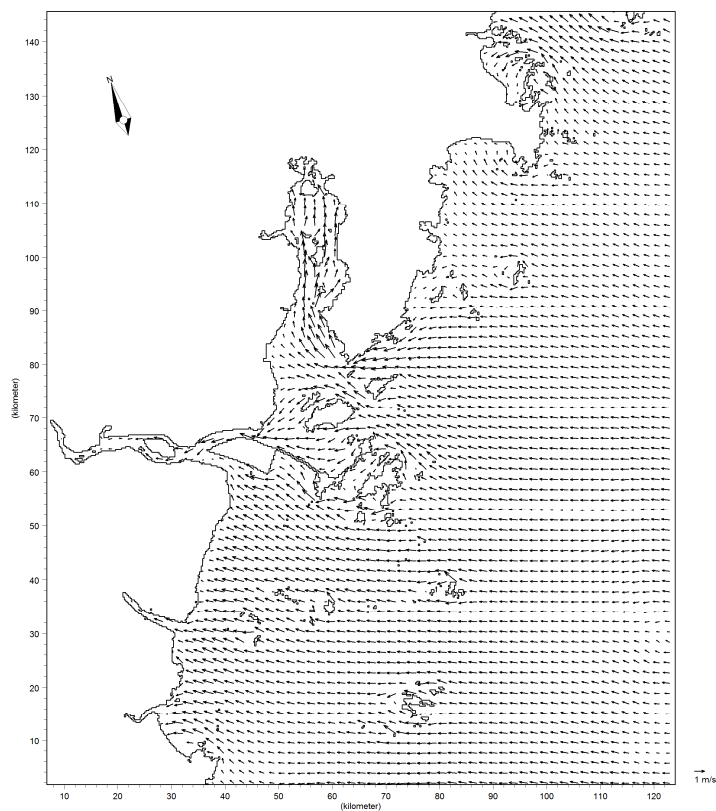


图 9.2-5a 大区大潮涨急流矢图

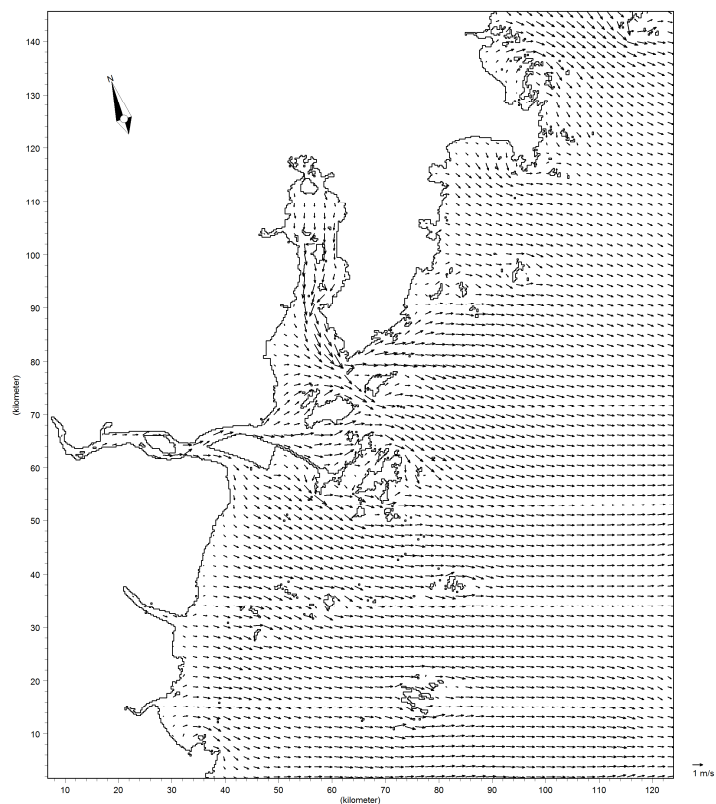


图 9.2-5b 大区大潮落急流矢图

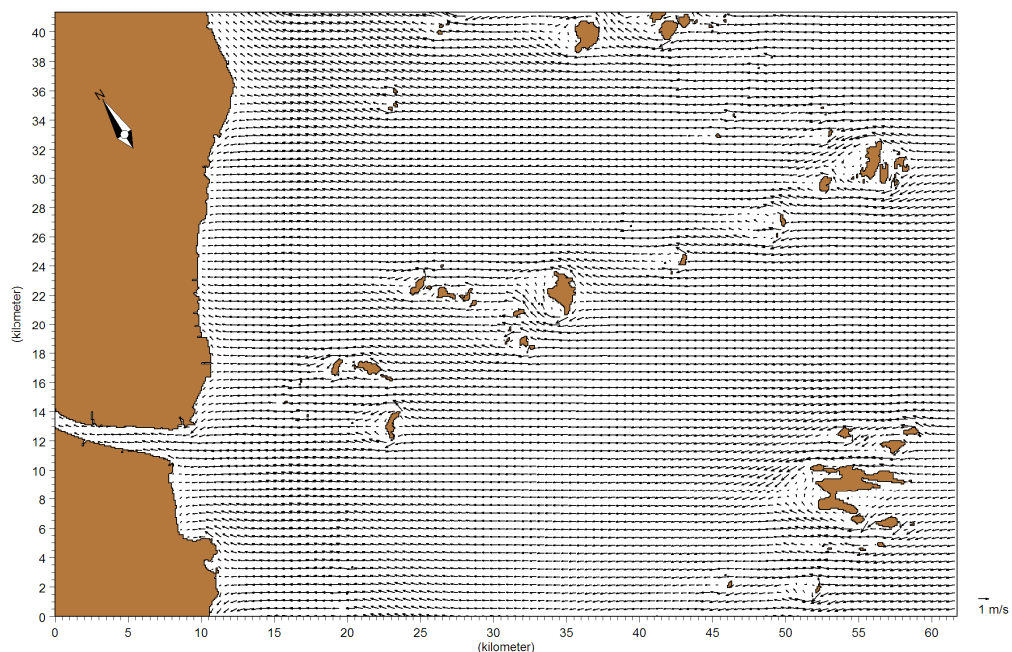


图 9.2-6a 中区大潮涨急流矢图

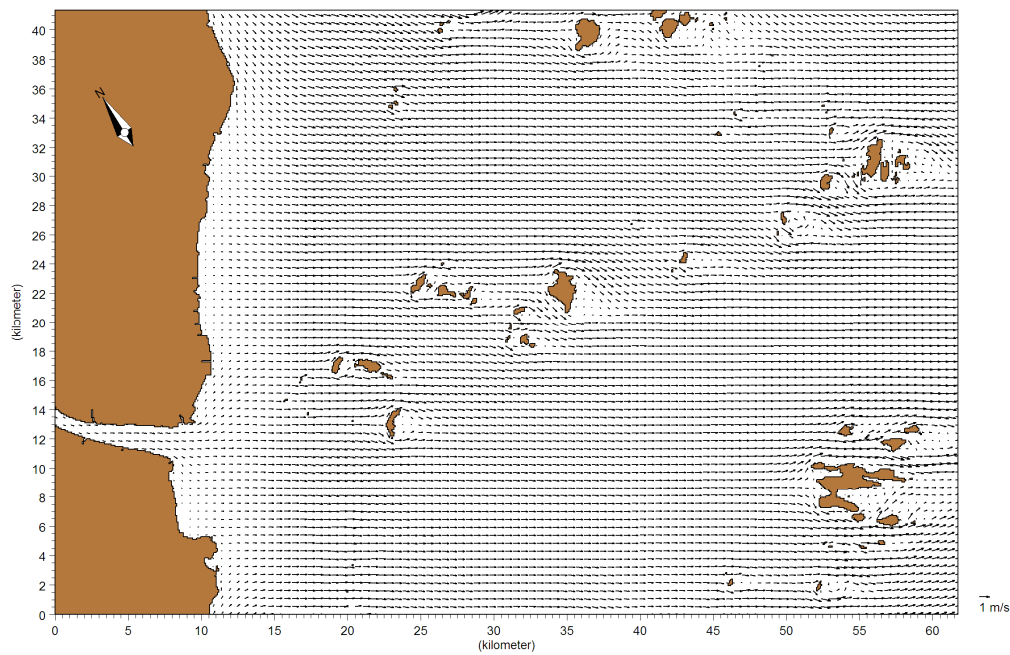


图 9.2-6b 中区大潮落急流矢图

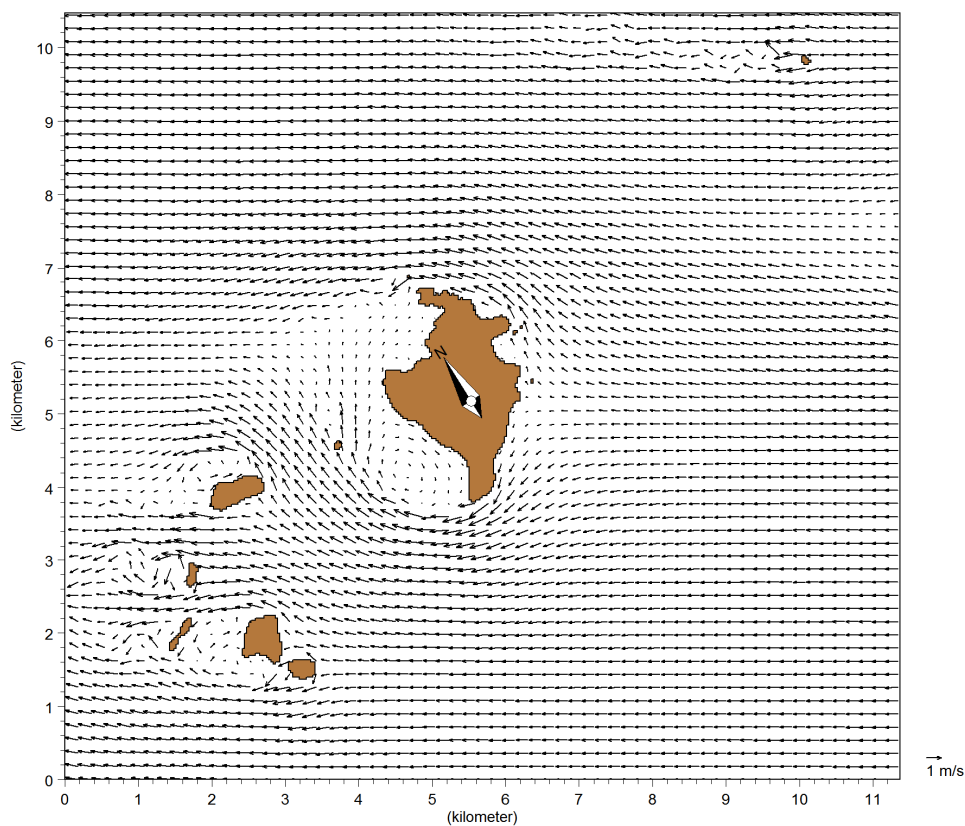


图 9.2-7a 小区大潮落急流矢图

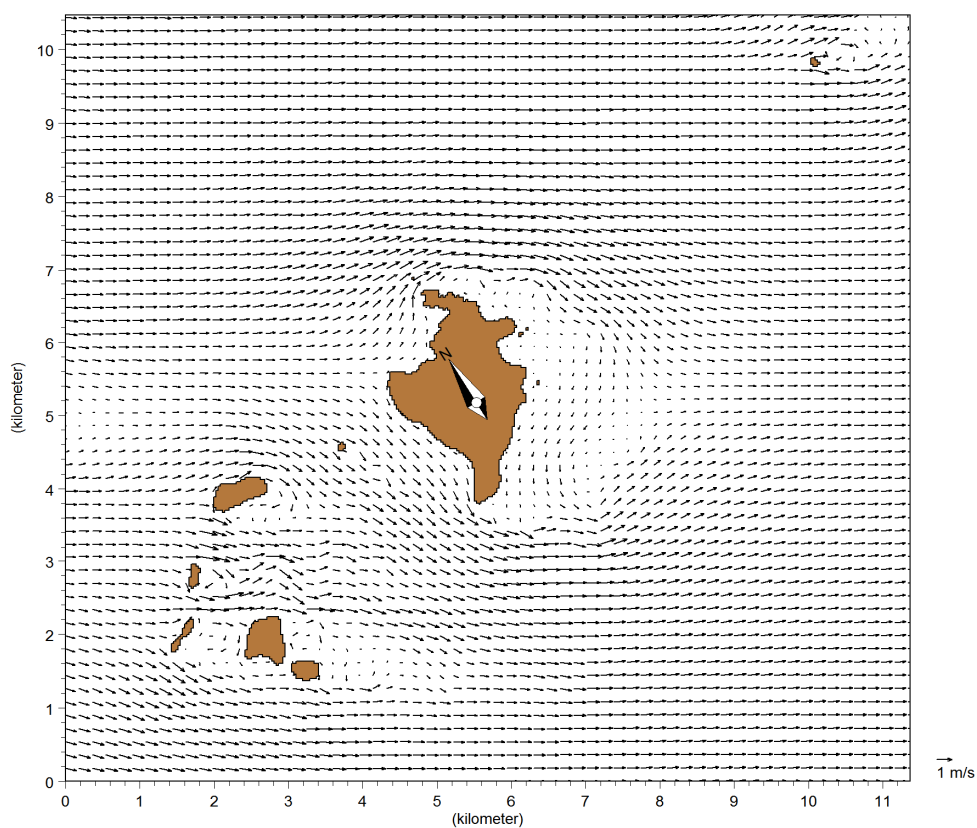


图 9.2-7b 小区大潮落急流矢图

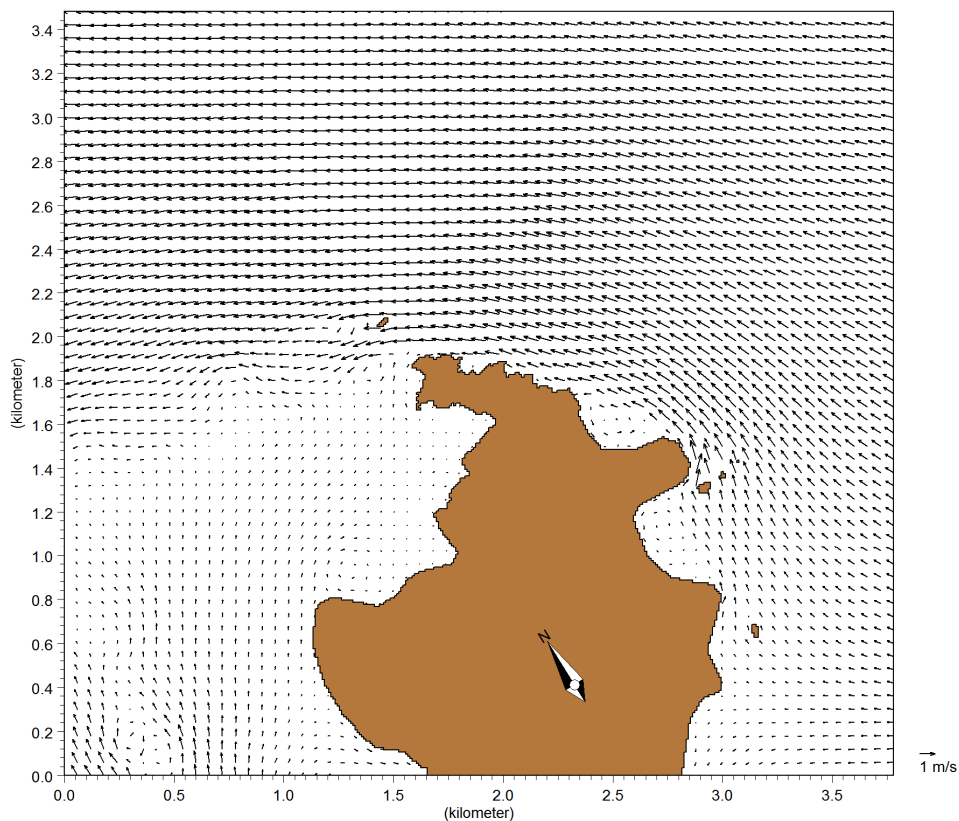


图 9.2-8a 小区 1 大潮涨急流矢图

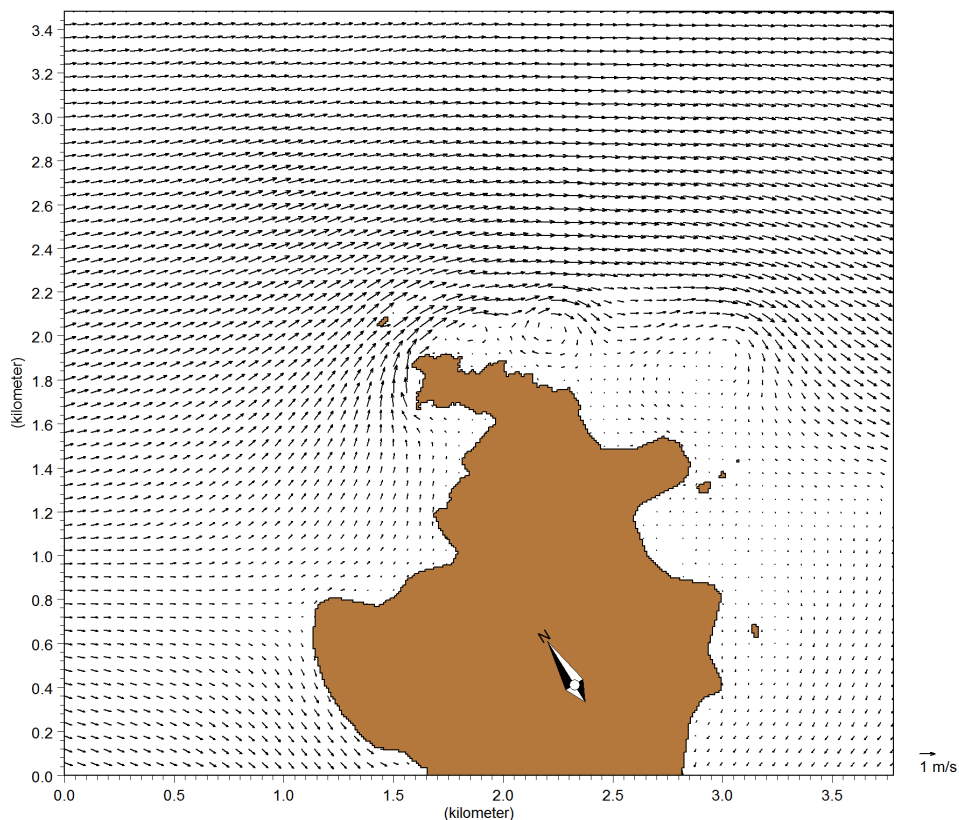


图 9.2-8b 小区 1 大潮落急流矢图

图 9.2-8 为耦合计算区模拟所得的计算小区 1 大潮涨急、落急流矢图，由图可见：如

前述，工程区所处北龙山西北侧前沿存在较大面积涨潮流影区，涨潮时潮波在绕过北龙岛南端后沿着岛西部岸线北上推进至工程区前沿，而北龙山北岸的涨潮流受北龙山北端西嘴头岬角地形影响主要向西北向继续推进，少部分南下的涨潮流与西岸北上的涨潮流顶流形成涡旋，因此除少部分转流时段，工程区前沿大部分时间潮流方向均偏西南向即落潮流方向，这一点可以通过实测潮流资料中工程前沿的涨落潮历时差和水动力模拟验证曲线印证得到，可见模拟结果的流态符合该海区实际情况。落潮时工程区前沿的涨潮流向基本垂直于岸线走向，西嘴头岬角挑流显著。此时工程区前沿的落潮流为东北向与落潮时流向接近。工程区近岸水域流速明显小于工程区北向深槽。

总体而言，通过分析计算区域内潮流场流态及验证实测潮流站的流向流速吻合程度，证明本模型水动力模拟计算结果基本反映了该海域潮流和潮波的实际变化情况，模型可用于工程后的其他相关预测计算。

9.1.3 泥沙冲淤预测计算

1、计算公式

码头工程建成后，引起港区局部水域水动力条件及泥沙冲淤状况的变化，根据水文泥沙测验资料和工程海域水下地形演变分析，多年淤积区域的悬移质与床沙质均泥沙颗粒均较细，泥沙落淤主要以悬沙落淤为主。故可利用所建的数学模型，根据港区工程设计方案，预测工程后水动力条件的变化及回淤强度。

本报告采用半经验半理论公式计算工程后泥沙回淤变化。

根据窦国仁的潮汐水流悬沙运动微分方程，并结合挟沙力公式 $S^* = k \frac{u^2}{gH}$ ，可推导出工程后的床面冲淤公式：

$$\frac{\partial HS}{\partial t} + \frac{\partial qS}{\partial l} + \alpha w(S - S^*) = 0 \quad (5)$$

式中， S 为含沙量， q 为单宽流量， H 为水深， w 为悬沙沉降速度， S^* 为水流挟沙能力， α 为泥沙沉降机率。

对(5)式在一个潮周期 T 积分，并经差分变换后，可得到一个潮周期 T 时段内的海床淤积强度：

$$\Delta Z = \frac{(\Delta q_2 S_2 - \Delta q_1 S_1)T}{\Delta l \gamma_c} = \frac{\alpha w}{\gamma_c} [(S_2 - S_1) + (S^*_{1} - S^*_{2})]T \quad (6)$$

假若工程前后，上下游来沙量不发生变化， $S_2 = S_1$ ，则有：

$$\Delta Z = \frac{\alpha w T S_1^*}{\gamma_c} \left(1 - \frac{S_2^*}{S_1^*}\right) \quad (7)$$

则一年中淤积强度为

$$p = n \Delta Z = \frac{n \alpha w T S_1^*}{\gamma_c} \left(1 - \frac{S_2^*}{S_1^*}\right) \quad (8)$$

式中， T 为潮周期（ s ）， S_1^* 、 S_2^* 为工程前后的挟沙能力（ kg/m^3 ）， S_1^* 取工程前海域平均含量沙量。 n 为一年中的潮周期数， γ_c 为泥沙干容重，主要与泥沙粒径有关， $\gamma_c = 1750 d_{50}^{0.183}$ ， d_{50} 为泥沙中值粒径（ mm ）。在淤积计算时，泥沙沉降机率 α 取0.65左右；在流速增大区域的冲刷计算时， α 取0.6~1.0不等，但冲刷计算还应与海床的地质条件相关，因此该方法计算的仅为工程引起的一般冲刷值，不包含局部冲刷量。

挟沙能力 S^* 是指在一定的海床物质组成条件下，一定的水流所能挟带的泥沙量，本报告选用在浙江沿海得到广泛使用的 $S^* = k \frac{u^2}{gH}$ ，代入式(8)后：

$$p = n \Delta Z = \frac{n \alpha w T S_1^*}{\gamma_c} \left(1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \frac{H_1}{H_2}\right) \quad (9)$$

对式(9)进行求解：

$$p = 0.5 \left\{ (H_1 + \beta \Delta t) - \sqrt{(\beta \Delta t - H_1)^2 + 4 \beta \Delta t K^2 H_1} \right\}$$

$$\text{式中， } \beta = \frac{\alpha w S_1^*}{\gamma_c}, K = \frac{v_2}{v_1}$$

大、小潮悬浮体中值粒径平均值分别为 5.76 μm 、5.54 μm 。

γ_s' 为淤积物干容重 1750 $d_{50}^{0.183}$ ，中值粒径 d_{50} 取 0.00576 mm ，

$$\gamma_s' = 1750 d_{50}^{0.183} = 1750 * \exp(\ln(0.0075) * 0.183) = 681.07 \text{ kg/M}^3,$$

本工作 γ_s' 取 681.07 kg/M^3 。

从调查结果看，工程海域悬沙粒径较小，易发生絮凝，絮凝体的沉降速度决定于絮凝当量的大小，根据相关研究成果，这样的絮凝当量粒径一般约为 0.015~0.030 mm ，依据武汉水利电力学院静水泥沙沉速公式：

$$w = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{D}\right)^2 + 1.09 \alpha g D} - 13.95 \frac{v}{D}$$

其相应沉降速度为 0.01~0.06 cm/s ，本次模型中取 $\omega = 0.0004m/s$ 。

根据相关文献成果，沉降机率 α 与泥沙粒径和流速有关，本工程所处海域泥沙沉降机率取0.5~0.7左右，位于浅滩上的引桥，根据相关文献，泥沙沉降机率取0.15。

根据刘家驹公式，工程后海域达到平衡的时间过程，可以用如下公式计算：

$$t = \frac{P}{\frac{K_2 S_K \omega_K t_0}{\gamma_{0K}} \left[1 - \frac{V_1'}{2V_1} \left(1 + \frac{d_1}{d_1 - P} \right) \right]} \quad (10)$$

其中： $K_2 = 0.13$ ； S_K 取 S^* ； $\omega_K = 0.0005 \text{ m/s}$ ； $\gamma_{0K} = 1750d^{0.183}$ ； V_1 为工程前的流速； d_1 是工程前水深。 t 的单位为年(a)； $V_1' = V_2 d_1 / (d_1 - p)$ ，代表工程后海域冲淤达到 P 后的流速； V_2 代表工程后的流速； $t_0 = 315.36 \times 10^5 \text{ s}$ 。

计算下一全潮周期内泥沙冲淤厚度，乘以一年中潮数后得年淤积强度；通过在原有地形上叠加年冲淤强度计算求出工程后达到冲淤平衡时的最终冲淤量 P ，然后由(8)式估计出工程海域达到冲淤平衡的时间。

2、计算结果分析

图9.2-9为模拟所得码头建成后计算小区1大潮涨急、落急流矢图，由图可见：本项目码头垂直于涨落潮流方向布置，工程后码头及垂直于码头轴线方向南北两侧至岸边流速有不同程度减小，其余区域流态变化不显著。

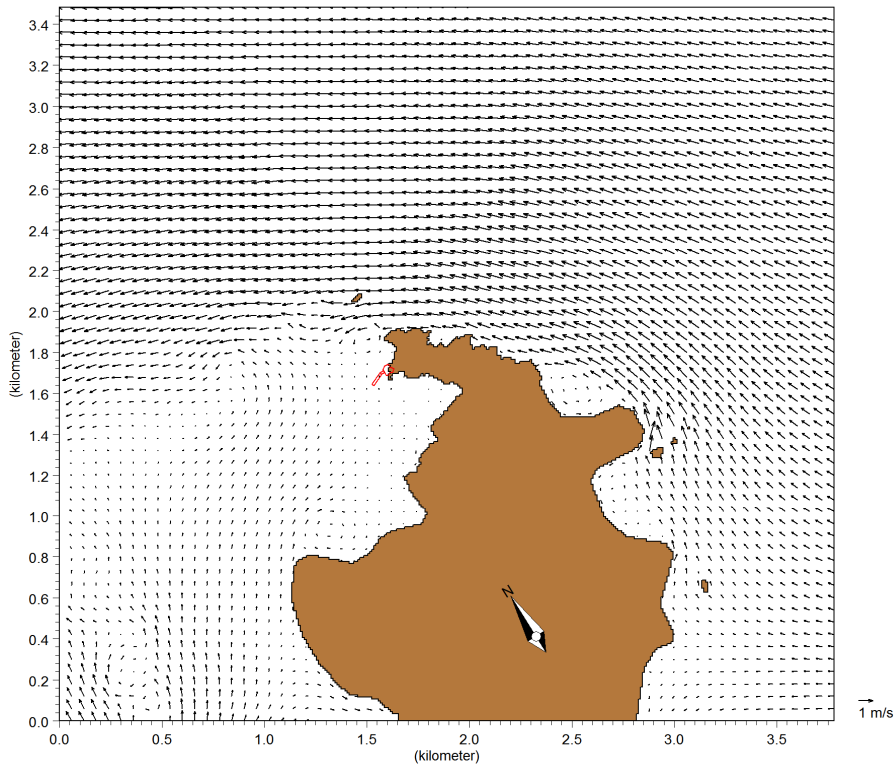


图 9.2-9a 小区 1 工程后大潮涨急流矢图

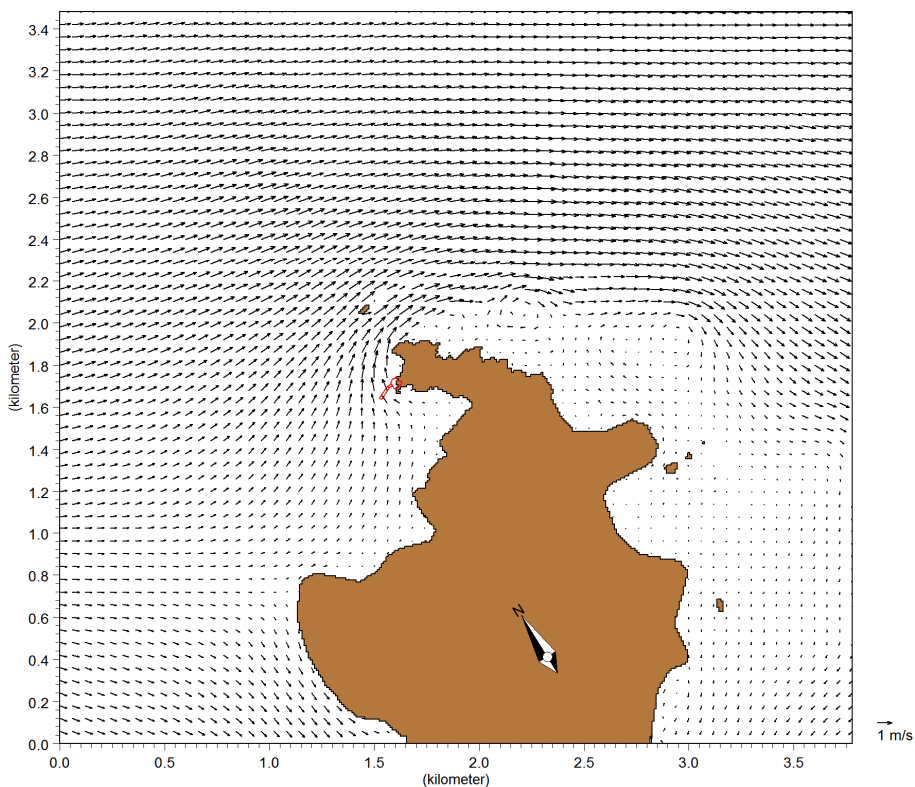


图 9.2-9b 小区 1 工程后大潮落急流矢图

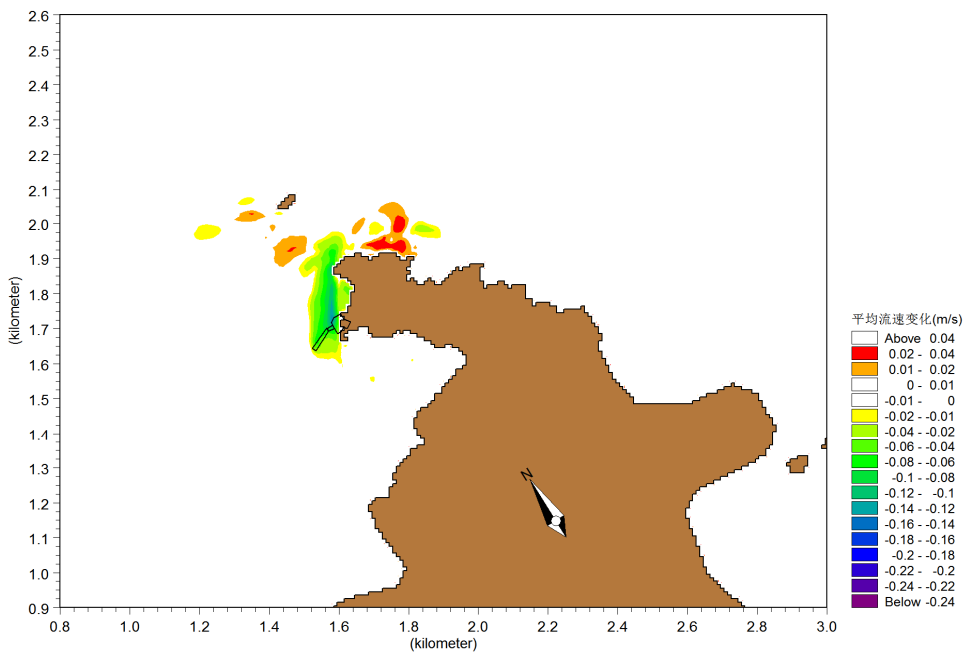


图 9.2-10a 工程前后大潮全潮平均流速变化(m/s)

图 9.2-10a 为码头工程后大潮期全潮平均流速变化情况，因工程区处于北龙山西北向流影区内，流速绝对值及工程前后变化量均较小，因此结合工程前流速计算出流速变化比率见图 9.2-10b，由图可知，以码头平台为中心北向 300m 的西嘴头区域、南向 50m 内工程后存在流速减小区域，大潮全潮平均减小 0.01~0.14m/s，较工程前流速减小 5~40%；

其中流速减小较为明显的是码头至西嘴头的区域，大潮全潮平均减小 0.06~0.14m/s，较工程前流速减小 10~40%；西嘴头东北向前沿工程后存在流速增大区域，工程后平均流速增大 0.01~0.04m/s，较工程前增大 2~10%；西嘴头与北向鹭鸶礁之间的水道工程后流速增大 0.01~0.02m/s，较工程前增大 1~5%。

另外从流速变化率看，码头南向经北龙沙滩至小沙澳沿岸及前沿区域工程后流速均有不同程度减小，幅度在 1~15%之间；西嘴头-鹭鸶礁水道向南延伸的潮汐通道流速略有增大，增幅在 1~15%之间；因流速变化绝对值小于 0.01m/s，此两处流速变化情况在在图 9.2-10a 中未呈现。其余海区工程前后流速变化不明显。

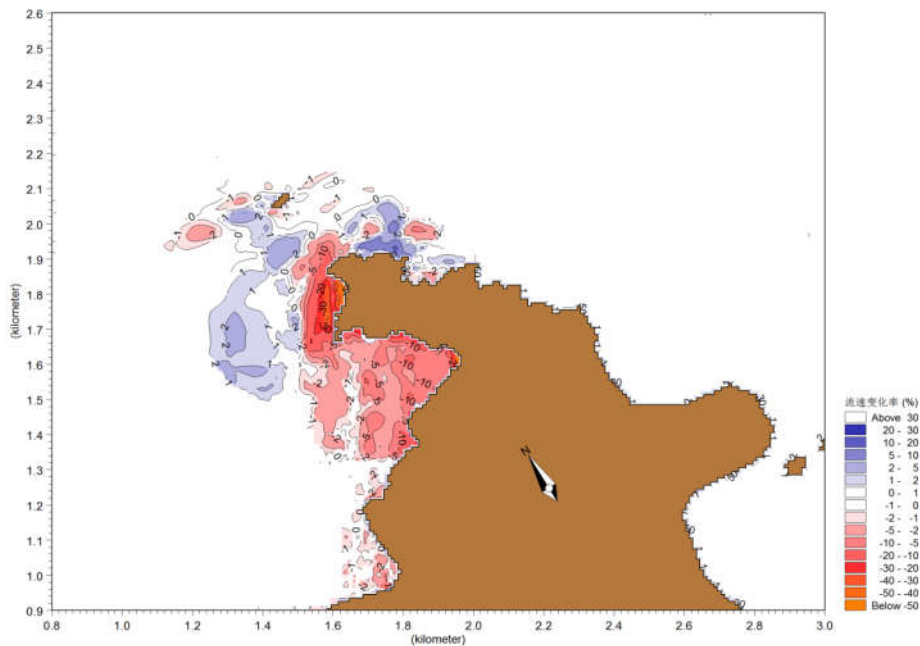


图 9.2-10b 工程前后大潮全潮平均流速变化率(%)

图 9.2-11 是码头建成后第一年泥沙冲淤强度分布预测，由图可知，与工程前后大潮平均流速变化相对应的，以码头为中心，淤积区域顺潮流方向向东北、西南蔓延，因项目沿海区落潮流较强且历时远长于涨潮流，因此淤积区东北向(落潮方向)延伸达 300m，西南方向延伸仅 50m。码头至西嘴头淤积最大，年淤积强度为 0.08~0.35m/a，最终淤积 0.24~1.05m；其中码头平台及引桥处年淤积强度 0.08~0.2m/a，最终淤积 0.24~0.6m；后方架空平台年淤积强度 0.1~0.3m/a，最终淤积 0.3~0.9m；架空平台以北至西嘴头之间近岸年淤积强度 0.15~0.35m/a，最终淤积 0.45~1.05m。码头平台南向 50m 内年淤积强度 0.04~0.15m/a，最终淤积 0.12~0.45m。西嘴头东北向前沿年冲刷强度 0.04~0.08m/a，最终冲刷 0.12~0.24m；鹭鸶礁西侧前沿年冲刷强度 0.04~0.08m/a，最终淤积 0.12~0.24m。另外工程区南向的北龙沙滩、小沙澳岸段近岸略有淤积，年淤积强度 0.04~

0.1m/a。计算区域内的其它海区，冲淤影响不大。

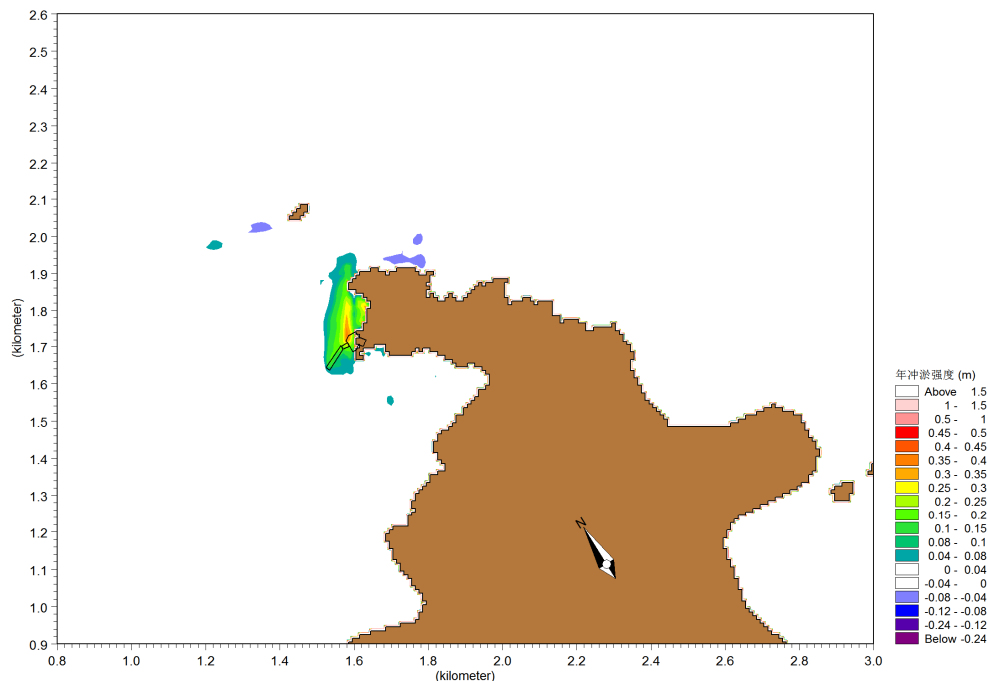


图 9.2-11 工程后年冲淤强度

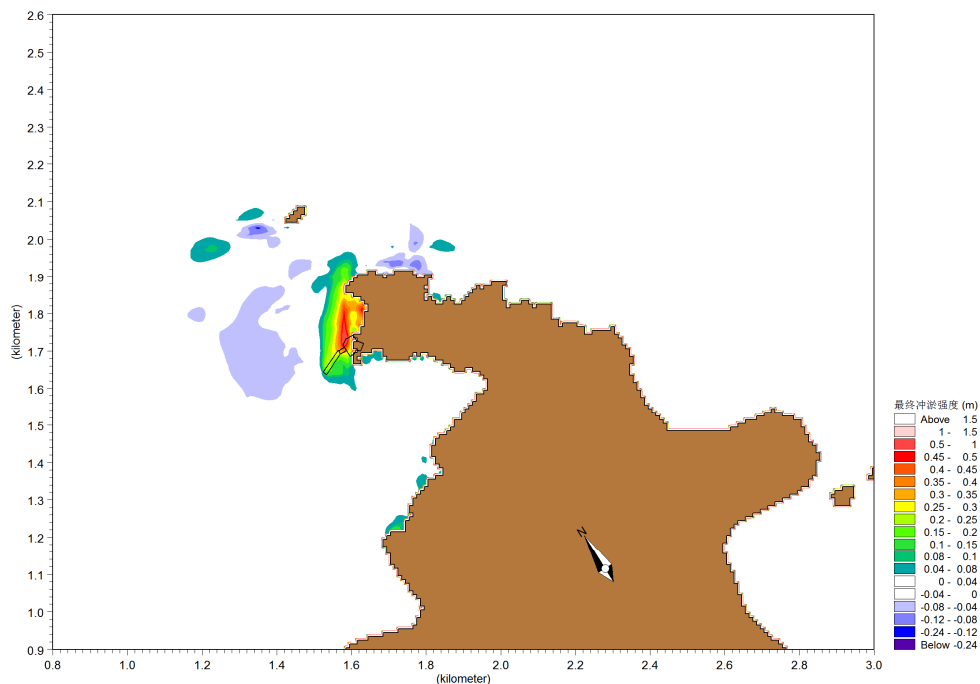


图 9.2-12 工程后最终冲淤强度

长期来看(图 9.2-12), 在项目海区重新达到冲淤平衡前, 工程区及南向近岸区域的淤积将持续加强并稍向西南延伸, 码头区及北向近岸区域达到冲淤平衡时的最终淤积强度为 0.3~0.6m; 西嘴头东北向前沿和西嘴头-鹭鸶礁水道延伸段的冲刷区也将加强, 最终冲刷强度在 0.04~0.2m, 总体影响程度不大。

10、专题（溢油风险影响分析）

10.1 溢油模型介绍

海上溢油的运动及变化受物理、化学和生物等过程的影响，而这些过程又与油的性质、海洋水动力环境以及海洋气象环境等密切相关。海上溢油的动力过程主要有二，其一为扩展过程，其二为漂移过程。

本次计算采用丹麦水利研究所 DHI 最新的 MIKE21 SA 模块，进行溢油的数值模拟，在模型中油被分为两部分：轻质挥发部分（分子量小于 160g/mol，沸点小于 300°C）和重质部分（分子量大于 160g/mol，沸点在 250°C~300°C 之间或者以上），石蜡和沥青作为油中的特殊成分，不参与降解、蒸发和溶解过程。模型中油被离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，每个粒子都在模型被单独计算。溢油发生后，油残留物的化学组分变化是物理和生物过程的结果、这通常称为油的风化过程，在模型中油的风化过程主要包括蒸发、扩散、乳化、溶解、沉降、感光氧化和生物降解等，过程示意图见图 10.1-1。

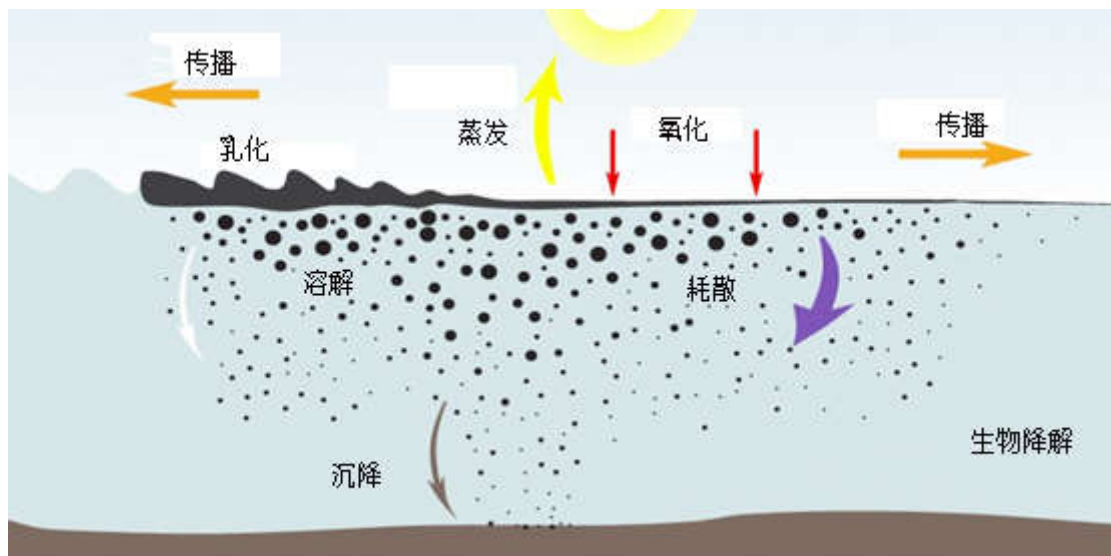


图 10.1-1 溢油风化过程示意图

10.1.1 模型的控制方程

油粒子的运动模拟是基于拉格朗日粒子追踪法，采用粒子随机走动模式来模拟油粒子的运动，这里我们采用丹麦水力研究所研制的 MIKE21 SA 作为模拟溢油运动和变化的模型，该模型是 Mackay et al.(1980)在 Fay 模型^{[8][9]}的基础上发展起来的，其对油膜扩展过程的处理如下：

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt}\right) = K_a A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right)^{4/3} \quad (1)$$

式中： t 时间

$A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ 油膜面积

R_{oil} 油膜扩散半径

$V_{oil} = \pi R_{oil}^2 \cdot h_s$ 溢油体积

K_a 常数系数[s-1]

$h_s = 10cm$ at $t = 0$

对油膜漂移过程的处理如下：

$$\bar{U}_{tot} = c_w(z)\bar{U}_w + c_a(z)\bar{U}_a \quad (2)$$

式中： \bar{U}_w 海面风速

\bar{U}_a 垂向平均流速

c_w 风漂流系数

c_a 平流系数

10.1.2 模型中的状态变量

在模型中每个油粒子有 8 个内部状态变量，前五个为油粒子的荷载情况，后三个代表油粒子的物理性质：

(1) 轻质挥发部分[kg]；(2) 重质部分[kg]；(3) 沥青质含量[kg]；(4) 蜡质含量[kg]；(5) 油中水分含量[kg]；(6) 油滴直径[m]；(7) 油膜面积[m²]；(8) 浸入状态[逻辑(0/1)]。每个状态变量都有一个常微分方程描述其变化。

轻质挥发部分：

这个状态变量定义为分子量小于 160g/mol，沸点小于 300°C 的芳香烃质量，该部分参与的风化过程主要有：蒸发、溶解、生物降解和感光氧化。

变化率如下：

$$\begin{aligned} \frac{dVolatile_Oilmass}{dt} = & -EVAP \\ & -DISSOL_volatile \\ & -BIOD_volatile \\ & -PHOT_volatile \end{aligned}$$

上式中：EVAP 表示蒸发；DISSOL_volatile 表示溶解；BIOD_volatile 表示轻质油

分的生物降解； $PHOT_volatile$ 表示轻质油分的感光氧化。

重质部分：

这一状态变量定义为油中分子量大于 160g/mol，沸点大于 300°C 的那一部分质量，该部分参与的风化过程主要有：溶解、生物降解和感光氧化，这一组分中无蒸发这一过程。

这一过程的变化率公式如下：

$$\begin{aligned} \frac{dHEAVY_Oilmass}{dt} = & -DISSOL_heavy \\ & -BIOD_heavy \\ & -PHOT_heavy \end{aligned}$$

上式中 $DISSOL_heavy$ 表示重质油分的溶解； $BIOD_heavy$ 表示重质油分的生物降解； $PHOT_heavy$ 表示重质油分的感光氧化。

沥青部分：

这一状态变量定义为油中的沥青质部分的质量，沥青质不会降解、蒸发或者溶解，它在模型中是守恒的。

$$\frac{dAsphaltenes}{dt} = 0$$

石蜡部分：

这一状态变量定义为油中的蜡质部分的质量，蜡质同样不会降解、蒸发或者溶解，它在模型中也是守恒的。

$$\frac{dWax}{dt} = 0$$

油中的水含量：

该变量定义为油颗粒中水的含量，这一部分的变化率如下所示：

$$\frac{dY_w}{dt} = +wateruptake - waterrelease$$

上式中： $wateruptake$ 为油粒子乳化后吸收的水分， $waterrelease$ 为油粒子释放的水分。

油粒子的直径：

油粒子直径可以被波浪显著的影响，变化率表示为：

$$\frac{dDropletDiameter}{dt} = DiameterChange$$

油粒子直径的变化仅在波浪消散发生时计算，平均直径的变化率可以通过 French-McCay (2004) 提出的公式进行计算：

$$d = 1.818E^{-0.5} N^{0.34}$$

上式中 E 为破波的能量耗散 ($J/m^3/s$)，N 为运动粘滞系数。

油粒子的面积：

这一变量表示油粒子和海面的接触面积即油膜在海面上的面积，它代表单个油粒子组成的圆形光滑油膜在海面上的覆盖面积。这一面积随时间的变化通过 Mackay (1980) 提出的公式进行计算：

$$\frac{dA}{dt} = K_{Spread} * A^{1/3} * \left[\frac{V}{A} \right]^{4/3}$$

上式中： K_{Spread} 是一个比例系数 [s^{-1}]，V 为油粒子的体积，A 为油粒子的面积。

浸入状态：

浸入状态用于区分油粒子是在水中还是搁浅在海岸上，在模型中以逻辑变量[1]或者[0]来表示，如果为[1]表示油粒子浸入在水中，如果为[0]则不是。当轨迹粒子达到陆地后，它可能被吸附（这个位置会被锁定并且不在允许再移动）或者重新进入海水中。

10.1.3 蒸发

在溢油刚发生的开始几个小时或几天中，油膜表面的蒸发是最主要的风化过程。如果溢出的油品为像汽油一样的高度精炼轻质油，蒸发可能会在 24 小时内将所有的溢油都去除。如果溢出的是中质原油的话在起初的 24 小时后蒸发会带走 10~30%的溢油量。其它影响蒸发的因素包括油滴与海水接触的面积、风和海水表面状态。模型蒸发类型包括以下两种：

(1) 详细蒸发过程

蒸发过程发生在油粒子与海面的距离在 5cm 以内时，可以通过 Reed 模型计算：

$$EVAP = \frac{K_2 \cdot P_{vp} \cdot A}{R \cdot T} \cdot f \cdot MW$$

上式中： K_2 为质量传输系数 (m/h)； P_{vp} 为蒸汽压力 (aTm)；A 为油粒子与海面的

接触面积； $R = 8.206 \cdot 10^{-5} \text{ atm} \cdot \text{m}^3 / \text{mol} \cdot \text{K}$ 为气体常数；T 为温度 (K)；F 为轻质挥发油分所占比例 MW 为分子量 (g/mol)。

质量传输系数可以由 Mackay (1980) 提出的公式计算：

$$K_2 = 0.0292 \cdot \text{wspd}^{0.78} \cdot D^{-0.11} \cdot Sc^{-0.67} \cdot \sqrt{\frac{MW + 29}{MW}}$$

上式中：Wspd 为风速 (m/h)；MW 油组分的平均分子量 (g/mol)；Sc 为 Schmidt 系数 (无量纲)；D 为每个油粒子与海面的接触面积；

假定直径最小为 0.5m，最小的风速为 1m/h。Schmidt 系数 Sc 描述了动量的相对比例和物质对流扩散过程。这可以看做是表面粗糙度信息。根据 Mackay 等 (1980) 的研究，通常对于异丙基苯的溢油模拟中的 Schmidt 系数 Sc 取 2.7。

(2) 简单时间型公式

时间相关的蒸发损失由 Fingas 在 1996 年和 1997 年提出，并被采用在 DHI 溢油模型中。基于对石油及其产品的经验研究，Fingas 测定了多种油类型对于单位时间损失分数和绝对损失量最合适的方程。大多数油遵循对数损失曲线，但是少量油在 5 天后符合方根损失曲线。衍生关系如下：

蒸发曲线类型：对数形式

$$\text{loss}(\% \text{weight}) = (A + B * T) * \ln(t)$$

蒸发曲线类型：方根形式

$$\text{loss}(\% \text{weight}) = (A + B * T) * \sqrt{t}$$

上两式中，A 为油特征常数 (在模型中称为 evapA)，B 为油的温度特征常数 (在模型中称为 evapB)，T 为油温 (°C)，T 为油龄 (minuTes)。

通用蒸发公式：

蒸发损失方程常数与 180°C 蒸馏百分数的相关性好 (r^2 在 0.71~0.98 之间，Fingas (1996))。如果特征值 A 和 B 不知道，那么可以用 180°C 的蒸馏损失代替。模型允许指定蒸馏的损失直接发生在 180°C，在这种情况下，蒸发损失方程可以使用一些普通形式如：

蒸发曲线：对数，普通形式

$$\text{loss}(\% \text{weight}) = (0.165 * D + 0.045 * (T - 15)) * \ln(t)$$

蒸发曲线：方根，普通形式

$$loss(\%weight) = (0.0254 * D + 0.01 * (T - 15)) * \sqrt{t}$$

10.1.4 溶解

溢油中可溶于水的碳氢化合物以被水溶解的方式消散，虽然溶解会降低溢油量，但是这会造造成更严重的环境问题，因为溶于水的芳香烃碳氢化合物都是有毒的。影响油粒子溶解的因素除了油组分外还有油膜与海面的接触面积，风，海表情况，空气温度和日照强度，油粒子的乳化率。

轻质油分和重质油分的溶解过程可分别由下式表示：

$$DISS_volatile = k_{disl} \cdot A \cdot M_{volatile} / M_{total} \cdot \rho_{volatile} \cdot f_{Disp} \cdot C_{volatile}^{sat}$$

$$DISS_heavy = k_{dish} \cdot A \cdot M_{heavy} / M_{total} \cdot \rho_{heavy} \cdot f_{Disp} \cdot C_{heavy}^{sat}$$

上面两式中：

k_{disl} 为轻质油分的溶解率 (m/s)；

k_{dish} 为重质油分的溶解率 (m/s)；

$M_{volatile}$ 为油粒子中轻质油分的质量 (kg)；

M_{heavy} 为油粒子中重质油分的质量 (kg)；

M_{total} 为油粒子总的质量 (kg)；

$\rho_{volatile}$ 为轻质油分的密度 (kg/m³)；

ρ_{heavy} 为重质油分的密度 (kg/m³)；

A 为油粒子与海面的接触面积；

f_{Disp} 为化学分散剂的作用加强溶解率；

$C_{volatile}^{sat}$ 为轻质油分在水中的可溶性 (kg/kg)；

C_{heavy}^{sat} 为重质油分在水中的可溶性 (kg/kg)。

10.1.5 乳化

乳化是指两种明显不同的液体的混合，在溢油模型中就是海水和油的混合，表现为细小的油粒子悬浮在水中（并不溶解），乳化状态的液体体积最高可达油体积的 4 倍。乳化作用形成的黏性乳化物比原始的油粒子在环境中存在的时间更久，而且乳化状态会减弱像蒸发等其他风化过程的作用。乳化一般在强风或大浪的情况下容易发生且一般在

溢油发生几小时后才发生。

在本模型中乳化描述为水包油和油包水这两个阶段的平衡过程，乳化物的稳定性是决定乳化能力和反乳化的重要因素，不稳定及表现稳定的乳化物会重新释放到水里。

Xie 等（2007）采用一阶释放公式来形容这一过程：

$$wateruptake = K_{em} * (U + 1)^2 * \frac{(Y_{max} - Y_w)}{Y_{max}}$$

$$waterrelease = -\alpha \cdot Y_w$$

上式中， Y_w 表示乳化物中水的含量（kg/kg）

Y_{max} 表示乳化物中最大的水含量（kg/kg）

U 表示风速（m/s）

K_{em} 表示乳化率常数，SebasTiao&Soares（1995）建议取 $2 \cdot 10^{-6} \text{s/m}^2$

α 表示乳化物释放水的比率， $\alpha = 0$ 表示稳定乳化物

乳化物释放水的比率 α 与乳化物的稳定性 S 有关。

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_0 - (\alpha_0 - \alpha_{0.67})S / 0.67 & \text{for } S < 0.67 \\ \alpha_{0.67} [(1.22 - S) / (1.22 - 0.67)] & \text{for } 0.67 \leq S < 1.22 \\ 0 & \text{for } S \geq 1.22 \end{cases}$$

这里，

α_0 表示不稳定乳化物释放水的比率 $S=0$ ，这个值等于 $\ln(Y_{max} / 0.1) / 3600 \text{s}^{-1}$ 相应于乳化物在微风条件下几个小时内破碎。 $\alpha_{0.67}$ 表示稳定乳化物释放水的比率 $S=0.67$ ，这个值等于 $\ln(Y_{max} / 0.1) / (24 \cdot 3600 \text{s}^{-1})$ 相应于表现稳定乳化物在微风条件下几天内破碎的时候。

在溢油模型中，乳化物的稳定性指标 S 可由 Mackay&Zagorski（1982）提出的公式进行计算

$$S = X_a \cdot \exp \left[K_{ao} \cdot (1 - X_a - X_w)^2 + K_{aw} \cdot X_w^2 \right] \cdot \exp \left[-0.04 \cdot (T - 293) \right]$$

这里，下标 a 表示沥青，w 表示石蜡，o 表示另外的化学组分， K_{ao} 在 293K 时为 3.3， K_{aw} 在 293K 时为 200， X_a 表示沥青部分， X_w 表示石蜡部分， T 表示温度以 K 计。

$S > 1.22$ 时表示乳化物稳定, S 在 0.67 至 1.22 之间表示乳化物中等稳定, S 小于 0.67 时表示乳化物不稳定。

10.1.6 沉降

在海水中很少有原油本身密度大而沉入水体, 中有少数产生的残留的一些组分密度很大可以在海水中下沉。溢油模型中可以处理由油水密度不同造成的垂向运动, 描述该种运动的表达式基于 Stokes 定律:

$$setv = \frac{(\rho_{oil} - \rho_{water}) \cdot d^2 \cdot g}{18 \cdot \eta_{water}}$$

上式中: $setv$ 表示沉降速率 (m/s); ρ_{oil} 、 ρ_{water} 分别表示油和水的密度; d 为油滴的平均直径; g 为重力加速度; η_{water} 表示水的粘性系数 (kg/m/s)。

10.1.7 生物沉降

微生物引起的降解是溢油发生后最重要的后期自然风化过程, 也是把油污从天然环境中去除的最终一步。原油化合物的生物降解最快是通过发生降解组织中的好氧代谢的, 因此预测生物降解最快发生在有丰富而活性的石油降解生物群存在的富氧环境中。相反缺氧的海洋沉积物 (通常是原油污染点) 处在好氧菌严格受限的环境, 生物破坏必须通过缓慢的厌氧的方式进行。即使这些点的降解很慢, 它仍然具有重要的累积效应。

生物降解过程通过以下一阶方程进行计算。

$$BIOD_volatile = k_{bio,volatile} \cdot M_{volatile}$$

$$BIOD_heavy = k_{bio,heavy} \cdot M_{heavy}$$

上式中: $k_{bio,volatile}$ 轻质油分的生物降解率; $k_{bio,heavy}$ 重质油分的生物降解率; $M_{volatile}$ 油粒子中轻质油分的质量; M_{heavy} 油粒子中重质油分的质量。

10.1.8 氧化

溢出的油会发生化学氧化, 而油膜暴露在阳光下则加剧了这一过程。氧化使得可溶于水的油组分增加, 不完全氧化也会增加焦油 (沥青) 这一稳定的油组分的含量。总的来说, 感光氧化去除的油污只占溢油量的很小一部分, 甚至暴露在强烈的阳光下氧化作用也一天中也仅仅能去除总油量的 0.1% 左右。

氧化作用通过一个简单的一价方程进行计算:

$$PHOT_volatile = i \cdot k_{phot,volatile} \cdot M_{volatile}$$

$$PHOT_heavy = i \cdot k_{phot,heavy} \cdot M_{heavy}$$

上式中， $k_{phot,volatile}$ 和 $k_{phot,heavy}$ 分别表示为轻质油分和重质油分在强度为 $100W/m^2$ 的光照下的氧化速率； $M_{volatile}$ 和 M_{heavy} 分别表示为油粒子中轻质油分和重质油分的质量， i 表示距离海面一定距离的日照强度，可由 Lambert Beer 公式进行计算：

$$i = \frac{i_0}{100} \cdot e^{-\beta \cdot dsurf}$$

这里的 i_0 表示海面的光照强度 (W/m^2)，100 表示标准化到 $100W/m^2$ ， β 表示光的穿透率， $dsurf$ 表示从质点到海面的距离。

10.1.9 垂直扩散

垂直扩散过程是油进入水体的一个重要因素，强风、强流和紊动的海面会加速这一过程。波浪的破碎使得油滴可以进入很深的水体，这是垂直扩散最主要的驱动力，从海水表面被带入水体的油量可由 Delvigne&Sweeney (1988) 提出的公式进行计算：

$$Q_d = CD^{0.57} SFd^{0.7} \Delta d$$

上式中， C 为夹带系数， D 为耗散的波能 (J/m^2)， S 表示被油粒子覆盖的海水部分， F 为单位时间内海面被破波覆盖的部分比率， d 为油滴的平均直径， Δd 为油滴直径的变化量。

其中夹带系数 C 可以通过以下公式计算：

$$C = 4450N^{-0.4}$$

上式中， N 为运动粘滞系数。

耗散的波能 D (μm) 可以通过以下公式计算：

$$D = 0.0034\rho_w gH_{rms}^2$$

上式中， ρ_w 为海水的密度 (kg/m^3)， g 为重力加速度， H_{rms} 为波高的均方根单位时间内海面被破波覆盖的部分比率的计算公式为：

$$F = 0.032 \frac{(U_w - U_{th})}{T_w}$$

上式中， U_w 为风速 (m/s)， U_{th} 为破波开始的临界风速 (m/s)，当 $U_w < U_{th}$ 时 F 为

零。

油滴的平均直径 d 可以通过 French-McCay (2004) 提出的公式计算:

$$d = 1818E^{-0.5}N^{0.34}$$

上式中, E 为破波的能量耗散率 ($J/m^3/s$)

夹带水深可以通过 Delvigne&Sweeney (1988) 公式近似计算:

$$z = (1.5 \pm 0.35)H_b$$

上式中, H_b 为破波波高 $\approx 1.67 * H_s$

由于破波导致单个油粒子垂向扩散的概率可以由以下公式计算:

$$p_{wbreak} = MIN(1, \frac{Q_d}{M_{total}})$$

上式中, M_{total} 油粒子的总质量

如果粒子开始扩散, 油滴扩散到水体中的距离 $disp_{wbreak}$ 通过标准正态分布函数

$N(\mu, \sigma^2)$ 计算:

$$disp_{wbreak} = N(\mu, \sigma^2)$$

上式中, μ 为平均深度 $\approx 1.5 * H_b$, 为标准偏差 $\approx 0.35 * H_b$ 。

油的再扩散: 通常油的密度比水小, 扩散的油滴因此倾向于重新回到水面。然而由于水流的紊动, 他们会长时间的保持扩散。

10.1.10 油的物理性质

油是一种由多种碳氢化合物组成的物质。碳氢化合物顾名思义在化学组分上主要是碳和氢。虽然包括原油、精炼的各种油的主要成分都为碳氢化合物, 但是每一种油都有不同的物理化学性质。这些不同的物理化学性质会影响溢油的扩散和消亡。

运动黏度:

由于乳化引起的粘滞系数的变化可以通过 Mooney 公式进行计算:

$$\mu = \mu_0 \cdot \exp\left[\left(\frac{2.5 \cdot Y_w}{1 - C \cdot Y_w}\right)\right]$$

上式中: μ_0 为起始的黏度, C 为 Mooney 常数, 原油和重质燃油取 0.7、轻质油取 0.25; Y_w 为油中水分含量 (kg/kg)。

起始黏度 μ_0 以刚溢出油品的温度矫正黏度来计算的。在模型中通过以下经验公式进行计算：

$$\mu_0 = \frac{\mu_{ref}}{\exp(b * T_{ref})} \cdot \exp(b * T)$$

上式中： b 为温度依赖系数（ $1/^\circ\text{C}$ ）； T 为温度（ $^\circ\text{C}$ ）； μ_{ref} 在参考温度下的黏度； T_{ref} 为参考温度。

运动密度：

油的物理化学性质同样也随温度的变化而变化，因此流体动力也和温度有非常大的联系。当溢出的油温比溢出点的水温高，他的密度就很低，因此溢出的油就会往海面运动且漂浮于海面。但是当油温逐渐下降，密度逐渐增加并与周边水体密度差距最小时，油膜会往紊动的水体中运动，分散在海水表面下。

流体的密度可以通过以下公式计算：

$$\rho_T = \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)}$$

上式中： ρ_T 为最终的密度（ kg/m^3 ）， T 为温度（ $^\circ\text{C}$ ）， ρ_0 为参考密度（ kg/m^3 ）， T_0 为参考温度（ $^\circ\text{C}$ ）， β 为体积温度扩散系数（ $1/^\circ\text{C}$ ）。

乳化和温度影响的结果使油膜的密度改变。乳化物的密度计算公式为：

$$\rho_e = Y_w \rho_w + (1 - Y_w) \rho_c$$

上式中， ρ_e 为乳化物密度（ kg/m^3 ）， ρ_w 为水的密度（ kg/m^3 ）， ρ_c 为油的密度（ kg/m^3 ）， Y_w 为水的含量。

油密度的计算式为：

$$\rho_c = \frac{M_{volatile} \rho_{volatile} + (M_{heavy} + M_{Asph} + M_{Wax}) \rho_{heavy}}{M_{total}}$$

上式中， ρ_c 为油的密度（ kg/m^3 ）， $\rho_{volatile}$ 为温度修正后的轻质挥发油分的密度（ kg/m^3 ）， ρ_{heavy} 为温度修正后的重质油分的密度（ kg/m^3 ）， $M_{volatile}$ 为轻质挥发油分的质量（ kg ）， M_{heavy} 为重组分质量（ kg ）， M_{Asph} 为沥青组分的质量（ kg ）， M_{Wax} 为石蜡组分的质量（ kg ），

M_{total} 为油的总质量 (kg)。

10.1.11 风对表面油粒子的作用

海面风浪对溢油漂移的影响较小，但对油膜扩散、散布的影响不可忽略；在水体表面的油粒子受风的作用的移动速度可以用以下方程来表示：

$$U_{particle} = U_{current} + windweighth \cdot W \cdot \sin(Winddirection - \pi + \theta_w)$$

$$V_{particle} = V_{current} + windweighth \cdot W \cdot \cos(Winddirection - \pi + \theta_w)$$

上式中 θ_w 为风漂移角； $windweighth$ 为风拖曳力作用于粒子的系数；

表 10.1-1 油污水在模型中的参数设置表

风化过程	参数类别	单位	参数取值
	SchmidT 数		2.7
	轻质组分的平均分子质量	g/mol	123
	轻质组分的蒸汽压	aTm	0.005
蒸发	180°时的蒸馏率	%	5
生物降解	轻质组分的减少率	每天	0.005
	非轻质组分的减少率	每天	0
乳化	最大水分含量	m ³ /m ³	0.85
	乳化率	s/m ²	2.0*10 ⁻⁶
浮力	轻质组分 20°时的密度	kg/ m ³	813
	重质组分 20°时的密度	kg/ m ³	997
溶解	轻质组分水中的溶解率	kg/kg	2.0*10 ⁻⁵
	重质组分水中的溶解率	kg/kg	2.0*10 ⁻⁷
体积温度扩散系数	轻质组分	1/°C	0.0007
	非轻质组分	1/°C	0.0007
感光氧化	轻质组分的减少率	每天	0
	重质组分的减少率	每天	0
	吸光系数	1/m	1
粘度	Mooney 常数		0.7
	在参照温度下的油动力粘度	cP	209
	油动力粘度的参照温度	°C	50
	温度依赖的指数系数		-0.136
油膜面积	油膜面积增长系数	每秒	150

10.2 设计计算工况

根据周边海域水质评定标准和环境敏感因素，选取石油类污水作为环境影响因子；因油污水不溶于水且漂浮在海面受风浪影响明显，在水动力模式计算结果的基础上将源强加入溢油模块进行工程后施工期和营运期间由于操作不当所导致船舶碰撞事故溢油

的预测计算。

10.2.1 模型配置

模拟溢油事故源强点位于码头平台北泊位处如(图 7.2-13 褐色点), 对应水动力模型验证实测资料同样选取 2017 年 7 月的天文潮过程作为计算的潮汐过程。根据油膜在潮流作用下输移的物理过程, 通常情况下在低平潮时发生溢油, 在涨潮方向上影响距离最远, 而在高平潮时刻发生溢油, 在落潮方向上影响距离最远, 因此事故源强溢油时间设置为高平、低平时刻后连续 1 小时排放。在 MIKE21 水动力计算结果基础上配置 SA 事故溢油扩散模式, 网格精度为 90m, 计算时间设置为大潮期 120h, 时间步长为 30s, 由水动力模型计算结果为计算区域提供边界动力, 包括水位和流量。统计大潮、小潮、全潮过程中计算区域内各网格点出现的油膜厚度最大值。

10.2.2 模风险源强确定

本报告选用《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》关于污染量预测的第二种计算方法计算船舶碰撞溢油量。

计算公式为: 燃油载油量=燃油舱最大载油量×实载率

根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》附录 4 污染量预测, 海难性船舶污染事故船舶溢油量, 可根据运输船舶的主要船型、吨位和实载率进行预测。非油轮船舶燃油最大携带量可用船舶总吨位推算, 根据船型的不同, 一般取船舶总吨位的 8~12%。本工程设计代表船型为 300 吨级客船, 载油量为 10%, 选取 80%~90%作为实载率, 计算得船舶溢油事故的污染源强约 30t。燃油为普通 0#柴油。

10.2.3 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主导风以及不利风向。大北列岛海区属亚热带季风气候区, 风向季节变化明显, 根据周边站点观测资料, 统计分析可知本地区常风向为 NE, 频率为 23.1%; 其次为 N 向, 出现频率分别为 11.8%。

本报告选取静风、主导风向和次常风向作为溢油计算。主导风向取 NE 向, 次常风向 N 向, 考虑到工程所处在岛屿处开阔海域, 各风况的风速取船舶最大作业风速 6 级风的下限风速, 为 10.8m/s。

考虑到不利潮时叠加不利风向下溢油面积更大, 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并对可能工况进行简化, 可预测的组合条件如下表, 潮型为大潮。另外, 将 6 种工况下溢油环境影响范围进行总体评估, 分析对周边

环境敏感点的影响。

预测组合方案见表 10.2-1 如下：

表 10.2-1 事故溢油预测条件组合类型

序号	风场		溢油时刻
	风向	风速	
1	静风	-	落憩
2			涨憩
3	NE	10.8m/s	落憩
4			涨憩
5	N	10.8 m/s	落憩
6			涨憩

10.3 溢油海洋环境影响计算及分析

10.3.1 工况 1：涨潮过程，静风

图 10.3-1 为静风状态下模拟溢油点由低平时刻发生溢油(油量 30t)后 120 个小时最大油膜厚度等值线包络图，由图可见：溢油发生后 120 小时，油膜的扩散范围主要为溢油点起西北向 15km 至东南向 12km 的开阔海域，油膜厚度大于 0.2mm 的区域为溢油点至王树段岛的荔枝山水道，油膜厚度超过 0.5mm 的区域主要溢油点西北向前沿。

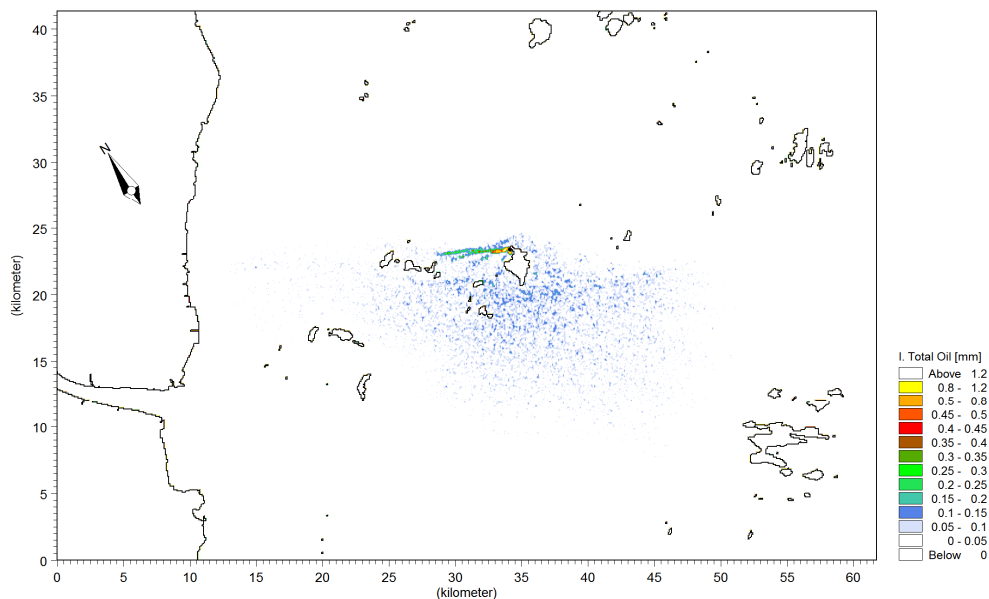


图 10.3-1 工况 1 事故后最大油膜厚度等值线包络图

10.3.2 工况 2：落潮过程，静风

图 10.3-2 为静风状态下模拟溢油点由高平时刻发生溢油(油量 30t)后 120 个小时最大油膜厚度等值线包络图，由图可见：溢油发生后 120 小时，油膜的扩散范围主要为溢油点起西北向 15km 至东南向 13km 的开阔海域，油膜厚度大于 0.2mm 的区域为北龙山至西北向王树段岛、长大山、铜盘山等各岛东北岸前沿，油膜厚度超过 0.5mm 的区域

主要溢油点至北龙山东岸。

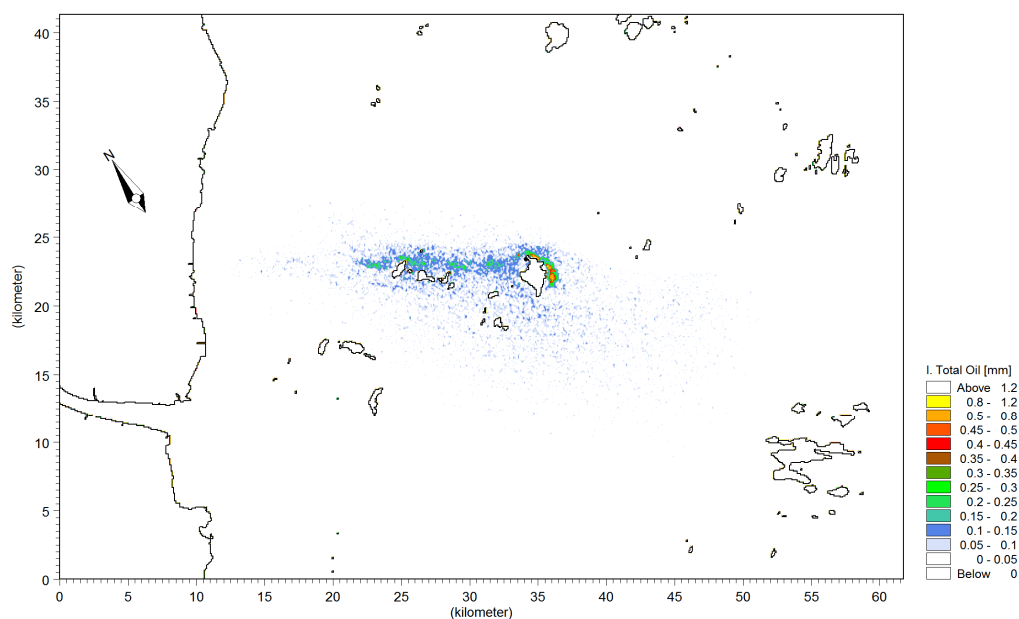


图 10.3-2 工况 2 事故后最大油膜厚度等值线包络图

10.3.3 工况 3: 涨潮过程, 风向 45, 风速 10.8

图 10.3-3 为东北风下模拟溢油点由低平时时刻发生溢油(油量 30t)后 120 个小时最大油膜厚度等值线包络图, 由图可见: 油膜扩散范围主要为北龙山沿岸至南、西南向 15km 的开阔海域, 受风向影响, 大部分油膜堆积在北龙山北、东部岸边, 仅少部分零星油膜向南扩散稀释, 油膜厚度超过 0.5mm 的区域主要是北龙山西北向前沿小沙澳至西嘴头岸段。

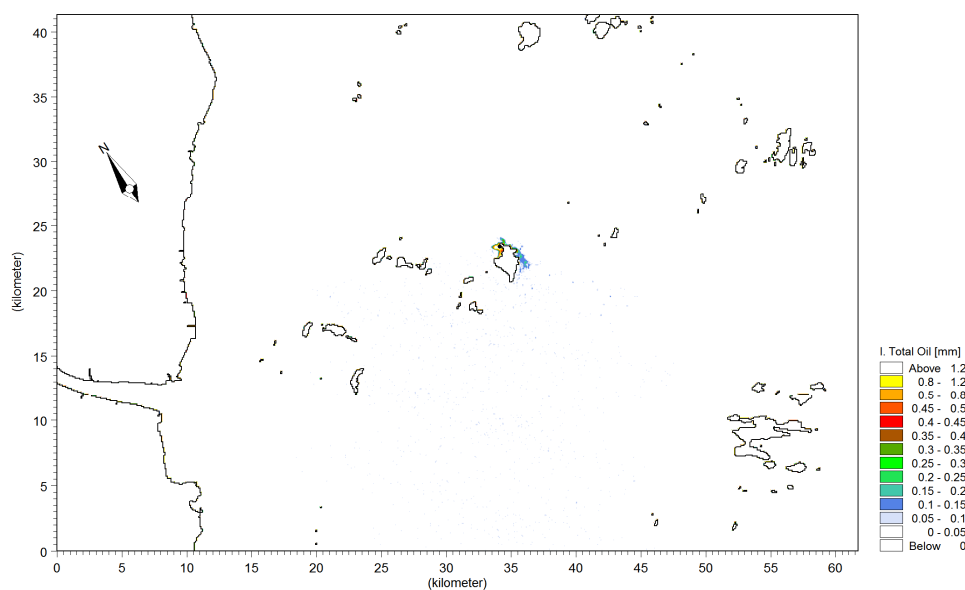


图 10.3-3 工况 3 事故后最大油膜厚度等值线包络图

10.3.4 工况 4: 落潮过程, 风向 45, 风速 10.8

图 10.3-4 为东北风下模拟溢油点由高平时刻发生溢油(油量 30t)后 120 个小时最大油膜厚度等值线包络图, 由图可见: 与同风向高平时刻工况类似的, 油膜扩散范围主要为北龙山沿岸至南、西南向 20km 的开阔海域, 受风向影响, 大部分油膜堆积在北龙山北、东部岸边, 仅少部分零星油膜向南扩散稀释, 油膜厚度超过 0.5mm 的区域主要是北龙山东北岸段前沿。

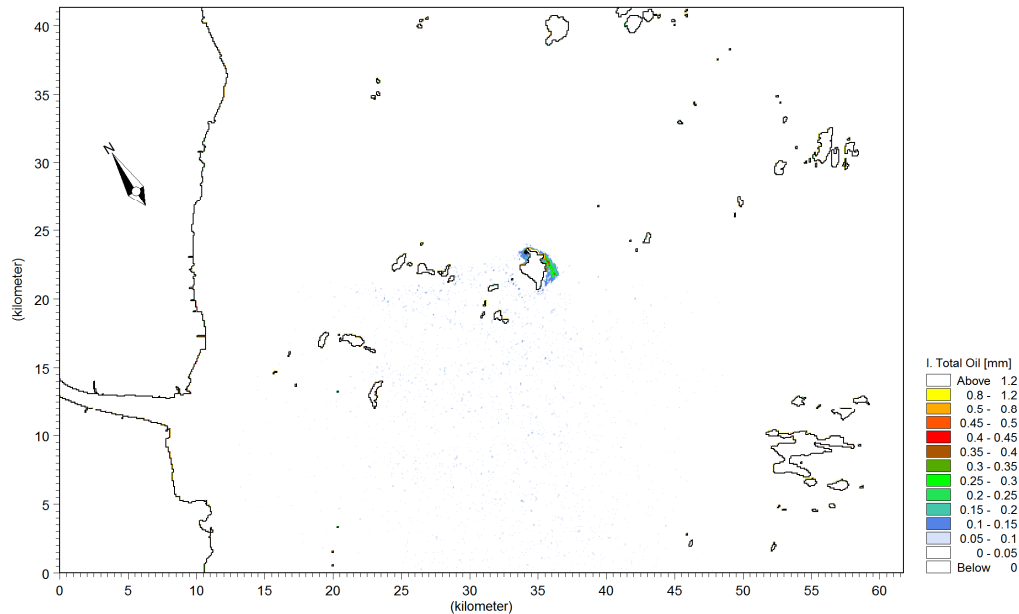


图 10.3-4 工况 4 事故后最大油膜厚度等值线包络图

10.3.5 工况 5: 涨潮过程, 风向 0, 风速 10.8

图 10.3-5 为北风状态下模拟溢油点由低平时刻发生溢油(油量 30t)后 120 个小时最大油膜厚度等值线包络图, 由图可见: 溢油发生后 120 小时, 油膜受风向影响涨潮时被压制在北龙山西北海域, 转流后随落潮流向东南开阔海域震荡并扩散稀释, 最远可达南麂列岛海域。油膜厚度超过 0.5mm 的区域为北龙山西北侧前沿。

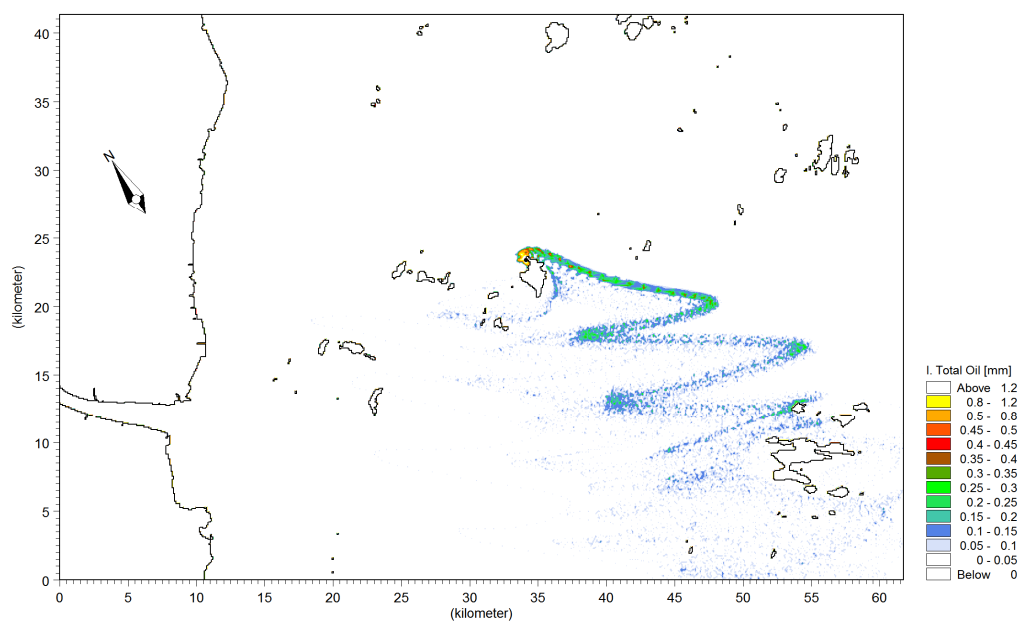
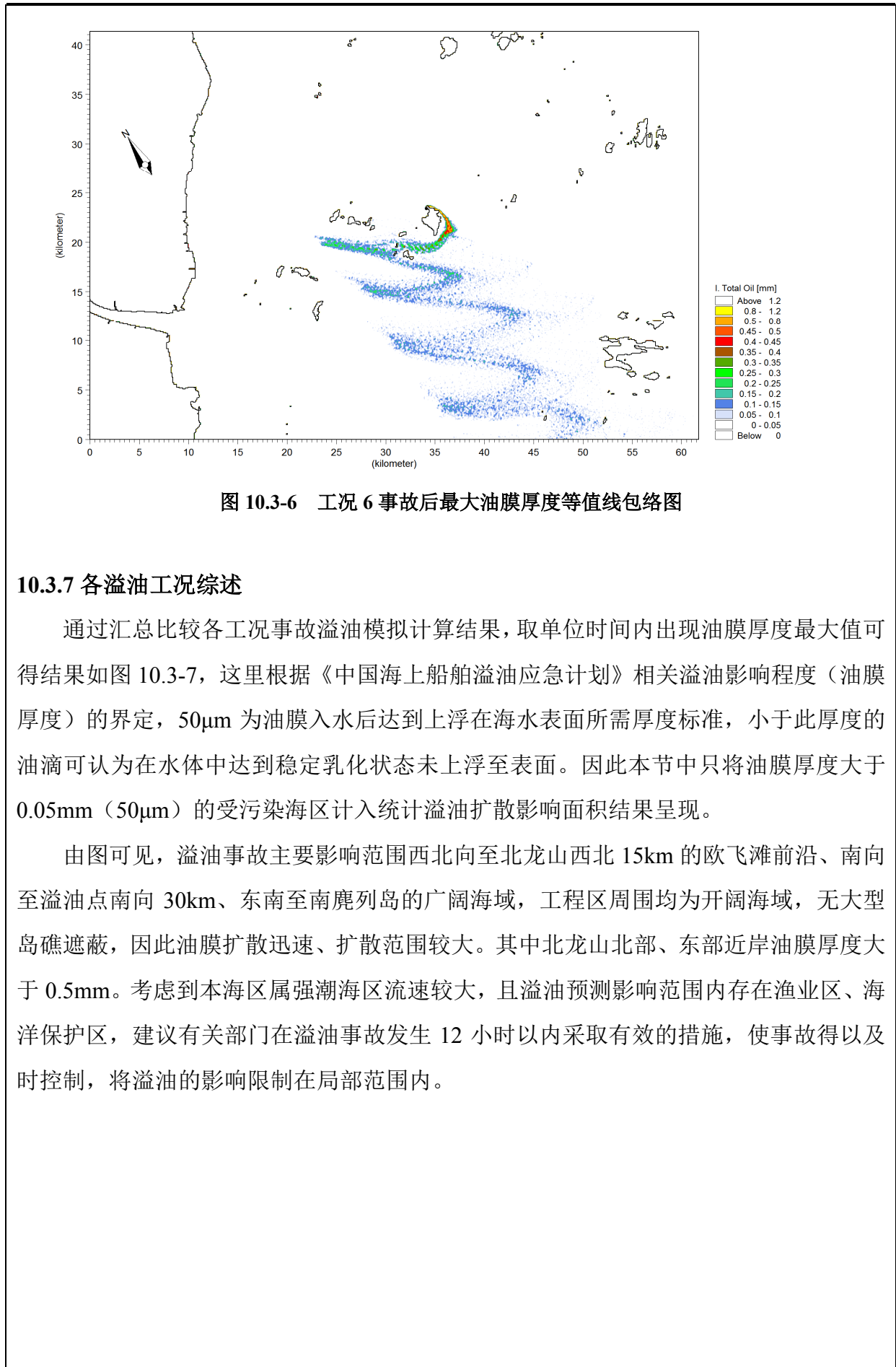


图 10.3-5 工况 5 事故后最大油膜厚度等值线包络图

10.3.6 工况 6: 落潮过程, 风向 0, 风速 10.8

图 10.3-6 为北风状态下模拟溢油点由高平时时刻发生溢油(油量 30t)后 120 个小时最大油膜厚度等值线包络图, 由图可见: 溢油发生后 120 小时, 油膜随落潮流绕过北龙山北角和东岸进入开阔海域, 之后随涨落潮流在北龙山南、西南向开阔海域震荡并扩散稀释, 最远可达北龙山南向 30km 海域。油膜厚度超过 0.5mm 的区域为溢油点至北龙山东北岸前沿。



10.3.7 各溢油工况综述

通过汇总比较各工况事故溢油模拟计算结果，取单位时间内出现油膜厚度最大值可得结果如图 10.3-7，这里根据《中国海上船舶溢油应急计划》相关溢油影响程度（油膜厚度）的界定， $50\mu\text{m}$ 为油膜入水后达到上浮在海水表面所需厚度标准，小于此厚度的油滴可认为在水体中达到稳定乳化状态未上浮至表面。因此本节中只将油膜厚度大于 0.05mm ($50\mu\text{m}$) 的受污染海区计入统计溢油扩散影响面积结果呈现。

由图可见，溢油事故主要影响范围西北向至北龙山西北 15km 的欧飞滩前沿、南向至溢油点南向 30km 、东南至南麂列岛的广阔海域，工程区周围均为开阔海域，无大型岛礁遮蔽，因此油膜扩散迅速、扩散范围较大。其中北龙山北部、东部近岸油膜厚度大于 0.5mm 。考虑到本海区属强潮海区流速较大，且溢油预测影响范围内存在渔业区、海洋保护区，建议有关部门在溢油事故发生 12 小时以内采取有效的措施，使事故得以及时控制，将溢油的影响限制在局部范围内。

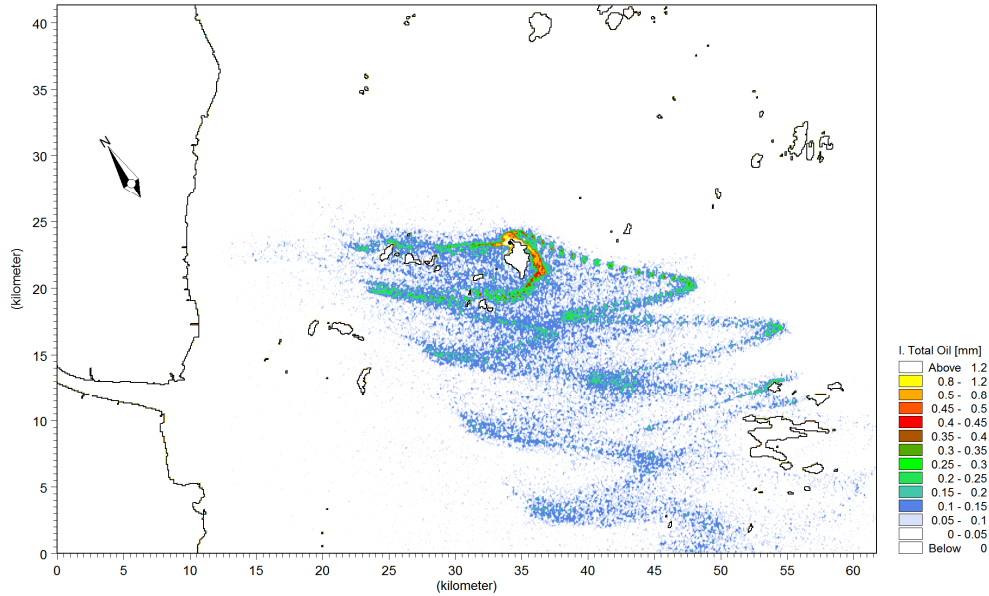


图 10.3-7 综合各工况事故后最大油膜厚度等值线包络图

表 10.3-1 各工况油膜厚度最大等值线包络面积(km²)

油膜厚度(mm) 工况	0.05~0.1	0.1~0.5	0.5~1	≥1
静风 低平	50.252	19.853	0.203	0.089
静风 高平	40.848	22.307	0.308	0.008
NE10.8 低平	8.400	1.474	0.154	0.178
NE10.8 高平	17.917	2.932	0.081	0.130
N10.8 低平	28.820	10.287	0.170	0.130
N10.8 高平	33.089	13.195	0.211	0.024

10.4 环境敏感点影响分析

根据相关海洋功能区划，本项目海域包含在瑞安农渔业区内，根据海域常风、次常风下事故溢油扩散影响范围可知事故溢油可能涉及的周边海域主要环境保护区域为铜盘岛保留区、海洋保护区和南麂列岛保留区、海洋保护区，相对本项目位置、距离、空间分布如图 10.4-1、表 10.4-1 所示，由上述相关章节水动力冲淤影响和悬浮泥沙扩散影响范围基本限于码头附近，因此这里仅分析事故溢油扩散对周边敏感点的影响。

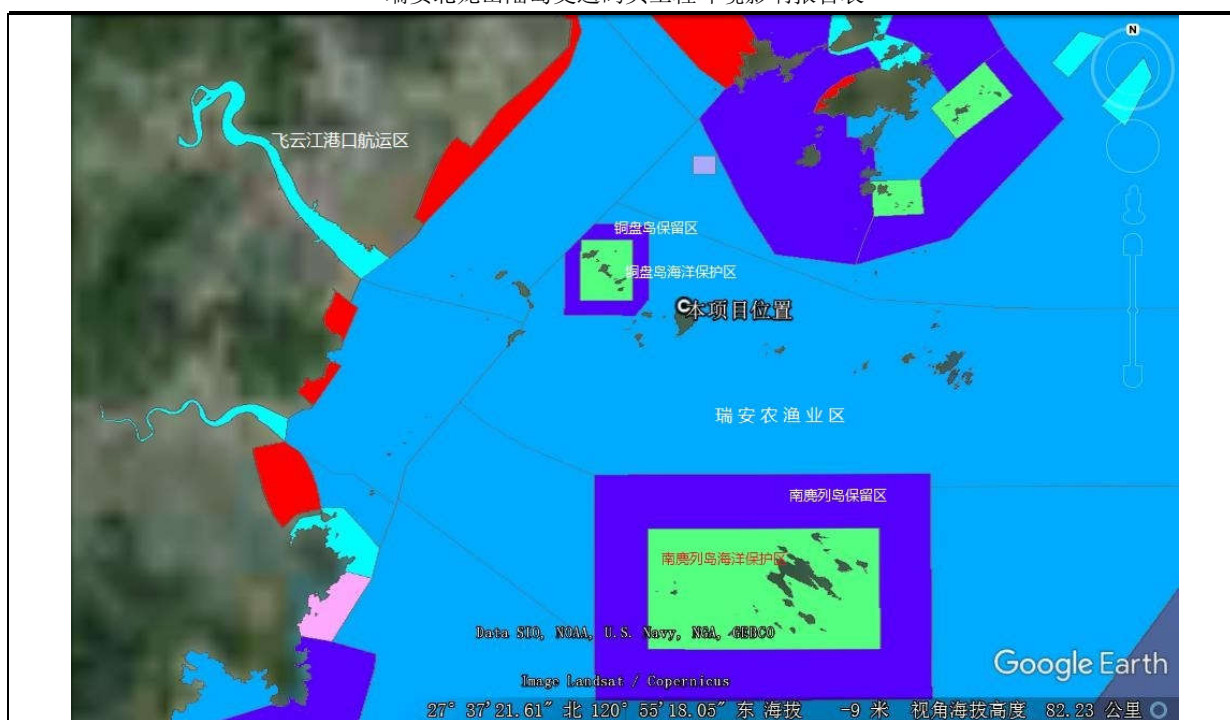


图 10.4-1 环境敏感区域位置示意图

表 10.4-1 敏感点位置关系

序号	敏感点	方向	距离
1	铜盘岛保留区	西北侧	3.2km
2	铜盘岛海洋保护区	西北侧	4.6km
3	南麂列岛保留区	东南侧	14.8km
4	南麂列岛海洋保护区	东南侧	19.2km

根据溢油预测结果，将各工况下油膜到达各环境敏感点的时间列表说明如下，同样这里仅将厚度大于 0.05mm 的油膜计入统计：

表 10.4-2 各工况油膜到达环境敏感点时间(h)

序号	敏感区	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6
1	铜盘岛保留区	4	10	15	22	16	10
2	铜盘岛海洋保护区	5	11	16	23	16	11
3	南麂列岛保留区	86	94			26	30
4	南麂列岛海洋保护区					35	32

10.5 溢油风险防治措施

根据有关研究资料表面，因碰撞而发生溢油的事故概率更小。只要港内船舶保持瞭望、谨慎驾驶，在台风、风暴潮气候条件下禁止作业，发生溢油事故的概率较小。为预防和减轻溢油事故的影响，业主单位应采取以下措施：

(1) 根据《港口码头溢油应急设备配备要求》(CT/T451-2009)的有关规定，配备相应的应急设备；

(2) 建立健全船舶交通管制系统, 随时掌握进出周边码头的船舶及工程区周边的船舶动态, 为船舶的航行安全提供支持保障;

(3) 为了减少船舶雾中碰撞的事故率, 船舶在能见度不良的情况下, 防止碰撞的主要对策是“正规瞭望”和“安全航速”;

(4) 一旦发生碰撞船舶应立即用有效手段向当地海事部门报告;

(5) 对事故现场水域进行监控, 疏散附近船舶、并告知事故地点附近相关单位和过往船舶, 保持正常的通航秩序;

(6) 上下船期间, 设置人车分流通道, 由专人引导, 行人不可在码头平台多做停留妨碍正常通行;

(7) 码头平台设置警示、限速标志, 地面设置减速带、车辆减速慢行。

10.6 溢油风险应急措施

1、溢油应急设备

由于本项目其本身发生溢油事故的风险很小, 建设单位可配备吸油毡、消油剂、围油栏等必要的应急设施, 另外建议业主单位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, 并确保业主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。同时业主单位应与温州海事局共同协作, 一旦发生海上溢油事故, 建设单位或船主应立即通知当地海事部门, 汇报事故位置, 大致溢油量, 海事部门接到事故通知后应立即调用工程周边具有防污设备的企业前往事故地点对溢油进行清理和处理。后期由环保部门或海洋部门的监测单位对溢油区域海水水质进行监测, 并形成监测报告。目前, 温州辖区共有水面溢油回收船4艘, 围油栏13400m, 各种型号收油机撇油机10台, 吸油毡14.5t, 消油剂7t。溢油事故发生后, 可立即调用温州海域的各类处置设备进行处理。

2、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) 对事故可能引起的对有关单位的污染及损失应给以界定;

(4) 事故处理结束后, 应对事故进行总结, 编写事故报告。

3、清除物的去向

溢出油品若是纯净的, 则可设法回收。无法回收的, 则送至污油处理池进行油水分

离处置，可盛放在储油罐里，吸油废弃物应堆放在指定地点，集中由建设单位统一送当地有危废处理资质的单位进行焚烧或它法处置。

11、结论与建议

11.1 项目基本情况

11.1.1 项目概况

本工程主要新建陆岛交通码头一座，布置 1 个 500 总吨级客运泊位；后方设相应的集散场地 1886m²，新建码头中心（候船室）1 座，建筑面积 1000.24m²，办公楼 1 座，建筑面积 246.67m²。工程总投资额 3762.71 万元。工程施工总工期为 18 个月。

11.1.2 项目主要污染源

本项目建设主要“三废”污染物产生及排放汇总见表 11.1-1。

表 11.1-1 本项目主要“三废”污染物汇总

内容类型	排放源或工序(编号)	污染物名称	处理前产生浓度及产生量(单位)	排放浓度及排放量(单位)		
大气污染物	施工期	作业扬尘	TSP	少量	少量	
		机械设备	尾气 (烟尘、NO ₂ 、CO、THC(烃类)等)	少量	少量	
	营运期	客船	CO、SO ₂ 、NO _x 等	少量	少量	
水污染物	施工期	打桩	泥浆废水	5202m ³	/	
			SS	0.22kg/s	0.22kg/s	
		机械冲洗	废水量	48m ³	0	
		施工船舶	含油污水	140t	收集上岸委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理	
			石油类	11000mg/L, 1.54t		
		施工人员	生活污水		850m ³	施工人员租用附近农民房,其生活污水进入当地农村生活污水管网
	COD _{Cr}			350mg/L, 0.30t/a		
	NH ₃ -N			35mg/L, 0.03t/a		
	营运期	客船	含油污水	25.6t/a	铅封后的船舶油污水在船舶到达大陆侧码头后定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理	
			石油类	11000mg/L, 0.28t/a		
		工作人员和旅客	生活污水		64m ³ /a	生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)标准后用于周边农村农业灌溉
				COD _{Cr}	350mg/L, 0.022t/a	
	NH ₃ -N			35mg/L, 0.002t/a		
		SS	200mg/L, 0.013t/a			
固	施工期	施工人员	生活垃圾	10t	0	

瑞安北龙山陆岛交通码头工程环境影响报告表

体 废 物		打桩	施工钻渣	2000t	综合利用于北龙岛环 岛公路建设
	营运期	工作人员 和旅客	生活垃圾	8.2t/a	0
噪 声	施工期	主要来自施工设备运行噪声，噪声源强为 84~88dB。			
	营运期	主要为船舶运行产生的噪声和候船室候船旅客发出的噪声。噪声值为 72~75dB (A)。			
其他	/				
<p>主要生态影响（不够时可附另页）</p> <p>施工期对海洋生态环境影响主要体现在：码头、引桥、后方架空平台桩基施工直接破坏作业区范围内底栖生物的生存环境，造成底栖生物的窒息、死亡和迁移；桩基打桩作业将在一定程度上引起工程海域的悬浮物增加，导致局部范围内的水体浑浊度增加，减少透光率，造成部分鱼类回避并影响浮游植物的光合作用。工程建设将占用一定面积的海域，在此范围内的底栖生物将会由于生境的改变而逐渐消亡。随施工期的结束，影响随之消失，海洋生态环境可改善和部分恢复。</p> <p>营运期后对海域生态的主要影响是：泊位船只停靠扰动了潮间带生物、浮游生物、游泳生物原来的栖息地和生活环境，对海域生物资源的破坏较小。泊位船只的舱底含油废水排放按照交通部 2007 年 5 月 1 号起实施的《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）的规定执行，不会对所在海域生态环境造成影响。</p>					

11.1.3 环境质量现状结论

1、大气环境质量现状结论

根据《2017 年瑞安市环境状况公报》，2017 年瑞安市全市城市环境空气质量总体优良，二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物（PM₁₀）、一氧化碳(第 95 百分位数)、臭氧(日最大 8 小时平均第 90 百分位数)、细颗粒物（PM_{2.5}）年均值均达到国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；空气污染的类型为煤烟和汽车尾气并重。酸雨污染仍然严重。

2、声环境质量现状结论

监测结果表明，4 个监测点昼间噪声值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类区标准，除 2#监测点位外的其他监测点位夜间噪声值能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类区标准（夜间≤45dB(A)），2#监测点位夜间噪声超标原因主要为海上夜间风大，海浪拍打老码头声音影响较大。

3、海水水质现状结论

根据 2018 年 11 月调查海域水质大面调查评价结果，参照《海水水质标准》一类标

准, 在海域环境质量现状调查中, 大潮期间, 超标因子主要为无机氮, 超标率为 100%, 其它监测项目的含量均符合《海水水质标准》(GB3097-1997)中第一类海水水质标准。无机氮超标原因主要为受陆域径流和近岸排污口污水排放影响。

4、海洋沉积物现状结论

评价海域沉积物中, 石油类、有机碳、硫化物、铅、镉、铬、汞、砷的含量均符合《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类海洋沉积物质量标准。

5、海洋生物体现状结论

2018 年 11 月, 调查海域生物体种类均为鱼类和甲壳类, 各生物质量评价标准指数值见表 6.2-1。结果表明, 调查海域代表性物种龙头鱼、虾姑、海鳗中的指标参数的含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的“海洋生物质量评价标准”。

6、海洋生态环境现状结论

叶绿素 a: 2018 年 11 月, 调查海域叶绿素 a 值在 0.481~0.711($\mu\text{g/L}$), 平均为 0.5615 $\mu\text{g/L}$ 。

浮游植物: 调查期间浮游植物丰度在 161~1121ind/ dm^3 , 平均为 511ind/ dm^3 。浮游植物多样性指数 H' 值为 1.331~2.001, 平均值为 1.694; 丰富度 d 为 0.545~1.002, 平均值为 0.848; 均匀度 J 为 0.922~1.000, 平均值为 0.952; 单纯度 C 为 0.725~0.860, 平均值为 0.798。

浮游动物: 拟建项目附近海域调查期间共捕获有大型浮游动种 9 类 26 种, 桡足类 9 种, 占 34.6 %; 浮游幼体 6 种, 占 23.1%; 水母类和毛颚动物各 3 种, 占各 11.5%; 磷虾类、糠虾类、多毛类、背囊类和其它类各 1 种, 分别占 3.8%。调查期间浮游动物多样性指数值 H' 在 1.547~2.138, 平均值为 1.827; 丰富度 d 在 1.668~3.119, 均匀度为 2.283; 均匀度 J 在 1.547~2.138, 平均值为 1.827, 单纯度 C 值在 0.791~0.949, 平均值为 0.844。

底栖生物: 拟建工程附近海域调查期间采集到大型底栖生物 3 大类 11 种, 其中多毛类 5 属 5 种, 占 45.5%; 软体动物 5 属 5 种, 占 45.5%。; 甲壳类 1 属 1 种, 占 9.0%。拟建工程附近海域底栖生物丰度在 0~80ind/ m^2 。平均丰度为 33nd/ m^2 。拟建工程附近海域底栖生物生物量在 0.0~6.7g/ m^2 , 平均底栖生物生物量为 2.0g/ m^2 。拟建工程附近海域底栖生物优势种为彩虹明樱蛤 *Moerella iridescens* 和泥螺 *Bullacta exarata*, 其优势度 Y 分别为 0.09 和 0.02。拟建工程附近海域底栖生物多样性指数值 H' 为 0.000~1.437, 平均值为 0.806; 丰富度 d 值为 0.000~0.927, 平均值 0.468; 均匀度 J 为 0.000~1.000, 平均

值为 0.661；单纯度 C 值在 0.000~0.739，平均值为 0.469。

潮间带生物：本次调查 2 个潮间带断面，其中 T1 为岩相和 T2 为岩相。

3 大类 25 种，其中多毛类 6 种，占 24.0%；软体动物 13 种，占 52.0%。甲壳类 6 种，占 24.0%。T1 断面平均栖息密度为 56 个/m²，平均生物量为 14.4g/m²。T2 断面平均栖息密度为 32 个/m²，平均生物量为 1.84g/m²。平均栖息密度为 60 个/m²，平均生物量为 20.88 g/m²。

7、渔业资源现状结论

鱼卵、仔稚鱼调查结果：秋季大潮，平均鱼卵丰度 0.03 ind/m³，出现频率 5.9%。平均仔稚鱼丰度 0.18 ind/m³，出现频率 5.9%。秋季小潮，平均鱼卵丰度 0.59 ind/m³，出现频率 11.8%。平均仔稚鱼丰度 0.49 ind/m³，出现频率 29.4%。

拖网渔业资源调查结果：秋季调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 14.85~109.49（10³ind/km²）之间，平均值为 55.37（10³ind/km²）。其中鱼类为 21.33×10³ind./km²；虾类为 17.23×10³ind./km²；蟹类为 15.95×10³ind./km²；头足类为 0.86×10³ind./km²。

11.1.4 环境影响分析结论

11.1.4.1 施工期环境影响分析

1、施工废气对环境的影响分析结论

工程施工期废气主要为施工扬尘和施工机械设备尾气。施工期间，水泥等易起尘的物料不能露天堆放；施工场地应修筑厂界围墙或简易围屏，建筑物采用封闭式施工，用网罩围隔；临时堆放的土石方、建筑垃圾，在大风干燥天气增加洒水次数。项目在落实好这些措施后，对周围大气环境影响较小。

施工机械数量较少，设备尾气经海风稀释扩散后对周边环境空气质量影响很小。

2、施工废水对环境的影响分析结论

项目施工废水主要有泥浆废水、悬浮泥沙、机械冲洗废水、施工船舶舱底含油污水和生活污水。

工程开钻前在施工平台上设置泥浆池，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用，钻渣泥浆沉淀处理后的上清液尽量回用于施工场地洒水抑尘或后方绿化浇灌，钻渣综合利用用于北龙岛环岛公路建设；机械冲洗废水经统一收集、隔油沉淀处理达到杂用水标准后回用于施工过程，不得任意排放；施工船舶排污设备进行铅封管理，待施工船舶返回大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理，保证

船舶含油污水不排放入海；施工人员租用附近农民房，其生活污水进入当地农村生活污水管网；船舶生活污水按照《船舶污染物排放标准》要求，收集上岸后委托处理。采取措施后，项目施工期废水不会对周边水环境产生影响。

3、声环境影响分析结论

施工期噪声影响主要来源于工程机械作业产生的噪声，施工单位要选择低噪声设备，合理安排施工进度，夜间及午休时段禁止进行高噪声操作，尽量将对周边居民可能造成的噪声影响降到最低，工程施工影响是暂时的，等施工结束，噪声影响随之消失，因此采取措施后本工程实施对周边环境影响较小。

4、施工固废对环境的影响分析结论

施工期间产生的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾和施工钻渣。施工人员生活垃圾应集中收集，委托当地环卫部门清理。工程产生的施工钻渣综合利用用于北龙岛环岛公路建设。施工固废均得到妥善处置，对周围环境影响较小。

5、生态影响

根据对生物损失量的计算，本项目工程占用海域底栖生物损失生态补偿额为 370 元；施工期悬浮泥沙对生物资源损害生态补偿额为 747 元。合计生物资源损害赔偿总额约 1117 元。同时考虑码头施工对临近的临时暂养网箱的影响，开工前需与暂养网箱户主进行协商迁移，待码头建成后再回迁至原地。

11.1.4.2 营运期环境影响分析

1、海域水动力、冲淤环境影响分析结论

水动水变化：因工程区处于北龙山西北向流影区内，流速绝对值及工程前后变化量均较小，以码头平台为中心北向 300m 的西嘴头区域、南向 50m 内工程后存在流速减小区域，大潮全潮平均减小 0.01~0.14m/s，较工程前流速减小 5~40%；其中流速减小较为明显的是码头至西嘴头的区域，大潮全潮平均减小 0.06~0.14m/s，较工程前流速减小 10~40%；西嘴头东北向前沿工程后存在流速增大区域，工程后平均流速增大 0.01~0.04m/s，较工程前增大 2~10%；西嘴头与北向鹭鸶礁之间的水道工程后流速增大 0.01~0.02m/s，较工程前增大 1~5%。其余海区工程前后流速变化不明显。

冲淤变化：在项目海区重新达到冲淤平衡前，工程区及南向近岸区域的淤积将持续加强并稍向西南延伸，码头区及北向近岸区域达到冲淤平衡时的最终淤积强度为 0.3~0.6m；西嘴头东北向前沿和西嘴头-鹭鸶礁水道延伸段的冲刷区也将加强，最终冲刷强度在 0.04~0.2m，总体影响程度不大。

2、废水环境影响分析

本项目营运期产生的废水主要为船舶舱底含油污水和生活废水。项目会对船舶的排污设备进行铅封管理，铅封后的船舶油污水在船舶到达大陆侧码头后定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理，以保证船舶含油污水不排放入海；生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）后用于周边农村农业灌溉。项目生活污水水质较为简单，易生化，不含有毒物质，污水处理达标后用于农业灌溉对周边环境影响较小。

3、大气环境影响分析

本项目营运期废气主要来源于客船进出码头时产生的船舶尾气，主要含CO、NO_x、SO₂等污染物。由于船舶具有流动性，尾气以无组织方式排放，排放量很小，且海上空气的稀释扩散能力很强，因此，客船排放的船舶尾气对周边环境空气质量影响很小。

4、噪声影响分析

本项目营运期噪声主要为客船停靠码头产生的噪声、旅客上下船噪声及候船室旅客活动噪声等。项目噪声源按船舶靠岸最高75dB计，则对距离码头80m处的大岙渔业村噪声贡献值为36.9dB，敏感点叠加本底后的噪声预测值为52.6dB，能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类区标准要求。同时由于北龙岛地处海外孤岛，客船运行频率较低，1天仅1班（或停泊或离港），客船到达后旅客下船，或旅客上船后船舶驶离码头，时间在半小时内，噪声影响持续时间较短，且客船仅在昼间运行，大部分时间无噪声产生，加之码头附近常驻居民较少，所以本项目运行后对周边声环境影响较小。项目陆域建筑虽距离敏感点较近，但陆域建筑主要用于海事工作人员办公，无高噪声设备及高噪声作业，因此不会对外环境噪声影响。

5、固废影响分析

本项目营运期固废主要办公楼职工生活垃圾和候船室生活垃圾，合计8.2t/a。在办公室和候船室均设置垃圾桶，定点收集生活垃圾，生活垃圾经统一收集后由北龙岛环卫部门定期清运处理，不排入附近海域；船舶上的生活垃圾收集后待船舶到达大陆侧码头后纳入客运码头固废收集中心收集处理。综上，项目固废不会对周边环境产生影响。

6、溢油风险事故环境影响

项目施工期或建成营运后，港内船舶因操作不当或遇台风、风暴潮等恶劣天气影响，与码头或其他船舶发生碰撞，可能引发事故，导致船舶燃料油泄漏事故发生，应此建设单位应做好相关风险防范措施，减少风险对外环境的影响。

11.1.5 污染防治措施结论

本项目拟采取的污染防治措施及治理效果具体见表 11.1-2 所示。

表 11.1-2 项目拟采取的防治措施及治理效果

内容 类型	排放源或工 序(编号)	污染物 名称	防治措施	预期治理效果	
大气 污染物	施工期	作业 扬尘	TSP	①做好定时洒水降尘工作；②水泥等易起尘的物料不能露天堆放。③建筑物采用封闭式施工，用网罩围隔；④临时堆放的土石方、建筑垃圾，在大风干燥天气应增加洒水次数。	对周围空气环境影响较小
		机械 设备	尾气 (烟尘、 NO ₂ 、CO、 THC(烃类) 等)	使用环保型的低硫分柴油。	减少机械设备燃油废气对大气的污染
	营运期	客船	CO、SO ₂ 、 NO _x 等	使用环保型的低硫分柴油。	减少船舶燃油废气对大气的污染
水 污 染 物	施工期	打桩	泥浆废水、 悬浮物	开钻前在施工平台上设置泥浆池，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用，钻渣泥浆沉淀处理后的上清液尽量回用于施工场地洒水抑尘或后方绿化浇灌。钻渣综合利用于北龙岛环岛公路建设。	不对周边海域水环境产生影响
		机械 冲洗	COD、SS 和 石油类	废水经统一收集、隔油沉淀处理达到杂用水标准后回用于施工过程，不得任意排放。	
		施工 船舶	含油污水	按“铅封”管理规定实施，待施工船舶返回大陆侧码头后船舶含油污水定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理，保证船舶含油污水不排放入海。	
		施工 人员	生活污水	施工人员租用附近农民房，其生活污水进入当地农村生活污水管网。	
	营运期	客船	含油污水	按“铅封”管理规定实施，在船舶到达大陆侧码头后定期委托瑞安市瑞海港务有限公司接收处理。	不对周边海域水环境产生影响
		职工、 旅客	COD _{Cr} 、 NH ₃ -N 和 SS	生活污水经码头一体化污水处理设施处理达《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)后用于周边农村农业灌溉。	
固 体 废 物	施工 期	施工 人员	生活垃圾	生活垃圾应集中收集，统一存放，委托当地环卫部门集中处理。	减量化、资源化、无害化
		打桩	钻渣	综合利用于北龙岛环岛公路建设	资源化
	营 运 期	职工、 旅客	生活垃圾	设置垃圾桶，定点收集生活垃圾。码头陆地上的生活垃圾经统一收集后由北龙岛环卫部门定期清运	减量化、资源化、无害化

				处理；船舶上的生活垃圾收集后待船舶到达大陆侧码头后纳入客运码头固废收集中心收集处理	
噪声	施工期	①选择低噪声施工设备，并加强机械设备的维修、管理，使其处于低噪声、高效率的良好工作状态；②合理设置施工场地，将施工机械设备尽量布置在远离村庄一侧，高噪声设备布置于施工棚内；③合理安排施工时间，高噪声设备避开午休时间；④确因施工需要需夜间施工的，需在施工前张贴公示。			
	营运期	①选用先进的低噪声设备。 ②加强设备日常维护，保持船舶良好地运作状态。 ③对码头做好相应的管理，降低旅客噪声。			
其他	码头施工期会对南面约 25m 处的北龙岛临时养殖区（约 40 个网箱）水质产生影响，要求建设单位在工程实施之前做好与养殖户的协调工作，将该临时性养殖区挪至其他海域，待码头建成后再根据实际情况将临时养殖区挪回，将影响降至最低。				
环保投资	本工程需新建化粪池等设施，本项目总投资 3762.71 万元，根据估算，拟建项目需环保投资约 30 万元，约占总投资的 0.8%。详见表 11.1-3。				
	表 11.1-3 工程环保设施与投资概算一览表				
		项目	内容	投资（万元）	
		废水治理	一体化污水处理设施	15	
		噪声治理	临时隔声屏障	3	
		固废处置	固体废物分类收集存放	2	
	生态补偿	增殖放流及临时养殖网箱迁移费用	10		
		合计	30		
<p>生态保护措施及预期效果</p> <p>①对于本工程造成的海洋生物损失，可采取增殖放流的方式进行生态补偿。②合理安排施工季节与施工进度，应尽量缩短水上作业时间，并尽量将施工期避开鱼虾洄游繁殖、幼鱼索饵以及生长的高峰期。③施工机械应尽量选择低噪声的施工机械，采用低噪声的施工工艺，防止噪声对海洋生物产生影响。</p>					
<p>11.2 建设项目环评审批原则符合性分析</p> <p>11.2.1 环境功能区划符合性分析</p> <p>根据《瑞安市环境功能区划》（2016.12，瑞安市人民政府），项目所在的区域属“飞云江水源涵养区”（编号 0381-II-1-01）。本工程新建码头、码头中心（候船室）及办公楼，不属于新建、扩建二、三类工业项目，工程建设不会改变海岛原有自然生态系统。因此，项目建设符合瑞安市环境功能区划要求。</p> <p>11.2.2 达标排放原则符合性分析</p> <p>经落实本环评提出的污染防治措施，项目产生的“三废”污染物均能达标排放。故本项目产生的污染物符合达标排放原则。</p>					

11.2.3 总量控制原则符合性分析

根据《关于进一步建立完善建设项目环评审批污染物排放总量削减替代区域限批等制度的通知》(浙环发[2009]77号文)及浙江省建设项目主要污染物总量准入审核办法(试行)的通知(浙环发【2012】10号)，“建设项目不排放生产废水，只排放生活污水的，其新增生活污水排放量可以不需区域替代削减”。本项目只排放生活污水，且最终回用，故本项目不设水污染物总量控制指标。

11.2.4 维持环境质量原则符合性分析

经环评分析评价，建设单位在严格遵守相关各项污染物排放标准，切实落实各项污染治理措施，促进清洁生产，确保污染物达标排放的前提下，项目拟建地环境质量能维持现状。

11.2.5 清洁生产原则符合性分析

营运过程中无对环境产生重大影响的污染物产生，各污染物经治理后均可做到达标排放，本环评要求建设单位今后重视清洁生产，采取稳定、有效的末端治理措施确保污染物达标排放，则本项目符合清洁生产要求。

11.3 建设项目其他部门审批要求符合性分析

11.3.1 产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录(2011年本)》(2016年修订版)中，项目应该属于鼓励类目录的第二十五类水运的“沿海陆岛交通运输码头建设”。

因此，项目的建设符合国家及地方产业政策。

11.3.2 城市总体规划符合性分析

根据《瑞安市域总体规划(2006~2020年)》，瑞安市域空间发展框架为海域综合利用，保护海洋环境，适度开发：应综合利用开发建设，发展修造船业、探讨石油中转基地建设的可行性，保护海域生态环境，尤其是海洋渔业资源，根据现有发展条件可优先开发海岛旅游资源。本项目位于北龙岛，工程主要新建陆岛交通码头一座，有助于改善北龙岛交通基础设施建设，助力北龙岛旅游业发展，促进海岛经济发展。项目建设过程中经采取措施后，对海域生态环境影响不大。项目建设与瑞安市空间发展框架相一致，因此项目符合《瑞安市域总体规划(2006~2020年)》。

根据《瑞安市综合交通运输“十三五”发展规划》，“十三五”综合交通运输发展主要任务之基础设施建设规划中“水路交通”明确提到“十三五”期间开工建设瑞安陆岛交通码头外迁、北龙交通码头等，总投资约7000万元。本工程的建设符合《瑞安市综合交通运

输“十三五”发展规划》。

11.3.3 海洋功能区划符合性分析

本工程位于《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》中的瑞安农渔业区（海洋功能区代码为B1-16）。拟建工程符合《浙江省海洋功能区划（2011~2020年）》海域管理要求和环境保护要求的。

11.4“三线一单”控制要求符合性分析

根据《环境保护部关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150号），本项目“三线一单”控制要求符合性分析如下：

1、生态保护红线

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。本项目位于北龙岛，在《瑞安市环境功能区划》（2016.12，瑞安市人民政府）中属于“飞云江水源涵养区（编号0381-II-1-01）”，不在生态保护红线范围内，项目所在地不属于特殊重要生态功能区和必须实行强制性严格保护的区域。项目建设范围及直接影响范围内不存在自然保护区、森林公园、风景名胜区、世界文化自然遗产、地质公园等生态环境敏感区、脆弱区，不涉及《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》浙政发〔2018〕30号文件划定的生态保护红线，因此本项目建设满足生态保护红线要求。

2、环境质量底线

项目所在区域的环境质量底线为：环境空气质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级，声环境质量目标为《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的1类声环境功能区要求。海水水质目标为《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类。根据现状质量现状监测数据，项目所在区域目前环境质量现状基本能满足相应环境功能区划要求，满足环境质量现状要求。

本项目对项目建设运行产生各类废水经收集后回用或委托处置，不外排；废气、噪声经治理后能够做到达标排放，固废可做到无害化处理。采取本环评提出的相关防治措施后，本项目排放的污染物不会对区域环境质量底线造成冲击。

3、资源利用上线

本项目所用的资源主要为砂、石料、钢材、木材、水泥等，均为外购，来源较多，可满足本项目的使用需求，生产废水回收利用，因此本项目的建设在区域资源利用上线的承受范围之内，符合区域资源利用上线的要求。

4、负面清单

本项目为码头工程，非该环境功能区划中负面清单中的二类、三类工业项目及国家、省、市、县落后产能目录中所列禁止、淘汰类项目。

综上，本项目总体上能符合“三线一单”的管理要求。

11.5 建议和要求

- 1、建设单位应认真落实环境影响评价中提到的污染防治措施，使污染物达标排放。
- 2、加强污染治理设施的运行管理，建立技术档案，定期检查、维修，使其长期处于最佳运行状态，杜绝污染物事故排放。
- 3、建立健全环保责任制，加强对职工的环境保护意识教育，形成人人重视环境保护的生产气氛。

11.6 总结论

瑞安北龙山陆岛交通码头工程位于北龙岛北侧，工程符合瑞安市域总体规划、瑞安市综合交通运输“十三五”发展规划和浙江省海洋功能区划要求，符合国家和地方产业政策。项目经落实本环评提出的各项污染防治措施后，各污染物均能做到达标排放，对周围环境影响不大，当地环境质量能维持现状。

因此，从环保角度而言，只要落实本次环评提出的各项治理整改措施，严格执行“三同时”制度，确保污染物达标排放，加强环保管理，该项目的实施是可行的。



当地政府部门意见：

(公章)

经办人 (签字)：

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

(公章)

经办人 (签字)：

年 月 日

审批意见：

公 章

年 月 日

经办人：