

防城港核电厂 3、4 号机组
冷源改进工程
海域使用论证报告表
(送审稿)



中国科学院南海海洋研究所

2021 年 4 月

论证报告编制信用信息表

| | | | |
|---|----------------------|--|-----|
| 论证报告编号 | 4506022021000269 | | |
| 论证报告所属项目名称 | 防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程 | | |
| 一、编制单位基本情况 | | | |
| 单位名称 | 中国科学院南海海洋研究所 | | |
| 统一社会信用代码 | 12100000455858425K | | |
| 法人代表 | 龙丽娟 | | |
| 联系人 | 魏静梅 | | |
| 联系人手机 | 15876502804 | | |
| 二、编制人员有关情况 | | | |
| 姓名 | 信用编号 | 本项论证职责 | 签字 |
| 姚冬静 | BH000184 | 论证项目负责人 | |
| 姚冬静 | BH000184 | 1. 概述 2. 项目用海基本情况 4. 项目用海资源环境影响分析 | 姚冬静 |
| 刘兴健 | BH000187 | 3. 项目所在海域概况 5. 海域开发利用协调分析 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 | 刘兴健 |
| 姚少慧 | BH000183 | 7. 项目用海合理性分析 8. 海域使用对策措施 9. 结论与建议 | 姚少慧 |
| <p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: center;">承诺主体(公章):</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p> | | | |

目 录

| | |
|-------------------------------|-----|
| 1 项目概况及用海必要性分析 | 1 |
| 2 项目所在海域概况 | 59 |
| 3 项目用海资源环境影响分析 | 135 |
| 4 海域开发利用协调分析 | 164 |
| 5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 | 167 |
| 6 项目用海合理性分析 | 178 |
| 7 项目生态用海分析 | 188 |
| 8 海域使用对策措施 | 192 |
| 9 结论与建议 | 195 |
| 资料来源说明 | 199 |
| 附表..... | 202 |
| 附件..... | 215 |

1 项目概况及用海必要性分析

| | | | | | |
|----------|------|----------------------|--------------------|------|-----------|
| 申请人 | 单位名称 | 广西防城港核电有限公司 | | | |
| | 法人代表 | 姓名 | 周建平 | 职务 | 董事长 |
| | 联系人 | 姓名 | 舒畅 | 职务 | |
| | | 通讯地址 | 广西防城港港口区红树林大厦 25 楼 | | |
| 项目用海基本情况 | 项目名称 | 防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程 | | | |
| | 项目性质 | 公益性 | | 经营性 | √ |
| | 投资金额 | 1 亿元 | | 用海面积 | 0.2830 公顷 |
| | 用海期限 | 至 2061 年 11 月 29 日 | | | |
| | 占用岸线 | 0 m | | 新增岸线 | 0 m |
| | 用海类型 | “工业用海”中的“电力工业用海” | | | |
| | | 各用海类型 | 面积 | 具体用途 | |
| | | 拦污网平台/透水构筑物 | 0.2830 公顷 | 拦污网 | |

1.1 论证工作来由

1.1.1 防城港核电厂概况

广西防城港核电厂位于广西防城港市企沙半岛东面，地理坐标为 108°33'42"E，21°40'02"N。

防城港核电厂规划建设 6 台百万千瓦级核电机组，布置方式为由东向西、北排列，一次规划，分期实施。一期 1、2 号机组 2 台为 CPR1000 机组，目前已取得海域使用权证并已分别于 2016 年 1 月 1 日及 2016 年 10 月 1 日正式商业运行；二期 3、4 号机组采用我国具有自主知识产权的“华龙一号”三代技术，已取得海域使用权证，2015 年 12 月 24 日开工建设，目前正在建设中；三期 5、6 号机组是国家《能源发展“十三五”规划》中明确的开工备选项目，规划布置在二期主厂区西北侧圩坡岭及亚婆岭一带，目前正在申请办理用海手续。

1.1.2 冷源改进工程来由

核电厂循环冷却水采用直流供水系统，取排水方案按 6 台机组一次考虑，取排水构筑物总平面布置采用“明渠取，明渠排，东取，南排”的原则。6 台机组共用段取水明渠进口底高程-7.0m，干渠底宽 100m，长约 1450m；二期工程加远期规划取水明渠段（长约 1920m）底宽 70m，底标高-8.3m。

环境变化和恶劣气候给核电厂的冷源安全带来了一系列威胁，包括堵塞粗细格栅、滤网、凝汽器，重要厂用水系统贝类捕集器等。近年来，国内外的各类电厂均有堵塞冷却水取水口的相关报道，有的导致了机组降负荷，严重情况下有的导致过滤设备损坏，甚至停机停堆。

1.1.3 冷源改进工程方案简述

方案设计阶段明确的防城港核电厂 3、4 号机组冷源系统方案见图 1.1-1，包括监测预警、消杀驱离及拦截清理三个环节。其中监测预警包括外海、取水口门、取水明渠、收放平台、泵房前池等区域的设备布置设计，消杀驱离主要是针对藻类的消杀设计，拦截清理包括取水口门的自清洁网、二期明渠内两道自动收放网兜（含配套设施）及一道安全网的布置设计。

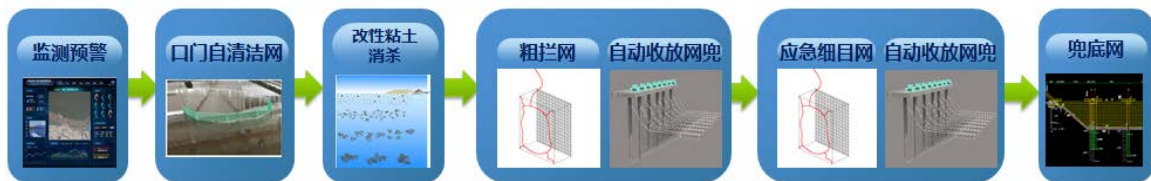


图1.1-1 冷源方案工艺流程图

冷源方案将作为一个独立系统纳入系统化设计，系统名称为“循环水监测与预过滤系统”，系统码 CFS。

2021 年 1 月 8 日，初步设计单位向建设单位做了“二期循环水监测与预过滤系统方案优化设计”专项汇报会，根据项目经济性、安全性的总体要求并结合工程现状，会上建设单位明确取消新建第二道自动收放网兜，将已建成的桩墩式网兜作为正式冷源拦截设施，替代第二道自动收放网兜，并将已拆除的实体防护网重新挂网作为安全网使用。

1.1.3.1 监测预警

监测预警设计采取全厂方案统筹规划，根据一期和二期项目合同及进度要求分阶段实施方式，二期设计范围包括在全厂共用的取水明渠口门、二期取水明渠、收放平台、泵房前池等区域的监测预警设计，冷源综合管理间为全厂公用设施，将根据建筑物子项整体要求进行设计和实施。

1.1.3.2 消杀驱离

消杀方面，在满足环保政策的前提下，目前仅有改性粘土对赤潮处理的成功经验。本工程属于赤潮易发生海域，一期工程取水海域已发生棕囊藻暴发事件，并通过增设“改性粘土”消杀措施成功处置了该事件。

针对藻类的消杀，考虑在收放平台上布置固定消杀设施。

1.1.3.3 拦截清理

设计范围主要包括两个子项及其配套设施，分别为第一道收放平台（BCN），第一道收放平台（BCN）下游的操作平台及第二道桩基平台（BCO，已建）下游的操作平台。

将已拆除的实体防护网重新挂网作为安全网使用，目前挂网土建条件均已具备，只采购相应网具即可，本报告不再描述。

取水口门自清洁网及全厂共用的网具清洗车间子项将纳入一期工程冷源改造项目中设计和实施。

1.1.3.4 系统设计

循环水监测与预过滤系统（CFS）作为正式系统纳入设计中，需出版相应的系统设计文件。

1.1.4 冷源改进工程涉海工程

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程涉海工程即为“拦截清理”环节的第一道收放平台（BCN，部分工程设计材料称为“拦网桥”或“拦污网机械化网兜收放平台”）。第一道收放平台（BCN）下游的操作平台（即运维平台）位于防城港核电厂一期已确权的填海造地范围内，第二道桩基平台（BCO，已建）下游的操作平台和已建成的桩墩式网兜（第二道自动收放网兜）位于陆域，亦不涉海。

第一道收放平台（BCN）位于防城港核电厂已取得不动产权证的明渠内（取水明渠 44° 拐角下游），采用桩基结构，跨距（桩基中心距）为 13m，平台标高为+9.12m

(绝对标高, 国家 85 高程系统)。收放平台总长约 129m, 其建设涉及原防城港核电厂一期工程取水(东)、码头及航道用海宗海的中“取水港池(东)”的局部海域用海方式变更。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《广西壮族自治区海域使用管理条例》的要求, 深圳中广核工程设计有限公司委托中国科学院南海海洋研究所承担了本项目的海域使用论证工作(附件 1), 编制单位详细分析了本工程海域使用的特点, 深入现场踏勘, 收集相关资料, 分析项目使用海域的必要性、可行性以及可能对周边生态环境、海洋功能区划和其它海域使用的影响, 编制了《防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表》, 为自然资源主管部门审批项目改变海域用途提供科学依据。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》(中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过, 2002 年 1 月 1 日起施行);

(2) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议 2014 年 4 月 24 日修订通过, 2015 年 1 月 1 日起施行);

(3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议 2017 年 11 月 4 日通过, 2017 年 11 月 5 日起施行);

(5) 《中华人民共和国渔业法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议 2013 年 12 月 28 日修正, 2013 年 12 月 28 日实施);

(6) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议于 2003 年 6 月 28 日通过, 自 2003 年 10 月 1 日起施行);

(7) 《中华人民共和国海岛保护法》(中华人民共和国第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过, 2010 年 3 月 1 日起施行);

(8) 《中华人民共和国自然保护区条例》(国务院令第 687 号修订, 2017 年 10 月 7 日实施);

(9) 《核电厂核事故应急管理条例》(中华人民共和国国务院令第 588 号修订, 2011 年 1 月 8 日实施),

(10) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院令第 475 号

文，2006 年 11 月 1 日起施行，2018 年 3 月 19 日第二次修订)；

(11)《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》(中华人民共和国国家海洋局令第 2 号，2017 年 12 月 29 日起施行)；

(12)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(中华人民共和国国务院令 676 号修订，2017 年 3 月 1 日)；

(13)《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规〔2021〕1 号，2021 年 1 月 8 日)；

(14)《广西壮族自治区海域使用管理条例》(广西壮族自治区第十二届人民代表大会第二十次会议，2016 年 3 月 1 日起施行)；

(15)《广西壮族自治区环境保护条例》(广西壮族自治区第十二届人民代表大会常务委员会第二十三次会议第二次修订，2016 年 9 月 1 日起施行)；

(16)《关于印发<广西壮族自治区海域、无居民海岛有偿使用的实施意见>的通知》(广西壮族自治区海洋局，2019 年 10 月 9 日)。

1.2.2 技术标准和规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》(国海发〔2010〕22 号)；
- (2) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)；
- (3) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)；
- (4) 《海洋监测规范》(GB17378-2007)；
- (5) 《海水水质标准》(GB3097-1997)；
- (6) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)；
- (7) 《海洋生物质量》(GB18421-2001)；
- (8) 《海洋渔业资源调查规范》(SC/T 9404-2012)；
- (9) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2017〕165 号)；
- (10) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局，2002)；
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)；
- (12) 《核电厂水工设计规范》(NB/T25046-2015)；
- (13) 《核电厂总平面及运输设计规范》(GB 50294-2014)；
- (14) 《核电厂海工构筑物设计规范》(NB/T25002-2011)；
- (15) 《水运工程混凝土结构设计规范》(JTS 151-2011)；
- (16) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB35522-2018)。

1.2.3 相关规划区划

- (1) 《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》；
- (2) 《广西壮族自治区海洋主体功能区划》；
- (3) 《广西壮族自治区生态红线规划》；
- (4) 《防城港市城市总体规划（2008-2025）》。

1.2.4 项目基础资料

- (1) 项目委托书；
- (2) 《冷源拦截设施初步设计说明》，深圳中广核工程设计有限公司，2020 年 3 月；
- (3) 《广西防城港核电站海工工程岩土工程勘察报告（勘察阶段：初勘）》，中船勘察设计研究院有限公司，2009 年 12 月；
- (4) 《广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查总报告》，自然资源部第三海洋研究所，2018 年 12 月；
- (5) 《防城港核电站二期（2×HL1000-1）工程海域使用论证报告书》，中国科学院南海海洋研究所，2015 年 6 月；
- (6) 《广西防城港核电站 2017~2020 年度海域环境监测航次简报（2020 年 12 月）》，国家海洋局珠海海洋环境监测中心站，2020 年 1 月；
- (7) 建设单位提供的其它项目基础材料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则（2010 年）》，论证工作等级需要依据用海类型、用海方式和用海规模来确定。防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程涉海部分主要是在二期已确权的取水明渠内增设第一道收放平台（其下游的操作平台（即运维平台）和第二道桩基平台（BCO，已建）及其下游的操作平台均不涉海）。

第一道收放平台构筑物总长约 129m，用海类型为工业用海中的电力工业用海，用海方式为透水构筑物，申请用海面积 0.2830hm²。根据《海域使用论证技术导则（2010 年）》，本项目海域使用论证等级为三级，论证工作等级判据判定见表 1.3-1。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则（2010年）》的要求，考虑到第一道收放平台位于防城港核电站二期取水明渠内，其周边分布有取水防波堤，结合所在海域资源环境特征及周边海域开发利用现状，确定论证范围为以项目用海外围线为起点向外扩展周边3km的范围，论证面积约 17.4km²。论证范围见图 1.3-1，拐点坐标见表 1.3-2。

表 1.3-1 海域使用论证等级判断依据

| 一级用海方式 | 二级用方式 | 用海规模 | 所在海域特征 | 论证等级 |
|--------|-----------|----------------------------------|--------|------|
| 构筑物用海 | 其他透水构筑物用海 | 构筑物总长度≥2000m；用海总面积≥30 公顷 | 所有海域 | 一 |
| | | 构筑物总长度（400~2000）m；用海总面积（10~30）公顷 | 敏感海域 | 一 |
| | | | 其他海海域 | 二 |
| | | 构筑物总长度≤400m；用海总面积≤10公顷 | 所有海域 | 三 |

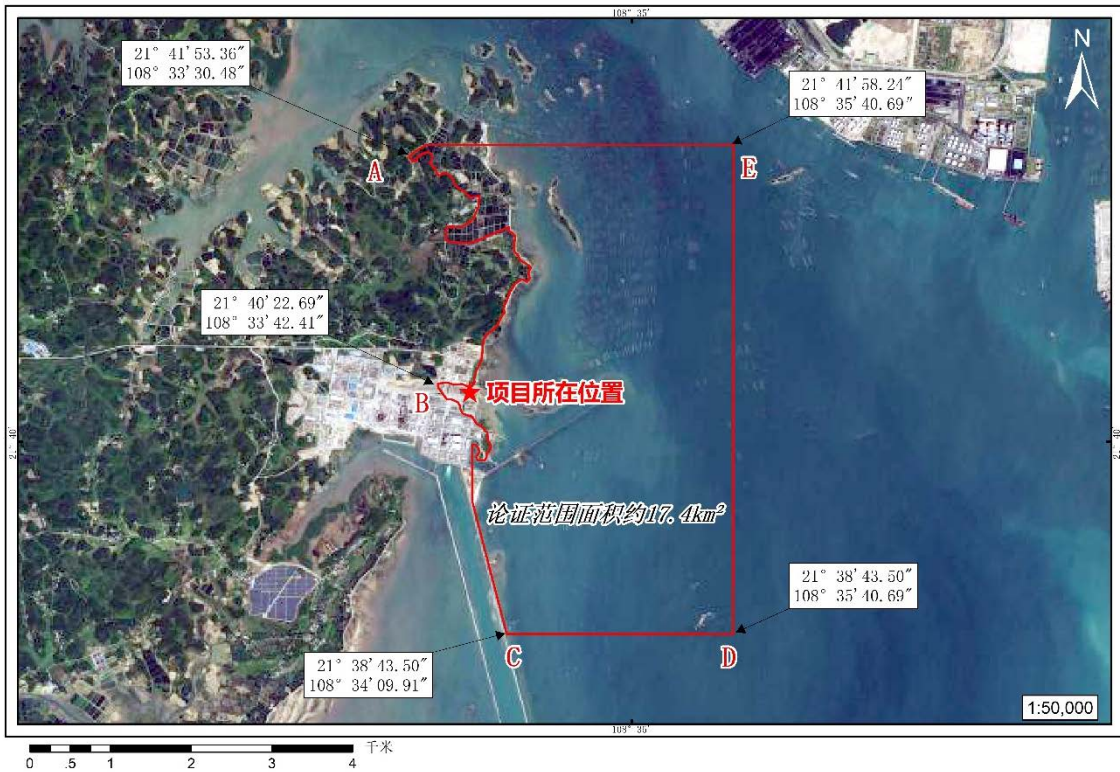


图1.3-1 项目论证范围图

表 1.3-2 本项目论证范围界址点坐标

| 序号 | 东经 | 北纬 |
|----|----------------|---------------|
| A | 108° 33'30.48" | 21° 41'53.36" |
| B | 108° 33'42.41" | 21° 40'22.69" |
| C | 108° 34'09.91" | 21° 38'43.50" |
| D | 108° 35'40.69" | 21° 38'43.50" |
| E | 108° 35'40.69" | 21° 41'58.24" |

1.4 论证重点

本项目涉及海域使用用途变更，根据《海域使用论证技术导则（2010 年）》，结合项目所在海域的自然条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，确定本论证工作的重点为：

- (1) 项目用海必要性；
- (2) 项目海域使用用途变更后的资源环境影响分析；
- (3) 海域开发利用协调分析；
- (4) 用途改变后与相关规划、政策符合性分析；
- (5) 项目用海合理性分析。

1.5 项目概况

1.5.1 项目名称、性质、规模及地理位置

项目名称：防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程

建设性质：改建

投资主体：广西防城港核电有限公司

地理位置：项目位于广西壮族自治区防城港市港口区防城港核电站二期取水明渠内，地理坐标 108° 33′ 55.094″ E、21° 40′ 20.863″ N。项目地理位置见图 1.5-1。

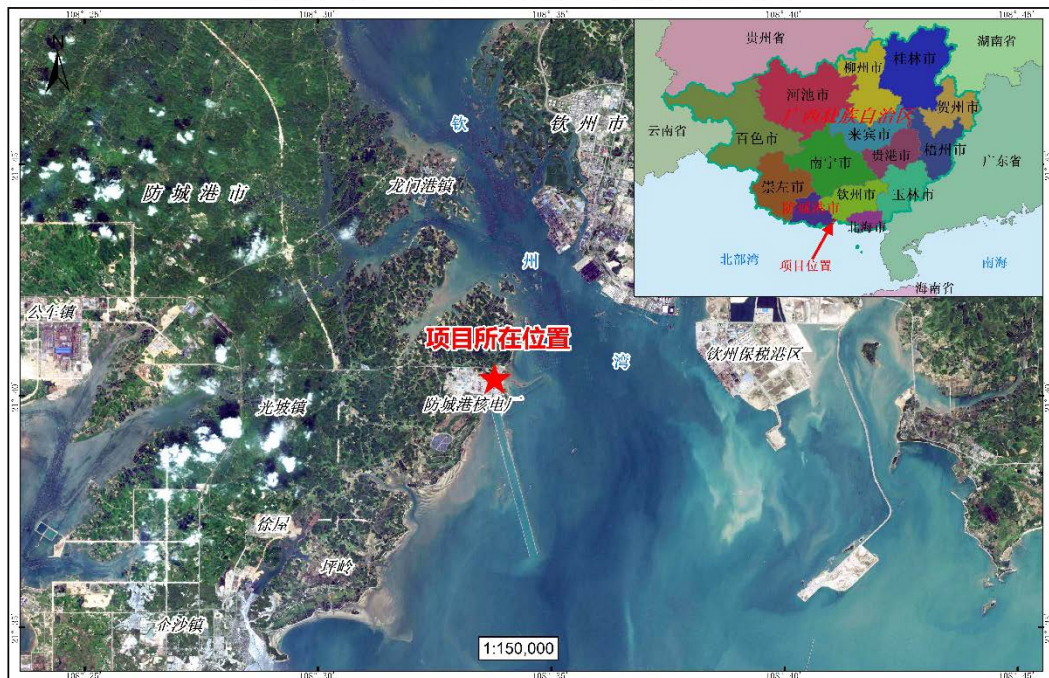


图1.5-1 项目地理位置

建设规模：本项目用海是防城港核电站 3、4 号机组冷源改造项目的一部分，目标是拦截、过滤海洋漂浮物和海洋生物，降低海洋漂浮物、海洋生物大规模入侵对冷源带来的风险，提高核电站运行时冷源安全的可靠性。主要是在二期取水明渠内建设第一道收放平台（BCN）。收放平台北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接，总长约 129m。收放平台采用桩基结构，跨距为 13m，平台标高为+9.12m（绝对标高，国家 85 高程系统，余同），由通行平台和操作平台组成。

项目总投资 1 亿元。施工期 18 个月。

1.5.2 防城港核电站项目用海情况回顾

防城港核电站位于防城港市港口区光坡镇东面约 8km 的红沙湾南侧光岭至山鸡啼一带，厂址地理位置为东经 108°33'42"、北纬 21°40'02"。规划容量为 6 台百万千瓦级核电机组，采用一次规划、分期实施的方式。采用东取南排的海水直流冷却方式。目前，总取排水堤渠已经建设完成。

1.5.2.1 防城港核电站一期用海情况

防城港核电站一期涉及填海造地、取水防波堤、码头、取水口、取水港池、取水航道、排水防波堤、排水口、排水港池、温排水用海等。2009 年 9 月，1、2 号机组海域使用论证报告通过了原国家海洋局海洋咨询中心组织的专家评审，2011 年 11 月 29 日获得原国家海洋局发放的海域使用权证书（附件 2）。本期项目用海具体情况见 1.8 节。

2010 年 7 月 30 日，防城港核电站 1 号机组开工建设，2015 年 10 月 25 日 1 号机组正式并网发电，2016 年 1 月 1 日 1 号机组正式投入商业运行。

2010 年 12 月 23 日，防城港核电站 2 号机组正式开工建设，2016 年 7 月 15 日 2 号机组首次并网发电，2016 年 10 月 1 日 2 号机组投入商运。至此，防城港核电一期工程（1、2 号机组）全面建成。

1.5.2.2 防城港核电站二期用海情况

2014 年 12 月 9 日，国家能源局批复明确广西防城港核电项目厂址已被列入《核电中长期发展规划（2011-2020，调整）》的厂址保护目录；要求对后续工程按照 4 台机组的容量，统筹规划，分步实施，抓紧开展各项前期准备工作，并对厂址实施保护；同意防城港核电二期工程按 2 台机组论证，采用“华龙一号”技术方案。2015 年 12

月 16 日，国务院常务会议决定对中广核广西防城港核电二期工程（3、4 号机组）“华龙一号”三代核电技术示范机组予以核准。

防城港核电厂二期涉及排水虹吸井施工临时围堰、跨明渠大桥、温排水用海等。其中，跨明渠大桥透水构筑物用海由一期的取水港池（用海方式为港池、蓄水用海）部分变更而来。2015 年 5 月 19 日，防城港核电厂二期用海海域使用论证报告通过了原国家海洋局海洋咨询中心组织的专家评审，2015 年 8 月 26 日获得原国家海洋局的批复，2019 年 8 月 4 日获得自然资源部批复，2020 年 5 月 1 日获自然资源部发放的不动产权证书（附件 3）。本期项目用海具体情况见 1.8 节。

防城港核电厂 3 号机组单机建设周期为 80 个月。2015 年 12 月 24 日，3 号机组核岛浇筑第一罐混凝土（FCD），预计于 2021 年 12 月首次装料，2022 年 4 月具备商业运行条件。防城港核电厂 4 号机组单机建设周期为 79 个月。2016 年 12 月 23 日，4 号机组核岛浇筑第一罐混凝土（FCD），预计于 2022 年 11 月首次装料，2023 年 3 月具备商业运行条件。目前二期工程正在建设之中。

1.5.2.3 防城港 5、6 号机组用海情况

根据中国广核集团有限公司的统一部署，2016 年 8 月 25 日，广西防城港核电有限公司委托中广核工程有限公司开展防城港核电 5、6 号机组前期工作（桂防核函〔2016〕179 号）。5 号机组计划于 2021 年 12 月浇灌第一罐混凝土（FCD, First Concrete Date），2026 年 10 月投入商业运行。6 号机组和 5 号机组开工间隔 10 个月。目前，5、6 号机组用海手续正在申请、办理之中。

1.6 平面布置和主要结构、尺度

本项目为防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进项目，永久用海工程主要是在二期取水明渠内（二期取水明渠 44° 拐角下游）建设第一道收放平台（BCN）。为便于拦截设施的运维，在第一道收放平台（BCN）和第二道已建收放平台（BCO）下游分别设置一座操作平台（操作平台不涉海）。采用燃油动力小型船舶方式实现对收集网兜的快速更换和清理。装有杂物的收集网兜通过动力小型船舶运至下游运维操作平台，通过岸边设置的卷扬机提升至岸边道路，转运后处理。运维操作平台不占用海域。

总平面布置图见图 1.6-1。

1.6.1 第一道收放平台平面布置

“收放平台”长 129m，采用桩基结构，跨距（桩基中心距）为 13m，平台标高为+9.12m（绝对标高，国家 85 高程系统，余同），由通行平台和操作平台组成。

通行平台宽度为 7.5m，两侧分别布置收放支架，人行道（下部电缆沟）及防撞墩共 1.75m，车行道 4.0m 宽。北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接，单行车道设计荷载为 20T。在通行平台的两侧设有电缆沟和运维通道。

操作平台分为设置监控设备和不设置监控设备两种。其中不设置监控设备的操作平台长 5.6m，宽 3.0m，主要布置两台收放卷扬机及其电控柜；设置监控设备的操作平台长 5.6m，宽 4.2m，布置收放卷扬机和监测设备，在+6.50m 标高处设有长 2.9m，宽 2.0m 的监测设备检修平台（图 1.6-2）。因此，设置监控设备的收放平台总宽度为 20.24m，不设置监控设备的收放平台总宽度为 17.04m。

考虑到三期工程施工船舶的通航需求，位于主流道的一组非标跨（设置监控设备的操作平台）的桩墩及相关联的桥面部分暂不施工。

平台底部设有两道锚梁，分别用于锚固“升降式粗拦网”和“网兜”的底部网口；相对应的护岸两侧也设两道锚梁，分别用于锚固“直立式拦污网”和“直立式细目网”的底部网口。

锚梁为钢筋混凝土结构，网的下部固定在渠底锚梁和两侧桩墩上，从而形成全断面拦截，渠底锚梁共 10 道，锚梁位于桩与桩之间的明渠渠底，前排桩墩和后排桩墩分别设置 5 道锚梁，单个锚梁宽 1.2m，长 11m，高 1.2m。

收放平台应保证 SL-2 地震下不倒塌，以保证重要厂用水系统的取水安全。

1.6.2 第一道收放平台拦截设施

“收放平台”第一排桩基在明渠主流道布置 5 副宽 13m，高 12m 的标准“升降式粗拦网”，网孔为 50mm×50mm，防止大型漂浮物和海生物进入网兜，具备机械化收放功能。可在操作平台上实现快速收放，而不需要潜水作业。靠近两侧防波堤部分设置网孔为 50mm×50mm 的直立式拦污网，不具备机械化收放功能。

升降式粗拦网立面图见图 1.6-3。收放平台网兜立面见图 1.6-4。

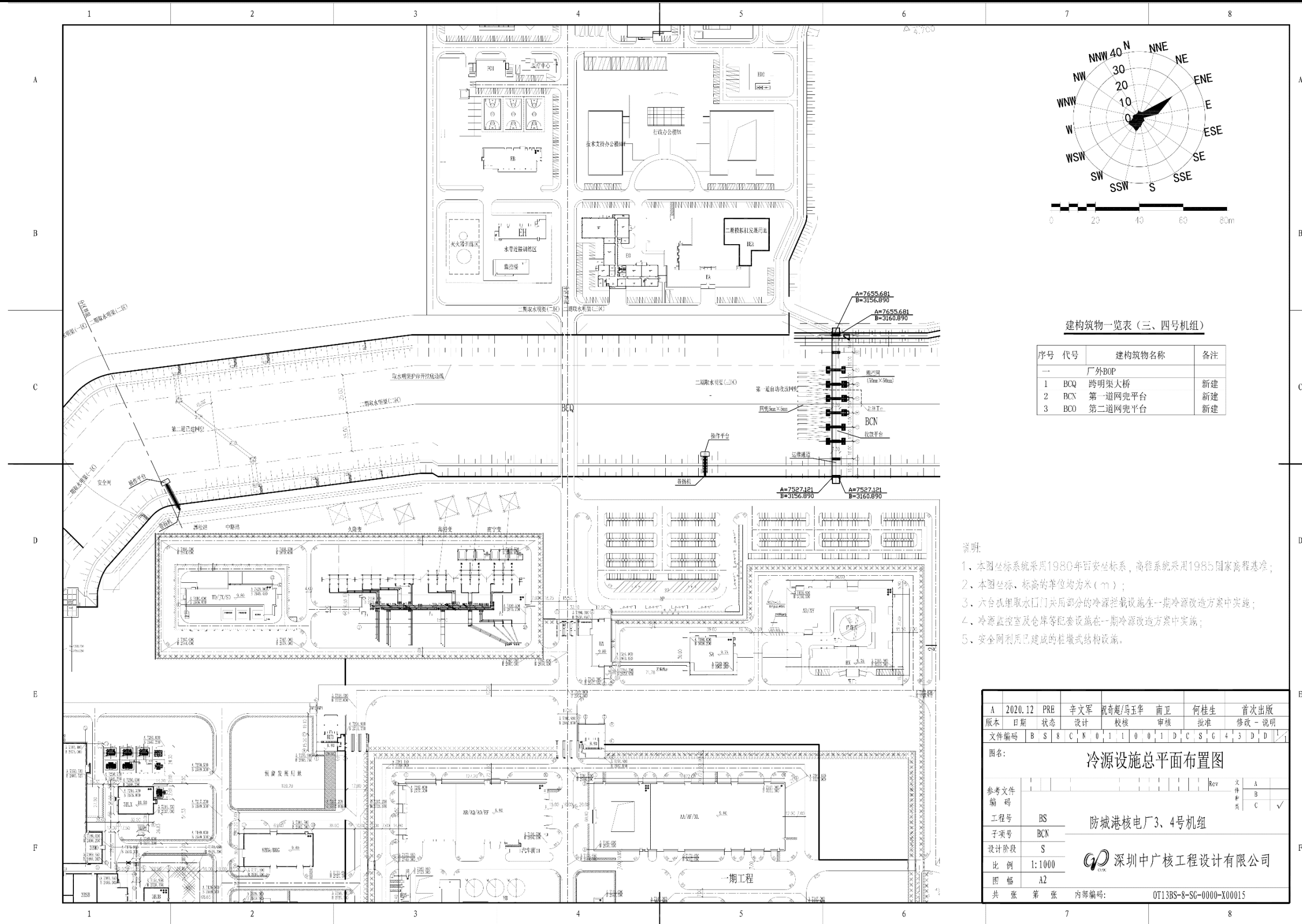
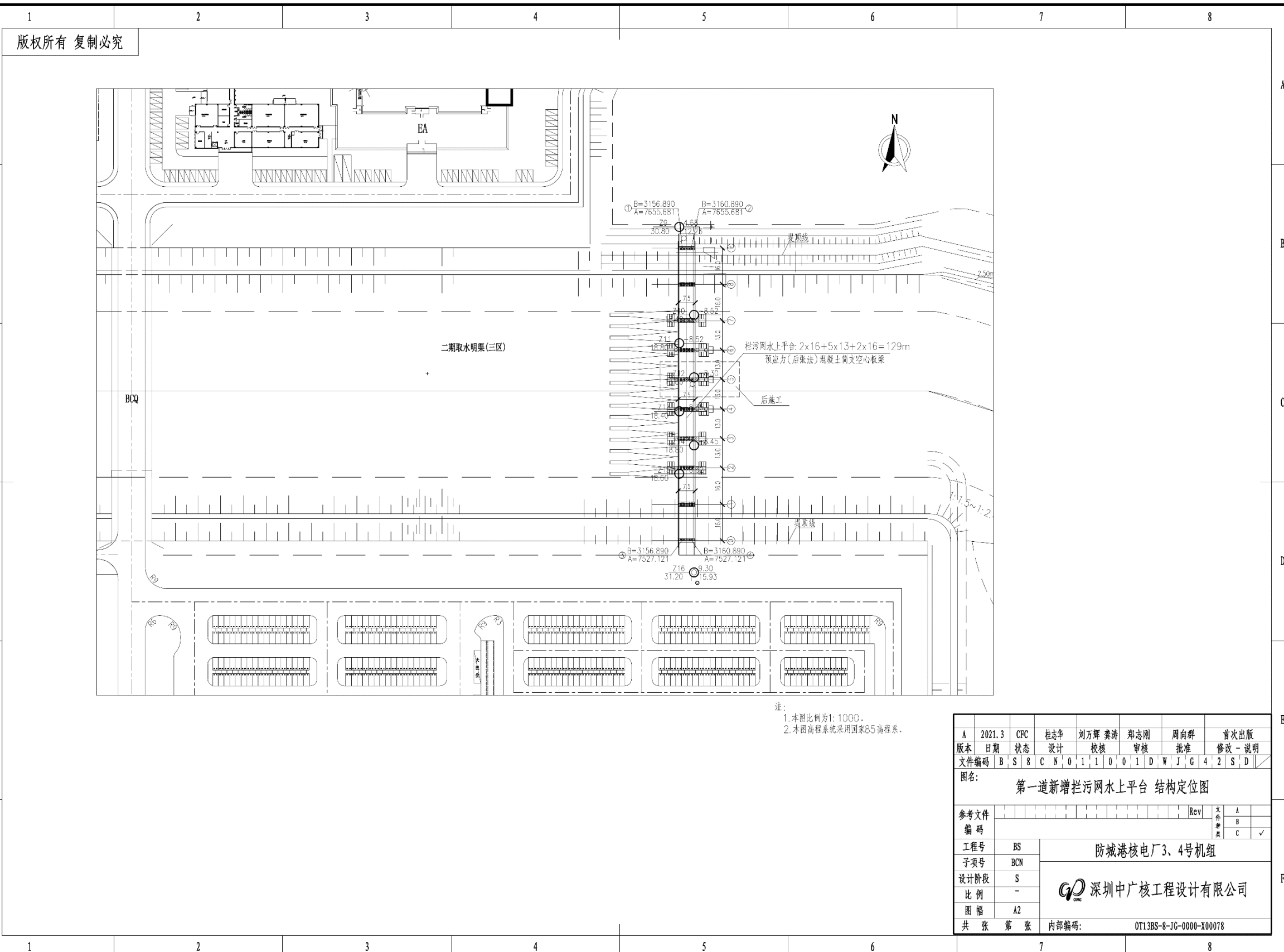


图1.6-1 项目总平面布置图



注：
1. 本图比例为1:1000。
2. 本图高程系统采用国家85高程系。

| | | | | | | | |
|------|--------------------|----|----|----|----|----|-------------------------------|
| 版本 | 日期 | 状态 | 设计 | 校核 | 审核 | 批准 | 修改-说明 |
| 文件编号 | B | S | 8 | C | N | 0 | 1 |
| 图名: | 第一道新增拦污网水上平台 结构定位图 | | | | | | |
| 参考文件 | | | | | | | Rev |
| 工程号 | BS | | | | | | 防城港核电站3、4号机组 |
| 子项号 | BCN | | | | | | 深圳中广核工程设计有限公司 |
| 设计阶段 | S | | | | | | |
| 比例 | - | | | | | | |
| 图幅 | A2 | | | | | | |
| 共张 | 第 张 | | | | | | 内部编号: 0T13BS-8-JG-0000-X00078 |

图1.6-2 第一道收放平台结构定位图

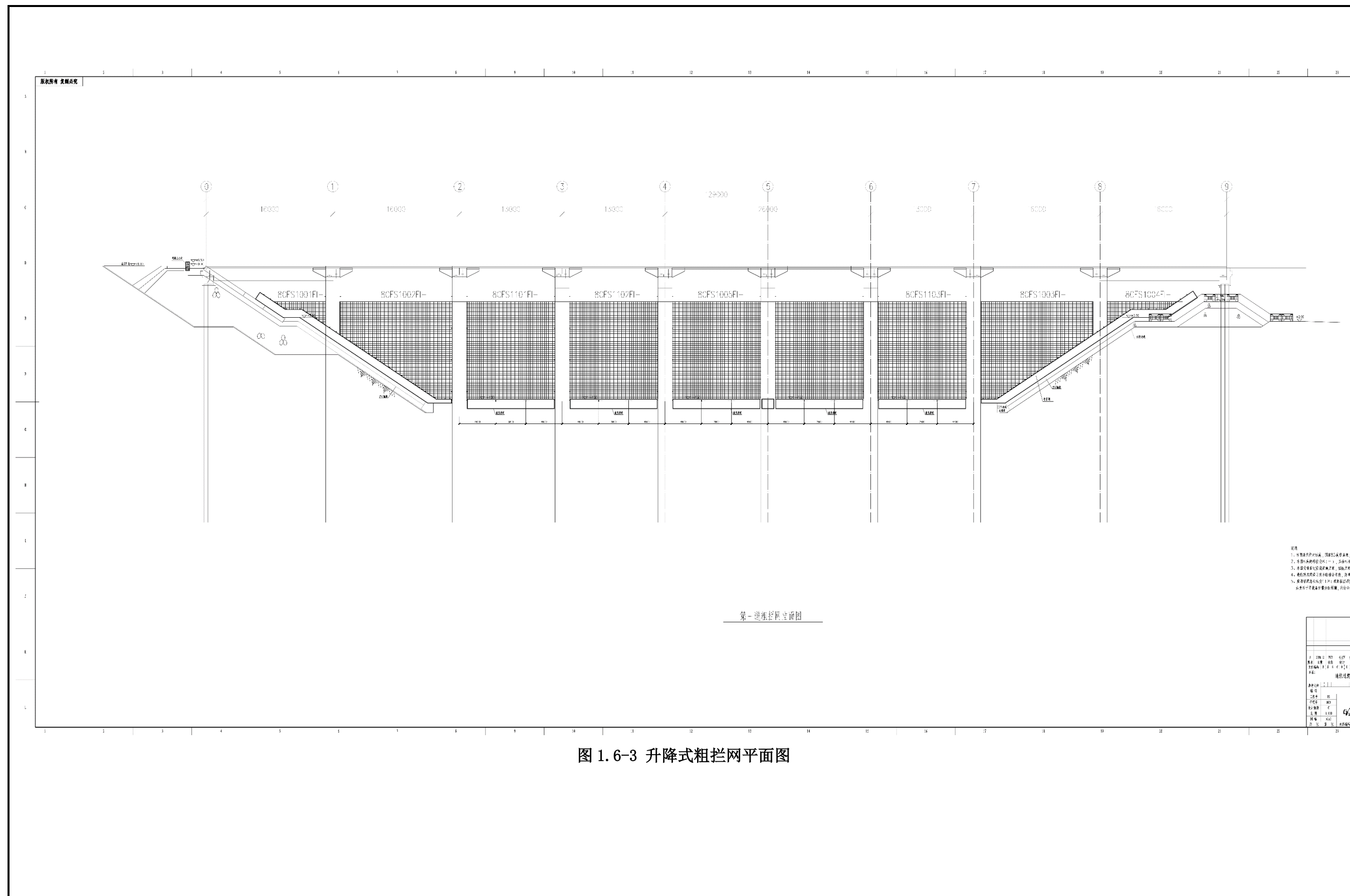
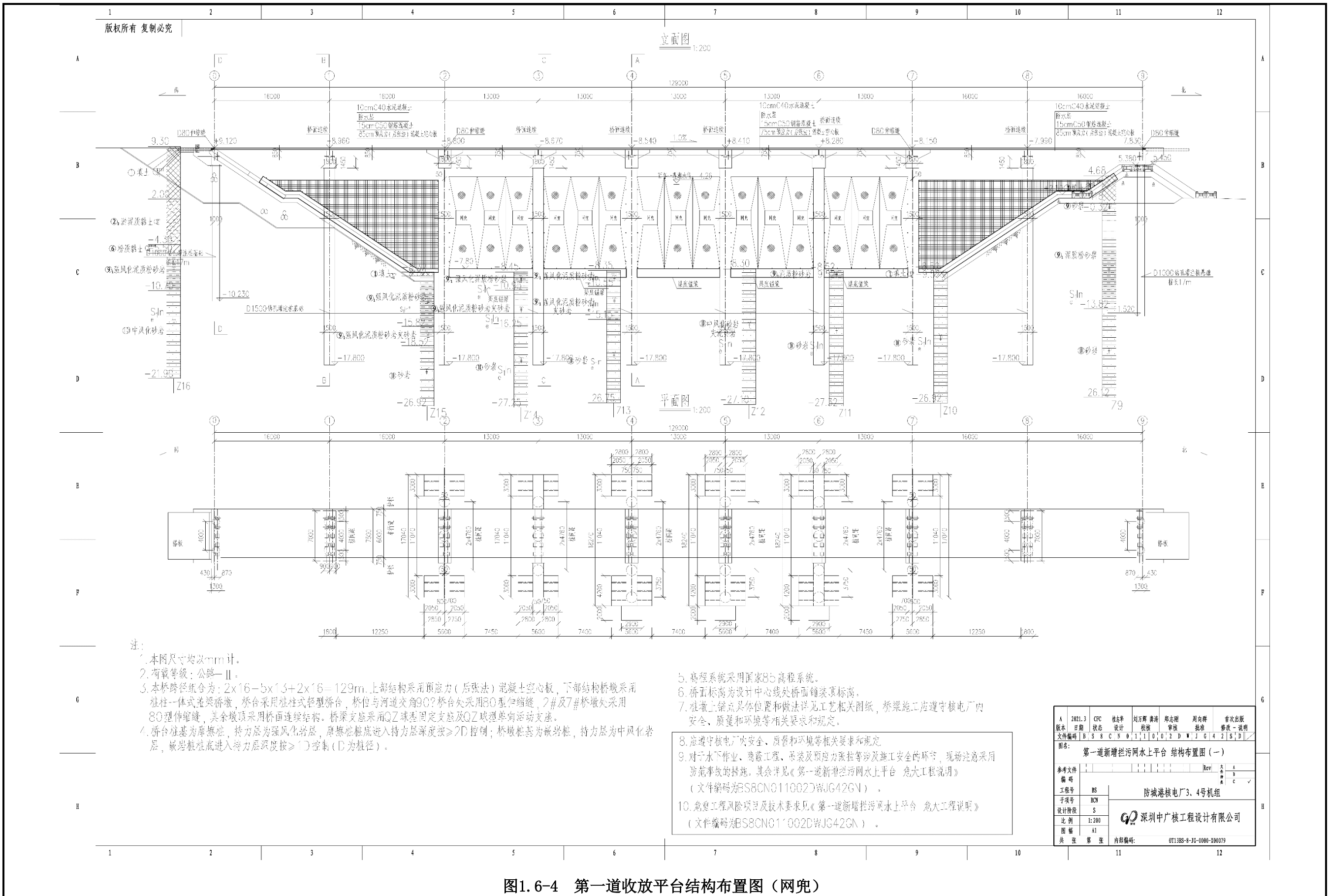


图 1.6-3 升降式粗拦网平面图

防城港核电站3、4号机组冷源改进工程海域使用论证报告表



注：
 1. 本图尺寸均以mm计。
 2. 荷载等级：公路—II。
 3. 本桥跨径组合为：2x16+5x13+2x16=129m。上部结构采用预应力（后张法）混凝土空心板，下部结构桥墩采用柱桩一体式盖梁桥墩，桥台采用柱桩式轻型桥台，桥台与河道交角90°。桥台处采用80型伸缩缝，2#及7#桥墩处采用80型伸缩缝，其余墩顶采用桥面连接结构。桥梁支墩采用QZ球形固定支墩及QZ球形单向活动支墩。
 4. 桥台桩基为摩擦桩，持力层为强风化岩层，摩擦桩桩底进入持力层深度按 $\geq 2D$ 控制；桥墩桩基为嵌岩桩，持力层为中风化岩层，嵌岩桩桩底进入持力层深度按 $\geq 1D$ 控制（D为桩径）。

5. 高程系统采用国家85高程系统。
 6. 桥面标高为设计中心线处桥面铺装顶标高。
 7. 桩墩上锚点具体位置和做法详见工艺相关图纸，桥梁施工应遵守核电厂内安全、质量和环境等相关要求和规定。
 8. 应遵守核电厂内安全、质量和环境等相关要求和规定。
 9. 对于水下作业、隐蔽工程、吊装及预应力张拉等涉及施工安全的环节，现场注意采用防坠落措施。其余详见《第一道新增拦污网水上平台 危大工程说明》（文件编号为BS8CN011002WJG42GN）。
 10. 危大工程风险项目及技术要求见《第一道新增拦污网水上平台 危大工程说明》（文件编号为BS8CN011002WJG42GN）。

| | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|----|----|----|----|----|-------|
| 版本 | 日期 | 状态 | 设计 | 校核 | 审核 | 批准 | 首次出版 |
| 文件编号 | BS 8 C N 0 1 1 0 0 2 W J G 4 2 G N | | | | | | 修改—说明 |
| 图名：第一道新增拦污网水上平台 结构布置图（一） | | | | | | | |
| 参考文件 | Rev: 1 | | | | | | |
| 工程号 | BS 防城港核电站3、4号机组 | | | | | | |
| 子项号 | BCM | | | | | | |
| 设计阶段 | S | | | | | | |
| 比例 | 1:200 | | | | | | |
| 图幅 | A1 | | | | | | |
| 共张 | 第 1 张 | | | | | | |
| 内部编号 | 071385-8-10-000-100079 | | | | | | |

图1.6-4 第一道收放平台结构布置图(网兜)

“收放平台”第二排桩基布置 5 副“自动收放网兜”，每副宽 13m，高 12m，由 3 个 4.3m 宽的网兜组成，网孔为 5mm×5mm（净空 4mm×4mm）。网兜长度为 32m，其中“引导网”为 22m，“收集网”为 10m。靠近两侧防波堤部分设置网孔为 5mm×5mm 的直立式细目网，不具备机械化收放功能。收放平台剖面图见图 1.6-4。

两道网均采用高分子材质，粗拦网及网兜水下连续使用时间不超过 15 天，根据水质情况（泥沙和海生物附着）进行调整，每跨网兜（13m 宽）最大允许提升重量为 15T，否则无法进行机械化收网。

过渡期间通航通道（桩间距 26m 宽）的第一排桩基布置网孔为 50mm×50mm 直立式拦污网，暂时替代永久方案的粗拦网；第二排桩基布置浮式网兜，由 4 个 6.5m 宽的网兜组成，网孔为 5mm×5mm（净空 4mm×4mm），过渡运行期网兜收放采用大亚湾模式，利用平台上的电动收放装置配合运维船舶对网兜进行更换。

1.6.3 收放平台水力条件

“升降式粗拦网”和“自动收放网兜”均按照百年一遇潮位设计，平均潮位下“粗拦网”的总过网面积约为 580m²；“机械网兜”的总网面积约为 5260m²。百年一遇低潮位下循环水系统正常运行时，升降式粗拦网堵塞 50%工况下的最大水头损失约为 0.208m。由于“网兜”拥有较大的过滤面积，即使考虑其堵塞 90%的情况下，网兜的最大水头损失仅为 0.0256m。

通航过渡期，根据表 1.6-1 计算结果，百年一遇低潮位下循环水系统正常运行时，网兜堵塞 90%的工况下的最大水头损失约为 0.0322m。

根据网兜尺寸，拟合出了堵塞长度、堵塞体积、堵塞面积的关系。阳江 325 事件总共毛虾打捞量为 60T，是集团所有电厂的历史最高值。假设 60T 毛虾全部进入网兜，仅将网兜尾部 10m 长度填满，堵塞面积为 6.75%，形成的水头损失不足 1cm，仍然可以保证六台机组正常取水。充分发挥了网兜过水面积大，有效容积大的特点。

表 1.6-1 拦截网设计参数

| 拦截设施 | 潮位标准 | 设计流量 (m ³ /s) | 设计潮位 (m) | 拦污网孔径 (mm) | 拦污网面积 (mm ²) | 拦污网结构效率 | 堵塞率 | 过网流速 (m/s) | 拦污网水头损失(m) |
|--------|---------|-----------------------------|-------------|---------------|-----------------------------|---------|------|---------------|------------|
| 升降式粗拦网 | 百年一遇高潮位 | 296.3 | +4.00 | 50 | 940 | 0.90 | 0.10 | 0.39 | 0.0062 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.44 | 0.0078 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.70 | 0.0200 |
| | 平均潮位 | 280.3 | +0.29 | | 580 | 0.90 | 0.10 | 0.60 | 0.0145 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.67 | 0.0184 |
| | | | | | | | 0.50 | 1.07 | 0.0470 |
| | | 264.3 | -3.80 | 260 | 0.90 | 0.10 | 1.25 | 0.0642 | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| | | | | | | | | | |
|---------|---------|-------|-------|---|------|------|------|------|--------|
| | 百年一遇低潮位 | | | | | | 0.20 | 1.41 | 0.0813 |
| | | | | | | | 0.50 | 2.26 | 0.2081 |
| 永久方案网兜 | 百年一遇高潮位 | 296.3 | +4.00 | 5 | 6190 | 0.84 | 0.10 | 0.06 | 0.0002 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.07 | 0.0002 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.11 | 0.0005 |
| | | | | | | | 0.90 | 0.57 | 0.0132 |
| | 平均潮位 | 280.3 | +0.29 | | 5260 | 0.84 | 0.10 | 0.07 | 0.0002 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.08 | 0.0003 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.13 | 0.0007 |
| | | | | | | | 0.90 | 0.63 | 0.0164 |
| | 百年一遇低潮位 | 264.3 | -3.80 | | 3970 | 0.84 | 0.10 | 0.09 | 0.0003 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.10 | 0.0004 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.16 | 0.0010 |
| | | | | | | | 0.90 | 0.79 | 0.0256 |
| 通航过渡期网兜 | 百年一遇高潮位 | 296.3 | +4.00 | 5 | 5470 | 0.84 | 0.10 | 0.07 | 0.0002 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.08 | 0.0003 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.13 | 0.0007 |
| | | | | | | | 0.90 | 0.64 | 0.0170 |
| | 平均潮位 | 280.3 | +0.29 | | 4660 | 0.84 | 0.10 | 0.08 | 0.0003 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.09 | 0.0003 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.14 | 0.0008 |
| | | | | | | | 0.90 | 0.72 | 0.0209 |
| | 百年一遇低潮位 | 264.3 | -3.80 | | 3540 | 0.84 | 0.10 | 0.10 | 0.0004 |
| | | | | | | | 0.20 | 0.11 | 0.0005 |
| | | | | | | | 0.50 | 0.18 | 0.0013 |
| | | | | | | | 0.90 | 0.89 | 0.0322 |

1.6.4 收放平台设备设计

收放平台的收放系统主要由卷扬机、滑轮、锚环、缆绳等组成。收放平台永久方案共布置 5 套收放系统，共 20 台收放卷扬机。每副网（网兜、升降式粗拦网或升降式临时细目网）由左右两台卷扬机配合完成收放工作，单台卷扬机设计荷载为 10T，设计功率为 15kW，卷扬机为就地控制，同一操作平台的两台卷扬机共用一个电控箱。

卷扬机、滑轮、锚环、缆绳、网具均为专利产品，由供应商统一供货。

1.6.5 收放平台结构设计

收放平台长度为约为 129m，平台宽度为 7.5m，13m 和 16m 跨度采用简支装配式预应力空心板结构，下部采用柱式墩、桩基础。

上部结构采用 C50 混凝土，盖梁及下部结构采用 C45 高性能海工混凝土。

本工程墩柱桩基为 $\phi 1500\text{mm}$ 的钻孔灌注桩，共 21 根。台为 $\phi 1000\text{mm}$ 的钻孔灌注桩，桩主筋最小保护层厚度为 70mm，混凝土内掺加阻锈剂；严格控制裂缝，并且采用钢护筒做墩柱外模，墩柱成型后钢护筒不拆除，钢护筒入水前涂刷防腐剂，同时配以阳极块增加其耐久性。

第一道收放平台示意图见图 1.6-5，结构图见图 1.6-6 至图 1.6-7。

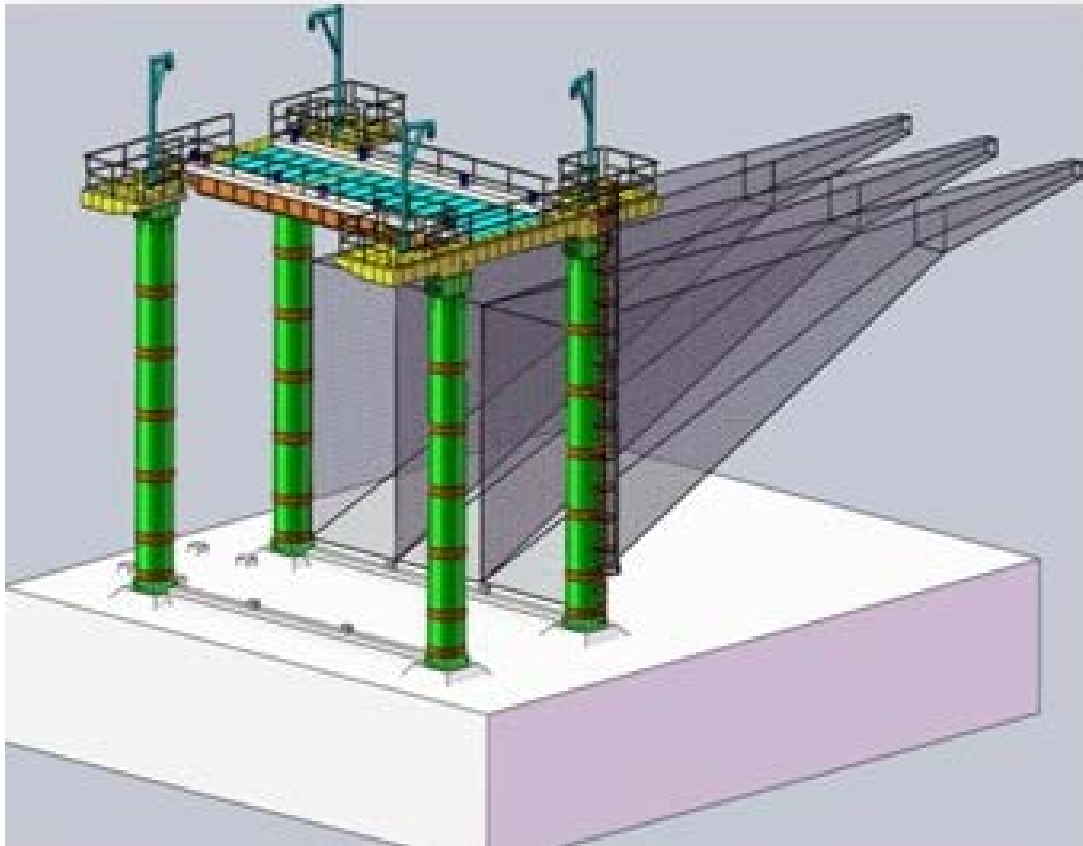


图1.6-5 第一道收放平台示意图

1.6.6 工程量

运维平台及锚梁工程量如表 1.6-2。钢栈桥的主要工程量如表 1.6-3 所示。

表 1.6-2 运维平台及锚梁工程量表

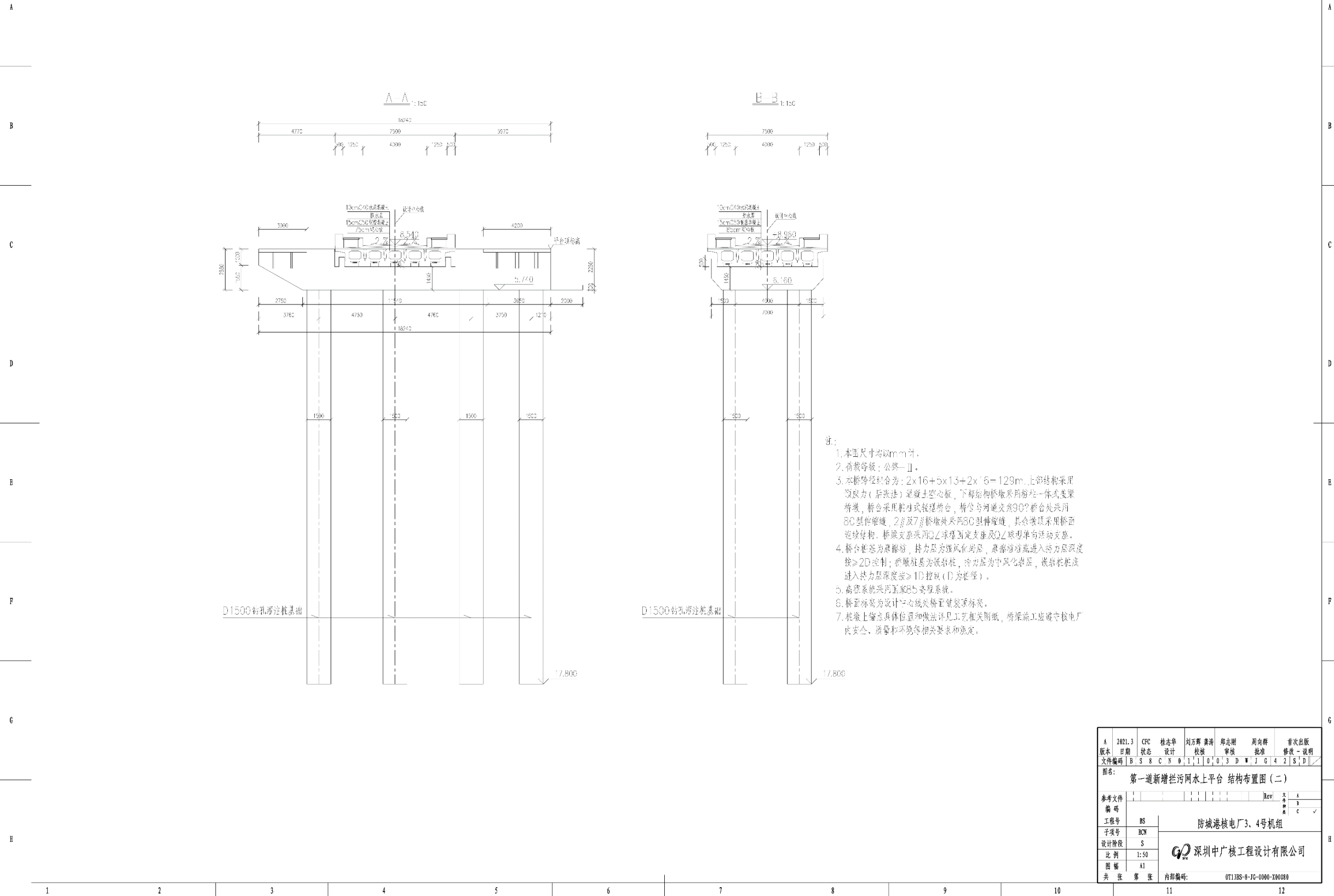
| 工程材料 | 单位 | 运维操作平台 | 渠底锚梁 | 护岸锚梁 |
|-----------|----------------|--------|-------|-------|
| C45 钢筋混凝土 | m ³ | 183.6 | 139.3 | 273.6 |
| C20 混凝土垫层 | m ³ | 19.2 | | 26.4 |
| 不锈钢栏杆 | kg | 3420 | | |
| 不锈钢锚环 | kg | 320 | | 1579 |

表 1.6-3 钢栈桥主要工程量

| 序号 | 名称 | 规格型号 | 数量 |
|----|-----|-----------|--------|
| 1 | 钢管桩 | φ630*10mm | 100 根 |
| 2 | 工字钢 | 25b(6m 长) | 1196 根 |
| 3 | 槽钢 | 25b(6m 长) | 548 根 |

防城港核电站3、4号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

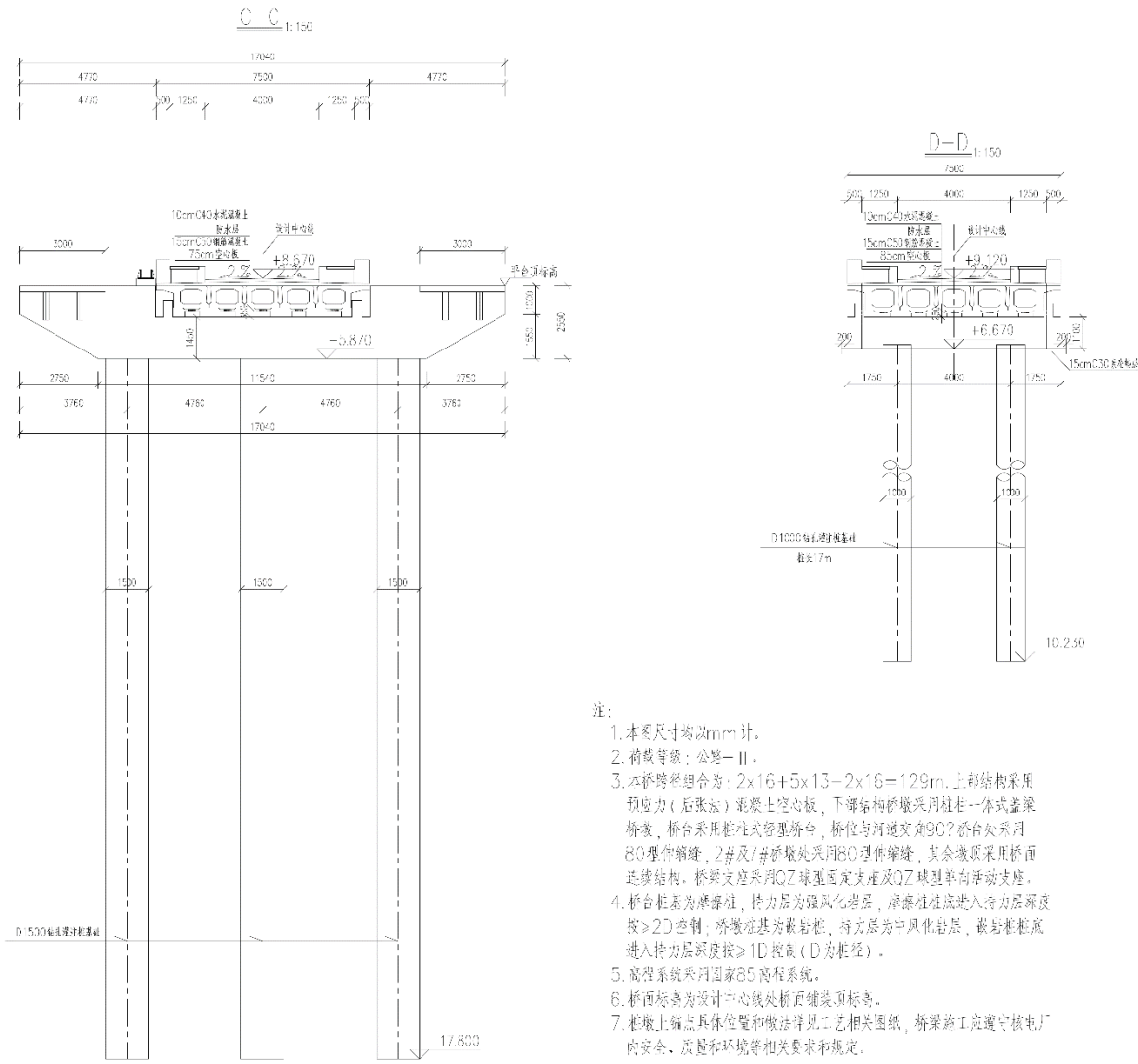
版权所有 复制必究



| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------------------------------|----|--------|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|------|
| 版本 | A | 日期 | 2021.3 | 状态 | CFC | 设计 | 桂志华 | 校核 | 刘万辉 | 审核 | 郑志刚 | 批准 | 周向群 | 首次出版 |
| 文件编号 | B/S/C/S/0/1/1/0/3/D/W/J/G/4/2/S/D | | | | | | | | | | | | | |
| 图名 | 第一道新增拦污网水上平台 结构布置图(二) | | | | | | | | | | | | | |
| 参考文件 | | | | | | | | | | | | | | |
| 工程号 | BS | | | | | | | | | | | | | |
| 子项号 | BCM | | | | | | | | | | | | | |
| 设计阶段 | S | | | | | | | | | | | | | |
| 比例 | 1:50 | | | | | | | | | | | | | |
| 图幅 | A1 | | | | | | | | | | | | | |
| 共张 | 第 张 | | | | | | | | | | | | | |
| 内部编号 | 071385-8-JC-0000-100080 | | | | | | | | | | | | | |

图1.6-6 第一道收放平台结构立面图(一)

版权所有 复制必究



| | | | | | | | | |
|------|-------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|--------------|
| A | 2021.3 | CFC | 桂志华 | 刘万辉 | 梁涛 | 郑志刚 | 周向群 | 首次出版 |
| 版本 | 日期 | 状态 | 设计 | 校核 | 审核 | 批准 | 修改 | 说明 |
| 文件编号 | B | S | C | S | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 图名 | 第一道新增拦污网水上平台 结构布置图 (三) | | | | | | | |
| 参考文件 | | | | | | | | Rev |
| 工程号 | BS | | | | | | | 防城港核电站3、4号机组 |
| 子项号 | BCM | | | | | | | |
| 设计阶段 | S | | | | | | | |
| 比例 | 1:50 | | | | | | | |
| 图幅 | A1 | | | | | | | |
| 共张 | 第 张 | | | | | | | |
| 内部编号 | 071385-8-JC-0000-100081 | | | | | | | |

图1.6-7 第一道收放平台结构立面图 (二)

1.7 项目主要施工工艺和方法

1.7.1 总体施工工艺

(1) 根据核电厂提供的临建可用地块，在二期厂区内大件码头后方空地上，进行现场临时办公临建的建设工作。

(2) 工程开工后，首先在二期明渠南岸收放平台 7#桥台处进行护岸和设施的拆除施工，完成后进行堤顶场地平整。在临桥台西侧堤顶建立预制场，先后进行箱梁、空心板、护岸及渠底锚梁、防撞墩、预制。

(3) 收放平台 7#桥台处护岸和设施的拆除施工完成后，同时展开临时栈桥搭设。施工总体工艺流程图见图 1.7-1。

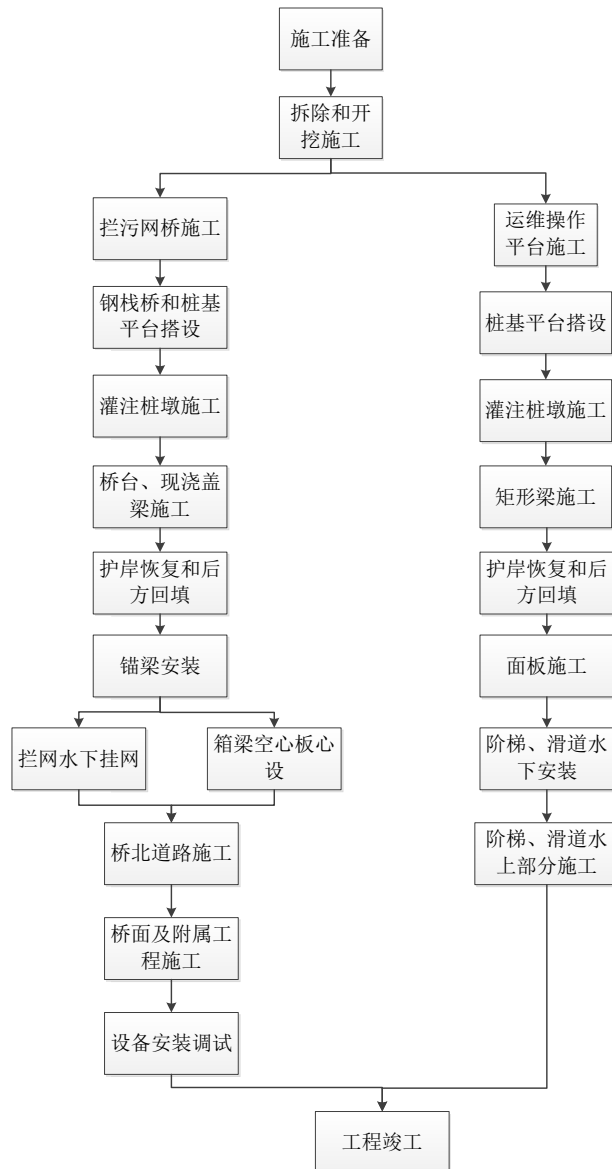


图1.7-1 施工总体工艺流程图（运维操作平台不涉海）

1.7.2 施工平面布置

收放平台施工区在平面布置上分为：渠南岸桥端施工区（7#桥台）、明渠中部桥跨施工区、渠北岸桥端施工区（0#桥台）。

渠南岸桥端施工区（7#桥台）主要进行进行护岸拆除、钢栈桥搭设和推进、7#桥台施工、锚梁和边跨箱梁安设。

明渠中部桥跨施工区先期主要通过栈桥和桩基平台形成桥上下部结构的水上作业面，开展灌注桩、墩身、盖梁施工，桩基平台拆除后进行渠底锚梁施工，再通过边跨箱梁逐跨进行空心板安设，后续进行桥面和附属工程施工。

渠北岸桥端施工区（0#桥台）主要进行进行护岸拆除、钢栈桥搭设、0#桥台施工、护岸锚梁安设、边跨箱梁预制和安设，桥北管井和道路施工，最后连通桥面。

1.7.3 施工方案

第一道收放平台工程包括水下砼桩基，岸边砼桩基，考虑其地形及桩基施工条件，需搭设平台进行施工。需采用水上方法施工的桩墩，可根据施工需要搭设钢栈桥（及会车台）与钢平台，计划在拟建桥收放平台的右侧搭设钢栈桥，施工栈桥宽按 6m（考虑设置 2 处会车台），在每个墩台设置灌注桩施工的钢制工作平台，施工平台结构、桩基尺寸及桩底标高与钢栈桥相同。

施工桩基平台宽度不超过第一道收放平台垂直外缘线外扩 10m 的范围，即施工桩基钢栈桥和钢平台的用海范围不超过第一道收放平台的用海范围（图 1.7-2、图 1.7-3）。

第一道收放平台长 129m，宽度 7.5m，桩基础采用钻孔灌注桩，渠内灌注桩桩长 10m，桩径 1500mm，桩基持力层为中风化岩层，桩底进入持力层深度不小于 1.5m。渠内桩墩柱钢护筒长 16m，内径 1500mm，厚度 10mm，钢护筒作为柱墩外永久结构需防腐处理。桥台、盖梁采用现浇施工，预制箱梁长 30m，单根重量约 110t，两边跨共 4 榀。桥面梁板采用预制单孔空心板吊装施工，预制空心板长 13m，单根重量约 25t，3 跨共 15 榀。

根据第一道收放平台施工需要，钢栈桥在收放平台右侧布置，计划搭设长度 145m，在 1#、2#、4#、5#、6#排架处搭设桩基作业平台（3#排架桩墩和上部结构本期不施工），连接钢栈桥，桩基作业平台结构尺寸和高程同钢栈桥。

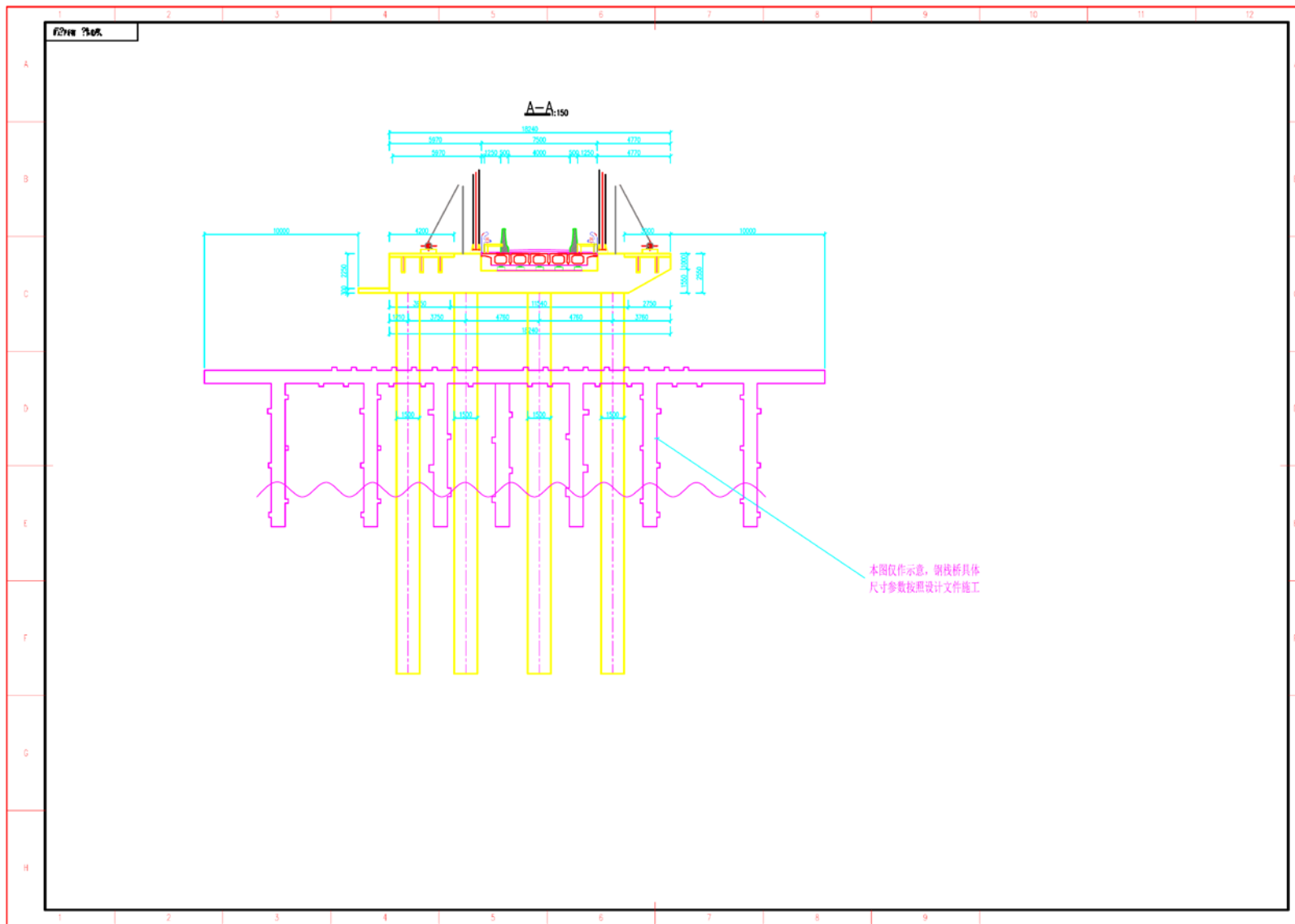


图1.7-3 施工钢栈桥示意图

钢栈桥结构：钢管桩基础，工字钢横梁下部结构，贝雷片纵梁上部结构，装配式公路钢桥用钢板桥面，小钢管护栏结构。钢栈桥搭设从二期取水明渠一端向另一端推进，采用 50t 履带起重机吊震动锤沉桩，完成一排后，立即由驳船抛锚定位于桩侧，焊接横撑和斜撑。上部及时焊接横梁，安装贝雷片，形成整体。会车平台结构与上述钢栈桥相同。钢栈桥顶部标高的确定，以与两端施工道路平齐为准，暂定 +6.0m。钢栈桥按 50t 履带吊行走、10m³ 混凝土搅拌车通行和 50t 履带吊起吊钢筋笼作业考虑。

桩基平台结构：采用贝雷片与型钢组合的桁架式结构，基础采用 $\text{O}630 \times 10\text{mm}$ 钢管桩，桩顶采用 b25 工字钢横梁，纵梁为双道贝雷片拼装成断面 1080mm \times 1500mm 的桁架，平台面层铺设 25b 槽钢。

平台桩基尺寸及桩底标高与钢便桥相同；施工平台荷载主要考虑冲击钻机施工和 10m³ 混凝土罐车通行。

1.7.4 施工方法

1.7.4.1 临时钢栈桥施工

(1) 测量放线

临时钢栈桥钢管桩位置坐标通过 RTK 测量仪器进行放样，施工过程中采用两台全站仪前方交汇法不断修正桩位。

(2) 基础及下部结构施工

① 钢栈桥钢管桩基础布置形式

单墩布置 3 根钢管（桩径 $\phi 32.5\text{cm}$ ，壁厚 6 mm），横向间距 2.5m，桩顶布置 2 根 28cm 工字钢横梁，管桩与管桩之间用 10cm 槽钢水平向和剪刀向牢固焊接。如果个别墩位入土深度不足应施打 6 根钢管，设置成排架桩基础。

② 钢管桩插打施工方法

钢管桩下沉采用悬打法施工，用 50T 履带吊车配合振桩锤施打钢管桩。

(3) 上部结构施工

桥梁纵梁各跨跨径均为 12m。根据行车荷载及桥面宽度要求，12 米跨纵梁布置单层 4 片国产贝雷片（规格为 150cm \times 300cm），贝雷片纵向用贝雷销联结，横向用 90 型定型支撑片联结以保证其整体稳定性，贝雷片与工字钢横梁间用 U 型铁件联结以防滑动。

(4) 桥面结构施工

桥面采用装配式钢桥定型桥面板，单块规格为 4.5m×1.26m，桥面板结构组成为：5.5mm 厚印花钢板、12cm 工字钢底横肋（间距 30cm）、12cm 槽钢底竖肋（间距 65cm）。

(5) 防护结构施工

桥面采用小钢管（直径 4.8cm）做成的栏杆进行防护，栏杆高度 1.2 米，栏杆纵向 4.5 米 1 根立柱（与桥面槽钢焊接）、高度方向设置两道横杆。防滑条采用 $\phi 12$ 钢筋以间距 20cm 横向排列，与桥面钢板进行焊接。护栏横杆刷红白漆以表警示作用，立柱杆粘贴反光条。

1.7.4.2 桩基平台施工

(1) 拦网桥桩基平台布置形式

拟建 8 个桩基平台，一、二道操作平台桩基平台各 1 个，钢栈桥桩基平台 6 个。平台尺寸根据每排架灌注桩数量、位置调整，分别布置 3 台钻机、4 台桩机或 6 台桩机（一、二道操作平台桩基平台），施工中如遇到特殊情况再作调整。灌注桩施工平台为贝雷片与型钢组合的桁架式结构，主梁、纵梁、分配梁、横撑、斜撑、立柱等节点间的连接均采用焊接。

(2) 临时栈桥及桩基平台结构

单一平台面积 200m²（长×宽：20m×10m），桩基尺寸及桩底标高与钢栈桥相同。基础采用 $\phi 630 \times 10$ mm 钢管桩，共 4 个排架，采用 50T 履带吊车配合振桩锤进行沉桩。每个排架布置 5 根钢管桩（其中前沿第三轴布置一对叉桩，内侧为 6:1，外侧为 5:1，以确保施工平台的稳定性及增强施工平台抗倾覆能力），桩轴线间距均为 5m，排架间距 5m（所有在平台上的车辆均规定在平台中间区域作业、行走或停靠）。

钢管桩沉桩后的高程与钢栈桥桩高程一致，不合格处应将超高部分钢管割除或接长，并在钢管顶部割凹槽，埋设、焊接 10m 长双拼 25b 工字钢，作为贝雷梁搁置面。平台面层向下 5.5m 处设置 20b 槽钢横撑、剪刀撑和立柱。平台主梁采用双道贝雷片拼装成断面为 1080mm×1500mm 的桁架。两道贝雷片采用 900mm 宽标准支撑架连接。分配梁为 25b 工字钢铺设在贝雷梁上，间距 1m，桩位处间距 2.0m。面层铺设 25b 槽钢或 5.5mm 厚印花钢板，间距 0.3m。

1.7.4.3 收放平台灌注桩墩、盖梁及桥台施工

(1) 灌注桩墩施工工艺流程

灌注桩墩施工工艺流程见图 1.7-4。



图1.7-4 灌注桩墩施工工艺流程图

①施工准备

A. 钻孔桩桩位测放

采用全站仪测设桩位，桩基平台上放样护筒埋设坐标。切割桩基平台面层钢板形成桩位，护筒埋设好后再用全站仪进行复验，并对桩中加以标识，以便钻机就位时对中。

B.护筒埋设

钢护筒壁厚 δ 10mm，护筒顶标高要求高出施工平台 0.5m，护筒底部入土 3m（覆盖层较浅处至强风化岩层）。本工程钢护筒为永久工程，需做防腐处理。

C.钻机就位

桩基于提前设置的钢平台上进行施工。钻机平台整理完成后，将钻机移至桩位。

D.泥浆制备和使用

钻孔前在墩位附近设置造浆池、贮淀池，通过输送管将泥浆送至护筒内。钻进时掌握好进尺速度，随时注意观察孔内泥浆面情况，及时补加泥浆保持液面高度，同时应严格控制泥浆质量。钻进过程中泥浆及钻碴的混合物进入泥浆分离器，进行泥浆分离，分离出的钻碴用运碴车运到指定地点处理，避免污染环境，净化后的泥浆再输送回钻孔护筒内循环使用。

②成孔

A.成孔顺序

冲击钻钻孔，为防止冲击振动使邻孔孔壁坍塌或影响邻孔刚灌注的混凝土的凝固，应待邻孔混凝土灌注完毕 24h 后方可开钻。相邻两根桩不得同时成孔或浇筑砼，而采用跳钻，以免振动孔壁发生窜孔、断桩事故。

B.成孔工艺流程

钻机就位与试机检查→钻进成孔→终孔检查及清孔。

③清孔

成孔检查后，应迅速清孔。采用换浆法清孔。

④钢筋笼制作、安装

⑤成桩

A.导管下放及二次清孔

B.水下砼浇筑

C.混凝土浇筑

(2) 桥台施工工艺流程

桥台施工工艺流程见图 1.7-5。

本工程桥台有两座，位于拦网桥两端，分别为 0#和 7#桥台。桥台不占用海域，本处不赘述施工方案。



图1.7-5 桥台施工工艺流程图

(3) 盖梁施工工艺流程

盖梁施工工艺流程图见图 1.7-6。

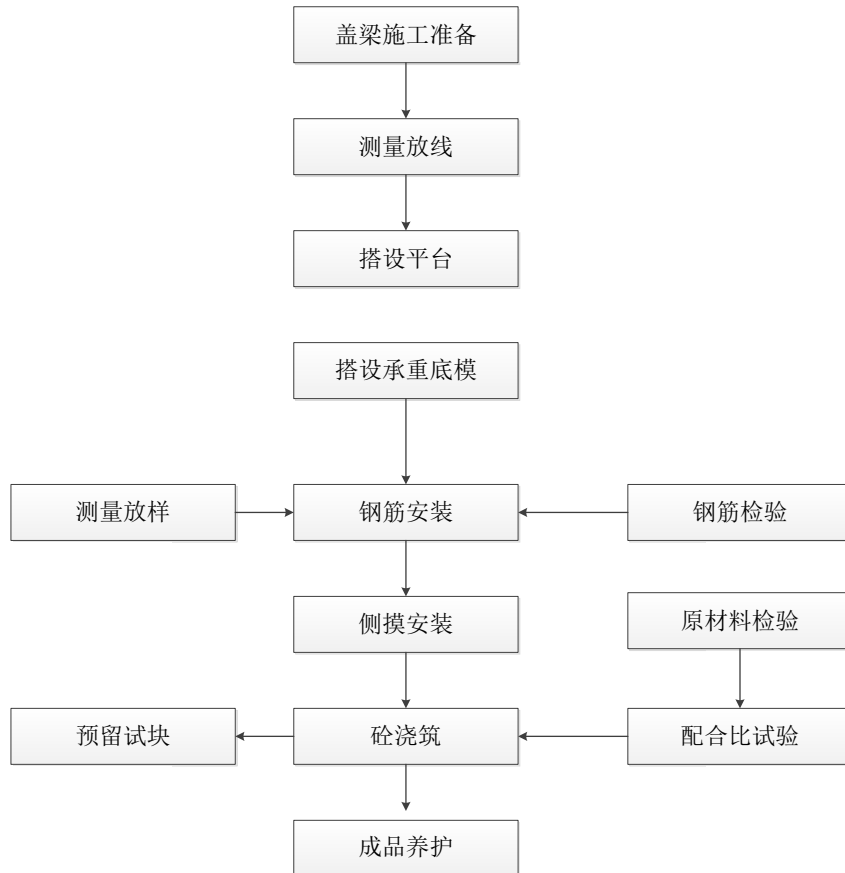


图1.7-6 盖梁施工工艺流程图

①测量放样

施工前根据设计图纸计算墩身轴线坐标，采用全站仪对墩身中心及轴线进行测量放样，并用墨线在盖梁底模弹出盖梁轴线及侧模边线。

②支撑系统及模板安装

盖梁承重系统基础采用抱箍形式。箍安装完成后在上面横向铺设型钢作为支撑，并采用对拉螺杆进行加固。型钢上铺设工字钢作为底板平台，间距为 25cm，铺设完成后安装盖梁底板。盖梁模板及支撑系统见图 1.7-7。

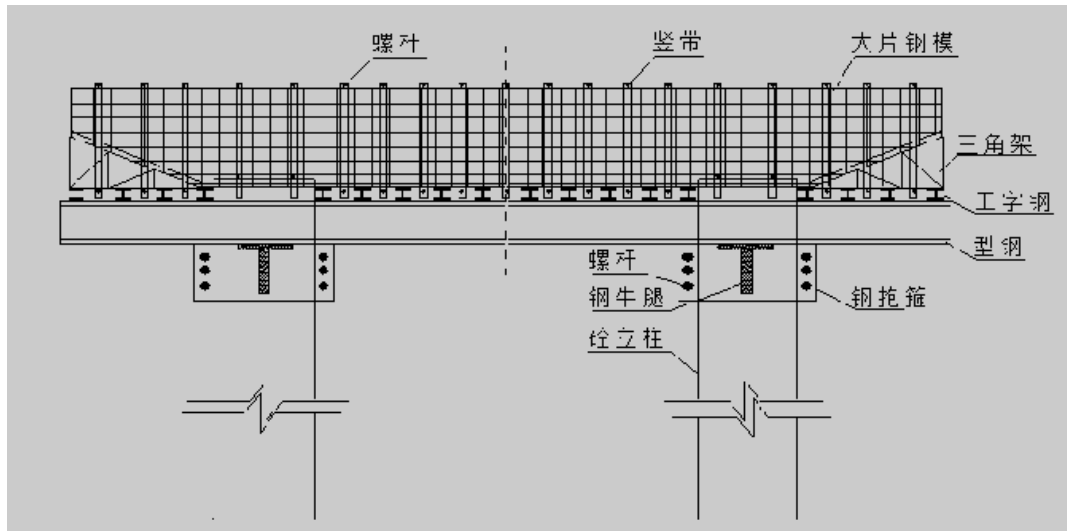


图1.7-7 盖梁模板及支撑体系示意图

1.7.4.4 渠底锚梁施工工艺

渠底锚梁为水下施工，施工工序如下：

(1) 锚梁在预制厂预制完成，运输车将锚梁运到码头装船，再用船将锚梁运到施工厂区。

(2) 按施工图将锚梁位置定好，采用挖泥船，挖出放置锚梁的沟槽，利用船上吊机将锚梁吊装到沟槽位置并放置平整。

1.7.4.5 钢栈桥拆除工艺

钢栈桥的拆除工艺与搭设工艺基本一致：从桥的一端向另一端逐步拆除，钢管桩采用吊车逐根进行拔出，槽钢或工字钢支撑及桥面焊接部位采用切割方式切除后通过吊车运出。

1.7.5 施工使用的设备

施工期使用的机具设备、型号、数量等见表 1.7-1。

表 1.7-1 施工期使用设备一览表

| 序号 | 设备名称 | 规格型号 | 数量 |
|----|------|------------------|-----|
| 1 | 挖机 | PC450 | 2 台 |
| 2 | 自卸车 | 20m ³ | 5 |
| 3 | 履带吊 | 50t | 5 |
| 4 | 汽车吊 | 60t | 1 台 |
| 5 | 平板船 | 1000t | 1 艘 |
| 6 | 起重船 | 200t | 1 艘 |
| 7 | 起重船 | 400t | 1 艘 |
| 8 | 运梁车 | 130t | 1 辆 |
| 9 | 长臂挖机 | 20m | 1 台 |
| 10 | 门机 | 60t | 2 台 |
| 11 | 桩机 | —— | 6 台 |

1.7.6 土石方平衡

海域部分桩基及渠底锚梁施工产生的土石总量为 557m³（其中 4 根桩为后续第二阶段施工，产生 71m³）；陆域分部桩基施工产生的土石 190m³。海域部分产生的土石由项目部指定的弃置点弃置。

1.7.7 施工进度

施工工期约 18 个月，若按开工日期为 2021 年 3 月 16 日，施工安排见表 1.7-2。

表 1.7-2 施工期进度表

| 序号 | 工作内容 | 计划工期 |
|----|----------------|-----------------------|
| 1 | 施工准备 | 2021.3.16-2021.7.15 |
| 2 | 钢栈桥搭设 | 2021.4.16-2021.7.15 |
| 3 | 桩基及盖梁 | 2021.7.16-2021.11.30 |
| 4 | 护岸及渠底锚梁 | 2021.12.01-2022.01.31 |
| 5 | 拦截网（拦污网）首次挂网完成 | 2021.12.01-2022.01.31 |
| 6 | 拦污网安装 | 2022.02.01-2022.03.31 |
| 7 | 钢栈桥拆除 | 2022.04.01-2022.06.01 |
| 8 | 设备安装 | 2022.05.31-2022.07.31 |
| 9 | 设备调试及收尾尾项 | 2022.08.01-2022.09.30 |

1.8 项目申请用海情况

1.8.1 项目前期申请用海情况

1.8.1.1 防城港核电厂一期用海情况

防城港核电厂一期涉及填海造地、取水防波堤、码头、取水口、取水港池、取水航道、排水防波堤、排水口、排水港池、温排水用海等。2011 年 11 月 29 日获得原国家海洋局发放的海域使用权证书，用海情况如表 1.8-1 所示。一期用海宗海图见图 1.8-

1 至图 1.8-6。

表 1.8-1 防城港核电厂一期用海汇总

| 用海单元 | 用海方式 | 用海面积（公顷） | 证书编号 | 备注 |
|---------|--------|----------|---------------|---|
| 填海造地1 | 建设填海造地 | 22.1487 | 国海证111100109号 | |
| 填海造地2 | 建设填海造地 | 8.3050 | 国海证111100110号 | |
| 填海造地3 | 建设填海造地 | 1.7622 | 国海证111100111号 | |
| 取水北防波堤 | 非透水构筑物 | 17.8075 | 国海证111100112号 | 本海域使用权证因核电厂二期用海申请过程中产生部分用海变更，变更后的不动产权证号为：国（2020）海不动产权第0000017号、第0000020号、第0000021号（附件3） |
| 取水南防波堤 | | | | |
| 码头非透水 | | | | |
| 码头透水构筑物 | 透水构筑物 | 0.3559 | | |
| 取水口用海 | 取排水口用海 | 6.6332 | | |
| 取水港池 | 港池 | 63.0910 | | |
| 取水航道 | 航道 | 7.2782 | | |
| 排水西防波堤 | 非透水构筑物 | 72.3435 | 国海证111100113号 | |
| 排水东防波堤 | | | | |
| 排水口 | 取排水口用海 | 5.7795 | | |
| 排水港池 | 港池用海 | 169.8439 | | |
| 温排水用海 | 开放式用海 | 117.4230 | | |

1.8.1.2 防城港核电厂二期用海情况

防城港核电厂二期涉及排水虹吸井施工临时围堰、跨明渠大桥、温排水用海等。其中，跨明渠大桥透水构筑物用海由一期的取水港池（用海方式为港池、蓄水用海）部分变更而来。2020年5月1日获自然资源部发放的不动产权证书。二期用海情况如表 1.8-2 所示。二期项目用海宗海图见图 1.8-7 至图 1.8-9。

一期用海部分变更后的宗海界址图见图 1.8-10 和图 1.8-11、图 1.8-8（即由图 1.8-6 变更为图 1.8-10 和图 1.8-11、图 1.8-8，海域使用权证号由“国海证 111100112 号”更换为不动产权证号：国（2020）海不动产权第 0000017 号、第 0000020 号、第 0000021 号）。

表 1.8-2 防城港核电厂二期用海情况表

| 用海方式 | 用海方式 | 用海面积（公顷） | 不动产权证号 | 备注 |
|-------------|--------|----------|-----------------------|----------------------------------|
| 排水虹吸井施工临时围堰 | 非透水构筑物 | 1.5942 | 国（2020）海不动产权第0000016号 | 临时围堰用海 |
| 跨明渠大桥 | 透水构筑物 | 0.1231 | 国（2020）海不动产权第0000017号 | 由一期海域使用权证（国海证111100112号）用海部分变更而来 |
| 温排水用海 | 开放式 | 264.9213 | 国（2020）海不动产权第0000018号 | |

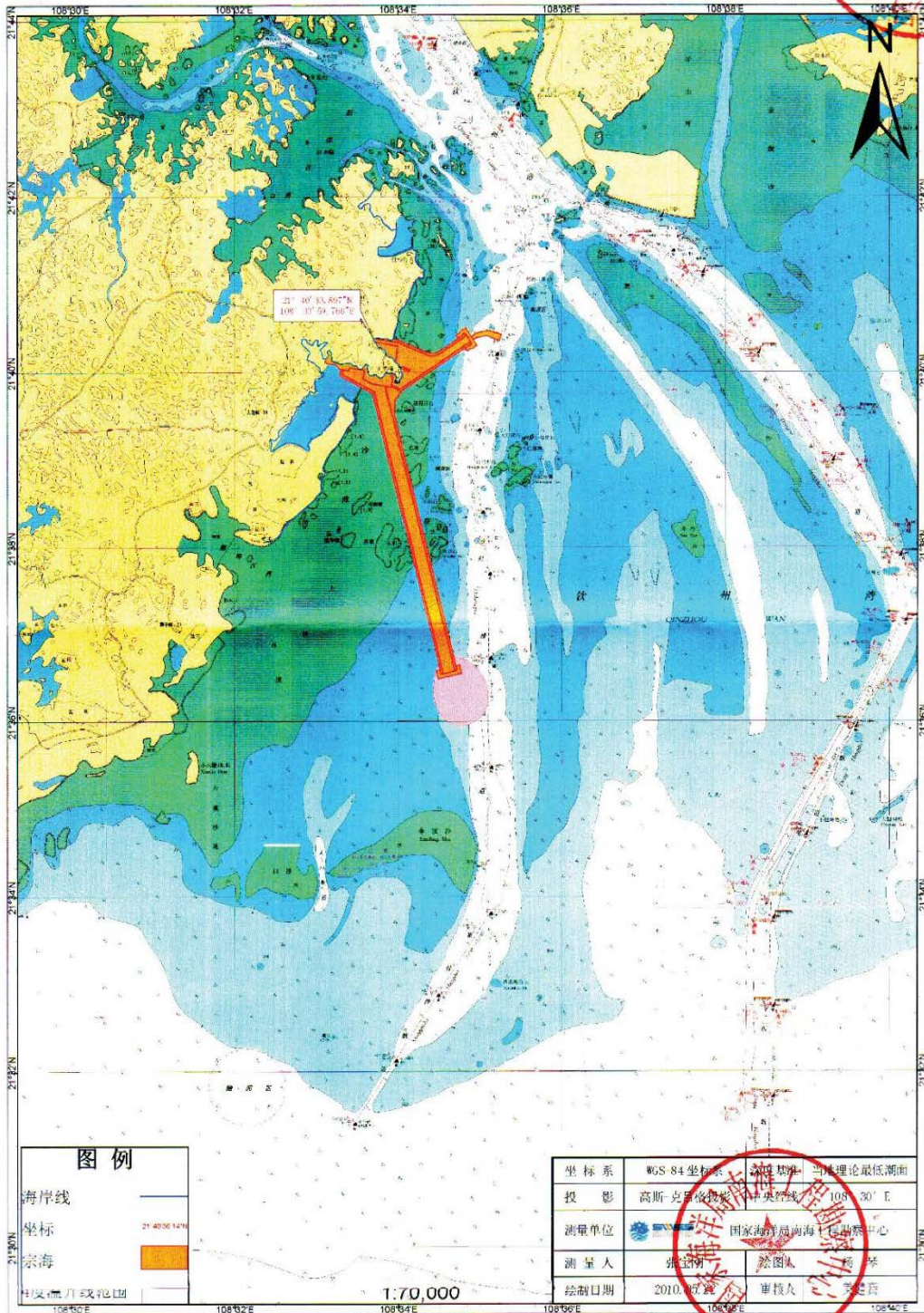


图1.8-1 防城港核电站一期宗海位置图

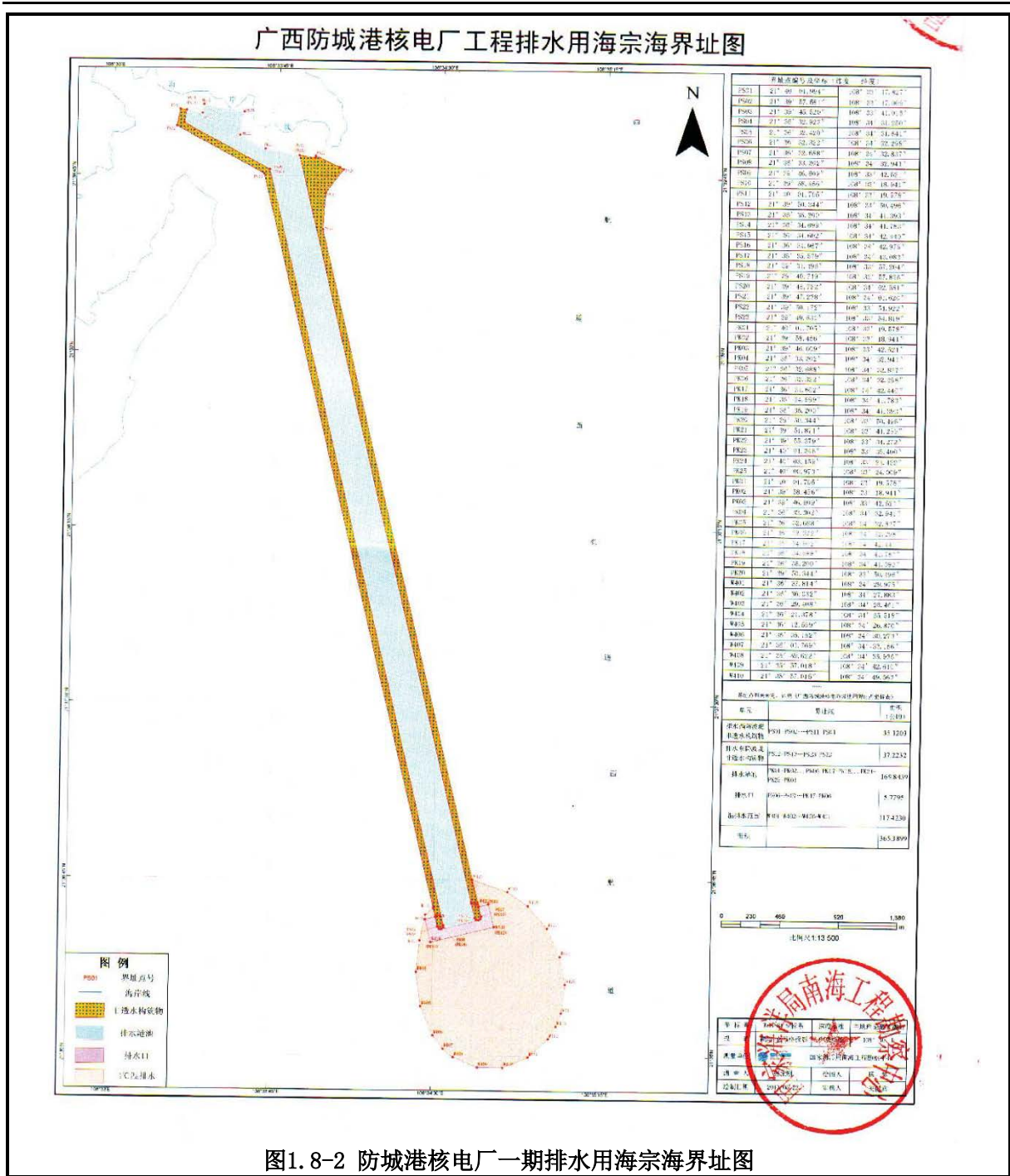
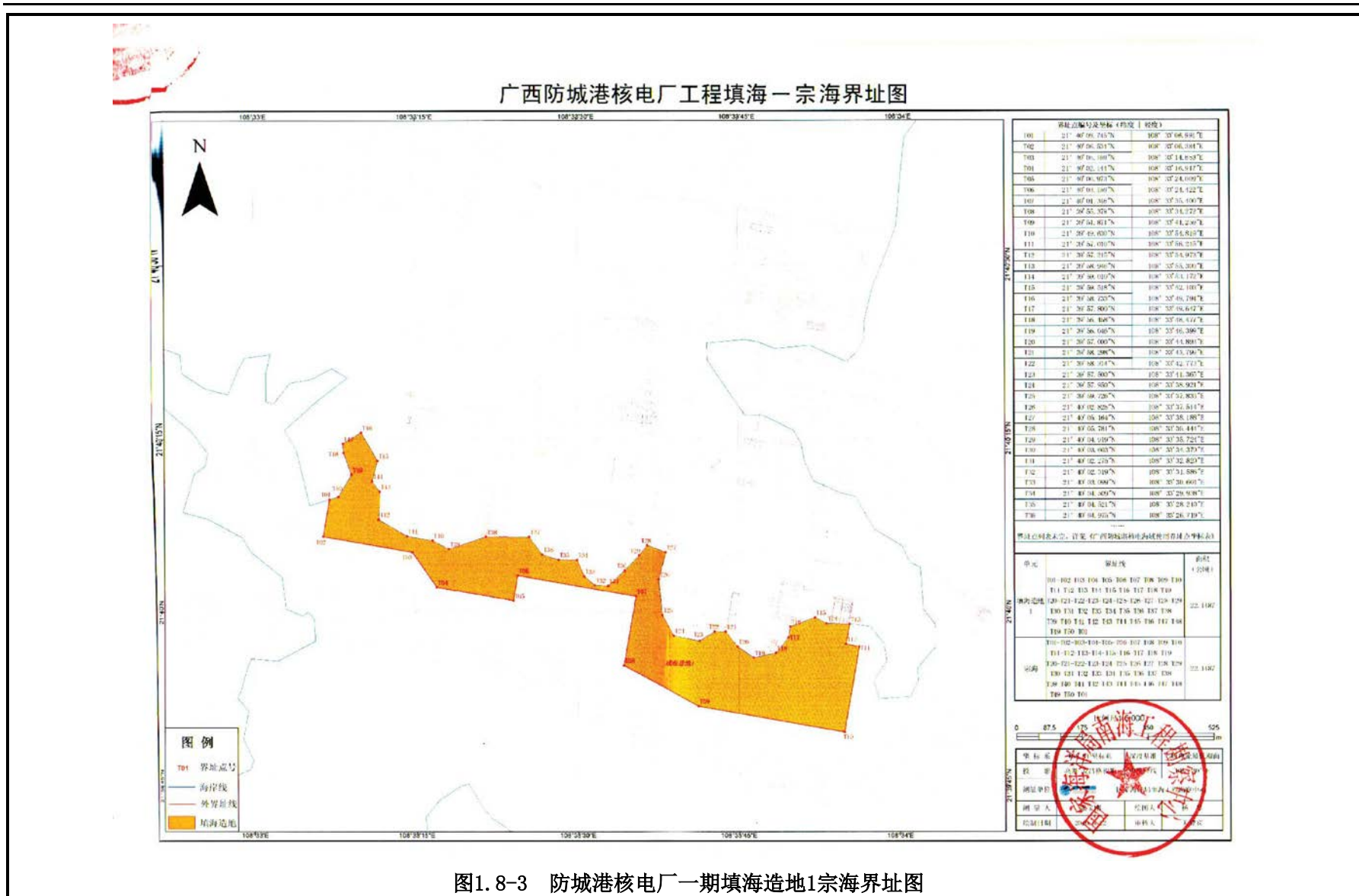


图1.8-2 防城港核电站一期排水用海宗海界址图



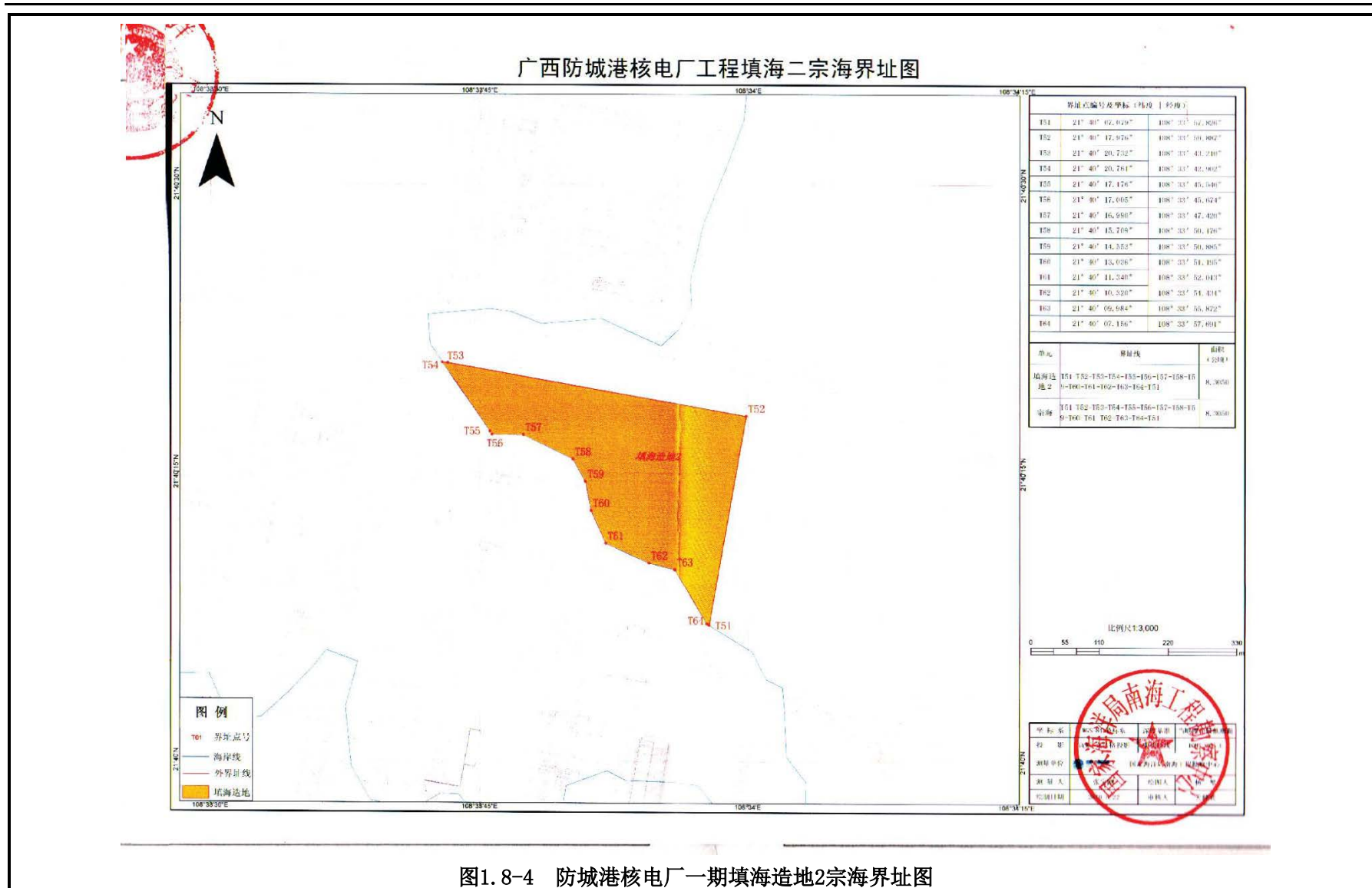


图1.8-4 防城港核电站一期填海造地2宗海界址图

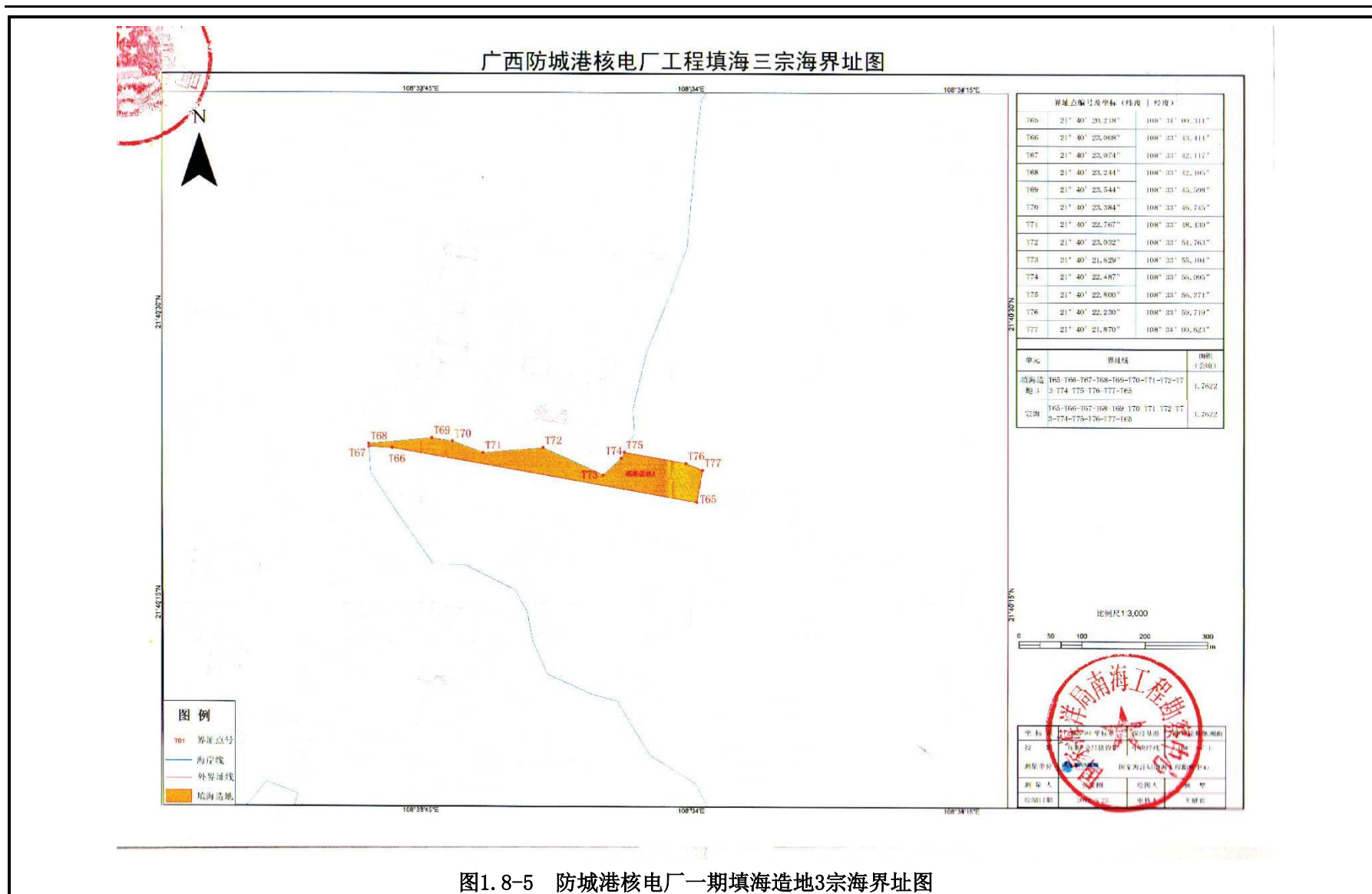


图1.8-5 防城港核电站一期填海造地3宗海界址图

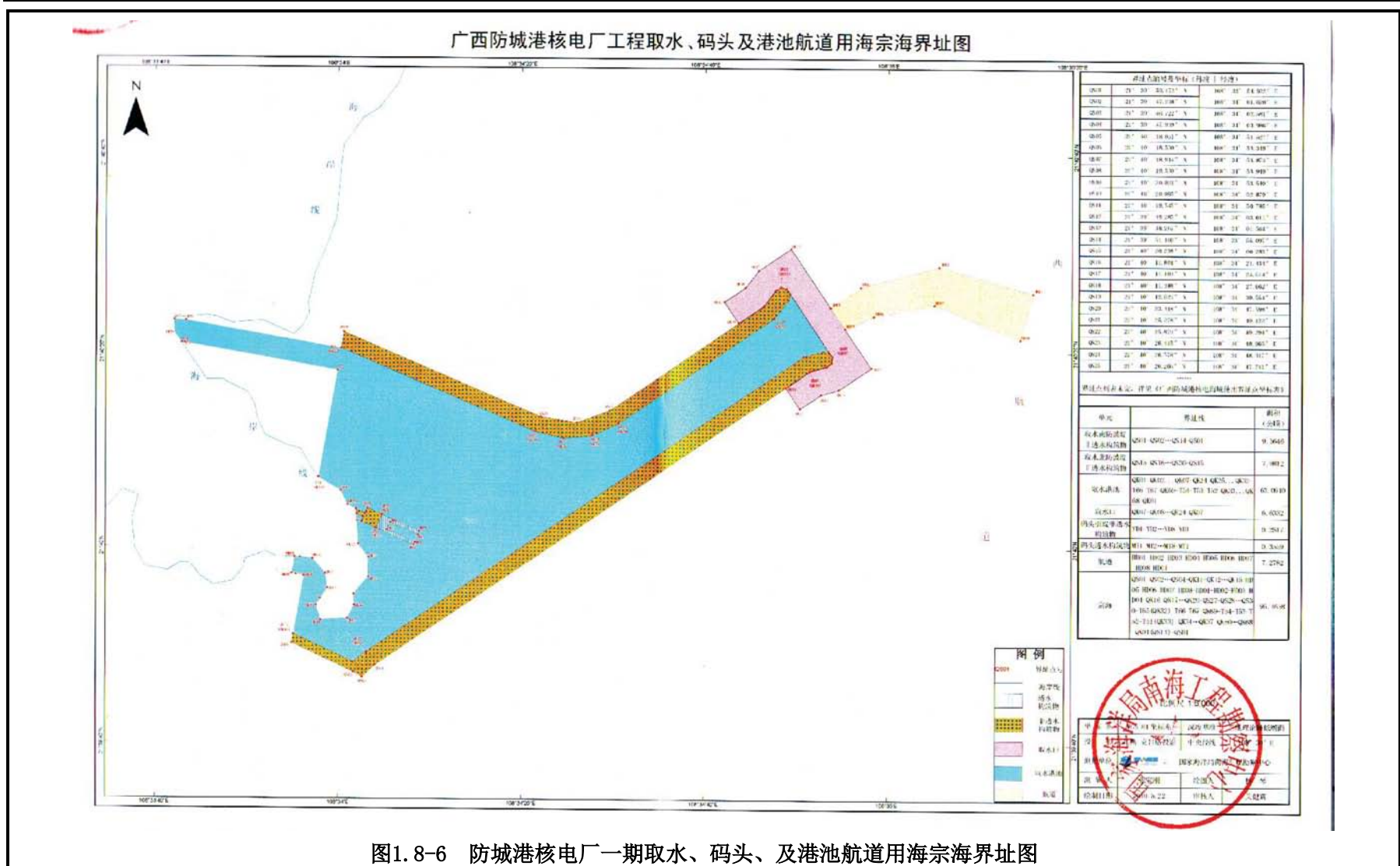


图1.8-6 防城港核电站一期取水、码头、及港池航道用海宗海界址图

广西防城港红沙核电二期工程排水虹吸井施工围堰用海界址图

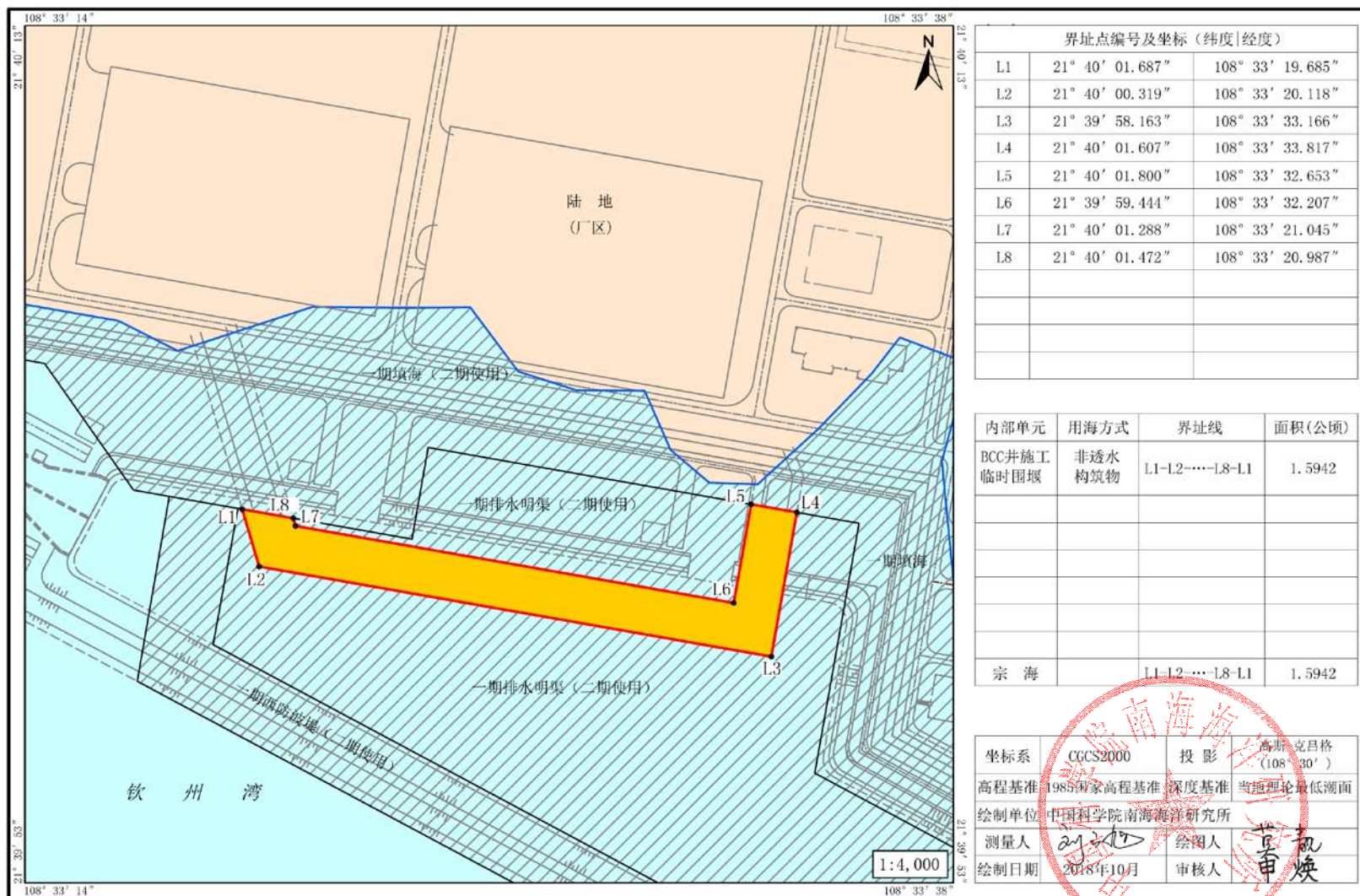


图1.8-7 防城港核电站二期工程排水虹吸井施工临时围堰宗海界址图

广西防城港红沙核电二期工程跨明渠大桥项目宗海界址图

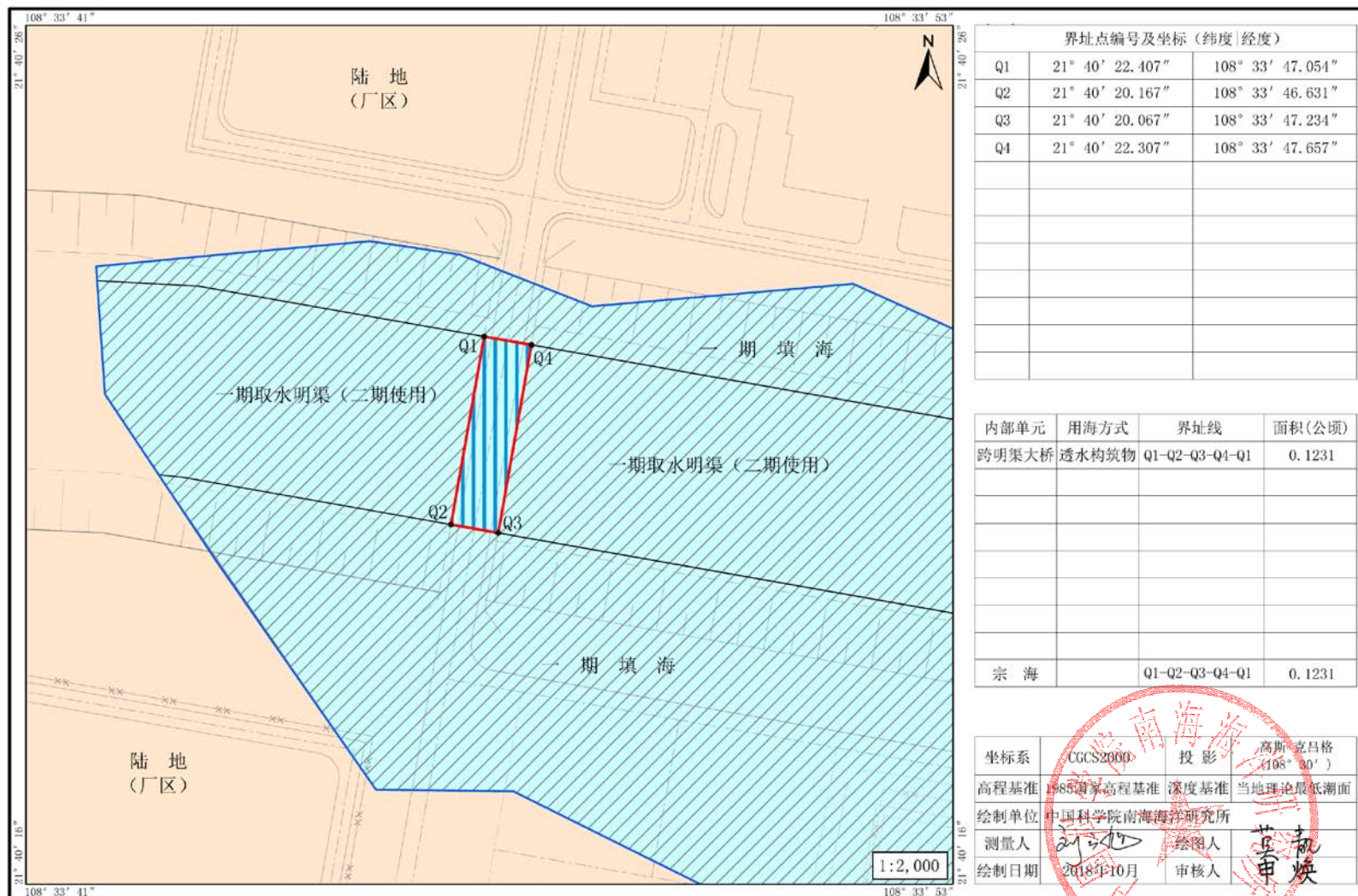


图1.8-8 防城港核电站二期工程跨明渠大桥宗海界址图

广西防城港红沙核电二期工程4度温排水用海宗海界址图

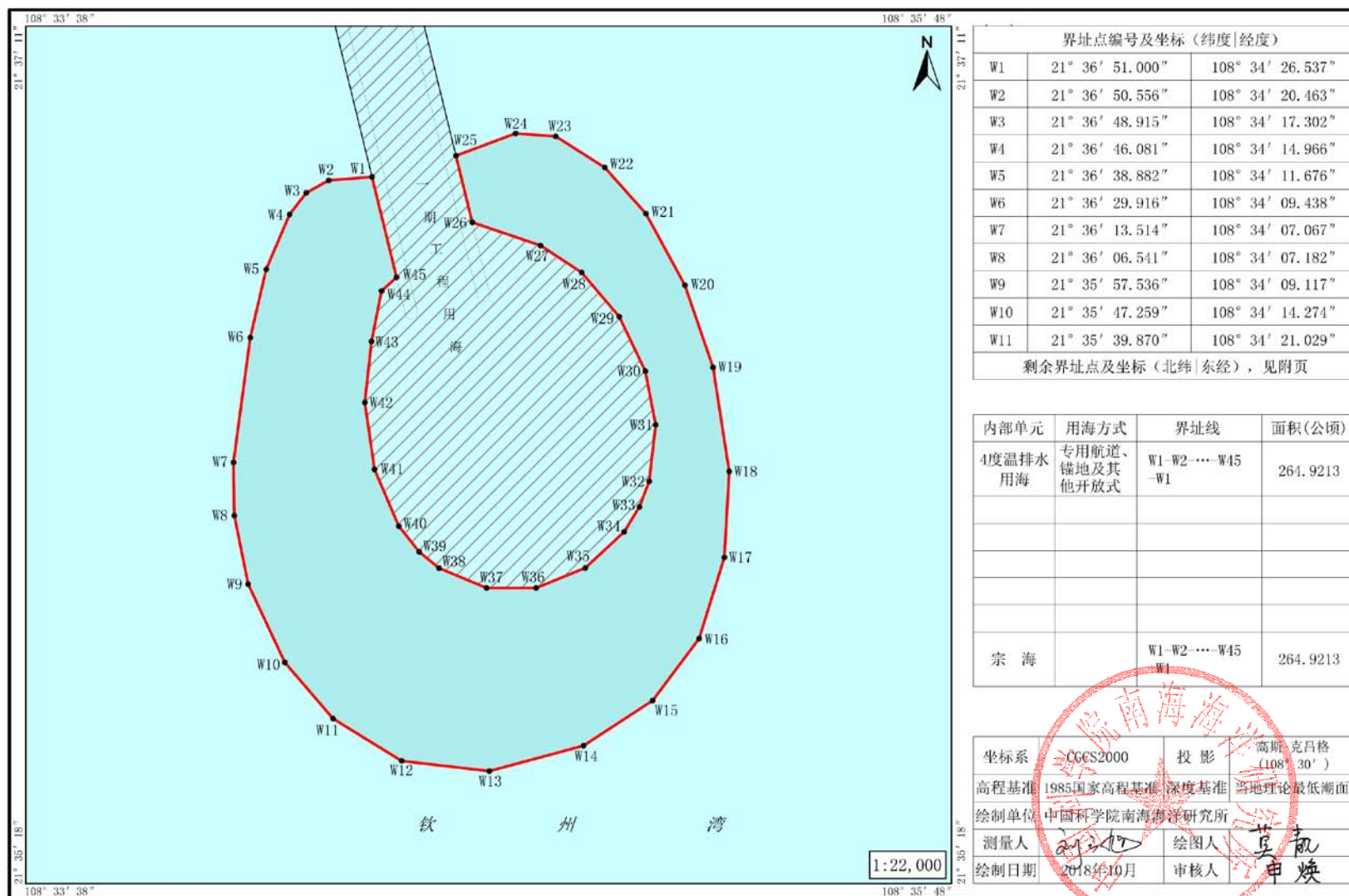


图1.8-9 防城港核电站二期工程4度温排水用海宗海界址图

广西防城港红沙核电一期工程取水（东）、码头及航道用海宗海界址图

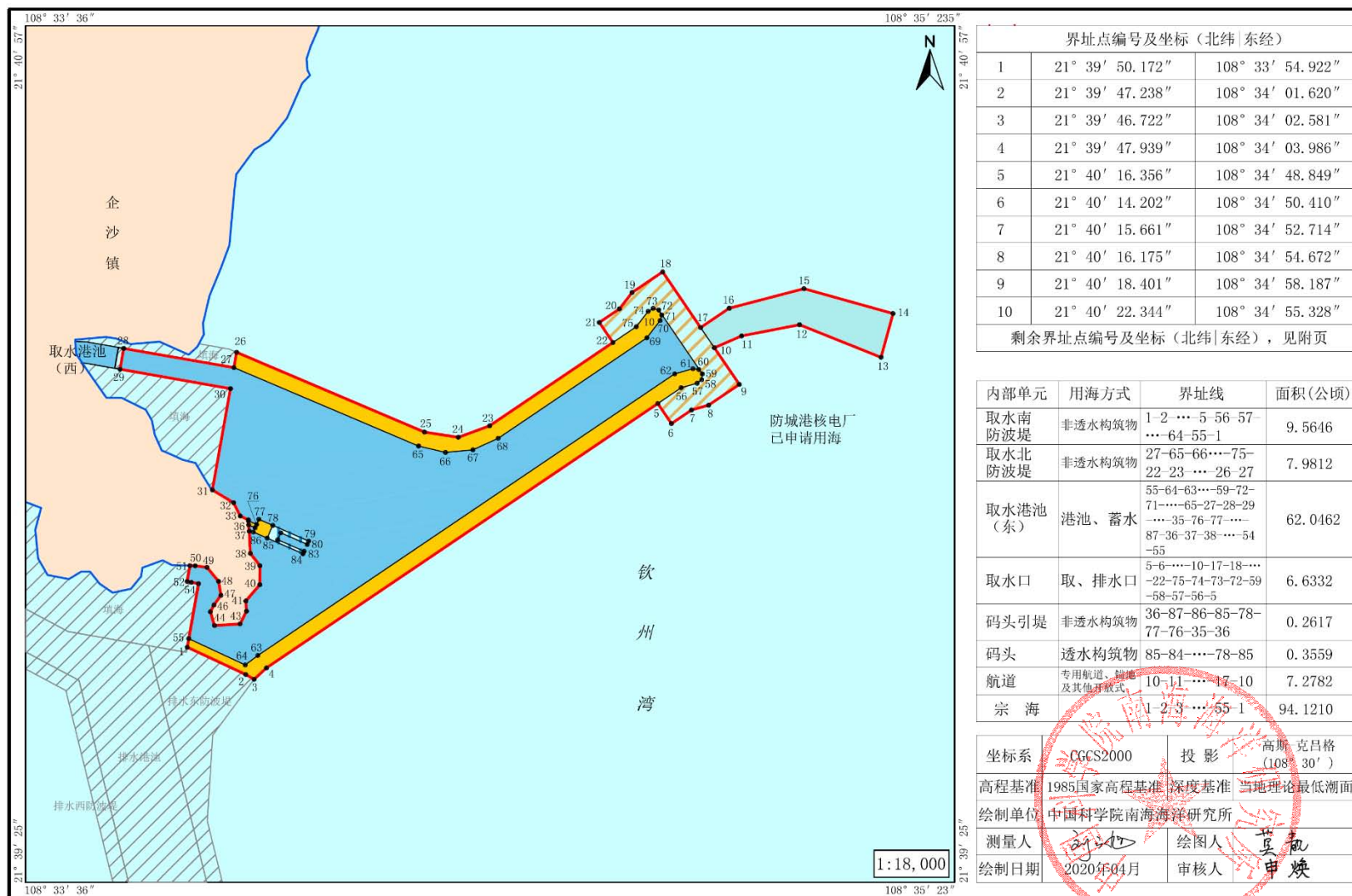


图1.8-10 部分变更用海后的防城港核电站一期工程取水（东）、码头及航道用海宗海界址图

广西防城港红沙核电一期工程取水（西）用海宗海界址图

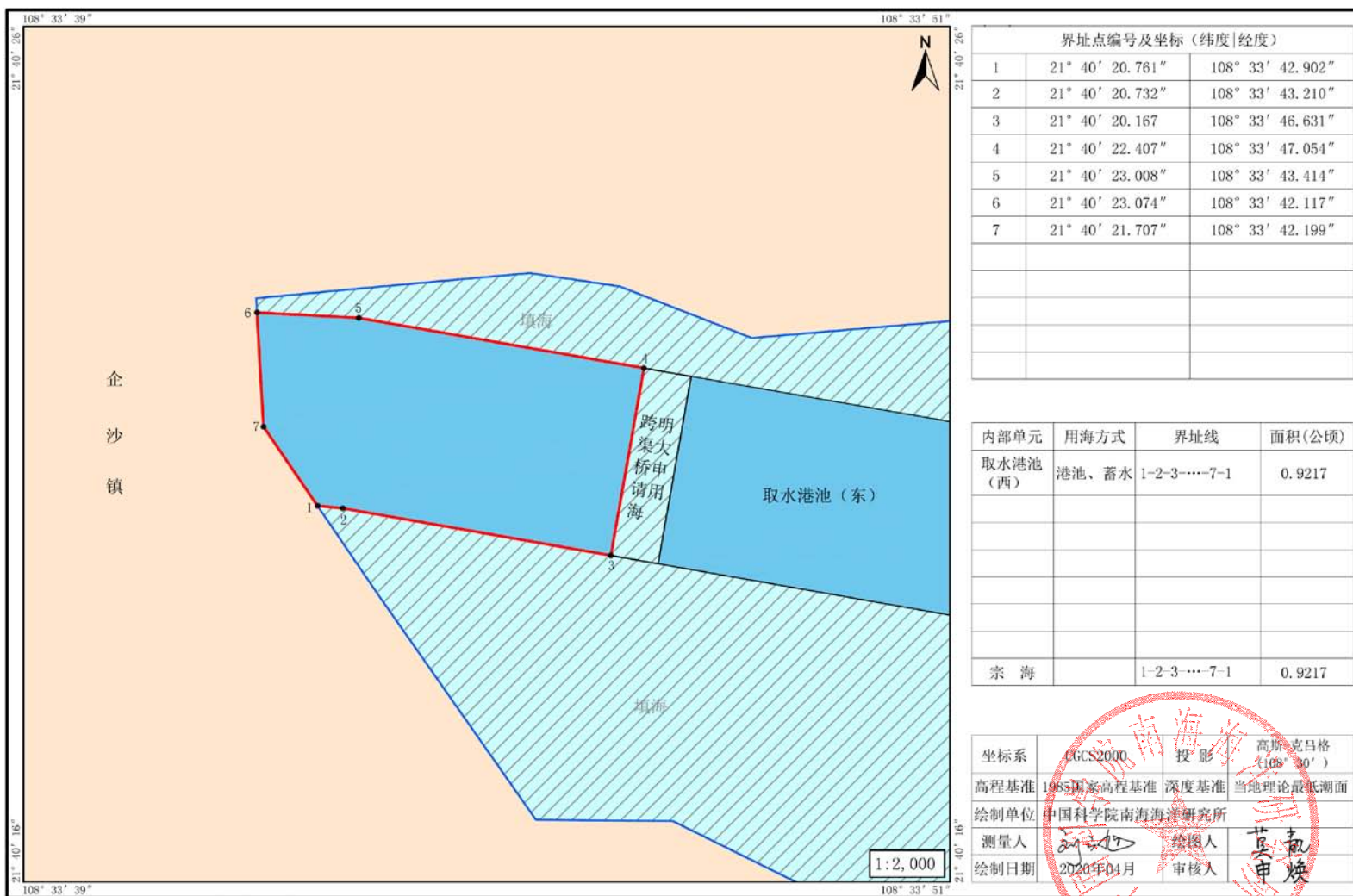


图1.8-11 部分变更用海后的防城港核电站一期工程取水（西）宗海界址图

1.8.2 本次项目申请用海情况

如 1.1 节所述，防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程涉海工程为“拦截清理”环节的第一道收放平台（BCN）。第一道收放平台下游的操作平台（即运维平台）位于防城港核电站一期已确权的填海造地范围内（图 1.8-14），第二道桩基平台（BCO，已建）下游的操作平台和已建成的桩墩式网兜（第二道自动收放网兜）位于陆域，亦不涉海（图 1.8-15）。此外，第一道收放平台桩基施工所需要的钢栈桥与桩基平台，其平面布置不超过第一道收放平台垂直外缘线外扩 10m 的范围，即施工桩基钢栈桥和桩基平台的用海不超过第一道收放平台的用海范围，无需申请用海（图 1.8-16）。

第一道收放平台拦污网网兜属于其他开放式用海，根据《关于印发〈调整海域、无居民海岛使用金征收标准〉的通知》（财综〔2018〕15 号），防城港核电站二期取水明渠已确权的港池、蓄水用海的海域使用金比开放式用海的要高，依据就高不就低原则，第一道拦污网网兜不申请用海。

综上，防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程第一道收放平台申请用海面积 0.2830 hm²，项目一级用海方式为构筑物用海，二级用海方式为透水构筑物用海。一级类用海类型为工业用海，二级类用海类型为电力工业用海。项目用海不占用自然岸线。项目用海是将已取得不动产权证的港池、蓄水用海方式变更为透水构筑物用海，属于改变海域用途。

第一道收放平台是防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程的组成部分，冷源改进工程是防城港核电站工程用海必要的组成部分，故项目申请海域使用期限与已取得不动产权证的取水港池（东）的使用期限保持一致，即用海期限申请至 2061 年 11 月 29 日。海域使用权期限届满，若继续使用海域，与防城港核电站前期用海范围一起申请续期。

项目宗海界址图和宗海位置见图 1.8-12 和图 1.8-13。

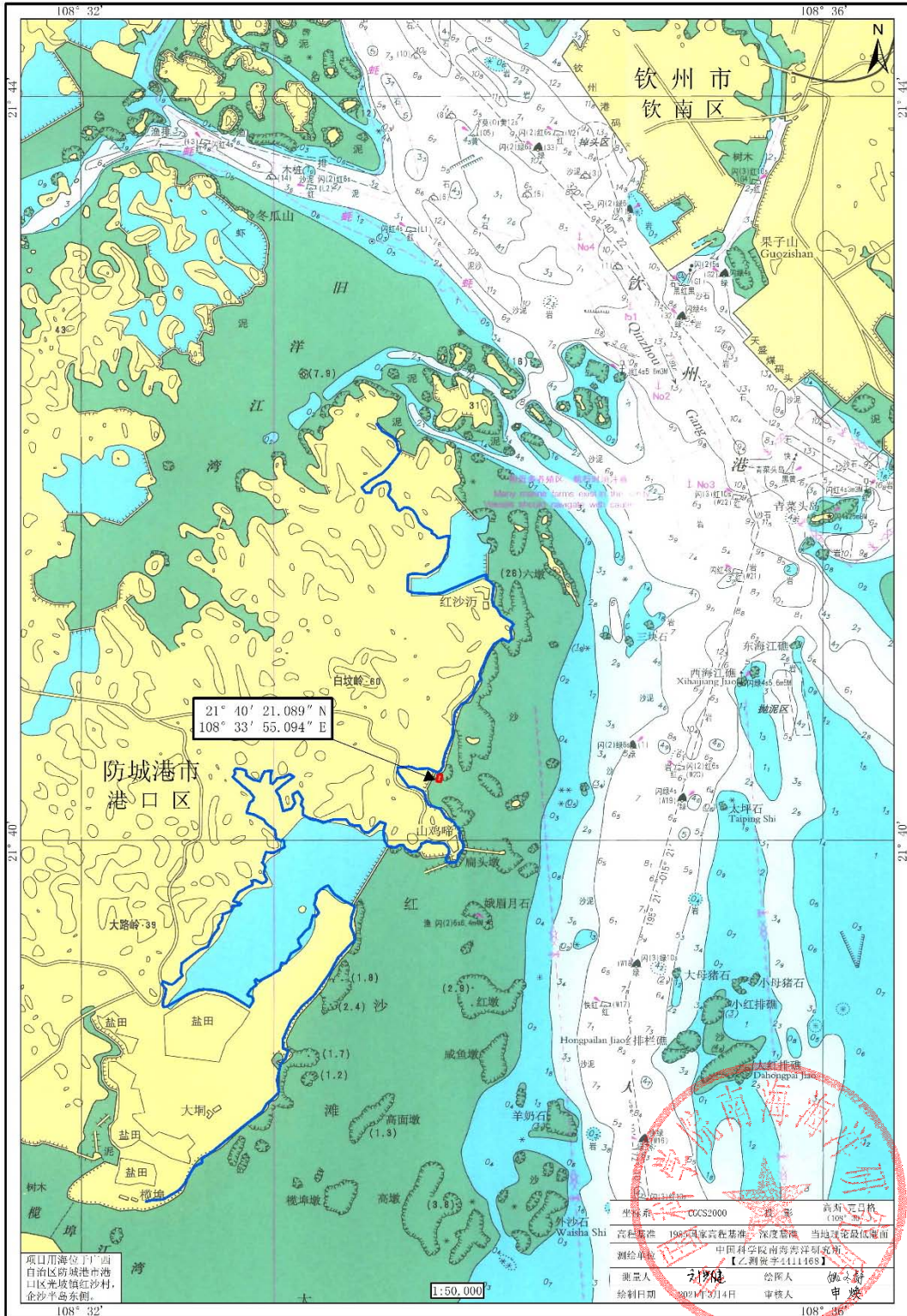
1.8.3 本次申请用海与项目前期用海的关系

第一道收放平台的用海方式为透水构筑物用海，申请用海范围全部位于项目防城港核电站一期变更后的取水港池（东）内，申请用海面积 0.2830 公顷。项目用海与前期用海的关系叠加图见图 1.8-17。

第一道收放平台主要为拦截、过滤海洋漂浮物和海洋生物，降低海洋漂浮物、海洋生物大规模入侵对冷源带来的风险，提高核电站运行时冷源安全的可靠性，因

此，本次用海变更与现已取得不动产权证的港池、蓄水用海原有的用海功能不冲突，项目用海与前期用海的变更关系见表 1.8-3 和表 1.8-4。

本次用海变更后的防城港核电站一期用海宗海图见图 1.8-18 至图 1.8-21。



防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

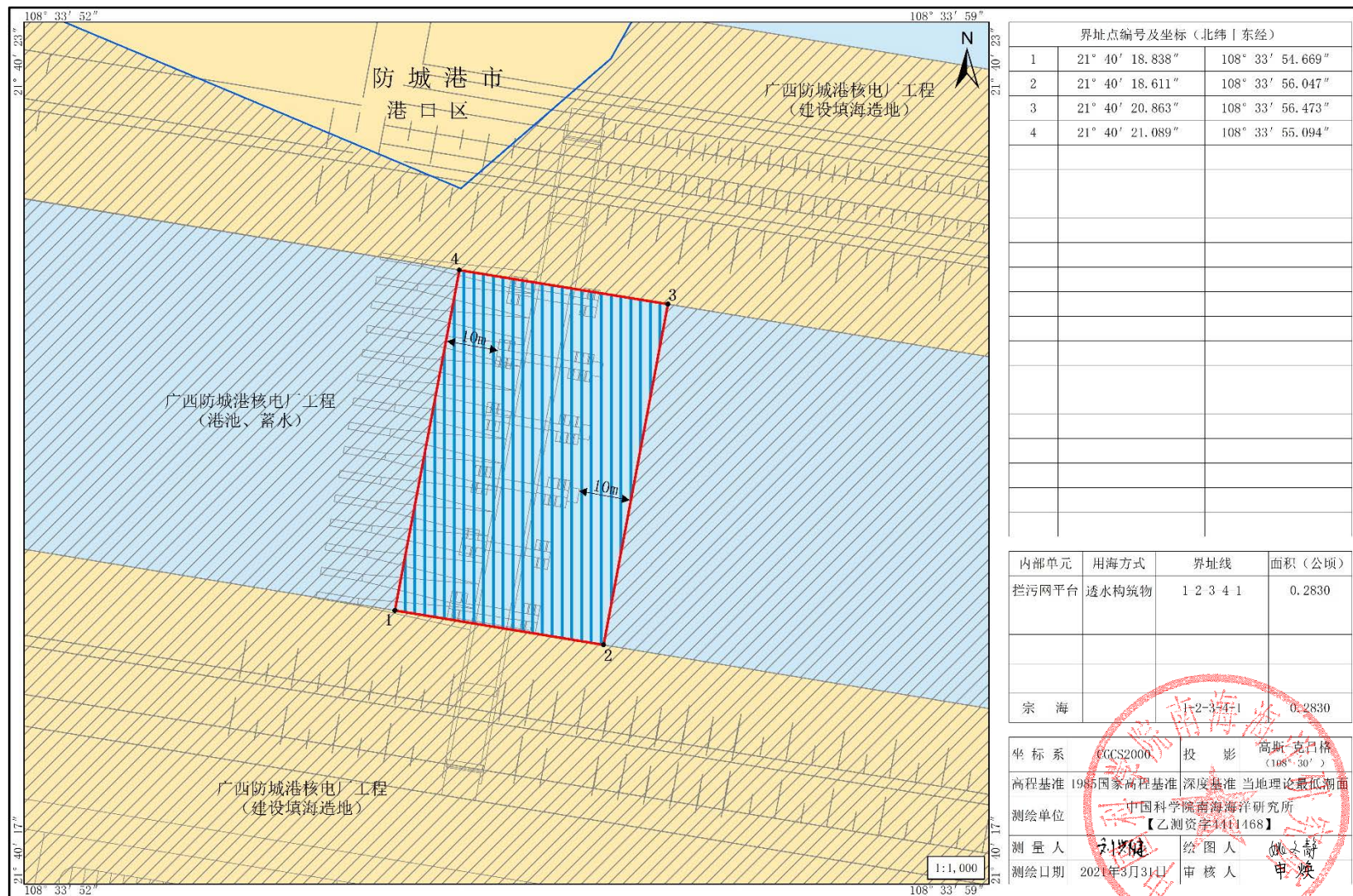


图1.8-13 防城港核电站3、4号机组冷源改进工程宗海界址图

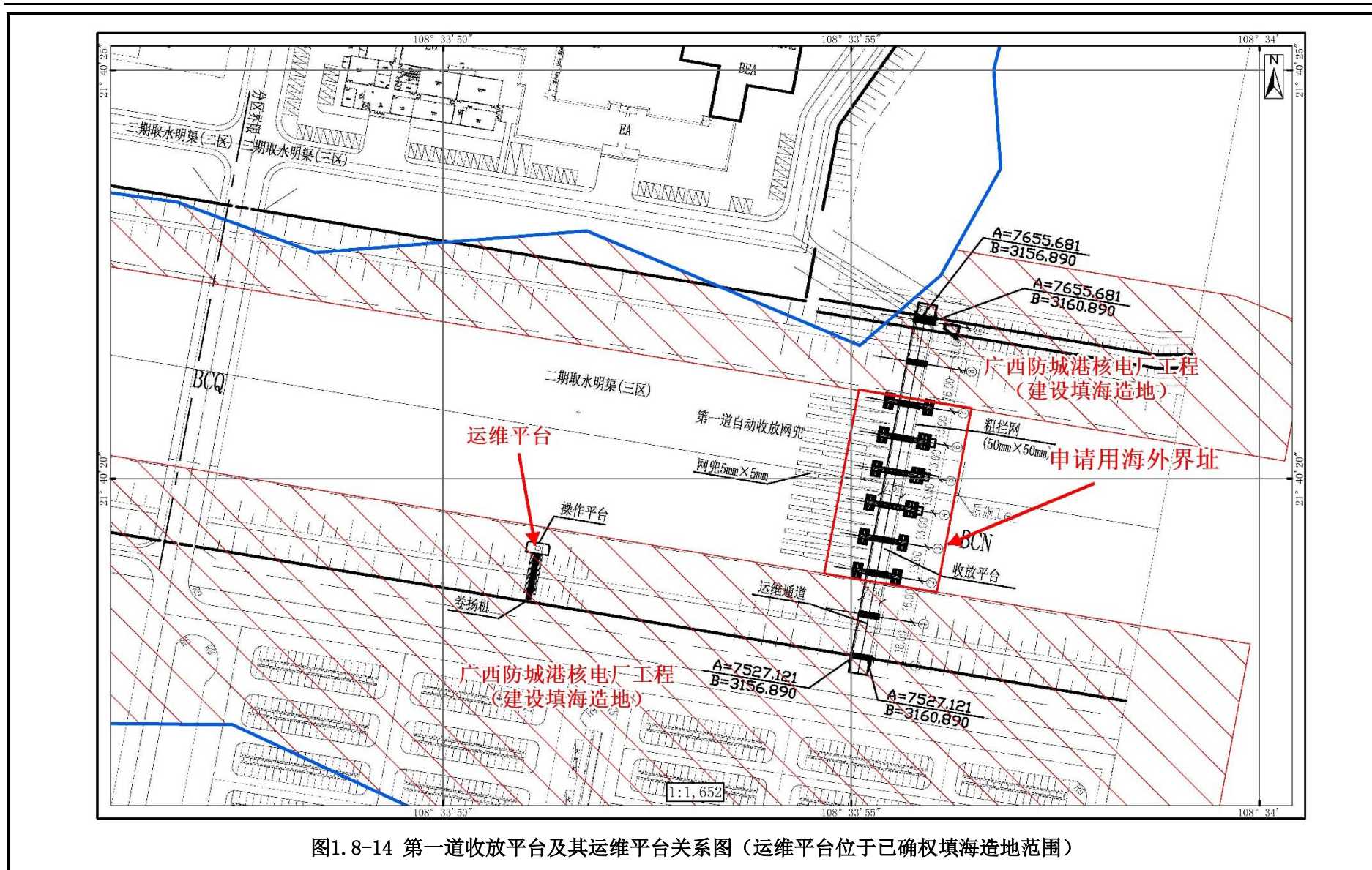


图1.8-14 第一道收放平台及其运维平台关系图（运维平台位于已确权填海造地范围）

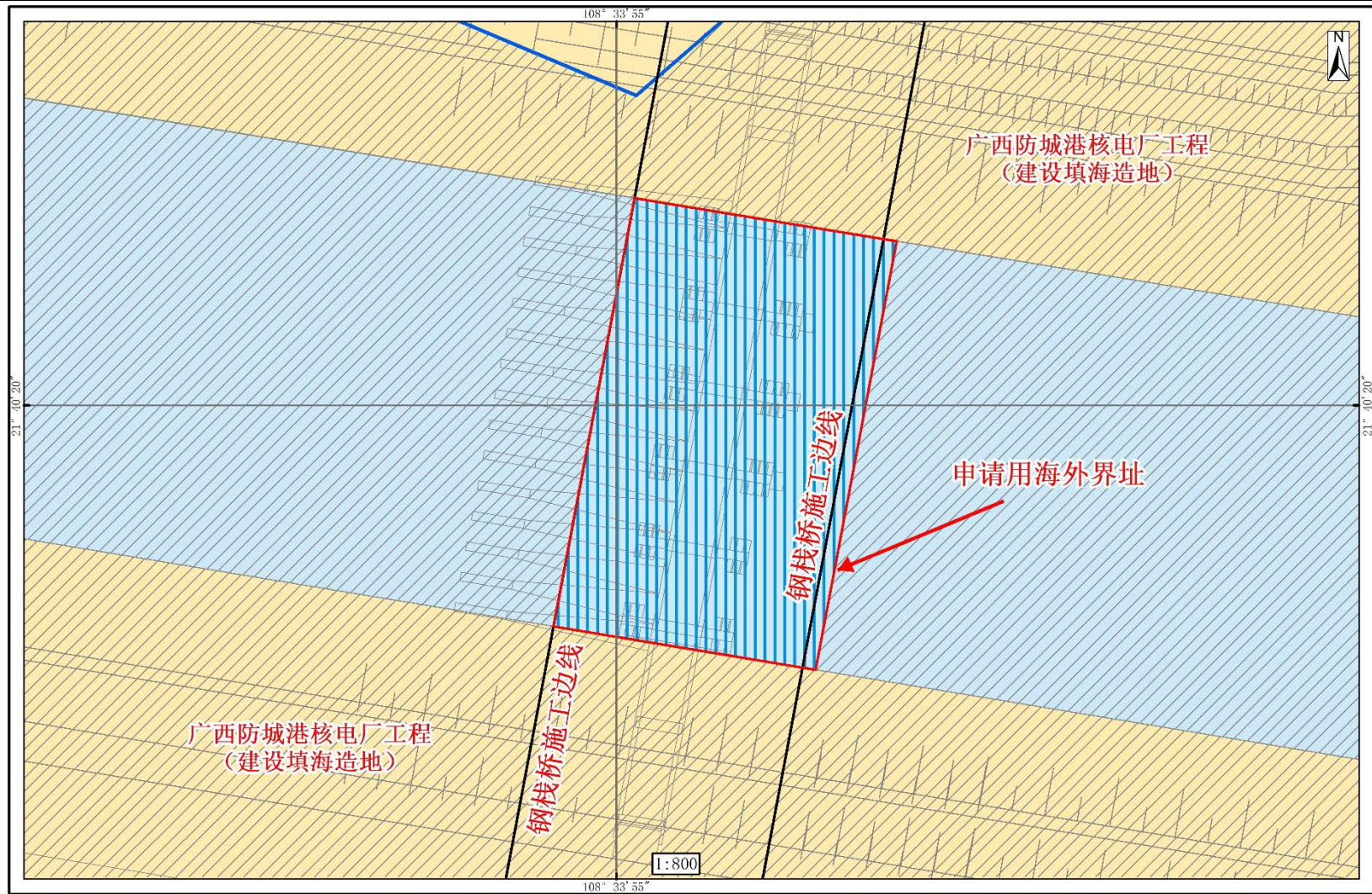


图1.8-16 第一道收发平台和钢栈桥施工边线关系图

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

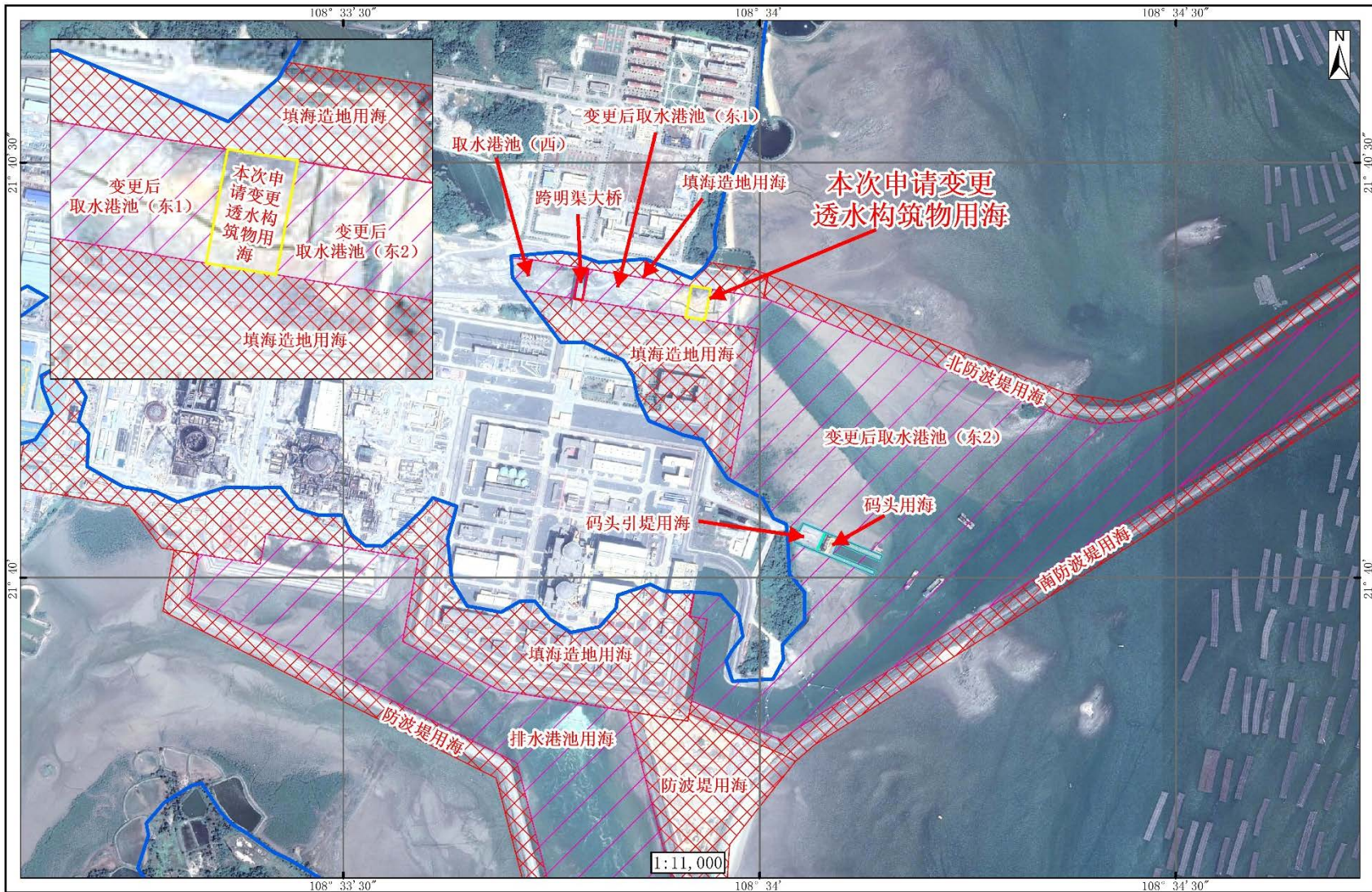


图1.8-17 本次申请变更透水构筑物用海和防城港核电站前期已确权用海位置关系图

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

表 1.8-3 本项目用海涉及前期用海证书关系表

| 一期用海 | | | | | 变更 为 → | 二期用海 | | | | |
|-----------------------|-------------|------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------|-------------|--------------------|
| 一期海域 使用权证 | 用海 单元 | 用海 方式 | 面积 /公顷 | 证书面 积/公顷 | | 二期不动产 证号 | 用海 单元 | 用海 方式 | 证书面 积/公顷 | 合计 |
| 国海证 11110011 2号 | 取水 北防波堤 | 非透水构 筑物 | 17.807 5 | 17.8075 | 国（2020）海不 动产权第 0000021号 | 取水 北防波堤 | 非透水构筑物 | 7.9812 | 17.8075 | |
| | 取水 南防波堤 | | | | | 非透水构筑物 | 9.5646 | | | |
| | 码头非透水 | | | | | 非透水构筑物 | 0.2617 | | | |
| | 码头 透水构筑物 | 透水 构筑物 | 0.3559 | 0.3559 | | 码头透水构 筑物 | 透水构筑物 | 0.3559 | 0.3559 | |
| | 取水口用海 | 取排水口 | 6.6332 | 6.6332 | | 取水口用海 | 取排水口 | 6.6332 | 6.6332 | |
| | 取水航道 | 航道 | 7.2782 | 70.3692 | | 取水航道 | 专用航道、锚 地及其它开放 式 | 7.2782 | 7.2782 | |
| | 取水港池 | 港池 | 63.091 | | | 取水港池 （东） | 港池蓄水 | 62.0462 | 63.091 | 本用海变 更涉及的 宗海 |
| | | | | | | 取水港池 （西） | 港池、蓄水 | 0.9217 | | |
| | | | | 国（2020）海不 动产权第 0000020号 | | 取水港池 （西） | 港池、蓄水 | 0.9217 | | |
| | | | | | | 国（2020）海不 动产权第 0000017号 | 跨明渠 大桥 | 透水构筑物 | 0.1231 | |
| 用海面积合计 | | | | 96.1658 | 用海面积合计 | | | | 96.1658 | |

表 1.8-4 取水港池（东）用海面积变更表

| 项目 | 国（2020）海不动产第 0000021 号 | 本次用海变更调整后面积 | 备注 |
|---------|------------------------|-------------|-------------------------|
| 取水港池（东） | 62.0462 公顷 | 60.2409 公顷 | 变更后宗海图内部单元称为“取水港池（东 2）” |
| | | 1.5223 公顷 | 变更后宗海图内部单元称为“取水港池（东 1）” |
| 变更透水构筑物 | | 0.2830 公顷 | 第一道收放平台用海 |
| 合计 | 62.0462 公顷 | 62.0462 公顷 | |

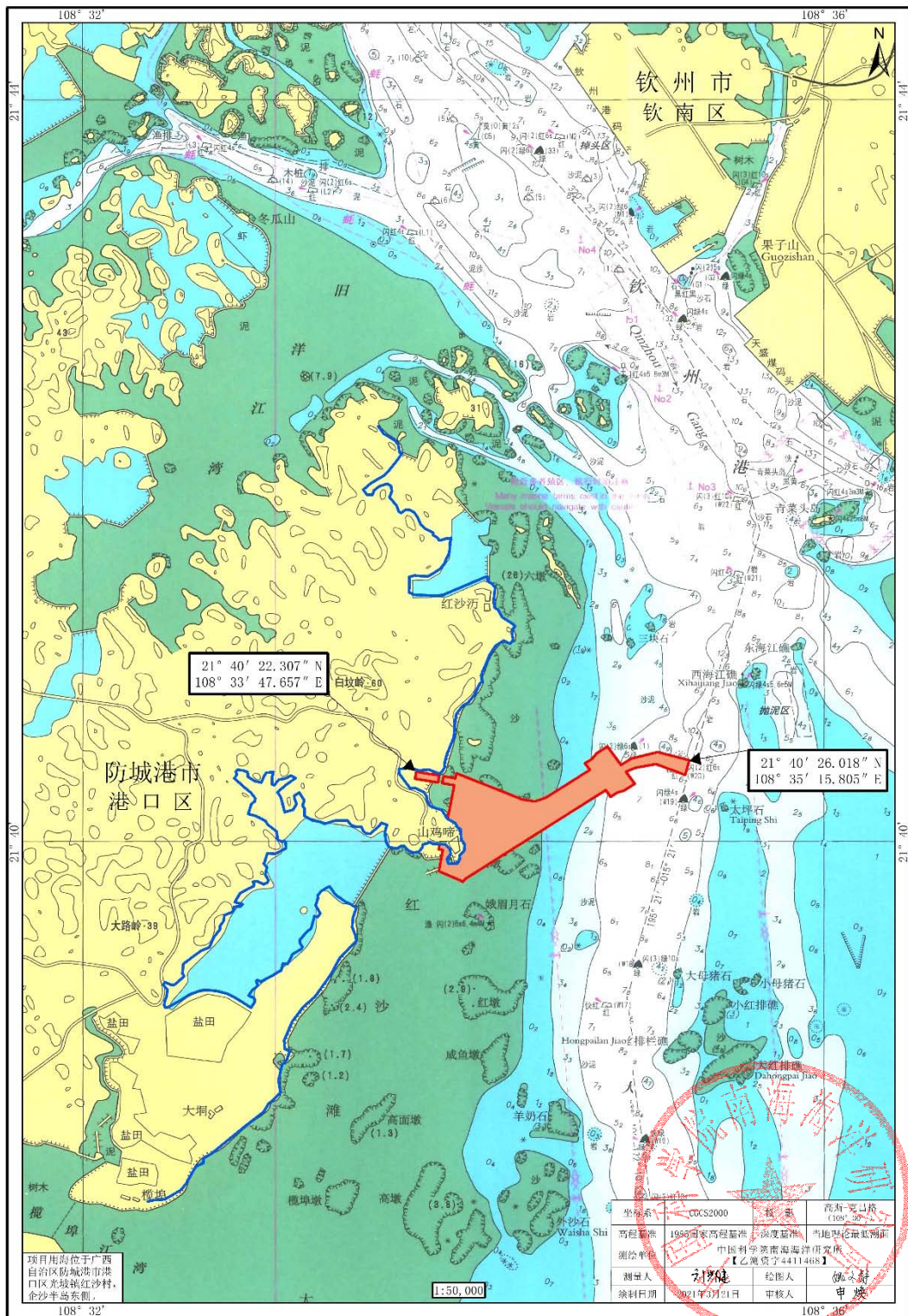


图1.8-18 本次用海变更后防城港核电站一期工程取水（东）、码头及航道用海宗海位置图

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

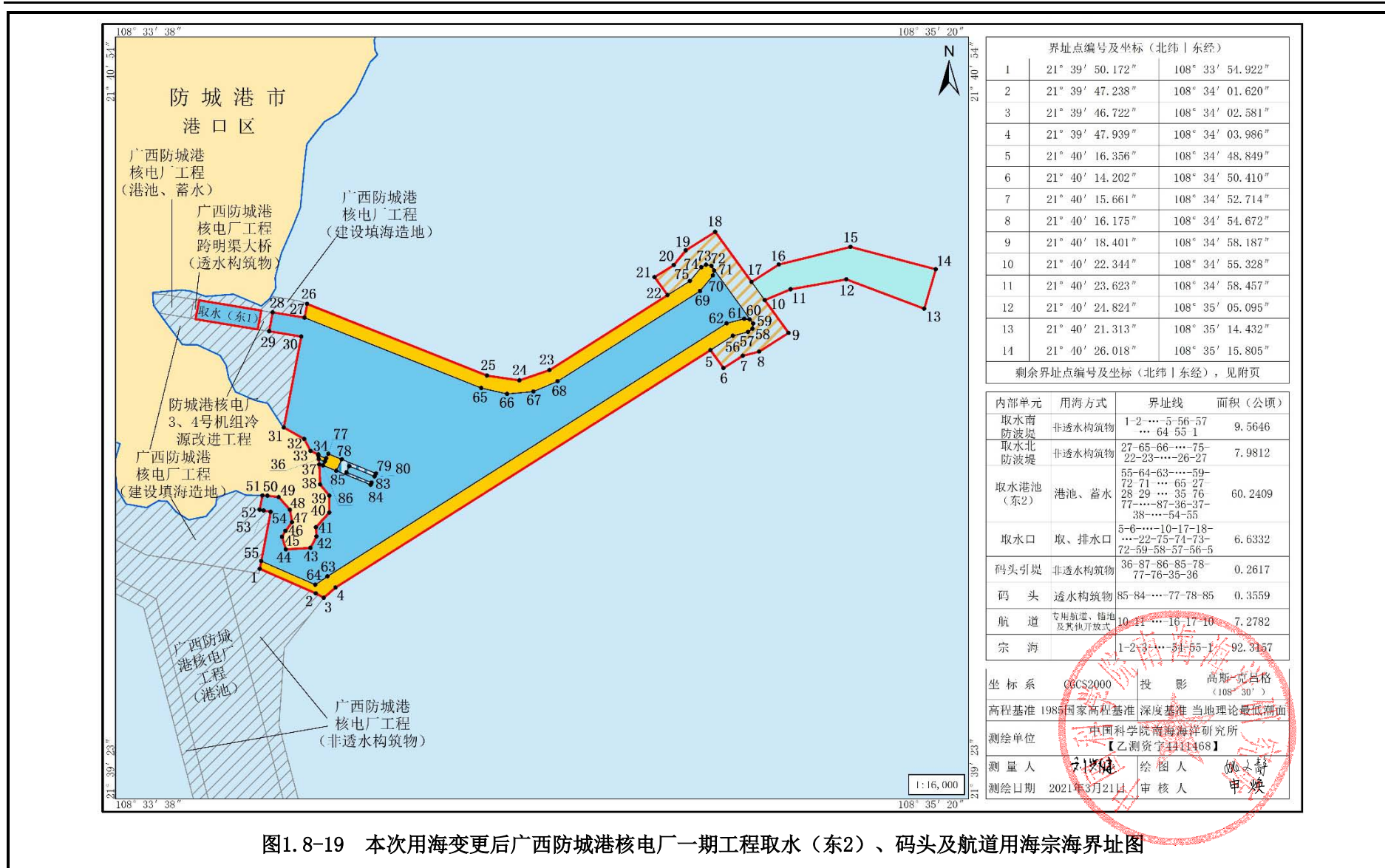


图1.8-19 本次用海变更后广西防城港核电站一期工程取水 (东2)、码头及航道用海宗海界址图

表 1.8-5 本次用海变更后广西防城港核电站一期工程取水（东 2）、码头及航道用海宗海界址点（续）

| 界址点编号及坐标（北纬 东经） | | | | | |
|-------------------|---------------|----------------|----|---------------|----------------|
| 点号 | 纬度 | 经度 | 点号 | 纬度 | 经度 |
| 15 | 21°40'28.697" | 108°35'05.601" | 52 | 21°39'57.241" | 108°33'54.907" |
| 16 | 21°40'26.591" | 108°34'57.037" | 53 | 21°39'57.161" | 108°33'55.388" |
| 17 | 21°40'24.513" | 108°34'53.756" | 54 | 21°39'57.010" | 108°33'56.215" |
| 18 | 21°40'30.508" | 108°34'49.410" | 55 | 21°39'51.100" | 108°33'55.097" |
| 19 | 21°40'28.290" | 108°34'45.894" | 56 | 21°40'18.051" | 108°34'51.527" |
| 20 | 21°40'26.532" | 108°34'44.454" | 57 | 21°40'18.529" | 108°34'53.346" |
| 21 | 21°40'25.073" | 108°34'42.151" | 58 | 21°40'18.914" | 108°34'53.873" |
| 22 | 21°40'22.920" | 108°34'43.712" | 59 | 21°40'19.530" | 108°34'53.949" |
| 23 | 21°40'13.969" | 108°34'29.579" | 60 | 21°40'20.021" | 108°34'53.540" |
| 24 | 21°40'12.737" | 108°34'25.996" | 61 | 21°40'20.095" | 108°34'52.882" |
| 25 | 21°40'13.296" | 108°34'22.116" | 62 | 21°40'19.545" | 108°34'50.785" |
| 26 | 21°40'21.882" | 108°34'00.592" | 63 | 21°39'49.285" | 108°34'03.011" |
| 27 | 21°40'20.238" | 108°34'00.283" | 64 | 21°39'48.267" | 108°34'01.564" |
| 28 | 21°40'20.863" | 108°33'56.473" | 65 | 21°40'11.801" | 108°34'21.434" |
| 29 | 21°40'18.611" | 108°33'56.047" | 66 | 21°40'11.109" | 108°34'24.514" |
| 30 | 21°40'17.976" | 108°33'59.887" | 67 | 21°40'11.388" | 108°34'27.662" |
| 31 | 21°40'07.085" | 108°33'57.804" | 68 | 21°40'12.623" | 108°34'30.554" |
| 32 | 21°40'05.713" | 108°34'00.238" | 69 | 21°40'23.418" | 108°34'47.598" |
| 33 | 21°40'04.283" | 108°34'01.005" | 70 | 21°40'25.276" | 108°34'49.120" |
| 34 | 21°40'03.867" | 108°34'01.925" | 71 | 21°40'25.879" | 108°34'49.294" |
| 35 | 21°40'03.766" | 108°34'01.934" | 72 | 21°40'26.415" | 108°34'48.965" |
| 36 | 21°40'03.324" | 108°34'01.972" | 73 | 21°40'26.578" | 108°34'48.317" |
| 37 | 21°40'02.651" | 108°34'02.031" | 74 | 21°40'26.269" | 108°34'47.743" |
| 38 | 21°40'00.261" | 108°34'02.154" | 75 | 21°40'24.616" | 108°34'46.389" |
| 39 | 21°39'58.934" | 108°34'03.248" | 76 | 21°40'03.378" | 108°34'02.877" |
| 40 | 21°39'56.905" | 108°34'03.240" | 77 | 21°40'03.929" | 108°34'03.136" |
| 41 | 21°39'55.152" | 108°34'01.630" | 78 | 21°40'03.275" | 108°34'04.728" |
| 42 | 21°39'54.046" | 108°34'01.705" | 79 | 21°40'01.587" | 108°34'08.835" |
| 43 | 21°39'52.680" | 108°34'00.973" | 80 | 21°40'01.230" | 108°34'08.668" |
| 44 | 21°39'52.508" | 108°33'58.047" | 81 | 21°40'02.473" | 108°34'05.642" |
| 45 | 21°39'53.989" | 108°33'57.573" | 82 | 21°40'01.729" | 108°34'05.293" |
| 46 | 21°39'54.712" | 108°33'57.990" | 83 | 21°40'00.486" | 108°34'08.318" |
| 47 | 21°39'55.760" | 108°33'58.783" | 84 | 21°40'00.218" | 108°34'08.192" |
| 48 | 21°39'57.253" | 108°33'58.518" | 85 | 21°40'01.906" | 108°34'04.084" |
| 49 | 21°39'58.763" | 108°33'57.192" | 86 | 21°40'02.560" | 108°34'02.492" |
| 50 | 21°39'58.930" | 108°33'55.829" | 87 | 21°40'03.021" | 108°34'02.709" |
| 51 | 21°39'58.948" | 108°33'55.230" | | | |

| | | | |
|------|--------------------------------|-----|--|
| 测量单位 | 中国科学院南海海洋研究所 【乙测资字 4411468】 | | |
| 测量人 | | 绘图人 | |
| 绘制日期 | 2021 年 3 月 19 日 | 审核人 | |

防城港核电站3、4号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

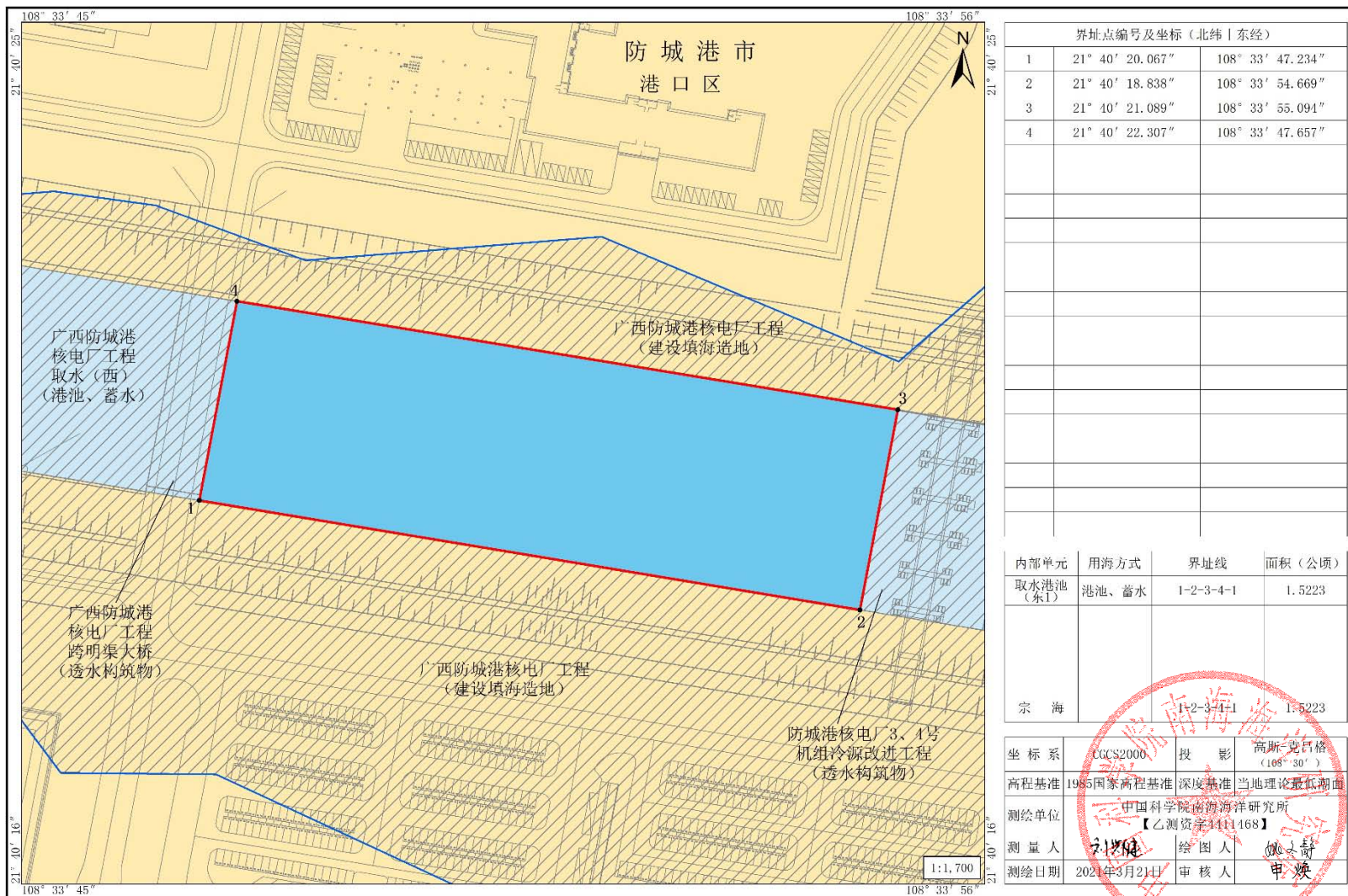


图1.8-20 本次用海变更后广西防城港核电站一期工程取水（东1）用海宗海界址图

防城港核电站3、4号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

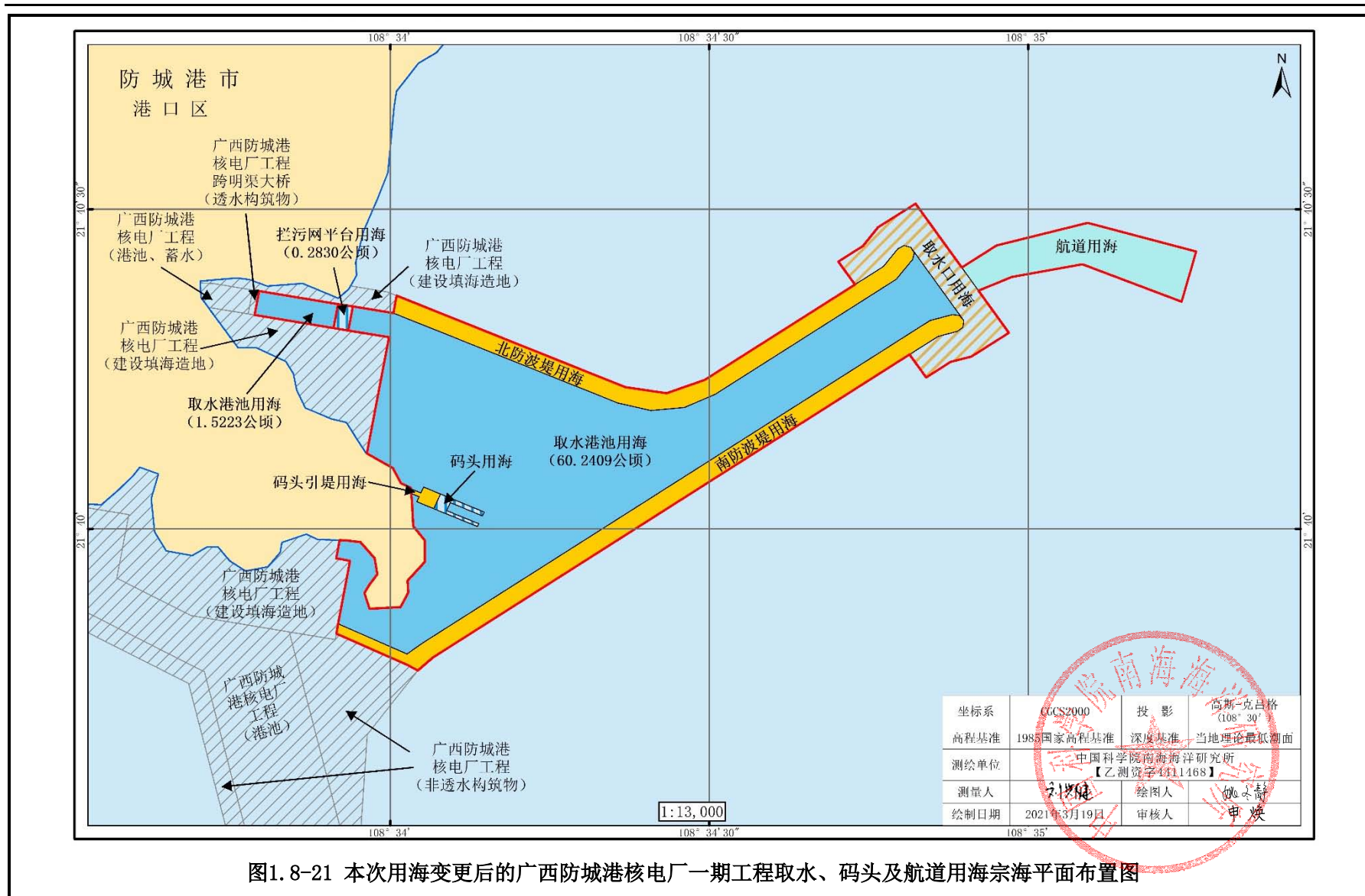


图1.8-21 本次用海变更后的广西防城港核电站一期工程取水、码头及航道用海宗海平面布置图

1.9 项目用海必要性

1.9.1 项目建设必要性

防城港核电厂规划容量为 6 台百万千瓦级核电机组，布置方式为由东向西、北排列。一期 2 台 CPR1000 机组现已投产运行；二期 3、4 号机组正在建设中；三期 5、6 号机组规划布置在二期主厂区西北侧圩坡岭及亚婆岭一带。

核电厂循环冷却水采用直流供水系统，取排水方案按 6 台机组一次考虑，取排水构筑物总平面布置采用“明渠取，明渠排，东取，南排”的原则。6 台机组共用段取水明渠进口底高程-7.0m，干渠底宽 100m，长约 1450m；二期工程加远期规划取水明渠段（长约 1920m）底宽 70m，底标高-8.3m。

环境变化和恶劣气候为核电厂的冷源安全带来了一系列威胁，包括堵塞粗细格栅、滤网、凝汽器，重要厂用水系统贝类捕集器等，国内外各类电厂均有相关报道（表 1.9-1），有的导致了机组降负荷，严重情况下导致过滤设备损坏，甚至停机停堆。

表 1.9-1 国内外典型的冷源风险事件

| 时间 | 电厂 | 源项 | 后果 |
|----------|-------------------|-------|---------------------------------|
| 2011年8月 | St.Lucie (美国) | 水母 | 凝汽器真空度降低，手动停机停堆 |
| 2013年2月 | Maanshan (台湾) | 水母 | 堵塞旋转滤网，机组降功率 |
| 2013年5月 | Torness (英国) | 藻类 | 堵塞并损坏旋转滤网，停机停堆 |
| 2013年7月 | Chinshan (台湾) | 杂物 | 堵塞并损坏细格栅，停机停堆 |
| 2013年8月 | BruceA (加拿大) | 贝类和垃圾 | 堵塞旋转滤网，1台机组停机停堆，3台机组降功率 |
| 2013年9月 | Oskarsham (瑞典) | 水母 | 堵塞旋转滤网，手动停堆 |
| 2013年10月 | Tricastin | 淤泥 | 堵塞旋转滤网，停机停堆 |
| 2014年7月 | 红沿河 | 水母 | 堵塞旋转滤网，1，2号机组停机停堆 |
| 2014年8月 | 宁德 | 鲨鱼 | 堵塞细格栅，格栅水位差达到1.0m左右 |
| 2014年12月 | 防城港 | 棕囊藻 | 堵塞旋转滤网（鼓形）和反冲洗过滤器，循环水泵跳泵，影响机组热试 |
| 2015年1月 | 岭澳 | 毛虾 | 1，2号机组短时降功率运行 |
| 2015年6月 | 红沿河 | 浒苔 | 堵塞旋转滤网（鼓形），滤网压差超过0.1m |
| 2015年8月 | 宁德 | 海地瓜 | 堵塞旋转滤网（鼓形），3号机组停堆 |
| 2016年1月 | 岭澳 | 毛虾 | 堵塞旋转滤网（鼓形），1，2号机组停堆停机 |
| 2017年5月 | 红沿河 | 浒苔 | 堵塞旋转滤网（鼓形），3号机组停堆停机 |
| 2018年4月 | 昌江 | 海草、贝类 | 堵塞旋转滤网（鼓形），1，2号机组先后停机停堆 |
| 2020年3月 | 阳江 | 毛虾 | 堵塞旋转滤网（鼓形），6台机组先后停机停堆 |
| 2020年6月 | 大亚湾 | 笔帽螺 | 堵塞RRI换热器，SEC泵流量降低，3号机组降功率运行 |
| 2020年7月 | 红沿河 | 水母 | 堵塞旋转滤网（鼓形），4号机手动停堆 |

在滨海厂址中，常见的风险源有毛虾、水母、藻类、泥沙、海洋垃圾等；在滨河和滨湖厂址，常见的风险源有鱼群、虾、水草、泥沙、树枝等。大量冷源事件告诉我们，传统过滤水系统的格栅、滤网配置难以抵抗暴发性大规模生物和杂物入侵，必须采取额外措施。特别是阳江核电“325 事件”发生后，从国家层面到中国广核集团公司均高度重视，中国广核集团公司要求中广核工程有限公司完成“永久冷源消缺方案”设计，并负责 EPC 实施，在役项目以“阳江核电”作为示范，新项目以“防城港二期工程”作为示范工程推进。通过多年的实践和总结，并结合防城港二期冷源方案比选结果，最终明确在二期明渠内增设一道自动收放网兜（含配套设施）的配置设计。

拦污网可以有效拦截海洋生物、海洋漂浮垃圾，降低后续海水过滤系统的脏污负荷，提高取水可靠性和安全性，避免类似冷源事件的发生，确保核电厂取水安全。

因此，本项目的建设对确保核电厂取水安全，保证核电厂正常运行具有重要意义，本项目的建设势在必行。

1.9.2 项目用海必要性

第一道收放平台是防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程的建设内容之一，第一道收放平台的建设既可以满足核电厂取水要求，又可以起到对海洋漂浮物、海洋生物的拦截作用。本项目在平台桩基上建设两道拦污网，其中第一排桩基布置“升降式粗拦网”，防止大型漂浮物和海生物进入网兜，粗拦网孔径为 50mm×50mm，具备“机械化收放”功能，可在操作平台上实现快速收放，而不需要潜水作业。“收放平台”第二排桩基布置“网兜”，拦截 5mm 以上垃圾，如毛虾、水母等。网兜孔径为 5mm×5mm，长度约为 32m。

拦污网的建设可以有效拦截海洋漂浮物、海洋生物，保护核电厂用水安全，其建设需要占用一定海域才能实现其功能，并且第一道收放平台需布设在二期取水明渠港池内。因此，本项目用海是必要的。

综上所述，本项目建设用海是必要的。

2 项目所在海域概况

2.1 自然环境概况

2.1.1 区域气候与气象状况

防城港核电厂址位于防城港市港口区光坡镇。防城港地处广西南部，濒临北部湾，不仅具有南亚热带季风气候的特点，也有海洋气候的特征，东南方海洋上空丰富的水汽资源，对防城港的温度、降水等起着重要的调节作用。冬、夏分别受到东南、东北季风的影响，夏季炎热，冬季温暖，夏季降水丰沛，但无明显干季。温、光、水条件十分优越，但自然灾害却十分频繁，出现频率最高的灾害性天气为暴雨、洪涝和台风，其次是寒潮、雷暴、冰雹等中小尺度强对流天气。其中暴雨、台风、雷暴、寒潮每年均有发生，冰雹、冰冻、龙卷风等灾害性天气呈间隙性发生。

由于钦州气象站为国家基本站，且资料年限长，因此采用钦州气象站的统计数据描述防城港核电厂区域气候。

2.1.1.1 气温

根据 1953 年~2017 年资料统计，钦州站多年平均气温为 22.3℃，月平均气温以 7 月份最高，为 28.5℃；1 月份最低，为 13.7℃。

从各年极端最高气温出现月份看，时间不太一致，大多数出现在 7 月份，其次是 8 月份，但个别年份出现在 9 月份，如 1954 年出现在 9 月 7 日。根据钦州站历年最高极端气温变化曲线。历年极端最高气温总体略呈上升趋势，平均每 10 年约上升 0.12℃。最高气温变化有阶段性变化特点，1970s 到 1980s 末期为相对偏低阶段，最小值为 34.4℃，出现在 1987 年 7 月 14 日；21 世纪初最高气温相对偏高阶段，最大值为 37.9℃，出现在 2005 年 7 月 19 日。

从各年极端最低气温出现月份看，最低气温一般都出现在 1、2 月间，少数年份也有出现在 12 月份的。极端最低气温为-1.8℃，出现在 1955 年 1 月 12 日。

根据钦州站极端最低气温历年变化，极端最低气温上升趋势十分明显，大约每 10 年上升 0.49℃，与全球气候变暖非常一致，体现在最低气温上则是 1970s 以来，最低气温持续偏高。1955 年为有记录以来最低年，当年极端最低气温低至-1.8℃。

2.1.1.2 湿度

根据 1953 年~2017 年资料统计，钦州站多年平均相对湿度为 80%，月平均相对湿度

以 8 月份最高，为 86%；12 月份最低，为 71%。

钦州站近 60 年来年相对湿度在 74%~86%之间，总体上年际之间变幅不大，从变化态势看，年平均相对湿度随时间呈略下降趋势，每 10 年下降 1%。但整体上不明显，其中以 2005~2009 年相对湿度最低，自 1980s 中期以来，年平均相对湿度呈下降趋势。

全年平均最小相对湿度在 8%~35%之间，平均为 18.2%。从年代变化来看，以 70 年代最高，有 9 年全年最小相对湿度在 20%以上，平均达 23.6%；80 年代平均为 17.4%，为各年代最低，且波动幅度明显；90 年代波动较平缓，变化也大，仅次于 70 年代。总体上逐年略有上升趋势。

最小相对湿度以夏季最大，春季和秋季次之，冬季最小。7 月份月最小相对湿度为 35%，为一年中最小相对湿度最高月份，1 月份月最小相对湿度仅为 8%，为一年中最小相对湿度最低月份。

从各月最小相对湿度年代变化来看，各月均以 1980s 最小相对湿度为最高，1990s 相对湿度为最低。从最小相对湿度月季变化来看，1 月~2 月相差不大，最小相对湿度不足 10%，自 3 月开始，最小相对湿度呈上升趋势，直至 7 月达到顶峰。也就是说 7 月最小相对湿度是全年最高的，达到 35%之后，最小相对湿度呈逐月下降的趋势，12 月最低，其值不足 10%。

从各月年代变化看，1950s~1990s，各月的相对湿度年代际差异不明显。其中 1960s 中 10 月~12 月、4 月为最高。21 世纪以后，各月的相对湿度明显偏少，除 2 月、6 月外，其他各月的相对湿度比其他年代偏低 2%~8%。

2.1.1.3 降雨量

钦州站（1953 年~2017 年）多年平均年降水量为 2173.1mm。年降水量既有年际变化，也有年内变化。一年中降水量的变化，大致与夏季海洋气团的进退趋势一致。降水量多集中于春夏两季，这也是季风气候的特征。从雨量的季节变化上看，春、夏两季降水量占全年降水量的 77.6%，秋、冬两季降水量只占全年降水量的 22.4%，夏多于春，秋多于冬。在一年中，最多一个月降水量占全年总降水量的 20.5%，比冬季三个月降水量总和还多。5 月到 8 月连续最大月降水量占全年降水量 68.5%。

2.1.1.4 气压

防城港核电厂厂址区域全年气压变化明显，冬季高于夏季。

钦州站（1956 年~2017 年）年平均气压为 1011.2hPa，1 月平均气压最高，为 1019.6hPa，

7 月平均气压最低，为 1003.1hPa。历年极端最高气压为 1035.6hPa，出现在 12 月；极端最低气压为 973.6hPa，出现在 7 月。

2.1.1.5 蒸发量

钦州站（1953 年-2001 年）年平均蒸发量 1718mm，月平均蒸发量中，7 月最高，为 187.5mm，2 月最低，为 79.8mm。

钦州站逐年年蒸发量在 1392.5mm（1953 年）~1897.5mm（1963 年）之间，年际间波动变化较明显，从历年变化趋势看，略有减少的趋势，但不明显。

2.1.1.6 日照

防城港核电厂厂址区域日照比较充足，一年中夏、秋季日照时数最多，冬季较少。

钦州站（1953 年-2017 年）年日照时数平均为 1738.1 小时，日照百分率为 39%，各月日照百分率在 18%至 55%之间变动。

2.1.1.7 风

根据钦州站 1961 年~2017 年风向观测数据，厂址区域季风特征明显，季、年主导风向及频率为：夏季主导风向为 S，频率为 17.6%；秋季主导风向为 N，频率为 24.5%；冬季主导风向为 N，频率为 31.9%；春季主导风向不明显，N 和 S 向风交替出现，频率分别为 15.5%和 14%。

全年主导风向为 N，频率为 19.1%，次主导风向为 S，频率为 10.4%；全年静风频率为 9.5%（表 2.1-1）。

表 2.1-1 累年各风向频率 (%)

| 风向 站位 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | C |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 钦州 | 19.1 | 9.7 | 4.9 | 3.0 | 3.4 | 4.2 | 4.5 | 5.7 | 10.4 | 8.2 | 2.8 | 1.3 | 0.7 | 1.0 | 2.1 | 9.8 | 9.5 |

根据钦州站 1953 年~2017 年风速观测数据，全年年平均风速为 2.5m/s（表 2.1-2）。年平均风速总体呈现明显的下降趋势，其中 1970 年代以前呈缓慢下降趋势；1970 年~1980 年下降速率加快，1980 年到 20 世纪 90 年代中期变化不大，平均风速略有增加，1995 年开始至今，年平均风速又出现明显的下降趋势。

表 2.1-2 历年各月平均风速 (m/s)

| | 资料系列 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全年 |
|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 钦州站 | 1955~2017 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 2.6 | 2.7 | 2.5 | 2.5 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| 防城港 | 1995~2007 | 4.3 | 4 | 3.8 | 3.6 | 3.7 | 3.9 | 4.1 | 3.3 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4.3 | 3.9 |
| 厂址站 | 2012-2016 | 5.1 | 4.5 | 4.3 | 3.8 | 3.7 | 3.8 | 3.5 | 2.9 | 3.9 | 5.0 | 4.6 | 5.7 | 4.3 |

2.1.2 水文动力状况

根据天津水运工程勘察设计院 2019 年 9 月编制的《广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程海域全潮水文观测报告》，项目于 2018 年 8 月 7 日~2018 年 9 月 10 日（简称 2018 年夏季）在防城港核电厂附近海域开展了夏季大、中、小潮全潮水文、泥沙测验，测验内容包括潮位、水深、海流、水温、盐度、悬沙、简易的气象观测等，其中潮位观测点 3 个（H1 红沙站、H2 乌雷站、H3 果子山站），海流、水温、盐度、悬沙、底质观测点 14 个，2 个气象观测点，测站位置分布见图 2.1-1。同时还收集了临近海洋站本次全潮同步潮位资料（石头埠站、龙门站、白龙站）。

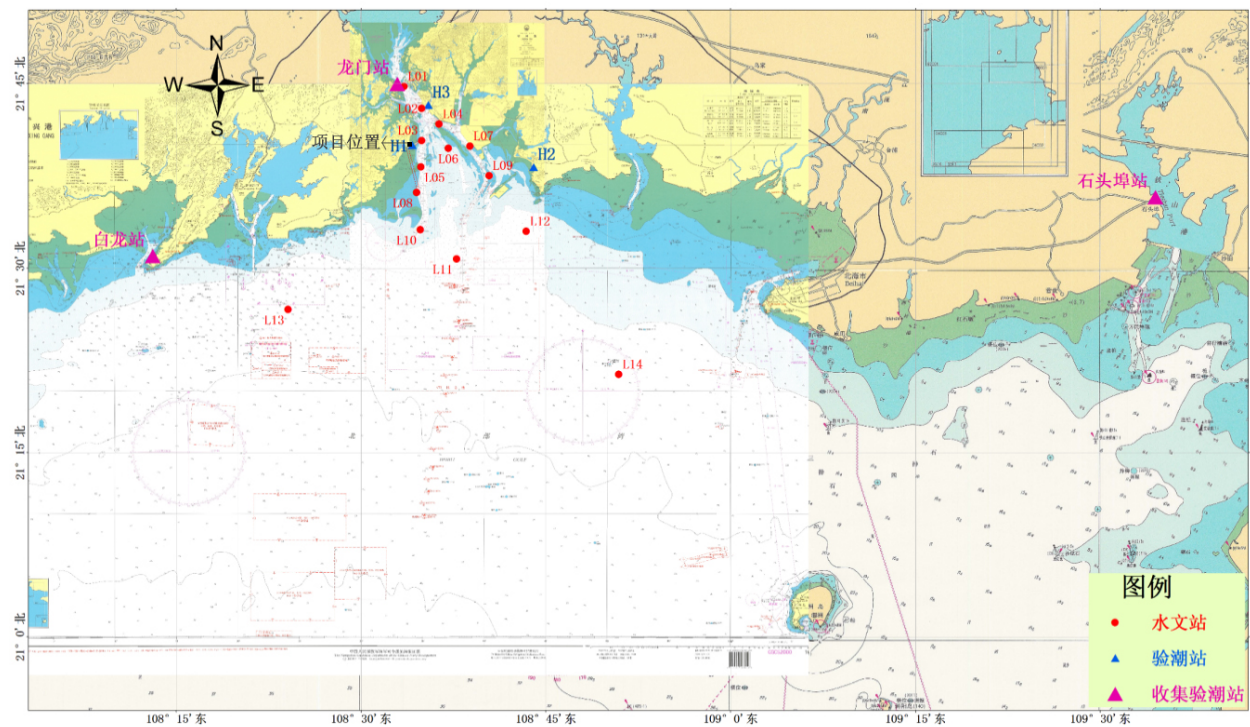


图2.1-1 测站位置分布示意图

2.1.2.1 基面关系

防城港核电厂附近海域的基面关系见图 2.1-2。

2.1.2.2 潮汐

根据 2018 年夏季实测水文资料，工程海域的潮汐为正规全日潮海区。表 2.1-3 给出了工程海域 2018 年夏季各站潮位统计特征值。

按照目前我国采用的潮汐类型划分标准，红沙站、乌雷站与果子山站的主要分潮的振幅比 K 值 ($K = (H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2}$) 2018 年夏季实测分别为 4.34、4.40 和 4.40，属正规全日

潮海区。收集的石头埠站 $K=3.08$ ，为不正规全日潮海区，龙门站 $K=4.65$ 和白龙站 $K=5.12$ ，均为正规全日潮海区。

依据《潮汐表》企沙站 2018 年的潮汐预报值，进行日最大潮差累积频率统计，得到日最大潮差累积频率曲线（图 2.1-3）。选用 10%、50% 和 90% 的潮差作为大、中、小潮的典型潮差，分别为 399cm、280cm、139cm。实际观测时间见表 2.1-4。

表 2.1-3 实测潮位统计特征值

| 时段 | 项目 | H1 红沙站 | H2 乌雷站 | H3 果子山站 |
|--|------|--------|--------|---------|
| 2018 年夏季 2018 年 8 月 8 日 ~ 2018 年 9 月 9 日 | 最大潮差 | 4.46m | 4.47m | 4.47m |
| | 最小潮差 | 0.61m | 0.59m | 0.63m |
| | 平均潮差 | 2.75m | 2.73m | 2.77m |
| | 最高潮位 | 3.10m | 3.06m | 3.09m |
| | 最低潮位 | -1.43m | -1.41m | -1.46m |

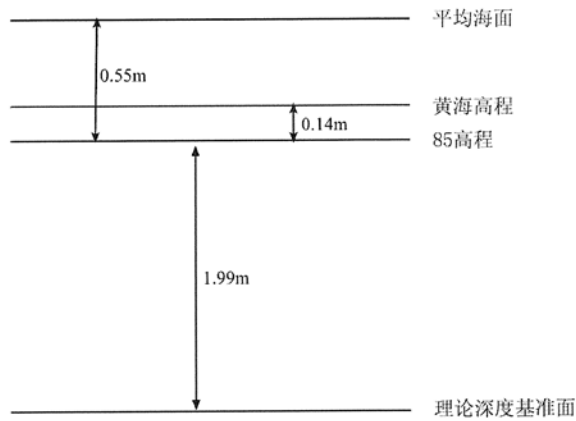


图 2.1-2 防城港核电站附近海域基面关系图

企沙 2018 年日最大潮差累积频率曲线

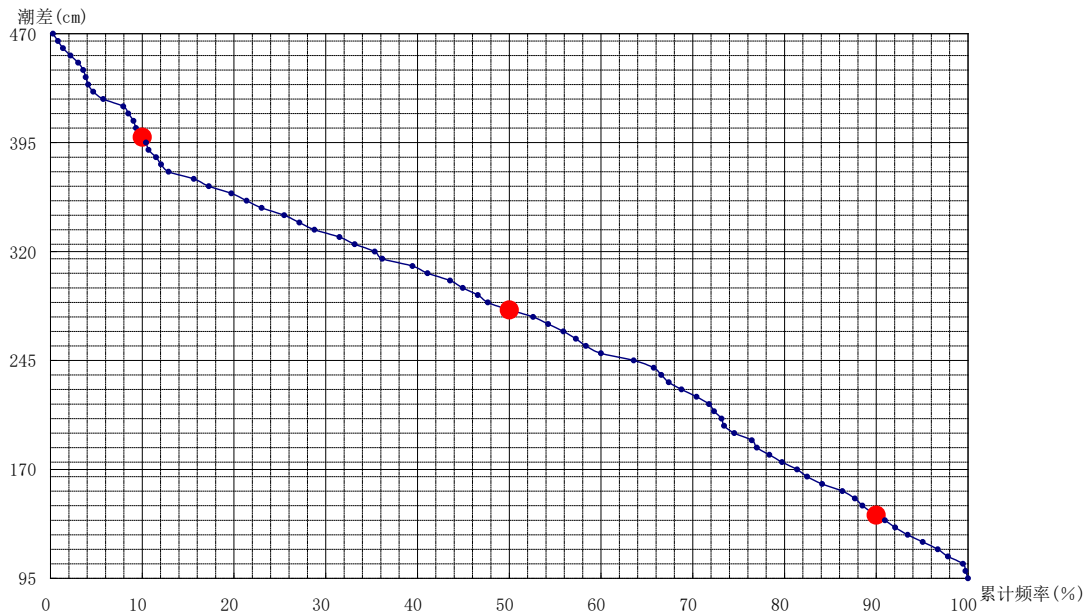


图 2.1-3 企沙站日最大潮差累积频率曲线图

表 2.1-4 夏季典型潮实际观测时间

| 潮型 | 实际观测时间 | 对应农历时间 | 企沙站预报日最大潮差 | 对应累计频率 |
|----|----------------------|-------------------|------------|--------|
| 大潮 | 2018年8月9日15时~10日19时 | 农历六月廿八15时~六月廿九19时 | 394 | 11 |
| 中潮 | 2018年8月21日13时~22日17时 | 农历七月十一13时~七月十二17时 | 277 | 51 |
| 小潮 | 2018年8月18日18时~20日0时 | 农历七月初八18时~七月初十0时 | 170 | 83 |

图 2.1-4 是 2018 年夏季（2018.8.7 至 2018.9.10）红沙、乌雷、果子山潮位观测过程曲线，由三个潮位站的实测潮位过程曲线图可以看出大、中、小潮次的时间段在这一个月的潮位变化中，大潮观测期间高潮高最高，低潮高最低，潮差最大；小潮观测时高潮高最低，低潮高最高，潮差最小。中潮观测时，其高潮高、低潮高级潮差均处于大、小潮之间。从

表 2.1-5 可看出夏季全潮观测期间高潮高、低潮高及最大潮差同样具有大、中、小潮的变化规律。观测期间厂址的最大潮差也基本符合大、中、小潮潮差累计频率的要求，只在夏季小潮期最大潮差累计频率略大。就这个潮流周期而言，单纯考虑最大潮差累积频率符合 90%左右的话，最具备典型性的小潮时间应再提前。本次测验时值台风活动频繁期，受台风“贝碧嘉”影响，本项目中潮水文全潮测验推后顺延到下一个中潮，基本满足潮型应用的要求；小潮由于受“贝碧嘉”影响，测验时间推后四分之一潮次。

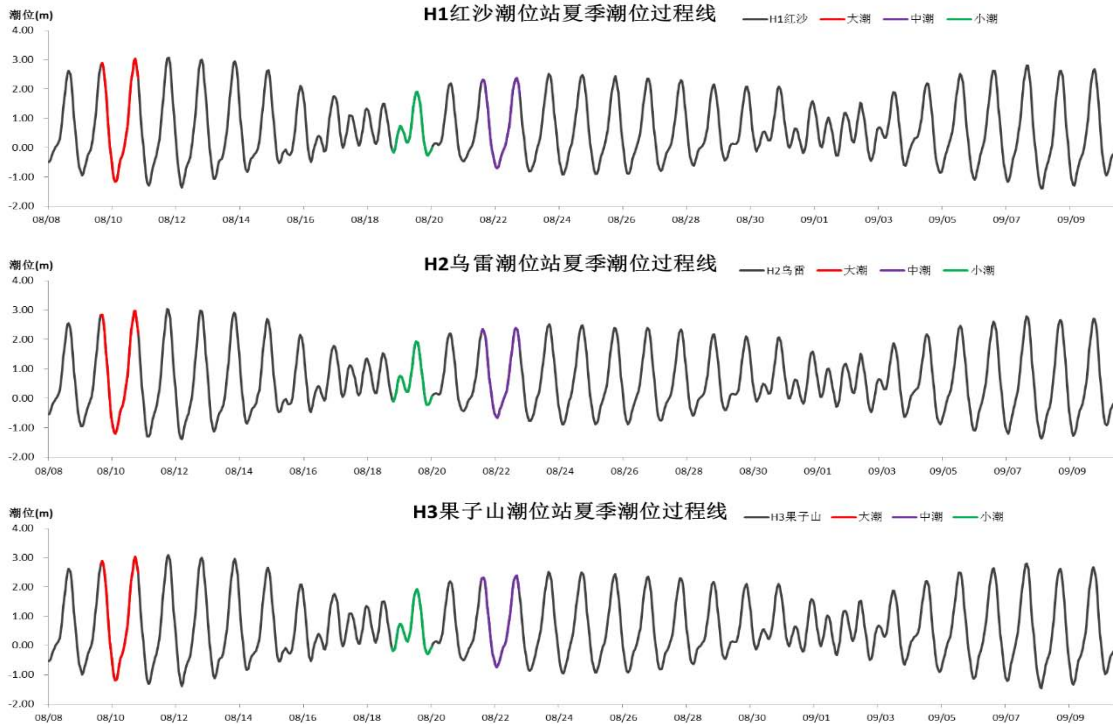


图2.1-4 2018年夏季潮位观测期间各站潮位

表 2.1-5 2018 年夏季大、中、小潮观测期间各站的潮汐特征值 (m)

| 站名 | 大潮 | | | 中潮 | | | 小潮 | | |
|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| | 高潮高 | 低潮高 | 最大潮差 | 高潮高 | 低潮高 | 最大潮差 | 高潮高 | 低潮高 | 最大潮差 |
| H1红沙 | 3.04 | -1.17 | 4.21 | 2.39 | -0.71 | 3.10 | 1.92 | -0.28 | 2.20 |
| H2乌雷 | 3.01 | -1.21 | 4.22 | 2.41 | -0.67 | 3.08 | 1.95 | -0.24 | 2.19 |
| H3果子山 | 3.03 | -1.20 | 4.23 | 2.40 | -0.74 | 3.14 | 1.93 | -0.30 | 2.23 |

2.1.2.3 潮流

根据 2018 年海流测量数据分析，由流速、流向过程及潮位过程曲线可以看出，大、中、小潮期的海流流速最大值均出现在潮位由低潮至高潮或由高潮至低潮之间，海流速度的最小值则出现在高潮时或低潮时。可见，本工程海区的潮波属驻波。

由于资料量大，仅从各站 2018 年实测海流资料中，摘取了大、中、小潮期间各站各层的涨、落潮平均流速、流向（表 2.1-6）和涨、落潮流的最大流速、流向（表 2.1-7），各站垂线平均海流平面分布矢量图、各站各层海流平面分布矢量图见图 2.1-5~图 2.1-7。由海流平面分布矢量图可以看出，工程海域钦州湾内各站表层基本为往复性流动，涨潮流方向为偏 NW 向，落潮流方向为偏 SE 向。钦州湾外各站涨潮流方向为偏 NW 向，落潮流方向为偏 SW 向。

表 2.1-6 各站实测垂线平均涨落潮平均流速流向

| 时段 | 站号 | 大潮期 | | | | 中潮期 | | | | 小潮期 | | | |
|-----------------|-----|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | 涨潮流 | | 落潮流 | | 涨潮流 | | 落潮流 | | 涨潮流 | | 落潮流 | |
| | | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° |
| 2018 年夏 季 | L01 | 0.71 | 326 | 0.93 | 152 | 0.55 | 330 | 0.81 | 150 | 0.51 | 329 | 0.56 | 158 |
| | L02 | 0.69 | 330 | 0.90 | 143 | 0.56 | 330 | 0.67 | 146 | 0.53 | 327 | 0.49 | 144 |
| | L03 | 0.51 | 11 | 0.52 | 194 | 0.44 | 356 | 0.37 | 173 | 0.36 | 353 | 0.27 | 183 |
| | L04 | 0.39 | 308 | 0.90 | 127 | 0.41 | 302 | 0.68 | 130 | 0.44 | 316 | 0.51 | 135 |
| | L05 | 0.31 | 359 | 0.42 | 180 | 0.22 | 1 | 0.29 | 180 | 0.19 | 357 | 0.21 | 180 |
| | L06 | 0.25 | 349 | 0.41 | 163 | 0.20 | 342 | 0.29 | 164 | 0.20 | 344 | 0.21 | 171 |
| | L07 | 0.14 | 322 | 0.35 | 147 | 0.06 | 320 | 0.18 | 159 | 0.08 | 305 | 0.17 | 153 |
| | L08 | 0.08 | 22 | 0.22 | 215 | 0.11 | 356 | 0.16 | 213 | 0.16 | 70 | 0.16 | 236 |
| | L09 | 0.09 | 36 | 0.12 | 187 | 0.08 | 27 | 0.12 | 157 | 0.12 | 30 | 0.12 | 158 |
| | L10 | 0.39 | 45 | 0.36 | 205 | 0.30 | 53 | 0.32 | 209 | 0.24 | 30 | 0.27 | 214 |
| | L11 | 0.12 | 27 | 0.30 | 189 | 0.08 | 52 | 0.24 | 191 | 0.12 | 38 | 0.14 | 205 |
| | L12 | 0.12 | 1 | 0.15 | 187 | 0.09 | 5 | 0.12 | 197 | 0.10 | 33 | 0.07 | 188 |
| | L13 | 0.14 | 39 | 0.13 | 200 | 0.09 | 31 | 0.09 | 211 | 0.12 | 40 | 0.08 | 228 |
| | L14 | 0.12 | 31 | 0.19 | 210 | 0.11 | 18 | 0.14 | 197 | 0.13 | 52 | 0.11 | 189 |

表 2.1-7 各站实测垂线平均涨落潮最大流速流向

| 时段 | 站号 | 大潮期 | | | | 中潮期 | | | | 小潮期 | | | |
|-----------------|-----|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | 涨潮流 | | 落潮流 | | 涨潮流 | | 落潮流 | | 涨潮流 | | 落潮流 | |
| | | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° | 流速 m/s | 流向 ° |
| 2018 年夏 季 | L01 | 1.31 | 323 | 1.37 | 151 | 1.06 | 331 | 1.30 | 149 | 0.96 | 333 | 1.05 | 156 |
| | L02 | 1.20 | 334 | 1.19 | 140 | 0.94 | 330 | 1.05 | 144 | 0.95 | 328 | 0.97 | 141 |
| | L03 | 0.93 | 14 | 0.67 | 193 | 0.80 | 350 | 0.64 | 181 | 0.72 | 352 | 0.54 | 186 |
| | L04 | 0.73 | 309 | 1.25 | 132 | 0.72 | 305 | 1.03 | 132 | 0.73 | 318 | 1.04 | 130 |
| | L05 | 0.56 | 0 | 0.64 | 180 | 0.44 | 1 | 0.46 | 180 | 0.46 | 360 | 0.46 | 183 |
| | L06 | 0.44 | 350 | 0.56 | 165 | 0.34 | 348 | 0.49 | 160 | 0.34 | 356 | 0.47 | 168 |
| | L07 | 0.33 | 324 | 0.45 | 145 | 0.19 | 349 | 0.33 | 158 | 0.17 | 308 | 0.41 | 151 |
| | L08 | 0.18 | 11 | 0.56 | 228 | 0.21 | 355 | 0.50 | 232 | 0.28 | 115 | 0.39 | 230 |
| | L09 | 0.19 | 32 | 0.18 | 182 | 0.22 | 18 | 0.17 | 162 | 0.33 | 16 | 0.24 | 148 |
| | L10 | 0.65 | 36 | 0.66 | 204 | 0.43 | 42 | 0.61 | 211 | 0.51 | 30 | 0.54 | 216 |
| | L11 | 0.30 | 40 | 0.52 | 190 | 0.26 | 25 | 0.35 | 190 | 0.26 | 26 | 0.30 | 211 |
| | L12 | 0.23 | 13 | 0.28 | 191 | 0.20 | 36 | 0.17 | 176 | 0.21 | 32 | 0.19 | 165 |
| | L13 | 0.22 | 37 | 0.20 | 207 | 0.17 | 32 | 0.22 | 240 | 0.23 | 42 | 0.16 | 228 |
| | L14 | 0.26 | 33 | 0.28 | 210 | 0.24 | 23 | 0.22 | 195 | 0.23 | 43 | 0.21 | 196 |

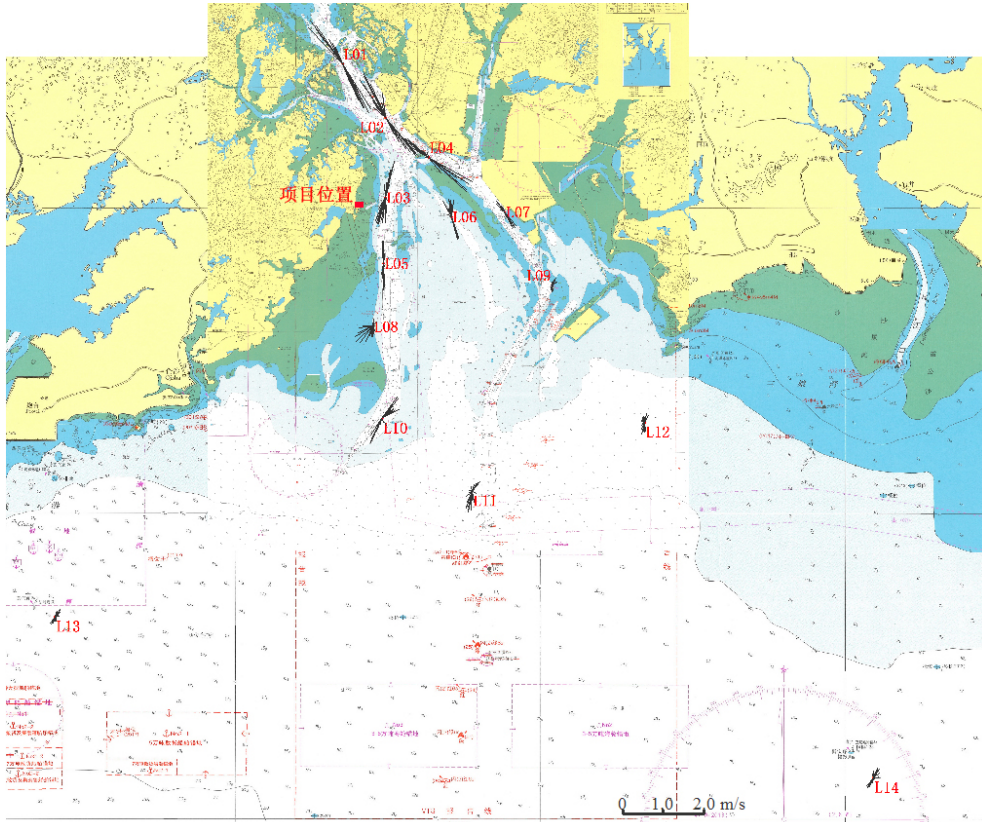


图2.1-5 2018年夏季测验大潮垂线平均海流矢量图

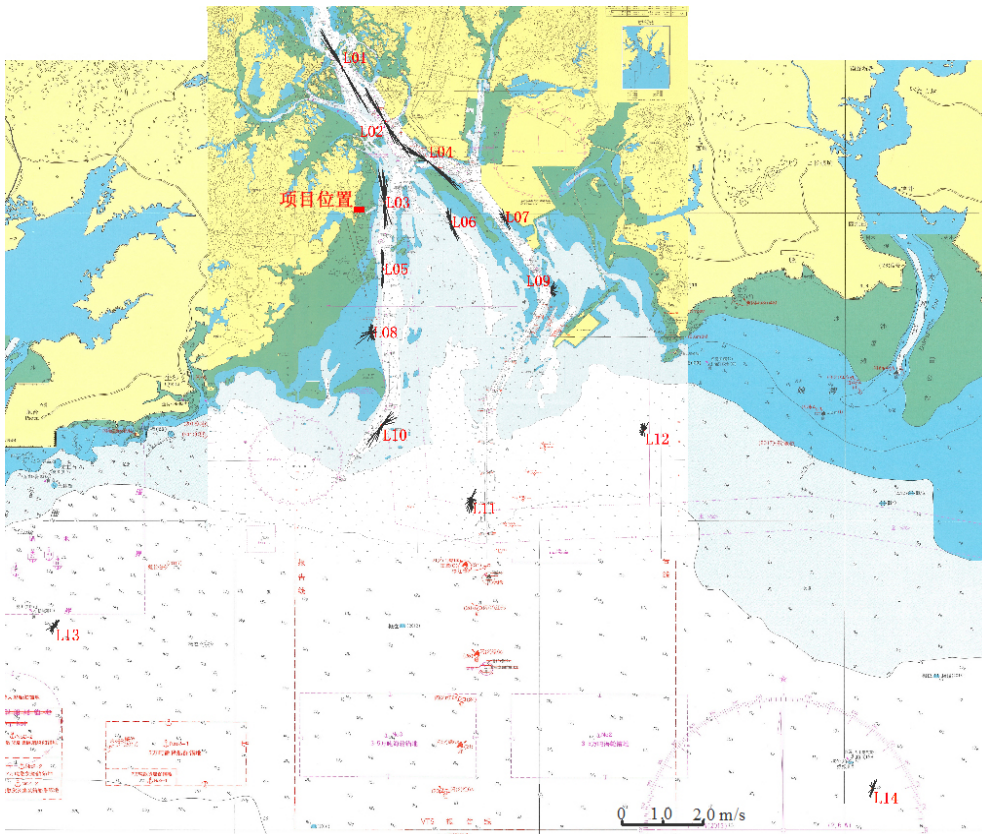


图2.1-6 2018年夏季测验中潮垂线平均海流矢量图

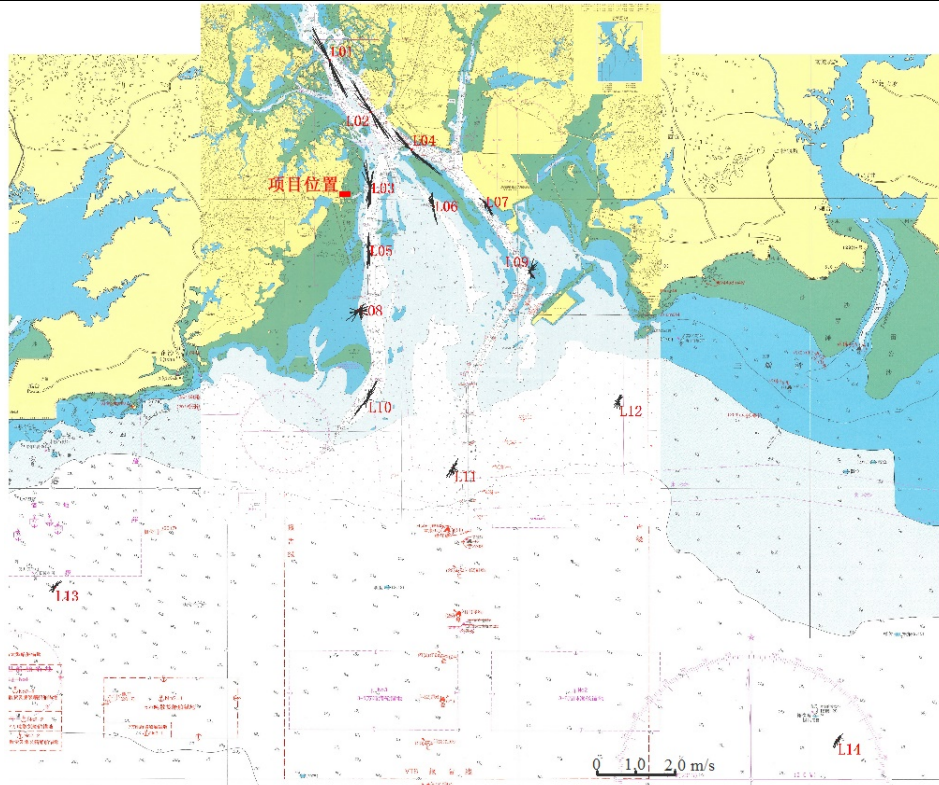


图2.1-7 2018年夏季测验小潮垂线平均海流矢量图

2018年夏季大潮期 L10、L13 站垂线平均涨潮流平均流速略大于落潮流平均流速，其余各站落潮流平均流速大于涨潮流平均流速；中潮期，L03 站垂线平均涨潮流平均流速大于落潮流平均流速，其余各站落潮流平均流速大于涨潮流平均流速；小潮期，L02、L03、L09、L12、L13、L14 站垂线平均涨潮流平均流速大于落潮流平均流速，其余各站落潮流平均流速大于涨潮流平均流速。

在三个潮次的观测中，大潮期的垂线平均涨潮流平均流速大于中潮，垂线平均落潮流平均流速也大于中潮，个别站位因受地形影响形成落潮流平均流速稍小于中潮。除个别站位外，中潮期各站的垂线平均涨潮流、落潮流平均流速亦大于小潮。

2.1.2.4 余流

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之外，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。

2018年夏季水文测验一般是湾内大部分测站（L01~L07）的余流小潮余流流速大，其次是中潮，大潮略小。湾外大部分测站（L08~L14）则是大潮余流流速大，中潮次之，小潮较小。大潮期余流流速在 0.8cm/s~32.3cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 32.3cm/s，流向为 210°，出现在 L11 测站表层；中潮期余流流速在 0.6cm/s~26.8cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 26.8cm/s，流向为 141°，出现在 L04 测站表层；小潮期余流流速在 0.6cm/s~

40.3cm/s 之间，各站各层最大余流流速为 40.3cm/s，流向为 129°，出现在 L04 测站表层。全潮余流流速的最大值出现在 L04 测站。

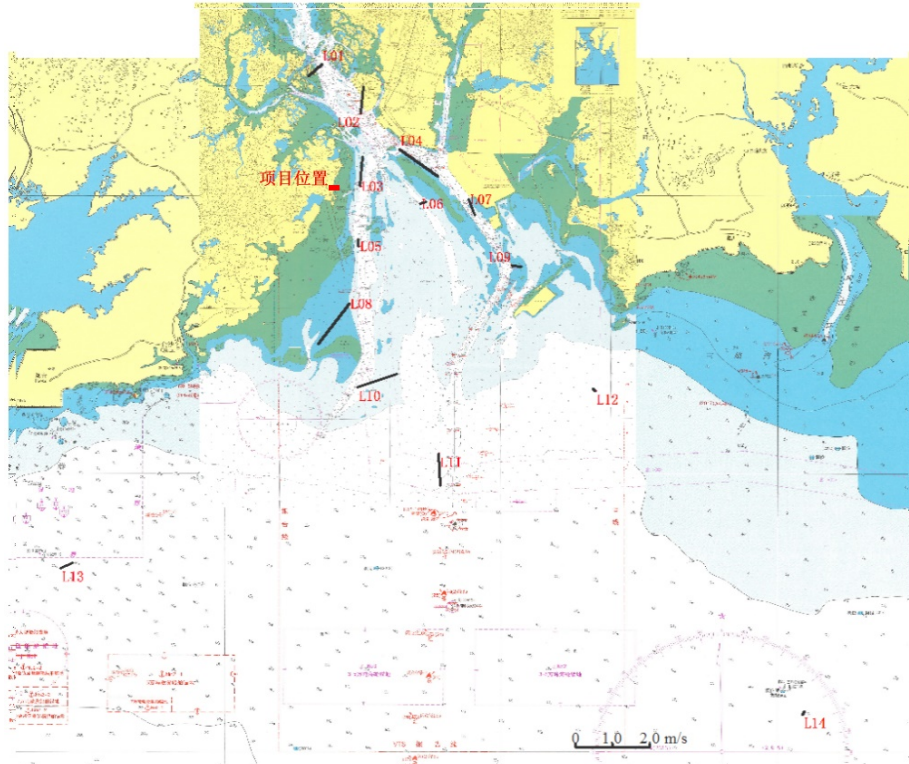


图2.1-8 2018年夏季大潮垂线平均余流矢量图

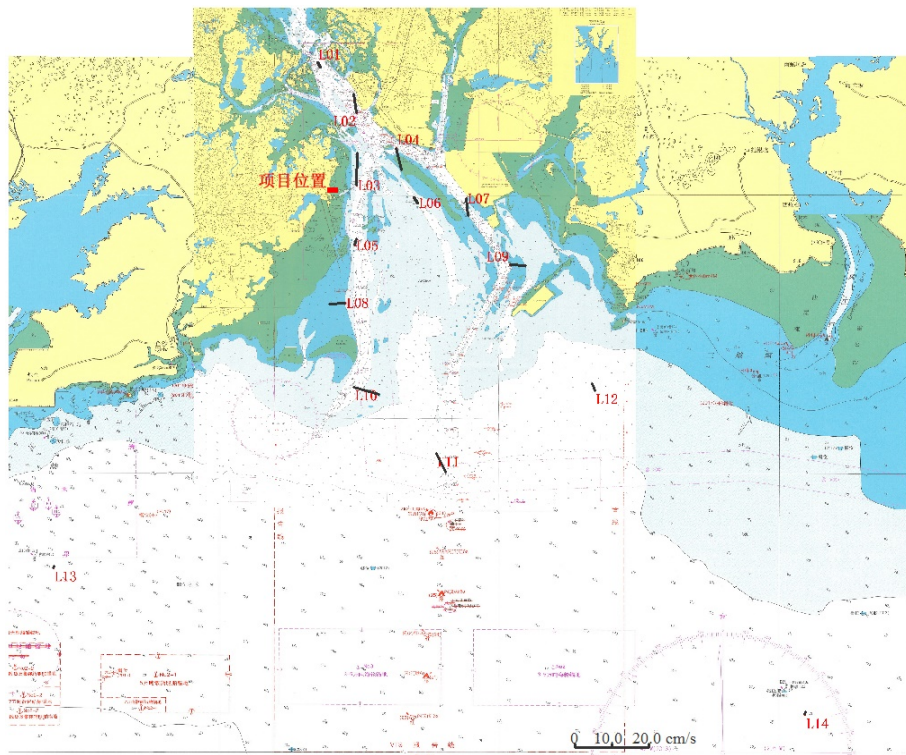


图2.1-9 2018年夏季中潮垂线平均余流矢量图

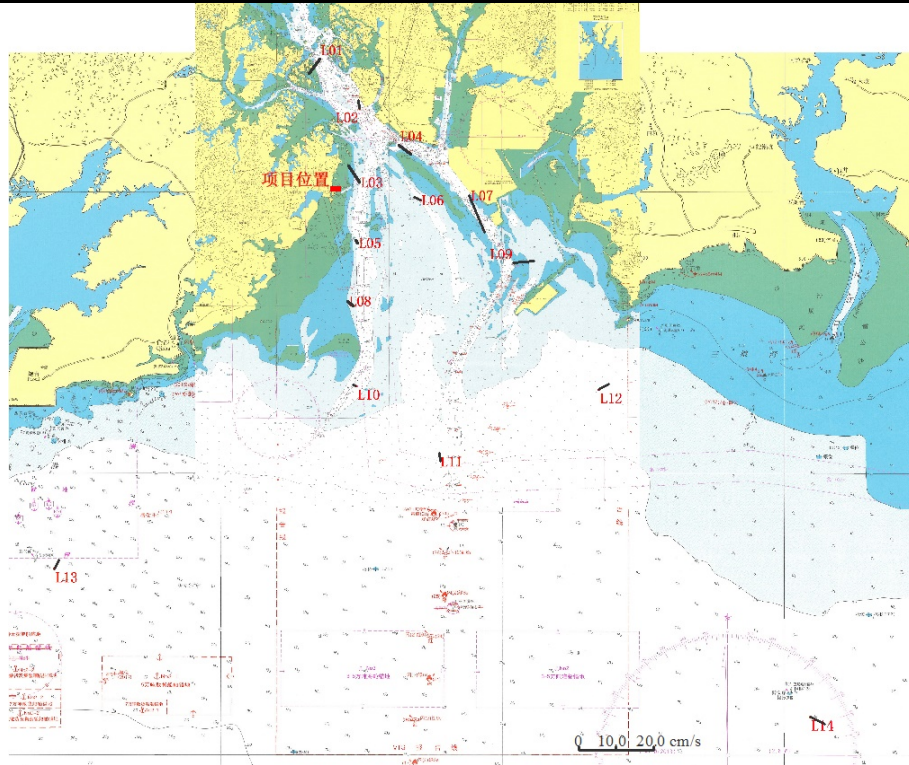


图2.1-10 2018年夏季小潮垂线平均余流矢量图

各测站余流方向趋势可见三个潮次的余流矢量图(图 2.1-8~图 2.1-10)。由矢量图可见, 2018 年夏季湾内大部分站表层的余流流向为偏 SE 向, 湾内站中、底层流向为偏 NE 或偏 NW 向; 湾外大部分站的表层余流流向为偏 S 向, 中、底层余流流向也为偏 E 或偏 S 向。

2.1.2.5 波浪

钦州湾地处亚热带地区, 受亚热带季风的影响。湾内波浪主要是风浪, 占总波数的 90% 以上, 由外海传播而来的涌浪也占有一定的比例。湾内波高一般不大, 茅尾海内微浪居多, 小浪出现的频率较少, 外湾微浪和小浪较多。在热带气旋影响下可出现较大波浪。

2008 年 10 月至 2009 年 9 月期间在防城港核电站厂址附近的西水道 (N21°39'07"、E108°34'51") 进行了波浪的周年观测。整个观测期间月平均有效波高均不超过 0.5m, 而月最大有效波高出现在 2009 年 3 月, 为 1.30m。观测期间波浪在各个方向上均有出现, 但是在任一方向出现的频率都未超过 20%, 大部分在 10% 以下 (表 2.1-8)。总体而言, 冬季无明显常浪向, 春季常浪向以 SE 为主, 夏季则以 S 向为主, 秋季波浪在 S~SW 向出现频率较多。

在共 365 天的观测期间, 3 级轻浪 ($0.5\text{m} \leq H_{1/3} < 1.25\text{m}$) 出现天数为 333 天, 出现率 91.23%, 2 级小浪 ($0.1\text{m} \leq H_{1/3} < 0.5\text{m}$) 出现天数为 31 天, 出现率 8.41%, 中浪 ($1.25\text{m} \leq H_{1/3} < 2.5\text{m}$) 出现天数仅有 1 天。波浪的有效波高主要集中在 0m ~ 1m, 周期介于

2s~4s 的范围内，出现频率分别为 99.89%和 97.09%。

相比较而言，2008 年春季的波浪要大于其它三季。观测期间共有四次台风影响北部湾海域，但未对厂址附近海域的波浪产生较大影响；台风活动期间最大波高均未超过 2m。

表 2.1-8 防城港核电站厂址附近波浪周年观测逐月波浪向统计表

| 时间 | 浪向 |
|----------|-----------------------------|
| 2008年10月 | 常浪向ESE~S |
| 2008年11月 | 常浪向ESE，次常浪向SW |
| 2008年12月 | 常浪向ENE，次常浪向为SE |
| 2009年1月 | 常浪向E，次常浪向为SE与W |
| 2009年2月 | 常浪向ESE，次常浪向为SW |
| 2009年3月 | 无明显常浪向，在SSE、SW、NE等方向出现的频率相当 |
| 2009年4月 | 常浪向SE，次常浪向分布在其两侧 |
| 2009年5月 | 与4月相似 |
| 2009年6月 | 常浪向以S向为主，次常浪向分布在其两侧 |
| 2009年7月 | 与6月相似 |
| 2009年8月 | 常浪向ESE |
| 2009年9月 | 常浪向SSW， |

2.1.3 海域地形地貌与冲淤状况

2.1.3.1 论证范围内水下地形地貌

如论证范围内的海图所示(图 2.1-11)，项目所在位置主要位于钦州湾西水道以西海域，水道水深约 8m。防城港核电站二期取水明渠位于红沙滩海域，根据防城港核电站二期（2×HL1000-1）工程海域使用论证报告书，二期取水明渠开挖至-7.9m。

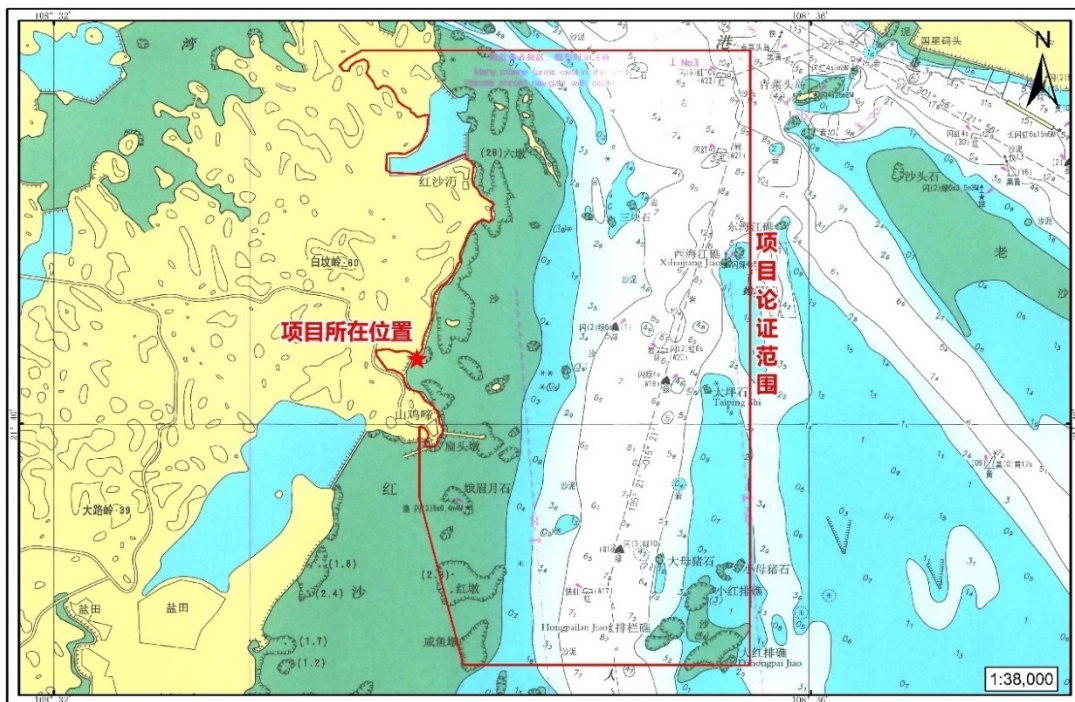


图2.1-11 本项目论证范围内水深地形图

2.1.3.2 项目所在钦州湾水下地貌

钦州湾是冰后期海平面上升，海水侵入钦江和茅岭江古河谷而形成的巨型溺谷海湾。钦州湾由内湾、外湾和联通二者的潮流通道组成，在平面形态上称“哑铃”形状。外湾以大庙墩和企沙为湾口，东西宽约 26.4km，南北长约 13km；内湾又称茅尾海，其长、宽各 13km，是一个巨大的纳潮水域；茅尾海有钦江和茅岭江注入；连接内外两湾的鹰岭潮流水道，由青菜头至亚公山水域长约 8.7km，最窄处宽约 1.7km。

在径流、潮流和波浪等多种动力因素长期作用下，钦州湾形成了复杂而多样的水下地貌类型，主要有潮间带浅滩、河口沙坝、潮沟、潮流沙脊、潮流深槽（水道）、拦门沙体、水下斜坡等（图 2.1-12）。

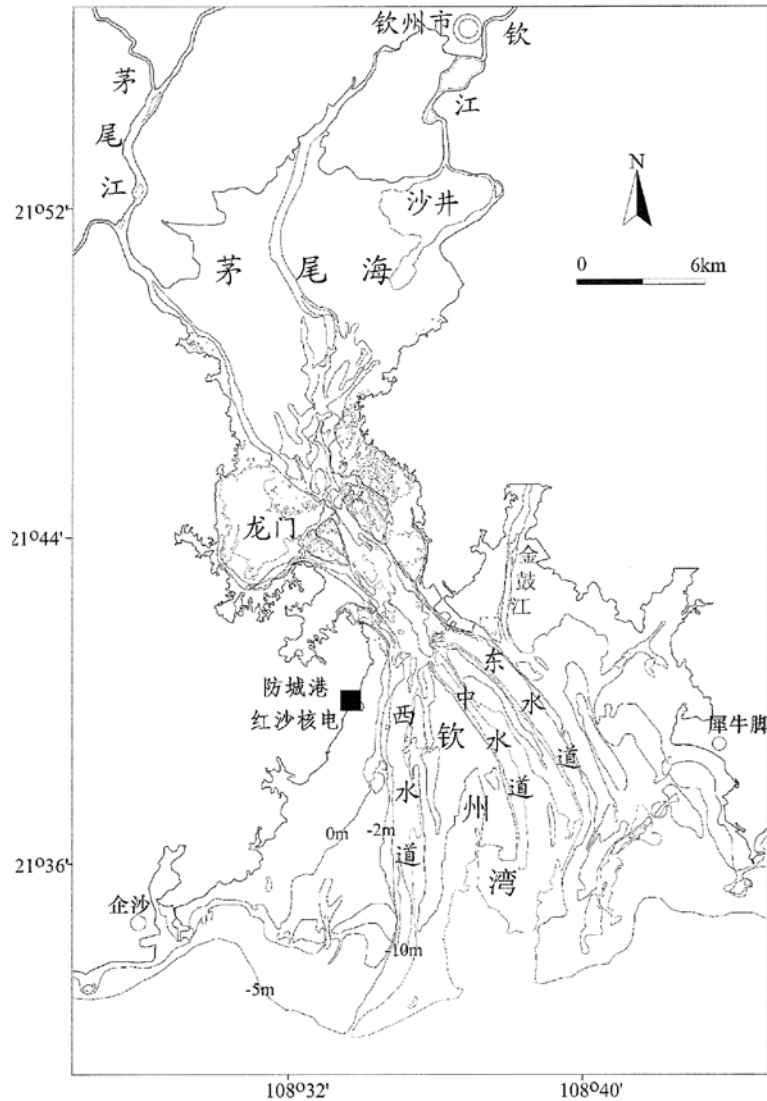


图2.1-12 钦州湾水下地貌类型分布图

其中，钦州湾潮间带浅滩广泛发育，主要分布于茅尾海、龙门、金鼓江、鹿耳环江和

钦州湾外湾东、西两侧湾等潮间带。潮滩一般宽 1km~3km，最宽的潮滩分布在茅尾海，宽度达 4km~6km，面积达 85km²，占茅尾海总面积（114km²）的 75%；其次为东岸金鼓江淡水湾沿岸和西岸沙螺寮至山新沿岸一带，宽度为 2km~4km，位于湾的中部勒沟—果子山—鹰岭一带的潮滩最窄，仅 0.10km~0.30km。

2.1.4 工程地质

2.1.4.1 区域地质

（1）断裂构造

防城港核电长厂址附近区域断裂构造发育。经多次构造运动先后形成一系列规模不等、方向不一、性质不同的断裂，其中规模较大的断裂对区域地质构造发育、沉积岩相和沉积厚度、岩浆活动及构造变形等有不同程度的控制作用。它们按走向主要分北东、北西和北东东向 3 组。北东向如防城—灵山断裂带、合浦—北流断裂带、凭祥—南宁断裂、涠西南断裂等，它们主要分布于凭祥—南宁一线以东地区，总体走向北东 40~60°，规模大，延伸长，多具长期而复杂的发育历史。其中防城—灵山和合浦—北流断裂带是钦州华力西褶皱带的主要构造边界。北西向断裂分布于宾阳—马山一线之西南的地区，总体走向北西 50~60°，断裂线平直，断续成带分布，它们开始出现与右江再生地槽的形成和演化有关，后期得到进一步发展。北东东向断裂主要位于北部湾盆地，规模小，长一般数十公里，控制了盆地内次一级凹陷（地堑）和凸起（地垒）的发育。

（2）地震

水工构筑物区域及其附近区域范围内，历史上没有破坏性地震（ $M \geq 4\frac{3}{4}$ ）的记载。1970 年之前没有仪器记录资料。从 1970 年 1 月至 2008 年 10 月，区内共发生 $ML \geq 1.0$ 级地震 33 次，其中 $2.0 \leq ML < 3.0$ 级 21 次、 $ML < 2.0$ 级 8 次， $3.0 \leq ML < 4.0$ 级地震 4 次，最大的一次为 1976 年 6 月 11 日发生的 3.5 级地震（21.668N，108.354E）。

根据史料记载及实地调查访问（5km 范围内），人们只有感到过 1~2 次极轻微的地震，普遍的感觉是听到瓦响、碗响，处于安静状态（如睡觉、考试等）的人感到有些晃动，如床摇、桌子移动等，器物和房屋未受影响；未发生任何与地震有关的滑坡、塌陷、斜坡失稳等其它的地质灾害。

根据《防城港核电工程地震安全评价报告》，水工构筑物区域 50 年 10%超越概率水平下的地震基本烈度为 VI 度，SL-2 高值为 0.16g。

2.1.4.2 工程地质

根据中船勘察设计研究院有限公司于 2009 年 12 月编写的《广西防城港核电站海工工程岩土工程勘察报告（勘察阶段：初勘）》，防城港核电站二期工程范围内布置的勘察钻孔点如图 2.1-13 所示。

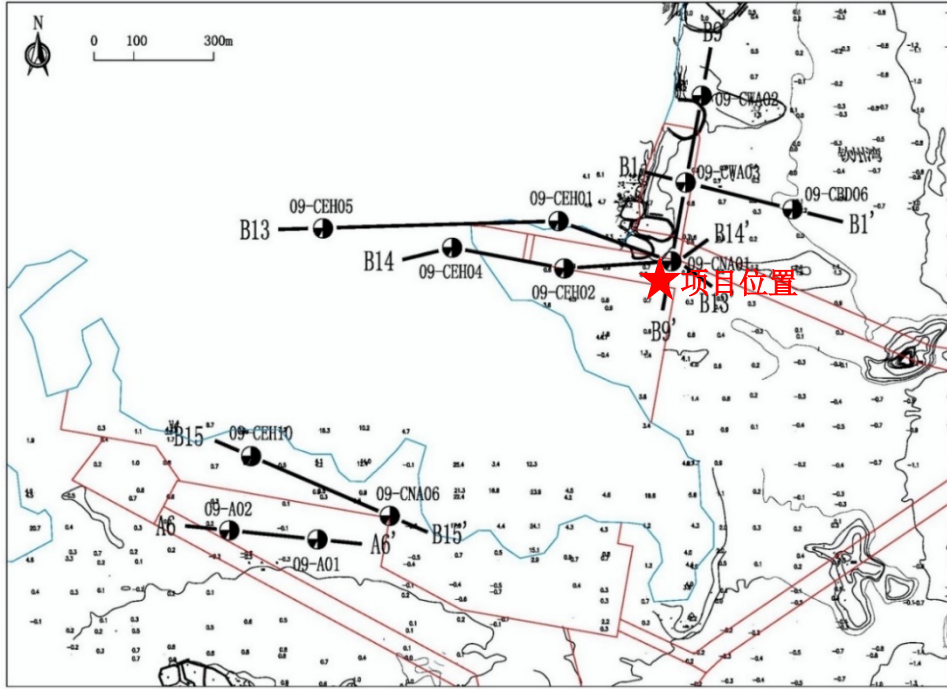


图2.1-13 地质勘察钻孔平面布置图

根据工程地质测绘结果并结合区域地质资料及地质勘探成果，水工构筑物区出露地层为第四系松散堆积层和志留系下统连滩群沉积岩。

(1) 第四系地层

水工构筑物区内第四系地层主要为海积细沙、淤泥质粘土以及坡残积粉质粘土。

1) 第四系全新统滨海沉积 (Q_4^m)

①₁细砂：灰黄、灰白色，松散，以石英砂为主，棱角~次圆状，局部混淤泥、淤泥质粘土等较多。该层分布不连续，在近岸段分布较多，远岸后渐少，揭露层厚约 0.3m~6.2m，一般厚度约 2.14m。

①₂淤泥质粘土：灰褐~灰黑色，海相沉积形成，饱和，流塑状，局部混砂和贝壳碎屑，具腥臭味，分布较广，局部缺失，层厚约 0.3~5.9m，平均 2.87m。

①₃粉质粘土：褐红~褐黄色，软塑~可塑状，夹贝壳碎屑，少量钻孔有揭露，呈透镜体分布，分布范围有限。

2) 第四系残积层 (Q^{el})

②粉质粘土（残积土）：褐黄、灰黄、灰褐色，部分含少量风化残留碎石，呈硬塑~可塑状态，厚度 0.5m~5.3m，分布不连续，平均 2.14m。

（2）基岩：志留系下统连滩群第五组（S₁ln^e）

海工构筑物区域地层，层理发育，以水平层理为主，亦出现舟状交错层理、波状层理，以及条带状、透镜状、卷曲状层理，整体产状稳定，倾向北西（290°~320°），倾角变化较大（15°~55°），局部受断层及褶皱的影响，较软岩层产状变化较大，甚至倒转，但范围有限。由于区域地壳的多次缓慢升降，在此过程中沉积形成的志留系下统连滩群第五组岩层具有不同尺度的由粗到细韵律。

根据本次地质勘探的结果及以往工作成果，兼顾地层的空间组合及岩体物理力学特性，将海工构筑物区域内地层分为三大岩组，三大风化分带，具体分层和描述如下：

粉砂岩岩组：岩性为薄层~中厚层状粉砂岩夹泥质粉砂岩、泥页岩，岩质较硬，局部可见巨厚层。按风化分带分层描述如下：

③₁全风化粉砂岩岩组：灰黄~褐黄色，岩石已风化呈土状，混少量基岩碎块，原岩结构尚可分辨，有残余结构强度。

④₁强风化粉砂岩岩组：灰黄、褐黄色，岩石风化强烈，风化裂隙很发育，岩心呈碎块状、土夹碎块状，矿物成分变化显著。

⑤₁中风化粉砂岩岩组：青灰、紫红、灰白等色，风化裂隙较发育，裂隙面锈染，岩心呈块状、短柱状，少量柱状。

泥质粉砂岩岩组：主要岩层为薄层~中厚层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹泥页岩，部分地段夹薄层~中厚层粉砂岩，泥质粉砂岩泥质含量较高，岩质较软。按风化分带分层描述如下：

③₂全风化泥质粉砂岩岩组：灰黄~褐黄色，岩石已风化呈土状，岩心呈土夹少量碎块状，原岩结构尚可分辨，有部分残余结构强度。

④₂强风化泥质粉砂岩岩组：灰黄、褐黄色，岩石风化强烈，原岩矿物成分显著变化，手可折断，风化裂隙很发育，岩心呈碎块状、土夹碎块状。

⑤₂中风化泥质粉砂岩岩组：紫红、紫灰等色，风化裂隙较发育，裂隙面锈染，岩心呈块状、短柱状。

泥、页岩岩组：主要岩层为薄层泥页岩、泥岩夹薄层状粉砂岩，局部夹石英脉体，岩质软，遇水易软化。按风化分带分层描述如下：

③₃全风化泥、页岩岩组：灰黄~灰白色，矿物均风化变异，含大量粘土矿物，结构构

造已基本破坏，但层理仍可辨认，岩体呈泥土状。

④₃强风化泥、页岩岩组：少量石英脉残留，其它矿物显著风化变异，含较多的粘土矿物，结构构造已大部分破坏，岩体碎块干时用手可折断，浸水易软化，岩心呈土状、少量块状。

⑤₃中风化泥、页岩岩组：灰色、灰白色，少量灰黑色，矿物成分风化变质较轻，岩心呈块状、少量短柱状，局部夹石英碎块。节选的剖面图如图 2.1-14，钻孔柱状图见 2.1-15。

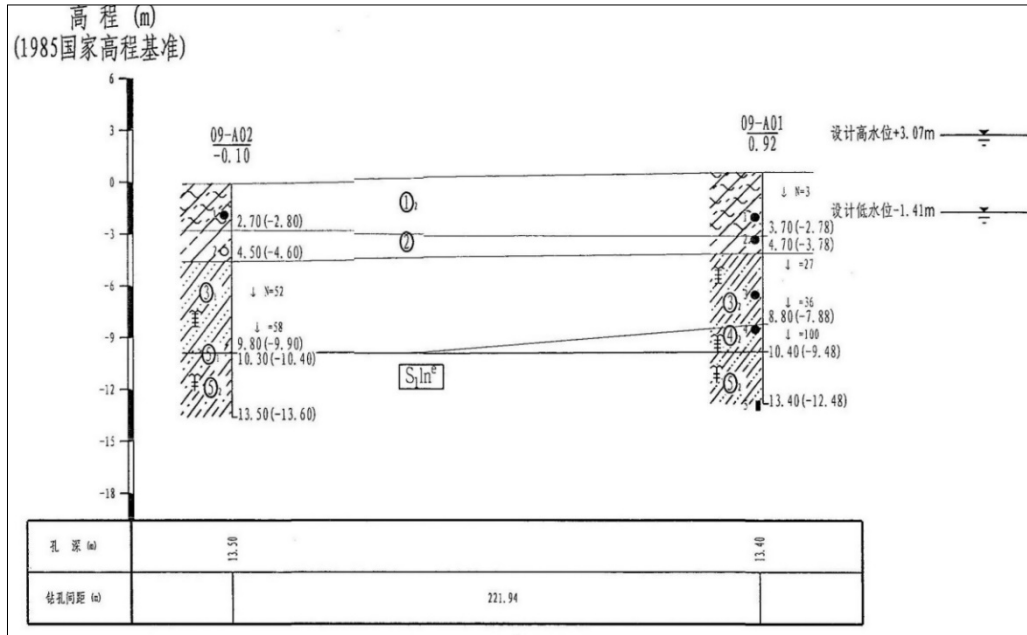


图2.1-14a 地质剖面图 (A6-A6' 剖面)

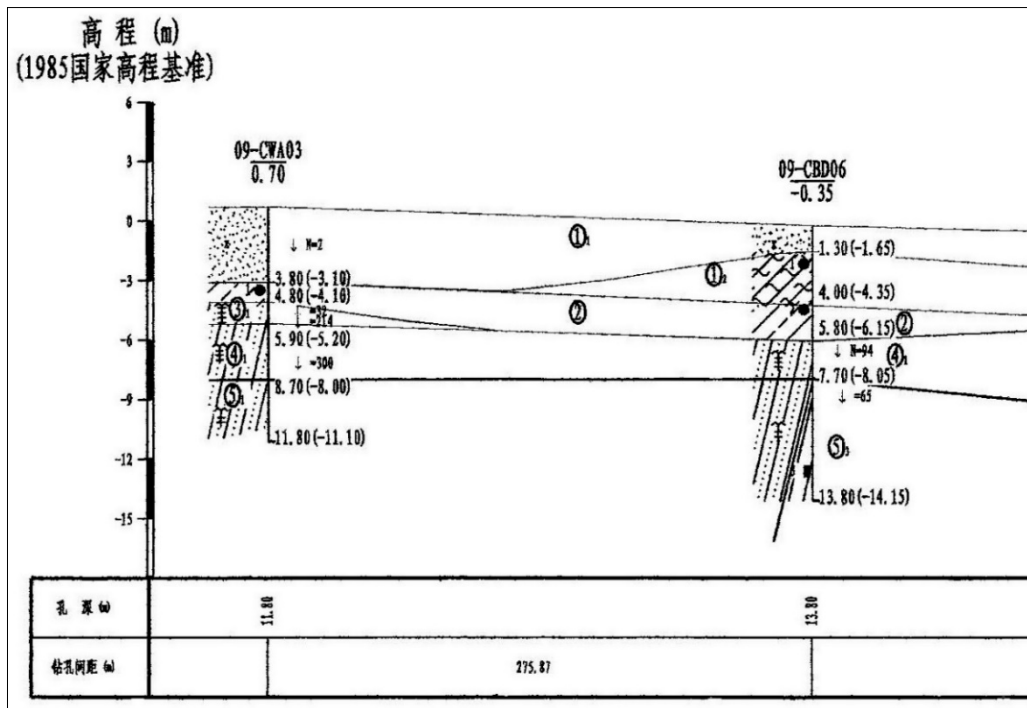


图2.1-14b 地质剖面图 (B1-B1' 剖面节选)

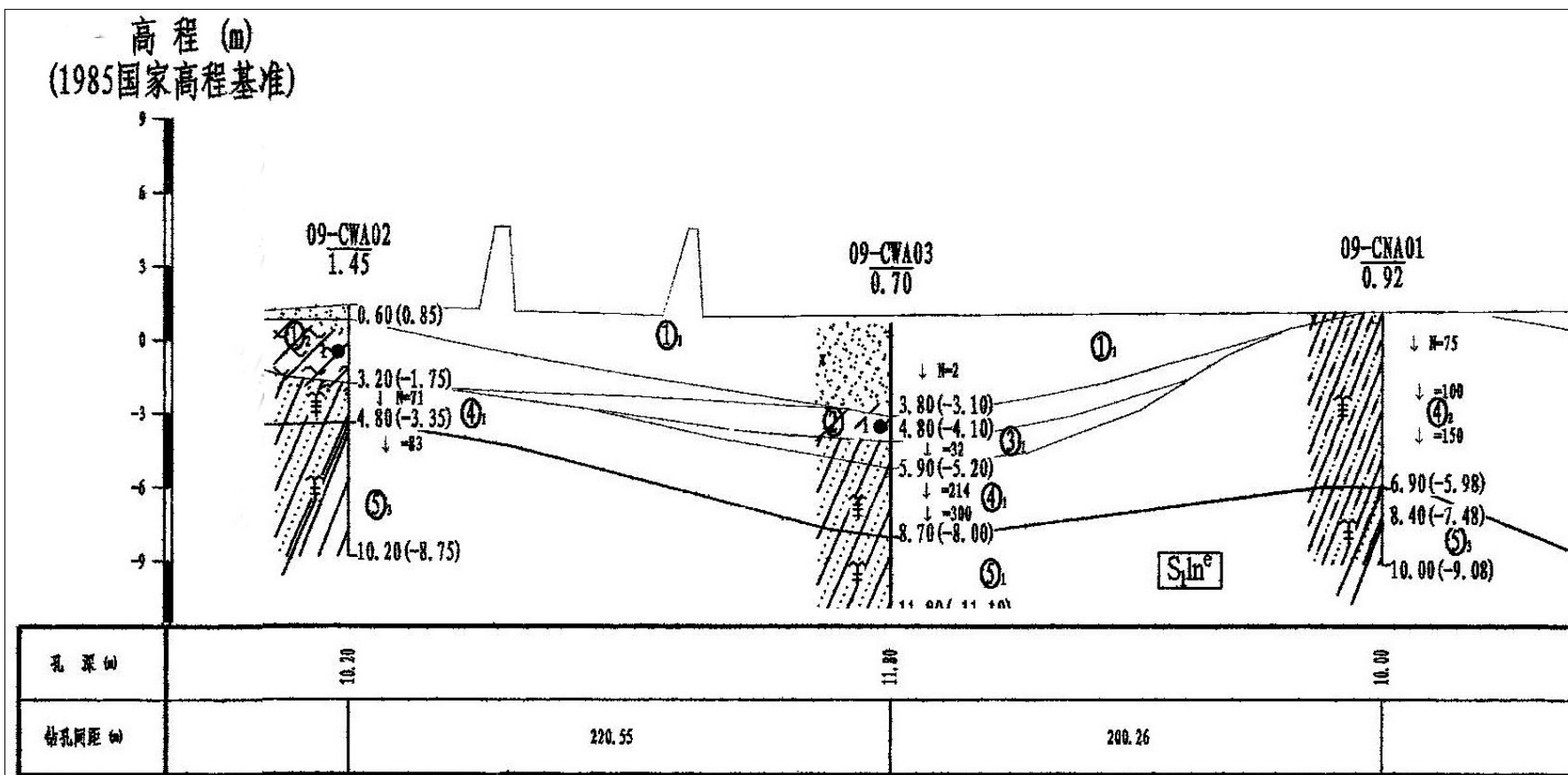


图2.1-14c 地质剖面图 (B9-B9' 剖面节选)

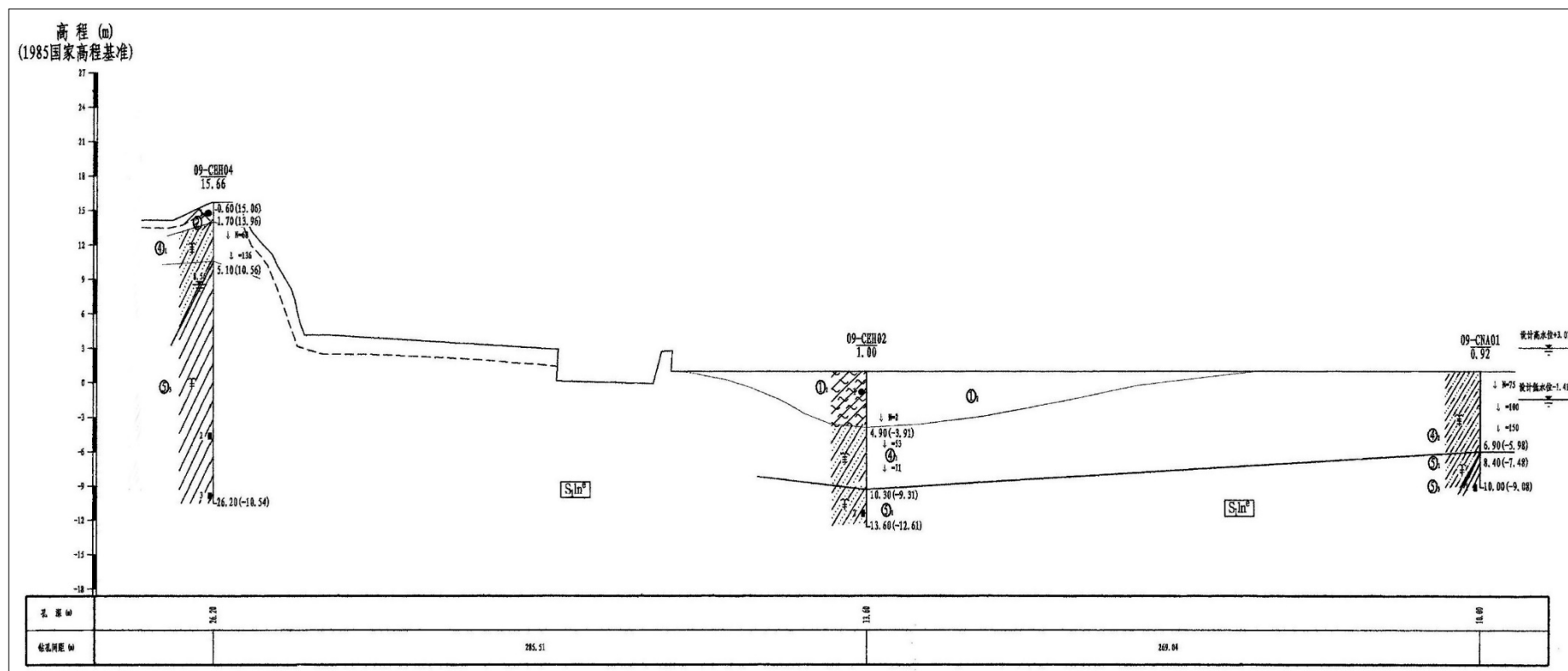


图2.1-14d 地质剖面图 (B14-B14' 剖面节选)

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

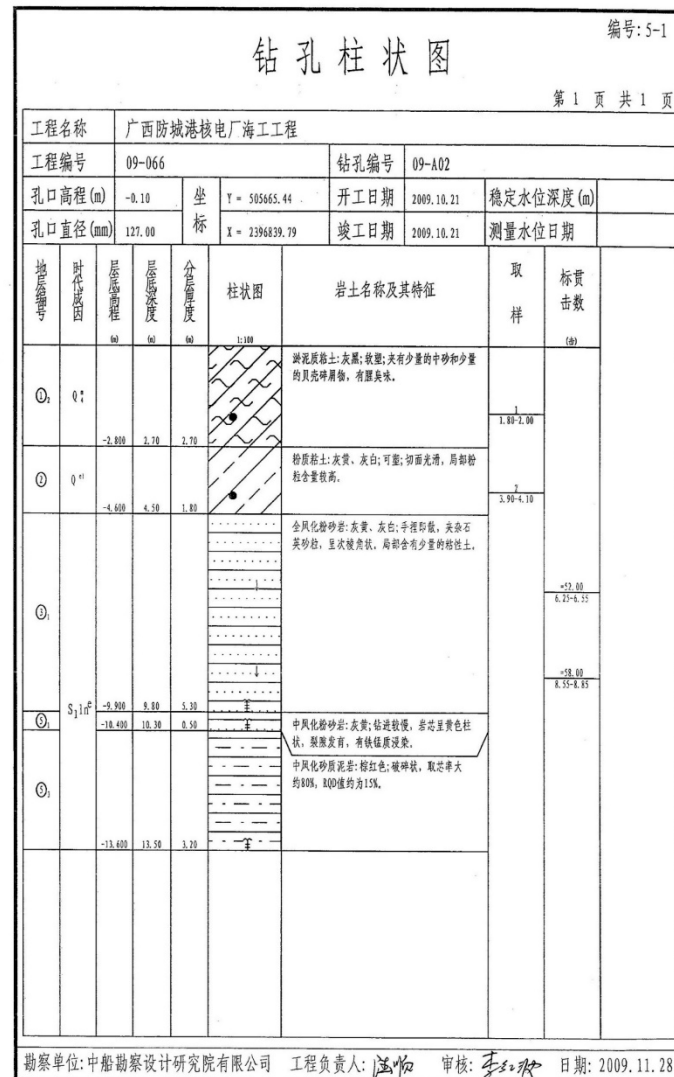
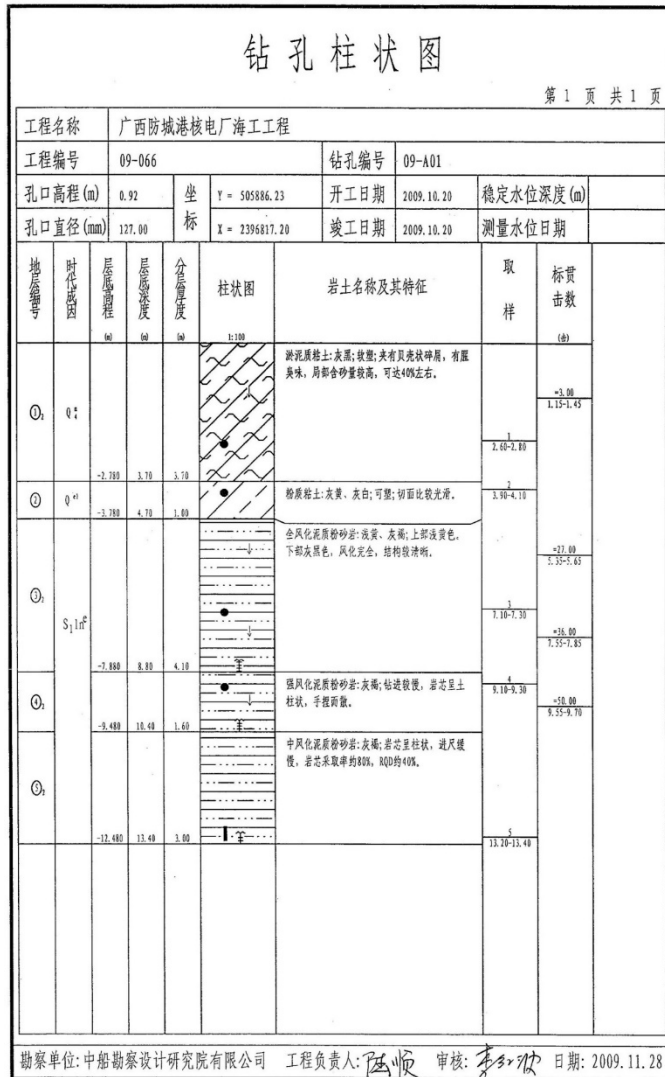


图2.1-15a 钻孔柱状图一

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

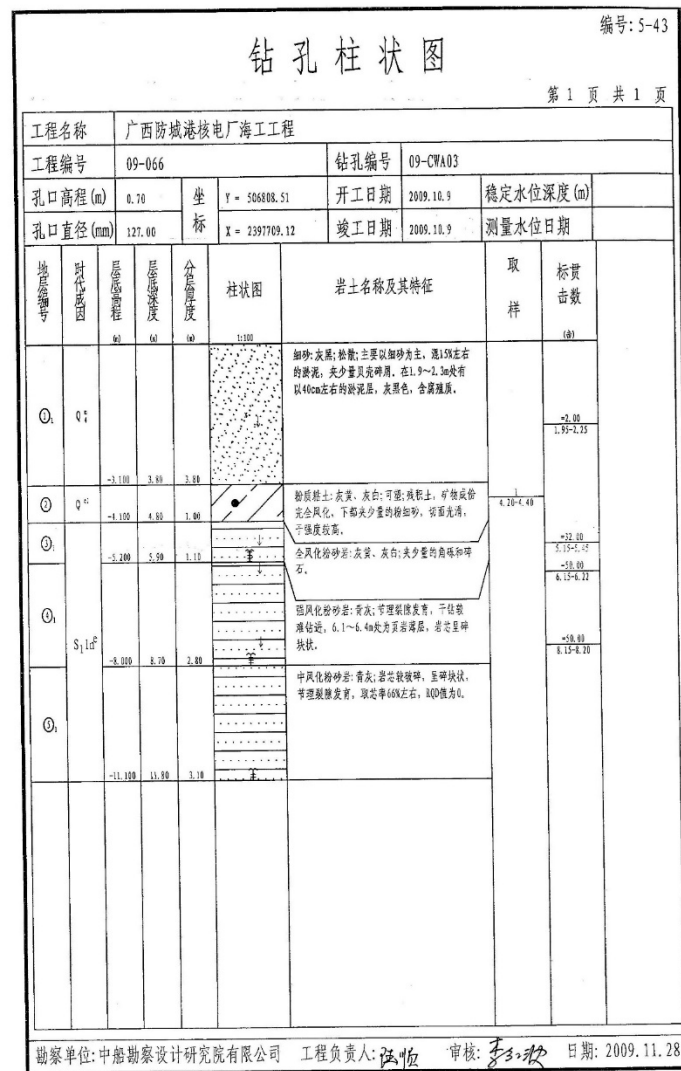
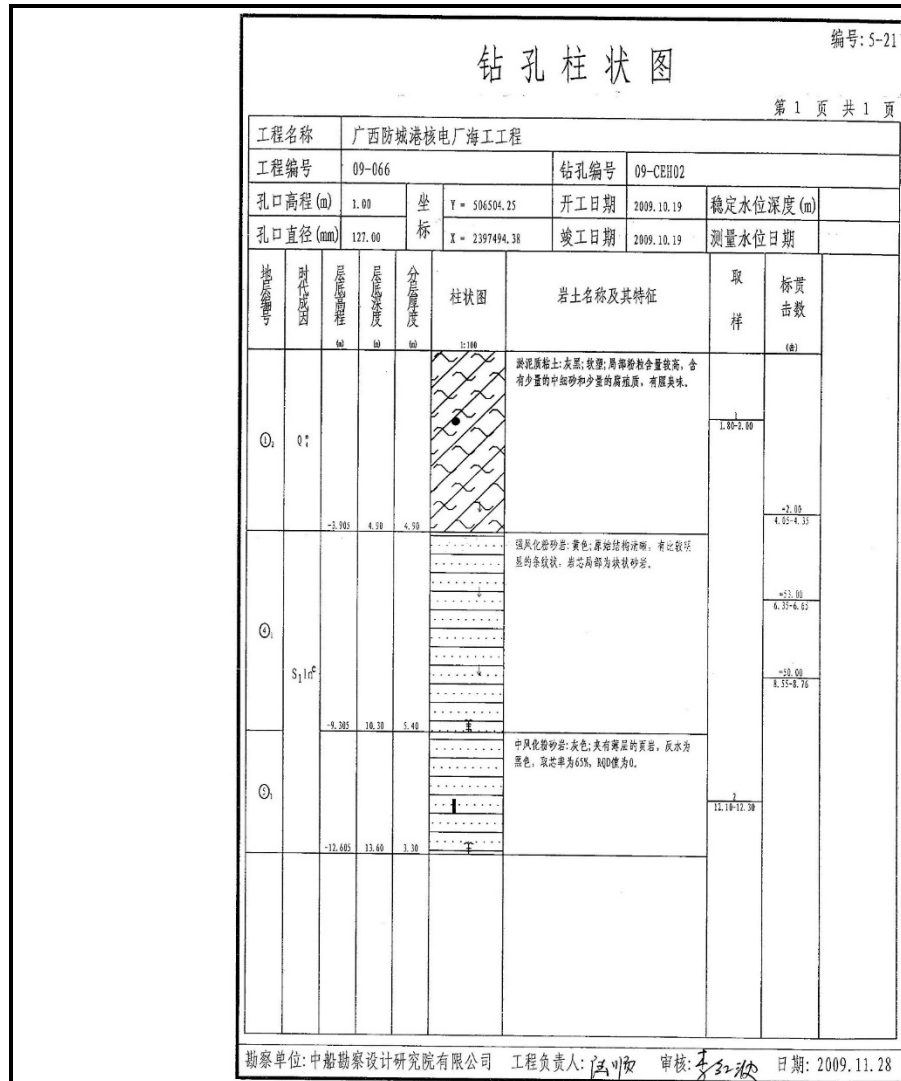


图 2.1-15b 钻孔柱状图二

2.1.4.3 工程地质条件评价

(1) 场地地震效应

根据《第一道新增拦污网水上平台施工图设计说明》（深圳中广核工程设计有限公司）和《防城港核电工程地震安全评价报告》，构筑物 50 年 10%超越概率水平向峰值加速度为 0.063g，设计地震分组为第一组，SL-2 值为 0.16g，SL-1 值为 0.08g。

场地抗震设防烈度为 VI 度，根据《建筑抗震设计规范(GB50011-2010)》（2016 版）第 4.3.4 条，本工程液化判别深度为 20m。拟建场地 20m 深度范围有仅有 Z16 钻孔揭露存在淤泥质黏土、粉质黏土层，属于第四纪晚全新统 (Q4)产物，根据《建筑抗震设计规范（GB50011-2010）》（2016 版）第 4.3.3 条，可不考虑液化影响。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）表 4.1.1 划分建筑抗震地段类别，结合地形、地貌、地层岩性等判断该场地拦污网与简易码头子项为抗震有利地段，运维通道子项为抗震一般地段。

(2) 不良地质作用

根据调查，结合前期资料，场地内无滑坡、溶洞、地裂缝、地面塌陷及其它不良地质作用。

(3) 地质稳定性评价

根据前期资料，该场地内无活动性断裂通过，场地地质构造稳定。

场地未发现抽取地下水、石料采集，不存在因人为活动造成的潜在的塌陷、沉降等潜在地质危害。

根据现场地形地貌和地层岩性的勘察分析，结合前期资料，本区未发现风化槽、风化囊等风化形式，以及地面塌陷等现象，且无潜在的塌陷可能。

综上所述，该场地整体稳定性较好，适宜该工程的建设。

(4) 地基稳定性评价

本次勘察所有子项基底以下地基土无临空面或可溶岩类，岩层倾角平缓，无软弱下卧层，无临空面，不存在滑移和倾覆的可能性，地基稳定。

2.1.5 海洋自然灾害

2.1.5.1 风暴潮

防城港核电厂位于北部湾湾顶部位，一般来讲，因雷州半岛、海南岛的阻挡，北

部湾湾顶海域与一般台风来向相背，所以该区域台风直接登陆的可能性较小。台风影响主要来自于登陆海南岛、雷州半岛或进入北部湾的热带气旋。

(1) 风暴潮情况

据不完全统计，1949 年~1998 年的 50 年中，造成广西沿海受灾较为严重的台风共 20 多次，且多数台风均不同程度地诱发台风风暴潮，造成了一定的灾害损失。灾害较为严重的台风风暴潮有 6508 号、8217 号及 8609 号 3 场台风风暴潮。

广西沿岸的台风风暴潮，一般始于每年的 5 月，终于每年的 11 月，以 7 月~9 月居多，其中尤以 8 月尾最多，约占全年热带气旋影响总次数的 26.3%。广西沿海的台风增水以 0.50m~0.99m 的频率居多，大于 0.30m 的台风风暴潮出现频率以 7 月~9 月最高，约占全年频率的 69.2%。

根据 2015~2017 年《防城港市海洋环境质量公报》，2015 年，防城港市沿海出现了 2 次风暴潮灾害，受风暴灾害影响，全市受灾人口 11.5 万人，堤防、水闸损坏，水利经济损失 1187 万元，未造成认识死亡（含失踪）。2016 年，防城港市出现了 2 次风暴潮灾害过程，受其影响，造成直接经济损失 1.149 亿元。2017 年，防城港市沿海出现了 1 次风暴潮灾害过程，直接经济损失不大。

根据 2018~2019 年《广西壮族自治区生态环境状况公报》，2018 年，广西沿海出现波高 ≥ 2.0 米的灾害性海浪天数 32 天，其中最大波高 4.0 米，出现于 9 月 17 日 1822 号超强台风“山竹”影响期间；受超强台风“山竹”影响，出现 1 次风暴潮灾害的过程；发生 4 次超过当地警戒潮位的天文大潮。2019 年，广西沿海海洋灾害造成直接经济损失 2.60 亿元，未造成人员伤亡。全年灾害过程共有 2 次，即 1904 号“木恩”风暴潮和 1907 号“韦帕”风暴潮，分别造成直接经济损失 1168 万元、24878.34 万元。受灾地区主要为防城港市和北海市，直接经济损失分别为 17906 万元、8140.34 万元，灾害损失主要来自于水产养殖、海堤损毁、农田淹没等。

(2) 防城港核电厂厂址风暴潮增减水

由于钦州湾特殊的地理环境，即使在台风环流的影响下，钦州湾定时风力 ≥ 6 级的累年平均出现天数为 0.63 天， ≥ 8 级的累年平均出现天数为 0.15 天。

钦州湾（包括防城港核电厂址）的风暴潮增减水量值一般在 0.80m 和 1.00m 左右，在强台风的影响下风暴潮（增水、减水）可达到 1.50m 左右，历史上超过 2m 的风暴潮只有一次。

表 2.1-9 为用概率论方法计算出的厂址可能最大风暴潮增减水数值。

表 2.1-9 防城港核电站厂址风暴潮增减水重现期分布

| 重现期 (年) | 频率P (%) | 增水 (m) | | | 减水 (m) | | |
|------------|------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------|--------------|
| | | P-III 分布 | 概率70%的 置信区间 | GUMBEL 分布 | P-III 分布 | 概率70%的 置信区间 | GUMBEL 分布 |
| 10000 | 0.01 | 4.90 | ±1.87 | | -2.38 | ±0.50 | |
| 1000 | 0.1 | 3.89 | ±1.25 | 3.45 | -2.05 | ±0.34 | -2.13 |
| 200 | 0.5 | 3.22 | ±0.84 | 2.82 | -1.84 | ±0.23 | -1.84 |
| 100 | 1 | 2.85 | ±0.68 | 2.54 | -1.70 | ±0.19 | -1.71 |
| 50 | 2 | 2.52 | ±0.53 | 2.27 | -1.59 | ±0.15 | -1.58 |
| 33 | 3 | 2.37 | ±0.44 | 2.08 | -1.54 | ±0.13 | -1.50 |
| 20 | 5 | 2.11 | ±0.34 | 1.90 | -1.45 | ±0.11 | -1.41 |
| 10 | 10 | 1.76 | ±0.24 | 1.61 | -1.32 | ±0.09 | -1.28 |
| 5 | 20 | 1.38 | ±0.18 | 1.22 | -1.17 | ±0.07 | -1.09 |
| 2 | 50 | 0.81 | ±0.14 | 0.87 | -0.93 | ±0.06 | -0.93 |

2.1.5.2 赤潮

防城港核电站取水海域的主要赤潮生物是球形棕囊藻（*Phaeocystis globosa*）。这是一类具有游离单细胞和囊体两种生活形态的浮游藻类，是海洋中分布最为广泛的浮游植物之一，属定鞭藻纲定鞭藻目。球形棕囊藻是棕囊藻属的一种，具有独特的生活史，可在单细胞和囊体（球形或非球形）两种形态间转换。单细胞直径只有 3-9 μm ，但是凝胶质囊体的直径最高可达 3cm。囊体的外被是一层轻薄、坚韧而又具有弹性的半透膜胶质被，且藻体含多糖，囊体外被内包含几百甚至几千个细胞，球体内部呈中空状。

(1) 防城港核电站邻近海域球形棕囊藻历史暴发状况

2011 年，北部湾记录到球形棕囊藻暴发。2011 年 10 月底至 11 月初，防城港东西湾海域球形棕囊藻快速繁殖，影响面积波及整个东湾和西湾小部分海域；北海市也记录到球形棕囊藻暴发现象。

2014 年 2 月 15 日~3 月 7 日和 2 月 20 日~3 月 10 日，分别在北部湾近海的铁山港湾和廉州湾出现 2 起球形棕囊藻暴发事件。其中，铁山港湾球形棕囊藻暴发于 2014 年 2 月 15 日左右开始，26~28 日达到最高峰，主要分布于石头埠码头至沙田港南部海域；廉州湾海域的球形棕囊藻于 2 月 20 日左右开始暴发，28 日左右达到最高峰，主要分布于南流江口至北海市冠头岭附近的东侧海域。球形棕囊藻暴发期各站点球形棕囊藻的胶质囊泡密度为 200~3000 个/ m^3 ，细胞密度为 $1.8 \times 10^7 \sim 1.5 \times 10^8 \text{cell/L}$ 。

2014 年 12 月-2015 年 2 月，北部湾北部海域再次出现较大规模的球形棕囊藻暴发，其影响区覆盖了防城港附近海域、钦州湾和北海附近海域。12 月 18 日，球形棕囊藻在三墩路西侧、沙角、鹿耳环海监基地码头近岸较为密集，在茅尾海沙井岛近岸海域也有零星发现。12 月 23 日的调查发现，在防城港企沙东岸附近海域球形棕囊藻密度较高。

(2) 防城港核电站邻近海域球形棕囊藻暴发原因初步分析

从已有的观测资料可以看出，北部湾的球形棕囊藻暴发集中出现在防城港核电站附近海域，以及邻近的北海海域，这在一定程度上受控于北部湾的环流特征。北部湾内环流总体上呈逆时针特征，防城港核电站所在位置正处于北部湾湾顶西侧，漂浮的球形棕囊藻很容易受到阻挡，在此堆积。

氮、磷等营养物质是决定球形棕囊藻生长及其生物史转换的物质基础，球形棕囊藻暴发与海域营养盐的组成和浓度的变化密切相关。对以往棕囊藻暴发的研究表明，球形棕囊藻多暴发于富营养化海域，与海域氮的浓度增加有密切关系。在北部湾湾顶，广西境内的北仑河、大风江、钦江、南流江等河流带来了丰富的陆源营养物质，使得北部湾湾顶海域营养盐水平相对较高。对多年来该海域的营养盐浓度分析显示，海域硝酸盐浓度呈现出上升趋势，这也是球形棕囊藻在防城港核电站邻近海域和北海附近海域暴发的原因。

(3) 防城港核电站邻近海域球形棕囊藻多在秋冬季暴发的原因初步分析

球形棕囊藻对温度、盐度具有较广泛的适应性，细胞生长的快慢、细胞群体直径的大小等都与周围环境中的温度、营养盐浓度、光照强度等因素有关系。球形棕囊藻细胞可以在一个较广的温度范围内生长，最适温度在 15-20℃，而细胞群体一般生活在 3℃-23℃的范围内，20℃时达到最大生长速率。秋冬季防城港核电站邻近海域和北部湾海水温度正处于球形棕囊藻生长的最适温度。球形棕囊藻是广盐类藻类，最适盐度为 20/1000，因此，在盐度较低的河流入海口处，容易导致球形棕囊藻的暴发。

2.1.6 海水水质现状

项目周边海域的海水水质、海洋沉积物质量和海洋生态概况摘自自然资源部第三海洋研究所 2018 年 12 月编制完成的《广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查总报告》，其主要调查内容包括海洋水质环

境调查、海洋沉积环境调查和海洋环境质量调查。调查时间从 2017 年 10 月到 2018 年 8 月，依次进行了秋、冬、春、夏四个季节调查（大潮期）。其中，秋季航次调查时间：2017.10.26-2017.10.28，冬季航次调查时间：2018.01.25-2018.01.26，春季航次调查时间：2018.04.19-2018.04.21；夏季航次调查时间：2018.08.17-2018.08.19。

本报告主要节选春季航次调查结果，部分节选夏季航次的调查结论。

2.1.6.1 调查站位与调查时间

考虑核电厂附近海域环境及其地理特点，根据全面覆盖、基本均匀和重点代表的原则进行站位布设，具体站位布设情况见图 2.1-16 和表 2.1-10。

2.1.6.2 调查分析项目

水文项目包括水温、盐度、浊度，分层测量。水深、水色、透明度按站观测，共计 6 个项目。

常规水环境化学项目包括悬浮物、pH、DO、COD、BOD₅、总碱度、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、活性硅酸盐、余氯、氟化物、氰化物、硫酸盐（以 SO₄²⁻计），共计 15 个项目；污染项目及重金属项目包括石油类、铜、铅、镉、总铬、锌、汞、砷、锰、硼、银，共计 11 个项目。

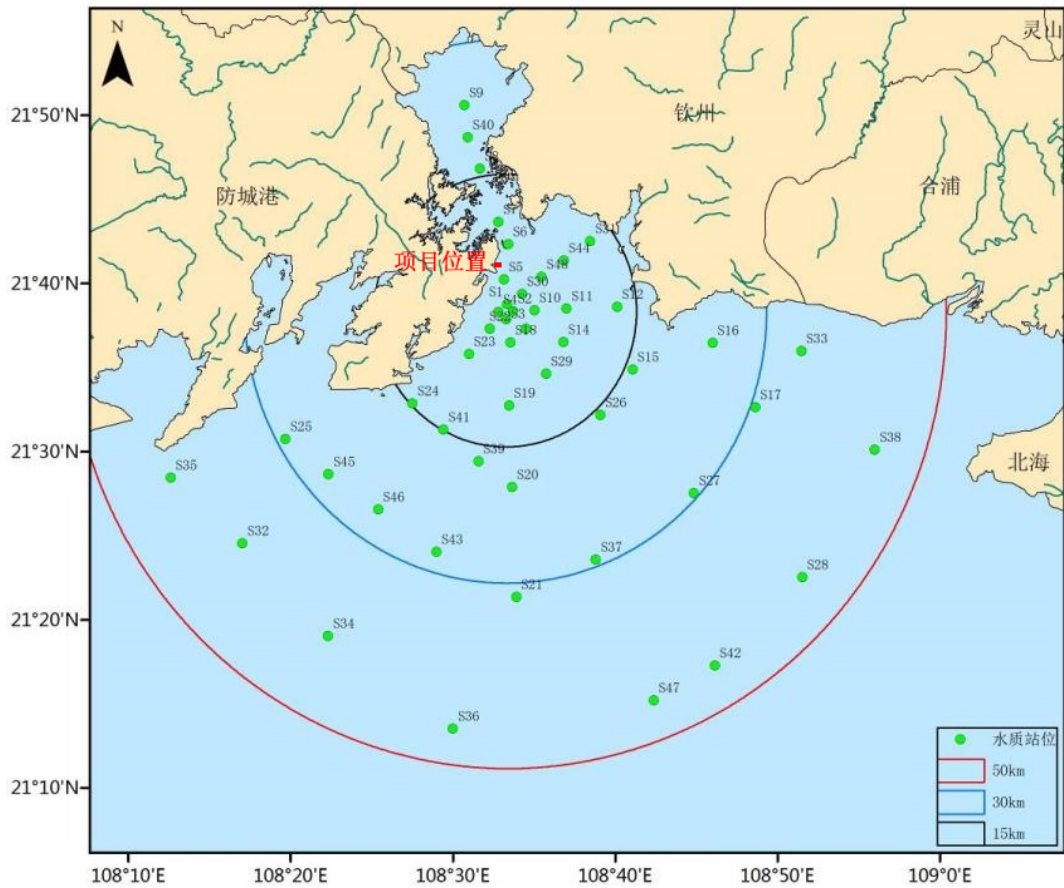


图2.1-16 水质站位图（生物站位据站位号确定）

表 2.1-10 水质生态放射性调查站位表

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| 站位 | 经纬度 | | 调查内容 | | | | |
|-----|-------------|------------|------|-----|------|------|-------|
| | 东经 | 北纬 | 水质 | 沉积物 | 生物质量 | 生物生态 | 海水放射性 |
| S1 | 108°34.568' | 21°37.947' | √ | | | | |
| S2 | 108°34.944' | 21°37.528' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S3 | 108°34.483' | 21°37.060' | √ | | | | |
| S4 | 108°34.022' | 21°37.495' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S5 | 108°34.450' | 21°39.424' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S6 | 108°34.783' | 21°41.495' | √ | | √ | √ | √ |
| S7 | 108°34.237' | 21°42.846' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S8 | 108°33.202' | 21°46.051' | √ | | | | |
| S9 | 108°32.370' | 21°49.868' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S10 | 108°36.260' | 21°37.533' | √ | | | | |
| S11 | 108°38.255' | 21°37.560' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S12 | 108°41.396' | 21°37.555' | √ | | | | |
| S13 | 108°35.704' | 21°36.450' | √ | | | | |
| S14 | 108°37.975' | 21°35.580' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S15 | 108°42.209' | 21°33.777' | √ | | | | |
| S16 | 108°47.227' | 21°35.180' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S17 | 108°49.714' | 21°31.274' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S18 | 108°34.694' | 21°35.651' | √ | | √ | √ | √ |
| S19 | 108°34.482' | 21°31.917' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S20 | 108°34.482' | 21°27.050' | √ | | √ | √ | √ |
| S21 | 108°34.497' | 21°20.515' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S22 | 108°33.448' | 21°36.518' | √ | | √ | √ | √ |
| S23 | 108°32.120' | 21°35.061' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S24 | 108°28.501' | 21°32.240' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S25 | 108°20.565' | 21°30.392' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S26 | 108°40.104' | 21°31.159' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S27 | 108°45.720' | 21°26.298' | √ | | | | √ |
| S28 | 108°52.204' | 21°21.063' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S29 | 108°36.838' | 21°33.711' | √ | | | | |
| S30 | 108°35.530' | 21°38.524' | √ | | | | |
| S31 | 108°39.880' | 21°41.519' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S32 | 108°17.680' | 21°24.256' | √ | | | | |
| S33 | 108°52.698' | 21°34.510' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S34 | 108°22.790' | 21°18.571' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S35 | 108°13.388' | 21°28.306' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S36 | 108°30.294' | 21°12.820' | √ | | | | |
| S37 | 108°39.499' | 21°22.573' | √ | | | | |
| S38 | 108°56.997' | 21°28.469' | √ | | | | |
| S39 | 108°32.459' | 21°28.653' | √ | | | | |
| S40 | 108°32.513' | 21°47.948 | √ | √ | √ | √ | √ |
| S41 | 108°30.356' | 21°30.626' | √ | | √ | √ | √ |
| S42 | 108°46.597' | 21°16.001' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S43 | 108°29.668' | 21°23.359' | √ | | | | |
| S44 | 108°38.187' | 21°40.409' | √ | | | | |
| S45 | 108°23.155' | 21°28.196' | √ | | | | |
| S46 | 108°26.149' | 21°26.016' | √ | √ | √ | √ | √ |
| S47 | 108°42.747' | 21°14.069' | √ | | | | |
| S48 | 108°36.785' | 21°39.491' | √ | √ | √ | √ | √ |

2.1.6.3 采样和检测方法

样品采集严格按《海洋调查规范》(GB/T12763.4-2007), 样品采集与贮存以及《海洋监测规范》(GB17378.3-2007) 中第一部分样品采集、贮存与运输规定执行。

2.1.6.4 评价标准和评价方法

海水水质评价标准根据海水水质标准进行。水质评价采用单因子标准指数法。

2.1.6.5 结果与评价

2018 年春季海水水质调查结果见附表 1, 采用海水水质一类标准评价时, 超过一类标准的为 DO、COD、无机氮、活性磷酸盐铅和 BOD₅。DO 超过一类标准的样品数占全部样品数的 32.32%, COD 超过一类标准的样品数占全部样品数的 20.20%。无机氮超过一类标准的样品数占全部样品数的 31.31%。活性磷酸盐超过一类标准的样品数占全部样品数的 48.48%。铅超过一类标准的样品数占全部样品数的 1.01%。BOD₅ 超过一类标准的样品数占全部样品数的 48.48%。其他参数均未超过一类标准。采用海水水质二类标准评价时, 全部参数均未超过二类标准 (表 2.1-11)。

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

表 2.1-11a 2018 年春季水质评价结果（采用一类海水水质标准）

| 站号 | 层次 | 溶解氧 | pH | COD | 无机氮 | 活性磷 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 | 石油类 | BOD ₅ |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|------|------|------|------------------|
| 1 | 0.5 | 0.7 | 0.63 | 1.12 | 0.11 | 0.6 | 0.41 | 0.11 | 0.08 | 0.06 | 0.0037 | 0.46 | 0.06 | 0.41 | 0.84 |
| 1 | 10 | 0.45 | 0.64 | 0.44 | 0.09 | 0.47 | 0.45 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.0058 | 0.88 | 0.06 | / | 0.72 |
| 2 | 0.5 | 0.51 | 0.65 | 0.47 | 0.09 | 0.47 | 0.42 | 0.06 | 0.11 | 0.09 | 0.006 | 0.54 | 0.06 | 0.38 | 0.82 |
| 2 | 11 | 0.39 | 0.65 | 0.4 | 0.09 | 0.53 | 0.42 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.0044 | 0.7 | 0.07 | / | 0.52 |
| 3 | 0.5 | 0.58 | 0.67 | 0.35 | 0.14 | 0.33 | 0.69 | 0.2 | 0.15 | 0.1 | 0.006 | 0.38 | 0.06 | 0.39 | 0.93 |
| 3 | 10 | 0.38 | 0.66 | 0.47 | 0.09 | 0.33 | 0.41 | 0.09 | 0.07 | 0.03 | 0.0068 | 0.8 | 0.06 | / | 0.42 |
| 4 | 0.5 | 1.77 | 0.6 | 0.38 | 0.12 | 0.73 | 0.43 | 0.08 | 0.08 | 0.2 | 0.0195 | 0.48 | 0.06 | 0.38 | 2.32 |
| 5 | 0.5 | 0.67 | 0.59 | 0.58 | 0.14 | 0.73 | 0.36 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.0086 | 0.58 | 0.06 | 0.43 | 0.98 |
| 5 | 11 | 0.76 | 0.61 | 0.51 | 0.14 | 0.73 | 0.49 | 0.11 | 0.14 | 0.17 | 0.0097 | 0.62 | 0.06 | / | 1.02 |
| 6 | 0.5 | 0.41 | 0.57 | 0.51 | 0.18 | 1 | 0.48 | 0.06 | 0.11 | 0.07 | 0.0022 | 0.36 | 0.06 | 0.46 | 0.78 |
| 6 | 11 | 0.24 | 0.57 | 0.58 | 0.19 | 1.13 | 0.5 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.0048 | 0.5 | 0.06 | / | 0.77 |
| 7 | 0.5 | 0.46 | 0.55 | 0.49 | 0.19 | 1.4 | 0.8 | 0.13 | 0.18 | 0.16 | 0.0194 | 0.4 | 0.05 | 0.42 | 0.13 |
| 7 | 13 | 0.72 | 0.54 | 0.56 | 0.19 | 1.13 | 0.61 | 0.07 | 0.13 | 0.1 | 0.0163 | 0.46 | 0.05 | / | 0.3 |
| 8 | 0.5 | 0.59 | 0.58 | 0.4 | 0.17 | 1.07 | 0.36 | 0.09 | 0.19 | 0.09 | 0.0072 | 0.36 | 0.06 | 0.53 | 0.92 |
| 8 | 10 | 0.38 | 0.57 | 0.56 | 0.16 | 1 | 0.35 | 0.08 | 0.15 | 0.1 | 0.0056 | 0.5 | 0.08 | / | 0.84 |
| 8 | 17 | 0.34 | 0.58 | 0.33 | 0.16 | 1 | 0.36 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.0054 | 0.54 | 0.06 | / | 1.03 |
| 9 | 0.5 | 0.36 | 0.53 | 0.49 | 0.21 | 1.2 | 0.28 | 0.09 | 0.1 | 0.02 | 0.0022 | 0.56 | 0.06 | 0.47 | 1.35 |
| 9 | 11 | 0.18 | 0.53 | 0.49 | 0.19 | 1.2 | 0.25 | 0.02 | 0.05 | 0.007 | 0.0025 | 0.58 | 0.06 | / | 0.63 |
| 10 | 0.5 | 0.67 | 0.59 | 0.42 | 0.11 | 0.73 | 0.52 | 0.11 | 0.11 | 0.08 | 0.0039 | 0.62 | 0.06 | 0.43 | 0.77 |
| 11 | 0.5 | 0.52 | 0.64 | 0.44 | 0.13 | 0.8 | 0.49 | 0.3 | 0.12 | 0.08 | 0.0032 | 0.5 | 0.06 | 0.48 | 0.94 |
| 12 | 0.5 | 1.15 | 0.59 | 0.35 | 0.16 | 0.8 | 0.45 | 0.09 | 0.1 | 0.1 | 0.0078 | 0.46 | 0.06 | 0.37 | 1.74 |
| 12 | 13 | 0.5 | 0.59 | 0.38 | 0.13 | 0.87 | 0.39 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.007 | 0.48 | 0.06 | / | 0.76 |
| 13 | 0.5 | 0.59 | 0.72 | 0.33 | 0.05 | 0.27 | 0.37 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.0063 | 0.54 | 0.07 | 0.44 | 0.93 |
| 14 | 0.5 | 0.7 | 0.77 | 0.33 | 0.04 | 0.27 | 0.24 | 0.05 | 0.09 | 0.04 | 0.0003 | 0.56 | 0.07 | 0.42 | 0.87 |
| 15 | 0.5 | 0.32 | 0.53 | 0.65 | 0.22 | 1.47 | 0.27 | 0.06 | 0.08 | 0.16 | 0.0023 | 0.4 | 0.06 | 0.34 | 0.69 |
| 15 | 10 | 0.18 | 0.54 | 0.47 | 0.22 | 1.27 | 0.28 | 0.02 | 0.06 | 0.05 | 0.0036 | 0.4 | 0.07 | / | 0.55 |
| 15 | 15 | 0.29 | 0.53 | 0.51 | 0.2 | 1.27 | 0.31 | 0.04 | 0.07 | 0.03 | 0.0064 | 0.32 | 0.06 | / | 0.65 |
| 16 | 0.5 | 0.31 | 0.51 | 0.56 | 0.27 | 1.47 | 0.27 | 0.04 | 0.09 | 0.05 | 0.0048 | 0.44 | 0.06 | 0.39 | 0.88 |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|--------|------|------|------|------|
| 17 | 0.5 | 1.02 | 0.7 | 0.35 | 0.05 | 0.13 | 0.23 | 0.008 | 0.09 | 0.12 | 0.0023 | 0.4 | 0.07 | 0.38 | 1.04 |
| 18 | 0.5 | 0.49 | 0.72 | 0.35 | 0.07 | 0.13 | 0.35 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.0083 | 0.42 | 0.07 | 0.38 | 1.03 |
| 19 | 0.5 | 1.49 | 0.75 | 0.58 | 0.01 | 0.2 | 0.3 | 0.35 | 0.07 | 0.02 | 0.0066 | 0.38 | 0.07 | 0.46 | 1.75 |
| 19 | 11 | 1.01 | 0.77 | 0.24 | 0.03 | 0.2 | 0.32 | 0.11 | 0.09 | 0.02 | 0.005 | 0.52 | 0.07 | / | 2.18 |
| 20 | 0.5 | 0.65 | 0.75 | 0.83 | 0.04 | 0.27 | 0.04 | 0.69 | 0.09 | 0.24 | 0.0094 | 0.4 | 0.07 | 0.27 | 1 |
| 20 | 13 | 0.41 | 0.75 | 0.92 | 0.07 | 0.73 | 0.14 | 0.4 | 0.08 | 0.19 | 0.0109 | 0.66 | 0.08 | / | 1.26 |
| 21 | 0.5 | 0.82 | 0.77 | 0.56 | 0.02 | 0.33 | 0.22 | 0.38 | 0.07 | 0.12 | 0.0076 | 0.6 | 0.07 | 0.38 | 0.53 |
| 21 | 10 | 0.67 | 0.78 | 0.62 | 0.03 | 0.33 | 0.2 | 0.37 | 0.05 | 0.04 | 0.006 | 0.66 | 0.07 | / | 0.74 |
| 21 | 17 | 0.61 | 0.79 | 0.8 | 0.04 | 0.33 | 0.17 | 0.75 | 0.07 | 0.01 | 0.0069 | 0.6 | 0.07 | / | 0.88 |
| 22 | 0.5 | 0.56 | 0.54 | 0.35 | 0.15 | 0.8 | 0.27 | 0.03 | 0.09 | 0.05 | 0.0045 | 0.46 | 0.06 | 0.45 | 0.71 |
| 23 | 0.5 | 0.71 | 0.7 | 0.31 | 0.08 | 0.07 | 0.32 | 0.12 | 0.16 | 0.08 | 0.0088 | 0.42 | 0.07 | 0.37 | 1 |
| 24 | 0.5 | 1.92 | 0.76 | 0.29 | 0.03 | 0.2 | 1.05 | 0.21 | 0.25 | 0.05 | 0.0061 | 0.4 | 0.06 | 0.39 | 2.38 |
| 24 | 10 | 1.19 | 0.76 | 0.51 | 0.04 | 0.2 | 0.29 | 0.35 | 0.08 | 0.04 | 0.0074 | 0.6 | 0.07 | / | 1.29 |
| 25 | 0.5 | 1.32 | 0.78 | 0.65 | 0.01 | 0.07 | 0.42 | 0.41 | 0.17 | 0.08 | 0.0068 | 0.58 | 0.07 | 0.42 | 1.15 |
| 25 | 10 | 0.92 | 0.78 | 1.08 | 0.02 | 0.2 | 0.44 | 0.47 | 0.09 | 0.06 | 0.0074 | 0.66 | 0.07 | / | 1.15 |
| 25 | 15 | 0.59 | 0.76 | 0.4 | 0.03 | 0.13 | 0.28 | 0.75 | 0.09 | 0.01 | 0.0061 | 0.68 | 0.07 | / | 0.14 |
| 26 | 0.5 | 1.06 | 0.79 | 0.44 | 0.05 | 0.13 | 0.19 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.001 | 0.54 | 0.06 | 0.31 | 0.62 |
| 27 | 0.5 | 1 | 0.78 | 0.13 | 0.06 | 0.27 | 0.25 | - | 0.08 | 0.01 | 0.0016 | 0.32 | 0.06 | 0.29 | 0.55 |
| 27 | 11 | 0.85 | 0.79 | 0.47 | 0.04 | 0.13 | 0.23 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.0024 | 0.34 | 0.07 | / | 0.41 |
| 28 | 0.5 | 1.49 | 0.79 | 0.4 | 0.02 | 0.13 | 0.25 | 0.04 | 0.09 | 0.05 | 0.0034 | 0.42 | 0.09 | 0.32 | 1.22 |
| 28 | 13 | 0.64 | 0.79 | 0.49 | 0.02 | 0.13 | 0.23 | - | 0.09 | 0.07 | 0.0009 | 0.48 | 0.07 | / | 0.63 |
| 29 | 0.5 | 0.65 | 0.69 | 0.35 | 0.07 | 0.33 | 0.32 | 0.1 | 0.09 | 0.03 | 0.0088 | 0.36 | 0.06 | 0.34 | 0.82 |
| 30 | 0.5 | 0.43 | 0.61 | 0.4 | 0.14 | 0.8 | 0.48 | 0.06 | 0.11 | 0.07 | 0.0042 | 0.8 | 0.06 | 0.39 | 0.51 |
| 31 | 0.5 | 0.51 | 0.57 | 0.71 | 0.18 | 1 | 0.51 | 0.04 | 0.12 | 0.09 | 0.0266 | 0.56 | 0.06 | 0.34 | 1.16 |
| 32 | 0.5 | 0.74 | 0.69 | 0.31 | 0.04 | 0.33 | 0.24 | 0.05 | 0.11 | 0.04 | 0.0014 | 0.42 | 0.06 | 0.41 | 0.69 |
| 33 | 0.5 | 0.59 | 0.64 | 0.4 | 0.09 | 0.53 | 0.29 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.0008 | 0.5 | 0.06 | 0.37 | 0.75 |
| 33 | 12 | 0.36 | 0.63 | 0.42 | 0.09 | 0.47 | 0.26 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.0026 | 0.52 | 0.06 | / | 0.58 |
| 34 | 0.5 | 0.92 | 0.79 | 0.53 | 0.01 | 0.2 | 0.36 | 0.64 | 0.12 | 0.05 | 0.0085 | 0.54 | 0.07 | 0.34 | 1.03 |
| 34 | 10 | 0.79 | 0.79 | 0.62 | 0.02 | 0.13 | 0.39 | 0.41 | 0.07 | 0.03 | 0.0116 | 0.36 | 0.07 | / | 0.82 |
| 34 | 18 | 0.71 | 0.71 | 0.29 | 0.02 | 0.27 | 0.47 | 0.45 | 0.15 | 0.11 | 0.0099 | 0.4 | 0.07 | / | 0.9 |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|
| 35 | 0.5 | 0.84 | 0.67 | 0.99 | 0.05 | 0.33 | 0.29 | 0.03 | 0.13 | 0.08 | 0.0051 | 0.6 | 0.06 | 0.46 | 0.58 |
| 36 | 0.5 | 1.14 | 0.79 | 0.51 | 0.02 | 0.07 | 0.23 | 0.02 | 0.07 | 0.04 | 0.0009 | 0.38 | 0.06 | 0.34 | 2.22 |
| 36 | 13 | 0.69 | 0.79 | 0.4 | 0.04 | 0.2 | 0.18 | 0.04 | 0.06 | 0.07 | 0.0018 | 0.52 | 0.07 | / | 0.79 |
| 37 | 0.5 | 0.77 | 0.77 | 0.62 | 0.04 | 0.2 | 0.38 | 1.82 | 0.1 | 0.38 | 0.0097 | 0.34 | 0.07 | 0.24 | 0.82 |
| 37 | 10 | 0.6 | 0.78 | 0.69 | 0.04 | 0.07 | 0.21 | 0.43 | 0.09 | 0.09 | 0.0075 | 0.76 | 0.07 | / | 0.59 |
| 37 | 17 | 0.48 | 0.77 | 0.67 | 0.04 | 0.33 | 0.24 | 1.21 | 0.11 | 0.66 | 0.0062 | 0.5 | 0.07 | / | 0.63 |
| 38 | 0.5 | 0.81 | 0.65 | 0.19 | 0.06 | 0.4 | 0.3 | 0.03 | 0.11 | 0.13 | 0.0054 | 0.4 | 0.07 | 0.28 | 1.77 |
| 39 | 0.5 | 0.7 | 0.74 | 0.83 | 0.03 | 0.2 | 0.02 | 0.58 | 0.09 | 0.28 | 0.0078 | 0.46 | 0.08 | 0.33 | 0.62 |
| 39 | 12 | 0.53 | 0.75 | 0.96 | 0.06 | 0.47 | 0.04 | 0.58 | 0.07 | 0.24 | 0.0078 | 0.64 | 0.07 | / | 1.12 |
| 40 | 0.5 | 0.25 | 0.55 | 0.51 | 0.2 | 1.27 | 0.27 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.0044 | 0.46 | 0.06 | 0.43 | 0.99 |
| 41 | 0.5 | 0.75 | 0.72 | 0.13 | 0.06 | 0.33 | 0.01 | 1.03 | 0.08 | 0.69 | 0.0136 | 0.52 | 0.08 | 0.42 | 1.29 |
| 41 | 11 | 0.5 | 0.73 | 0.13 | 0.09 | 0.4 | 0.01 | 0.58 | 0.08 | 0.29 | 0.0097 | 0.74 | 0.08 | / | 0.96 |
| 42 | 0.5 | 1.22 | 0.81 | 0.49 | 0.02 | 0.33 | 0.35 | 0.35 | 0.12 | 0.09 | 0.0084 | 0.52 | 0.07 | 0.28 | 0.99 |
| 42 | 10 | 1.05 | 0.81 | 0.74 | 0.02 | 0.27 | 0.31 | 0.68 | 0.08 | 0.1 | 0.0069 | 0.38 | 0.07 | / | 0.84 |
| 42 | 19 | 0.94 | 0.81 | 0.47 | 0.03 | 0.27 | 0.33 | 0.64 | 0.09 | 0.01 | 0.0081 | 0.6 | 0.07 | / | 0.89 |
| 43 | 0.5 | 0.86 | 0.77 | 1.05 | 0.04 | 0.47 | 0.37 | 0.5 | 0.09 | 0.21 | 0.0106 | 0.32 | 0.07 | 0.37 | 0.98 |
| 43 | 13 | 0.8 | 0.76 | 0.78 | 0.07 | 0.53 | 0.34 | 0.66 | 0.12 | 0.26 | 0.0086 | 0.6 | 0.09 | / | 1.08 |
| 44 | 0.5 | 0.46 | 0.57 | 0.49 | 0.15 | 0.93 | 0.45 | 0.1 | 0.14 | 0.14 | 0.0244 | 0.64 | 0.05 | 0.37 | 1.1 |
| 45 | 0.5 | 0.68 | 0.75 | 0.78 | 0.04 | 0.33 | 0.2 | 0.5 | 0.11 | 0.14 | 0.0082 | 0.44 | 0.07 | 0.3 | 1.09 |
| 45 | 13 | 0.44 | 0.74 | 0.71 | 0.04 | 0.8 | 0.23 | 0.48 | 0.11 | 0.22 | 0.0087 | 0.78 | 0.08 | / | 0.79 |
| 46 | 0.5 | 0.75 | 0.76 | 0.9 | 0.03 | 0.33 | 0.32 | 0.76 | 0.18 | 0.14 | 0.0087 | 0.4 | 0.07 | 0.26 | 0.83 |
| 46 | 13 | 0.36 | 0.77 | 0.85 | 0.06 | 0.67 | 0.3 | 0.88 | 0.16 | 0.27 | 0.0114 | 0.82 | 0.09 | / | 0.55 |
| 47 | 0.5 | 1.12 | 0.81 | 0.92 | 0.03 | 0.27 | 0.18 | 0.39 | 0.12 | 0.04 | 0.0066 | 0.54 | 0.07 | 0.25 | 0.99 |
| 47 | 10 | 0.99 | 0.81 | 0.53 | 0.03 | 0.33 | 0.36 | 0.34 | 0.11 | 0.08 | 0.0088 | 0.54 | 0.07 | / | 0.98 |
| 47 | 19 | 0.93 | 0.81 | 0.67 | 0.03 | 0.13 | 0.36 | 0.44 | 0.1 | 0.03 | 0.0078 | 0.76 | 0.07 | / | 0.94 |
| 48 | 0.5 | 0.37 | 0.58 | 0.4 | 0.18 | 1 | 0.49 | 0.2 | 0.08 | 0.07 | 0.0044 | 0.26 | 0.05 | 0.37 | 0.38 |

表 2.1-11b 2018 年春季水质评价结果（采用二类海水水质标准）

| 站号 | 层次 | 溶解氧 | COD | 活性磷 | BOD ₅ |
|----|-----|------|------|------|------------------|
| 1 | 0.5 | 0.35 | 0.75 | 0.3 | 0.28 |
| 4 | 0.5 | 0.91 | 0.25 | 0.37 | 0.77 |
| 5 | 11 | 0.39 | 0.34 | 0.37 | 0.34 |
| 6 | 11 | 0.13 | 0.38 | 0.57 | 0.26 |
| 7 | 0.5 | 0.24 | 0.32 | 0.7 | 0.04 |
| 7 | 13 | 0.39 | 0.37 | 0.57 | 0.1 |
| 8 | 0.5 | 0.31 | 0.26 | 0.53 | 0.31 |
| 8 | 17 | 0.18 | 0.22 | 0.5 | 0.34 |
| 9 | 0.5 | 0.2 | 0.32 | 0.6 | 0.45 |
| 9 | 11 | 0.1 | 0.32 | 0.6 | 0.21 |
| 12 | 0.5 | 0.61 | 0.23 | 0.4 | 0.58 |
| 15 | 0.5 | 0.17 | 0.43 | 0.73 | 0.23 |
| 15 | 10 | 0.1 | 0.31 | 0.63 | 0.18 |
| 15 | 15 | 0.16 | 0.34 | 0.63 | 0.22 |
| 16 | 0.5 | 0.18 | 0.37 | 0.73 | 0.29 |
| 17 | 0.5 | 0.52 | 0.23 | 0.07 | 0.35 |
| 18 | 0.5 | 0.26 | 0.23 | 0.07 | 0.34 |
| 19 | 0.5 | 0.78 | 0.38 | 0.1 | 0.58 |
| 19 | 11 | 0.54 | 0.16 | 0.1 | 0.73 |
| 20 | 13 | 0.22 | 0.61 | 0.37 | 0.42 |
| 24 | 0.5 | 0.97 | 0.19 | 0.1 | 0.79 |
| 24 | 10 | 0.64 | 0.34 | 0.1 | 0.43 |
| 25 | 0.5 | 0.68 | 0.43 | 0.03 | 0.38 |
| 25 | 10 | 0.5 | 0.72 | 0.1 | 0.38 |
| 26 | 0.5 | 0.52 | 0.29 | 0.07 | 0.21 |
| 28 | 0.5 | 0.73 | 0.26 | 0.07 | 0.41 |
| 31 | 0.5 | 0.27 | 0.47 | 0.5 | 0.39 |
| 34 | 0.5 | 0.48 | 0.35 | 0.1 | 0.34 |
| 36 | 0.5 | 0.55 | 0.34 | 0.03 | 0.74 |
| 37 | 0.5 | 0.41 | 0.41 | 0.1 | 0.27 |
| 37 | 17 | 0.26 | 0.44 | 0.17 | 0.21 |
| 38 | 0.5 | 0.41 | 0.13 | 0.2 | 0.59 |
| 39 | 12 | 0.29 | 0.64 | 0.23 | 0.37 |
| 40 | 0.5 | 0.14 | 0.34 | 0.63 | 0.33 |
| 41 | 0.5 | 0.4 | 0.08 | 0.17 | 0.43 |
| 42 | 0.5 | 0.65 | 0.32 | 0.17 | 0.33 |
| 42 | 10 | 0.57 | 0.49 | 0.13 | 0.28 |
| 43 | 0.5 | 0.45 | 0.7 | 0.23 | 0.33 |
| 43 | 13 | 0.43 | 0.52 | 0.27 | 0.36 |
| 44 | 0.5 | 0.25 | 0.32 | 0.47 | 0.37 |
| 45 | 0.5 | 0.36 | 0.52 | 0.17 | 0.36 |
| 47 | 0.5 | 0.59 | 0.61 | 0.13 | 0.33 |

2.1.7 海洋沉积物质量现状

2.1.7.1 调查评价内容和评价标准

沉积物质量包括底质类型、粒度、氧化还原电位（Eh）、有机碳、含水率、pH、硫化物、石油类、Cu、Pb、Cd、Cr、Zn、Hg、As、Ag、Mn、B 等。

沉积物评价采用单项指数法进行。

2.1.7.2 调查与评价结果

2018 年春季调查（附表 2），浅海沉积物中铜的质量指数范围为 0.09~0.79，铅的质量指数范围为 0.11~0.69，锌的质量指数范围为 0.14~0.59，镉的质量指数范围为 0.05~0.40，铬的质量指数范围为 0.03~0.74，石油类的质量指数范围为 0.02~0.09，砷的质量指数范围为 0.18~0.75，汞的质量指数范围为 0.21~0.90，硫化物的质量指数范围为 0.00~1.73，有机碳的质量指数范围为 0.08~0.63。评价结果显示，浅海沉积物各项调查指标铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、硫化物、有机碳均符合国家海洋沉积物质量标准中第一类标准，2 号站和 28 号站硫化物超过沉积物质量标准，超标率为 8.33%。

潮间带沉积物中硫化物质量指数范围为 0.00~0.38，铜质量指数范围为 0.03~0.17，铅的质量指数范围为 0.03~0.15，锌的质量指数范围为 0.04~0.27，镉的质量指数范围为 0.03~0.19，铬的质量指数范围为 0.01~0.09，汞的质量指数范围为 0.10~0.58，砷的质量指数范围为 0.09~0.31，石油类的质量指数范围为 0.02~0.07，有机碳的质量指数范围为 0.02~0.27。评价结果显示，潮间带沉积物各项调查指标中铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、有机碳均未超过海洋沉积物质量标准中第一类标准（表 2.1-12）

表 2.1-12a 浅海沉积物各项指标质量指数（一类标准）

| 站位 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 石油类 | 砷 | 汞 | 有机碳 |
|----|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2 | 1.05 | 0.71 | 0.59 | 0.59 | 0.08 | 0.36 | 0.06 | 0.75 | 0.71 | 0.62 |
| 4 | 0 | 0.32 | 0.69 | 0.47 | 0.04 | 0.16 | 0.05 | 0.64 | 0.42 | 0.08 |
| 5 | 0.18 | 0.56 | 0.21 | 0.28 | 0.07 | 0.19 | 0.04 | 0.21 | 0.42 | 0.24 |
| 7 | 0.09 | 0.15 | 0.22 | 0.28 | 0.06 | 0.18 | 0.09 | 0.4 | 0.56 | 0.14 |
| 9 | 0.36 | 0.51 | 0.38 | 0.51 | 0.02 | 0.29 | 0.06 | 0.5 | 0.51 | 0.42 |
| 11 | 0.08 | 0.31 | 0.39 | 0.38 | 0.02 | 0.16 | 0.04 | 0.74 | 0.56 | 0.51 |
| 14 | 0.14 | 0.55 | 0.43 | 0.42 | 0.04 | 0.15 | 0.03 | 0.46 | 0.46 | 0.22 |
| 16 | 0 | 0.09 | 0.11 | 0.17 | 0.09 | 0.05 | 0.03 | 0.45 | 0.26 | 0.09 |
| 17 | 0.17 | 0.28 | 0.27 | 0.29 | 0.02 | 0.11 | 0.02 | 0.33 | 0.36 | 0.16 |
| 19 | 0.29 | 0.39 | 0.28 | 0.34 | 0.04 | 0.1 | 0.04 | 0.49 | 0.55 | 0.09 |
| 21 | 0.26 | 0.79 | 0.43 | 0.38 | 0.04 | 0.15 | 0.07 | 0.55 | 0.9 | 0.45 |
| 23 | 0.09 | 0.57 | 0.55 | 0.51 | 0.06 | 0.47 | 0.04 | 0.18 | 0.29 | 0.62 |
| 24 | 0.49 | 0.19 | 0.18 | 0.22 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.56 | 0.5 | 0.23 |
| 25 | 0.32 | 0.61 | 0.53 | 0.46 | 0.07 | 0.2 | 0.05 | 0.56 | 0.66 | 0.55 |
| 26 | 0.5 | 0.5 | 0.56 | 0.46 | 0.04 | 0.44 | 0.06 | 0.5 | 0.61 | 0.61 |
| 28 | 1.73 | 0.19 | 0.22 | 0.19 | 0.02 | 0.14 | 0.02 | 0.58 | 0.63 | 0.48 |
| 31 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.5 | 0.06 | 0.15 | 0.03 | 0.5 | 0.48 | 0.63 |
| 33 | 0.44 | 0.3 | 0.21 | 0.28 | 0.03 | 0.12 | 0.02 | 0.22 | 0.21 | 0.15 |
| 34 | 0.41 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.02 | 0.09 | 0.04 | 0.56 | 0.31 | 0.15 |
| 35 | 0.22 | 0.55 | 0.58 | 0.54 | 0.02 | 0.27 | 0.03 | 0.46 | 0.39 | 0.54 |
| 40 | 0 | 0.47 | 0.46 | 0.42 | 0.02 | 0.22 | 0.05 | 0.52 | 0.33 | 0.39 |
| 42 | 0.39 | 0.35 | 0.33 | 0.35 | 0.02 | 0.12 | 0.09 | 0.42 | 0.54 | 0.39 |
| 46 | 0 | 0.46 | 0.5 | 0.47 | 0.02 | 0.47 | 0.04 | 0.56 | 0.36 | 0.52 |

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 48 | 0.26 | 0.53 | 0.57 | 0.5 | 0.02 | 0.35 | 0.05 | 0.32 | 0.22 | 0.63 |
| 最小值 | 0 | 0.09 | 0.11 | 0.14 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.18 | 0.21 | 0.08 |
| 最大值 | 1.73 | 0.79 | 0.69 | 0.59 | 0.09 | 0.47 | 0.09 | 0.75 | 0.9 | 0.63 |

表 2.1-12b 潮间带沉积物各项指标质量指数

| 站位 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 石油类 | 砷 | 汞 | 有机碳 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-2 | 0.12 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1 | 0.02 | 0.04 | 0.12 | 0.1 | 0.12 |
| 1-4 | 0 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.11 | 0.03 | 0.03 | 0.16 | 0.17 | 0.18 |
| 1-5 | 0.38 | 0.11 | 0.15 | 0.27 | 0.1 | 0.03 | 0.07 | 0.27 | 0.24 | 0.11 |
| 2-1 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.1 | 0.12 | 0.02 | 0.02 | 0.15 | 0.18 | 0.02 |
| 2-2 | 0 | 0.09 | 0.08 | 0.15 | 0.19 | 0.03 | 0.02 | 0.31 | 0.28 | 0.12 |
| 2-5 | 0.12 | 0.08 | 0.08 | 0.16 | 0.11 | 0.05 | 0.04 | 0.15 | 0.14 | 0.04 |
| 3-2 | 0.26 | 0.17 | 0.11 | 0.11 | 0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.23 | 0.17 | 0.27 |
| 3-3 | 0 | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.09 | 0.02 | 0.03 | 0.13 | 0.17 | 0.12 |
| 3-4 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | 0.02 | 0.03 | 0.13 | 0.27 | 0.09 |
| 3-5 | 0.14 | 0.06 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.02 | 0.05 | 0.16 | 0.11 | 0.11 |
| 4-3 | 0.2 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.09 | 0.17 | 0.04 |
| 4-4 | 0.16 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | 0.1 | 0.24 | 0.03 |
| 4-5 | 0.14 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.17 | 0.58 | 0.06 |
| 5-2 | 0.11 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.15 | 0.13 | 0.02 |
| 5-3 | 0.06 | 0.06 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.18 | 0.18 | 0.21 |
| 5-5 | 0 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.15 | 0.13 | 0.08 |
| 最小值 | 0 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 0.1 | 0.02 |
| 最大值 | 0.38 | 0.17 | 0.15 | 0.27 | 0.19 | 0.09 | 0.07 | 0.31 | 0.58 | 0.27 |

表 2.1-12c 浅海沉积物各项指标质量指数（二类标准）

| 站位 | 硫化物 |
|----|-------------|
| 2 | 0.63 |
| 28 | 1.04 |

2.2 海洋生态概况

2.2.1 调查站位与时间

2.2.1.1 大面调查站位

在水质调查站位中选取 29 个站位作为海洋生物调查站位，调查内容包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、潮下带底栖生物、游泳生物、微生物。站位分布见前图 2.1-16 和表 2.1-10。

2.2.1.2 潮间带调查站位

潮间带调查布设 6 条断面，分别为 GFC1、GFC2、GFC3、GFC4、GFC5、GFC6。每条断面布设 5 个调查站位（图 2.2-1 和表 2.2-1）。

2.2.1.3 游泳动物调查站位

游泳生物设置 29 个调查站位，站位分布具体见图 2.2-2 和表 2.2-2。调查时间和水质调查时间相同。

表 2.2-1 潮间带生物调查断面

| 断面 | 纬度 | 经度 | 底质 |
|------|---------------|----------------|--------------|
| GFC1 | 21°41'08.28"N | 108°34'22.65"E | 岩石、铁板沙 |
| GFC2 | 21°40'36.74"N | 108°34'00.46"E | 细沙、泥沙、岩石、铁板沙 |
| GFC3 | 21°38'58.68"N | 108°33'15.53"E | 岩石、沙 |
| GFC4 | 21°38'20.34"N | 108°33'17.42"E | 岩石、混合沙 |
| GFC5 | 21°37'0.696"N | 108°31'54.44"E | 岩石、细沙、铁板沙 |
| GFC6 | 21°34'23.33"N | 108°29'22.07"E | 岩石 |



图2.2-1 潮间带底栖生物调查断面分布

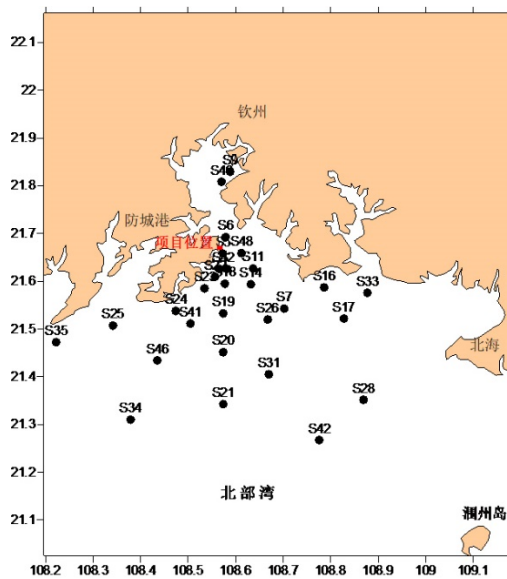


图2.2-2 2018年春季航次游泳动物调查站位

表 2.2-2 2018 年春季航次游泳动物调查站位经纬度

| 站号 | 东 经 | 北 纬 |
|-----|-------------|------------|
| S2 | 108.5824000 | 21.6254667 |
| S4 | 108.5670333 | 21.6249167 |
| S5 | 108.5741667 | 21.6570667 |
| S6 | 108.5797167 | 21.6915833 |
| S7 | 108.7031895 | 21.5420413 |
| S9 | 108.5894628 | 21.8287475 |
| S11 | 108.6375833 | 21.6260000 |
| S14 | 108.6329167 | 21.5930000 |
| S16 | 108.7871167 | 21.5863333 |
| S17 | 108.8285667 | 21.5212333 |
| S18 | 108.5782333 | 21.5941833 |
| S19 | 108.5747000 | 21.5319500 |
| S20 | 108.5747000 | 21.4508333 |
| S21 | 108.5749500 | 21.3419167 |
| S22 | 108.5574667 | 21.6086333 |
| S23 | 108.5353333 | 21.5843500 |
| S24 | 108.4750167 | 21.5373333 |
| S25 | 108.3427500 | 21.5065333 |
| S26 | 108.6684000 | 21.5193167 |
| S28 | 108.8700667 | 21.3510500 |
| S31 | 108.6706961 | 21.4044224 |
| S33 | 108.8783000 | 21.5751667 |
| S34 | 108.3798333 | 21.3095167 |
| S35 | 108.2231333 | 21.4717667 |
| S40 | 108.5713047 | 21.8077223 |
| S41 | 108.5059333 | 21.5104333 |
| S42 | 108.7766167 | 21.2666833 |
| S46 | 108.4358167 | 21.4336000 |
| S48 | 108.6130833 | 21.6581833 |

2.2.2 叶绿素 a 和初级生产力

2.2.2.1 调查方法

叶绿素 a: 调查海域叶绿素 a 的测定采用萃取荧光法。采样和测定过程按照《海洋监测规范》(GB17378-2007) 进行。

初级生产力: 采用 ^{14}C 示踪法测定初级生产力, 结合叶绿素同化指数法对海域初级生产力进行全面评估。本次调查选取调查海域剩余约 4/5 的站位 (23 个), 利用现场荧光法测定的叶绿素 a 和现场 ^{14}C 示踪法获取的同化指数, 计算初级生产力。

2.2.2.2 调查结果

春季调查海域表层叶绿素 a 含量的平均值为 $2.99\text{mg}/\text{m}^3$, 变化范围介于

1.21mg/m³~5.60mg/m³之间,变化幅度较小;底层叶绿素 a 含量的平均值为3.01mg/m³,略高于表层,变化范围介于1.04mg/m³~5.32mg/m³之间,变化幅度较小;其中表层叶绿素 a 含量最高的是S19号站,最低的是S16号站;底层叶绿素 a 含量最高的是S24号站,最低的是S16号站。总体来看,表、底层大部分站位的叶绿素 a 含量均在2.0mg/m³~5.0mg/m³之间,二者的平面分布较为一致(表2.2-3和图2.2-3)。

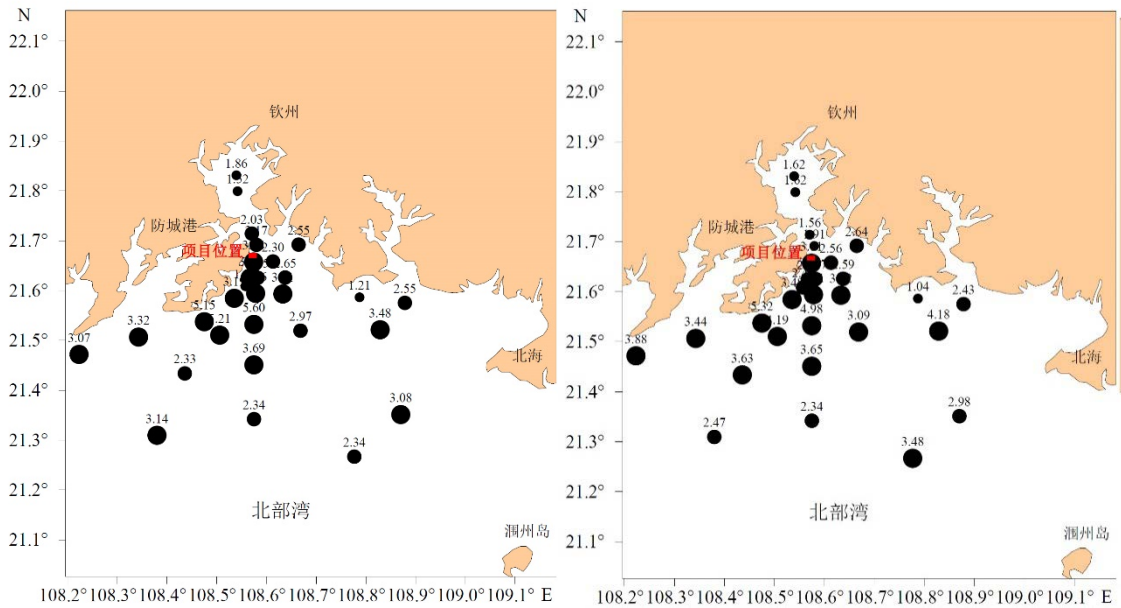


图2.2-3 春季调查海域表层(左)和底层(右)叶绿素 a (mg/m³)分布图

表 2.2-3 叶绿素调查浓度表

| 站号-层次 | 浓度mg/m ³ | 站号-层次 | 浓度mg/m ³ |
|-------|---------------------|-------|---------------------|
| S2-表 | 2.45 | S22-底 | 2.45 |
| S2-底 | 2.37 | S23-表 | 3.19 |
| S4-表 | 3.59 | S23-底 | 3.48 |
| S4-底 | 2.9 | S24-表 | 5.15 |
| S5-表 | 3.54 | S24-底 | 5.32 |
| S5-底 | 3.11 | S25-表 | 3.32 |
| S6-表 | 2.17 | S25-底 | 3.44 |
| S6-底 | 1.91 | S26-表 | 2.97 |
| S7-表 | 2.03 | S26-底 | 3.09 |
| S7-底 | 1.56 | S28-表 | 3.08 |
| S9-表 | 1.86 | S28-底 | 2.98 |
| S9-底 | 1.62 | S31-表 | 2.55 |
| S11-表 | 2.65 | S31-底 | 2.64 |
| S11-底 | 2.59 | S33-表 | 2.55 |
| S14-表 | 3.41 | S33-底 | 2.43 |
| S14-底 | 3.02 | S34-表 | 3.14 |
| S16-表 | 1.21 | S34-底 | 2.47 |
| S16-底 | 1.04 | S35-表 | 3.07 |

| | | | |
|-------|------|-------|------|
| S17-表 | 3.48 | S35-底 | 3.88 |
| S17-底 | 4.18 | S40-表 | 1.52 |
| S18-表 | 4.36 | S40-底 | 1.62 |
| S18-底 | 4.31 | S41-表 | 5.21 |
| S19-表 | 5.6 | S41-底 | 4.19 |
| S19-底 | 4.98 | S42-表 | 2.34 |
| S20-表 | 3.69 | S42-底 | 3.48 |
| S20-底 | 3.65 | S46-表 | 2.33 |
| S21-表 | 2.34 | S46-底 | 3.63 |
| S21-底 | 2.34 | S48-表 | 2.3 |
| S22-表 | 1.71 | S48-底 | 2.56 |

2.2.2.3 初级生产力结果

春季调查海域初级生产力的平均值为 $49.96\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，变化范围在 $13.50\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 148.03\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 之间，变化幅度较大。调查海域的所有站位中，最高的是 S34 号站，最低的是 S16 号站。总体来看，大部分站位的含量在 $10.00\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h}) \sim 50.00\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 之间，总体分布与表、底层叶绿素 a 含量的分布均不一致（图 2.2-4）。

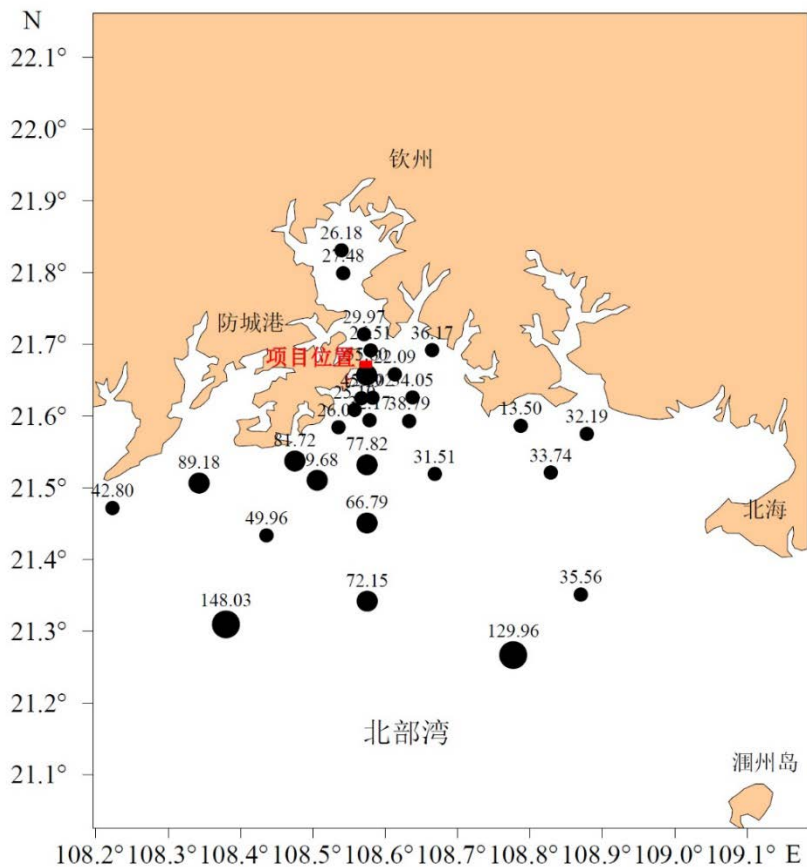


图2.2-4 春季调查海域初级生产力 ($\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$) 分布图

2.2.3 水采浮游植物

浮游植物水采样分析：采水体积 0.50L，水样用 Lugo 溶液固定带回实验室，鉴定计数前在实验室沉降 24 小时，除去上清液，浓集，再随机抽取分样样品在倒置显微镜下分析计数。结果以 cells/dm³ 表达。

浮游植物网采分析：采用浅水 III 型浮游生物网从底至表层垂直拖网，样品用 5% 福尔马林溶液固定保存后带回实验室。

2.2.3.1 种类组成

2018 年春季共记录浮游植物 5 个门类 86 种，其中硅藻 74 种，甲藻 9 种，蓝藻、金藻和裸藻各 1 种。硅藻门是浮游植物的主体，占总种数的 86.04%。该季浮游植物种类较丰富，优势种组成多元化，主要优势种为圆海链藻 (*Thalassiosira rotula*)、翼根管藻 (*Rhizosolenia alata* f. *alata*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides* var. *nitzschioides*) 和条纹小环藻 (*Cyclotella striata* var. *striata*)，分别占浮游植物细胞总量的 17.28%、13.73%、10.15% 和 4.91%。

2.2.3.2 细胞总密度分布

2018 年春季本海区浮游植物的丰度不高，表、底层平均细胞密度为 10.05×10^3 cells/L。表层的平均为 15.52×10^3 cells/L，变化范围在 1.54×10^3 cells/L ~ 62.80×10^3 cells/L 之间，最高密集中心位于 S25 和 S26 测站，分别达到 62.80×10^3 cells/L 和 46.80×10^3 cells/L；底层浮游植物丰度较高，平均细胞密度为 14.63×10^3 cells/L，其平面分布较不均匀，变化范围在 1.26×10^3 cells/L ~ 54.80×10^3 cells/L 之间，最高密集中心位于港湾外的 S28 测站 (54.80×10^3 cells/L)，这主要是团状的细弱海链藻大量出现所致，底层浮游植物细胞密度总的分布趋势是港湾内向港湾外增加 (图 2.2-5 和图 2.2-6)。

2.2.3.3 主要优势种分布

2018 年春季浮游植物的种类组成多元化，优势种不突出，第一优势种为圆海链藻，表层的平均为 4.32×10^3 cells/L，站出现率高达 62.07%，变化范围在 0.40×10^3 cells/L ~ 22.00×10^3 cells/L 之间。由于该种呈链状群体出现，其平面分布没有规律性，最小值出现于近岸的 S33 和 S48 测站，最大值出现于港口的 S25 测站；底层的平均为 3.30×10^3 cells/L，站出现率 65.52%，变化范围在 0.18×10^3 cells/L ~ 12.00×10^3 cells/L 之

间。港湾内的密度较低，最小值出现于港口的 S16 号测站，最大值出现在 S14 测站。总的分布趋势呈现从港湾内向湾外递增的趋势。

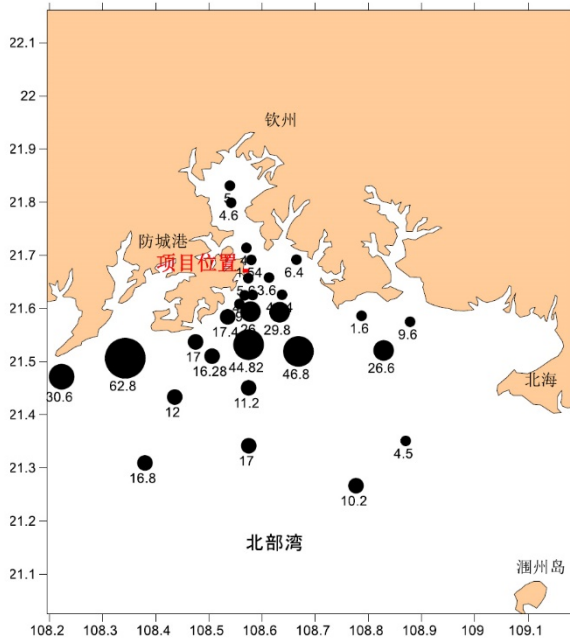


图2.2-5 表层浮游植物细胞总量分布 (10^3cells/L)

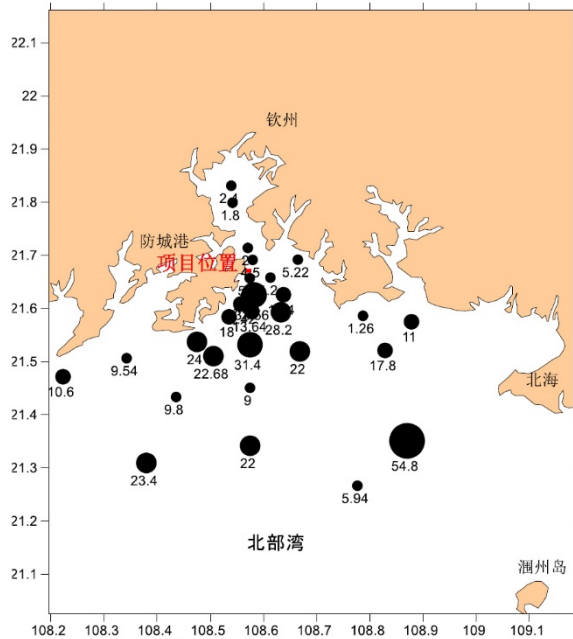


图2.2-6 底层浮游植物细胞总量分布 (10^3cells/L)

2.2.3.4 多样性指数

2018 年春季调查海区种类丰富度 (d)、均匀度 (J') 和多样性指数 (H') 分析如下:

种类丰富度 (d): 表层调查海区浮游植物的种类丰富度范围为 0.09-1.44。最高值出现在 S25 站位, 最低值在 S2; 底层浮游植物的种类丰富度范围为 0.27-1.40。最高值出现在 S2 站位, 最低值在 S7。

均匀度 (J'): 表层调查海区浮游植物的均匀度范围为 0.57-0.93。最高值出现在 S48, 最低值在 S21; 底层调查海区浮游植物的均匀度范围为 0.58-0.98。最高值出现在 S2, 最低值在 S28。

多样性指数 (H'): 表层调查海区浮游植物的多样性指数范围为 0.92-3.74。最高值出现在 S35, 最低值在 S2; 底层调查海区浮游植物的多样性指数范围为 1.37-3.93。最高值出现在 S11, 最低值在 S4。

2.2.4 网采浮游植物

2.2.4.1 细胞密度

春季调查海区浮游植物平均密度为 $5812.31 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。最高值出现在 S18 站位,

密度达 $29142.86 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，次高值出现在 S42 站位，数值为 $16905.26 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，最低值为 $290.00 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，出现在 S19 站位。

2.2.4.2 海域优势种

春季以翼根管藻、菱形海线藻、并基角毛藻和奇异棍形藻最为优势，翼根管藻最高值位于 S42 站位，密度达 $13263.16 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，最低值 S7 站位密度仅为 $3.85 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；菱形海线藻最高值位于 S18 站位，密度达 $2785.71 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，最低值 S16 站位密度仅为 $3.33 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。

2.2.4.3 多样性指数

春季监测海区种类丰富度 (d)、均匀度 (J') 和多样性指数 (H') 分析如下：种类丰富度 (d)：调查海区浮游植物的种类丰富度范围为 0.42-1.51。最高值出现在 S20 站位，最低值在 S16 站位。均匀度 (J')：调查海区浮游植物的均匀度范围为 0.32-0.80。最高值出现在 S24 站位，最低值在 S6 站位。多样性指数 (H')：调查海区浮游植物的多样性指数范围为 1.45-4.13。最高值出现在 S19 站位，最低值在 S6 站位（表 2.2-4）。

表 2.2-4 春季网采浮游植物多样性指数

| 站位 | D | J | H' | 站位 | D | J | H' |
|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| S2 | 0.6 | 0.68 | 2.95 | S23 | 1.16 | 0.63 | 3.35 |
| S4 | 0.73 | 0.68 | 3.07 | S24 | 0.81 | 0.8 | 3.78 |
| S5 | 1.04 | 0.8 | 3.95 | S25 | 0.91 | 0.75 | 3.7 |
| S6 | 0.78 | 0.32 | 1.45 | S26 | 0.72 | 0.44 | 2.03 |
| S7 | 0.67 | 0.44 | 1.92 | S28 | 0.77 | 0.33 | 1.56 |
| S9 | 0.81 | 0.65 | 2.99 | S31 | 0.53 | 0.61 | 2.48 |
| S11 | 1.03 | 0.47 | 2.36 | S33 | 1.05 | 0.67 | 3.39 |
| S14 | 0.91 | 0.76 | 3.74 | S34 | 0.71 | 0.48 | 2.2 |
| S16 | 0.42 | 0.63 | 2.32 | S35 | 1.15 | 0.71 | 3.74 |
| S17 | 1.27 | 0.69 | 3.76 | S40 | 0.62 | 0.5 | 2.13 |
| S18 | 1.04 | 0.69 | 3.61 | S41 | 0.78 | 0.75 | 3.55 |
| S19 | 1.39 | 0.78 | 4.13 | S42 | 0.71 | 0.33 | 1.54 |
| S20 | 1.51 | 0.7 | 3.9 | S46 | 1.35 | 0.63 | 3.47 |
| S21 | 0.71 | 0.6 | 2.76 | S48 | 1 | 0.45 | 2.21 |
| S22 | 1.12 | 0.57 | 2.95 | | | | |

2.2.5 浮游动物

浮游动物调查结果根据《广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查报告总报告》，以春季航次（2018 年 4 月）调查结果为主，兼顾夏季航次（2018 年 8 月）调查的总结论进行分析。

2.2.5.1 种类组成与生态特点

调查中，夏季航次调查共鉴定到种浮游动物 49 种，春季种数 33 种。

2.2.5.2 总生物量（湿重）的分布

春季调查浮游动物总生物量均值为 $236.32\text{mg}/\text{m}^3$ ，夏季航次调查浮游动物生物量值为 $957.28\text{mg}/\text{m}^3$ 。分布上春季（ $43.18\text{mg}/\text{m}^3\sim 686.47\text{mg}/\text{m}^3$ ）全区量值明显下降，但分布较为均匀，全区大部份水域量值在 $50\text{mg}/\text{m}^3\sim 500\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。夏季（ $68.21\text{mg}/\text{m}^3\sim 13702.14\text{mg}/\text{m}^3$ ）生物量明显回升，并在调查区中东部（33 号站）水域形成年度最高值 $13702.14\text{mg}/\text{m}^3$ 高值区，这一现象主要由大个体浮游动物球形侧腕水母和亨氏莹虾高度密集所致。

2.2.5.3 总个体密度分布

春季调查期间浮游动物个体密度均值 $51.81\text{ind}/\text{m}^3$ ，夏季均值最高 $621.19\text{ind}/\text{m}^3$ 。

在平面分布上，春季全区总个体密度（ $0.90\text{ind}/\text{m}^3\sim 168.56\text{ind}/\text{m}^3$ ）明显下降，除测区南部（21 号站和 42 站位）以及中南部（46 站位和 19 号站）总个体密度较高大于（ $>120\text{ind}/\text{m}^3$ ）外，其它大部份水域数量均低于 $50\text{ind}/\text{m}^3$ 。

2.2.5.4 主要类别个体密度的百分组成

春季阶段性浮游幼虫和毛颚类占主要优势，桡足类和水母类比例较高，而夏季以桡足类占绝对优势，水母类、阶段性浮游幼虫、毛颚类和十足类也占一定的份量。由此可见本区浮动物种类有季节更替。

2.2.5.5 物种多样性指数与均匀度的分布

浮游动物物种多样性指数（ H' ）和均匀度（ J' ），春季 H' 值为 3.08，夏季 H' 值为 3.25，均匀度（ J' ）春季和夏季均值分别为 0.81 和 0.75。

2.2.6 潮间带底栖生物

2.2.6.1 种类组成及分布

（1）种类组成

春季航次调查所获得的样品，经初步鉴定的泥样的种类共有 11 门 155 种，其中多毛类最多，有 54 种，占总种数的 34.84%。软体动物次之，有 51 种，占总种数的

32.90%。甲壳类有 33 种，其他动物有 17 种（刺胞动物 2 种，纽形动物 4 种，星虫动物 2 种，脊索动物 1 种，2 种棘皮动物和 6 种藻类）。而多毛类、软体动物和甲壳类占总种数的 89.03%，三者构成潮间带生物主要类群。

防城港潮间带生物 6 条断面种类数和种类组成不尽相同，种数以 GFC3 断面最多，GFC4 断面次之，GFC6 断面的种数最少。6 条断面的种类组成均以甲壳类、软体动物和多毛类占多数（表 2.2-5）。

表 2.2-5 各断面主要类群种类数组成

| | GFC1 | GFC2 | GFC3 | GFC4 | GFC5 | GFC6 | 总种数 |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 多毛类 | 10 | 24 | 29 | 21 | 13 | 4 | 54 |
| 软体动物 | 11 | 17 | 17 | 24 | 10 | 10 | 51 |
| 甲壳类 | 9 | 7 | 14 | 10 | 7 | 8 | 33 |
| 其他 | 3 | 5 | 6 | 4 | 3 | 6 | 17 |
| 合计 | 33 | 53 | 66 | 59 | 33 | 28 | 155 |

(2) 空间分布

6 条断面潮间带生物种数的垂直分布特征：各断面各潮区的种数分布在 0~130 种之间。中潮区物种最多共有 130 种，低潮区次之有 69 种，高潮区种类最少，有 2 种。其中，6 条断面物种数垂直分布特征均为中潮区 > 低潮区 > 高潮区。各主要类群物种垂直分布不尽相同（图 2.2-7）。

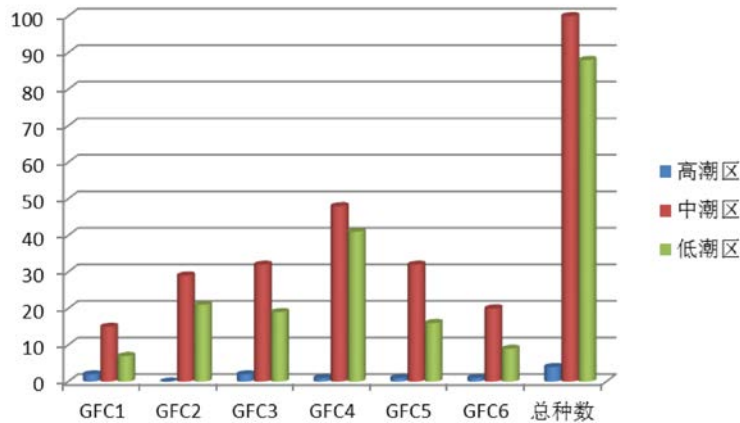


图 2.2-7 潮间带生物种数的垂直分布

2.2.6.2 栖息密度组成与分布

(1) 栖息密度组成

春季调查的 6 条潮间带断面平均栖息密度为 774ind/m²。其中，栖息密度以甲壳类居第一位（397ind/m²），占总密度的 51.22%。软体动物居第二位（282ind/m²），占总密度的 36.46%。多毛类和其他动物栖息密度均较低，分别为 73ind/m² 和 23ind/m²。

(2) 空间分布

潮间带生物栖息密度水平分布，以 GFC6 断面 ($2306\text{ind}/\text{m}^2$) > GFC1 断面 ($795\text{ind}/\text{m}^2$) > GFC2 断面 ($586\text{ind}/\text{m}^2$) > GFC4 断面 ($426\text{ind}/\text{m}^2$) > GFC3 断面 ($333\text{ind}/\text{m}^2$) > GFC5 断面 ($200\text{ind}/\text{m}^2$)。

潮间带生物栖息密度垂直分布，以中潮区 ($1713\text{ind}/\text{m}^2$) > 低潮区 ($468\text{ind}/\text{m}^2$) > 高潮区 ($142\text{ind}/\text{m}^2$)。各断面各生物类群生物栖息密度垂直分布不尽相同：GFC1、GFC2、GFC5 断面都以中潮区 > 低潮区 > 高潮区；GFC6 断面以中潮区 > 高潮区 > 低潮区；而 GFC3、GFC4 断面以低潮区生物栖息密度最大（图 2.2-8）。

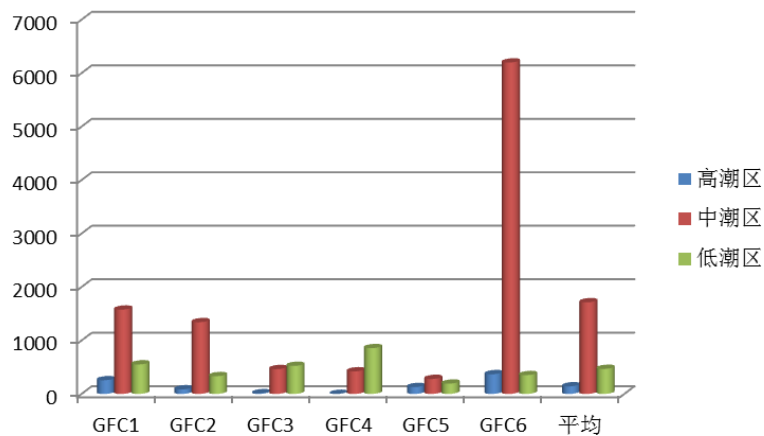


图2.2-8 潮间带生物种数的垂直分布

2.2.6.3 生物量组成与分布

(1) 生物量组成

春季调查的 6 条潮间带断面平均生物量为 $743.91\text{g}/\text{m}^2$ ，以软体动物居第一位 ($220.09\text{g}/\text{m}^2$)，甲壳类居第二位 ($61.60\text{g}/\text{m}^2$)。

(2) 空间分布

潮间带生物生物量水平分布，GFC1 断面 ($535.88\text{g}/\text{m}^2$) > GFC6 断面 ($502.64\text{g}/\text{m}^2$) > GFC2 断面 ($495.17\text{g}/\text{m}^2$) > GFC4 断面 ($165.71\text{g}/\text{m}^2$) > GFC5 断面 ($95.68\text{g}/\text{m}^2$) > GFC3 断面 ($72.97\text{g}/\text{m}^2$)。

潮间带生物生物量垂直分布，以中潮区 ($789.16\text{g}/\text{m}^2$) > 低潮区 ($127.07\text{g}/\text{m}^2$) > 高潮区 ($17.79\text{g}/\text{m}^2$)。各断面各生物类群生物量垂直分布不尽相同：GFC1、GFC2、GFC3、GFC4、GFC6 断面都以中潮区生物生物量最大，其中 GFC4 断面是以低潮区 > 中潮区 > 高潮区。GFC2、GFC3、GFC5、GFC6 断面是以中潮区 > 低潮区 > 高潮区。GFC1R 断

面是以中潮区>高潮区>低潮区。

2.2.6.4 群落生态特征

(1) 群落类型和结构

根据数量和出现率，春季群落中的优势种和主要种有：上野螺赢蜚 (*Corophiumuenoi*) 变化短齿蛤、斯氏印澳蛤、网纹藤壶、僧帽囊牡蛎、粗糙滨螺、日本美人虾 (*Callinassa japonica*)、强壮藻钩虾 (*Amphitoevalida*)、大角玻璃钩虾 (*Hyalegrandicornis*)、直背小藤壶、欧努菲虫、塔结节滨螺、鳞笠藤壶 (*Tetraclitasquamosa*)、青蚶 *Barbatiavirescens*)、长碗和尚蟹 (*Mictyrislongicarpus*)、纹藤壶 (*Amphibalanusamphitrite*)、腹沟虫 (*Scolelepis* sp.)、江蓠 (*Gracilariasp.*)、锈凹螺 (*Chlorostomarustica*)、膜囊尖锥虫 (*Scoloplosmarsupialis*) 等。

(2) 多样性指数

根据 Shannon-Wiener 种类多样性指数 (H')、Pielous 种类均匀度指数 (J)、Margalef 种类丰度指数 (d) 和 Simpson 优势度 (D) 显示，广西防城港核电厂附近海域秋季潮间带生物丰度指数 (d) 以 GFC3>GFC2>GFC4>GFC5>GFC1>GFC6 断面，平均值为 4.60；多样性指数 (H') 以 GFC3>GFC2>GFC4>GFC5>GFC1>GFC6 断面， H' 平均值为 3.58，Pielous 种类均匀度指数 (J) 以 GFC2=GFC6>GFC5>GFC1>GFC4>GFC3 断面，平均值为 0.94；Simpson 优势度 (D) 则以 GFC6>GFC1>GFC5>GFC4>GFC2=GFC3 断面，平均值为 0.12 (表 2.2-6)。

表 2.2-6 潮间带底栖生物多样性指数

| 断面 | d | J | H' | D |
|------|------|------|------|------|
| GFC1 | 3.16 | 0.94 | 3.14 | 0.13 |
| GFC2 | 6.28 | 0.96 | 4.39 | 0.06 |
| GFC3 | 7.35 | 0.91 | 4.44 | 0.06 |
| GFC4 | 5.40 | 0.93 | 4.10 | 0.07 |
| GFC5 | 4.01 | 0.95 | 3.52 | 0.10 |
| GFC6 | 1.39 | 0.96 | 1.91 | 0.28 |
| 平均 | 4.60 | 0.94 | 3.58 | 0.12 |

2.2.7 浅海大型底栖生物

2.2.7.1 种类组成及分布

春季航次调查所获的样品，经初步鉴定共有大型底栖生物 11 门 88 科 156 种，其中

环节动物所占种类数最多，有 55 种，占总种数的 35.26%；其次是软体动物，有 40 种，占总种数的 25.64%；节肢动物有 34 种，占总物种数 21.79%；其他动物只有 21 种，包括海绵动物 2 种，刺胞动物 2 种、纽形动物 5 种、星虫 2 种、蠕虫 1 种、尾索动物 1 种和脊索动物 8 种；棘皮动物 6 种。其中泥样定量站位所获得的大型底栖动物 124 种，物种数分别为环节动物（54 种）>节肢动物（30 种）>软体动物（23 种）>其他动物（11 种）>棘皮动物（6 种）。拖网定性样品有 54 种，物种数分别为软体动物（24 种）>节肢动物（14 种）>其他动物（13 种）>环节动物（3 种）。

分析讨论定量站位大型底栖生物物种数，各站平均物种数为 13 种，物种数最高的是 11 号站，有 29 种，最少的站位为 9 号、19 号、25 号和 41 号站，有 7 种；物种数超过 20 种的站位有 3 个，物种数在 11-30 之间的站位较多，大部分位于湾口处。

环节动物每个站位均有分布，平均物种数为 9 种，介于 3~20 种。物种数最多的是 11 号站，有 20 种，物种数最少的站位是 16 号、19 号和 41 号站，只有 3 种。软体动物在平均物种数为 1 种，介于 1~5 种。在 34 号站物种数最多，有 5 种，在 5 号、6 号、9 号、11 号、14 号、16 号、24 号、31 号、33 号、35 号和 48 号站未采集到软体动物，其余站位只有 2~3 种。节肢动物平均物种数为 2 种，介于 1~7 种。物种数最多的站位是 48 号站，有 7 种，在 14 号、18 号、19 号、21 号、24 号、25 号、33 号和 34 号站未采集到。棘皮动物物种数分布最高的站位只有 2 种。其他动物介于 1~3 种，31、33 和 48 站最高。

定性拖网站位中，各站位物种数以软体动物最多，节肢动物次之（表 2.2-7）。

表 2.2-7 大型底栖生物定性样品物种数

| | 04拖 | 18拖 | 20拖 | 26拖 | 41拖 | 46拖 | 总种数 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 环节动物 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 软体动物 | 7 | 14 | 6 | 9 | 2 | 5 | 24 |
| 节肢动物 | 11 | 1 | 2 | 0 | 4 | 2 | 14 |
| 棘皮动物 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 其他动物 | 5 | 5 | 0 | 2 | 3 | 3 | 13 |
| 合计 | 26 | 20 | 8 | 11 | 9 | 10 | 54 |

2.2.7.2 栖息密度组成及分布

仅对防城港核电厂附近海域定量站位的大型底栖生物栖息密度进行讨论。防城港核电厂附近海域大型底栖生物平均栖息密度达 $154\text{ind}/\text{m}^2$ 。在平均栖息密度组成中，以环节动物居第一位，其平均栖息密度达 $102\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总平均栖息密度 66.14%；其次为节肢动物，其平均栖息密度为 $27\text{ind}/\text{m}^2$ ，占 17.49%；其他动物、棘皮动物和软体动物的平均栖息

密度较低，分别 $7\text{ind}/\text{m}^2$ 、 $3\text{ind}/\text{m}^2$ 和 $15\text{ind}/\text{m}^2$ 。

各站底栖生物栖息密度相差很大，栖息密度最高的是 35 号站，为 $375\text{ind}/\text{m}^2$ ，栖息密度最小的站是 9 号站，为 $45\text{ind}/\text{m}^2$ ；其余各站栖息密 $55\text{ind}/\text{m}^2 \sim 290\text{ind}/\text{m}^2$ ，栖息密度超过 $200\text{ind}/\text{m}^2$ 的站位有 6 个，分别为 4 号、11 号、26 号、35 号、46 号和 48 号站（图 2.2-9）。

2.2.7.3 生物量组成及分布

仅对防城港核电站附近海域定量站位大型底栖生物的生物量进行讨论。防城港核电站附近海域大型底栖生物的平均生物量为 $48.35\text{g}/\text{m}^2$ 。在总平均生物量组成中，节肢平均生物量最大，为 $18.36\text{g}/\text{m}^2$ ，占总平均生物量的 37.98%；软体动物的平均生物量是 12.68，占总平均密度的 26.22%，其他动物的平均生物量是 13.88，站总平均密度的 28.70%，棘皮动物和环节动物的平均生物量分别为 $1.11\text{g}/\text{m}^2$ 和 $2.33\text{g}/\text{m}^2$ 。

防城港核电站附近海域各站生物量相差较大，生物量最高的站位是 48 站，为 $430.05\text{g}/\text{m}^2$ ，生物量最低的站位是 6 号站，为 $1.65\text{g}/\text{m}^2$ 。平均生物量低于 $10\text{g}/\text{m}^2$ 的站位有 12 个，高于 $100\text{g}/\text{m}^2$ 的站位有 4 个。

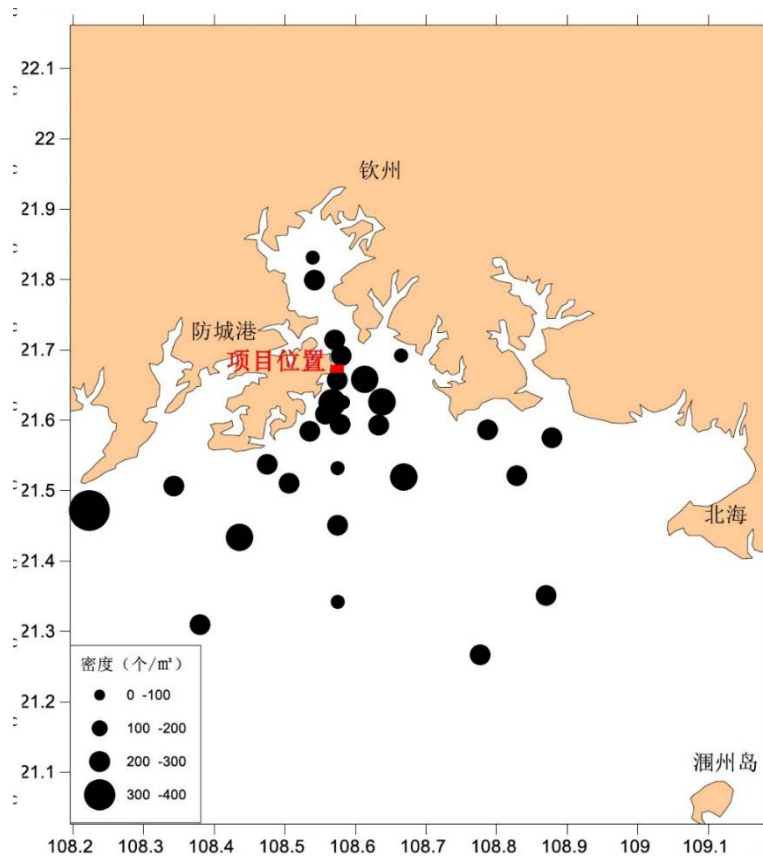


图2.2-9 防城港核电站附近海域大型底栖生物栖息密度分布

2.2.7.4 群落构成及优势种的分布

调查海域大型底栖生物群落中的优势种和主要种有：双鳃内卷齿蚕 *Aglaophamusdibranchis*、奇异稚齿虫 *Paraprionospioinnata*、拟刺虫 *Linopherus sp.*、中蚓虫 *Mediomastus* 和美原双眼钩虾 *Ampelisca miharaensis*。

2.2.7.5 生物多样性分析

防城港核电站附近海域大型底栖生物 H' 值的平均值为 2.212; d 值的平均值为 2.363, d 值主要介于 1.303~4.579 之间, 丰度指数在 4 号站最高; D 值的平均值为 0.148, 优势度指数均较低; J' 值的平均值为 0.891, 介于 0.732~0.974 之间 (表 2.2-8)。

表 2.2-8 防城港核电站附近海域各站生物 H' 、 J' 、 d 和 D 值

| 站位 | d | J' | H' (loge) | D |
|-----|-------|-------|-------------|-------|
| 2 | 2.416 | 0.957 | 2.379 | 0.102 |
| 4 | 4.579 | 0.919 | 2.994 | 0.07 |
| 5 | 2.924 | 0.965 | 2.615 | 0.08 |
| 6 | 2.529 | 0.946 | 2.427 | 0.1 |
| 7 | 2.578 | 0.878 | 2.318 | 0.128 |
| 9 | 1.313 | 0.968 | 1.735 | 0.185 |
| 11 | 4.938 | 0.953 | 3.209 | 0.047 |
| 14 | 1.737 | 0.884 | 1.942 | 0.185 |
| 16 | 1.897 | 0.864 | 1.99 | 0.176 |
| 17 | 2.323 | 0.897 | 2.3 | 0.118 |
| 18 | 2.594 | 0.916 | 2.416 | 0.109 |
| 19 | 1.497 | 0.949 | 1.846 | 0.174 |
| 20 | 1.752 | 0.823 | 1.894 | 0.196 |
| 21 | 1.677 | 0.926 | 1.925 | 0.172 |
| 22 | 3.172 | 0.922 | 2.613 | 0.091 |
| 23 | 1.657 | 0.868 | 1.907 | 0.187 |
| 24 | 2.49 | 0.793 | 2.094 | 0.204 |
| 25 | 1.276 | 0.897 | 1.745 | 0.198 |
| 26 | 1.839 | 0.918 | 2.201 | 0.125 |
| 28 | 2.364 | 0.817 | 2.096 | 0.18 |
| 31 | 1.789 | 0.974 | 2.025 | 0.14 |
| 33 | 2.299 | 0.904 | 2.318 | 0.115 |
| 34 | 2.364 | 0.95 | 2.359 | 0.107 |
| 35 | 2.7 | 0.759 | 2.15 | 0.22 |
| 40 | 2.759 | 0.936 | 2.534 | 0.094 |
| 41 | 1.303 | 0.8 | 1.557 | 0.27 |
| 42 | 1.475 | 0.732 | 1.521 | 0.308 |
| 46 | 2.908 | 0.862 | 2.444 | 0.115 |
| 48 | 3.383 | 0.87 | 2.606 | 0.109 |
| 平均值 | 2.363 | 0.891 | 2.212 | 0.148 |

2.2.8 鱼卵和仔稚鱼

鱼卵和仔稚鱼同浮游动物，调查结果根据《广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查报告总报告》，以春季航次调查结果为主，兼顾夏季航次调查的总结论进行分析。

2.2.8.1 鱼卵种类组成与分布

根据所获的鱼卵和仔稚鱼的样品分析，共记录鱼卵和仔稚鱼 23 科 35 属 59 种（含未定种）。其中春季（4 月）种类最多为 30 种（含未定种），夏季（8 月）为 25 种（含未定种）。

种类上，以鯷科和鲷科种类最多为 6 种、石首鱼科 4 种居二、鲱科和舌鳎科种类各为 3 种（含未定种），其它各科仅记录 1-2 种。

分布上，春季（0~14 种）种类大于 10 种位于调查区南部（34 号站、28 号站和 42 号站）和钦州湾湾口水域（14 号站、7 号站、6 号站、26 号站和 42 号站）种类（>10 种）较高外，其它水域种数均在 6 至 10 种之间。

2.2.8.2 鱼卵的数量分布

调查中，春季垂直拖网平均个体数为 115.0ind/100m³，夏季为 0.9ind/100m³。水平拖网春季为 176.5ind/100m³，夏季为 456.4ind/100m³。

数量上，垂直拖网以鲷科、鳊属和舌鳎所占比例较高各占 15%，断斑石鲈占 7%、小公鱼和斑鲮分别占 6% 和 5%。水平拖网以鳊属居首（26%）、其次是鳊属和小公鱼（20%）、白姑鱼属占 9%、鲷科、舌鳎和斑鲮等种类所占的份量较低。但不同季节优势种类的百分组成有较明显差异，如春季以鳊属、鲷科、小公鱼和舌鳎较占优势，夏季则以鳊属、鳊属、小公鱼和白姑鱼属为主要种类，由此可见本海区鱼卵的优势种类有季节更替。

分布上，春季垂直拖网鱼卵（0~500.0ind/100m³）主要分布在钦州湾口（23 号站、24 号站、11 号站和 18 号站）和调查区东南部（42 号站）水域，其中以钦州湾口（11 号站和 23 号站）水域密度最高大于 480.0ind/100m³，调查区西部水域数量较低或未出现（图 6A）。水平拖网（5.3~1475.1ind/100m³）高数量区（>500ind/100m³）位于钦州湾口和调查区东南部（42 号站）水域，并在钦州湾口西部（18 号站和 23 号站）水域形成数量大于 1000ind/100m³ 高数量密集区，这两个密集区的形成主要是鳊和舌鳎的鱼卵大量出现所致。调查区的西部和钦州湾的北部水域数量（<100ind/100m³）较低。

2.2.8.3 仔稚鱼数量的分布

本次调查，仔稚鱼的数量明显低于鱼卵，其中春季（4 月）垂直拖网四季平均数量为 91.9ind/100m³，夏季为 0.5ind/100m³。数量上，以鰕虎鱼科较占优势（28%），其次为褐鲳鲷（21%）、斑鲷占 14%、鱼衔 10%、小公鱼 9%、美肩鳃鲷和鰻各占 5% 和 4%。

水平拖网春季为 14.4ind/100m³，夏季为 3.0ind/100m³。数量上，美肩鳃鲷（33%）居首、鲷科居二（26%）、褐鲳鲷 10% 位居第三、鰻和金线鱼属分别占仔稚鱼总量的 3% 和 4%。

春季垂直拖网仔稚鱼（0~285.7ind/100m³）数量大于 200ind/100m³ 密集区位于钦州湾口的（24 号站、14 号站）及南部（21 号站和 42 号站）水域，其中以钦州湾口（14 号站）水域最为密集（>280ind/100m³），这些密集区主要种类为鰕虎鱼类、小公鱼等，其它水域数量较低或未采到。水平拖网（0.2~125.6ind/100m³）仔稚鱼遍布全区，但数量较低，仅调查区东南部（28 号站）水域数量较高（>100ind/100m³），其它大部份水域 1~20ind/100m³ 之间。

2.2.9 游泳动物

（1）调查站位及网具

使用有翼单囊底拖网船。底拖网网衣网口周长 30m，网衣长度 20m，囊网网目 110-20mm。

（2）拖网时间和拖网速度

根据调查范围内水域底质具体情况和周围环境的可拖网时间，每个试捕站，以 3kn 左右的拖速拖曳 30-60 分钟左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。

（3）样品采集

从每网渔获物中先将较大的不同种类单独挑出，然后随机取样采集约 20kg 渔获样品供进一步分析，不足 20kg 时，全部取样。

（4）渔获物样品分析

鉴定样品渔获物的种类，并记录各种类的尾数、重量和最小、最大体长和体重以及各个鱼种的幼体比例；并对主要经济种群进行渔业生物学测定。

（5）优势种渔获物分析

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标 (*IRI*) 来确定:

$$IRI = (W\% + N\%) \times F$$

其中: *W%* 为该种类占总重量的百分比, *N%* 为尾数占总尾数的百分比, *F%* 为该种类出现的站数占调查总站数的百分比。

(6) 资源密度估算

拖网调查海域的资源密度 (尾数和重量) 计算:

$$D = \frac{C}{q \times A}$$

式中: *D*—资源密度 (重量: kg/km^2 , 尾数: $\text{ind.}/\text{km}^2$);

C—每小时取样面积内的渔获量 (kg) 或尾数 (ind.)

q—网具捕获率, *q* 取 0.5。

A—为网具每小时扫海面积 (km^2)。

2.2.9.1 种类组成及平面分布

2018 年春季拖网调查鉴定游泳动物 72 种, 其中鱼类 42 种, 占拖网总种数的 58.33%, 虾类 10 种, 占 13.89%, 蟹类 12 种, 占 16.67%, 虾蛄类 3 种, 占 4.17%, 头足类 5 种, 占 6.94% (表 2.2-9)。

表 2.2-9 拖网调查游泳动物种类数及其百分比组成

| 类 群 | 种数 | 百分比 (%) |
|-----|----|---------|
| 鱼 类 | 42 | 58.33 |
| 虾 类 | 10 | 13.89 |
| 蟹 类 | 12 | 16.67 |
| 虾蛄类 | 3 | 4.17 |
| 头足类 | 5 | 6.94 |
| 合 计 | 72 | 100 |

从种类数平面分布上来看, S9#站与 S40#站未采集到样品, 其次为 S24#站, 仅为 13 种, S31#站最多, 为 34 种, 有 18 个站位的种类数在 20-30 种之间, 占总站位数的 62.07%。

2.2.9.2 渔获物 (重量、尾数) 分类群组成

2018 年 4 月春季鱼类、虾类、虾蛄类、蟹类、头足类重量分类群百分比分别占 67.36%、3.70%、2.11%、24.18% 和 2.65%, 尾数分类群百分比分别为 77.32%、7.70%、0.76%、13.01% 和 1.21%。

2.2.9.3 渔获物数量分布

2018 年 4 月春季, 调查区 29 个站位渔获重量和尾数分别为 195.22kg/33517ind. (已换算成单位时间渔获量), 平均每网渔获量为 6.73kg/h, 1156ind/h。每网渔获生物量最高的网次出现在 4 号站位, 达 14.74kg/h; 其次为 46 号站, 为 13.49kg/h, 渔获生物量最低的网次是 9 号站和 40 号站, 未捕到渔获物。平均每网渔获密度以 25 号站最高, 为 3081ind./h, 主要种类是二长棘鲷、鹿斑鲷、黄斑鲷等; 其次为 46 号站, 为 2703ind./h。

2.2.9.4 资源密度 (重量、尾数) 及平面分布

2018 年 4 月春季, 调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 175.58kg/km² 和 30145ind./km²。其中, 鱼类为 118.27kg/km²、23308ind./km², 虾类为 6.50kg/km²、2322ind./km², 蟹类为 42.45kg/km²、3920ind./km², 虾蛄类为 3.71kg/km²、228ind./km², 头足类 4.65kg/km²、366ind./km² (表 2.2-10)。

在本次调查中, 调查海域渔获物总重量密度与总尾数密度分布在各站位间差异较大, 重量密度最大值出现在 S4#站, 为 384.39kg/km², 主要种类包括鹿斑鲷、黄斑鲷和颗粒关公蟹等, 渔获率分别为 5.58kg/h、2.28kg/h、1.49kg/h。尾数密度最大值出现在 S25#站, 为 80359ind./km², 主要是二长棘鲷、鹿斑鲷、黄斑鲷出现所致 (表 2.2-11)。

表 2.2-10 调查海域渔获物各类群资源密度 (重量: kg/km²、尾数: ind./km²)

| 类群 | 重量资源密度 | 尾数资源密度 |
|------|--------|--------|
| 鱼类 | 118.27 | 23308 |
| 虾类 | 6.5 | 2322 |
| 蟹类 | 42.45 | 3920 |
| 虾蛄 | 3.71 | 228 |
| 头足类 | 4.65 | 366 |
| 游泳动物 | 175.58 | 30144 |

表 2.2-11 调查海域各站位资源密度分布 (重量: kg/km²、尾数: ind./km²)

| 站位 | 重量密度 | 尾数密度 |
|----|--------|-------|
| 2 | 286.89 | 53912 |
| 4 | 384.39 | 48669 |
| 5 | 243.64 | 57198 |
| 6 | 77.47 | 16067 |
| 7 | 208.22 | 42097 |
| 9 | 0 | 0 |
| 11 | 195.01 | 32446 |

| | | |
|----|--------|-------|
| 14 | 93.75 | 7303 |
| 16 | 123.74 | 30751 |
| 17 | 291.97 | 46635 |
| 18 | 121.04 | 19666 |
| 19 | 81.65 | 17736 |
| 20 | 265.58 | 41314 |
| 21 | 271.12 | 37245 |
| 22 | 48.59 | 8085 |
| 23 | 290.26 | 63145 |
| 24 | 73.94 | 8451 |
| 25 | 283.61 | 80359 |
| 26 | 160.56 | 16849 |
| 28 | 135.38 | 24048 |
| 31 | 151.56 | 13250 |
| 33 | 140.13 | 21179 |
| 34 | 112.68 | 9911 |
| 35 | 161.93 | 35289 |
| 40 | 0 | 0 |
| 41 | 246.21 | 36776 |
| 42 | 182.1 | 17527 |
| 46 | 351.73 | 70500 |
| 48 | 108.69 | 17788 |
| 平均 | 175.58 | 30145 |

2.2.9.5 渔获物优势种

2018 年春季调查, 根据 *IRI* 相对重要性指数大小, 鱼类前五的种类为鹿斑鲷、二长棘鲷、黄斑鲷、矛尾虾虎鱼、拟矛尾虾虎鱼, 除鹿斑鲷、二长棘鲷、黄斑鲷 *IRI* 超过 2000 外, 其余几种都在 200 以下; 虾类 *IRI* 指数前五的种类为须赤虾、鲜明鼓虾、周氏新对虾、鹰爪虾、刀额仿对虾; 蟹类 *IRI* 指数前五的种类为颗粒关公蟹、矛形梭子蟹、隆线强蟹、日本蟳、美人蟳, 颗粒关公蟹、矛形梭子蟹、隆线强蟹三种蟹类 *IRI* 指数均超过 500; 其它种类中, 虾姑类与头足类 *IRI* 指数相对均较小 (表 2.2-12)。

表 2.2-12 各类群渔获物优势种及其相对重要性指数

| 类群 | 种类 | W% | N% | F% | <i>IRI</i> |
|----|--------|-------|-------|-------|------------|
| 鱼类 | 鹿斑鲷 | 20.46 | 26.94 | 75.86 | 3595.96 |
| | 二长棘鲷 | 14.15 | 20.00 | 75.86 | 2590.93 |
| | 黄斑鲷 | 14.51 | 21.23 | 58.62 | 2095.19 |
| | 矛尾鰕鲷鱼 | 0.71 | 1.53 | 68.97 | 154.13 |
| | 拟矛尾鰕鲷鱼 | 1.24 | 0.64 | 62.07 | 116.84 |

| | | | | | |
|-----|-------|------|------|-------|--------|
| 虾类 | 须赤虾 | 1.49 | 5.47 | 93.10 | 648.16 |
| | 鲜明鼓虾 | 0.66 | 1.03 | 75.86 | 128.17 |
| | 周氏新对虾 | 0.69 | 0.51 | 65.52 | 78.63 |
| | 鹰爪虾 | 0.30 | 0.36 | 55.17 | 36.32 |
| | 刀额新对虾 | 0.28 | 0.15 | 20.69 | 8.86 |
| 蟹类 | 颗粒关公蟹 | 6.98 | 2.93 | 75.86 | 751.66 |
| | 矛形梭子蟹 | 2.68 | 5.34 | 89.66 | 719.03 |
| | 隆线强蟹 | 6.20 | 1.52 | 68.97 | 532.40 |
| | 日本蟳 | 4.99 | 1.79 | 65.52 | 444.22 |
| | 美人蟳 | 1.70 | 0.55 | 31.03 | 69.72 |
| 其它类 | 小管枪乌贼 | 1.39 | 0.73 | 44.83 | 95.12 |
| | 口虾蛄 | 1.13 | 0.52 | 48.28 | 79.27 |

2.2.9.6 渔获物幼体比例

2018 年 4 月春季调查，所有渔获物平均体重为 6.01g，其中鱼类最小体重 0.30g，最大体重 190.5 g，最小体长为 12.00mm，最大体长为 285.00mm，平均体重为 5.30g；虾类最小体重 0.4g，最大体重 29.5g，最小体长 15.00mm，最大体长 130.00mm，平均体重 2.88g；蟹类最小体重 0.4g，最大体重 100.1g，最小体长 10.00mm，最大体长 55.00mm，平均体重为 10.49g；虾蛄类最小体重 1.5g，最大体重 105.7g，最小体长 50.00mm，最大体长 220.00mm，平均体重 15.50g；头足类最小体重 1.3g，最大体重 125.7g，最小体长 12.00mm，最大体长 140.00mm，平均体重 12.60g。根据渔获物个体长度大于其生物学最小型为成鱼，而小于生物学最小型为幼鱼的划分标准，估算所有游泳动物的幼鱼比例为 56.8%，其中鱼类的幼鱼比例为 68.9%，虾类为 46.6%，虾蛄类为 40%，蟹类为 53%，头足类幼鱼比例为 49.5%（表 2.2-13）。

表 2.2-13 2018 年 4 月春季调查海域渔获物主要种类幼体比例

| 物种 | 最小体长 /mm | 最大体长/mm | 最小体重/g | 最大体重 /g | 平均体重 | 出现率 | 幼体比例 |
|--------|----------|---------|--------|---------|-------|------|--------|
| 白姑鱼 | 115.00 | 120.00 | 39.50 | 46.60 | 41.87 | 0.10 | 100.00 |
| 斑鱚 | 115.00 | 160.00 | 33.50 | 66.80 | 48.76 | 0.34 | 10.00 |
| 点斑缺角虾蛄 | 65.00 | 220.00 | 3.00 | 105.70 | 22.41 | 0.45 | 20.00 |
| 短刺浆蟹 | 12.00 | 25.00 | 2.50 | 12.50 | 5.38 | 0.31 | 25.00 |
| 短吻鳎 | 22.00 | 88.00 | 3.50 | 35.70 | 11.92 | 0.31 | 100.00 |
| 多鳞鳎 | 45.00 | 83.00 | 2.40 | 20.10 | 4.43 | 0.17 | 100.00 |
| 二长棘鲷 | 16.00 | 80.00 | 0.40 | 20.50 | 4.20 | 0.76 | 100.00 |
| 花鲈 | 27.00 | 65.00 | 0.40 | 4.20 | 1.18 | 0.48 | 100.00 |
| 剑尖枪乌贼 | 13.00 | 140.00 | 3.50 | 84.50 | 27.07 | 0.14 | 10.00 |

| | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|
| 截尾白姑鱼 | 34.00 | 108.00 | 0.50 | 59.40 | 17.34 | 0.17 | 100.00 |
| 近缘新对虾 | 56.00 | 100.00 | 4.00 | 13.50 | 8.13 | 0.21 | 0.00 |
| 颗粒关公蟹 | 13.00 | 45.00 | 1.50 | 38.90 | 13.73 | 0.76 | 100.00 |
| 口虾蛄 | 58.00 | 140.00 | 3.50 | 32.40 | 12.80 | 0.34 | 10.00 |
| 曼氏无针乌贼 | 15.00 | 58.00 | 1.50 | 121.60 | 15.79 | 0.38 | 50.00 |
| 矛形梭子蟹 | 10.00 | 27.00 | 0.40 | 8.50 | 2.87 | 0.90 | 100.00 |
| 美人蜆 | 22.00 | 41.00 | 7.10 | 55.30 | 17.73 | 0.31 | 35.00 |
| 铅点东方鲀 | 80.00 | 130.00 | 22.40 | 86.30 | 47.46 | 0.28 | 100.00 |
| 日本蜆 | 20.00 | 45.00 | 4.40 | 50.60 | 16.13 | 0.66 | 45.00 |
| 锐齿蜆 | 24.00 | 34.00 | 10.40 | 35.50 | 16.78 | 0.10 | 33.00 |
| 双额短桨蟹 | 17.00 | 25.00 | 5.00 | 12.00 | 7.33 | 0.10 | 25.00 |
| 条纹叫姑鱼 | 77.00 | 160.00 | 10.40 | 98.20 | 48.39 | 0.41 | 35.00 |
| 细巧仿对虾 | 32.00 | 40.00 | 0.50 | 1.10 | 0.88 | 0.03 | 0.00 |
| 锈斑蜆 | 32.00 | 55.00 | 20.50 | 56.50 | 37.92 | 0.24 | 100.00 |
| 须赤虾 | 35.00 | 80.00 | 0.40 | 7.50 | 1.62 | 0.93 | 30.00 |
| 鹰爪虾 | 40.00 | 105.00 | 1.80 | 11.50 | 4.88 | 0.55 | 0.00 |
| 远海梭子蟹 | 50.00 | 50.00 | 100.10 | 100.10 | 100.10 | 0.03 | 100.00 |
| 长毛对虾 | 120.00 | 130.00 | 28.50 | 29.50 | 29.17 | 0.10 | 0.00 |
| 直额蜆 | 14.00 | 22.00 | 3.50 | 9.50 | 4.90 | 0.03 | 100.00 |
| 中国鲳 | 50.00 | 50.00 | 5.90 | 5.90 | 5.90 | 0.03 | 100.00 |
| 中颌棱鯧 | 75.00 | 75.00 | 7.30 | 7.30 | 7.30 | 0.03 | 100.00 |
| 周氏新对虾 | 15.00 | 100.00 | 2.50 | 15.20 | 7.97 | 0.66 | 40.00 |

2.2.9.7 渔获物物种多样性分析

2018 年 4 月渔获物重量多样性指数 (H') 均值为 2.11 (0-2.92), 丰富度指数 (D) 均值为 2.29 (0-3.81), 均匀度指数 (J') 为 0.68 (0.0-0.83); 尾数多样性指数 (H') 均值为 1.83 (0-2.96), 丰富度指数 (D) 均值为 2.92 (0-5.30), 均匀度指数 (J') 为 0.59 (0-0.84)。各站位多样性指数表见表 2.2-14。

表 2.2-14 渔获物多样性指数表

| 站位 | 重量密度多样性 | | | 尾数密度多样性 | | |
|----|---------|------|------|---------|------|------|
| | D | J' | H' | D | J' | H' |
| 2 | 2.36 | 0.68 | 2.14 | 2.88 | 0.52 | 1.63 |
| 4 | 2.6 | 0.66 | 2.15 | 3.32 | 0.71 | 2.33 |
| 5 | 1.64 | 0.67 | 1.85 | 1.95 | 0.55 | 1.52 |
| 6 | 2.25 | 0.76 | 2.25 | 2.8 | 0.66 | 1.95 |
| 7 | 3.23 | 0.81 | 2.75 | 3.93 | 0.71 | 2.41 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1.68 | 0.73 | 2.02 | 2.1 | 0.64 | 1.78 |
| 14 | 2.57 | 0.78 | 2.42 | 3.73 | 0.7 | 2.16 |
| 16 | 2.24 | 0.73 | 2.19 | 2.69 | 0.66 | 1.97 |
| 17 | 2.79 | 0.75 | 2.48 | 3.47 | 0.48 | 1.58 |

| | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 18 | 2.37 | 0.72 | 2.19 | 3.02 | 0.66 | 2.02 |
| 19 | 1.74 | 0.68 | 1.83 | 2.15 | 0.54 | 1.45 |
| 20 | 3.03 | 0.76 | 2.56 | 3.8 | 0.58 | 1.96 |
| 21 | 2.81 | 0.76 | 2.52 | 3.58 | 0.76 | 2.51 |
| 22 | 3.05 | 0.81 | 2.57 | 4.01 | 0.64 | 2.03 |
| 23 | 2.36 | 0.62 | 1.93 | 2.82 | 0.49 | 1.53 |
| 24 | 1.51 | 0.78 | 2.01 | 2.08 | 0.71 | 1.83 |
| 25 | 1.94 | 0.63 | 1.86 | 2.24 | 0.54 | 1.6 |
| 26 | 2.98 | 0.83 | 2.75 | 4.02 | 0.75 | 2.49 |
| 28 | 2.57 | 0.72 | 2.27 | 3.22 | 0.67 | 2.09 |
| 31 | 3.81 | 0.83 | 2.92 | 5.3 | 0.84 | 2.96 |
| 33 | 1.98 | 0.68 | 1.97 | 2.54 | 0.57 | 1.64 |
| 34 | 2.27 | 0.73 | 2.18 | 3.2 | 0.65 | 1.93 |
| 35 | 2.52 | 0.71 | 2.22 | 3.05 | 0.58 | 1.81 |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 2.95 | 0.8 | 2.65 | 3.72 | 0.65 | 2.16 |
| 42 | 1.92 | 0.67 | 1.93 | 2.61 | 0.67 | 1.95 |
| 46 | 3.05 | 0.69 | 2.33 | 3.67 | 0.51 | 1.72 |
| 48 | 2.28 | 0.78 | 2.35 | 2.91 | 0.7 | 2.09 |
| 均值 | 2.29 | 0.68 | 2.11 | 2.92 | 0.59 | 1.83 |
| 范围 | 0.00-3.81 | 0.00-0.83 | 0.00-2.92 | 0.00-5.3 | 0.00-0.84 | 0.00-2.96 |

2.2.10 生物体质量

生物体质量包括海洋生物体内以下 10 个要素：石油烃、铜、铅、镉、铬、锌、汞、砷、银、硼。调查时间为 2018 年 4 月。

2.2.10.1 监测项目

通过人工采集方式采集潮间带贝类和藻类，通过拖网方式采集鱼类和甲壳类。

2.2.10.2 评价标准

海洋贝类生物按《海洋生物质量》(GB/T18421-2001)标准执行。海洋鱼类和甲壳类生物质量评价，国家尚未颁布统一的评价标准，本报告采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《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”进行评价。

2.2.10.3 评价方法

评价方法采用单项污染指数加超标率法，即第 i 项污染指数 $S_i=C_i/C$ 。式中 C_i 为第 i 项调查值， C 为生物质量标准值。

2.2.10.4 调查与评价结果

春季生物质量统计结果见表 2.2-15，评价结果见 2.2-16。

表 2.2-15 2018 年春季生物体生物体质量统计

| 站位 | 名称 | 铜 / mg/kg | 铅 / mg/kg | 锌 / mg/kg | 镉 / mg/kg | 铬 / mg/kg | 汞 / mg/kg | 砷 / mg/kg | 硼 / mg/kg | 银 / mg/kg | 石油烃/ mg/kg |
|-----------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 21 | 鳗鱼 | 0.248 | 0.0242 | 6.98 | 0.0123 | 0.305 | 0.017 | 0.67 | 0.908 | 0.0004 | 6.3 |
| 25 | 褐蓝子鱼 | 0.256 | 0.01 | 5.47 | 0.0102 | 0.237 | 0.025 | 0.31 | 0.552 | 0.0017 | 8.2 |
| 28 | 舌鳎 | 0.157 | 0.01 | 2.78 | 0.0068 | 0.191 | 0.0085 | 0.46 | 0.285 | 0.0003 | 2.6 |
| 34 | 舌鳎 | 0.11 | 0.0179 | 3.03 | 0.008 | 0.172 | 0.0078 | 0.52 | 0.367 | 0.0003 | 2.1 |
| S26 | 棱鯧 | 0.823 | 0.0126 | 5.93 | 0.0107 | 0.22 | 0.0085 | 0.43 | 0.411 | 0.0002 | 6.1 |
| S34 | 棱鯧 | 0.84 | 0.0137 | 5.65 | 0.0103 | 0.221 | 0.01 | 0.49 | 0.348 | 0.0002 | 5.5 |
| S14 | 蝦虎鱼 | 0.124 | 0.0444 | 3.24 | 0.0088 | 0.165 | 0.011 | 0.22 | 0.408 | 0.0003 | 3.3 |
| S42 | 叫姑鱼 | 0.315 | 0.0052 | 3.62 | 0.0085 | 0.241 | 0.014 | 0.46 | 0.325 | 0.0003 | 4.3 |
| S42 | 金线鱼 | 0.551 | 0.01 | 3.44 | 0.0084 | 0.215 | 0.0072 | 0.64 | 0.384 | 0.0003 | 2.7 |
| S33 | 鹿斑蝠 | 0.335 | 0.0288 | 10.8 | 0.0128 | 0.233 | 0.02 | 0.48 | 0.486 | 0.0006 | 8.8 |
| GFC3 | 龙须菜 | 0.677 | 0.515 | 2.04 | 0.287 | 0.753 | 0.019 | 0.95 | 11.9 | 0.0099 | 2.1 |
| GFC4 | 龙须菜 | 0.4 | 0.429 | 2.86 | 0.107 | 0.883 | 0.025 | 1.4 | 18.3 | 0.0127 | 2.3 |
| GFC6 | 龙须菜 | 0.569 | 0.551 | 3.75 | 0.0988 | 0.648 | 0.028 | 1.1 | 19.5 | 0.0093 | 1.9 |
| GFC2 | 石莼 | 1.28 | 0.959 | 4.14 | 0.206 | 1.05 | 0.017 | 1.3 | 9.12 | 0.0099 | 2.6 |
| GFC3 | 石莼 | 0.82 | 0.799 | 2.87 | 0.121 | 1.05 | 0.022 | 0.85 | 9.5 | 0.0109 | 2.2 |
| GFC4 | 石莼 | 1.13 | 0.781 | 3.29 | 0.212 | 0.939 | 0.019 | 1.5 | 8.54 | 0.0077 | 2.4 |
| 19 | 鼓虾 | 5.37 | 0.125 | 9.75 | 0.0919 | 0.282 | 0.009 | 0.78 | 1.11 | 0.0481 | 7.3 |
| 20 | 须赤虾 | 3 | 0.0633 | 12.5 | 0.128 | 0.242 | 0.013 | 0.61 | 1.42 | 0.0203 | 5.4 |
| 23 | 须赤虾 | 3.31 | 0.13 | 11.9 | 0.0901 | 0.317 | 0.0095 | 0.69 | 1.09 | 0.0147 | 5 |
| 46 | 鹰爪虾 | 3.49 | 0.0573 | 14 | 0.122 | 0.24 | 0.006 | 0.47 | 1.11 | 0.0097 | 3.6 |
| 46 | 虾姑 | 9.86 | 0.0627 | 26.6 | 2.22 | 0.206 | 0.015 | 0.54 | 1.67 | 0.116 | 8.7 |
| 14 | 虾姑 | 10.1 | 0.0527 | 24.5 | 2.07 | 0.191 | 0.019 | 0.57 | 1.58 | 0.13 | 8 |
| 42 | 鱿鱼 | 5.08 | 0.0554 | 8.56 | 0.109 | 0.159 | 0.0082 | 0.3 | 0.97 | 0.0303 | 3.3 |
| GFC4 | 翡翠贻贝 | 0.91 | 0.226 | 9.93 | 0.164 | 0.316 | 0.026 | 0.83 | 1.61 | 0.0171 | 7.7 |
| GFC3 | 翡翠贻贝 | 0.906 | 0.221 | 9.51 | 0.171 | 0.317 | 0.022 | 0.79 | 1.96 | 0.0091 | 6.9 |
| GFC5 | 菲律宾蛤仔 | 1.03 | 0.224 | 9.72 | 0.209 | 0.349 | 0.013 | 0.82 | 1.52 | 0.284 | 9.2 |
| GFC6 | 菲律宾蛤仔 | 1.04 | 0.226 | 10.4 | 0.221 | 0.339 | 0.01 | 0.78 | 1.68 | 0.3 | 8.8 |
| 企沙镇 滩涂 | 泥蚶 | 0.869 | 0.348 | 12.5 | 4.02 | 0.243 | 0.037 | 0.87 | 2.31 | 0.0253 | 21.8 |
| 龙门港 滩涂 | 泥蚶 | 0.756 | 0.407 | 12.5 | 4.14 | 0.233 | 0.033 | 0.95 | 2.13 | 0.0201 | 25.2 |
| GFC3 | 西施舌 | 1.22 | 0.222 | 11.5 | 0.29 | 0.457 | 0.01 | 0.65 | 1.57 | 0.0127 | 9.2 |
| GFC4 | 亚洲鸟蛤 | 1.84 | 0.383 | 6.27 | 0.263 | 0.513 | 0.019 | 0.75 | 1.59 | 0.0179 | 10.9 |
| GFC5 | 亚洲鸟蛤 | 1.42 | 0.373 | 5.84 | 0.232 | 0.411 | 0.022 | 0.81 | 1.78 | 0.0187 | 10.4 |
| GFC3 | 亚洲鸟蛤 | 1.94 | 0.387 | 6.52 | 0.279 | 0.514 | 0.017 | 0.67 | 1.84 | 0.0194 | 11.2 |
| GFC5 | 文蛤 | 1.08 | 0.119 | 9.26 | 0.21 | 0.232 | 0.0091 | 0.67 | 1.4 | 0.0106 | 6.1 |
| GFC4 | 文蛤 | 1.41 | 0.119 | 8.88 | 0.237 | 0.226 | 0.0085 | 0.61 | 1.37 | 0.0076 | 5.3 |
| GFC6 | 文蛤 | 1.38 | 0.105 | 8.85 | 0.221 | 0.231 | 0.0088 | 0.71 | 1.56 | 0.0075 | 6.7 |
| GFC3 | 文蛤 | 1.44 | 0.119 | 8.84 | 0.233 | 0.228 | 0.0091 | 0.9 | 1.44 | 0.0089 | 4.1 |
| 企沙镇 滩涂 | 牡蛎 | 38 | 0.268 | 73.7 | 0.851 | 0.274 | 0.038 | 0.69 | 1.15 | 0.247 | 17.1 |
| GFC1 | 牡蛎 | 72.7 | 0.111 | 281 | 1.14 | 0.166 | 0.022 | 0.85 | 1.85 | 0.668 | 11.1 |
| GFC2 | 牡蛎 | 77.1 | 0.115 | 303 | 1.36 | 0.181 | 0.026 | 0.87 | 1.8 | 0.842 | 9.9 |

备注：CFC 代表潮间带编号

表 2.2-16 春季生物质量单因子指数评价结果 (PI)

| 站位 | 名称 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 | 石油烃 |
|-------|-------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------|------|------|
| 21 | 鳗鱼 | 0.01 | 0.01 | 0.17 | 0.02 | 0.20 | 0.06 | 0.67 | 0.05 |
| 25 | 褐蓝子鱼 | 0.01 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | 0.16 | 0.08 | 0.31 | 0.03 |
| 28 | 舌鳎 | 0.01 | 0.01 | 0.07 | 0.01 | 0.13 | 0.03 | 0.46 | 0.01 |
| 34 | 舌鳎 | 0.01 | 0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.11 | 0.03 | 0.52 | 0.02 |
| S26 | 棱鯧 | 0.04 | 0.01 | 0.15 | 0.02 | 0.15 | 0.03 | 0.43 | 0.02 |
| S34 | 棱鯧 | 0.04 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | 0.15 | 0.03 | 0.49 | 0.02 |
| S14 | 蝦虎鱼 | 0.01 | 0.02 | 0.08 | 0.01 | 0.11 | 0.04 | 0.22 | 0.02 |
| S42 | 叫姑鱼 | 0.02 | 0.00 | 0.09 | 0.01 | 0.16 | 0.05 | 0.46 | 0.02 |
| S42 | 金线鱼 | 0.03 | 0.01 | 0.09 | 0.01 | 0.14 | 0.02 | 0.64 | 0.02 |
| S33 | 鹿斑鳐 | 0.02 | 0.01 | 0.27 | 0.02 | 0.16 | 0.07 | 0.48 | 0.02 |
| 19 | 鼓虾 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.19 | 0.01 | 0.78 | 0.06 |
| 20 | 须赤虾 | 0.03 | 0.03 | 0.08 | 0.06 | 0.16 | 0.07 | 0.61 | 0.07 |
| 23 | 须赤虾 | 0.03 | 0.07 | 0.08 | 0.05 | 0.21 | 0.01 | 0.69 | 0.05 |
| 46 | 鹰爪虾 | 0.03 | 0.03 | 0.09 | 0.06 | 0.16 | 0.03 | 0.47 | 0.06 |
| 46 | 虾姑 | 0.10 | 0.03 | 0.18 | 1.11 | 0.14 | 0.08 | 0.54 | 0.08 |
| 14 | 虾姑 | 0.10 | 0.03 | 0.16 | 1.04 | 0.13 | 0.10 | 0.57 | 0.08 |
| 42 | 鱿鱼 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.11 | 0.03 | 0.30 | 0.05 |
| GFC4 | 翡翠贻贝 | 0.09 | 2.26 | 0.50 | 0.82 | 0.63 | 0.52 | 0.83 | 0.11 |
| GFC3 | 翡翠贻贝 | 0.09 | 2.21 | 0.48 | 0.86 | 0.63 | 0.44 | 0.79 | 0.13 |
| GFC5 | 菲律宾蛤仔 | 0.10 | 2.24 | 0.49 | 1.05 | 0.70 | 0.26 | 0.82 | 0.10 |
| GFC6 | 菲律宾蛤仔 | 0.10 | 2.26 | 0.52 | 1.11 | 0.68 | 0.20 | 0.78 | 0.11 |
| 企沙镇滩涂 | 泥蚶 | 0.09 | 3.48 | 0.63 | 20.10 | 0.49 | 0.74 | 0.87 | 0.15 |
| 龙门港滩涂 | 泥蚶 | 0.08 | 4.07 | 0.63 | 20.70 | 0.47 | 0.66 | 0.95 | 0.14 |
| GFC3 | 西施舌 | 0.12 | 2.22 | 0.58 | 1.45 | 0.91 | 0.20 | 0.65 | 0.10 |
| GFC4 | 亚洲鸟蛤 | 0.18 | 3.83 | 0.31 | 1.32 | 1.03 | 0.38 | 0.75 | 0.11 |
| GFC5 | 亚洲鸟蛤 | 0.14 | 3.73 | 0.29 | 1.16 | 0.82 | 0.44 | 0.81 | 0.12 |
| GFC3 | 亚洲鸟蛤 | 0.19 | 3.87 | 0.33 | 1.40 | 1.03 | 0.34 | 0.67 | 0.12 |
| GFC5 | 文蛤 | 0.11 | 1.19 | 0.46 | 1.05 | 0.46 | 0.18 | 0.67 | 0.09 |
| GFC4 | 文蛤 | 0.14 | 1.19 | 0.44 | 1.19 | 0.45 | 0.17 | 0.61 | 0.09 |
| GFC6 | 文蛤 | 0.14 | 1.05 | 0.44 | 1.11 | 0.46 | 0.18 | 0.71 | 0.10 |
| GFC3 | 文蛤 | 0.14 | 1.19 | 0.44 | 1.17 | 0.46 | 0.18 | 0.90 | 0.10 |
| 企沙镇滩涂 | 牡蛎 | 3.80 | 2.68 | 3.69 | 4.26 | 0.55 | 0.76 | 0.69 | 0.08 |
| GFC1 | 牡蛎 | 7.27 | 1.11 | 14.05 | 5.70 | 0.33 | 0.44 | 0.85 | 0.12 |
| GFC2 | 牡蛎 | 7.71 | 1.15 | 15.15 | 6.80 | 0.36 | 0.52 | 0.87 | 0.12 |

鱼类、甲壳类、软体类评价采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》标准，藻类没有参考标准，暂不做评价。贝类评价采用海洋生物质量一类标准作为标准值。

春季全部鱼类中铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃未出现超标。甲壳类中铜、铅、锌、铬、汞、砷和石油烃均未出现超标，2 个虾姑样品中镉超标，占甲壳类样品中数的 33.33%。鱿鱼采用软体类评价标准，铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃未出现超标。贝类（双壳类）中汞、砷、石油烃未出现超标，超标元素主要集中在铜、铅、锌、镉和铬。在 17 个贝类（双壳类）样品中，共有 3 个生物样品（牡蛎）铜含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 17.65%；有 17 个站位的生物样品铅含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 100.00%；有 3 个生物样品（牡蛎）锌含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 17.65%；有 15 个生物样品镉含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的%；有 2 个生物样品铬含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 3.13%。

2.2.11 潜在影响防城港核电冷源系统的藻类暴发特点

2014 年 12 月下旬至 2015 年 2 月下旬,在广西防城港核电厂一期工程 1 号机组热试期间,核电厂所在的钦州湾海域暴发了球形棕囊藻赤潮。赤潮严重时,出现了冷却水系统堵塞现象,影响到了核电机组的正常运行。以改性粘土为核心技术的棕囊藻赤潮应急消除与防控系统,顺利保障了防城港核电厂冷源系统的正常运行。本次球形棕囊藻赤潮的暴发对核电冷源安全的影响为我们敲响了警钟,然而除了球形棕囊藻以外,还有哪些藻类会潜在影响到核电冷源的安全,是一个值得关注的问题。

根据文献¹研究,结合历史调查资料,筛选出球形棕囊藻、夜光藻、束毛藻和浒苔四种潜在影响防城港核电厂冷源系统的藻类。

潜在致灾生物在某一海域中可能是实时存在的,由于密度低时不会影响核电厂冷源的使用,只有当其密度达到一定量级时,才可能导致冷源风险。而对于核电的生物致灾防护体系,需要知道何种量级水平的暴发等级才是需要防护的。同时,致灾强度还与核电冷源的相关系统运行特性和要求密切相关,比如粗细格栅、鼓网、贝类捕集器滤网的性能以及系统对冷源流量的限制要求等。根据循环水系统鼓网的孔径(常用 3mm 或 5mm),参考国内外已发生的海生物影响冷源事件,将潜在影响

¹ 贺立燕,宋秀贤,於凡,等.潜在影响防城港核电冷源系统的藻类暴发特点及其监测防控技术[J].海洋与湖泊,2019,50(3):701-705.

冷源系统的藻类的筛选标准定为：①单细胞或群体粒径大于 2000 μm ；②在电厂或周边海域发生过藻华或聚集事件；③在与本海域环境相似的其他海域发生过藻华或聚集事件。

2.2.11.1 球形棕囊藻

球形棕囊藻隶属于定鞭藻门，其生活史分为单细胞和囊体两个阶段，单细胞大小为 3-8 μm ，囊体最大可达 3cm，囊体没有运动能力，主要分布在水体上层。囊体的外壁主要成分为多糖类，当其暴发时，大量的囊体易堵塞核电循环水过滤系统中格栅，从而对冷源系统造成威胁。

球形棕囊藻是近年来在广西近岸海域常见的赤潮暴发种：2011 年 11 月 7 日—10 日，在廉州湾北岸发生面积约 10 km^2 的球形棕囊藻赤潮；2014 年 2 月下旬，在铁山港、涠洲岛等海域发现密度为 1.6 $\times 10^5$ cells/L 的球形棕囊藻，虽未达到赤潮密度，但引起了海水变色；2014 年 12 月-2015 年 2 月，在广西沿岸特别是各个港湾海水中，球形棕囊藻细胞密度一直处于较高水平；2017 年 1 月-3 月，在广西部分近岸海域特别是各个港湾海水中，球形棕囊藻出现爆发性增殖，且在 3 月 15 日-23 日，在涠洲岛北侧沿岸出现明显的聚集。每年 11 月份至来年 3 月份为球形棕囊藻的重点监测防控的时间段。在棕囊藻赤潮形成前（囊体出现前），通过流式细胞分析和棕囊藻特征色素 19-Hex 的检测，能够在一定程度上指示棕囊藻细胞的分布和变化情况；棕囊藻赤潮发生后（囊体出现后），其数量变动和分布状况是反映棕囊藻赤潮状况的最好指标。采用改性粘土技术可以达到对球形棕囊藻的有效去除。

2.2.11.2 夜光藻

夜光藻隶属于甲藻门，是单细胞藻类，个体大小范围为 150-2000 μm ，细胞近球形，细胞壁透明且由 2 层胶状物质组成。赤潮发生时，夜光藻集中于表层或近表层，条带状或块状分布，呈深粉红色、桔红色。赤潮发生期间，夜光藻的细胞丰度一般都在 10⁴cells/L 以上，由于单细胞个体较大且表面具有胶状物质，当其暴发时有可能堵塞核电冷却水系统，造成安全隐患。

近年来，夜光藻在广西附近海域频繁暴发：2008 年 4 月 6 日-9 日，在涠洲岛东南方和钦州三娘湾近岸海面均发现夜光藻赤潮；2011 年 4 月 11 日，在钦州湾三墩岛南面海域发生面积约 1.2 平方公里的夜光藻赤潮；2015 年 2 月 13 日凌晨，北海涠洲

岛一带发现海滩有夜光藻发出的蓝色荧光；2017 年 4 月份夜光藻赤潮在钦州湾暴发，水温范围为 19.8-23°C。

夜光藻预警监测方案为：在核电厂取水口周边水域沿离岸方向布设 5-10 个调查站位，每年 12 月至来年 4 月份，对上述站位每两周进行一次监测，项目包括水温、叶绿素 a、浮游植物群落（网采）和夜光藻丰度。当叶绿素 a 浓度超过 2 $\mu\text{g/L}$ ，且伴随多日晴好天气，或者夜光藻丰度超过 10³cells/L，需加密监测；当夜光藻丰度达到或超过 10⁴cells/L 时，表明暴发夜光藻赤潮，需要采取拦截或消杀措施以保证冷源安全；当叶绿素 a 浓度降至 1.5 $\mu\text{g/L}$ 以下时，恢复至每两周一次监测；当水温超过 28°C 时，可暂停监测。采用改性粘土技术可以达到对夜光藻的有效去除。

2.2.11.3 束毛藻

束毛藻隶属于蓝藻门，是一类重要的固氮蓝藻，束毛藻以藻丝体或藻丝体聚集成群的形式生活，藻丝体由数个到数百个不等的细胞组成，是自然水体中常见的形态。群体有放射状和纺锤状两种形态，每个群体内藻丝体的数目不尽相同，最多可达数百条，粒径可达数毫米，当群体大量聚集时，有可能会堵塞核电冷却水系统，造成安全隐患。

近年来，红海束毛藻多次在广西沿海引发赤潮，其中 2004 年 6 月 28 日至 7 月 1 日，在涠洲岛附近海域发生了一次小规模的红海束毛藻赤潮，这已是该海域近 3 年内的第 3 次红海束毛藻赤潮。有报道在夏季的北部湾部分海域，束毛藻能够取代硅藻成为优势类群。

束毛藻的暴发时间主要是在夏季，在核电厂周边外海布设监测站位，或采用卫星遥感的方法监控，于每年 6-9 月份开展监测，项目包括水温、浮游植物群落（网采）以及束毛藻群体的现场观测，选取外海较长时间处于风平浪静、天气晴好的时段进行。当水体中发现大量束毛藻藻丝体时，应加密观测频率；当水体中发现束毛藻群体时，需要采取拦截或消杀措施以保证冷源安全。

2.2.11.4 浒苔

浒苔隶属于绿藻门，其生活史分为微观繁殖体阶段和藻丝体阶段，微观繁殖体大小 10 μm 左右，藻丝体肉眼可见，当藻丝体大量聚集时，有可能会堵塞核电冷却水系统，造成安全隐患。

虽然防城港附近未见报道，但近年来浒苔灾害在北海沿岸海域不容忽视；据报道，2015 年 2 月，北海银滩遭到大量浒苔侵袭，2017 年 11 月北海又出现大量浒苔。

关于浒苔的监测，传统地面调查能够比较全面地了解浒苔暴发的过程，但需长期投入大量的人力物力，特别是时空局限性限制了其应用。利用遥感技术监测浒苔的动态变化，可以迅速确定浒苔的暴发区域、时间和聚集度等，提高灾情分析的准确度，使海上的浒苔打捞工作变得更有针对性，同时通过跟踪监测分析可对浒苔做出预警。对于防城港核电站，建议加强核电站附近水域的遥感监测，及早发现浒苔。采用改性粘土技术可以实现对浒苔微观繁殖体的有效去除，对于浒苔藻丝体，建议采用打捞的方法去除。

2.3 自然资源概况

项目附近的自然资源主要有渔业资源、港口资源、旅游资源、红树林资源、滩涂资源和海岛资源。渔业资源在海洋生态概况一节已介绍，在此不再赘述。

2.3.1 港口资源

项目所在海域为钦州湾。钦州湾沿海岸线曲折，港汊水道纵横，潮流流速大，泥沙回淤少，天然屏障良好，水深条件优良，自亚公山至青菜头潮汐通道两侧沿岸和果子山至犀牛脚和三墩沿岸一带，一般深水线离岸较近，具有建设深水良港的自然条件。目前，钦州湾沿岸现有大小商港、渔港 6 个，自东至西分别是犀牛脚港、钦州港、沙井港、茅岭港、龙门港、企沙港等。

钦州港是广西沿海地区对外贸易的三大港口（防城港、钦州港、北海港）之一，具有港池宽阔、水深条件良好、港湾隐蔽、风浪小、泥沙淤积少的特点，是条件优越的深水良港。目前已建成码头泊位 52 个，其中万吨级以上泊位 15 个，码头岸线总长 7.012 km，年通过能力为货物 5006 万吨（其中集装箱 75 万标准箱）、车辆 5 万辆、客运 23 万人次。

龙门港位于钦州湾中部颈区西岸即龙门镇东南面的内湾水道，水深条件好，包括龙门渔港和龙门军港，龙门渔港是目前钦州沿海最大的渔港；龙门军港为小型军港，目前仅做避风港使用。

钦州湾已开发有东、西航道。西航道全长 24.4km，设计水深 10.03m，可供载货 2 万 t 左右的船舶进出。东航道呈南南东向，2004 年 2 月开始将东航道扩建成成为 10 万 t 级深水航道，航道总长 30.7km，由内段航道、大榄坪段航道、三墩段航道及南

段航道组成。航道设计底标高为-13m，水深 16.43m，乘潮保证率 90%。除三墩段航道设计底宽为 190m 外，其他航道的设计底宽为 160m，已于 2008 年 12 月完工投入试用。

2.3.2 旅游资源

钦州湾为溺谷海湾，岛屿众多，岸线曲折迂回，长达 336km，自然风光殊异，海湾与岬角相间分布，期间常见细软洁净的沙滩，海中错落有致地点缀着大大小小的岛屿、岩礁，景观富有层次感，滨海旅游资源丰富。其中七十二泾、麻蓝岛、三娘湾沙滩，红树林旅游资源较为突出。

2.3.3 红树林资源

2.3.3.1 广西红树林资源

根据文献²调查结果，截至 2013 年 12 月，广西红树林面积为 7 243.15hm²，共有斑块 2 793 个，平均斑块面积为 2.59 hm²，最大斑块面积为 173.67 hm²，最小斑块面积为 0.01 hm²，分布范围为 108°0'30.76" ~ 109°46'7.11"E、21°24'34.67" ~ 21°55'12.04"N。

以县区为行政单位统计红树林面积及比例（表 2.3-1），合浦县（2878.85hm²，39.75%）>钦南区（2097.41hm²，28.96%）>东兴市（798.68hm²，11.03%）>港口区（659.53hm²，9.11%）>防城区（423.86hm²，5.85%）>银海区（349.30hm²，4.82%）>铁山港区（35.51hm²，0.49%）。

表 2.3-1 广西沿海各行政区红树林分布状况

| 地市 | 县区 | 面积/hm ² | 斑块数/个 | 平均斑块面积/hm ² | 占全区面积比例/% | 最大斑块面积/hm ² | 最小斑块面积/hm ² |
|------|------|--------------------|-------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|
| 北海市 | 银海区 | 349.30 | 148 | 2.36 | 4.82 | 45.40 | 0.01 |
| | 合浦县 | 2 878.85 | 720 | 4.00 | 39.75 | 133.78 | 0.02 |
| | 铁山港区 | 35.51 | 37 | 0.96 | 0.49 | 6.82 | 0.06 |
| | 共计 | 3 263.66 | 905 | 3.61 | 45.06 | 133.78 | 0.01 |
| 钦州市 | 钦南区 | 2 097.41 | 1 259 | 1.67 | 28.96 | 91.27 | 0.01 |
| | 共计 | 2 097.41 | 1 259 | 1.67 | 28.96 | 91.27 | 0.01 |
| 防城港市 | 防城区 | 423.86 | 141 | 3.01 | 5.85 | 46.53 | 0.03 |
| | 港口区 | 659.54 | 329 | 2.00 | 9.11 | 76.10 | 0.01 |
| | 东兴市 | 798.68 | 159 | 5.02 | 11.03 | 173.67 | 0.02 |
| | 共计 | 1 882.08 | 629 | 2.99 | 25.98 | 173.67 | 0.01 |
| 合计 | | 7 243.15 | 2 793 | 2.59 | 100.00 | 173.67 | 0.01 |

² 陶艳成，葛文标，刘文爱，等. 基于高分辨率卫星影像的广西红树林面积监测与群落调查[J]. 自然资源学报, 2017, 32(9): 1602-1614

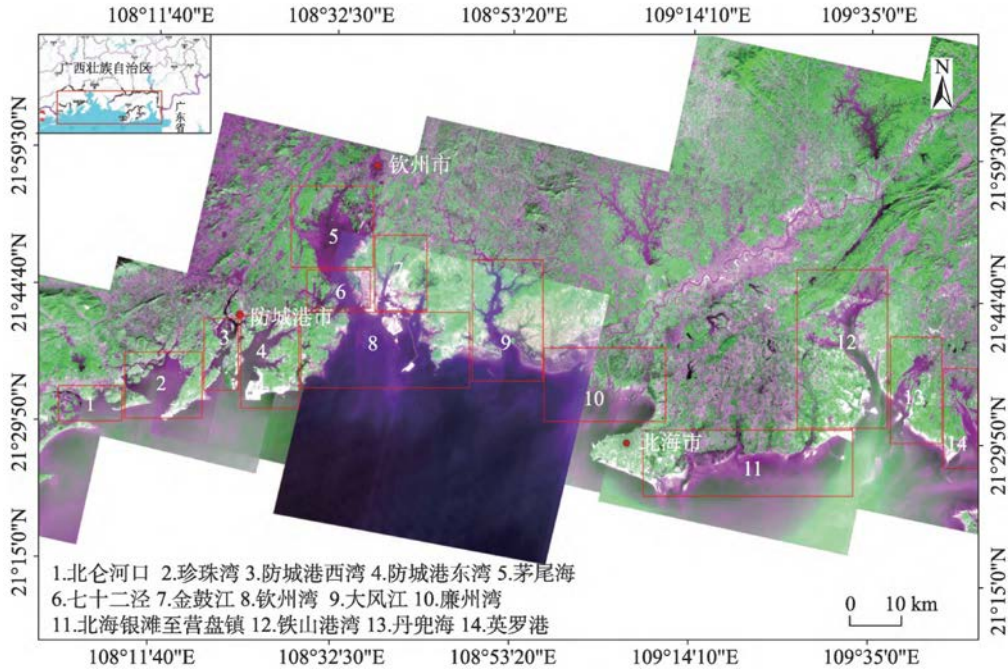


图2.3-1 广西港湾分布图

按港湾分析(表 2.3-2), 珍珠湾、茅尾海、防城港东湾、廉州湾、铁山港湾是广西红树林分布的主要港湾(图 2.3-1)。其中茅尾海的红树林面积最大, 为 1217.56hm^2 , 其次为铁山港湾, 面积为 1111.52hm^2 , 北仑河口红树林面积最小, 为 87.46hm^2 。茅尾海红树林斑块数最多, 为 484 个, 斑块数最少的为防城港西湾, 有 50 个; 丹兜海红树林平均斑块面积最大, 为 5.67hm^2 ; 金鼓江红树林平均斑块面积最小, 仅为 0.51hm^2 。

表 2.3-2 广西沿海各港湾红树林分布状况

| 沿海港湾名称 | 面积/ hm^2 | 斑块数/个 | 平均斑块面积/ hm^2 |
|----------|-------------------|-------|-----------------------|
| 北仑河口 | 87.46 | 74 | 1.18 |
| 珍珠湾 | 939.97 | 122 | 7.70 |
| 防城港西湾 | 162.19 | 50 | 3.24 |
| 防城港东湾 | 485.87 | 153 | 3.18 |
| 茅尾海 | 1 217.56 | 484 | 2.52 |
| 七十二泾 | 284.26 | 331 | 0.86 |
| 金鼓江 | 137.40 | 269 | 0.51 |
| 钦州湾 | 224.28 | 128 | 1.75 |
| 大风江 | 645.54 | 363 | 1.78 |
| 廉州湾 | 804.56 | 250 | 3.22 |
| 北海银滩至营盘镇 | 363.37 | 164 | 2.22 |
| 铁山港湾 | 1 111.52 | 258 | 4.31 |
| 丹兜海 | 533.00 | 94 | 5.67 |
| 英罗港 | 246.00 | 53 | 4.64 |
| 合计 | 7 243.15 | 2 793 | 2.59 |

本次遥感监测野外勘查共统计了广西 21 个红树林群落类型：白骨壤（*Avicennia marina*）、白骨壤+桐花树（*Aegiceras corniculatum*）、桐花树、桐花树+白骨壤、桐花树-老鼠簕（*Acanthus ilicifolius*）、秋茄（*Kandelia obovata*）、秋茄-白骨壤、秋茄-桐花树、红海榄（*Rhizophora stylosa*）-白骨壤、红海榄-桐花树、木榄（*Bruguiera gymnorhiza*）、木榄-白骨壤、木榄-白骨壤+桐花树、木榄-桐花树、木榄-红海榄、无瓣海桑（*Sonneratia apetala*）、无瓣海桑-白骨壤、无瓣海桑-桐花树、老鼠簕、海漆（*Excoecaria agallocha*）、卤蕨（*Acrostichum aureum*）。其中，广西红树林各群落类型面积及比例按从大到小（前 7 位）排列的是白骨壤群落（3022.96hm²，41.74%）、桐花树群落（2383.81hm²，32.91%），白骨壤+桐花树群落（405.42hm²，5.60%）、木榄-白骨壤群落（303.93hm²，4.20%）、红海榄-白骨壤群落（214.43hm²，2.96%）、无瓣海桑-桐花树群落（138.46hm²，1.91%）、木榄-桐花树群落（128.40hm²，1.77%）。木榄群落类型的面积最小，为 0.57hm²。

北海市、防城港市均以白骨壤群落为主，钦州市以桐花树群落为主。北海市群落类型最丰富，为 15 个，其次是防城港市，群落类型为 12 个，钦州市群落类型为 10 个。广西红树林及其群落类型空间分布见图 2.3-2 和表 2.3-3。

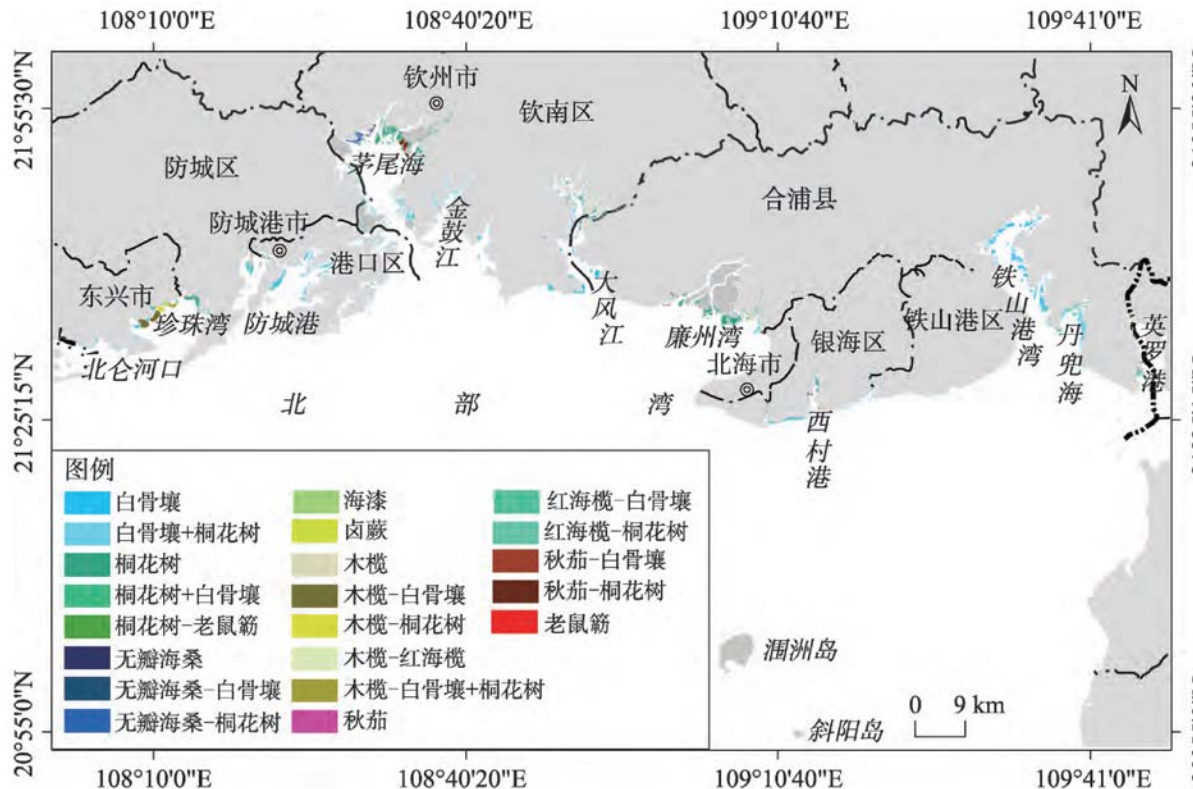


图2.3-2 广西红树林及其群落类型空间分布

表 2.3-3 广西红树林群落类型结构

| 群落类型 | 北海市 | | 钦州市 | | 防城港市 | | 广西 | |
|------------|--------------------|-----|--------------------|-------|--------------------|-----|--------------------|-------|
| | 面积/hm ² | 斑块数 | 面积/hm ² | 斑块数 | 面积/hm ² | 斑块数 | 面积/hm ² | 斑块数 |
| 白骨壤 | 1 539.10 | 432 | 600.14 | 615 | 883.71 | 359 | 3 022.96 | 1 406 |
| 白骨壤+桐花树 | 304.43 | 26 | 59.38 | 2 | 41.62 | 31 | 405.42 | 59 |
| 桐花树 | 919.75 | 367 | 1 096.61 | 602 | 367.45 | 183 | 2 383.81 | 1 152 |
| 桐花树+白骨壤 | 11.84 | 10 | 21.16 | 13 | 45.50 | 28 | 78.50 | 51 |
| 桐花树-老鼠簕 | 2.11 | 2 | | | 0.18 | 1 | 2.30 | 3 |
| 秋茄 | 11.65 | 14 | 0.63 | 2 | | | 12.27 | 16 |
| 秋茄-白骨壤 | 37.46 | 8 | 3.64 | 1 | 37.28 | 12 | 78.38 | 21 |
| 秋茄-桐花树 | 10.17 | 7 | 103.06 | 3 | | | 113.23 | 10 |
| 红海榄-白骨壤 | 214.43 | 13 | | | | | 214.43 | 13 |
| 红海榄-桐花树 | 82.21 | 6 | | | | | 82.21 | 6 |
| 木榄 | | | | | 0.57 | 1 | 0.57 | 1 |
| 木榄-白骨壤 | | | | | 303.93 | 6 | 303.93 | 6 |
| 木榄-白骨壤+桐花树 | | | | | 69.84 | 2 | 69.84 | 2 |
| 木榄-桐花树 | | | | | 128.40 | 3 | 128.40 | 3 |
| 木榄-红海榄 | 114.78 | 2 | | | | | 114.78 | 2 |
| 无瓣海桑 | 0.22 | 2 | 42.48 | 12 | | | 42.70 | 14 |
| 无瓣海桑-白骨壤 | 8.20 | 4 | | | | | 8.20 | 4 |
| 无瓣海桑-桐花树 | 0.68 | 1 | 137.78 | 7 | | | 138.46 | 8 |
| 老鼠簕 | | | 32.53 | 2 | | | 32.53 | 2 |
| 海漆 | 6.63 | 11 | | | 0.25 | 1 | 6.88 | 12 |
| 卤蕨 | | | | | 3.35 | 2 | 3.35 | 2 |
| 行政区小计 | 3 263.66 | 905 | 2 097.41 | 1 259 | 1 882.08 | 629 | 7 243.15 | 2 793 |

2.3.3.2 项目附近海红树林分布情况

根据实地调查，防城港核电站二期取水明渠附近滩涂（北防波堤根部附近和码头北侧、西北侧滩涂）生长着天然红树林（图 2.3-3），正在自然扩展中（图 2.3-4）。经咨询当地林业部门，该片红树林不属于保护区也未列入图斑管理中。

如 2.3.3.1 节所述，防城港红树林群落以白骨壤群落为主。白骨壤（*Avicennia marina*），是马鞭草科，白骨壤属，又称海榄雌，灌木，树高受环境影响，由 0.5m-10m 不等。通常长在群丛的最前缘（外缘，远离海岸的一边）。树皮呈灰白色（因此叫白骨壤），嫩枝有毛；叶革质，椭圆形，叶背有白色茸毛，在被海水淹没时起着隔离层的作用；花黄绿色，无柄，常数朵簇生于枝顶端，蒴果广椭圆形；花期在 5 月至 7 月，果期在 10 月左右成熟，隐胎生。

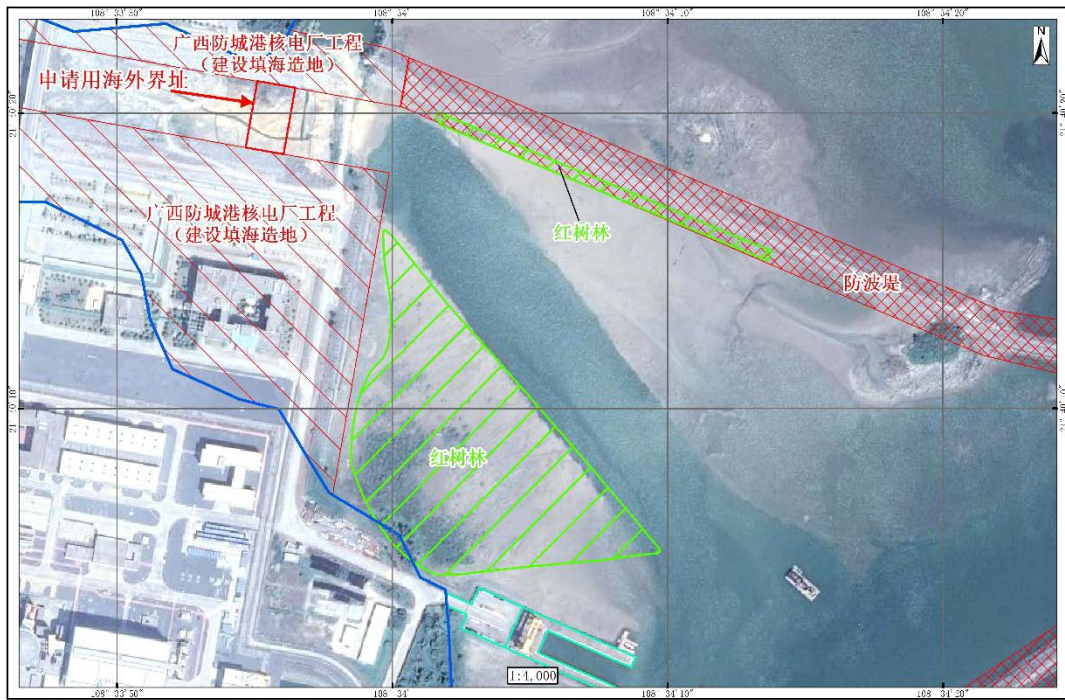


图2.3-3 项目附近红树林资源分布图（据现场勘查绘制）



图2.3-4 项目附近海域分布的红树林

2.3.4 滩涂资源

钦州湾滩涂类型主要有砂石海滩、淤泥质滩涂、红树林湿地、养殖滩涂等。

钦州湾砂质海岸面积比例较小，仅占滩涂湿地的 1.55%。分布情况为东岸较宽（1km~5 km）、西岸较窄（小到几十米，最大不超过 3 km），砂质海岸主要由粗砂、中砂、细中砂和中细砂组成，各自的分布特点为自岸向海逐渐变细。

淤泥质滩涂主要见于湾顶和河口地区，钦州湾顶部的滩面较宽，一般在 3km~5km 之间，其它地方约 1km~2km，最小仅有几十米。潮滩的沉积物基本由粉砂质粘土、砂-粉砂-粘土和细砂-中细砂组成，自岸向海由细变粗。粉砂质粘土主要分布在潮滩的高潮位，呈灰黑色，表面灰黄，粉砂淤泥质滩涂含大量的植物碎屑，淤泥层较厚，约 40 cm~50cm。

钦州湾除了分布有大量的自然红树林以外，2002 年以来，在钦州湾地区人工种植红树林面积 1666.7 hm²，经多年的保护和修复，红树林生态系统得到一定恢复，并在一些滩涂恢复了人工红树林植被。

2.3.5 海岛资源

广西防城港市岸线曲折、海岛众多。与防城港核电厂距离较近的海岛主要是钦州湾西岸海岛区和企沙港湾海岛区，位于防城港市茅岭乡、光坡镇、企沙镇沿岸海域（图 2.3-5）。该海域岸线曲折，港汊岛屿众多，海岛总数 154 个，总面积 3.99km²，岸线总长 87.23 km。海岛功能区以农林牧渔业、工业交通用岛、旅游娱乐用岛为主，兼顾公共服务用岛功能。

本项目论证范围内的海岛主要有 6 个。根据《广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程海岛生态调查报告》（国家海洋环境监测中心，2020 年 5 月），2019 年 9 月对防城港核电厂 5、6 号机组工程周边海域的海岛调查结果，本项目论证范围内的六个海岛（槟榔墩岛、六墩、小六墩、六墩尾、夹仔岭、观音石）特点分述如下（图 2.3-6）。

槟榔墩岛：槟榔墩岛位于防城港市光坡镇驻地东北 9.2km，钦州湾西侧。最高点地理坐标为北纬 21°40'12.0"、东经 108°34'20.1"，最高点高程约 11.2m。岛体近似呈长方形，海岛岸线总长 155m，最宽约 60m，面积为 2340m²。该岛为基岩岛，岛上地形起伏变化平缓，四周均为缓坡，无明显地形变化，环岛以岩滩为主，西部发育沙砾滩和沙滩。

观音石：观音石位于防城港市港口区光坡镇驻地东北约 7 km，钦州湾西侧。最高点位于海岛西北部，高程 2.9m；地理坐标为北纬 21°39'46.2"、东经 108°33'08.8"。低潮时段出露海面范围基本呈半径为 20m 的圆形。该岛为沙泥岛，面积相对较小，大潮高

潮时段均位于海面以下，退潮时，四周为泥沙浅滩。

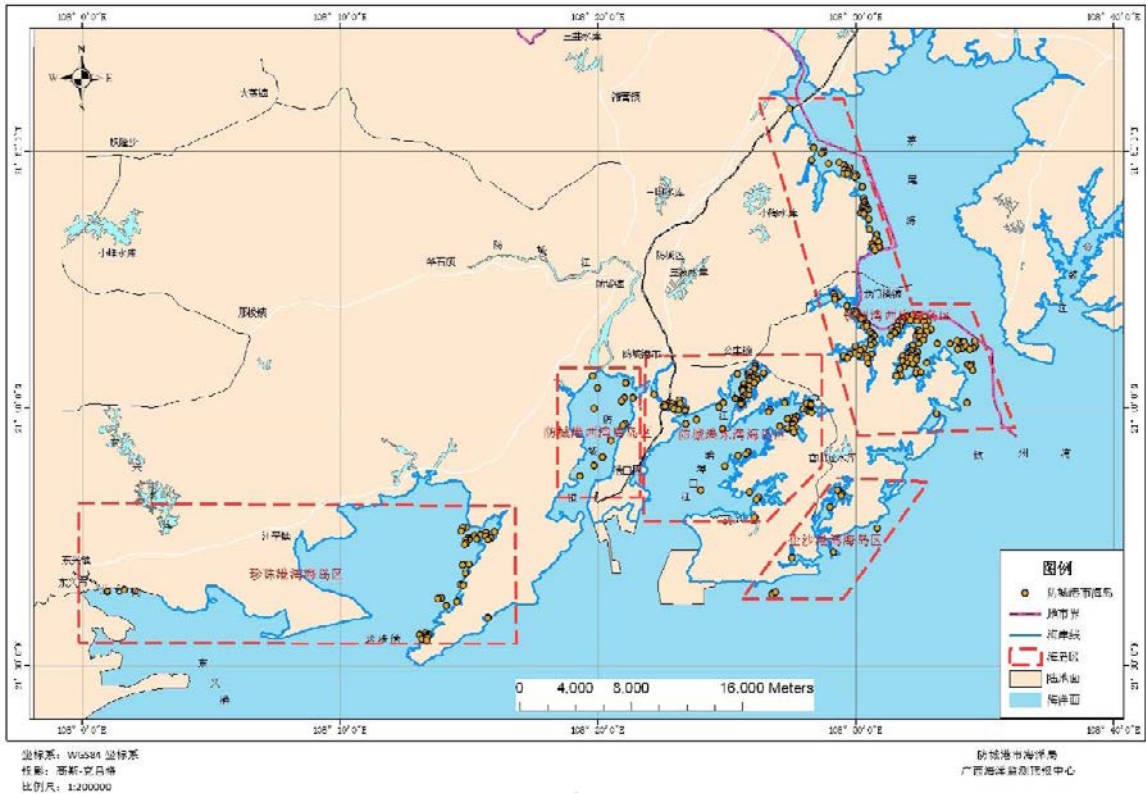


图2.3-5 防城港市海岛分布及分区图

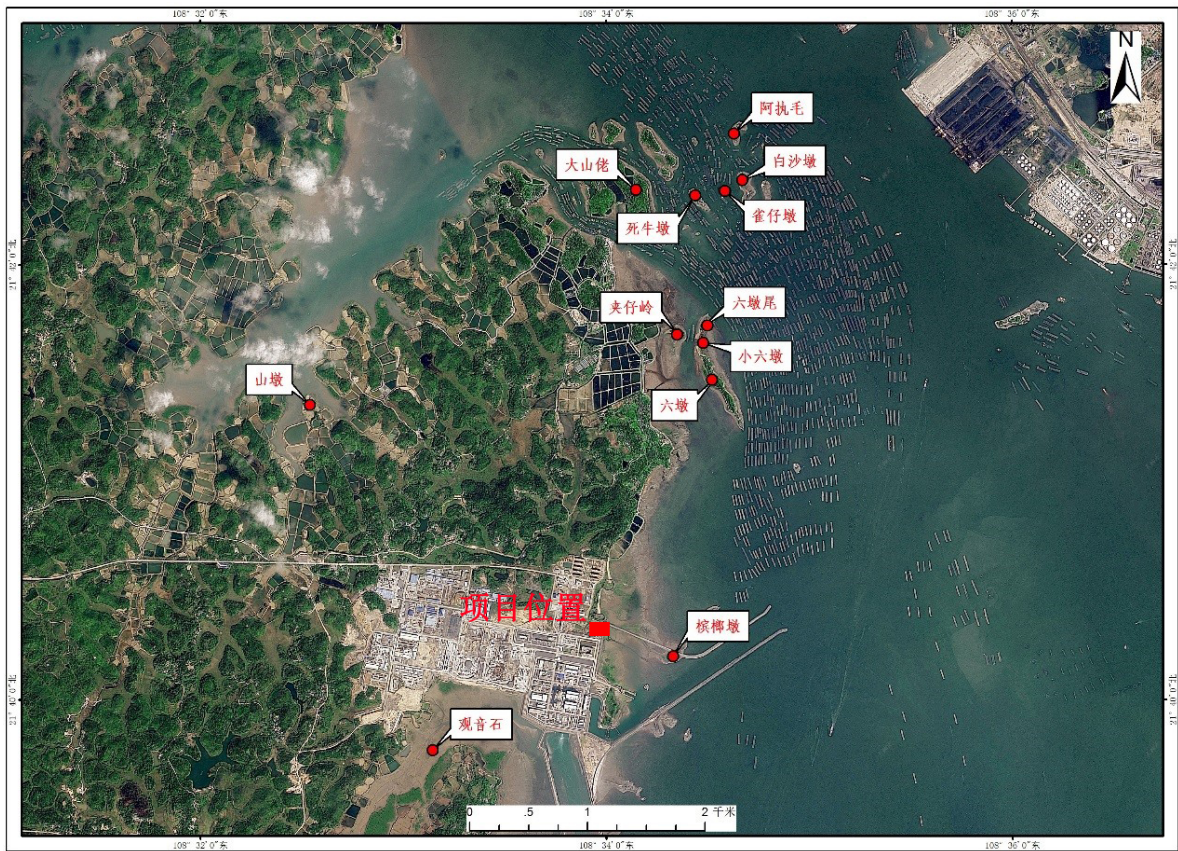


图2.3-6 本项目周边海岛分布图

小六墩：小六墩居防城港市港口区光坡镇驻地东北10 km，龙门港口西南侧。最高点位于海岛中部，最高点3.88m；地理坐标为北纬21°41'38.3"、东经108°34'28.5"。岸线形状不规则，总长度227m，岛体最宽处约60m，面积为2906 m²。该岛为六墩与六墩尾两岛之间潮间浅滩（岩滩）上发育的堆积岛，南北两侧通过浅滩与六墩、六墩尾相连。岛上地形比较平缓，无明显起伏处。岛体西侧以沙滩岸线为主，东侧则以基岩岸线为主，且高潮、低潮时段由于出露水面范围的变化，岛体形状变化较大。

六墩：六墩居于防城港市港口区光坡镇驻地东北约10km，钦州湾西侧。最高点位于海岛中部，高程27.3m；地理坐标为北纬21°41'27.5"、东经108°34'33.1"。岛呈狭长形，西北-东南走向，岸线总长1526m，南北向长约700m，东西最宽处位于岛体最高点附近，约100m，海岛面积为39540m²。该岛为基岩岛，海岛东岸发育海蚀崖与海蚀平台，西南部亦发育岩石滩，西北部发育沙滩。该岛主体呈西北-东南走向，地形为东西窄、南北狭长，起伏变化较大。

六墩尾：六墩尾位于防城港市港口区光坡镇驻地东北10.02km，钦州湾龙门港口西侧。该岛为基岩岛，呈不规则椭圆形，位于整个火山岛的最北侧，海岛与小六墩、六墩通过潮间浅滩相连，环岛以基岩岸线为主，西南侧与小六墩相连处有少量沙滩岸线。最高点位于海岛北部，高程15.7 m；地理坐标为北纬21°41'44.3"、东经108°34'30.1"。岸线总长311 m，椭圆长约120m，宽约50m，面积为5300m²。六墩尾地形起伏变化不大，大至为东北-西南走向，岛体为长条形，岛体高程变化较大，四周相对陡峭，西南部与小六墩相连处相对平缓。

夹仔岭：夹仔岭位于防城港市港口区光坡镇驻地东北约10km，钦州湾西侧。该岛为基岩岛，环岛以基岩岸线为主，周边发育岩砾滩（长杂草）与沙泥混合滩。海岛西南面围垦有大型养殖池塘。最高点位于海岛东南部，高程21.4m；地理坐标为北纬21°41'40.9"、东经108°34'21.0"。岸线总长324m，最宽处120m，面积为7308m²。夹仔岭呈椭圆形，西北-东南走向。岛体高程变化较大，四周相对陡峭，东西向相较南北向更加平缓，坡度自下向上逐渐变小，南北向坡度基本一致，至山顶后有部分平坦区域。

2.4 海域开发利用现状

2.4.1 区域社会经济概况

根据《2019年防城港市国民经济和社会发展统计公报》，2019年防城港市全年生

产总值 701.23 亿元，增长 5.7%，人均生产总值达到 7.32 万元。其中第一产业实现增加值 109.42 亿元，增长 5.1%；第二产业实现增加 330.83 亿元，增长 5.9%；第三产业实现增加值 260.98 亿元，增长 4.8%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 14.3%、52.6%、33.1%。工业对经济增长的贡献率为 39.3%。从产业结构看，三次产业结构由上年的 15.7:47.3:37.0 调整为 15.6:47.2:37.2，第一、第二产业比重分别回落 0.1 个百分点，第三产业比重提高 0.2 个百分点。电力、热力生产和供应业增加值增长 19.7%。

全年财政收入 87.86 亿元，增长 6.2%。其中，税收收入 73.04 亿元，增长 2.3%；非税收收入 14.82 亿元，增长 30.8%。公共财政预算收入 47.41 亿元，增长 7.8%。公共财政预算支出 139.53 亿元，增长 9.6%。其中，公共安全支出增长 10.5%，教育支出增长 25.2%，社会保障和就业支出增长 7.7%，文化旅游体育与传媒支出增长 2.6%，节能环保支出增长 1.3 倍。全年城镇居民人均可支配收入 36385 元，增长 6.0%，扣除价格因素，实际增长 2.3%。

全年水产品产量 53.13 万吨，增长 2.8%。其中，海水产品产量 49.01 万吨，增长 2.6%；淡水产品产量 4.12 万吨，增长 4.9%。分养殖捕捞看，养殖产量 42.74 万吨，增长 4.1%；捕捞产量 10.39 万吨，下降 2.2%。

全年港口货物吞吐量 10141 万吨，增长 13.4%。渔漓港完成货物吞吐量 9292 万吨，增长 11.2%，总量占全市吞吐量的 91.6%；企沙港完成吞吐量 849 万吨，增长 45.1%，总量占全市吞吐量 8.4%。

2.4.2 项目所在海域开发利用现状与权属

论证范围内项目附近海域的海域开发利用主要包括海水养殖用海和广西防城港核电厂已确权的用海项目。

海水养殖包括排筏式养殖和网箱养殖。排筏式养殖的主要品种是大蚝。论证范围内已确权的养殖用海有 32 宗，未确权的养殖用海有 12 宗，目前，已确权的养殖用海的海域使用权证均已过期。在沿岸海域有少量的池塘养殖。有证养殖权属及养殖信息见表 2.4-1。

防城港核电厂一、二期工程已确权的请用海，主要包括取排水非透水构筑物、港池、取排水口、厂区护岸、重件码头、航道以及电厂温排水用海等。一、二期工程具体申请范围及用海方式详见 1.8 节。

项目用海附近海域用海现状见图 2.4-1，海域权属见表 2.4-1。

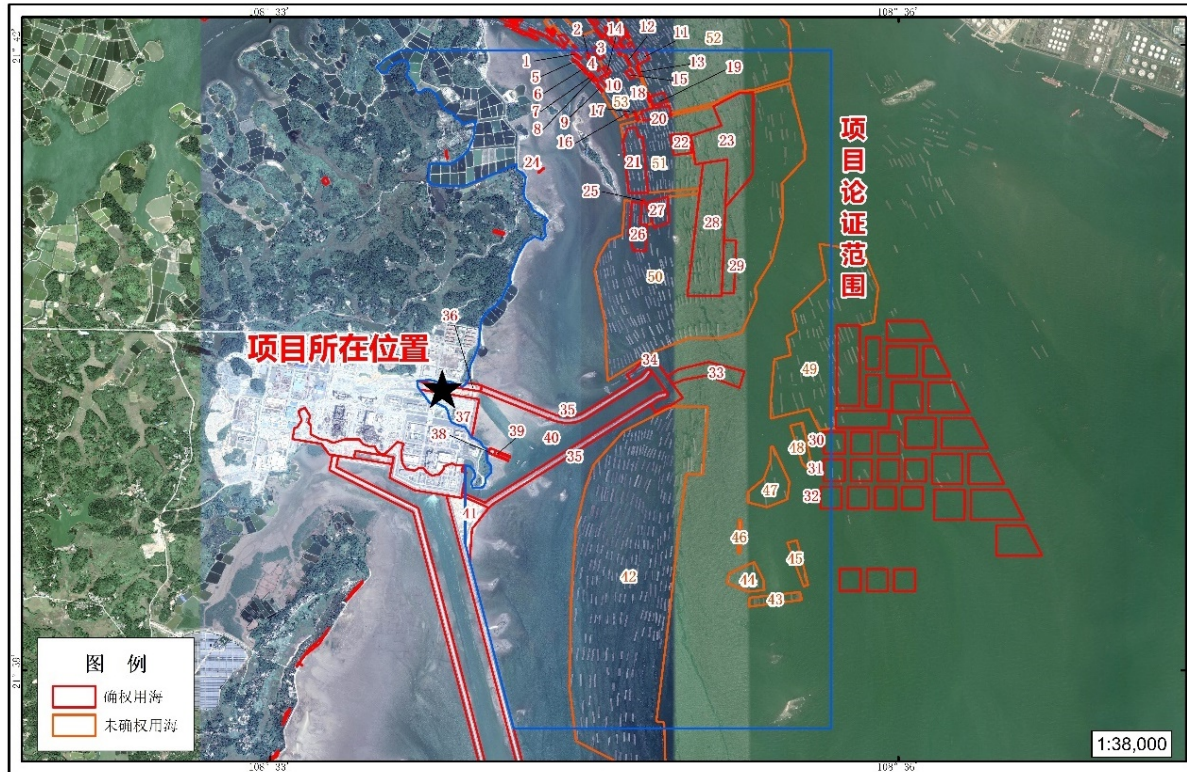


图2.4-1 项目附近海域用海现状

表 2.4-1 项目论证范围内确权用海信息表

| 序号 | 项目名称 | 使用权人 | 权属内容 | 用海终止日期 | 备注 | 位置关系 |
|----|-----------------------|-----------------|--|------------|-----|----------|
| 1 | 郑荣辉大蚝筏式养殖（一） | 郑荣辉 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1388 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 3.2Km |
| 2 | 苏祥永筏式养殖 | 苏祥永 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0288 公顷； | 2012-09-24 | 已过期 | 东北 3.2Km |
| 3 | 黄桂娟大蚝筏式养殖（一） | 黄桂娟 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.4982 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 3.2Km |
| 4 | 防城港海马养殖有限公司大蚝筏式养殖（三） | 防城港海马养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.2383 公顷； | 2014-07-04 | 已过期 | 东北 3.1Km |
| 5 | 刘田大蚝筏式养殖 | 刘田 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0781 公顷； | 2018-02-02 | 已过期 | 东北 3.1Km |
| 6 | 朱景瀛大蚝筏式养殖 | 朱景瀛 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1721 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 3.1Km |
| 7 | 黄健鱼类网箱养殖（二） | 黄健 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0971 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 3.0Km |
| 8 | 郑廉洪大蚝筏式养殖 | 郑廉洪 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1015 公顷； | 2017-07-05 | 已过期 | 东北 3.0Km |
| 9 | 黄就大蚝筏式养殖 | 黄就 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0909 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 3.0Km |
| 10 | 防城港海马养殖有限公司大蚝筏式养殖（四） | 防城港海马养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.4428 公顷； | 2014-07-04 | 已过期 | 东北 3.0Km |
| 11 | 吴军大蚝筏式养殖（四） | 吴军 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.9842 公顷； | 2014-01-31 | 已过期 | 东北 3.4Km |
| 12 | 李承春大蚝筏式养殖 | 李承春 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1064 公顷； | 2019-02-25 | 已过期 | 东北 3.3Km |
| 13 | 吴军大蚝筏式养殖（三） | 吴军 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1360 公顷； | 2014-01-31 | 已过期 | 东北 3.2Km |
| 14 | 防城港海马养殖有限公司大蚝筏式养殖（五） | 防城港海马养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.2314 公顷； | 2014-07-04 | 已过期 | 东北 3.1Km |
| 15 | 吴军大蚝筏式养殖（二） | 吴军 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1325 公顷； | 2014-01-31 | 已过期 | 东北 3.2Km |
| 16 | 黄新大蚝筏式养殖 | 黄新 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0461 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 2.9Km |
| 17 | 黄桂娟大蚝筏式养殖（二） | 黄桂娟 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0935 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 2.9Km |
| 18 | 黄桂娟大蚝筏式养殖（三） | 黄桂娟 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.1016 公顷； | 2020-07-05 | 已过期 | 东北 3.1Km |
| 19 | 赵颜(二)筏式养殖 | 赵颜 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：1.0150 公顷； | 2013-04-11 | 已过期 | 东北 3.1Km |
| 20 | 赵颜(三)筏式养殖 | 赵颜 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：2.0869 公顷； | 2013-04-11 | 已过期 | 东北 3.0Km |
| 21 | 吴军大蚝筏式养殖（一） | 吴军 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：8.7337 公顷； | 2014-01-31 | 已过期 | 东北 2.3Km |
| 22 | 郑有仁大蚝筏式养殖 | 郑有仁 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：2.6011 公顷； | 2019-02-25 | 已过期 | 东北 2.8Km |
| 23 | 广西防城港隆兴水产养殖有限公司大蚝筏式养殖 | 广西防城港隆兴水产养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：27.9469 公顷； | 2019-02-25 | 已过期 | 东北 2.9Km |
| 24 | 邓群梅大蚝筏式养殖（二） | 邓群梅 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.4250 公顷； | 2021-02-02 | 已过期 | 东北 2.1Km |
| 25 | 吴胜鱼类网箱养殖（二） | 吴胜 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：0.0453 公顷； | 2021-02-02 | 已过期 | 东北 2.4Km |
| 26 | 施云飞大蚝筏式养殖（一） | 施云飞 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：4.9656 公顷； | 2017-08-04 | 已过期 | 东北 2.0Km |
| 27 | 赵颜(五)筏式养殖 | 赵颜 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：3.5440 公顷； | 2013-04-11 | 已过期 | 东北 2.3Km |
| 28 | 广西双合盛业水产养殖有限公司深水网箱养殖 | 广西双合盛业水产养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：28.6666 公顷； | 2019-02-25 | 已过期 | 东北 2.2Km |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| | | | | | | |
|----|--------------|------------------|--|------------|-----|----------|
| 29 | 赵建景鱼类网箱养殖（二） | 赵建景 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：4.6652 公顷； | 2019-02-25 | 已过期 | 东北 2.5Km |
| 30 | 优源同享深水养殖 K3 | 钦州市优源同享水产养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：3.3333 公顷； | 2020-12-28 | 已过期 | 东 3.2Km |
| 31 | 网箱养殖 | 钦州市华兴海产品养殖有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：3.3333 公顷； | 2019-01-12 | 已过期 | 东 3.2Km |
| 32 | 网箱养殖 | 钦州飞腾深海养殖科技开发有限公司 | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖；面积：3.3333 公顷； | 2019-01-12 | 已过期 | 东 3.3Km |
| 33 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：专用航道、锚地及其它开放式；面积：7.2782 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 东 1.9Km |
| 34 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：取、排水口；面积：6.6332 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 东 1.6Km |
| 35 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：非透水构筑物；面积：17.8075 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 东 0.3Km |
| 36 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：建设填海造地；面积：1.7622 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 北侧紧邻 |
| 37 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：建设填海造地；面积：8.3050 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 南侧紧邻 |
| 38 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：非透水构筑物；面积：0.2617 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 东南 0.7Km |
| 39 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：透水构筑物；面积：0.3559 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 东南 0.7Km |
| 40 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：港池、蓄水等；面积：63.0910 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 变更用海 |
| 41 | 广西防城港核电项目 | 广西防城港核电有限公司 | 用海类型：电力工业用海；用海方式：非透水构筑物；面积：72.3435 公顷； | 2061-11-29 | 已确权 | 南 1.0Km |
| 42 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东 1.2Km |
| 43 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东南 3.2Km |
| 44 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东南 3.0Km |
| 45 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东南 3.2Km |
| 46 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东南 2.7Km |
| 47 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东南 2.7Km |
| 48 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东南 3.0Km |
| 49 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东 2.8Km |
| 50 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东 1.4Km |
| 51 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东北 2.5Km |
| 52 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东北 3.1Km |
| 53 | 养殖区 | | 用海类型：开放式养殖用海；用海方式：开放式养殖； | | 未确权 | 东北 2.8Km |

3 项目用海资源环境影响分析

3.1 项目用海对海洋环境的影响

3.1.1 对水动力环境的影响

现根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》的要求，建立项目工程附近海域的潮流数值模型，以预测本工程对海洋水动力场和海洋水质环境的影响。本模型采用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

3.1.1.1 二维潮流数学模型

(1) 控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_{sx} \quad (1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_{sy} \quad (1-3)$$

式中： A_h 水平方向扩散系数，取值为 $1.15 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ ， η 为平均海面起算的海面高度， u 、 v 为垂向平均流的东、北分量， $H = \eta + h$ 总水深， h 为平均海面起算的水深， f 为体现地球自转效应的科氏参数， R_b 为海底摩擦系数，取值为 0.0025， g 为重力加速度，取值为 9.81； t_{sx} ， t_{sy} 为风对自由水面的剪切力在 X、Y 方向的分量；其中：

$$t_{sx} = f_s \rho_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}, \quad t_{sy} = f_s \rho_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2};$$

f_s 为风阻力系数，取值为 0.25； ρ_a 为空气密度，取值为 $1.205 \text{kg}/\text{m}^3$ ； u_w 、 v_w 风速在 X、Y 方向的分量。

(2) 边界条件和初始条件

① 边界条件

在本工程项目研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海大网格开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅（H）和专有迟角（g）只与地点有关，称潮汐调和常数。本次计算域外海开边界选取 8 个主要分潮（M₂、S₂、N₂、K₂、K₁、O₁、P₁、Q₁）叠加，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整，并且在模型计算和调试过程中根据部分水文观测站的实测潮位结果进行实时调整，以尽可能拟合潮位过程线。

河流开边界条件为 3 个，即钦江（平均流量 64.17m³/s）、茅岭江（平均流量 82.12m³/s）、大风江（平均流量 67.2m³/s），其水量特征值采用多年平均流量。另外根据防城港核电站工可报告，核电站一期取水口处的取水量约为 123m³/s，相应的排水口处的排水量也为 123m³/s，一期取水口现已运营。二期取水明渠的设计取水量为 130.8 m³/s，二期建成后运营期排水口处的排量合计为 253.8 m³/s，二期取水明渠已于 2020 年 11 月份进水，现未正式运营。

所谓闭边界条件即水陆交界条件，计算水域与陆地交界的固边界上 Γ_2 有：

$$\vec{U} \cdot \vec{n} \Big|_{\Gamma_2} = 0 \quad (1-4)$$

式中： \vec{n} 为固边界法向； $\zeta^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 和 $v^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)。式(1-4)中的 \vec{U} 为流速矢量($|\vec{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$)，其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

②初始条件

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t) \Big|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (1-5)$$

式中： $\zeta_0(x, y, t_0)$ 、 $u_0(x, y, t_0)$ 和 $v_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

③活动边界处理

本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界，在岸边界处，将邻近计算点的水位等值外推，根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系，当水深 $h \leq 0$ 时，潮滩露出，当水深 $h > 0$ 时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流

速点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深 h_{\min} 作为判断值，若 $h \leq h_{\min}$ ，则认为格点干出。

(3) 计算域的确定及网格划分

数学模型的网格剖分与本工程方案尺度相适应，对本工程方案进行合理概化，对潮流运动进行详细的模拟。模型计算区域选择由 $21^{\circ} 5.1' N \sim 21^{\circ} 55.8' N$ ， $107^{\circ} 55.2' E \sim 109^{\circ} 9.8' E$ 为外海开边界构成的区域，东西长大约 136.3km，南北宽大约 93.7km。

模型采用三角形网格剖分计算区域，工程前三角形网格节点数为 19482 个，三角形网格数为 31085 个，工程后桩基区建设，通过增大桩基区的摩擦系数来体现桩基的存在，工程后与工程前采用相同的网格，最大网格长 2.0km，位于外海边界处；最小网格长 8m，位于项目工程处。网格剖分见图 3.1-1 和图 3.1-2。

模型水深由以下海图给出：中国人民解放军海军司令部航海保证部 2015 年出版的流沙湾至东兴港（海图编号 16700，比例尺 1: 250000）、2013 年出版的北海港至东兴港（海图编号 16770，比例尺 1: 120000）、2019 年出版的钦州湾（海图编号 16781，比例尺 1: 40000）。所有水深都经过绘图水深和平均海平面的转化。模型的计算水深见图 3.1-3。

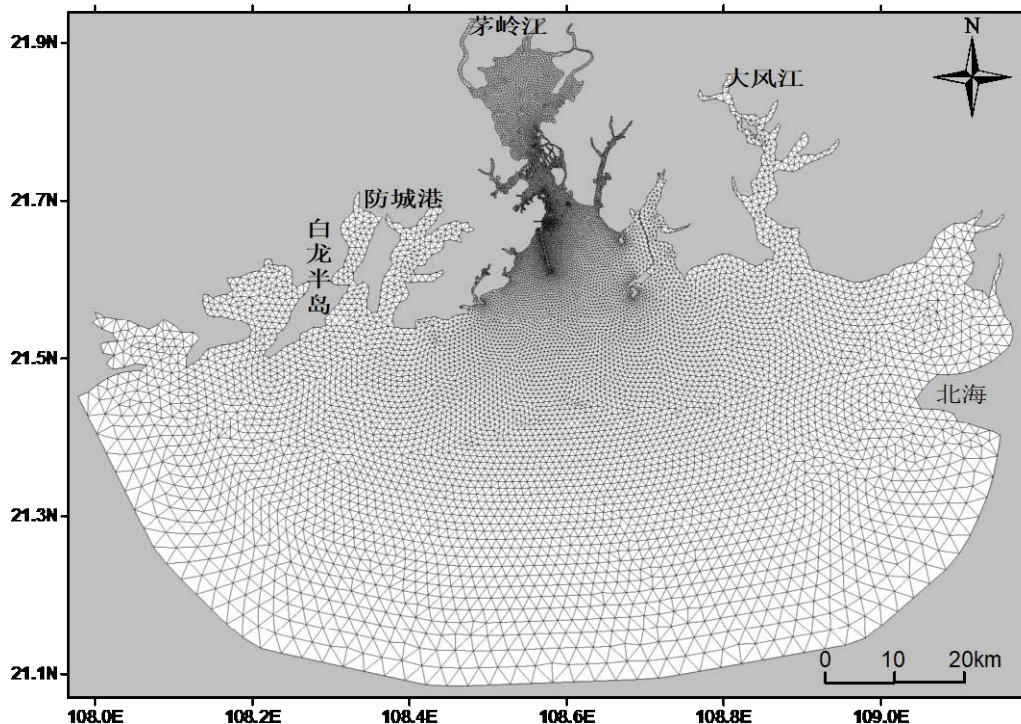


图3.1-1a 大范围模型计算网格

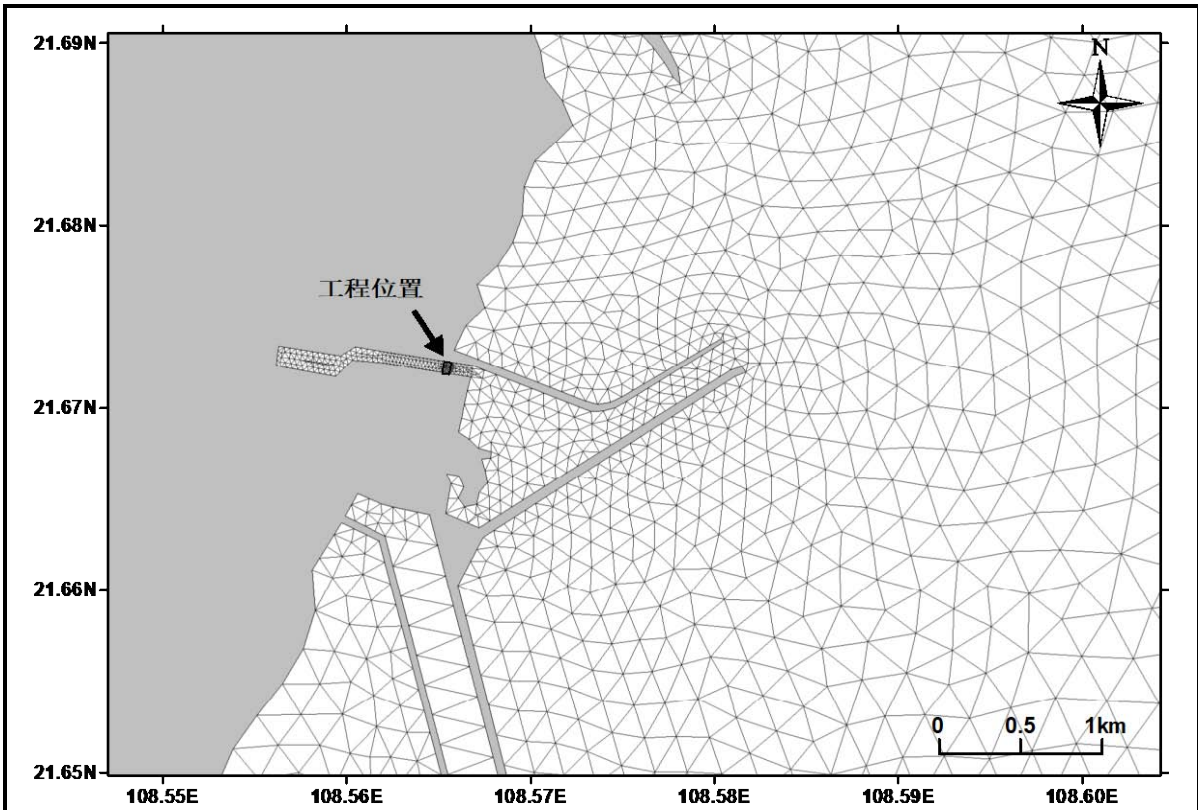


图3.1-1b 模型计算网格（局部）

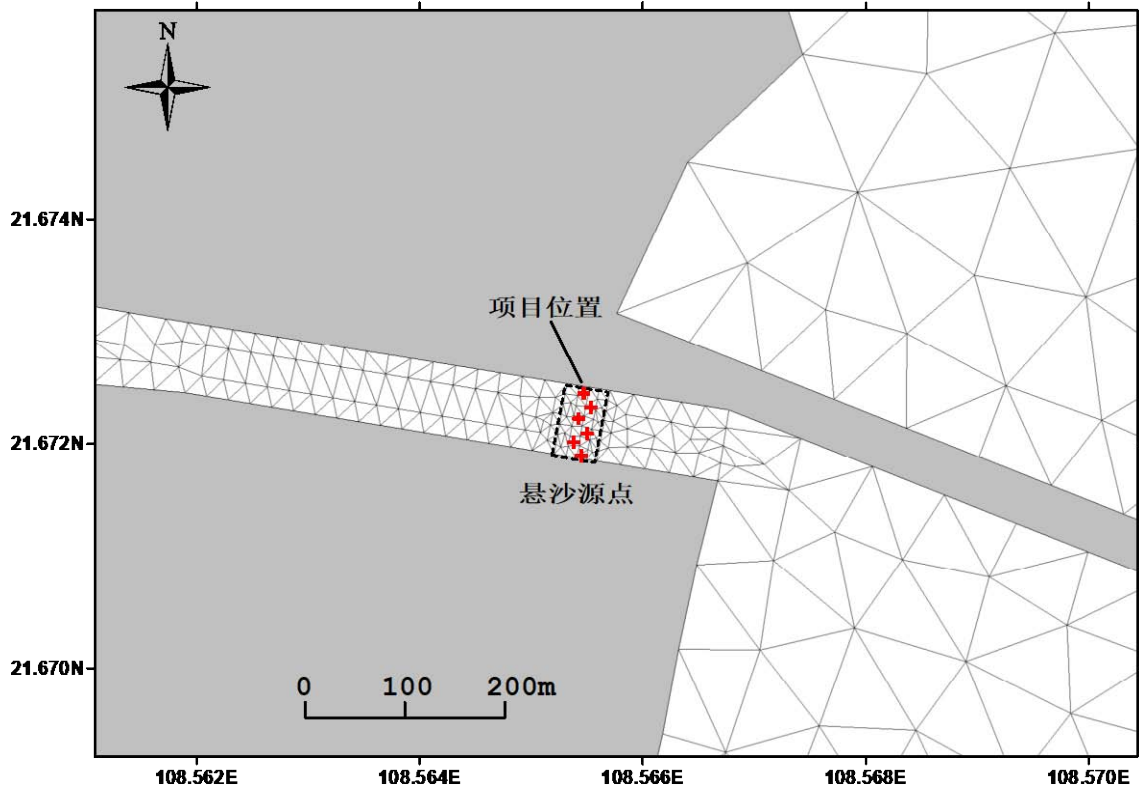


图3.1-2 工程区域局部计算网格

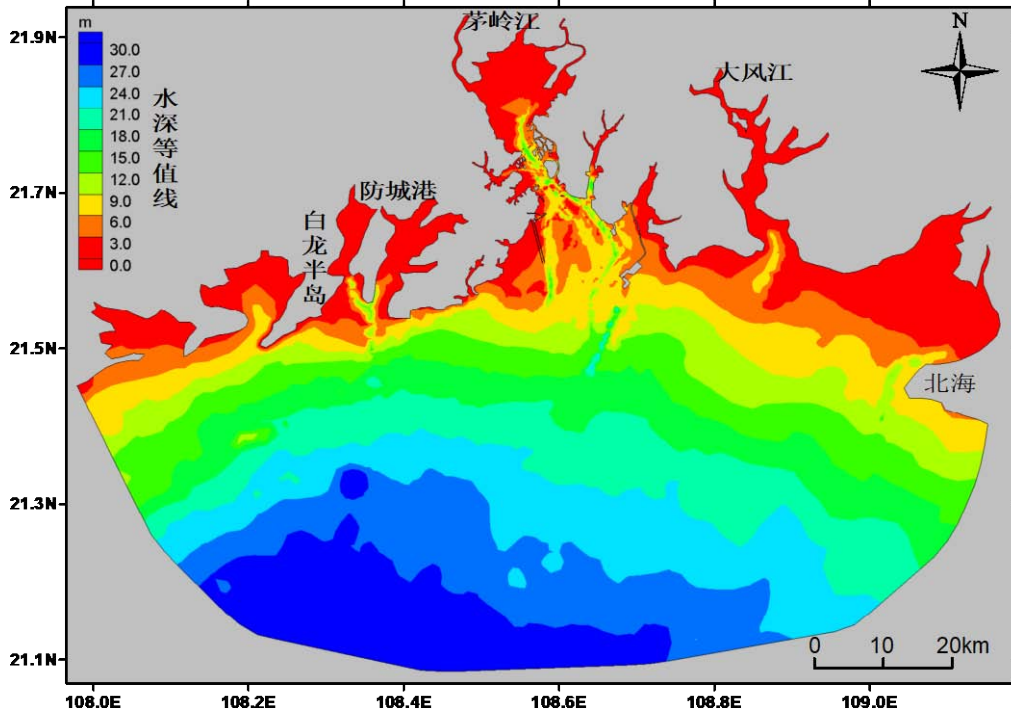


图3.1-3 模型计算水深

3.1.1.2 模型验证

项目附近海区的实测夏季大潮期海流资料为 2018 年 8 月 8 日至 9 日，潮位资料选取与流速资料同步的水位数据进行验证，模型的计算时间步长为 20s，每隔半个小时输出网格点的水位和流速、流向用于模型的验证。

潮位的验证：水位验证资料采用 2018 年 8 月 8 日至 9 日实测的 H1 红沙站、H2 乌雷站和 H3 果子山站的潮位数据。潮位的验证效果见图 3.1-5。

潮流的验证：本项目工程的水文现状调查设置了 14 个海流测站（见图 3.1-4）。根据实测资料和模型计算结果绘制潮位曲线（图 3.1-5）和流向、流速曲线如图 3.1-6~图 3.1-12。由于实测流速为 3 层或者 5 层流速，而本模型为二维模型，因此采用垂向平均实测流速、流向资料进行验证。

由潮位和潮流的计算数据和实测数据的对比情况分析，潮位验证的平均绝对误差为 8.3cm，流速和流向的验证也基本上与实测资料一致。从潮位过程（图 3.1-5）和流速、流向验证曲线图（图 3.1-6 至图 3.1-19）对照可以看出，模拟结果与实测数据基本吻合，各测站的潮流为正规全日潮流，即在一个太阴日内有一次涨潮和一次落潮，潮汐不对称效应比较明显，两个大潮中间为中小潮，近岸区和泻湖内受陆域边界

的影响，潮流表现为往复流，流向基本与深槽线平行。根据潮位和潮流流速、流向的验证效果可知本模型可以用于本项目工程的动力场和物质输运分析。

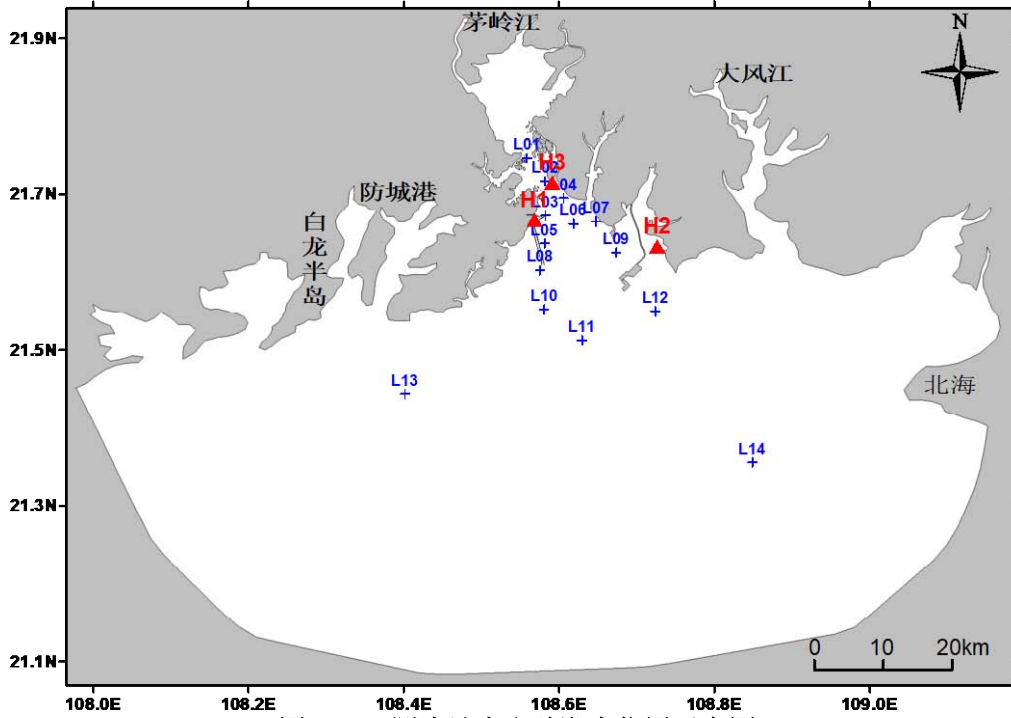


图3.1-4 测流站点和验潮点位置示意图

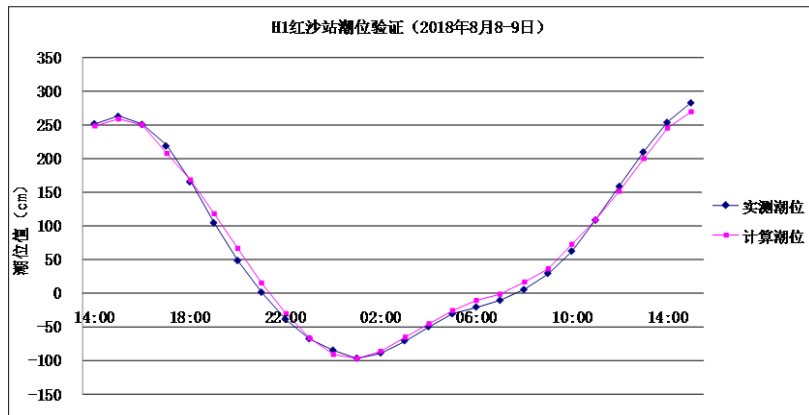


图3.1-5a H1红沙站潮位验证

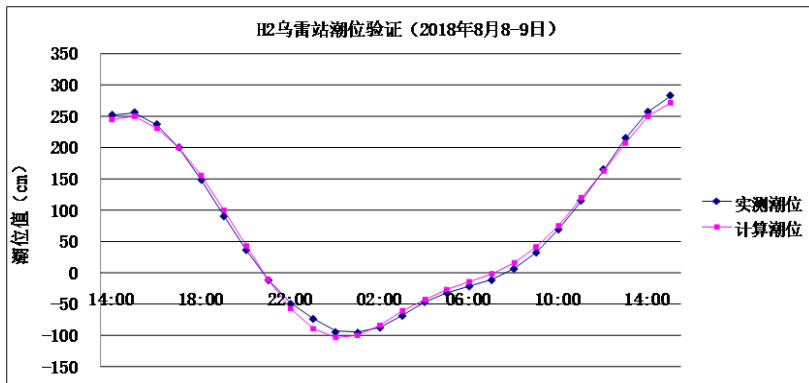


图3.1-5b H2乌雷站潮位验证

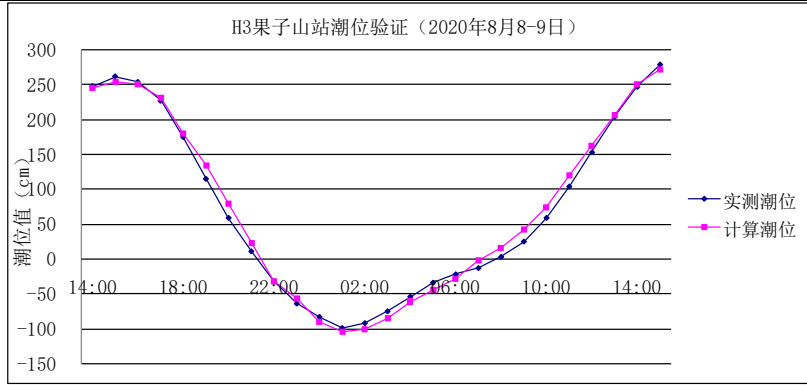


图3.1-5c H3果子山站潮位验证

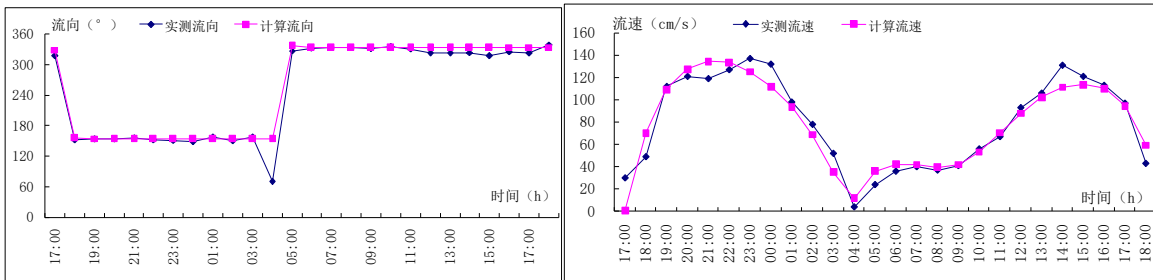


图3.1-6 大潮期, L01站流速流向验证

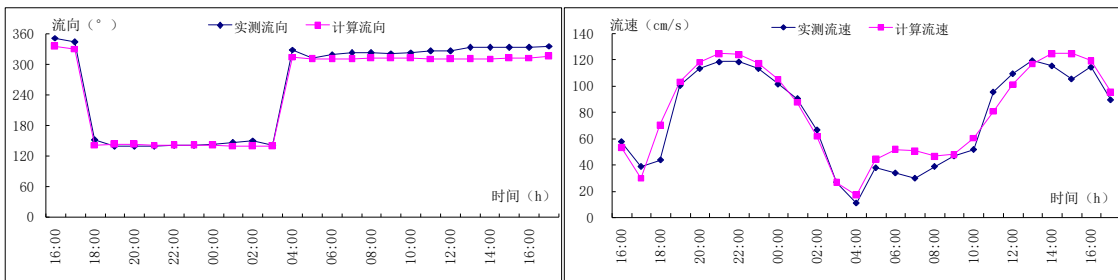


图3.1-7 大潮期, L02站流速流向验证

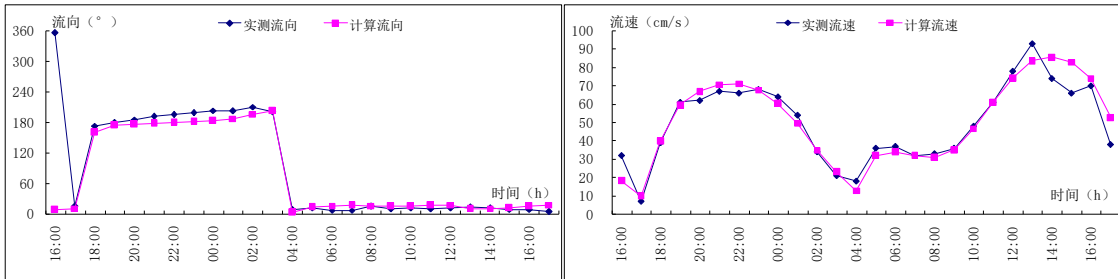


图3.1-8 大潮期, L03站流速流向验证

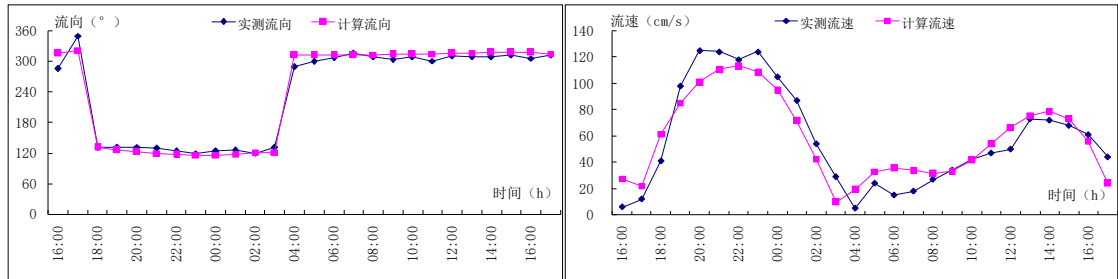


图3.1-9 大潮期, L04站流速流向验证

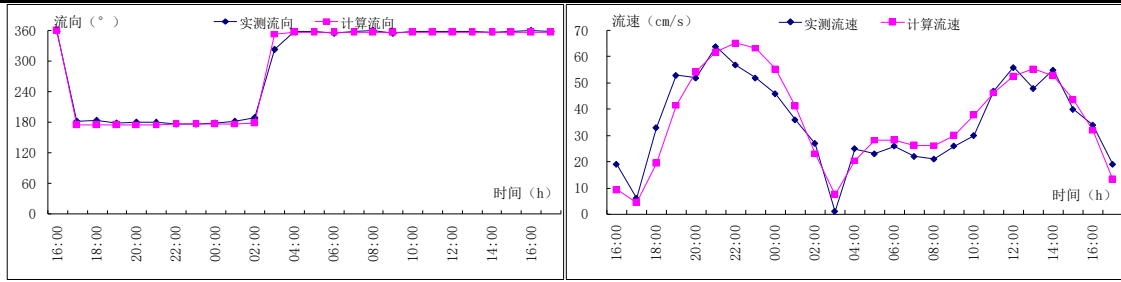


图3.1-10 大潮期，L05站流速流向验证

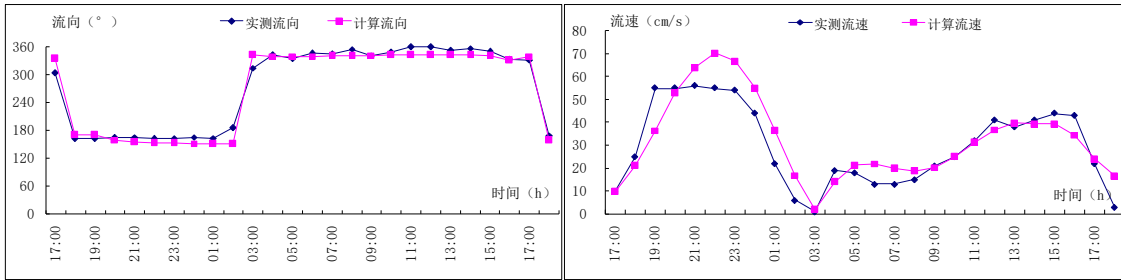


图3.1-11 大潮期，L06站流速流向验证

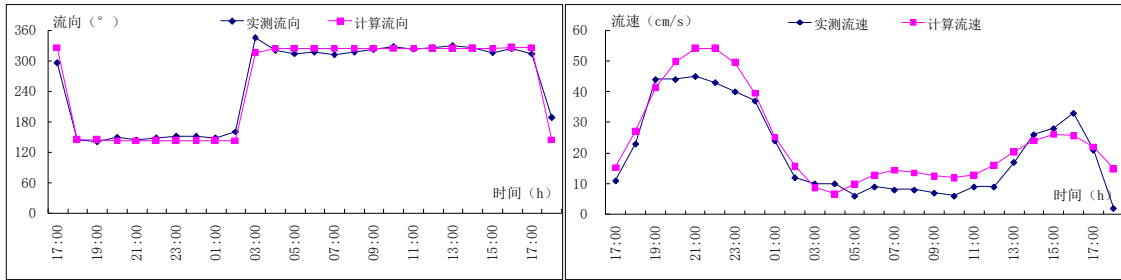


图3.1-12 大潮期，L07站流速流向验证

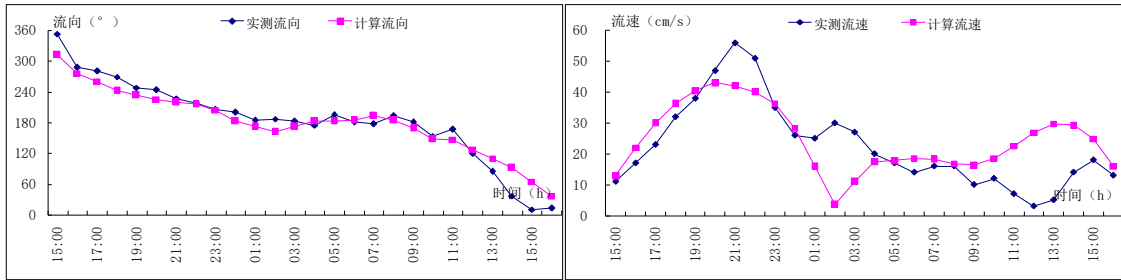


图3.1-13 大潮期，L08站流速流向验证

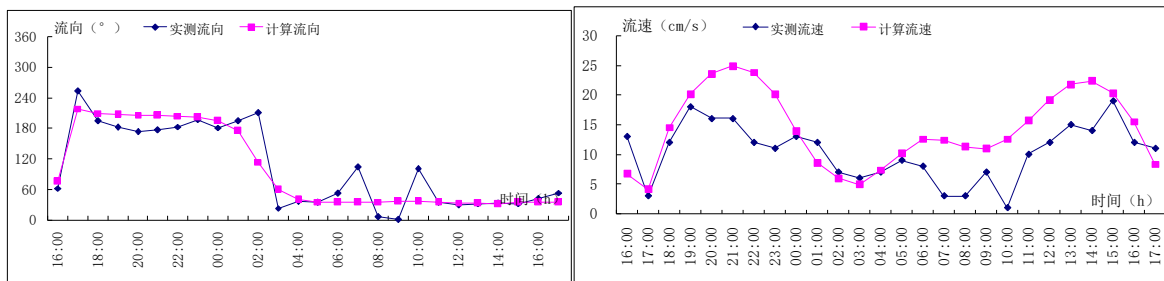


图3.1-14 大潮期，L09站流速流向验证

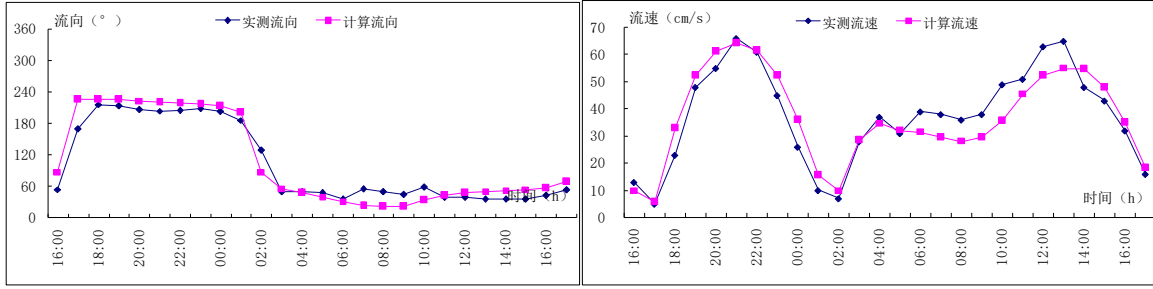


图3.1-15 大潮期，L10站流速流向验证

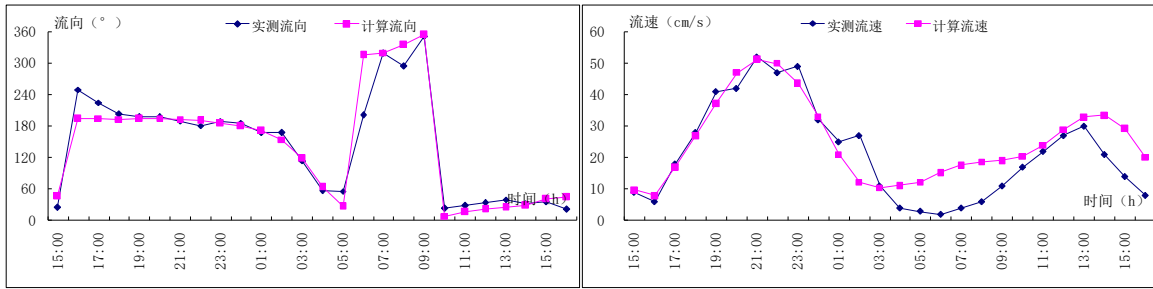


图3.1-16 大潮期，L11站流速流向验证

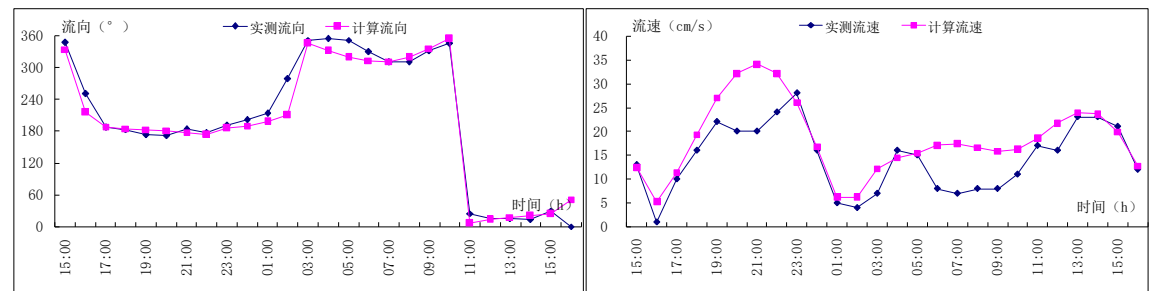


图3.1-17 大潮期，L12站流速流向验证

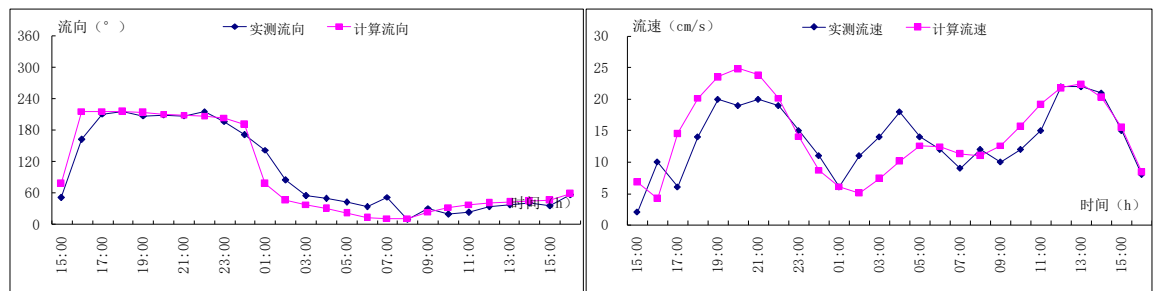


图3.1-18 大潮期，L13站流速流向验证

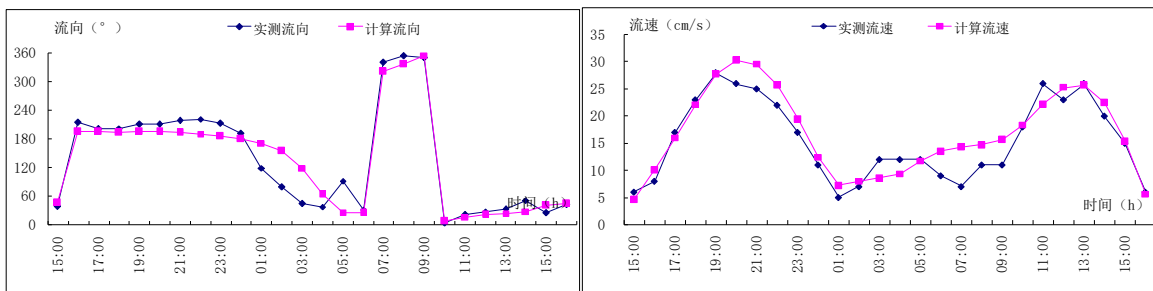


图3.1-19 大潮期，L14站流速流向验证

3.1.1.3 项目区域潮流动力场分析

(1) 工程前后潮流动力场分析（一期取水口运营，二期取水口未运营）

为了分析项目所在区域的动力场情况，绘出项目附近海区大潮期涨急、落急时刻的流场见图 3.1-20 和图 3.1-21。项目附近水域的潮流为正规日潮，在一个潮周期内有一次涨潮和一次落潮过程，整体上项目所在海区的落潮流为由北向南下泄，涨潮流为由南向北上溯，局部区域受陆地边界和岛屿的影响流向会发生变化。

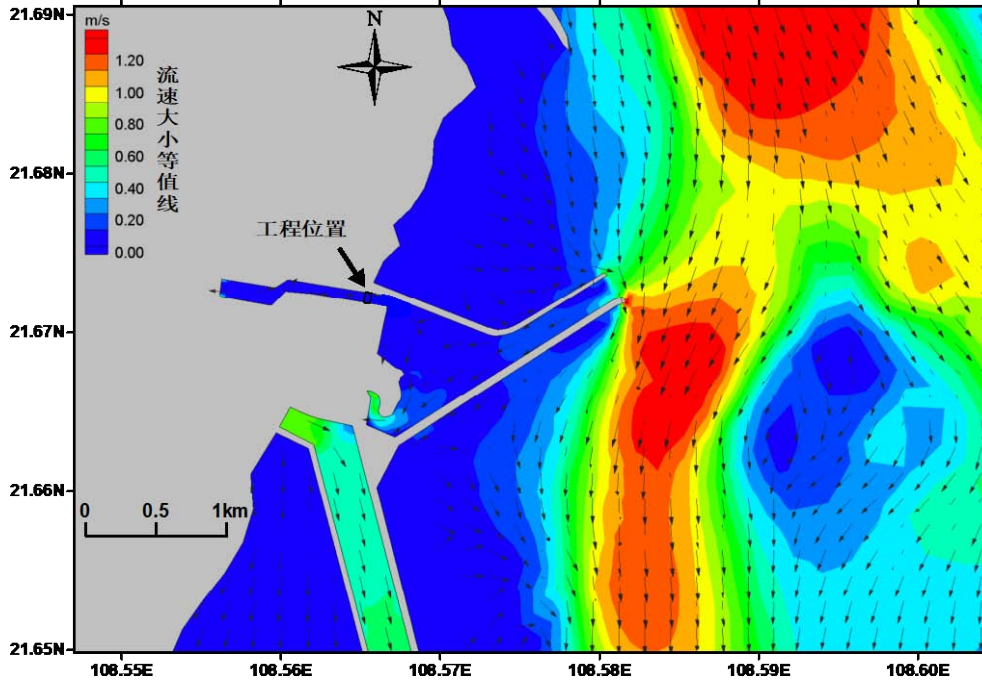


图3.1-20 大潮期，工程前项目附近海区落急流场图

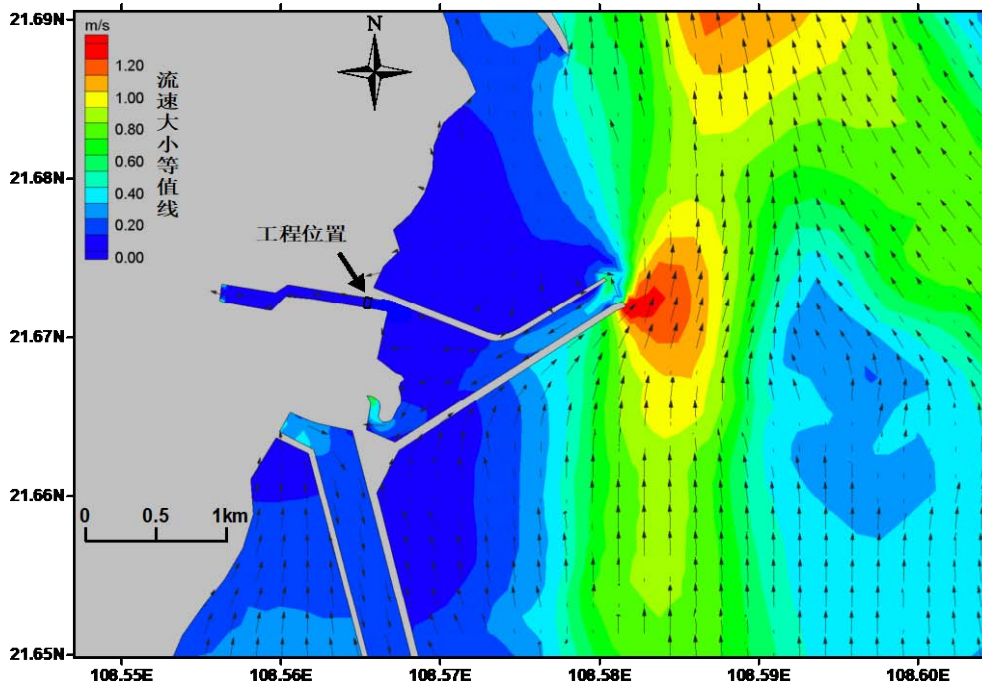


图3.1-21 大潮期，工程前项目附近海区涨急流场图

在防城港核电厂一期取水明渠内，由于取量较大（ $123\text{m}^3/\text{s}$ ），因此无论是涨潮还是落潮，一期取水口附近的流向一直维持自东向西，即从外海向厂区流动，取水口附近的最大流速可达到 60cm/s 左右；而排水通道内则一直维持由北向南，即自厂区间向外海流动。

由图 3.1-22 至图 3.1-25 可以看出，大潮期落急和涨急时刻，由于施工期本项目所在的二期取水明渠未正式运营，因此二期取水明渠内的最大流速小于 15cm/s ；而排水口通道内的最大流速在 40cm/s 左右；取水口水道外侧的西水道深槽内，落急最大流速可达到 140cm/s 左右，深槽区的流速明显大于浅滩区，西水道深槽和中水道深槽之间的浅滩落急流速也只有 40cm/s 左右，滩流归槽现象比较明显。边滩区域的流速则更小，都小于 20cm/s 。大潮期涨急时刻，取水口导流堤堤头形成挑流作用，最大流速在 130cm/s 左右，但急流的范围比落潮流小，只存在于堤头附近的小范围内。由此可见，取水口导流堤外侧水道内的落潮流速略大于涨潮流速，表现一定的落潮优势。

从工程后流速图（图 3.1-24 和图 3.1-25）可以看出，由于施工期二期取水口未取水，二期取水明渠内的流速较小，最大流速小于 15cm/s ，但二期取水明渠内存在涨落潮流向的改变，即二期取水明渠内流向涨潮时自东向西，落潮时自西向东，而一期取水口附近的流向则一直维持自东向西。

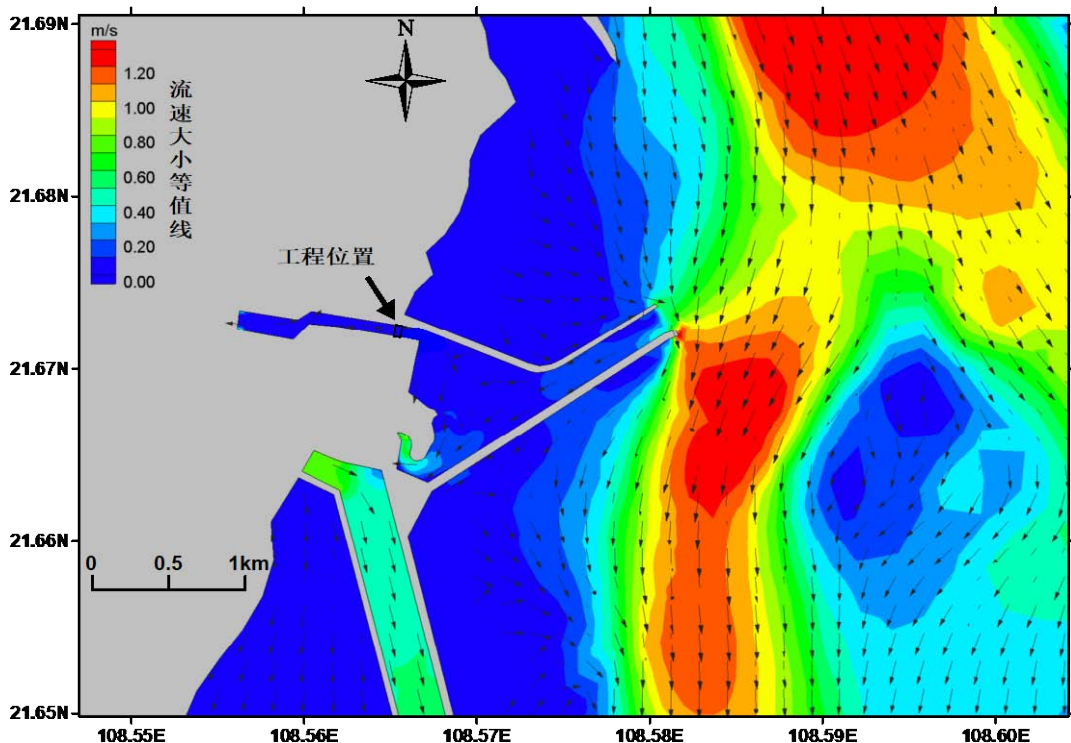


图3.1-22 大潮期，工程后项目附近海区落急流场图
(一期取水口运营，二期取水口未运营)

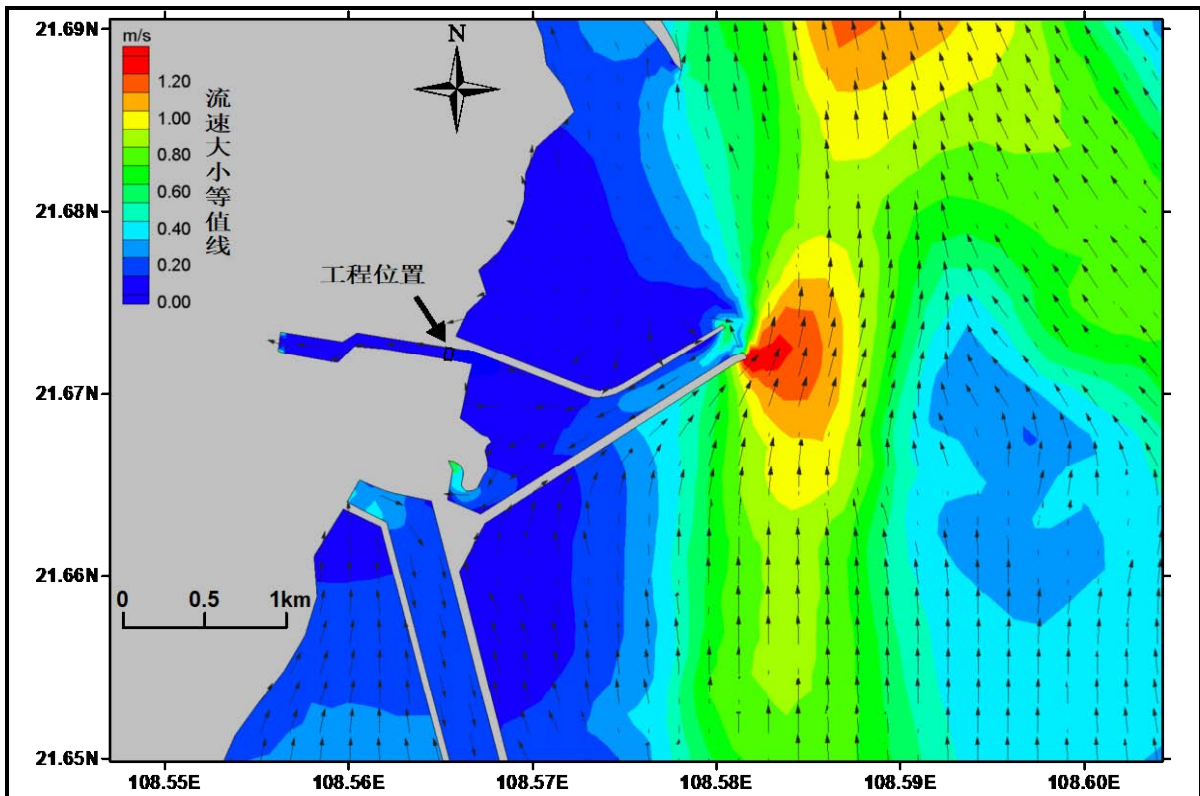


图3.1-23 大潮期，工程后项目附近海区涨急流场图
(一期取水口运营，二期取水口未运营)

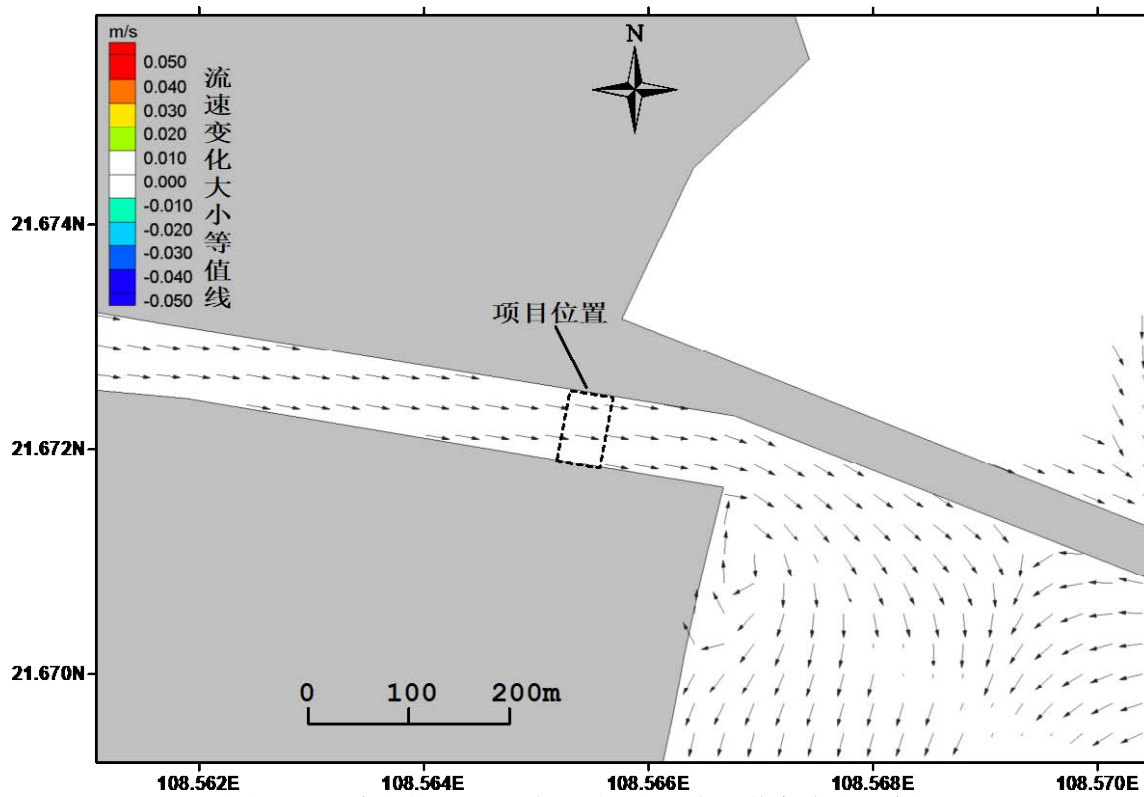


图3.1-24 大潮期，工程前后项目附近海区落急流速改变图
(一期取水口运营，二期取水口未运营)

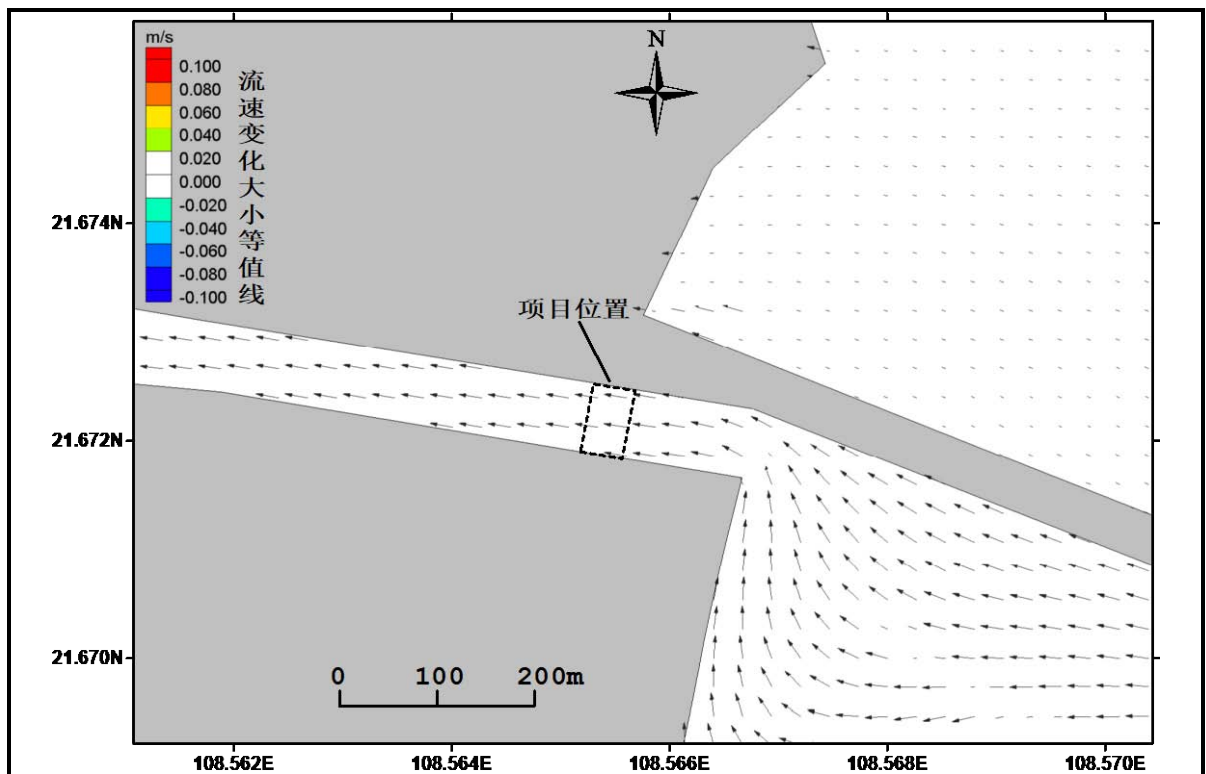


图3.1-25 大潮期，工程前后项目附近海区涨急流速改变图
(一期取水口运营，二期取水口未运营)

工程前后桩基附近区域的流场基本保持不变，流速改变幅度小于 1cm/s。

整体而言，工程后对流场的影响只局限于项目周边的小范围区域内，二期取水明渠内最大流速小于 15cm/s，工程前后流速改变幅度小于 1cm/s。因此，本项目桩基施工完成后二期未取水条件下对水动力环境的影响很小。

(2) 工程前后潮流动力场分析（一、二期取水口同时运营取水）

防城港核电站一期和二期同时运营取水条件下，一期取水量为 123m³/s，二期取水量为 130.8m³/s，排水口的排水量合计 253.8 m³/s。无论是涨急还是落急时刻，一期二期取水明渠内的流向均为自东向西，而排水通道内流向则一直为自北向南。落急时刻，排水通道内的最大流速可达到 1.2m/s 左右，涨急时刻排水通道内的最大流速受涨潮流的顶托有所减小，在 0.8m/s 左右。本项目所在的二期取水明渠内，落急时刻最大流速在 1m/s 左右，涨急时刻的最大流速在 0.7m/s 左右（图 3.1-26 和图 3.1-27）。

从工程前后流速改变图可以看出（图 3.1-28 和图 3.1-29），由于桩基的阻挡，工程后桩基所在位置的流速最大下降幅度在 8cm/s 左右，而桩基之间由于水流集中，流速略有增大，最大增幅在 10cm/s 左右。对大范围的流场改变较小，流速改变幅度

大于 2cm/s 的最远距离在 60m 左右。桩基完成后对取水流量基本无影响，流速改变的幅度和范围只局限在桩基附近的小范围内。

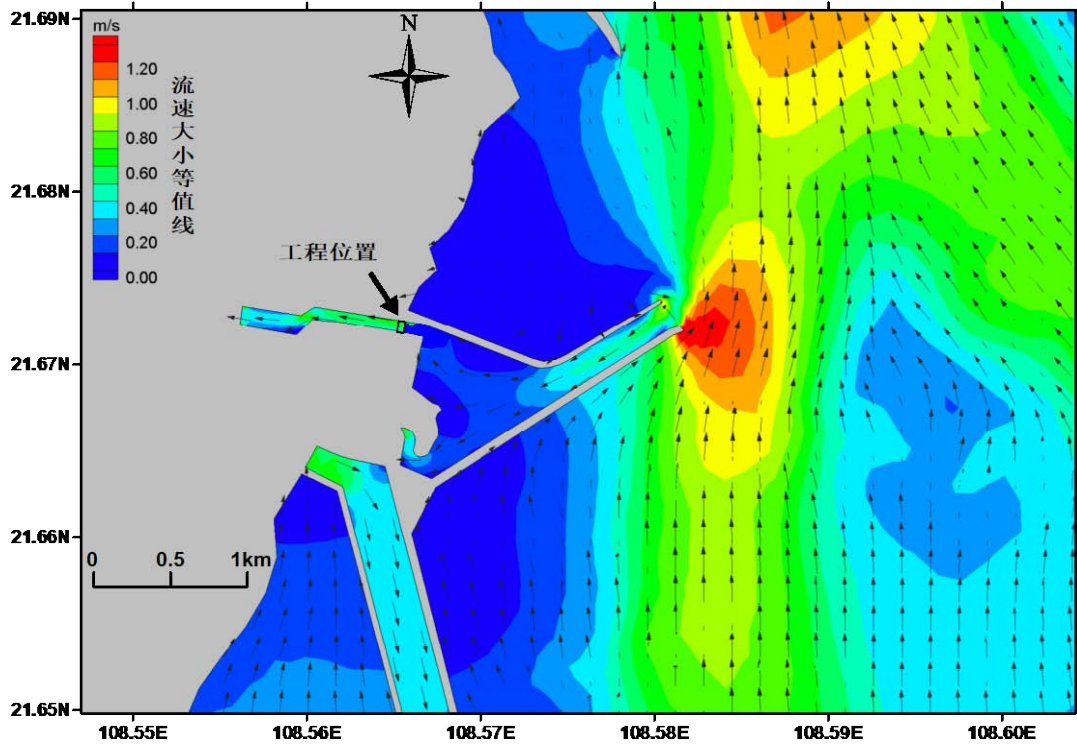


图3.1-26 大潮期，工程后项目附近海区涨急流场图
(一、二期取水口同时运营)

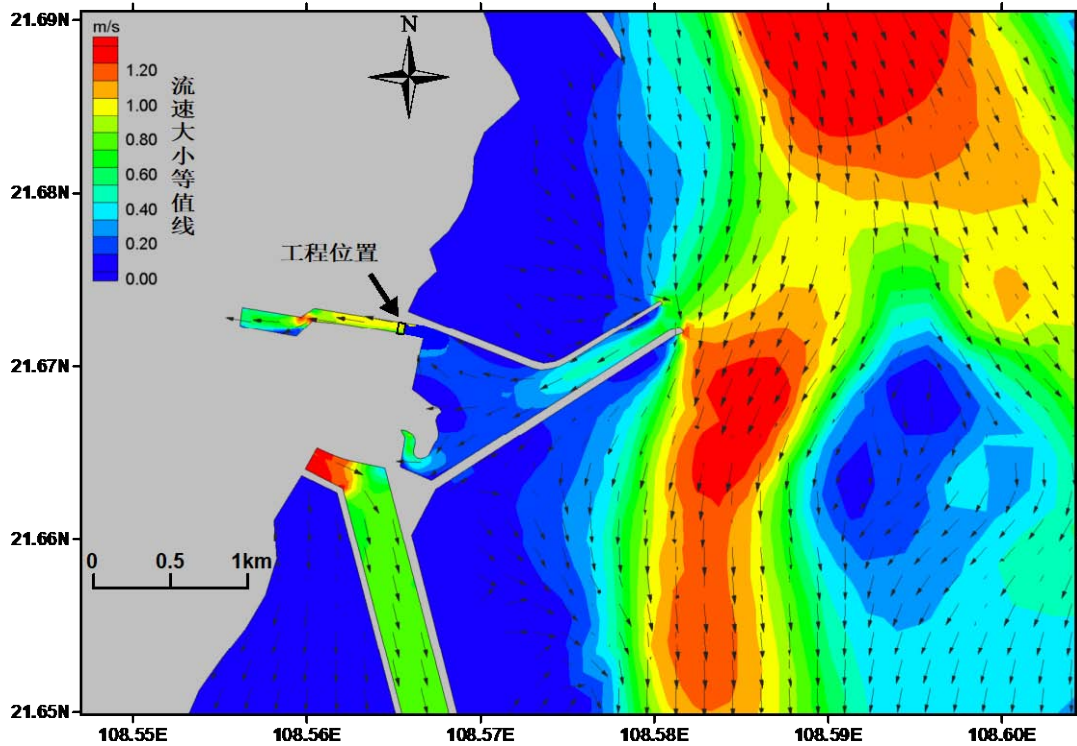


图3.1-27 大潮期，工程后项目附近海区落急流场图
(一、二期取水口同时运营)

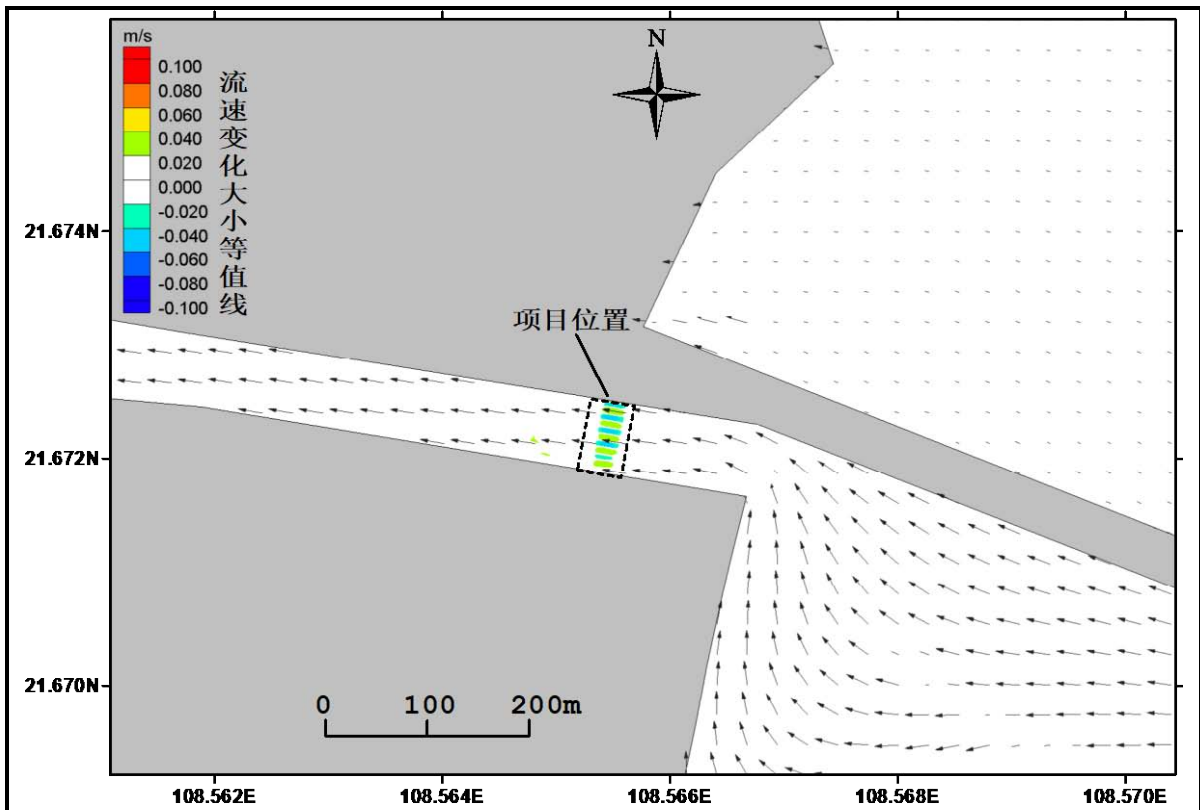


图3.1-28 大潮期，工程前后项目附近海区涨急流速改变图
(一、二期取水口同时运营)

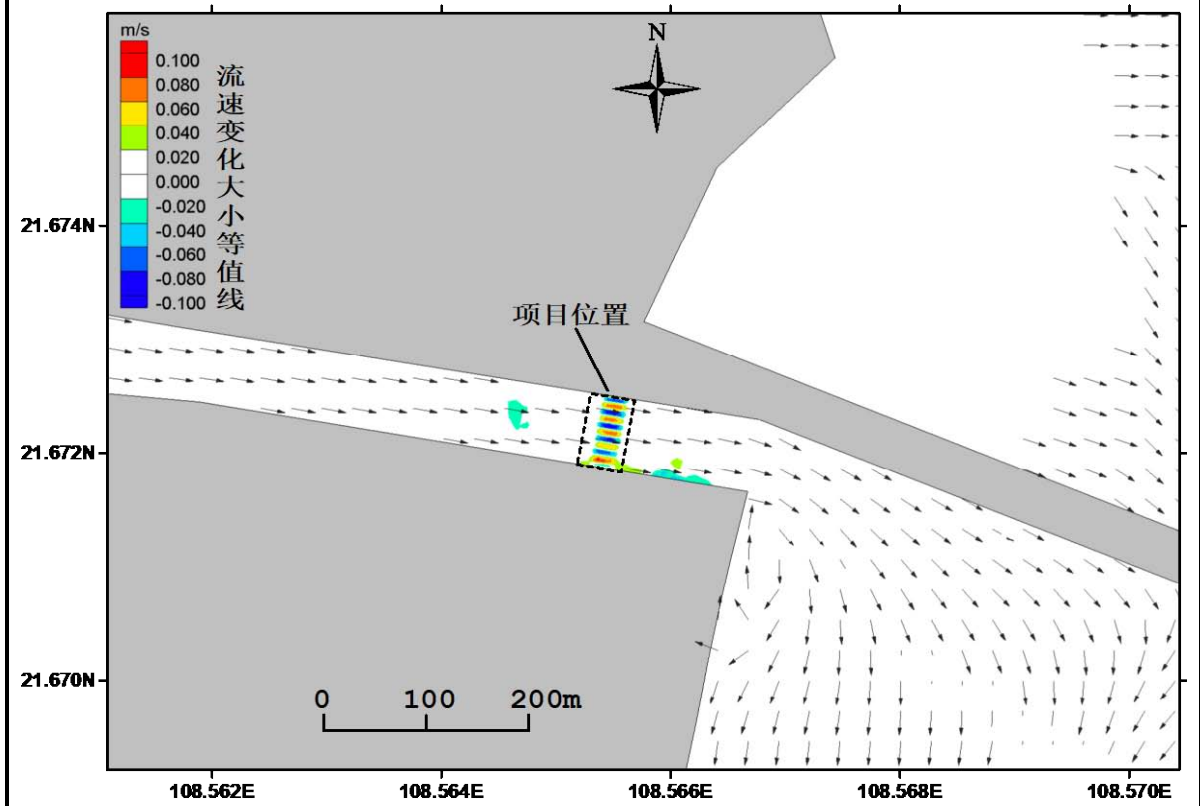


图3.1-29 大潮期，工程前后项目附近海区落急流速改变图
(一、二期取水口同时运营)

3.1.2 对地形地貌和冲淤环境的影响

为了定量地研究本项目及临近海区工程完成以后附近海域的底床冲淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响采用如下公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right] \quad (1-6)$$

式中， ω 为泥沙沉速，单位 m/s，根据在附近水域的实测悬移质粒度分析资料，本海区悬沙中值粒径 d_{50} 粒径为 0.03mm。另据泥沙动水沉降试验（见表 3.1-1）结果，在此取泥沙沉速为 0.011cm/s。

计算参数的确定： α 为沉降几率，取 0.67； t 为年淤积历时，单位取秒(S)； S 为平均含沙量，单位： kg/m^3 ，根据 2018 年 8 月与水文资料同步的悬沙实测资料，泥沙平均含量为 $0.035\text{kg}/\text{m}^3$ ； γ_d 为泥沙干容重，按照 $\gamma_d = 1750 \times D_{50}^{0.183}$ ，单位为 kg/m^3 ； V_1 、 V_2 数值计算工程前后全潮平均流速，单位 m/s； m 根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

表 3.1-1 泥沙沉降速度 ($d_{50}=0.01\text{mm}$)

| | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 流速(m/s) | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.56 |
| 沉速(cm/s) | 0.068 | 0.049 | 0.022 | 0.011 |

注：该试验取含沙量为 $0.1\text{kg}/\text{m}^3$ ，含盐量为 24‰。

可知，本公式计算的年冲淤厚度跟工程前后的流速大小改变有关。根据以上设定和潮流数值模拟计算结果，计得一、二期取水口同时运营，工程后项目区附近底床的年冲淤情况，绘制出年冲淤强度等值线图（图 3.1-30，正表示淤积，负表示冲刷）。

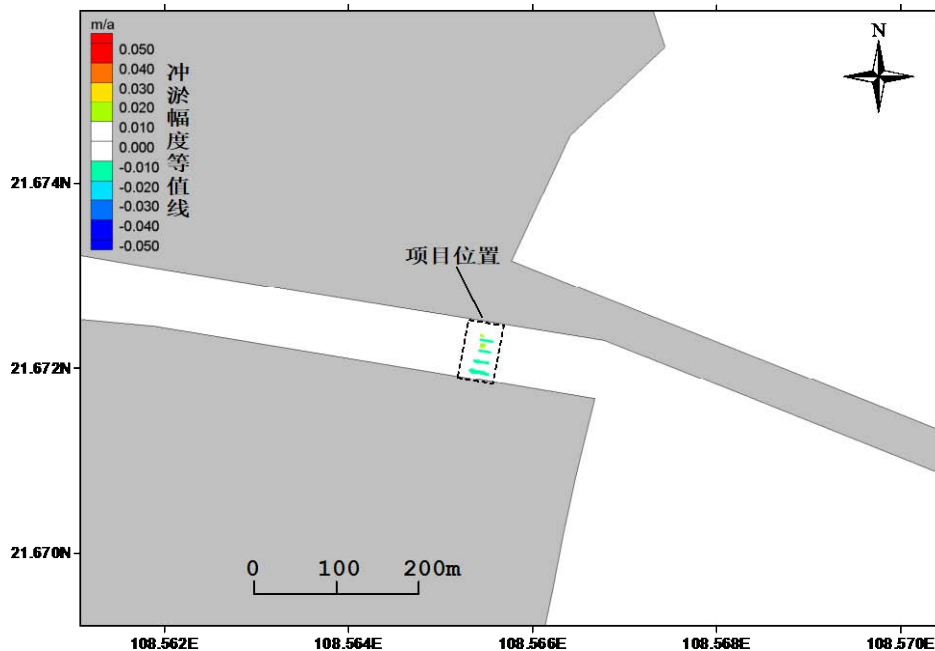


图3.1-30 工程后项目附近海域冲淤厚度图

可见，工程后由于桩基的阻挡，项目所在水域流速减小将产生一定的淤积。年最大淤积强度为 3cm/a 左右，淤积范围只存在于桩基所在区域。而两排桩基之间由于水流速度略有增强则产生最大 2cm/a 的冲刷。本项目对于大范围的冲淤影响很小。

总体来看，本项目周边海域的冲淤幅度在 3cm/a 以内。淤积的幅度和范围都很小，因此本项目对于冲淤环境的影响很小。

3.1.3 对水质环境的影响

3.1.3.1 二维潮流泥沙输运方程

(1) 悬浮物扩散数学模式

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》(JTJ/T233-98)及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s / H + Q_s / H \quad (1-7)$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1 - R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{g D_{50}}$$

S 为垂直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底疏浚产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度(取石英密度为 2.65g/cm³)； ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm³)； γ 为海水分子运动粘性系数(取为 10⁻³cm²/s)； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率(0 ≤ R ≤ 1)； D_{50} 为泥沙的中值粒径，在此取粘土质粉砂的中值粒径 0.02mm。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho f_b U U \quad (1-8)$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时，水中泥沙处于落淤状态，则：

$$F_s = \alpha \omega S \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d}\right) \quad (1-9)$$

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

$$F_s = 0 \quad (1-10)$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时，海底泥沙处于起动状态，则：

$$F_s = -M \left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1\right) \quad (1-11)$$

以上各式中： U 为平均流速； ω 为泥沙沉降速度，根据悬沙的平均粒径为 0.03mm，取沉降速度为 0.0005m/s； S 为水体含沙量； α 为沉降几率； 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。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{d_s}\right)^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{\nu}{d_s} \quad (1-12)$$

其中， γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重； d_s 为悬浮泥沙的中值粒径； ν 为黏滞系数。关于临界淤积切应力 τ_d ，这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho f_b U_c U_c \quad (1-13)$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma'_0} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + g h \delta (\delta / d_s)^{1/2}}{d_s}} \quad (1-14)$$

式中： $k = 0.32$ ；

$d_* = 10$ ；

$\varepsilon_0 = 1.75 \text{ cm}^3 / \text{s}$ ，为综合泥沙粘结力，一般泥沙取该值；

$\delta = 2.31 \times 10^{-5} \text{ cm}$ ，是薄膜水厚度参数；

γ_0 为海底泥沙干容重；

γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重；

h 为水深；

ρ_s 为泥沙密度;

$$d' = \begin{cases} 0.5mm & \text{当 } d \leq 0.5mm \text{ 时} \\ d & \text{当 } 0.5mm \leq d \leq 10mm \text{ 时} \\ 10mm & \text{当 } d \geq 10mm \text{ 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0mm & \text{当 } d \leq 0.5mm \text{ 时} \\ 2d & \text{当 } 0.5mm \leq d \leq 10mm \text{ 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10mm \text{ 时} \end{cases}$$

①定解条件

A. 初始条件

$$S(x, y, t)|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0) \quad (1-15)$$

式中: $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

B. 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有:

$$S(x, y, t)|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时}) \quad (1-16)$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时}) \quad (1-17)$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有:

$$\frac{\partial S}{\partial \vec{n}} = 0 \quad (1-18)$$

式中: $S^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值), \vec{n} 为陆地边界的单位法向矢量, 式(1-18)的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

②数值方法

将一个时间步长分为两个半步长, 在每个半时间步长内, 依下述求解过程计算潮位及 x, y 方向流速。离散差分方程如下:

前半步长:

$$As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1 \quad (1-19)$$

后半步长:

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2 \quad (1-20)$$

上式中 $As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds2$ 为已知系数。

3.1.3.2 悬浮泥沙 (SS) 影响分析

(1) 悬浮物排放源强和模拟工况

根据工程施工特点，施工过程中产生悬浮泥沙的过程有桩基施工和底部锚梁沟槽开挖。其中，底部锚梁沟槽开挖量约 158.4m^3 （按沟槽：锚梁为 1:1 开挖计算，单个锚梁宽 1.2m、长 11m、高 1.2m，共 10 根锚梁，计得沟槽开挖量约为 $1.2 \times 11 \times 1.2 \times 10 = 158.4\text{m}^3$ ），开挖量小，因此，底部锚梁沟槽开挖造成悬沙的扩散不进行数模模拟计算。本报告仅对桩基施工造成的悬浮物扩散进行数值模拟。

① 桩基施工悬沙源强

桩基施工扰动海底产生悬浮物，但时间短暂，影响范围局限在桩基附近，随着距离的增加，影响将逐渐减轻。

桩基施工悬浮物源强采取以下公式进行测算：

$$Q = M\omega / T$$

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

其中， M ：单桩垢工量；

d ：桩基直径；

h ：各区段海底覆盖层厚度；

ρ ：底质泥沙的湿容重，取 1650kg/m^3 ；

ω ：可悬浮泥沙的比例，取 5%；

T ：桩基施工时间。

第一道收放平台桩基施工包括收放平台桩基和栈桥桩基平台的桩基施工。钢栈桥桩基数量 100 根，钢栈桥施工期约 3 个月，根据其它项目桩基施工经验，本项目桩基实际施工工期按 1 个月、每天工作按 8 小时计，粗略估算钢栈桥每根钢管桩的施工时间为 2.4 小时。同理，根据施工方案，本项目施工平台桩基及平台灌注管施工工期约为 4 个月，根据其它项目桩基施工经验，本项目桩基实际施工工期按 1 个月、每天工作按 8 小时计。由此估算每根钢管桩施工耗时约 11 小时，考虑到钢管桩运输、机械安装等工程耗时因素，粗略估算每根钢管桩的施工时间为 3 小时。据此计算得钢栈桥桩基施工单桩桩基悬浮物泄漏源强为 0.015kg/s ，第一道收放平台桩基施工单桩桩基悬浮物泄漏源强为 0.135kg/s 。钢栈桥桩基悬浮物泄漏源强远比第一道收放平

台桩基悬浮物泄漏源强小，本模型主要考虑第一道收放平台桩基施工产生的悬沙增量。

悬浮泥沙的扩散范围和方向受水动力的影响，不同的水动力条件下其扩散范围和方向不同。在此选取一个完整的全潮周期（8 天）进行模拟。悬浮泥沙扩散的模拟源点选取 6 个，源点位置见图 3.1-31。另外，在此仅考虑桩基施工产生的悬浮泥沙增量的影响，潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。

表 3.1-2 桩基施工源强估算

| 工程名称 | 桩基直径 (m) | 桩基平均深度 (m) | 单桩坭工量 (kg) | 桩柱 总数 | 单桩悬浮物泄漏源 强(kg/s) |
|--------|-------------|---------------|---------------|----------|---------------------|
| 钢栈桥桩基 | 0.63 | 5 | 2570.424 | 100 | 0.015 |
| 收放平台桩基 | 1.5 | 10 | 29143.125 | 21 | 0.135 |

②悬沙扩散计算工况

悬沙扩散工况以“核电厂一期取水口已运营、二期取水明渠已通水但未正式运营”为背景。考虑收放平台桩基施工悬浮泥沙源强比钢栈桥桩基施工和拆除的源强大，本节主要计算第一道收放平台桩基施工的悬沙扩散。

工况：第一道收放平台桩基施工 6 个源点叠加，每个源点源强为 0.135kg/s。

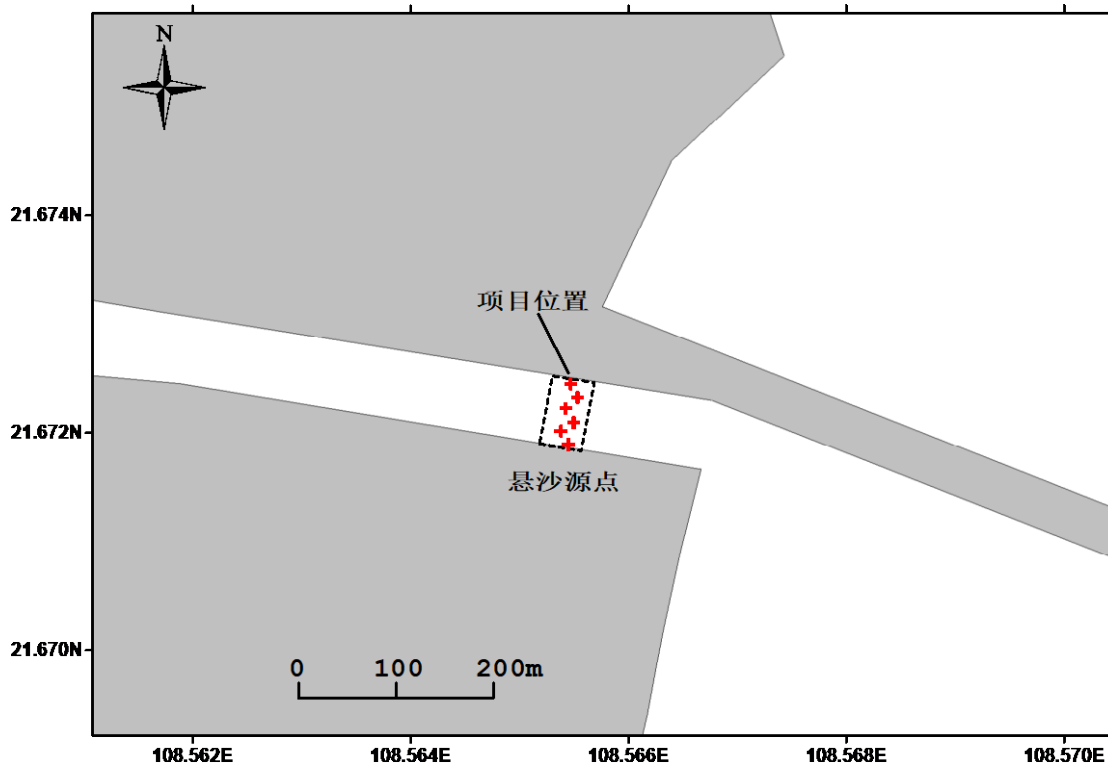


图3.1-31 悬浮泥沙源点位置示意图

(2) 悬浮物分布的计算结果及分析

图 3.1-32 是大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流方向相同。由于落潮流比涨潮流略大，同时一期取水口已经运营，因此施工期悬沙向东扩散的范围略大于向西扩散。本项目施工期悬沙扩散至二期取水明渠处的最大浓度约 0.1mg/L。

由扩散总图可以看出，本项目施工过程中，悬浮泥沙扩散的范围主要在桩基施工区周边的小范围内。悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表 3.1-3。

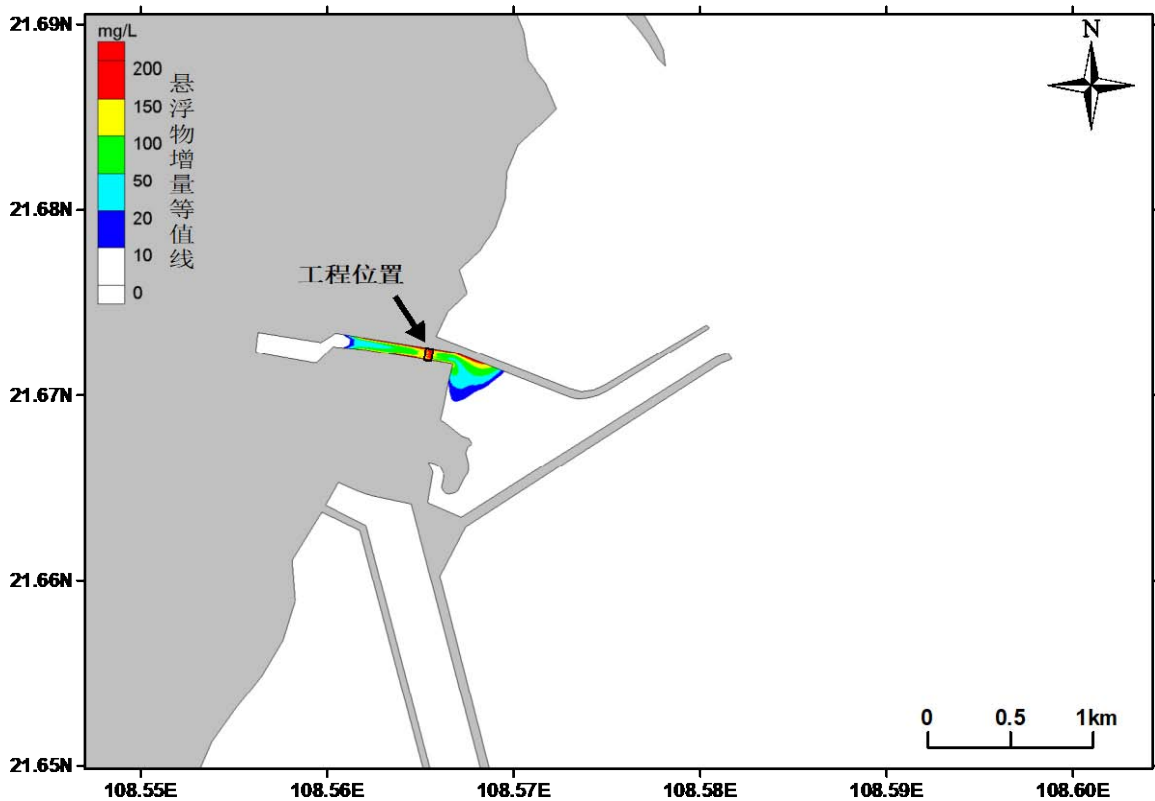


图3.1-32 全部6个源点叠加悬浮物扩散包络范围

表 3.1-3 悬浮泥沙 (SS) 增量包络面积 (km²)

| 浓度 工况 | >10mg/L (超 I、II 类水质) | >20mg/L | >50mg/L | >100mg/L (超 III 类水质) | >150mg/L (超 IV 类水质) |
|----------|-------------------------|---------|---------|-------------------------|------------------------|
| 6 个源点叠加 | 0.093 | 0.079 | 0.052 | 0.024 | 0.010 |

所有 6 个源点叠加后悬浮泥沙增量大于 10mg/L (超一、二类海水水质)、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L (超三类海水水质)、大于 150mg/L (超四类海水水质) 的海域面积最大值分别为 0.093 km²、0.079km²、0.052km²、0.024 km²、0.010km²。

悬浮泥沙增量最远扩散距离统计分别见表 3.1-4。从表中可见，悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目区的最远距离分别为：东向 0.42km、南向 0.28km、西向 0.49km、北向 0.11km。

施工悬沙对核电站取水无影响，施工期二期取水明渠未正式运营，取水口处的悬沙增量小于 0.1mg/L 。拆除时源强远小于修建时源强，其扩散包络范围被修建时完全覆盖。

表 3.1-4 大于 10mg/L 悬浮泥沙（SS）增量扩散距离统计

| 扩散方向 | $>10\text{mg/L}$ 等值线距项目区的最远距离 |
|------|-------------------------------|
| 东向 | 0.42km |
| 南向 | 0.28km |
| 西向 | 0.49km |
| 北向 | 0.11km |

需要指出的是，上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的，如果在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在疏浚区周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程中悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内（12 个小时以内）也就结束。

3.1.4 对防洪纳潮的影响分析

第一道收放平台位于防城港核电厂二期取水明渠内，项目用海规模小，用海方式为透水构筑物，洪水水位对本项目的影晌很小，项目建设对钦州湾纳潮量的影响也很小。

3.1.5 对沉积物环境的影响

本项目位于防城港核电厂取水港池范围内，本项目施工环境相对封闭。

施工期悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目区的最远距离分别为：东向 0.42km、南向 0.28km、西向 0.49km、北向 0.11km。

根据沉积物质量监测结果，工程区域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。因此，本工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

3.2 项目用海对海洋生态的影响

3.2.1 施工期对海洋生态的影响

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是第一道收放平台桩基占用部分海域，直接损毁底栖生物资源；二是施工产生的悬浮泥沙对海洋生物及其生境造成的影响。

3.2.1.1 对底栖生物的影响分析

本项目桩基施工建设将直接损毁该范围内的底栖生物，桩基占用海域这种影响是直接的、不可逆的。施工产生的悬浮泥沙沉降后，覆盖部分底栖生物及其栖息环境，可引起贝类动物外套腔和水管受到堵塞致死，但该影响是间接的、可逆的、短期的，施工完成以后，底栖生物群落及其环境可得到逐步恢复。

3.2.1.2 对浮游生物影响分析

桩基施工过程中会引起附近海域悬浮物的增加，提高海水的浑浊度，减薄水体的真光层厚度，从而降低海洋初级生产力，随之浮游植物生物量下降；以浮游植物为饵料的浮游动物，其单位水体中拥有的生物量也必然相应地减少。据有关资料，水中悬浮物含量增多对浮游桡足类的存活和繁殖有明显的抑制作用，原因是过量的悬浮物质使其食物过滤系统和消化器官受到堵塞，含量水平达到 300mg/L 以上时影响特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。鱼虾类的仔稚阶段也算作浮游动物的范畴，悬浮物过量增加时，它们也受到与桡足类同样的影响。

施工过程中产生的悬浮物降低了周边水体的透光率，阻碍浮游植物的光合作用，降低单位水体浮游植物的数量，最终导致施工作业点附近局部海域初级生产力水平的下降。由于透光率的变化，会改变靠光线强弱而进行垂直迁移的某些浮游动物的生活规律。

根据施工悬浮泥沙数值模拟结果，超一、二类水质扩散范围在不同方向距用海区域的最远距离分别为东向 0.42km、南向 0.28km、西向 0.49km、北向 0.11km。在这一范围内，将可能对浮游生物造成不良影响，而在这范围之外，项目施工基本不会对浮游生物构成不良影响。

施工引起的环境影响是局部的、暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失，项目附近的海洋生态环境将逐渐恢复。

3.2.1.3 对游泳生物的影响分析

鱼类等水生生物对骤变的环境反应敏感。施工作业引起水体悬浮物质含量变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等游泳生物行动的改变，鱼类将避开混浊区，产生“驱散效应”。

施工过程中产生的悬浮物对海域表层沉积物的扰动主要在施工点附近，扰动范围较小，悬浮泥沙扩散范围较小，且施工工期较短，产生悬浮物增量的这种影响是暂时的，随施工结束而消失，因此本工程施工作业基本不会对游泳生物造成明显影响。

3.2.1.4 对红树林的影响分析

据现场勘察情况，项目附近海域，尤其是取水明渠内的滩涂上，自然生长有部分红树林。施工期悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围将进入红树林分布的部分区域（特别是第一道收放平台以东的滩涂）。红树林具有消纳污染物、促淤等功能，对悬浮泥沙不敏感，且悬浮泥沙一般在一个潮周期落淤，施工期悬浮泥沙对红树林的影响相对较小。

3.2.2 运营期对海洋生态的影响

本项目建设是为了拦截海洋漂浮物和海洋生物，避免影响核电站的取水安全，进一步保障核电站的运行安全。第一道收放平台建成运营后，拦截的海洋生物委托专业公司定期妥善清理，对海洋生物的影响较小。

值得注意的是，冷源改进工程第一道收放平台拦截的海洋生物量，包含在改进工程建设前，取水系统卷吸效应对渔业资源造成的损失量（主要包括机械碰撞、温升、余氯的毒性作用等）。第一道收放平台建成运营后，减少了原取水系统卷吸效应造成的海洋生物损失量。

此外，运营期在收放平台上布置的固定的针对藻类的消杀设施，在满足环保政策的前提下，目前仅有改性粘土对赤潮处理的成功经验。在实际应用中，有害藻华防治方法在达到控制灾害的目标的同时，还要保证对生态环境没有影响。根据文献³的研究，在许多情况下，改性粘土絮凝沉降有害藻华的过程能够减少有害藻华本身对海洋生物带来的伤害。但是可能会对一些滤食性种类的滤食率和生长有短暂的负面作用。但是，相比有害藻华本身带来的危害，粘土/改性粘土治理有害藻华过程带

³ 李靖. 改性粘土对几种藻华生物的去污作业及其生态环境效应[D]. 中国科学院大学, 2017 年.

来的这一点负面作用几乎可以忽略不计。在更加完善的有害藻华防治技术诞生之间，这方面的影响同样是我们必须接受和承担的。

3.3 项目用海对海洋资源的影响

3.3.1 对海洋空间资源的影响

第一道收放平台用海方式为透水构筑物用海，申请用海总面积为 0.2830 公顷，是对防城港核电站原取水港池用海局部海域进行用海方式变更，占用海洋空间资源 0.2830 公顷，对该海域其它开发利用活动具有排他性。

3.3.2 生物资源损失估算

项目用海对海洋生物资源的影响主要有：（1）第一道收放平台桩基占用海域，导致底栖生物的直接损失；（2）桩基施工产生的悬浮物导致浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的影响导致的间接损失。

本节根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）（以下简称《规程》），进行生物资源损失计算。

3.3.2.1 项目占用海域造成的生物损失计算

施工期围桩基占用将彻底破坏建设区域底栖生物的生境，按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克（kg），此处仅考虑潮间带生物、底栖生物资源受损量； D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克（kg）/ km^2 ，此处为底栖生物的平均生物量； S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2 ，此处为项目建设对生物的影响面积。

第一道收放平台桩基共 21 根，桩基直径 1.5m，占用海域面积约 0.0037 hm^2 。底栖生物量采用 2018 年 4 月海洋环境调查结果 48.35 g/m^2 。

桩基占用海域造成底栖生物损失量为：48.35 $\text{g}/\text{m}^2 \times 0.0037 \times 10000\text{m}^2 = 1.79\text{kg}$ 。

即桩基占用海域共造成底栖生物损失量为 1.79kg。

3.3.2.2 悬浮物扩散范围内海洋生物资源损害计算

本工程桩基施工约 30 天，施工过程中产生的悬浮物扩散超过 15 天，按照《规程》，悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；
 W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克（kg）；
 T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

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、个平方千米或千克平方千米（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（%）；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

（1）污染物浓度增量区面积（ S_i ）和分区总数（ n ）

根据施工安排及水质环境影响预测模拟结果，施工过程中产生的悬浮泥沙增量超一、二类水质（>10mg/L）面积为 0.093m²，超三类水质（>100mg/L）面积为 0.024km²，超四类水质（>150mg/L）面积为 0.010km²。因此，悬浮物浓度增量分区总数为 4。

（2）生物资源损失率（ K_{ij} ）

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为该浓度增量对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 倍、 $1 < B_i \leq 4$ 倍及 $4 < B_i \leq 9$ 倍损失率范围的中值及 $B_i \geq 9$ 倍损失率范围的低值确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 3.3-1）。

表 3.3-1 本工程悬浮物对各类生物损失率

| 分区 | 浓度增量范围 (mg/L) | 超标倍数 (B_i) | 各污染区的面积 (km ²) | 各类生物损失率 (%) | | | |
|-------|------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|------|--------|------|
| | | | | 浮游植物 | 浮游动物 | 鱼卵和仔稚鱼 | 游泳动物 |
| I 区 | 10~20 | $B_i \leq 1$ 倍 | 0.014 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| II 区 | 20~50 | $1 < B_i \leq 4$ 倍 | 0.027 | 20 | 20 | 17 | 5 |
| III 区 | 50~100 | $4 < B_i \leq 9$ 倍 | 0.028 | 40 | 40 | 40 | 15 |
| IV 区 | >100 | $B_i \geq 9$ 倍 | 0.024 | 50 | 50 | 50 | 20 |

（3）持续周期数（ T ）和计算区水深

本工程施工期约为 30 天，污染物浓度增量影响的持续周期为 2。根据取水渠疏浚底标高和周边滩涂分布特征，施工区平均水深按 5m 计算。

(4) 生物资源密度 (D_{ij})

根据 2018 年 4 月海洋生态环境调查结果，水采浮游植物平均细胞丰度为 $10.05 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ ，浮游动物平均生物量为 236.32mg/m^3 。垂直拖网鱼卵密度为 1.15ind/m^3 ，仔鱼密度为 0.919ind/m^3 ；渔业资源平均密度为 178.58kg/km^2 。

(5) 资源损失量

浮游植物损失量 = $10.05 \times 10^6 \times 5 \times 2 \times (0.014 \times 10^6 \times 0.05 + 0.027 \times 10^6 \times 0.20 + 0.028 \times 10^6 \times 0.40 + 0.024 \times 10^6 \times 0.50) \approx 2.94 \times 10^{12} \text{cells}$

浮游动物损失量 = $236.32 \times 10^{-6} \times 5 \times 2 \times (0.014 \times 10^6 \times 0.05 + 0.027 \times 10^6 \times 0.20 + 0.028 \times 10^6 \times 0.40 + 0.024 \times 10^6 \times 0.50) \approx 69.24 \text{kg}$

鱼卵损失量 = $1.15 \times 5 \times 2 \times (0.014 \times 10^6 \times 0.05 + 0.027 \times 10^6 \times 0.17 + 0.028 \times 10^6 \times 0.40 + 0.024 \times 10^6 \times 0.50) \approx 3.28 \times 10^5 \text{粒}$

仔鱼损失量 = $0.919 \times 5 \times 2 \times (0.014 \times 10^6 \times 0.05 + 0.027 \times 10^6 \times 0.17 + 0.028 \times 10^6 \times 0.40 + 0.024 \times 10^6 \times 0.50 \times 0.50) \approx 2.62 \times 10^5 \text{ind}$

游泳动物损失量 = $178.58 \times 2 \times (0.014 \times 0.01 + 0.027 \times 0.05 + 0.028 \times 0.15 + 0.024 \times 0.20) \approx 3.74 \text{kg}$

3.3.2.3 海洋生物资源损失总量

根据上述计算结果，本工程建设导致底栖生物直接损失量约为 1.79kg，工程施工悬浮泥沙扩散影响导致浮游植物损失 $2.94 \times 10^{12} \text{cells}$ ，浮游动物损失 69.24kg，鱼卵损失 $3.28 \times 10^5 \text{粒}$ ，仔鱼损失 $2.62 \times 10^5 \text{尾}$ ，游泳动物损失 3.74kg。

3.4 项目用海风险分析

3.4.1 风暴潮风险

本项目为防城港核电厂 3、4 号机组冷源改造项目，建设内容为取水明渠港池内第一道收放平台的建设。项目所在海域会发生风暴潮、台风和地震。如遇风暴潮天气或台风入境可能会对拦污网产生破坏，因此，项目用海风险主要为自然灾害风险。

第一道收放平台建设在防城港核电厂的取水明渠内，目前取水防波堤已形成，可有效的防范台风带来的自然灾害。以 2014 年的第 9 号台风“威马逊”为 1949 年以来对防城港影响最大的台风为例，台风“威马逊”于 2014 年 7 月 19 日 7 时 10 分在

光坡镇登陆，正面袭击了防城港核电厂，登陆时中心最大风力 15 级，其时防城站测得最大增水 165 cm，最高潮位 426 cm。

台风“威马逊”对厂区内建筑及所有已完工的护岸基本没有造成损害，也未发生漫滩情况。对于取、排水防波（导流）堤，其受损情况如下：

①取水南堤：除了堤头约 30m 之外，其它部位两侧都已安装扭王字块，所以堤头 30m 受损情况较为严重，平均标高降低了约 2m，后续修复时重新填筑石料恢复原有标高并理坡；其他部位约有 400m 堤面受到轻微冲刷，后续修复时铺设薄薄一层混合料垫路。

②取水北堤：由于取水南堤对其有一定的掩护作用，所以本次台风基本对其没有造成损害。

③排水东、西导流堤：东、西导流堤靠堤头约有 1km 的堤面受到轻微冲刷，后续铺设了薄薄一层混合料以保证车辆通行需要；由于未安装扭王字块，坡面局部受冲刷较为严重，形成一个凹陷形的缺口，本次台风造成东、西堤共出现 5 个这样的缺口，后续修复时填筑石料将该缺口补上并对表面边坡进行理坡。

台风“威马逊”造成的风暴潮对厂区护岸、已安装扭王字块的防波（导流）堤基本没造成损害，即防城港核电厂按设计施工完成的护岸和防波（导流）堤可抵抗强台风造成的风暴潮。

项目建设单位应指派专门的部门对拦污网进行管理，管理部门应密切注意天气变化，可预防台风这种自然灾害风险的发生。

3.4.2 赤潮风险

2014 年底，在广西防城港核电厂一期工程 1 号机组热试期间，核电厂所在的冷源水取水海域钦州湾暴发了球形棕囊藻赤潮，赤潮严重时出现了冷却水系统堵塞现象，严重威胁到核电的安全。

此外，2017 年 4 月份夜光藻赤潮在钦州湾暴发，水温范围为 19.8-23℃ 其中 2004 年 6 月 28 日至 7 月 1 日，在涠洲岛附近海域发生了一次小规模的红海束毛藻赤潮，这已是该海域近 3 年内的第 3 次红海束毛藻赤潮。虽然在防城港附近未见报道，但是近年来，浒苔灾害在北海沿岸海域不容忽视；据报道，2015 年 2 月份，北海银滩遭到大量浒苔侵袭，2017 年 11 月份北海又出现大量浒苔。

4 海域开发利用协调分析

4.1 项目用海对周边海域开发活动的影响

根据前述章节项目海域开发利用现状分析，本项目周边海域开发活动主要有海水养殖活动和和本项目防城港核电站一、二期用海项目等（表 4.1-1）。根据项目用海资源环境影响分析，本项目位于防城港核电站二期取水明渠范围内，本项目施工环境相对封闭，施工期和运营期的影响均在取水明渠内，对港池外侧海域及开发利用活动不会产生影。本项目是防城港核电站工程的改建工程，是防城港核电站工程的一部分，不存在影响问题，本项目施工期悬沙扩散的影响范围涉及不到周边的养殖用海（图 4.1-1）。所以对本项目周边海域已有开发活动均不会产生影响。

表 4.1-1 项目周边海域开发活动与本项目的距离

| 序号 | 海域开发活动 | 与本项目位置关系 | 与本项目距离（km） |
|----|----------|-------------|------------|
| 1 | 防城港核电站工程 | 占用 | 0 |
| 2 | 养殖用海 | 取水明渠防波堤外，东向 | 1.2km |

4.1.1 对防城港核电站影响分析

本项目建设主要目的是提升防城港核电站冷源防护，项目建设可有效防护厂址及临近海域潜在的致灾海洋漂浮物和海洋生物对核电站取水安全的影响，在设计基准工况下，保证机组不因冷源问题自动跳机跳堆；确保机组安全前提下，提高机组可用率。

项目用海位于已确权的二期取水明渠港池水域，属于透水构筑物用海，由于本项目用海主体与防城港核电站属于同一项目单位，因此不存在利益相关问题，项目单位将按照国家海域使用管理法律法规要求向主管机关申请用海变更。

4.1.2 对养殖用海影响分析

项目论证范围内、防城港核电站二期取水明渠外，分布有部分海水养殖用海。海水养殖包括排筏式养殖和网箱养殖，排筏式养殖的主要品种是大蚝。其中，论证范围内已确权的养殖用海有 32 宗，未确权的养殖用海有 12 宗，目前，已确权的养殖用海的海域使用权证均已过期。

本项目主要建设第一道收放平台，项目是在取水明渠港池内建设，施工期悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围在不同方向距项目区的最远距离分别为：东向 0.42km、南向 0.28km、西向 0.49km、北向 0.11km。

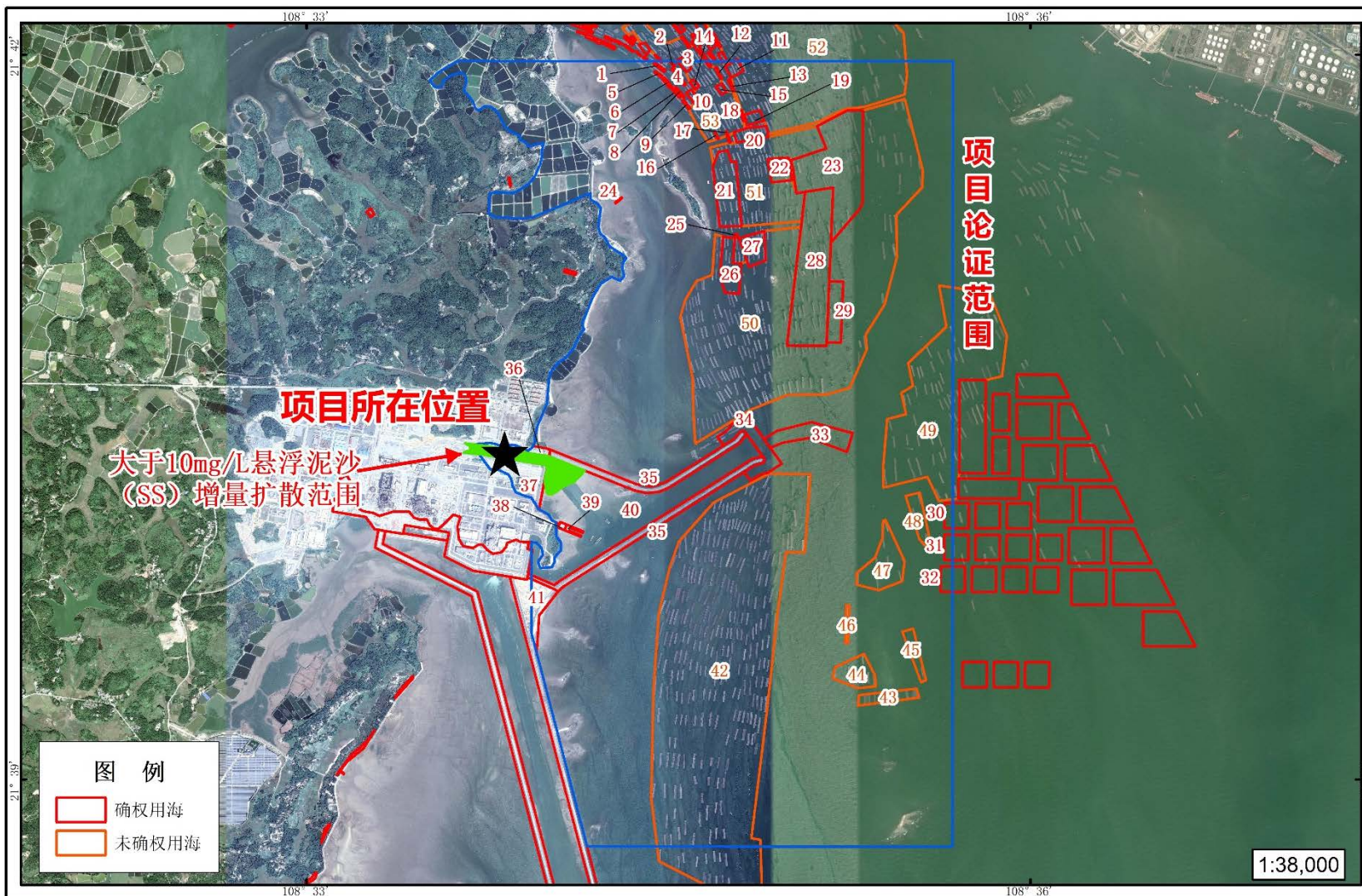


图4.1-1 施工期悬浮泥沙扩散与周边海域开发利用现状

施工不会引起取水明渠防波堤外海域的水质变化，因此，项目建设不会对养殖活动带来影响。

4.1.3 对红树林影响分析

据现场勘查情况，项目附近海域，尤其是二期取水明渠防波堤内的部门滩涂上，自然生长有部分红树林。施工期悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围将进入红树林分布的部分区域。红树林具有消纳污染物、促淤等功能，对悬浮泥沙不敏感，且悬浮泥沙一般在一个潮周期落淤，施工期悬浮泥沙对红树林的影响相对较小。

4.2 利益相关者界定及协调分析

利益相关者是指“受到本项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人”。根据 4.1 节分析，本项目施工和运营对周边海域开发活动不会产生影响，因此本项目用海无直接利益相关者。

4.3 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

工程所在区不属于军事用海区，项目用海不占用军事用地，不占用和破坏军事设施，不存在影响国家权益问题。

考虑到核设施是国家敏感目标，易成为军事攻击的主要对象，对社会和国防安全有潜在的影响。应制定相应的战时应急计划措施，以消除或降低战时对社会和国防安全构成的潜在影响。

5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

5.1 项目所在海域及周边海洋功能区

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2010-2020 年）》，本项目位于企沙半岛东侧工业与城镇用海区。论证范围内周边海域海洋功能区有防城港红沙农渔业区、钦州湾外湾农渔业区、企沙半岛东侧保留区和大小冬瓜保留区。

项目所在海域及周边海洋功能区情况见表 5.1-1 和图 5.1-1。

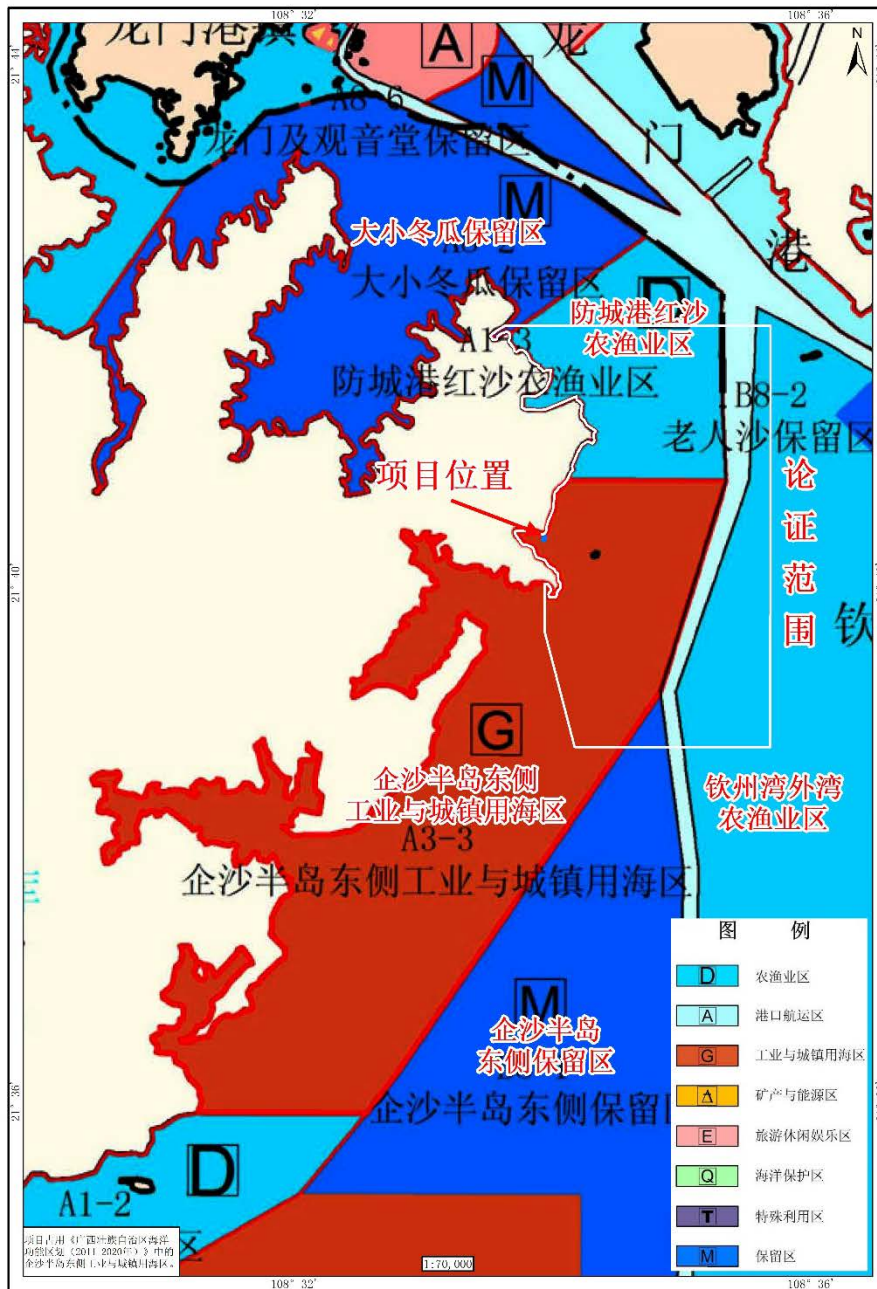


图5.1-1 项目所在海域及周边海洋功能区分布图

表 5.1-1 项目所在海域及周边海洋功能区

| 序号 | 功能区名称 | 相对位置 | 功能区类型 |
|----|----------------|------------|----------|
| 1 | 企沙半岛东侧工业与城镇用海区 | 占用 | 工业与城镇用海区 |
| 2 | 防城港红沙农渔业区 | 东北向, 1km | 农渔业区 |
| 3 | 钦州湾外湾农渔业区 | 东侧, 2.5km | 农渔业区 |
| 4 | 企沙半岛东侧保留区 | 东南侧, 2.8km | 保留区 |
| 5 | 大小冬瓜保留区 | 北侧, 3.1km | 保留区 |

5.2 项目用海对所在海域海洋功能的影响

本项目透水构筑物位于企沙半岛东侧工业与城镇用海区。

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2010-2020 年）》，企沙半岛东侧工业与城镇海域管制用途为“主要为防城港核电站建设与发展使用，部分海域布局核电站取排水、码头、航道等基础设施；兼容风电场建设”。用海方式控制方面“允许适度改变海域自然属性；防城港核电站应严格按照批复的用海方式使用、管理和维护海域；向海一侧距海岸线 1km 外，除取排水设施、码头外，不得建设其他构筑物”。

生态保护重点目标主要是“工程开发应尽量减少对钦州湾纳潮量的影响，注意维护钦州湾港口、航道水深条件稳定”，“海水水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准”。

本项目用海类型为工业用海，是防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程的组成部分，是核电站建设与发展的一部分，项目建设符合海域用途管制的要求。项目采用透水构筑物的用海方式，不改变本海域的自然属性，不影响钦州湾的纳潮量，符合海洋功能区划对用海方式的控制要求。

本项目位于防城港核电站取水港池内，有取水明渠北防波堤和取水明渠南防波堤掩护，施工期间，桩基施工产生的悬浮物扩散范围较小，且在施工期间会采取措施降低悬浮物的扩散，以降低对环境的影响和保障电厂的正常运行，对水质环境的影响很小。工程建设对钦州湾纳潮量和钦州湾港口、航道水深条件的影响很小。

综上所述，项目用海符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2010-2020 年）》的要求。

5.3 项目用海对周边海域海洋功能的影响

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2010-2020 年）》，本项目论证范围内周边海域功能区包括防城港红沙农渔业区、钦州湾外湾农渔业区、企沙半岛东侧保留区、大小冬瓜保留区（表 5.3-1）。

防城港红沙农渔业区的海洋环境保护管理要求为：“保护渔业生境”；“加强海域污染防治和监测，严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置，海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准”。

钦州湾外湾农渔业区的海洋环境保护管理要求为：“1~7 月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护”；“防城港核电站废水影响区域，应按照批复文件执行相应的海洋环境质量标准；其他海域海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准”。

企沙半岛东侧保留区的海洋环境保护管理要求为：“按照相关法律法规排放低放、温排水，减小废水、废液对周边海洋生态环境的影响；按照规定对核电废水、废液排放对海洋生态环境的影响进行监测与评估；切实加强保留区海域论证与海洋环境影响评价控制，确保不影响毗邻海域功能区的环境质量，避免海域使用矛盾冲突；加强功能区运行监测和评估，根据功能区生态状况，及时做出继续保留或开发的决定；对临时性开发利用，必须实行严格的申请、论证和审批制度”；“防城港核电站排污区域按照批复文件执行相应的海洋环境质量标准；其它海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平”。

大小冬瓜保留区的海洋环境保护管理要求为：海洋生态保护管控要求“保障龙门水道水动力环境基本稳定”；“海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。”

本项目施工过程中会产生悬浮物污染，但产生的悬浮泥沙会随着工程的结束而消失，同时，项目用海位于防城港核电站已建取水明渠港池内，有取水明渠北、南防波堤掩护，悬浮物扩散范围小，对周边海洋功能区的水质环境影响极小（图 5.3-1）。此外，本项目是防城港核电站工程的冷源改建工程，施工人员产生的生活污水由已建成施工临建污水处理站处理达标后排放入海。本项目运营期无废水产生。因此，项目对海洋水质环境影响较小。

综上所述，项目建设和运营对周边海洋功能区的影响较小，项目用海与周边海洋功能区划对该海域的海洋环境保护要求相协调。

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

表 5.3-1 项目附近海洋功能区

| 代码 | 海洋功能区名称 | 与本项目相对位置 | 与本项目距离(km) | 管理要求 | | | | |
|------|----------------|----------|------------|---|---|---------------------|---|---|
| | | | | 海域使用管理 | | | 海洋环境保护 | |
| | | | | 用途管制 | 用海方式控制 | 海岸整治 | 生态保护重点目标 | 环境保护 |
| A3-3 | 企沙半岛东侧工业与城镇用海区 | 重叠 | 0 | 主要为防城港核电站建设与发展使用,部分海域布局核电站取排水、码头、航道等基础设施;兼容风电场建设。 | 允许适度改变海域自然属性;防城港核电站应严格按照批复的用海方式使用、管理和维护海域;向海一侧距海岸线 1km 外,除取排水设施、码头外,不得建设其他构筑物。 | | 工程开发应尽量减少对钦州湾纳潮量的影响,注意维护钦州湾港口、航道水深条件稳定。 | 海水水质执行不劣于四类标准,海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准。 |
| B1-5 | 钦州湾外湾农渔业区 | 东向 | 2.5 | 海域基本功能为渔业用海;允许在论证基础上,安排与渔业相兼容的开发活动。 | 严格限制改变海域自然属性;按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度,发展健康、生态养殖方式;禁渔期间,禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产;禁止影响航道安全的养殖活动。该区南侧边界向北 7km 范围内不得进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动。 | 清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。 | 1~7 月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期,加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护。 | 防城港核电站废水影响区域,应按照批复文件执行相应的海洋环境质量标准;其他海域海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。 |
| A1-3 | 防城港红沙农渔业区 | 东北向 | 1 | 海岸基本功能为渔业用海,禁止新的围填海。 | 禁止改变海域自然属性,严格执行相关海洋生物资源养护规定,按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度;不得进行渔排、鱼栅等养殖,不能设置人工鱼礁等人工养殖设施。 | | 保护渔业生境。 | 加强海域污染防治和监测,严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置,海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。 |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| | | | | | | | | |
|------|-----------|-----|-----|---|---|--|--|--|
| B8-1 | 企沙半岛东侧保留区 | 东南侧 | 2.8 | 靠近防城港核电厂一侧,为防城港核电厂排水区;其余区域应严格论证最适合功能。新建项目及填海设施时,需按照规定征求相关部门的意见。 | 按照批复的取排水方案、工程结构及施工工艺进行施工、管理和维护;禁止设置鱼排、鱼栅、人工鱼礁等养殖设施。 | | 按照相关法律法规排放低放、温排水,减小废水、废液对周边海洋生态环境的影响;按照规定对核电废水、废液排放对海洋生态环境的影响进行监测与评估;切实加强保留区海域论证与海洋环境影响评价控制,确保不影响毗邻海域功能区的环境质量,避免海域使用矛盾冲突;加强功能区运行监测和评估,根据功能区生态状况,及时做出继续保留或开发的决定;对临时性开发利用,必须实行严格的申请、论证和审批制度。 | 防城港核电厂排污区域按照批复文件执行相应的海洋环境质量标准;其它海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。 |
| A8-2 | 大小冬瓜保留区 | 北侧 | 3.1 | 严格论证海域最适合功能;在基本功能未利用前可保留渔业、旅游用海;新建永久性改变自然属性的构筑物时,需按规定征求相关部门意见。 | 严格限制改变海域自然属性;防止海岸侵蚀等海洋灾害的发生;不得影响防洪、泄洪安全;禁止大规模围填海活动。 | | 保障龙门水道水动力环境基本稳定。 | 海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。 |

5.4 项目用海与相关规划、产业政策的符合性

5.4.1 项目用海与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的符合性

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》（桂政发〔2018〕23号），广西海洋空间依据主体功能划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域。本项目坐落在为防城港市港口区，属重点开发区域（图 5.4-1）。

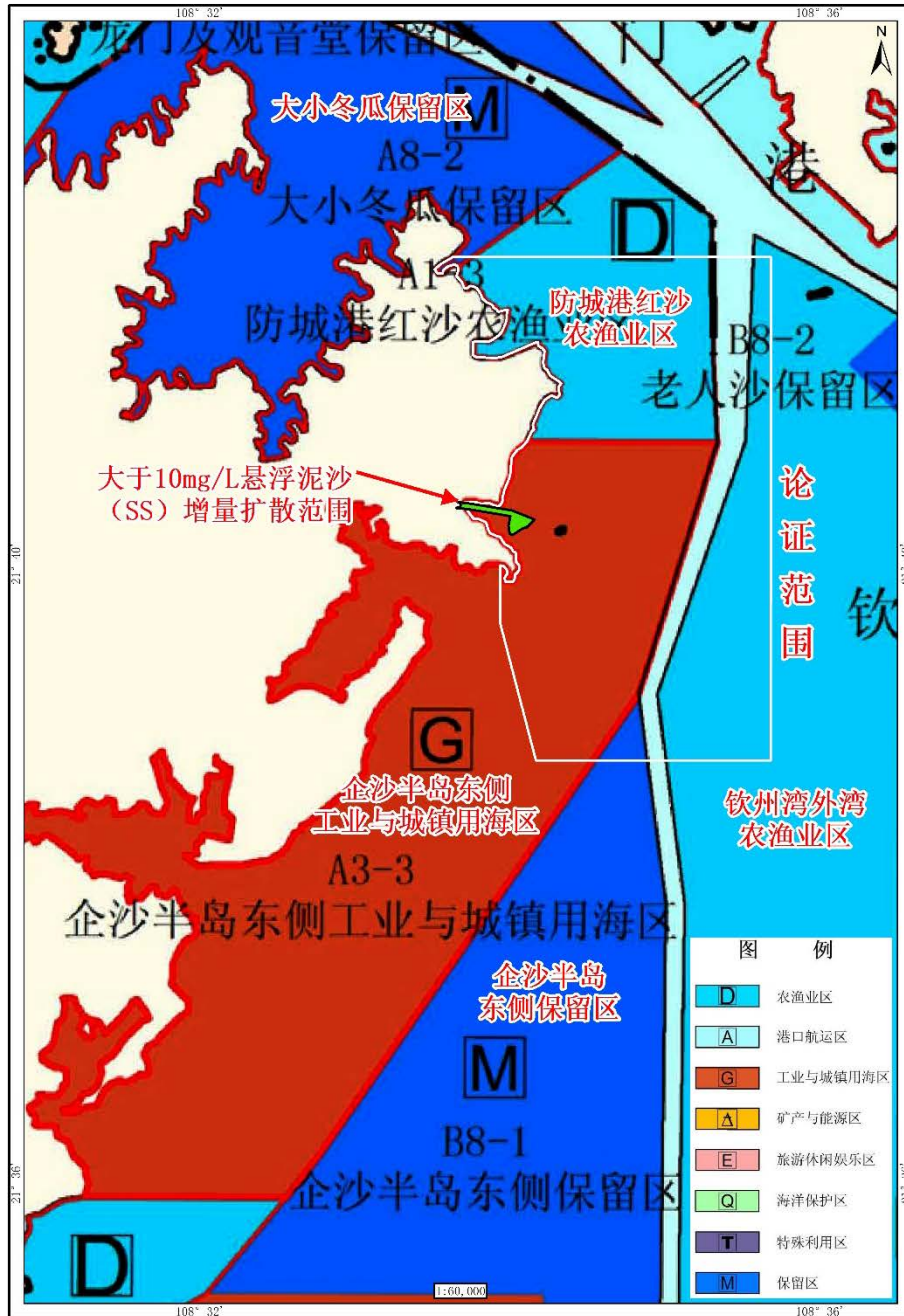


图5.3-1 项目施工期悬沙扩散及其所在海域及周边海洋功能区域关系图

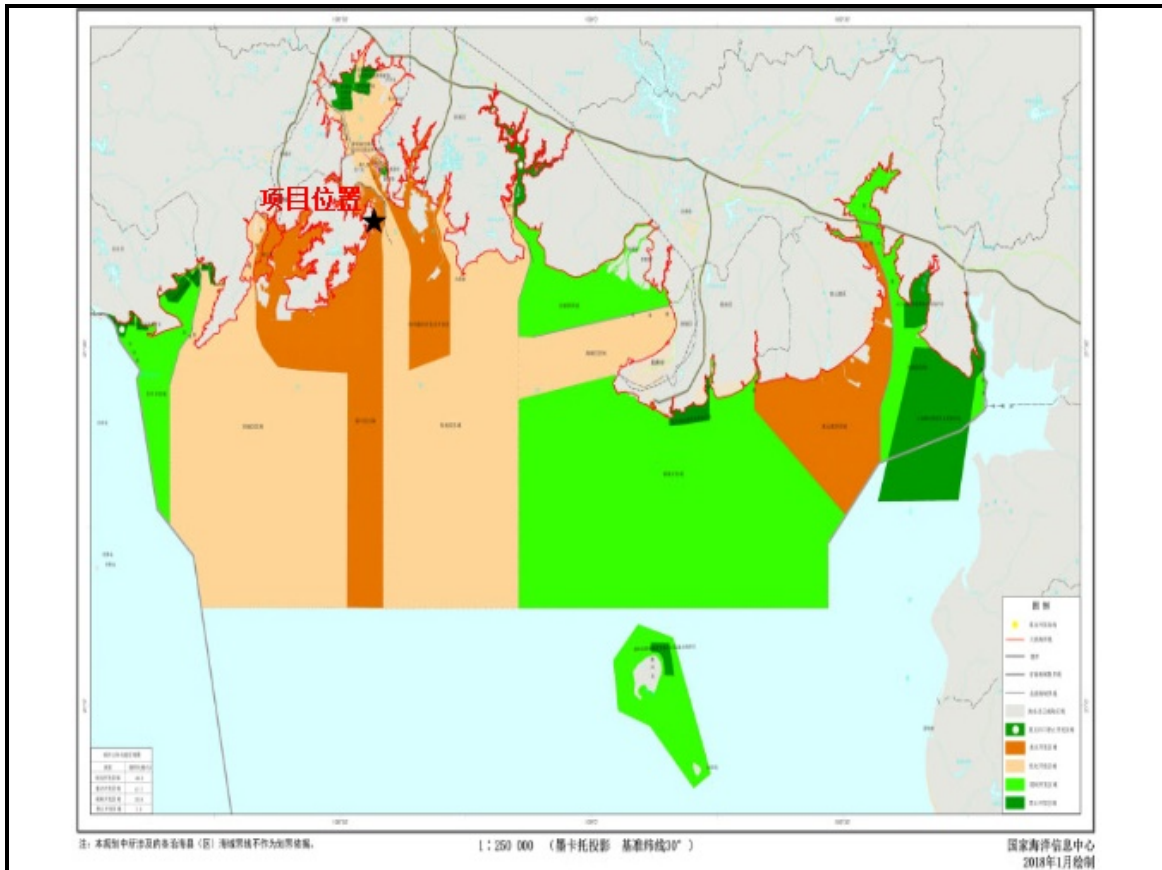


图5.4-1 项目与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的位置关系

防城港市港口区的主体功能为：依托优良深水岸线资源，发展多功能港口，做好与城市发展、区域综合交通运输的衔接；科学引导临海工业集中布局，建设特色支柱产业群，形成以工业港为主的多功能现代化工业区；加快发展临海能源工业，高质量开展核电建设；因地制宜发展休闲渔业和旅游业；加强红树林及其海洋自然生态系统保护，提高红树林生态系统的生物多样性，保护自然景观。

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程符合当前国家的相关产业政策，因此项目用海符合防城港市港口区管理海域“加快发展临海能源工业，高质量开展核电建设”的管控要求。

综上，项目建设符合《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》。

5.4.2 项目用海与海洋生态红线的符合性

广西海洋生态红线划定范围涉及海域总面积约为 6821km²，目标要求大陆自然岸线（滩）保有率不低于 35%，海岛自然岸线保有率不低于 85%，海洋生态红线区面积占广西管辖海域面积的比例不低于 35%；到 2020 年，近岸海域水质优良（一、二类）比例与国家海洋局下达指标一致。广西海洋生态红线区分为禁止类红

线区和限制类红线区，具体划分了 2 类禁止类红线区和 8 类限制类红线区共 54 个，其中禁止类红线区 5 个，限制类红线区 49 个（图 5.4-2）。

本项目位于优化开发区内，不占用限制类红线区和禁止类红线区（图 5.4-2），项目选址符合海洋生态红线控制要求。

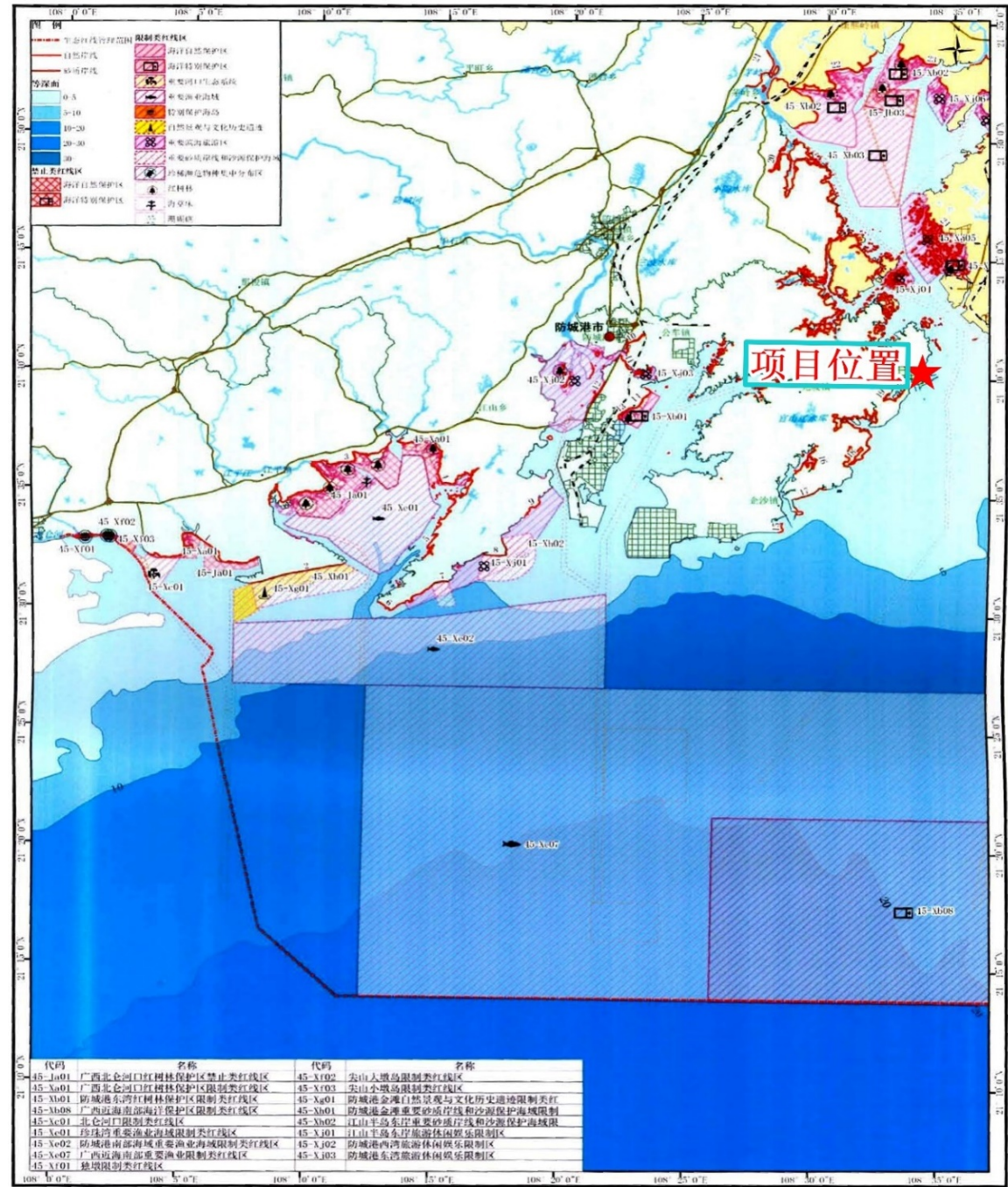


图5.4-2 项目与广西海洋生态红线的位置关系

5.4.3 与《核电中长期发展规划（2011~2020 年）》符合性分析

国务院常务会议于 2006 年上半年通过了《核电中长期发展规划（2005~2020 年）》（下简称《规划》），规划的指导思想为：贯彻“积极推进核电建设”的电力发展基本方针，统一核电发展技术路线，注重核电的安全性和经济性，坚持以我为主，中外合作，以市场换技术，引进国外先进技术，国内统一组织消化吸收，并再创新，实现先进压水堆核电站工程设计、设备制造、工程建设和运营管理的自主化。形成批量化建设中国品牌先进核电站的综合能力，提高核电所占比重，实现核电技术的跨越式发展，迎头赶上世界核电先进水平。发展目标：根据保障能源供应安全，优化电源结构，我国技术力量及核燃料供应等条件，到 2020 年，核电运行装机容量争取达到 4000 万千瓦，占电力总装机的 4%；核电年发电量达到 2600~2800 亿千瓦时。在目前在建和运行核电容量 1696.8 万千瓦的基础上，新投产核电装机容量约 2300 万千瓦。而我国自 1991 年第一座核电站—秦山一期并网发电以来，到目前正在运行的 6 座核电站共 11 台机组，装机容量为 906.8 万千瓦，8 台机组 790 万千瓦在建。包括在建核电厂全部投产后装机容量仅占总装机容量的 2.2%，这意味着中国今后每年要建 2 至 3 座百万千瓦级的核电站。

2012 年 10 月，国务院常务会议再次讨论并通过了《核电安全规划（2011~2020 年）》和《核电中长期发展规划（2011~2020 年）》，会议对当前和今后一个时期的核电建设作出部署：（一）稳妥恢复正常建设。合理把握建设节奏，稳步有序推进。（二）科学布局项目。“十二五”时期只在沿海安排少数经过充分论证的核电项目厂址，不安排内陆核电项目。（三）提高准入门槛。按照全球最高安全要求新建核电项目，新建核电机组必须符合三代安全标准。

本项目是防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程，是保障防城港核电厂安全运行的基础，是防城港核电厂的一部分。因此，本项目符合《核电中长期发展规划（2005~2020 年）》发展核电的要求。

5.4.4 与《防城港市城市总体规划（2008-2025）》的符合性

2009 年，《防城港市城市总体规划（2008-2025）》获自治区人民政府批准实施的，规划有效指导了防城港市的经济社会发展和城市建设。

根据《防城港市城市总体规划（2008-2025）》，防城港市的城市产业发展目标：依托临海、临港及临边的区位优势，以及深水港和企沙重工业基地，继续下大

力气发展大工业，加速推进新型工业化进程，加快培育粮油加工、钢铁、电力和化工等四大支柱产业，着力构建食品、冶金、石化、能源、建材、电子、制药、农特产品加工等八大工业体系，带动经济快速增长。

2008 年钢铁项目和防城港核电项目的建设给防城港市的产业发展带来了更大的发展契机。目前，依托港口，防城港市着力发展优势产业，布局建设了一批与港口功能相关的工业，发展临港工业，进而形成沿海产业带，加快了工业化进程，建设成为北部湾经济区的港口龙头和钢铁基地、能源基地、商贸物流基地、加工制造基地及滨海旅游胜地。扩大防城港市的城市规模，增强城市功能，提升城市发展的总体水平和综合竞争力，防城港将成为以工业港为主导的多功能的现代化国际工业港区，打造广西沿海钢铁、能源工业基地。

根据《防城港市城市总体规划（2008-2025）》中，防城港核电厂所在区域规划预留为“电站”（图 5.4-3），本项目作为防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程，是核电厂安全运行的重要保障措施，对防城港市打造沿海能源基地，具有重要意义。因此，项目建设符合《防城港市城市总体规划（2008-2025）》的要求。

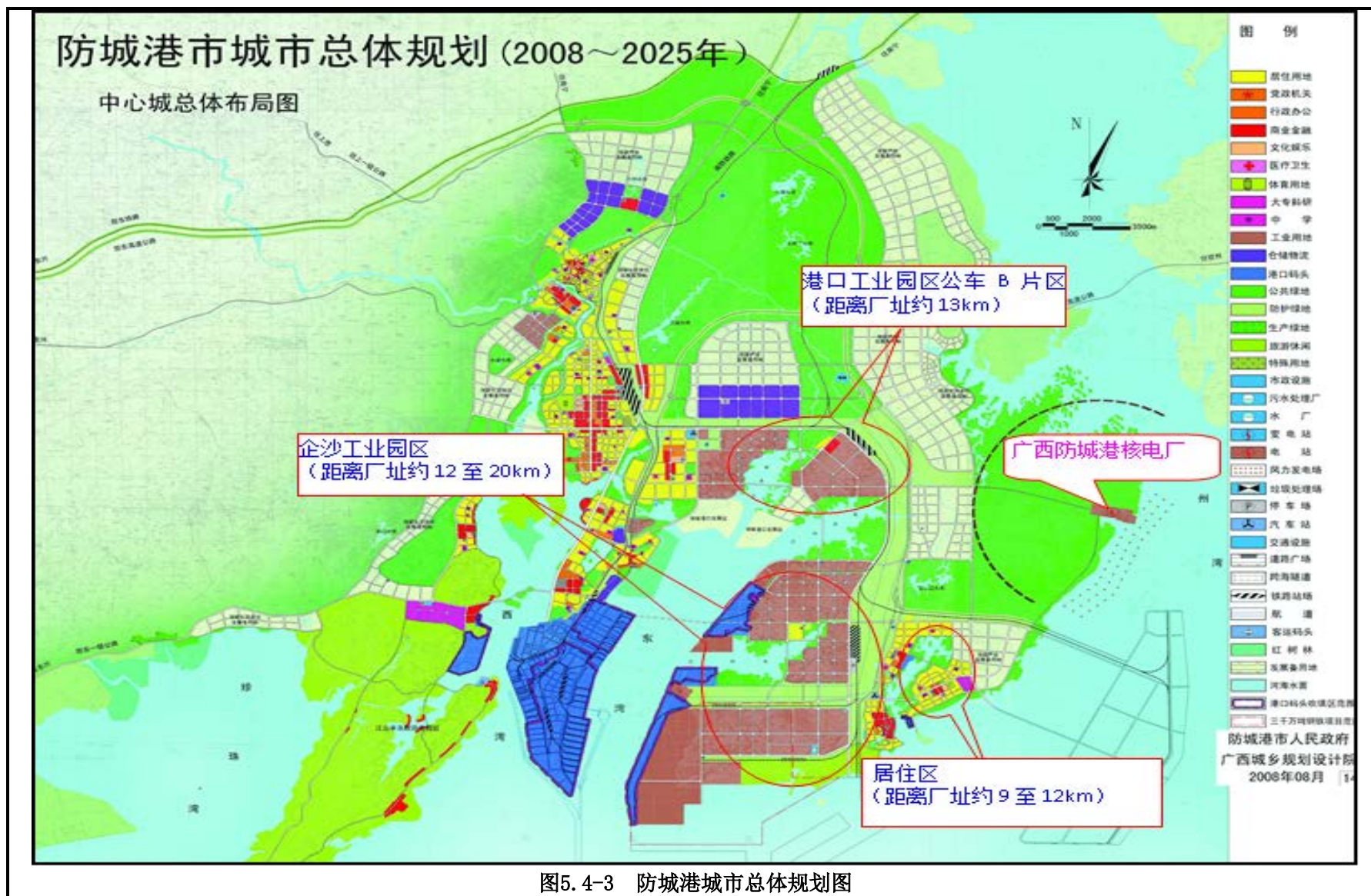


图5.4-3 防城港城市总体规划图

6 项目用海合理性分析

6.1 项目选址适宜性

防城港核电站选址于红沙海域的合理性分析，在项目的一期工程海域使用论证中，从厂址选择过程、社会区位条件、交通运输状况、社会经济状况、工程地质条件、水文动力条件、气象条件、生态系统的适应性、与周边海洋开发活动的适宜性等方面，做了较为详细及全面的分析。在本项目的选址合理性论证中，不再就核电站全厂的选址合理性进行重复分析，以下针对冷源改进工程的选址合理性进行论证。

6.1.1 选址合理性分析

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程是为维护核电站运行，拦截海洋漂浮物和海洋生物而设置。在设计基准工况下，保证机组不因冷源问题自动跳机、跳堆；确保机组安全前提下，提高机组可用率。

防城港核电站总平面布置依照“东取、南排、北进水”的原则，北部为取水明渠，南部布置排水设施，与核电站的整体规划相符合。按照本次冷源改进工程的设计，“拦截清理”环节主要包括两个子项及其配套设施，分别为第一道收放平台（本次申请用海变更项目）和第二道桩基平台（BCO，已建，位于跨明渠大桥以西的陆域范围内）。

按项目工艺需求、平面布置、厂址周边海域的地形及水文条件，第一道收放平台的设置必须布置在取水港池区域。防城港核电站取水口布设有北、南防波堤，根据核电站二期施工方案，取水明渠和码头、港池底高程疏浚至-7.0m，目前核电站二期的跨明渠大桥已于 2017 年 11 月建成运行。因此，第一道收放平台的建设必须布设在取水港池（东）区域内，以利于施工船舶的进出。

6.1.2 工程地质适宜性分析

拟建区域出露地层为第四系松散堆积层和志留系下统连滩群沉积岩。第四系地层主要为海积细沙、淤泥质粘土以及坡残积粉质粘土。志留系下统连滩群沉积岩层理发育，以水平层理为主，亦出现舟状交错层理、波状层理，以及条带状、透镜状、卷曲状层理，整体产状稳定，倾向北西（ $290^{\circ}\sim 320^{\circ}$ ），倾角变化较大（ $15^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ），局部受断层及褶皱的影响，较软岩层产状变化较大，甚至倒转，但范围有限。

结合前期资料，场地内无滑坡、溶洞、地裂缝、地面塌陷及其它不良地质作用。场地整体稳定性较好，适宜本工程的建设。

6.1.3 水动力条件适宜性分析

项目所在海域为浅滩，落潮时海床常露出水面。根据潮流数值模型结果，大潮期落急和涨急时刻，由于施工期本项目所在的二期取水明渠未正式运营，因此二期取水明渠内的最大流速小于 15cm/s；而排水口通道内的最大流速在 40cm/s 左右；水动力条件对项目的建设一方面可降低施工难度，另一方面利于维护构筑物的稳定性。

6.2 项目用海方式和平面布置合理性

6.2.1 项目用海方式合理性

本用海项目主要是的防城港核电厂二期取水明渠内建设第一道收放平台，其用海方式为透水构筑物用海。“收放平台”长 129m，采用桩基结构，跨距（桩基中心距）为 13m，平台标高为+9.12m。第一道收放平台周围有取水明渠防波堤的掩护，拦污网自身桩基结构能够满足搭载清理设备以及拦污网的需要，同时桩基之间均有透水空间，桩基占用海域面积小。

“升降式粗拦网”和“自动收放网兜”均按照百年一遇潮位设计，平均潮位下“粗拦网”的总过网面积约为 580m²；“机械网兜”的总网面积约为 5260m²。百年一遇低潮位下循环水系统正常运行时，升降式粗拦网堵塞 50%工况下的最大水头损失约为 0.208m。由于“网兜”拥有较大的过滤面积，即使考虑其堵塞 90%的情况下，网兜的最大水头损失仅为 0.0256m。根据网兜尺寸，拟合出了堵塞长度、堵塞体积、堵塞面积的关系。阳江 325 事件总共毛虾打捞量为 60T，是集团所有电厂的历史最高值。假设 60T 毛虾全部进入网兜，仅将网兜尾部 10m 长度填满，堵塞面积为 6.75%，形成的水头损失不足 1cm，仍然可以保证六台机组正常取水。充分发挥了网兜过水面积大，有效容积大的特点。因此，第一道收放平台网兜在正常运维情况下，不会造成取水网堵塞，其申请的用海方式界定为透水构筑物是合理的。

根据数学模型计算结果，在防城港核电厂一期取水口运营、二期取水口未运营的状态下，工程后对流场的影响只局限于项目周边的小范围区域内，二期取水明渠内最大流速小于 15cm/s，工程前后流速改变幅度小于 1cm/s，项目桩基施工完成后对水动力环境的影响很小。而在防城港核电厂一、二期取水口均运营的状态

下，由于桩基的阻挡，工程后桩基所在位置的流速最大下降幅度在 8cm/s 左右，而桩基之间由于水流集中，流速略有增大，最大增幅在 10cm/s 左右。对大范围的流场改变较小，流速改变幅度大于 2cm/s 的最远距离在 60m 左右。桩基完成后对二期取水明渠内取水流量基本无影响，流速改变的幅度和范围只局限在桩基附近的小范围内。因此，本项目对水动力环境的影响很小，对冲淤环境的影响亦很小。

因此，项目的用海方式是合理的。

6.2.2 项目平面布置合理性

6.2.2.1 平面布置是否体现集约、节约用海原则

第一道收放平台位于防城港核电厂二期取水明渠内，其建设是为了拦截随水流进入取水明渠的海洋漂浮物和海洋生物，满足核电厂运行安全性的要求。平面布置上，收放平台北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接，其连接线为南北护岸之间的最短距离，达到集约、节约用海原则。

第一道收放平台桩基施工所需要的钢栈桥与桩基平台，其平面布置范围不超过第一道收放平台垂直外缘线外扩 10m 的范围，即施工桩基钢栈桥和桩基平台的用海范围不超过第一道收放平台的用海范围，符合集约、节约用海原则。

6.2.2.2 平面布置是否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

“收放平台”长 129m，采用桩基结构，跨距为 13m，平台标高为+9.12m，由通行平台和操作平台组成。通行平台总宽度为 7.5m，两侧分别布置收放支架，人行道及防撞墩共 1.75m，车行道 4.0m 宽。操作平台根据功能布置，分为标准跨和非标跨，其中标准跨 2 个，非标跨 3 个。标准跨操作平台长 5.6m，宽 3.0m，主要布置两台收放卷扬机及其电控柜；非标跨操作平台长 5.6m，宽 4.2m，布置收放卷扬机和监测设备，在非标跨的+6.50m 标高处设有长 2.9m，宽 2.0m 的监测设备检修平台。

根据数学模型计算结果，该平面布置方案建成后，在防城港核电厂一期取水口运营、二期取水口未运营的状态下，工程后对流场的影响只局限于项目周边的小范围区域内，工程前后流速改变幅度小于 1cm/s；而在防城港核电厂一、二期取水口均运营的状态下，流速改变幅度大于 2cm/s 的最远距离在 60m 左右。桩基完成后对取水流量基本无影响，流速改变的幅度和范围只局限在桩基附近的小范围

内。项目周边海域的冲淤幅度在 3cm/a 以内，淤积的幅度和范围都很小。项目的平面布置对水动力环境的影响很小，对冲淤环境的影响亦很小。

6.2.2.3 平面布置是否有利于生态和环境保护

本项目平面布置是根据项目需求而确定的，第一道收放平台的桩基部分占用一定海域，对区域内的海洋生物造成一定损失。桩基施工过程中产生的悬浮泥沙也将对区域的海洋生物造成一定影响，建设工程不可避免的改变了项目所在海域的生态环境状况。

根据数模分析结果，项目仅在施工期产生一定悬浮泥沙，超一、二类水质扩散范围在不同方向距项目区的最远距离分别为东向 0.42 km、南向 0.28 km、西向 0.49 km、北向 0.11 km。项目建成之后不会产生污染物。

可见，项目平面布置方式对生态和环境有一定的影响，但可采取多种措施最大限度减轻对生态环境的影响。

6.2.2.4 平面布置是否与周边其他用海活动相适应

通过前面章节的分析，本项目的平面布置方案是适宜的，项目实施过程中能与周边其他用海活动相适应。

综上所述，项目平面布置根据功能布置，达到集约、节约用海的目的，平面布置是合理的。

6.3 用海面积合理性

6.3.1 项目用海面积合理性分析

6.3.1.1 项目用海面积是否满足项目用海需求

根据项目的建设规模、平面布置、前期已确权的宗海界址点，按照《海籍调查规范》的规定，确定了宗海界址点，并确定了本项目申请用海面积为 0.2830 公顷。项目面积是实现拦污网收放平台的功能所必须的。因此，项目用海面积满足项目用海需求。

6.3.1.2 项目用海是否符合相关行业设计标准和规范

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程第一道收放平台参考了现行有关行业标准，包括《核电厂水工设计规范（NB/T25046-2015）》《核电厂总平面及运输设

计规范（GB 50294-2014）》《核电厂海工构筑物设计规范（NB/T25002-2011）》《水运工程混凝土结构设计规范（JTS 151-2011）》等，同时考虑了其他法规、国家和行业相关标准，确保结构安全、经济、适用并满足安全性、抗灾害性等要求。

6.3.1.3 项目申请用海面积合理性分析

“收放平台”采用桩基结构，跨距（桩基中心距）为 13m，平台标高为 +9.12m，由通行平台和操作平台组成。通行平台总宽度为 7.5m，两侧分别布置收放支架，人行道（下部电缆沟）及防撞墩共 1.75m，车行道 4.0m 宽。操作平台不设置监控设备的操作平台长 5.6m，宽 3.0m，主要布置两台收放卷扬机及其电控柜，总宽度为 17.04m；设置监控设备的操作平台长 5.6m，宽 4.2m，布置收放卷扬机和监测设备，在 +6.50m 标高处设有长 2.9m，宽 2.0m 的监测设备检修平台，总宽度为 20.24m。因此，用海面积按照设置监控设备的操作平台连线的垂直投影外扩 10m，与南、北两侧已确权的用海边界围合而成的面积为第一道收放平台的申请用海面积。借助于 AutoCAD2010 的软件计算功能直接求得用海面积为 0.2830hm²。

“收放平台”第二排桩基布置 5 副“自动收放网兜”，每副宽 13m，高 12m，由 3 个 4.3m 宽的网兜组成，网孔为 4mm×4mm（净空尺寸），网兜长度为 32m。网兜用海属于其他开放式用海，根据《关于印发〈调整海域、无居民海岛使用金征收标准〉的通知》（财综〔2018〕15 号），防城港核电厂二期取水明渠已确权的港池、蓄水用海的海域使用金比开放式用海的要高，依据就高不就低原则，因此，第一道收放平台的拦污网网兜不申请用海。

第一道收放平台桩基施工所需要的钢栈桥与桩基平台，其平面布置范围不超过第一道收放平台垂直外缘线外扩 10m 的范围，即施工桩基钢栈桥和桩基平台的用海范围不超过第一道收放平台的用海范围，无需单独申请用海。所以本项目用海面积的界定是合理的。

综上所述，本项目申请用海面积是合理的。

6.3.1.4 项目用海占用的岸线是否合理

第一道收放平台透水构筑物未占用自然岸线（管理岸线），收放平台北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接。南、北护岸所在的填海工程尚未竣工验收，因此也未占用新形成的人工岸线。

6.3.2 宗海图测量及绘制情况说明

6.3.2.1 界址点的选择及合理性分析

本项目的界址点界定方法见表 6.3-1。

由表 6.3-1 可知，本项目界址的选择原则如下。

(1) 拦污网平台属构筑物中的透水构筑物用海，用海界址界定时，参考《海籍调查规范》中“其它透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，外扩不小于 10m 保护距离为界”，因此本项目按最小外扩 10m 对拦污网平台外界址线进行确定；

表 6.3-1 本项目界址点界定方法一览表

| 用海单元 | 界址线 | 界定方法 |
|-------------|---|---|
| 拦污网平台 | 1-2 和 3-4 | 以已确权的广西防城港核电厂工程取水（东）港池用海外界址线确定。 |
| | 2-3 和 4-1 | 以拦污网平台外缘线外扩 10m 确定。 |
| 取水港池（变更后西侧） | 1-2 和 3-4 | 以已确权的广西防城港核电厂工程取水（东）港池用海外界址线确定。 |
| | 2-3 | 以本次拦污网平台外缘线外扩 10m 后形成的外界址线确定。 |
| | 4-1 | 以已确权的广西防城港核电厂工程取水（东）港池用海外界址线确定，且与以确权的跨明渠大桥外界址线相一致。 |
| 取水港池（变更后东侧） | 55-64-63-62-61-60-59-72-71-70-69-68-67-66-65-27 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| | 27-28-29-30 | 与原确权用海外界址线相一致，且界址点 28 和 29 是以本次拦污网平台外缘线外扩 10m 后形成的外界址线确定，界址点 27 和 30 与原确权用海界址点一致。 |
| | 30-31-32-33-34-35-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| 取水南防波堤 | 1-2-3-4-5-56-57-58-59-60-61-62-63-64-55-1 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| 取水北防波堤 | 27-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-22-23-24-25-26-27 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| 取水口 | 5-6-7-8-9-10-17-18-19-20-21-22-75-74-73-72-59-58-57-56-5 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| 码头引堤 | 36-87-86-85-78-77-76-35-36 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| 码头 | 85-84-83-82-81-80-79-78-77-78-85 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |
| 航道 | 10-11-12-13-14-15-16-17-1 | 与原确权用海相一致，未改变界址点。 |

(2) 本项目主要是对已确权的防城港核电厂一期工程取水(东)码头及航道用海进行变更,原则上其他已确权用海不发生改变;

(3) 本次主要针对已确权的防城港核电厂一期工程取水(东)码头及航道用海进行变更,因此变更主要参考已确权的防城港核电厂一期工程取水(东)码头及航道用海中取水港池用海。

(4) 本项目的界址点选择以项目平面布置及构筑物结构、尺度为基础,根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)对各类型宗海界址的界定方法,对本项目的界址线及界址点进行判定,界址点的选择是合理的。

6.3.2.2 宗海界址点坐标及面积的计算方法

(1) 坐标转换说明

项目平面布置图采用的坐标系为项目工程坐标,根据设计单位提供的工程坐标系与当地采用的西安 80 坐标系的转换关系进行计算,将工程坐标转换为西安 80 坐标,又根据设计单位提供的控制点(与一期工程共用,西安 80 坐标系与 CGCS2000 坐标系)进行七参数计算,将西安 80 坐标转换为 CGCS2000 坐标。

根据上述转换方法,最终计算得出本项目界址点的 CGCS2000 坐标,作为用海申请宗海界址。

(2) 宗海图界址点坐标的计算方法

通过转换后的平面布置图上所载的界址点 CGCS2000 平面坐标,利用相关测量专业的坐标换算软件,将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影以 $108^{\circ} 30'$ 为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。经过相应地图整饰,绘出宗海界址图。

根据《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018),“地图投影一般采用高斯-克吕格投影,中央经线为宗海中心相近的 0.5° 整数倍经线”。本项目中央经线以 $108^{\circ} 30'$ 为中央子午线计算其用海面积。

(3) 宗海面积的计算方法

本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算,即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 AutoCAD2010 的软件计算功能直接求得用海面积。

本项目申请用海的宗海图位置图见图 6.3-1,宗海界址图见图 6.3-2。

6.4 项目用海期限合理性分析

本项目是防城港核电站工程的改建工程，是防城港核电站工程用海必要的组成部分，因此其用海期限与防城港核电站工程用海期限一致，根据用海性质和结构功能判定，项目最高可申请用海期限为 50 年。

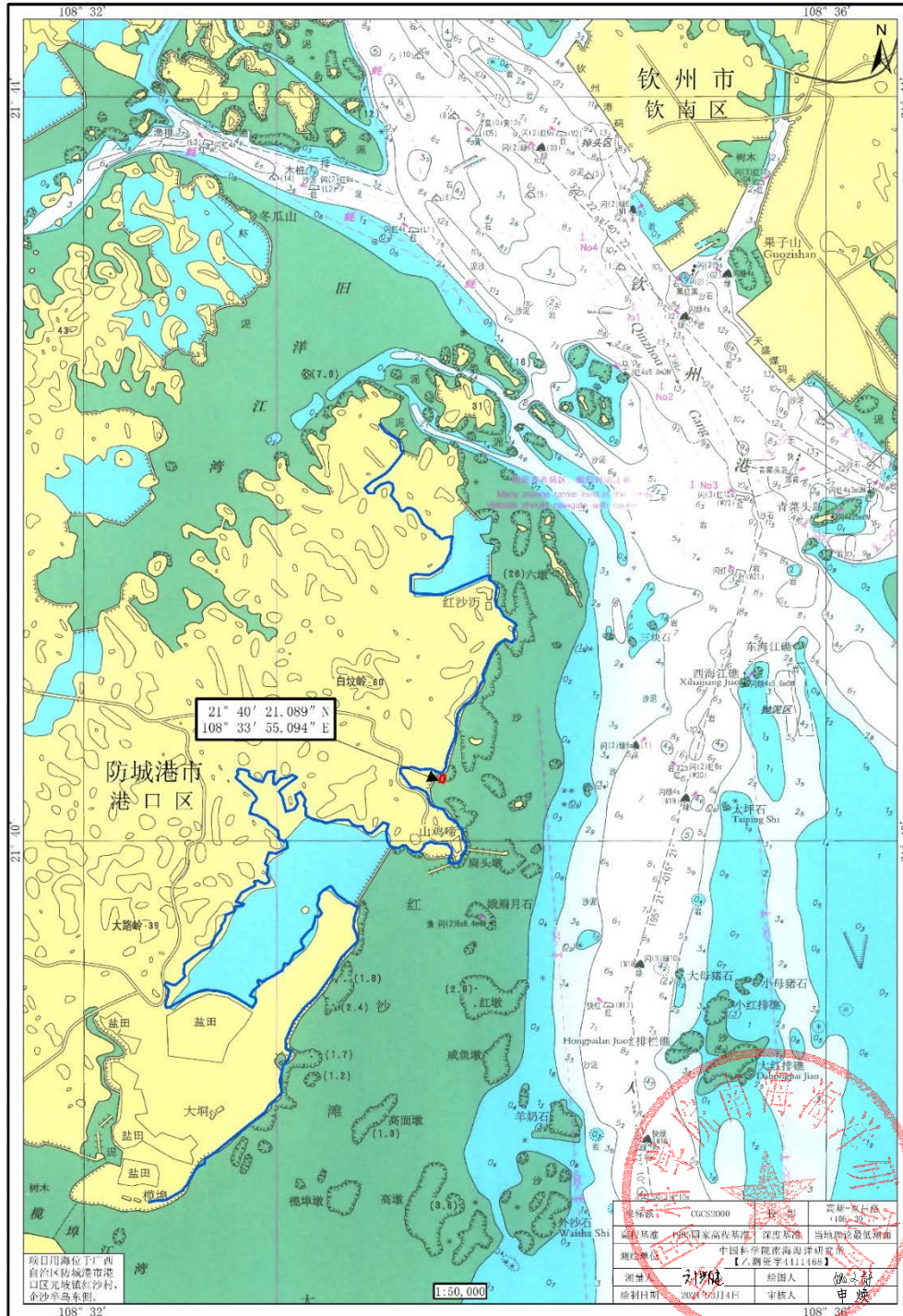
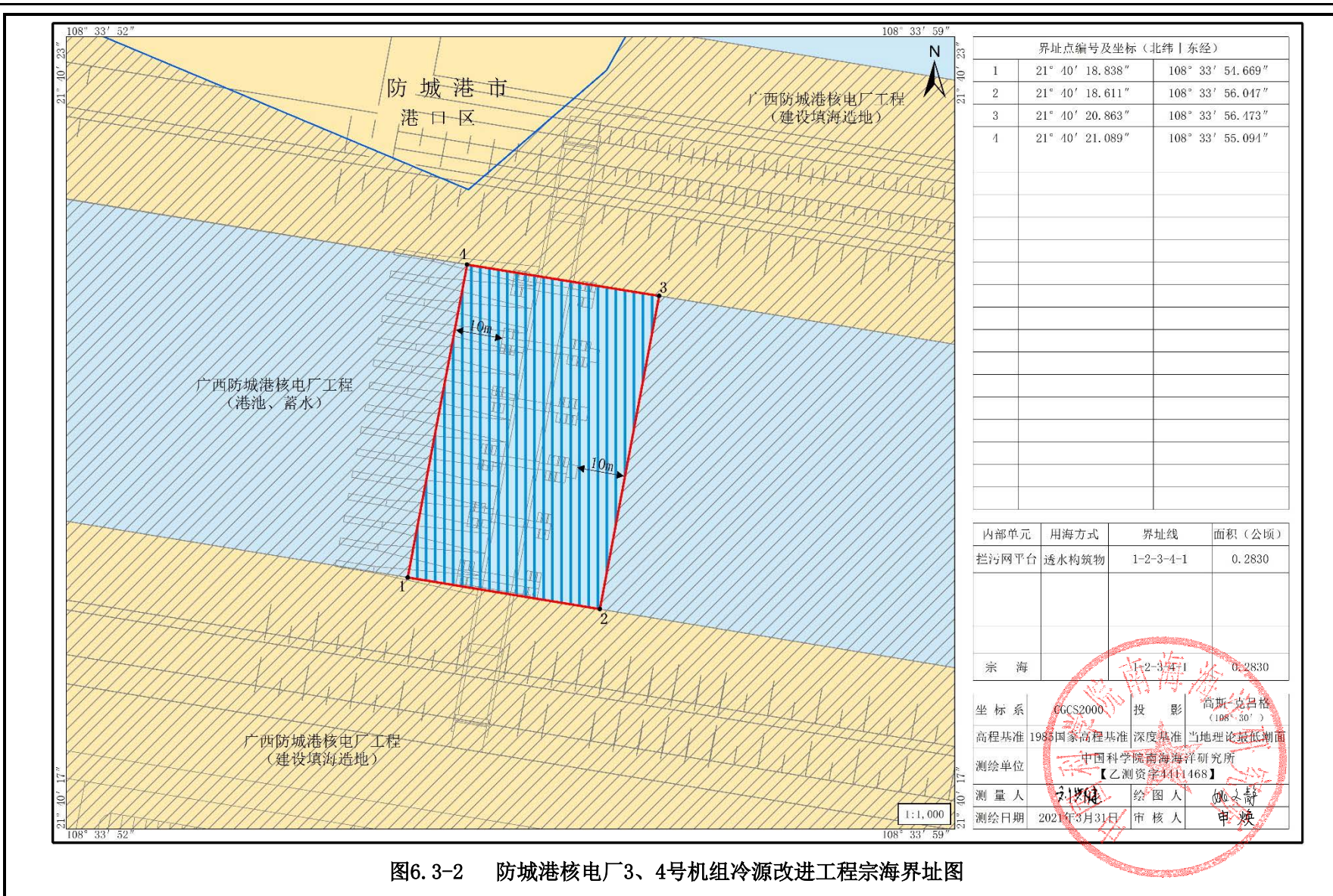


图6.3-1 防城港核电站3、4号机组冷源改进工程宗海位置图

防城港核电站3、4号机组冷源改进工程海域使用论证报告表



| 界址点编号及坐标(北纬 东经) | | |
|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | 21° 40' 18.838" | 108° 33' 51.669" |
| 2 | 21° 40' 18.611" | 108° 33' 56.047" |
| 3 | 21° 40' 20.863" | 108° 33' 56.473" |
| 4 | 21° 40' 21.089" | 108° 33' 55.094" |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 内部单元 | 用海方式 | 界址线 | 面积(公顷) |
|-------|-------|-----------|--------|
| 拦污网平台 | 透水构筑物 | 1-2-3-4-1 | 0.2830 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| 宗海 | | 1-2-3-4-1 | 0.2830 |

| | | | |
|------|---------------------------|------|------------------|
| 坐标系 | CGCS2000 | 投影 | 高斯-克吕格(108° 30') |
| 高程基准 | 1985国家高程基准 | 深度基准 | 当地理论最低潮面 |
| 测绘单位 | 中国科学院南海海洋研究所【乙测资字4411468】 | | |
| 测量人 | 刘健 | 绘图人 | 姚文静 |
| 测绘日期 | 2021年3月31日 | 审核人 | 申焕 |

图6.3-2 防城港核电站3、4号机组冷源改进工程宗海界址图

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条海域使用权申请相关规定，港口、修造船厂等建设工程用海最高用海申请期限为五十年，项目申请 50 年用海满足核电建设运行和退役需要，同时申请用海期限也符合相关法律法规。但是，因为本次申请用海和前期项目申请用海需共同运行使用，无法脱离项目前期用海单独使用，因此，建议本次用海的期限与项目前期已取得不动产权证的取水明渠港池用海一致为宜（前期用海期限止于 2061 年 11 月 29 日），期满后继续使用海域，与项目前期用海范围一起申请续期。

因此，本次用海工程期限申请至 2061 年 3 月 29 日是合理的。当用海期限到期时，项目单位可向自然资源行政主管部门办理用海延期手续。

7 项目生态用海分析

7.1 生态影响分析

7.1.1 水动力环境影响分析

根据数学模拟结果，由于施工期本项目所在的二期取水明渠未正式运营，工程后对流场的影响只局限于项目周边的小范围区域内，二期取水明渠内最大流速小于 15cm/s，工程前后流速改变幅度小于 1cm/s。因此，本项目桩基施工完成后二期未取水条件下对水动力环境的影响很小。

7.1.2 冲淤环境影响分析

根据数模计算结果，在防城港核电站一、二期取水口同时运营情况下，工程后由于桩基的阻挡，项目所在水域流速减小将产生一定的淤积。年最大淤积强度为 3cm/a 左右，淤积范围只存在于桩基所在区域。而两排桩基之间由于水流速度略有增强则产生最大 2cm/a 的冲刷。本项目对于大范围的冲淤影响很小。

7.1.3 施工期水质环境影响分析

根据水质模型结果，在防城港核电站一期取水口已运营、二期取水口未正式运营的状态下，第一道收放平台施工过程中桩基产生的悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超一、二类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超三类海水水质）、大于 150mg/L（超四类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.093 km²、0.079km²、0.052km²、0.024 km²、0.010km²。

悬浮泥沙（SS）增量>10mg/L 等值线边缘在不同方向距项目区的最远距离分别为东向 0.42km、南向 0.28km、西向 0.49km、北向 0.11km。

7.2 项目用海生态化设计

7.2.1 生态化平面设计

第一道收放平台位于防城港核电站二期取水明渠内，其北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接，项目建设体现了集约、节约用海的原则，项目用海方式变更后，不占用自然岸线。项目建设符合节约用海的原则。

7.2.2 项目用海与自然岸线占有率合理性分析

第一道收放平台建设不占用自然岸线，项目用海符合自然岸线保有率相关政

策。

7.2.3 项目用海方式与围填海总量控制

项目用海类型为“工业用海”中的“电力工业用海”。用海方式为透水构筑物。项目用海不属于围填海，不涉及与围填海总量控制的符合性问题。

7.2.4 项目用海对海洋生态的影响

根据计算，防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程第一道收放平台建设导致底栖生物直接损失量约为 1.79kg，工程施工悬浮泥沙扩散影响导致浮游植物损失 2.94×10^{12} cells，浮游动物损失 69.24kg，鱼卵损失 3.28×10^5 粒，仔鱼损失 2.62×10^5 尾，游泳动物损失 3.74kg。

施工期悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围将进入红树林分布的部分区域（特别是第一道收放平台以东的滩涂）。红树林具有消纳污染物、促淤等功能，对悬浮泥沙不敏感，且悬浮泥沙一般在一个潮周期落淤，施工期悬浮泥沙对红树林的影响相对较小。

本项目建设是为了拦截海洋漂浮物和海洋生物，避免影响核电厂的取水安全，进一步保障核电厂的运行安全。第一道收放平台建成运营后，拦截的海洋生物委托专业公司定期妥善清理，对海洋生物的影响较小。

值得注意的是，冷源改进工程第一道收放平台拦截的海洋生物量，包含在改进工程建设前，取水系统卷吸效应对渔业资源造成的损失量（主要包括机械碰撞、温升、余氯的毒性作用等）。第一道收放平台建成运营后，减少了原取水系统卷吸效应造成的海洋生物损失量。

此外，运营期在收放平台上布置的固定的针对藻类的消杀设施，在满足环保政策的前提下，目前仅有改性粘土对赤潮处理的成功经验。在实际应用中，有害藻华防治方法在达到控制灾害的目标的同时，还要保证对生态环境没有影响。根据文献⁴的研究，在许多情况下，改性粘土絮凝沉降有害藻华的过程能够减少有害藻华本身对海洋生物带来的伤害。但是可能会对一些滤食性种类的滤食率和生长有短暂的负面作用。但是，相比有害藻华本身带来的危害，粘土/改性粘土治理有害藻华过程带来的这一点负面作用几乎可以忽略不计。

⁴ 李靖. 改性粘土对几种藻华生物的去污作业及其生态环境效应[D]. 中国科学院大学, 2017 年.

7.3 项目生态修复

项目用海区域及其周边海域的海洋环境质量良好,结合《广西壮族自治区海洋功能区划》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》等规划,按照“损害什么、修复什么”的原则确定本生态修复目标,以减少项目建设对本海域海洋资源和海洋生态系统的影响,促进本海域海洋生态系统的恢复,维护近海海洋生态系统的健康。

项目引起的生态问题主要为施工过程中的悬浮扩散对项目周边的浮游生物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物损失。对此,可通过增殖放流活动进行修复。

本项目拟依托广西防城港核电厂 5、6 号机组(现在用海申请办理中)的增殖放流方案,采用该方式对海洋生物量进行修复和补充。

7.3.1 增殖放流品种筛选

根据防城港核电厂增殖放流方案,增殖放流品种须尽量满足以下条件:

- (1) 主要为本地原种或子一代的苗种或亲体;
- (2) 能大批量人工育苗;
- (3) 品种优良(属优质经济鱼、虾类、贝类),以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主;
- (4) 适应广西防城港核电厂工程附近海域生态环境、长势良好,最好为工程附近海域自然生态中曾经拥有的品种;
- (5) 禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。

基于上述原则和对附近海域的海洋生态资源调查,适合广西防城港核电厂工程增殖放流的品种主要有:鱼类有青石斑鱼、花鲈、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷、黑鲷、平鲷、黄鳍鲷、花尾胡椒鲷、黄姑鱼等;虾类有长毛对虾、斑节对虾、日本对虾、刀额新对虾、周氏新对虾等;贝类为巴非蛤、贻贝、江珧、珠母贝等。

7.3.2 增殖放流计划

增殖放流工作应从广西防城港核电厂 5、6 号机组施工第一年每年进行,具体放流的地点、时间等由广西防城港核电有限公司与地方自然资源主管部门协商后具体安排部署,由广西防城港核电有限公司委托相关技术单位具体实施,以期提高增殖放流物种的成活率,达到较好的增殖放流效果,并由自然资源主管部门组织检查及监管。根据放流苗种的繁育、中间培育季节选择放流时间,优先选

择在伏季休渔期。具体数量和批次由建设单位与自然资源管理部门根据损失量协商确定。

7.4 项目跟踪监测

环境监测作为监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握项目在建设期和营运期周围海域的环境变化情况，从而反馈给项目决策部门，为本项目的环境管理提供科学依据。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，并结合项目所在海域自然环境特征等，制定监测方案。

本项目作为防城港核电站用海项目之一，该部分环境监测可纳入项目整体用海的监测方案中。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，结合现有的防城港核电站跟踪监测站位布设情况，本项目的跟踪监测站位如图 7.4-1 和表 7.4-1 所示。

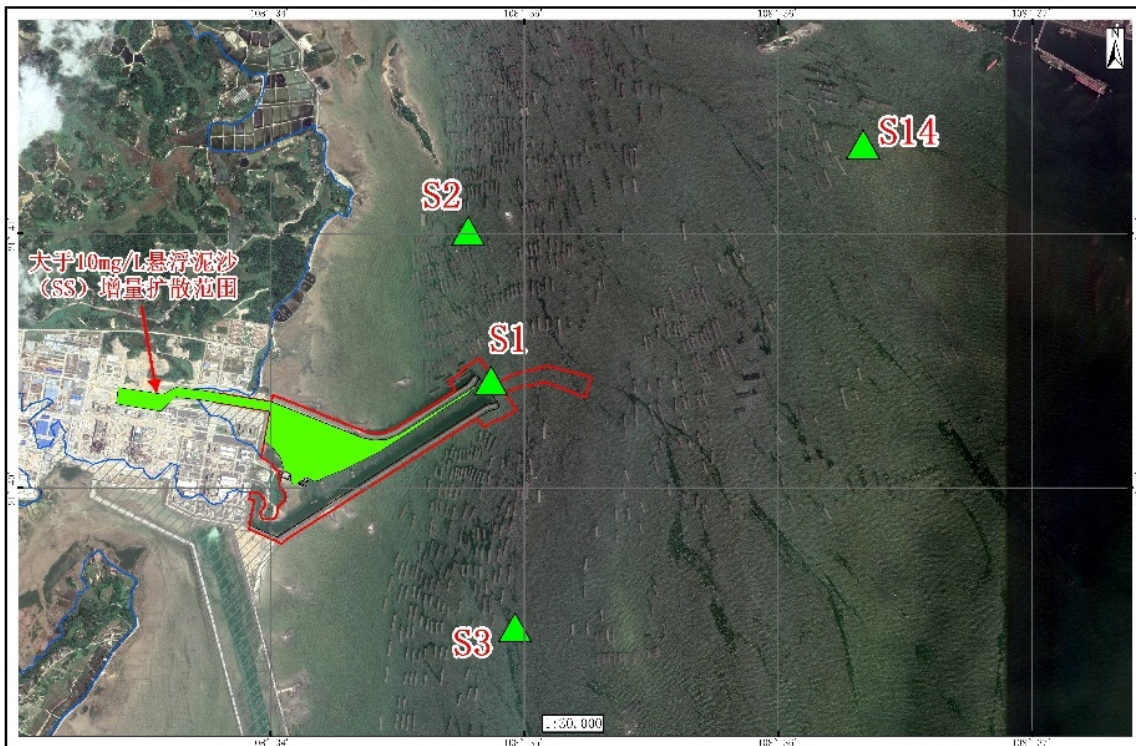


图7.4-1 本项目跟踪监测站位分布图

表 7.4-1 跟踪监测站位信息表

| 站位 | 经度 (E) | 纬度 (N) | 监测项目 |
|----|----------------|---------------|-------------|
| S1 | 108° 34'51.74" | 21° 40'24.48" | 水质、沉积物、海洋生态 |
| S2 | 108° 34'46.70" | 21° 41'00.60" | 水质、沉积物 |
| S3 | 108° 34'57.78" | 21° 39'27.06" | 水质、沉积物 |
| S4 | 108° 36'19.58" | 21° 41'20.36" | 水质、沉积物、海洋生态 |

8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《广西壮族自治区海域使用管理条例》的规定，国家实行海洋功能区划制度，海域使用必须符合海洋功能区划。海洋功能区划是海域使用的基本依据，海域使用权人不能擅自改变经批准的海域位置、海域用途、面积和使用期限。海洋产业的发展必须符合海洋功能区划和海域开发利用与保护总体规划的要求，以保护海洋资源和海洋环境为前提，按照中央和省的有关法律、法规和政策开发利用海洋，对违反规定造成海洋污染和破坏生态环境的行为，应追究法律责任，海洋开发活动要实施综合管理，统筹规划，海洋资源的开发不得破坏海洋生态平衡。

本项目必须按照海域使用管理法、海洋环境保护法和海洋功能区划的要求，制定严格的各项管理制度和管理对策。

本项目用海方式为透水构筑物用海，位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》企沙半岛东侧工业与城镇用海区，项目用海符合企沙半岛东侧工业与城镇用海区海域使用管理要求。

本项目用海变更申请获得自然资源行政主管部门批准后，要积极主动与地方自然资源行政主管部门联系，共同管理好取得用海权的海域，使用海权益不被侵犯。施工期采取必要的保护措施，规范施工人员的行为并设立现场环保监理进行监督，使施工对环境的影响尽可能降到最低。运营期依托防城港核电站的跟踪监测，对周边海域的功能区进行监测与评价。

8.2 开发协调对策措施

根据前文“海域开发利用协调分析”内容，项目用海位于已确权的二期取水明渠港池水域，属于透水构筑物用海，由于本项目用海主体与防城港核电站属于同一项目单位，因此不存在利益相关问题，项目建设单位将按照国家海域使用管理法律法规要求向主管机关申请用海变更。本项目施工和运营对周边海域开发活动不会产生影响，本项目用海无利益相关者。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 风暴潮风险防范措施

针对项目施工期和运营期可能存在的自然灾害风险（如风暴潮、台风等），主要的风险防范措施如下。

（1）施工期制定防台防汛期间专项施工方案，合理安排施工工序，台风期来临前，及时撤离现场设备、物资、人员，防止风毁水淹造成损失。

（2）制定防台防风应急预案，减少台风、降水对工程施工安全、进度、质量的影响。

（3）拦污网安装属于危险性较大的工序，涉及潜水作业、起重作业等多项危险作业，施工安全风险大，是本工程重点。核电厂内对安全管控要求严格，超过规定以上风力禁止吊装作业。

（4）运营期项目建设单位应指派专门的部门对第一道收放平台进行管理，加强与海洋气象部门联系，在灾害天气将至之前，能够较早的得到预警报告，以便于制定有针对性的应对措施。

（5）为保证运营期风暴潮到来时的安全，一旦有风暴潮信息预警，及时检查及加固拦污网。

8.3.2 赤潮风险防范措施

（1）中科院海洋研究所的实验室研究及现场试验证明，采用改性粘土抛洒（在取水口门外侧）可以高效消除球形棕囊藻，消除率达 90% 以上。这样一来，进入取水明渠的球形棕囊藻数量将极大地降低；热试期间实施的四道细拦污网有效地减少了球形棕囊藻进入前池的数量，根据现场观测，可拦截约 50% 左右的球形棕囊藻囊体；前述两种措施实行后，球形棕囊藻囊体的数量预计可降低 90% 以上。

（2）根据防城港核电厂冷源改造初步设计方案，监测预警方面，将设计一套冷源监测预警综合信息服务系统，实现陆海跨维度多尺度致灾物的监测预警及后端应急处理。冷源监测预警综合信息服务系统包含前端监测预警和监控平台两部分。

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 海域使用面积跟踪和监控

建设单位要确实按照自然资源主管部门批准的变更后的用海范围、用海面积用海，严禁超范围用海和随意改变用海活动范围的现象。

8.4.2 海域使用用途的跟踪和监控

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准”。自然资源主管部门应对本工程海域使用的性质进行监督检查。

8.4.3 海域使用管理

建设单位应严格遵守海域使用范围，接受自然资源主管部门定期与不定期的监督检查；当所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应及时报告自然资源主管部门。

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海情况

防城港核电站位于广西防城港市企沙半岛东面，防城港核电站 3、4 号机组冷源系统方案包括监测预警、消杀驱离及拦截清理三个环节，其中冷源改进工程涉海工程即为“拦截清理”环节的第一道收放平台。

第一道收放平台（BCN）位于防城港核电站二期已取得不动产权证的明渠内（二期取水明渠 44° 拐角下游），采用桩基结构，跨距（桩基中心距）为 13m，平台标高为+9.12m（绝对标高，国家 85 高程系统）。其北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接，总长约 129m。由通行平台和操作平台组成。

本项目涉及原防城港核电站一期工程取水（东）、码头及航道用海宗海的中取水港池（东）局部海域的用海方式变更。本项目用海类型为工业用海中的电力工业用海，用海方式为透水构筑物，用海总面积为 0.2830 公顷，不占用自然岸线。用海期限与原已取得不动产权证的取水港池保持一致，即用海期限申请至 2061 年 11 月 29 日。

项目投资额 1 亿元，施工期 18 个月。

9.1.2 用海资源环境影响分析结论

第一道收放平台位于防城港二期取水明渠港池内，用海方式为透水构筑物，其东侧有取水明渠防波堤的掩护。第一道收放平台自身桩基之间均有透水空间，桩基占用海域面积小。由于施工期本项目所在的二期取水明渠未正式运营，工程后对流场的影响只局限于项目周边的小范围区域内，二期取水明渠内最大流速小于 15cm/s，工程前后流速改变幅度小于 1cm/s。因此，本项目桩基施工完成后二期未取水条件下对水动力环境的影响很小。

第一道收放平台建成后，在防城港核电站一、二期取水口同时运营情况下，工程后由于桩基的阻挡，流速改变幅度大于 2cm/s 的最远距离在 60m 左右。桩基完成后对取水流量基本无影响，流速改变的幅度和范围只局限在桩基附近的小范围内。项目所在水域流速减小将产生一定的淤积。年最大淤积强度为 3cm/a 左右，

淤积范围只存在于桩基所在区域。而两排桩基之间由于水流速度略有增强则产生最大 2cm/a 的冲刷。本项目对于大范围的冲淤影响很小。

本项目施工会产生悬浮物污染，悬浮物扩散范围小，超一、二类水质扩散范围在不同方向距用海区域的最远距离分别为东向 0.42km、南向 0.28km、西向 0.49km、北向 0.11km，但该过程产生的悬浮泥沙会随着工程的结束而消失。

根据沉积物质量监测结果，工程区域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。因此，本工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

项目用海对海洋生物资源的影响主要有：（1）第一道收放平台桩基占用海域，导致底栖生物的直接损失；（2）桩基施工产生的悬浮物导致浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的影响导致的间接损失。工程建设导致底栖生物直接损失量约为 1.79kg，工程施工悬浮泥沙扩散影响导致浮游植物损失 2.94×10^{12} cells，浮游动物损失 69.24kg，鱼卵损失 3.28×10^5 粒，仔鱼损失 2.62×10^5 尾，游泳动物损失 3.74kg。

9.1.3 海域开发利用协调分析结论

本项目为防城港核电厂冷源改进工程，工程位置全部落在二期取水明渠港池内，是对取水明渠部分海域的港池、蓄水用海方式进行变更；其周边海域开发活动主要为防城港核电厂港池及取水南、北防波堤口门外的养殖等。项目施工和运营对周边海域开发活动不会产生影响，因此本项目用海无利益相关者。本项目的建设对周边开发利用活动均无影响，项目用海对国防安全和国家海洋权益无影响。

9.1.4 项目用海与海洋功能区划和相关规划符合性分析结论

本项目用海位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》中的企沙半岛东侧工业与城镇用海区，项目用海方式变更后，符合企沙半岛东侧工业与城镇用海区海域使用管理要求。论证范围内周边海域海洋功能区有防城港红沙农渔业区、钦州湾外湾农渔业区、企沙半岛东侧保留区和大小冬瓜保留区，本项目用海不会对周边功能区的功能开发产生显著影响。

本项目符合《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》《防城港市城市总体规划（2008-2025）》和广西海洋生态红线等相关规划的内容和指导思想。

9.1.5 用海合理性分析结论

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程是为维护核电站运行，拦截海洋漂浮物和海洋生物而设置，项目选址位于二期取水明渠港池内，项目选址是合理的，项目所在区域的水动力条件有利于项目施工。

本项目用海方式为透水构筑物用海，第一道收放平台自身桩基结构能够满足搭载清理设备以及拦污网的需要，同时桩基之间均有透水空间，桩基占用海域面积小。项目对水动力环境的影响很小，对冲淤环境的影响亦很小，用海方式是合理的。

第一道收放平台北侧通过短堤与取水明渠北护岸连接，南侧与取水明渠南护岸连接，其连接线为南北护岸之间的最短距离，达到集约、节约用海原则。项目的平面布置对水动力环境的影响很小，对冲淤环境的影响亦很小。项目平面布置方式对生态和环境有一定的影响，但可采取多种措施最大限度减轻对生态环境的影响。项目实施过程中能与周边其他用海活动相适应。因此，本项目的平面布置是合理的。

第一道收放平台透水构筑物的尺寸主要是参考了核电站现行有关相关行业标准，根据设计水位标准等进行平面和结构设计。透水构筑物的设计尺度是合理的。第一道收放平台的用海面积根据前期已确权的宗海界址点和《海籍调查规范》的要求进行确定，项目用海面积的界址点确定也是合理的，项目申请变更的用海面积是合理的。

9.1.6 项目用海可行性结论

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程第一道收放平台主要为拦截、过滤海洋漂浮物和海洋生物，降低海洋漂浮物、海洋生物大规模入侵对冷源带来的风险，提高核电站运行时冷源安全的可靠性，项目建设及用海具有充分的必要性。项目用海符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》《防城港市城市总体规划（2008-2025）》和广西海洋生态红线等相关规划的要求。项目用海选址、方式、平面布局、面积以及期限合理。项目用海无直接的利益相关者。

综上所述，在申请用海单位切实落实报告中提出的相关建议及对策措施的前提下，项目用海是可行的。

9.2 建议

项目施工过程中建设单位应采取有效保护措施，一方面保障核电厂取水安全，一方面降低施工过程中对周边海域环境影响。

资料来源说明

1. 引用资料

1) 引用的期刊文章

[1] 潜在影响防城港核电冷源系统的藻类暴发特点资料 引自 贺立燕, 宋秀贤, 於凡, 等. 潜在影响防城港核电冷源系统的藻类暴发特点及其监测防控技术. 海洋与湖泊, 2019, 50 (3): 701-705。

[2] 广西红树林最新资料 引自 陶艳成, 葛文标, 刘文爱, 等. 基于高分辨率卫星影像的广西红树林面积监测与群落调查. 自然资源学报, 2017, 32 (9): 1602-1614。

2) 专著、论文集、学位论文

[1] 改性粘土对环境的影响资料 引自 李靖. 改性粘土对几种藻华生物的去除作业及其生态环境效应. 北京, 2017 年: 19-20。

3) 项目专题研究报告等技术文件

[1] 气象资料引自钦州气象站 1953~2017 年气象资料.

[2] 水文动力状况资料引自天津水运工程勘察设计院. 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程海域全潮水文观测报告. 2019 年 9 月.

[3] 水下地形地貌资料引自中国人民解放军海军司令部航海保证部. 钦州湾海图 (编号 16781), 2013 年 5 月.

[4] 工程地质资料引自中船勘察设计研究院有限公司. 广西防城港核电站海工工程岩土工程勘察报告. 2009 年 12 月.

[5] 海岛资源资料引自国家海洋环境监测中心. 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程海岛生态调查报告. 2020 年 5 月.

[6] 海洋环境现状调查资料 (海水水质、沉积物、生物质量、海洋生态等) 引自自然资源部第三海洋研究所. 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查总报告. 2018 年 1 月⁵.

[7] 海洋环境现状调查数据 (海水水质、沉积物) 监测数据附表 引自自然资源部第三海洋研究所海洋监测技术中心. 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查.

⁵由于本海洋环境现状调查原始检测报告 (CMA) 共 4 卷 1485 页, 因此本报告表仅附上检测报告封面, 见附件 4.

[8] 防城港市社会经济资料引自防城港市统计局.2019 年防城港市国民经济和社会发展统计公报. 2020 年

2. 现场勘查记录

现场勘查记录表

| | | | |
|--------|--|--------|--------------|
| 项目名称 | 防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程 | | |
| 勘查人员 | 姚少慧、刘兴健、姚冬静 | 勘查责任单位 | 中国科学院南海海洋研究所 |
| 勘查时间 | 2021 年 3 月 14 日 | 勘查地点 | 广西防城港核电站内 |
| 勘查内容简述 | <p>天气：多云，微风。 主要设备：思拓力 RTK、照相机。 勘察内容：拟建项目用海区域海岸线测量及周边海域开发利用现状。 重点调查广西防城港核电站内拟建项目海域的海岸线及周边海域开发利用现状。用海区域周围主要为人工岸线以及未整治的泥滩岸线；项目附近海域分布有红树林资源及养殖活动。</p> <div data-bbox="545 831 1149 1279" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">现场踏勘路线示意图</p> <div data-bbox="354 1321 1343 1691" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">用海区域周围人工岸线用海区域周围的泥滩及远处红树林岸线</p> | | |
| 项目负责人 | | | |

附表

附表 1a 海水化学观测数据报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）⁶

| 序号 | 站号 | 层次/m | 采样时间/(时、分) | 水温/℃ | 盐度 | 溶解氧/(mg/L) | pH | 氟化物/(mg/L) | COD/(mg/L) | 总碱度/(mmol/L) | 悬浮物/(mg/L) | 硝酸盐/(mg/L) | 亚硝酸盐/(mg/L) | 铵盐/(mg/L) | 活性硅酸盐/(mg/L) | 活性磷酸盐/(mg/L) | 浊度/° | 余氯/(mg/L) | 硫酸根/(g/L) |
|----|----|------|------------|------|--------|------------|------|------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------|--------------|------|-----------|-----------|
| 1 | 41 | 0.5 | 0924 | 22.9 | 31.624 | 8.00 | 8.08 | 1.12 | 0.25 | 2.04 | 10.1 | 0.031 | 0.004 | 0.028 | 0.34 | 0.005 | 2.9 | 0.03 | 2.467 |
| 2 | 41 | 11 | | 22.6 | 31.614 | 7.77 | 8.09 | 1.14 | 0.25 | 2.05 | 28.3 | 0.038 | 0.007 | 0.042 | 0.31 | 0.006 | 5.0 | 0.02 | 2.466 |
| 3 | 39 | 0.5 | 1004 | 22.9 | 31.756 | 7.92 | 8.11 | 1.19 | 1.65 | 2.07 | 13.6 | 0.015 | 0.001 | 0.016 | 0.21 | 0.003 | 3.1 | 0.08 | 2.480 |
| 4 | 39 | 12 | | 22.5 | 31.727 | 7.81 | 8.12 | 1.18 | 1.92 | 2.07 | 10.6 | 0.013 | 0.001 | 0.049 | 0.22 | 0.007 | 4.8 | 0.01 | 2.477 |
| 5 | 20 | 0.5 | 1020 | 22.9 | 31.838 | 7.87 | 8.13 | 1.18 | 1.65 | 2.09 | 12.9 | 0.010 | 0.001 | 0.028 | 0.17 | 0.004 | 2.1 | 0.01 | 2.488 |
| 6 | 20 | 13 | | 22.5 | 31.812 | 7.66 | 8.13 | 1.17 | 1.83 | 2.08 | 17.1 | 0.016 | 0.002 | 0.054 | 0.22 | 0.011 | 5.6 | 0.01 | 2.486 |
| 7 | 45 | 0.5 | 1055 | 23.0 | 31.841 | 7.87 | 8.12 | 1.17 | 1.56 | 2.07 | 13.6 | 0.011 | 0.001 | 0.032 | 0.18 | 0.005 | 2.0 | 未检出 | 2.489 |
| 8 | 45 | 13 | | 22.5 | 31.796 | 7.70 | 8.11 | 1.18 | 1.42 | 2.07 | 23.3 | 0.011 | 0.001 | 0.025 | 0.21 | 0.012 | 5.0 | 未检出 | 2.484 |
| 9 | 46 | 0.5 | 1106 | 23.1 | 31.919 | 7.92 | 8.14 | 1.19 | 1.79 | 2.09 | 14.8 | 0.012 | 0.001 | 0.017 | 0.13 | 0.005 | 2.2 | 0.01 | 2.496 |
| 10 | 46 | 13 | | 22.5 | 31.812 | 7.60 | 8.15 | 1.15 | 1.70 | 2.10 | 21.3 | 0.013 | 0.000 | 0.044 | 0.22 | 0.010 | 5.9 | 未检出 | 2.486 |
| 11 | 43 | 0.5 | 1136 | 23.1 | 31.860 | 8.05 | 8.15 | 1.18 | 2.10 | 2.10 | 17.1 | 0.010 | 0.001 | 0.032 | 0.14 | 0.007 | 2.3 | 0.01 | 2.490 |
| 12 | 43 | 13 | | 22.5 | 31.803 | 8.12 | 8.14 | 1.08 | 1.56 | 2.09 | 15.6 | 0.012 | 0.000 | 0.053 | 0.21 | 0.008 | 7.4 | 0.01 | 2.485 |
| 13 | 37 | 0.5 | 1204 | 22.9 | 31.942 | 7.98 | 8.16 | 1.12 | 1.24 | 2.11 | 10.9 | 0.011 | 0.001 | 0.032 | 0.14 | 0.003 | 2.7 | 0.01 | 2.498 |
| 14 | 37 | 10 | | 22.4 | 31.946 | 7.90 | 8.17 | 1.13 | 1.38 | 2.12 | 15.6 | 0.010 | 0.001 | 0.028 | 0.12 | 0.001 | 3.6 | 0.01 | 2.499 |
| 15 | 37 | 17 | | 22.3 | 31.938 | 7.78 | 8.16 | 1.13 | 1.33 | 2.11 | 9.9 | 0.010 | 0.001 | 0.028 | 0.16 | 0.005 | 3.0 | 0.01 | 2.498 |
| 16 | 21 | 0.5 | 1220 | 22.9 | 31.980 | 8.04 | 8.16 | 1.15 | 1.11 | 2.11 | 17.9 | 0.009 | 0.001 | 0.013 | 0.08 | 0.005 | 2.3 | 0.01 | 2.502 |
| 17 | 21 | 10 | | 22.3 | 31.961 | 8.00 | 8.17 | 1.15 | 1.24 | 2.12 | 11.3 | 0.011 | 0.000 | 0.014 | 0.07 | 0.005 | 2.4 | 0.01 | 2.500 |
| 18 | 21 | 17 | | 22.2 | 31.994 | 7.95 | 8.18 | 1.14 | 1.60 | 2.12 | 8.1 | 0.011 | 0.000 | 0.025 | 0.10 | 0.005 | 4.1 | 0.01 | 2.504 |
| 19 | 47 | 0.5 | 1251 | 22.9 | 32.028 | 8.37 | 8.21 | 1.13 | 1.83 | 2.15 | 13.8 | 0.008 | 0.000 | 0.018 | 0.08 | 0.004 | 1.5 | 0.02 | 2.507 |
| 20 | 47 | 10 | | 22.2 | 32.018 | 8.41 | 8.22 | 1.14 | 1.06 | 2.15 | 10.3 | 0.008 | 未检出 | 0.018 | 0.03 | 0.005 | 2.1 | 0.01 | 2.506 |

⁶ 来源：自然资源部第三海洋研究所海洋监测技术中心.广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查.

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1b 海水化学观测数据报表 (监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日)

| 序号 | 站号 | 层次/m | 采样时间/(时、分) | 水温/℃ | 盐度 | 溶解氧/(mg/L) | pH | 氟化物/(mg/L) | COD/(mg/L) | 总碱度/(mmol/L) | 悬浮物/(mg/L) | 硝酸盐/(mg/L) | 亚硝酸盐/(mg/L) | 铵盐/(mg/L) | 活性硅酸盐/(mg/L) | 活性磷酸盐/(mg/L) | 浊度/° | 余氯/(mg/L) | 硫酸根/(g/L) |
|----|-------|------|------------|------|--------|------------|------|------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------|--------------|------|-----------|-----------|
| 1 | 47 | 19 | | 22.1 | 32.062 | 8.35 | 8.21 | 1.20 | 1.33 | 2.15 | 10.4 | 0.009 | 未检出 | 0.022 | 0.05 | 0.002 | 3.1 | 0.01 | 2.510 |
| 2 | 42 | 0.5 | 1307 | 22.9 | 32.065 | 8.49 | 8.21 | 1.16 | 0.97 | 2.15 | 9.4 | 0.008 | 0.000 | 0.012 | 0.02 | 0.005 | 1.8 | 0.01 | 2.511 |
| 3 | 42 | 10 | | 22.3 | 32.005 | 8.46 | 8.22 | 1.17 | 1.47 | 2.15 | 10.3 | 0.007 | 未检出 | 0.008 | 0.02 | 0.004 | 1.6 | 0.01 | 2.505 |
| 4 | 42 | 19 | | 22.0 | 32.115 | 8.39 | 8.21 | 1.17 | 0.93 | 2.15 | 9.6 | 0.008 | 未检出 | 0.024 | 0.03 | 0.004 | 2.5 | 0.01 | 2.515 |
| 5 | 34 | 0.5 | 1402 | 23.1 | 31.967 | 8.11 | 8.18 | 1.15 | 1.06 | 2.12 | 9.9 | 0.008 | 未检出 | 0.006 | 0.10 | 0.003 | 1.8 | 0.01 | 2.501 |
| 6 | 34 | 10 | | 22.5 | 31.933 | 8.09 | 8.18 | 1.05 | 1.24 | 2.12 | 9.1 | 0.009 | 未检出 | 0.009 | 0.10 | 0.002 | 2.5 | 0.02 | 2.498 |
| 7 | 34 | 18 | | 22.4 | 31.899 | 8.03 | 8.07 | 1.16 | 0.57 | 2.03 | 15.4 | 0.009 | 未检出 | 0.014 | 0.11 | 0.004 | 2.7 | 0.02 | 2.494 |
| 8 | 25 | 0.5 | 1456 | 23.4 | 31.965 | 8.46 | 8.17 | 1.17 | 1.29 | 2.12 | 4.9 | 0.009 | 未检出 | 0.005 | 0.11 | 0.001 | 2.8 | 0.01 | 2.501 |
| 9 | 25 | 10 | | 22.7 | 31.702 | 8.23 | 8.17 | 1.24 | 2.15 | 2.12 | 11.3 | 0.009 | 未检出 | 0.011 | 0.14 | 0.003 | 4.1 | 0.02 | 2.475 |
| 10 | 25 | 15 | | 22.5 | 31.793 | 7.88 | 8.14 | 1.19 | 0.79 | 2.09 | 28.4 | 0.009 | 未检出 | 0.019 | 0.18 | 0.002 | 7.0 | 0.01 | 2.484 |
| 11 | 19 | 0.5 | 1532 | 23.2 | 31.639 | 8.74 | 8.13 | 1.19 | 1.15 | 2.08 | 38.8 | 0.007 | 未检出 | 0.004 | 0.14 | 0.003 | 3.8 | 0.01 | 2.469 |
| 12 | 19 | 11 | | 22.8 | 31.564 | 8.31 | 8.15 | 1.18 | 0.47 | 2.10 | 18.8 | 0.017 | 未检出 | 0.011 | 0.19 | 0.003 | 6.8 | 0.01 | 2.461 |
| 13 | 24 | 0.5 | 1626 | 23.8 | 31.642 | 8.98 | 8.14 | 1.20 | 0.57 | 2.10 | 11.9 | 0.010 | 0.001 | 0.014 | 0.20 | 0.003 | 3.5 | 0.02 | 2.469 |
| 14 | 24 | 10 | | 22.6 | 31.453 | 8.58 | 8.14 | 1.20 | 1.02 | 2.09 | 17.3 | 0.011 | 0.001 | 0.028 | 0.21 | 0.003 | 6.8 | 0.01 | 2.451 |
| 15 | 23 | 0.5 | 0843 | 23.5 | 30.793 | 7.86 | 8.05 | 1.13 | 0.61 | 2.01 | 17.8 | 0.036 | 0.003 | 0.041 | 0.26 | 0.001 | 7.9 | 0.02 | 2.386 |
| 16 | 29 | 0.5 | 0915 | 23.5 | 30.781 | 7.82 | 8.04 | 1.22 | 0.70 | 1.99 | 12.6 | 0.039 | 0.003 | 0.030 | 0.26 | 0.005 | 5.7 | 0.01 | 2.385 |
| 17 | 18 | 0.5 | 0932 | 23.1 | 31.499 | 7.67 | 8.08 | 1.18 | 0.70 | 2.04 | 21.3 | 0.018 | 0.002 | 0.049 | 0.16 | 0.002 | 14.0 | 0.01 | 2.455 |
| 18 | 13 | 0.5 | 1009 | 23.3 | 31.341 | 7.75 | 8.08 | 1.18 | 0.65 | 2.03 | 13.4 | 0.031 | 0.003 | 0.019 | 0.17 | 0.004 | 7.8 | 0.01 | 2.440 |
| 19 | 3 | 0.5 | 1102 | 23.8 | 30.194 | 7.71 | 8.00 | 1.13 | 0.70 | 1.95 | 13.1 | 0.054 | 0.004 | 0.081 | 0.31 | 0.005 | 5.4 | 0.01 | 2.327 |
| 20 | 3 | 10 | | 23.6 | 30.438 | 7.52 | 7.99 | 1.13 | 0.93 | 1.94 | 15.3 | 0.046 | 0.004 | 0.039 | 0.29 | 0.005 | 7.5 | 0.01 | 2.351 |
| 备注 | 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1c 海水化学观测数据报表 (监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日)

| 序号 | 站号 | 层次/m | 采样时间/(时、分) | 水温/℃ | 盐度 | 溶解氧/(mg/L) | pH | 氟化物/(mg/L) | COD/(mg/L) | 总碱度/(mmol/L) | 悬浮物/(mg/L) | 硝酸盐/(mg/L) | 亚硝酸盐/(mg/L) | 铵盐/(mg/L) | 活性硅酸盐/(mg/L) | 活性磷酸盐/(mg/L) | 浊度/° | 余氯/(mg/L) | 硫酸根/(g/L) |
|----|-------|------|------------|------|--------|------------|------|------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------|--------------|------|-----------|-----------|
| 1 | 2 | 0.5 | 1112 | 23.7 | 30.305 | 7.65 | 7.98 | 1.07 | 0.93 | 1.93 | 15.9 | 0.053 | 0.004 | 0.033 | 0.28 | 0.007 | 7.6 | 0.01 | 2.338 |
| 2 | 2 | 11 | | 23.6 | 30.315 | 7.53 | 7.97 | 1.11 | 0.79 | 1.92 | 19.9 | 0.050 | 0.004 | 0.035 | 0.29 | 0.008 | 10.3 | 0.01 | 2.339 |
| 3 | 1 | 0.5 | 1138 | 24.5 | 29.669 | 7.73 | 7.95 | 1.08 | 2.24 | 1.89 | 17.1 | 0.070 | 0.004 | 0.040 | 0.35 | 0.009 | 6.9 | 未检出 | 2.276 |
| 4 | 1 | 10 | | 23.7 | 30.123 | 7.60 | 7.96 | 1.16 | 0.88 | 1.90 | 17.1 | 0.057 | 0.004 | 0.030 | 0.31 | 0.007 | 6.6 | 0.01 | 2.320 |
| 5 | 11 | 0.5 | 1155 | 23.8 | 29.700 | 7.67 | 7.96 | 1.15 | 0.88 | 1.90 | 15.1 | 0.065 | 0.004 | 0.059 | 0.32 | 0.012 | 6.1 | 0.01 | 2.279 |
| 6 | 10 | 0.5 | 1226 | 24.9 | 29.282 | 7.64 | 7.89 | 1.22 | 0.84 | 1.80 | 11.9 | 0.071 | 0.004 | 0.037 | 0.37 | 0.011 | 7.5 | 0.01 | 2.238 |
| 7 | 30 | 0.5 | 1235 | 24.1 | 28.648 | 7.59 | 7.92 | 1.09 | 0.79 | 1.85 | 12.8 | 0.095 | 0.005 | 0.044 | 0.38 | 0.012 | 5.5 | 0.01 | 2.176 |
| 8 | 48 | 0.5 | 1250 | 23.9 | 28.320 | 7.57 | 7.87 | 1.10 | 0.79 | 1.82 | 14.6 | 0.117 | 0.006 | 0.054 | 0.40 | 0.015 | 5.7 | 0.01 | 2.143 |
| 9 | 6 | 0.5 | 1314 | 23.9 | 28.102 | 7.62 | 7.85 | 1.23 | 1.02 | 1.82 | 11.1 | 0.130 | 0.006 | 0.041 | 0.38 | 0.015 | 5.3 | 未检出 | 2.122 |
| 10 | 6 | 11 | | 23.8 | 28.298 | 7.44 | 7.85 | 1.09 | 1.15 | 1.83 | 13.3 | 0.139 | 0.006 | 0.042 | 0.40 | 0.017 | 6.0 | 0.01 | 2.141 |
| 11 | 7 | 0.5 | 1338 | 24.1 | 27.730 | 6.62 | 7.82 | 1.06 | 0.97 | 1.85 | 13.3 | 0.129 | 0.006 | 0.059 | 0.44 | 0.021 | 4.7 | 未检出 | 2.086 |
| 12 | 7 | 13 | | 23.8 | 28.118 | 6.33 | 7.81 | 1.10 | 1.11 | 1.85 | 11.3 | 0.126 | 0.006 | 0.060 | 0.43 | 0.017 | 6.4 | 未检出 | 2.124 |
| 13 | 44 | 0.5 | 1447 | 24.1 | 28.414 | 7.64 | 7.85 | 1.09 | 0.97 | 1.89 | 8.4 | 0.111 | 0.005 | 0.038 | 0.42 | 0.014 | 4.7 | 0.01 | 2.153 |
| 14 | 31 | 0.5 | 1454 | 24.0 | 28.420 | 7.71 | 7.86 | 1.07 | 1.42 | 1.90 | 11.9 | 0.106 | 0.006 | 0.067 | 0.42 | 0.015 | 6.0 | 0.02 | 2.153 |
| 15 | 5 | 0.5 | 1517 | 24.2 | 28.827 | 7.82 | 7.89 | 1.10 | 1.15 | 1.83 | 12.8 | 0.099 | 0.005 | 0.031 | 0.40 | 0.011 | 4.4 | 0.02 | 2.193 |
| 16 | 5 | 11 | | 24.3 | 29.051 | 7.88 | 7.92 | 1.11 | 1.02 | 1.84 | 11.9 | 0.097 | 0.005 | 0.035 | 0.36 | 0.011 | 6.5 | 未检出 | 2.215 |
| 17 | 4 | 0.5 | 1555 | 24.5 | 28.881 | 8.91 | 7.90 | 0.96 | 0.75 | 1.83 | 11.4 | 0.090 | 0.005 | 0.025 | 0.40 | 0.011 | 3.5 | 未检出 | 2.198 |
| 18 | 12 | 0.5 | 1635 | 24.0 | 28.663 | 8.41 | 7.89 | 1.03 | 0.70 | 1.82 | 10.4 | 0.112 | 0.005 | 0.046 | 0.38 | 0.012 | 4.0 | 0.01 | 2.177 |
| 19 | 12 | 13 | | 24.1 | 28.725 | 7.65 | 7.88 | 1.11 | 0.75 | 1.83 | 11.8 | 0.094 | 0.005 | 0.035 | 0.38 | 0.013 | 3.4 | 未检出 | 2.183 |
| 20 | 8 | 0.5 | 1652 | 24.2 | 28.281 | 7.76 | 7.87 | 1.06 | 0.79 | 1.85 | 16.3 | 0.116 | 0.006 | 0.045 | 0.40 | 0.016 | 3.0 | 未检出 | 2.140 |
| 备注 | 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

| 附表 1d 海水化学观测数据报表 (监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|--------------|-------|--------|--------------|------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------|-------------|-------------|
| 序号 | 站号 | 层次 /m | 采样时间 / (时、分) | 水温 /℃ | 盐度 | 溶解氧 / (mg/L) | pH | 氟化物 / (mg/L) | COD / (mg/L) | 总碱度 / (mmol/L) | 悬浮物 / (mg/L) | 硝酸盐 / (mg/L) | 亚硝酸盐 / (mg/L) | 铵盐 / (mg/L) | 活性硅酸盐 / (mg/L) | 活性磷酸盐 / (mg/L) | 浊度 /° | 余氯 / (mg/L) | 硫酸根 / (g/L) |
| 1 | 8 | 10 | | 24.0 | 28.468 | 7.56 | 7.86 | 1.07 | 1.11 | 1.85 | 16.3 | 0.114 | 0.006 | 0.036 | 0.38 | 0.015 | 0.8 | 0.01 | 2.158 |
| 2 | 8 | 17 | | 23.9 | 28.468 | 7.53 | 7.87 | 1.16 | 0.66 | 1.86 | 13.4 | 0.116 | 0.006 | 0.036 | 0.35 | 0.015 | 4.0 | 未检出 | 2.158 |
| 3 | 40 | 0.5 | 1712 | 23.8 | 27.598 | 7.49 | 7.83 | 1.05 | 1.02 | 1.86 | 16.9 | 0.135 | 0.007 | 0.054 | 0.41 | 0.019 | 2.3 | 未检出 | 2.073 |
| 4 | 9 | 0.5 | 1740 | 24.1 | 26.914 | 7.61 | 7.79 | 1.00 | 0.97 | 1.85 | 16.9 | 0.146 | 0.006 | 0.062 | 0.27 | 0.018 | 3.7 | 未检出 | 2.006 |
| 5 | 9 | 11 | | 23.9 | 27.311 | 7.41 | 7.80 | 1.05 | 0.97 | 1.83 | 13.4 | 0.134 | 0.006 | 0.052 | 0.44 | 0.018 | 4.6 | 未检出 | 2.044 |
| 6 | 16 | 0.5 | 0916 | 24.1 | 23.534 | 7.73 | 7.76 | 0.89 | 1.11 | 1.83 | 10.8 | 0.220 | 0.006 | 0.039 | 0.68 | 0.022 | 4.7 | 0.01 | 1.674 |
| 7 | 15 | 0.5 | 1013 | 24.0 | 27.184 | 7.56 | 7.80 | 1.01 | 1.29 | 1.85 | 13.4 | 0.160 | 0.007 | 0.050 | 0.48 | 0.022 | 5.0 | 未检出 | 2.032 |
| 8 | 15 | 10 | | 24.0 | 27.733 | 7.37 | 7.81 | 1.03 | 0.93 | 1.83 | 17.9 | 0.151 | 0.006 | 0.067 | 0.45 | 0.019 | 6.9 | 未检出 | 2.086 |
| 9 | 15 | 15 | | 24.0 | 27.791 | 7.50 | 7.80 | 1.13 | 1.02 | 1.82 | 19.8 | 0.136 | 0.006 | 0.053 | 0.44 | 0.019 | 9.8 | 未检出 | 2.091 |
| 10 | 22 | 0.5 | 1110 | 24.5 | 29.564 | 7.59 | 7.81 | 1.10 | 0.70 | 1.83 | 11.9 | 0.085 | 0.005 | 0.056 | 0.33 | 0.012 | 3.6 | 0.01 | 2.265 |
| 11 | 33 | 0.5 | 1142 | 24.3 | 30.159 | 7.62 | 7.96 | 1.12 | 0.79 | 1.90 | 12.3 | 0.064 | 0.004 | 0.020 | 0.31 | 0.008 | 3.7 | 0.01 | 2.324 |
| 12 | 33 | 12 | | 24.0 | 30.429 | 7.43 | 7.95 | 1.13 | 0.84 | 1.90 | 14.1 | 0.046 | 0.004 | 0.042 | 0.24 | 0.007 | 4.6 | 未检出 | 2.350 |
| 13 | 38 | 0.5 | 1236 | 24.4 | 30.452 | 7.81 | 7.98 | 1.13 | 0.38 | 1.93 | 11.3 | 0.042 | 0.003 | 0.017 | 0.21 | 0.006 | 4.0 | 0.01 | 2.352 |
| 14 | 35 | 0.5 | 1250 | 24.2 | 30.777 | 7.86 | 8.00 | 1.12 | 1.97 | 1.96 | 15.1 | 0.031 | 0.003 | 0.015 | 0.19 | 0.005 | 5.2 | 未检出 | 2.384 |
| 15 | 32 | 0.5 | | 23.9 | 31.208 | 7.79 | 8.04 | 1.11 | 0.61 | 1.99 | 15.3 | 0.028 | 0.002 | 0.014 | 0.17 | 0.005 | 5.0 | 0.01 | 2.426 |
| 16 | 17 | 0.5 | 1322 | 23.9 | 31.163 | 8.08 | 8.05 | 1.10 | 0.70 | 2.01 | 10.3 | 0.022 | 0.002 | 0.025 | 0.16 | 0.002 | 3.8 | 0.01 | 2.422 |
| 17 | 14 | 0.5 | 1351 | 23.9 | 31.401 | 7.73 | 8.15 | 1.10 | 0.66 | 2.10 | 14.9 | 0.007 | 0.002 | 0.035 | 0.14 | 0.004 | 7.0 | 0.01 | 2.445 |
| 18 | 27 | 0.5 | 1428 | 24.1 | 31.764 | 7.96 | 8.17 | 1.18 | 0.25 | 2.12 | 17.9 | 0.010 | 未检出 | 0.051 | 未检出 | 0.004 | 5.3 | 0.01 | 2.481 |
| 19 | 27 | 11 | | 23.8 | 31.823 | 7.89 | 8.18 | 1.20 | 0.93 | 2.12 | 18.6 | 0.011 | 未检出 | 0.032 | 未检出 | 0.002 | 8.6 | 未检出 | 2.487 |
| 20 | 28 | 0.5 | 1457 | 24.2 | 31.952 | 8.39 | 8.19 | 1.25 | 0.79 | 2.13 | 17.8 | 0.013 | 未检出 | 0.006 | 未检出 | 0.002 | 4.6 | 0.01 | 2.499 |
| 备注 | 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1e 海水化学观测数据报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 层次/m | 采样时间/(时、分) | 水温/℃ | 盐度 | 溶解氧/(mg/L) | pH | 氟化物/(mg/L) | COD/(mg/L) | 总碱度/(mmol/L) | 悬浮物/(mg/L) | 硝酸盐/(mg/L) | 亚硝酸盐/(mg/L) | 铵盐/(mg/L) | 活性硅酸盐/(mg/L) | 活性磷酸盐/(mg/L) | 浊度/° | 余氯/(mg/L) | 硫酸根/(g/L) |
|----|-------|------|------------|------|--------|------------|------|------------|------------|--------------|------------|------------|-------------|-----------|--------------|--------------|------|-----------|-----------|
| 1 | 28 | 13 | | 23.5 | 31.919 | 7.72 | 8.18 | 1.23 | 0.97 | 2.13 | 24.4 | 0.009 | 未检出 | 0.007 | 未检出 | 0.002 | 9.9 | 0.01 | 2.496 |
| 2 | 36 | 0.5 | 1520 | 24.3 | 31.969 | 8.03 | 8.18 | 1.16 | 1.02 | 2.12 | 15.4 | 0.010 | 未检出 | 0.008 | 未检出 | 0.001 | 4.5 | 未检出 | 2.501 |
| 3 | 36 | 13 | | 23.5 | 31.819 | 7.77 | 8.18 | 1.18 | 0.79 | 2.12 | 19.8 | 0.010 | 未检出 | 0.025 | 未检出 | 0.003 | 8.9 | 0.01 | 2.486 |
| 4 | 26 | 0.5 | 1542 | 24.2 | 31.790 | 8.00 | 8.18 | 1.18 | 0.88 | 2.12 | 12.1 | 0.012 | 未检出 | 0.034 | 未检出 | 0.002 | 5.4 | 0.01 | 2.484 |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 备注 | 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1f 海水化学观测数据报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 层次/m | 采样时间/(时、分) | 铜/($\mu\text{g/L}$) | 铅/($\mu\text{g/L}$) | 锌/($\mu\text{g/L}$) | 镉/($\mu\text{g/L}$) | 铬/($\mu\text{g/L}$) | 汞/($\mu\text{g/L}$) | 砷/($\mu\text{g/L}$) | 石油类/($\mu\text{g/L}$) | 银/($\mu\text{g/L}$) | 锰/($\mu\text{g/L}$) | 硼/(mg/L) | BOD ₅ /(mg/L) |
|-------|----|------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 | 41 | 0.5 | 0924 | 0.0558 | 1.03 | 1.54 | 0.691 | 0.680 | 0.026 | 1.6 | 20.8 | 0.797 | 0.484 | 4.17 | 1.29 |
| 2 | 41 | 11 | | 0.0586 | 0.583 | 1.65 | 0.294 | 0.483 | 0.037 | 1.6 | | 0.483 | 1.01 | 4.11 | 0.96 |
| 3 | 39 | 0.5 | 1004 | 0.0811 | 0.575 | 1.89 | 0.275 | 0.388 | 0.023 | 1.5 | 16.7 | 0.391 | 0.243 | 4.07 | 0.62 |
| 4 | 39 | 12 | | 0.201 | 0.583 | 1.31 | 0.237 | 0.388 | 0.032 | 1.4 | | 0.354 | 0.220 | 3.94 | 1.12 |
| 5 | 20 | 0.5 | 1020 | 0.212 | 0.692 | 1.85 | 0.238 | 0.469 | 0.020 | 1.4 | 13.5 | 0.316 | 0.106 | 4.65 | 1.00 |
| 6 | 20 | 13 | | 0.686 | 0.402 | 1.69 | 0.192 | 0.544 | 0.033 | 1.6 | | 0.275 | 0.0656 | 5.25 | 1.26 |
| 7 | 45 | 0.5 | 1055 | 1.02 | 0.504 | 2.22 | 0.143 | 0.411 | 0.022 | 1.4 | 15.0 | 0.277 | 0.140 | 5.17 | 1.09 |
| 8 | 45 | 13 | | 1.16 | 0.483 | 2.24 | 0.223 | 0.434 | 0.039 | 1.5 | | 0.301 | 0.266 | 4.44 | 0.79 |
| 9 | 46 | 0.5 | 1106 | 1.62 | 0.764 | 3.55 | 0.135 | 0.436 | 0.020 | 1.4 | 13.2 | 0.282 | 0.318 | 5.23 | 0.83 |
| 10 | 46 | 13 | | 1.52 | 0.878 | 3.21 | 0.270 | 0.571 | 0.041 | 1.7 | | 0.281 | 0.325 | 5.67 | 0.55 |
| 11 | 43 | 0.5 | 1136 | 1.83 | 0.495 | 1.70 | 0.205 | 0.532 | 0.016 | 1.4 | 18.4 | 0.273 | 0.157 | 6.26 | 0.98 |
| 12 | 43 | 13 | | 1.70 | 0.662 | 2.38 | 0.257 | 0.429 | 0.030 | 1.7 | | 0.279 | 0.429 | 4.86 | 1.08 |
| 13 | 37 | 0.5 | 1204 | 1.91 | 1.82 | 2.08 | 0.380 | 0.483 | 0.017 | 1.3 | 12.0 | 0.251 | 0.390 | 5.32 | 0.82 |
| 14 | 37 | 10 | | 1.04 | 0.425 | 1.82 | 0.0881 | 0.373 | 0.038 | 1.4 | | 0.310 | 0.234 | 4.04 | 0.59 |
| 15 | 37 | 17 | | 1.22 | 1.21 | 2.23 | 0.663 | 0.310 | 0.025 | 1.4 | | 0.242 | 0.278 | 4.17 | 0.63 |
| 16 | 21 | 0.5 | 1220 | 1.11 | 0.377 | 1.47 | 0.121 | 0.381 | 0.030 | 1.3 | 18.8 | 0.218 | 0.977 | 3.86 | 0.53 |
| 17 | 21 | 10 | | 0.991 | 0.372 | 1.01 | 0.0446 | 0.299 | 0.033 | 1.3 | | 0.195 | 0.621 | 4.61 | 0.74 |
| 18 | 21 | 17 | | 0.856 | 0.748 | 1.41 | 0.0146 | 0.344 | 0.030 | 1.4 | | 0.202 | 0.816 | 4.44 | 0.88 |
| 19 | 47 | 0.5 | 1251 | 0.914 | 0.394 | 2.39 | 0.0356 | 0.331 | 0.027 | 1.3 | 12.7 | 0.177 | 1.13 | 4.63 | 0.99 |
| 20 | 47 | 10 | | 1.80 | 0.335 | 2.29 | 0.0764 | 0.438 | 0.027 | 1.3 | | 0.167 | 1.31 | 5.00 | 0.98 |
| 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1g 海水化学观测数据报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 层次 /m | 采样时间 / (时、分) | 铜 / (μg/L) | 铅 / (μg/L) | 锌 / (μg/L) | 镉 / (μg/L) | 铬 / (μg/L) | 汞 / (μg/L) | 砷 / (μg/L) | 石油类 / (μg/L) | 银 / (μg/L) | 锰 / (μg/L) | 硼 / (mg/L) | BOD ₅ / (mg/L) |
|-------|----|-------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|---------------------------|
| 1 | 47 | 19 | | 1.82 | 0.435 | 2.06 | 0.0338 | 0.389 | 0.038 | 1.3 | | 0.183 | 1.62 | 4.92 | 0.94 |
| 2 | 42 | 0.5 | 1307 | 1.76 | 0.348 | 2.44 | 0.0948 | 0.420 | 0.026 | 1.3 | 14.2 | 0.183 | 1.68 | 5.21 | 0.99 |
| 3 | 42 | 10 | | 1.53 | 0.682 | 1.68 | 0.0961 | 0.344 | 0.019 | 1.3 | | 0.172 | 1.60 | 5.27 | 0.84 |
| 4 | 42 | 19 | | 1.66 | 0.638 | 1.77 | 0.0146 | 0.405 | 0.030 | 1.3 | | 0.191 | 1.49 | 5.80 | 0.89 |
| 5 | 34 | 0.5 | 1402 | 1.81 | 0.636 | 2.45 | 0.0547 | 0.424 | 0.027 | 1.3 | 16.9 | 0.195 | 2.01 | 5.48 | 1.03 |
| 6 | 34 | 10 | | 1.93 | 0.413 | 1.44 | 0.0271 | 0.581 | 0.018 | 1.3 | | 0.167 | 2.12 | 6.01 | 0.82 |
| 7 | 34 | 18 | | 2.34 | 0.447 | 2.91 | 0.110 | 0.496 | 0.020 | 1.3 | | 0.163 | 4.92 | 5.23 | 0.90 |
| 8 | 25 | 0.5 | 1456 | 2.12 | 0.405 | 3.34 | 0.0814 | 0.340 | 0.029 | 1.3 | 21.1 | 0.171 | 2.51 | 4.30 | 1.15 |
| 9 | 25 | 10 | | 2.21 | 0.474 | 1.78 | 0.0597 | 0.371 | 0.033 | 1.3 | | 0.184 | 2.43 | 4.84 | 1.15 |
| 10 | 25 | 15 | | 1.42 | 0.752 | 1.70 | 0.0146 | 0.306 | 0.034 | 1.4 | | 0.128 | 2.74 | 4.15 | 0.14 |
| 11 | 19 | 0.5 | 1532 | 1.50 | 0.351 | 1.45 | 0.0173 | 0.330 | 0.019 | 1.3 | 23.2 | 0.175 | 2.49 | 4.57 | 1.75 |
| 12 | 19 | 11 | | 1.61 | 0.108 | 1.86 | 0.0173 | 0.251 | 0.026 | 1.4 | | 0.146 | 2.39 | 4.30 | 2.18 |
| 13 | 24 | 0.5 | 1626 | 5.23 | 0.210 | 5.02 | 0.0480 | 0.307 | 0.020 | 1.2 | 19.7 | 0.440 | 3.59 | 4.29 | 2.38 |
| 14 | 24 | 10 | | 1.43 | 0.352 | 1.52 | 0.0446 | 0.369 | 0.030 | 1.3 | | 0.231 | 4.15 | 4.34 | 1.29 |
| 15 | 23 | 0.5 | 0843 | 1.62 | 0.116 | 3.13 | 0.0814 | 0.439 | 0.021 | 1.3 | 18.3 | 0.217 | 4.20 | 4.05 | 1.00 |
| 16 | 29 | 0.5 | 0915 | 1.59 | 0.0994 | 1.89 | 0.0346 | 0.441 | 0.018 | 1.1 | 16.9 | 0.198 | 2.95 | 3.69 | 0.82 |
| 17 | 18 | 0.5 | 0932 | 1.76 | 0.0557 | 1.76 | 0.0814 | 0.414 | 0.021 | 1.4 | 19.0 | 0.161 | 2.89 | 3.50 | 1.03 |
| 18 | 13 | 0.5 | 1009 | 1.87 | 0.116 | 1.12 | 0.0630 | 0.313 | 0.027 | 1.3 | 21.9 | 0.151 | 2.30 | 3.55 | 0.93 |
| 19 | 3 | 0.5 | 1102 | 3.44 | 0.198 | 2.97 | 0.0964 | 0.302 | 0.019 | 1.1 | 19.7 | 0.110 | 3.23 | 3.77 | 0.93 |
| 20 | 3 | 10 | | 2.05 | 0.0932 | 1.39 | 0.0346 | 0.341 | 0.040 | 1.2 | | 0.127 | 3.33 | 3.77 | 0.42 |
| 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1h 海水化学观测数据报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 层次/m | 采样时间/(时、分) | 铜/($\mu\text{g/L}$) | 铅/($\mu\text{g/L}$) | 锌/($\mu\text{g/L}$) | 镉/($\mu\text{g/L}$) | 铬/($\mu\text{g/L}$) | 汞/($\mu\text{g/L}$) | 砷/($\mu\text{g/L}$) | 石油类/($\mu\text{g/L}$) | 银/($\mu\text{g/L}$) | 锰/($\mu\text{g/L}$) | 硼/(mg/L) | BOD ₅ /(mg/L) |
|-------|----|------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 0.5 | 1112 | 2.10 | 0.0596 | 2.16 | 0.0948 | 0.299 | 0.027 | 1.2 | 18.9 | 0.116 | 1.81 | 3.80 | 0.82 |
| 2 | 2 | 11 | | 2.10 | 0.0267 | 1.55 | 0.0781 | 0.221 | 0.035 | 1.3 | | 0.120 | 1.78 | 4.48 | 0.52 |
| 3 | 1 | 0.5 | 1138 | 2.03 | 0.108 | 1.59 | 0.0647 | 0.184 | 0.023 | 1.2 | 20.3 | 0.086 | 1.73 | 3.34 | 0.84 |
| 4 | 1 | 10 | | 2.26 | 0.0368 | 1.17 | 0.0881 | 0.289 | 0.044 | 1.2 | | 0.101 | 1.74 | 3.59 | 0.72 |
| 5 | 11 | 0.5 | 1155 | 2.44 | 0.303 | 2.43 | 0.0814 | 0.159 | 0.025 | 1.1 | 24.0 | 0.120 | 1.87 | 3.86 | 0.94 |
| 6 | 10 | 0.5 | 1226 | 2.58 | 0.105 | 2.26 | 0.0781 | 0.195 | 0.031 | 1.2 | 21.7 | 0.108 | 2.21 | 2.96 | 0.77 |
| 7 | 30 | 0.5 | 1235 | 2.41 | 0.0568 | 2.29 | 0.0697 | 0.208 | 0.040 | 1.1 | 19.3 | 0.0894 | 2.38 | 3.42 | 0.51 |
| 8 | 48 | 0.5 | 1250 | 2.44 | 0.199 | 1.52 | 0.0730 | 0.218 | 0.013 | 1.0 | 18.3 | 0.117 | 2.07 | 3.17 | 0.38 |
| 9 | 6 | 0.5 | 1314 | 2.42 | 0.0605 | 2.15 | 0.0697 | 0.110 | 0.018 | 1.1 | 22.8 | 0.120 | 2.45 | 3.44 | 0.78 |
| 10 | 6 | 11 | | 2.48 | 0.0713 | 1.14 | 0.0647 | 0.239 | 0.025 | 1.1 | | 0.103 | 3.19 | 3.98 | 0.77 |
| 11 | 7 | 0.5 | 1338 | 3.99 | 0.127 | 3.51 | 0.155 | 0.971 | 0.020 | 1.0 | 21.2 | 0.262 | 7.83 | 3.50 | 0.13 |
| 12 | 7 | 13 | | 3.06 | 0.0732 | 2.69 | 0.0998 | 0.814 | 0.023 | 1.0 | | 0.147 | 13.2 | 3.54 | 0.30 |
| 13 | 44 | 0.5 | 1447 | 2.24 | 0.104 | 2.79 | 0.135 | 1.22 | 0.032 | 1.0 | 18.6 | 0.0989 | 11.2 | 3.57 | 1.10 |
| 14 | 31 | 0.5 | 1454 | 2.56 | 0.0434 | 2.45 | 0.0852 | 1.33 | 0.028 | 1.1 | 17.1 | 0.0859 | 12.9 | 3.44 | 1.16 |
| 15 | 5 | 0.5 | 1517 | 1.80 | 0.0561 | 1.18 | 0.0831 | 0.428 | 0.029 | 1.1 | 21.3 | 0.0687 | 5.66 | 3.80 | 0.98 |
| 16 | 5 | 11 | | 2.43 | 0.107 | 2.74 | 0.170 | 0.486 | 0.031 | 1.2 | | 0.0707 | 12.4 | 3.34 | 1.02 |
| 17 | 4 | 0.5 | 1555 | 2.16 | 0.0785 | 1.68 | 0.200 | 0.974 | 0.024 | 1.1 | 19.0 | 0.0650 | 10.0 | 3.50 | 2.32 |
| 18 | 12 | 0.5 | 1635 | 2.27 | 0.0941 | 2.04 | 0.0981 | 0.389 | 0.023 | 1.1 | 18.7 | 0.0676 | 6.24 | 2.96 | 1.74 |
| 19 | 12 | 13 | | 1.96 | 0.0559 | 1.51 | 0.0797 | 0.349 | 0.024 | 1.1 | | 0.0580 | 4.26 | 3.34 | 0.76 |
| 20 | 8 | 0.5 | 1652 | 1.82 | 0.0930 | 3.73 | 0.0948 | 0.361 | 0.018 | 1.2 | 26.6 | 0.0829 | 2.82 | 3.09 | 0.92 |
| 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1i 海水化学观测数据报表 (监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日)

| 序号 | 站号 | 层次 /m | 采样时间 / (时、分) | 铜 / (μg/L) | 铅 / (μg/L) | 锌 / (μg/L) | 镉 / (μg/L) | 铬 / (μg/L) | 汞 / (μg/L) | 砷 / (μg/L) | 石油类 / (μg/L) | 银 / (μg/L) | 锰 / (μg/L) | 硼 / (mg/L) | BOD ₅ / (mg/L) |
|-------|----|-------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|---------------------------|
| 1 | 8 | 10 | | 1.75 | 0.0829 | 2.98 | 0.0964 | 0.282 | 0.025 | 1.6 | | 0.0661 | 1.92 | 2.79 | 0.84 |
| 2 | 8 | 17 | | 1.78 | 0.0368 | 1.68 | 0.0647 | 0.272 | 0.027 | 1.1 | | 0.0534 | 2.04 | 3.80 | 1.03 |
| 3 | 40 | 0.5 | 1712 | 1.35 | 0.0335 | 1.07 | 0.0547 | 0.220 | 0.023 | 1.2 | 21.3 | 0.0560 | 1.75 | 3.38 | 0.99 |
| 4 | 9 | 0.5 | 1740 | 1.42 | 0.0932 | 1.90 | 0.0246 | 0.109 | 0.028 | 1.2 | 23.3 | 0.0485 | 1.02 | 2.77 | 1.35 |
| 5 | 9 | 11 | | 1.27 | 0.0184 | 1.00 | 0.0074 | 0.127 | 0.029 | 1.2 | | 0.0485 | 1.41 | 2.79 | 0.63 |
| 6 | 16 | 0.5 | 0916 | 1.33 | 0.0362 | 1.79 | 0.0547 | 0.238 | 0.022 | 1.2 | 19.5 | 0.0461 | 4.11 | 2.42 | 0.88 |
| 7 | 15 | 0.5 | 1013 | 1.34 | 0.0559 | 1.54 | 0.155 | 0.113 | 0.020 | 1.1 | 17.1 | 0.0496 | 3.01 | 3.31 | 0.69 |
| 8 | 15 | 10 | | 1.40 | 0.0208 | 1.24 | 0.0496 | 0.178 | 0.020 | 1.3 | | 0.0336 | 4.76 | 3.17 | 0.55 |
| 9 | 15 | 15 | | 1.53 | 0.0370 | 1.41 | 0.0251 | 0.322 | 0.016 | 1.2 | | 0.0419 | 4.35 | 2.90 | 0.65 |
| 10 | 22 | 0.5 | 1110 | 1.33 | 0.0342 | 1.80 | 0.0480 | 0.224 | 0.023 | 1.1 | 22.3 | 0.0487 | 2.52 | 2.88 | 0.71 |
| 11 | 33 | 0.5 | 1142 | 1.45 | 0.0605 | 1.40 | 0.0881 | 0.041 | 0.025 | 1.2 | 18.4 | 0.0576 | 2.61 | 2.98 | 0.75 |
| 12 | 33 | 12 | | 1.29 | 0.0535 | 1.67 | 0.0664 | 0.129 | 0.026 | 1.2 | | 0.0546 | 3.66 | 3.17 | 0.58 |
| 13 | 38 | 0.5 | 1236 | 1.49 | 0.0261 | 2.14 | 0.131 | 0.270 | 0.020 | 1.3 | 14.1 | 0.0557 | 2.19 | 3.46 | 1.77 |
| 14 | 35 | 0.5 | 1250 | 1.47 | 0.0296 | 2.51 | 0.0836 | 0.253 | 0.030 | 1.2 | 23.0 | 0.0438 | 3.36 | 3.25 | 0.58 |
| 15 | 32 | 0.5 | | 1.21 | 0.0471 | 2.10 | 0.0364 | 0.070 | 0.021 | 1.1 | 20.6 | 0.0549 | 1.93 | 3.32 | 0.69 |
| 16 | 17 | 0.5 | 1322 | 1.15 | 0.0078 | 1.76 | 0.115 | 0.115 | 0.020 | 1.4 | 19.1 | 0.0311 | 1.15 | 3.40 | 1.04 |
| 17 | 14 | 0.5 | 1351 | 1.18 | 0.0526 | 1.80 | 0.0446 | 0.017 | 0.028 | 1.4 | 20.9 | 0.0300 | 0.843 | 2.84 | 0.87 |
| 18 | 27 | 0.5 | 1428 | 1.26 | <0.004 | 1.54 | 0.0145 | 0.082 | 0.016 | 1.2 | 14.7 | 0.0162 | 0.742 | 3.27 | 0.55 |
| 19 | 27 | 11 | | 1.14 | 0.0513 | 1.37 | 0.0563 | 0.120 | 0.017 | 1.3 | | 0.0282 | 1.05 | 3.48 | 0.41 |
| 20 | 28 | 0.5 | 1457 | 1.26 | 0.0447 | 1.87 | 0.0463 | 0.168 | 0.021 | 1.7 | 16.0 | 0.0243 | 0.803 | 3.17 | 1.22 |
| 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 1j 海水化学观测数据报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 层次 /m | 采样时间 / (时、分) | 铜 / (μg/L) | 铅 / (μg/L) | 锌 / (μg/L) | 镉 / (μg/L) | 铬 / (μg/L) | 汞 / (μg/L) | 砷 / (μg/L) | 石油类 / (μg/L) | 银 / (μg/L) | 锰 / (μg/L) | 硼 / (mg/L) | BOD ₅ / (mg/L) |
|-------|----|-------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|---------------------------|
| 1 | 28 | 13 | | 1.17 | <0.004 | 1.79 | 0.0747 | 0.047 | 0.024 | 1.3 | | 0.0190 | 0.427 | 2.65 | 0.63 |
| 2 | 36 | 0.5 | 1520 | 1.17 | 0.0157 | 1.49 | 0.0446 | 0.047 | 0.019 | 1.2 | 17.0 | 0.0181 | 0.985 | 2.96 | 2.22 |
| 3 | 36 | 13 | | 0.891 | 0.0415 | 1.14 | 0.0747 | 0.088 | 0.026 | 1.3 | | 0.0251 | 0.963 | 2.44 | 0.79 |
| 4 | 26 | 0.5 | 1542 | 0.970 | 0.0757 | 1.50 | 0.0814 | 0.051 | 0.027 | 1.1 | 15.4 | 0.0128 | 0.566 | 2.69 | 0.62 |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 春季大面站 | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 2a 海洋浅海沉积物分析结果报表 (监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日)⁷

| 序号 | 站号 | 采样层次 (cm) | pH | 氧化还原电位/mv | 硫化物 /10 ⁻⁶ | 铜 /10 ⁻⁶ | 铅 /10 ⁻⁶ | 锌 /10 ⁻⁶ | 镉 /10 ⁻⁶ | 铬 /10 ⁻⁶ | 石油类 /10 ⁻⁶ | 砷 /10 ⁻⁶ | 汞 /10 ⁻⁶ | 锰 /10 ⁻⁶ | 有机碳 /10 ⁻² | 粒度 M _{dφ} | 含水率 % |
|----|------|-----------|------|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------|
| 1 | 02 | 0.5 | 7.55 | 115.3 | 314 | 24.7 | 35.4 | 88.2 | 0.110 | 28.6 | 29.1 | 14.9 | 0.141 | 770 | 1.24 | 7.50 | 44.6 |
| 2 | 04 | 0.5 | 7.39 | 169.2 | 22.4 | 11.3 | 41.4 | 70.2 | 0.0478 | 12.7 | 24.4 | 12.8 | 0.083 | 999 | 0.16 | 2.35 | 18.5 |
| 3 | 05 | 0.5 | 7.43 | 66.1 | 53.6 | 19.5 | 12.8 | 42.4 | 0.202 | 15.4 | 20.2 | 4.2 | 0.084 | 370 | 0.48 | 3.41 | 24.8 |
| 4 | 07 | 0.5 | 7.64 | 68.3 | 28.0 | 5.35 | 13.0 | 42.4 | 0.0300 | 14.1 | 44.9 | 7.9 | 0.112 | 421 | 0.28 | 2.65 | 24.8 |
| 5 | 09 | 0.5 | 7.6 | 364 | 108 | 18.0 | 22.9 | 75.9 | 0.110 | 23.1 | 27.5 | 9.9 | 0.102 | 771 | 0.83 | 4.92 | 31.0 |
| 6 | 11 | 0.5 | 7.56 | 351.2 | 23.3 | 10.8 | 23.1 | 57.6 | 0.121 | 13.2 | 22.4 | 14.7 | 0.111 | 1674 | 1.02 | 2.83 | 27.1 |
| 7 | 14 | 0.5 | 7.44 | 176.5 | 42.9 | 19.1 | 25.5 | 63.1 | 0.0807 | 12.0 | 16.7 | 9.1 | 0.092 | 512 | 0.44 | 6.77 | 44.9 |
| 8 | 16 | 0.5 | 7.37 | 28.6 | <4.0 | 3.19 | 6.74 | 26.0 | 0.0237 | 3.97 | 13.2 | 8.9 | 0.051 | 546 | 0.17 | -0.22 | 17.1 |
| 9 | 17 | 0.5 | 7.35 | 275.3 | 50.7 | 9.71 | 16.0 | 43.3 | 0.0429 | 8.44 | 11.6 | 6.5 | 0.071 | 552 | 0.31 | 3.54 | 31.9 |
| 10 | 19 | 0.5 | 7.17 | 143.4 | 86.5 | 13.8 | 16.8 | 51.1 | 0.0681 | 8.01 | 19.1 | 9.7 | 0.109 | 473 | 0.18 | 6.25 | 37.8 |
| 11 | 21 | 0.5 | 7.5 | 130.9 | 77.8 | 27.7 | 26.0 | 56.7 | 0.0545 | 12.1 | 33.7 | 11.0 | 0.179 | 388 | 0.90 | 6.96 | 57.8 |
| 12 | 23 | 0.5 | 7.23 | 134.9 | 28.2 | 19.9 | 33.0 | 76.8 | 0.0952 | 37.9 | 20.8 | 3.5 | 0.058 | 476 | 1.24 | 3.21 | 26.4 |
| 13 | 24 | 0.5 | 7.43 | 187.9 | 147 | 6.59 | 11.0 | 33.4 | 0.0632 | 5.33 | 15.1 | 11.1 | 0.100 | 335 | 0.46 | 6.92 | 48.2 |
| 14 | 25 | 0.5 | 7.38 | 107.1 | 96.5 | 21.2 | 32.0 | 69.4 | 0.118 | 16.0 | 23.3 | 11.1 | 0.132 | 464 | 1.09 | 6.99 | 49.3 |
| 15 | 26 | 0.5 | 7.55 | 176.6 | 150 | 17.6 | 33.3 | 69.0 | 0.106 | 34.9 | 29.0 | 10.0 | 0.122 | 501 | 1.21 | 4.61 | 53.1 |
| 16 | 28 | 0.5 | 7.42 | 177.5 | 520 | 6.8 | 13.0 | 28.3 | 0.0610 | 11.3 | 11.9 | 11.6 | 0.125 | 195 | 0.95 | 6.91 | 51.4 |
| 17 | 31 | 0.5 | 7.53 | 124.9 | 170 | 19.8 | 34.1 | 74.4 | 0.120 | 12.3 | 16.4 | 9.9 | 0.095 | 489 | 1.26 | 3.98 | 49.6 |
| 18 | 33 | 0.5 | 7.5 | 173.8 | 131 | 10.4 | 12.3 | 42.7 | 0.0888 | 9.74 | 11.1 | 4.3 | 0.041 | 426 | 0.29 | 2.51 | 49.6 |
| 备注 | 春季航次 | | | | | | | | | | | | | | | | |

⁷ 来源: 自然资源部第三海洋研究所海洋监测技术中心. 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查.

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 2b 海洋浅海沉积物分析结果报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 采样层次 (cm) | pH | 氧化还原电位/mv | 硫化物 /10 ⁻⁶ | 铜 /10 ⁻⁶ | 铅 /10 ⁻⁶ | 锌 /10 ⁻⁶ | 镉 /10 ⁻⁶ | 铬 /10 ⁻⁶ | 石油类 /10 ⁻⁶ | 砷 /10 ⁻⁶ | 汞 /10 ⁻⁶ | 锰 /10 ⁻⁶ | 有机碳 /10 ⁻² | 粒度 M _{dφ} | 含水率 % |
|----|------|-----------|------|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------|
| 1 | 34 | 0.5 | 7.51 | 118.1 | 124 | 4.27 | 7.75 | 21.0 | 0.0514 | 7.28 | 20.7 | 11.2 | 0.062 | 319 | 0.29 | 7.19 | 52.2 |
| 2 | 35 | 0.5 | 7.56 | 374.3 | 65.9 | 19.1 | 35.0 | 81.1 | 0.144 | 21.2 | 13.4 | 9.2 | 0.078 | 463 | 1.08 | 6.15 | 28.5 |
| 3 | 40 | 0.5 | 7.68 | 361 | <4.0 | 16.5 | 27.3 | 63.3 | 0.102 | 17.5 | 25.7 | 10.3 | 0.066 | 636 | 0.78 | 4.28 | 28.5 |
| 4 | 42 | 0.5 | 7.55 | 329.7 | 118 | 12.4 | 19.8 | 52.0 | 0.0971 | 9.75 | 42.8 | 8.3 | 0.107 | 318 | 0.78 | 7.11 | 31.0 |
| 5 | 46 | 0.5 | 7.45 | 336 | 91.5 | 16.2 | 30.0 | 70.1 | 0.0933 | 37.4 | 21.3 | 11.1 | 0.072 | 466 | 1.03 | 7.19 | 50.8 |
| 6 | 48 | 0.5 | 7.32 | 358.5 | 78.7 | 18.6 | 34.4 | 74.5 | 0.108 | 28.2 | 27.3 | 6.4 | 0.044 | 497 | 1.25 | 3.71 | 33.8 |
| 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 备注 | 春季航次 | | | | | | | | | | | | | | | | |

防城港核电站 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告表

附表 2c 海洋浅海沉积物分析结果报表（监测日期 2018 年 4 月 19 日至 4 月 21 日）

| 序号 | 站号 | 采样时间 | pH | 氧化还原电位/mv | 硫化物 /10 ⁻⁶ | 铜 /10 ⁻⁶ | 铅 /10 ⁻⁶ | 锌 /10 ⁻⁶ | 镉 /10 ⁻⁶ | 铬 /10 ⁻⁶ | 石油类 /10 ⁻⁶ | 砷 /10 ⁻⁶ | 汞 /10 ⁻⁶ | 锰 /10 ⁻⁶ | 有机碳 /10 ⁻² | 粒度 Mdφ | 含水率/% |
|------|-----|------|----|-----------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|--------|-------|
| 1 | 1-2 | 0.5 | - | - | 35.1 | 1.75 | 2.81 | 8.08 | 0.0508 | 1.82 | 17.7 | 2.4 | 0.020 | 40.3 | 0.24 | 2.27 | 18.2 |
| 2 | 1-4 | 0.5 | - | - | 46.3 | 2.67 | 3.35 | 13.4 | 0.0565 | 2.65 | 14.8 | 3.2 | 0.034 | 68.3 | 0.35 | 3.13 | 18.4 |
| 3 | 1-5 | 0.5 | - | - | 115 | 3.77 | 8.95 | 40.0 | 0.0516 | 2.23 | 33.3 | 5.3 | 0.047 | 652 | 0.22 | 2.87 | 17.3 |
| 4 | 2-1 | 0.5 | - | - | 14.2 | 1.65 | 3.41 | 14.5 | 0.0587 | 1.35 | 12.2 | 2.9 | 0.035 | 77.6 | 0.03 | 3.44 | 18.8 |
| 5 | 2-2 | 0.5 | - | - | <4.0 | 3.22 | 4.78 | 22.6 | 0.0928 | 2.13 | 10.3 | 6.2 | 0.056 | 196 | 0.23 | 2.57 | 4.3 |
| 6 | 2-5 | 0.5 | - | - | 35.4 | 2.77 | 4.83 | 23.9 | 0.0539 | 4.18 | 19.4 | 3.0 | 0.028 | 159 | 0.07 | 2.55 | 21.5 |
| 7 | 3-2 | 0.5 | - | - | 78.1 | 6.11 | 6.34 | 17.1 | 0.0876 | 7.19 | 19.7 | 4.6 | 0.033 | 114 | 0.54 | 2.59 | 23.0 |
| 8 | 3-3 | 0.5 | - | - | 185 | 1.65 | 1.58 | 9.84 | 0.0431 | 1.87 | 15.9 | 2.5 | 0.034 | 26.2 | 0.24 | 2.54 | 20.5 |
| 9 | 3-4 | 0.5 | - | - | 36.0 | 2.38 | 2.86 | 10.5 | 0.0433 | 1.75 | 16.9 | 2.5 | 0.054 | 35.9 | 0.17 | 2.71 | 19.2 |
| 10 | 3-5 | 0.5 | - | - | 41.4 | 2.27 | 3.17 | 10.7 | 0.0326 | 1.75 | 26.2 | 3.1 | 0.022 | 49.1 | 0.22 | 2.56 | 17.8 |
| 11 | 4-3 | 0.5 | - | - | 61.1 | 1.59 | 2.11 | 7.78 | 0.0241 | 1.04 | 15.4 | 1.8 | 0.033 | 38.0 | 0.08 | 2.50 | 27.4 |
| 12 | 4-4 | 0.5 | - | - | 46.5 | 1.38 | 1.90 | 6.33 | 0.0217 | 1.74 | 12.0 | 1.9 | 0.047 | 27.7 | 0.05 | 2.30 | 17.5 |
| 13 | 4-5 | 0.5 | - | - | 40.5 | 1.36 | 1.97 | 6.04 | 0.0257 | 2.11 | 34.8 | 3.3 | 0.116 | 26.7 | 0.12 | 2.53 | 20.8 |
| 14 | 5-2 | 0.5 | - | - | 33.8 | 1.19 | 1.56 | 5.40 | 0.0203 | 2.01 | 20.6 | 3.0 | 0.025 | 48.1 | 0.04 | 1.90 | 19.0 |
| 15 | 5-3 | 0.5 | - | - | 16.9 | 2.16 | 2.55 | 9.74 | 0.0238 | 2.67 | 14.6 | 3.6 | 0.035 | 60.9 | 0.41 | 2.45 | 15.8 |
| 16 | 5-5 | 0.5 | - | - | <4.0 | 1.08 | 2.49 | 8.02 | 0.0165 | 1.18 | 24.1 | 3.0 | 0.025 | 41.6 | 0.15 | 2.33 | 16.5 |
| 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 春季航次 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

附件

附件 1 委托书

委托书

中国科学院南海海洋研究所：

兹委托贵单位开展《防城港核电厂 3、4 号机组冷源改进工程海域使用论证报告》编制及相关工作。请贵单位按照相关法律法规、技术标准和规范开展工作，保质保量完成任务。

特此委托！

深圳中广核工程设计有限公司

日期：2021 年 3 月 11 日



附件 2 防城港核电站一期用海海域使用权证书

(国海证 111100109 号)

附件6

国海证 111100109 号
Certificate No.

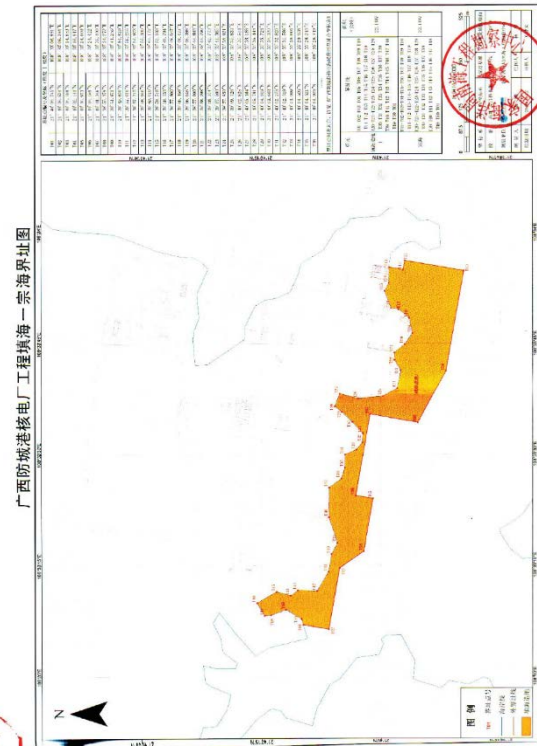
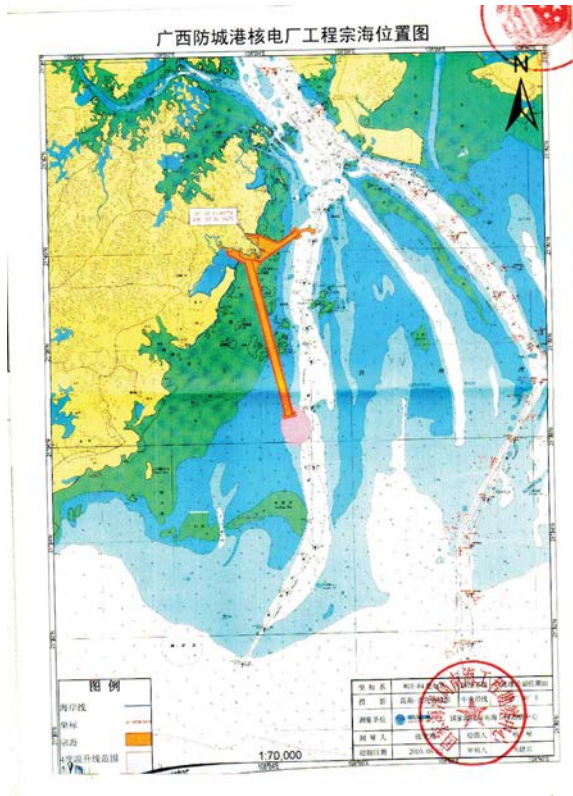
中华人民共和国
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

海域使用权证书 SEA AREA USE CERTIFICATE

国家海洋局印制
State Oceanic Administration

| | | | |
|--|------------------------|---------------------------|----|
| 海域使用权人 Owner of the Sea Area Use Right | 广西防城港核电有限公司 | | |
| 地址 Address | 广西防城港市港口区渔湾路建行大厦 | | |
| 项目名称 Project Title | 广西防城港核电项目 | | |
| 项目性质 Project Character | 经营性 | | |
| 用海类型 Types of Sea Area Use | 一级类 I-Class Type | 工业用海 | |
| | 二级类 II-Class Type | 电力工业用海 | |
| 宗海面积 Area of Sea Plot | 22.1487 公顷 | 海域等级 Grade of Sea Area | 五等 |
| | 建设填海造地 22.1487 公顷(ha.) | | |
| 用海方式 Sea Use Pattern | 公顷(ha.) | | |
| | 公顷(ha.) | | |
| | 公顷(ha.) | | |
| | 公顷(ha.) | | |
| 用海设施和构筑物 Facilities and Structures at Sea | | | |
| 终止日期 Deadline | 2061年11月29日 | | |
| 登记编号 Registration No. | DJ 20110109 | | |

登记机关 (印章)
Registration Authority (Seal)
2011 年 11 月 29 日
Year Month Date



(国海证 111100110 号)

国海证 111100110 号
Certificate No.

中华人民共和国
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

海域使用权证书
SEA AREA USE CERTIFICATE

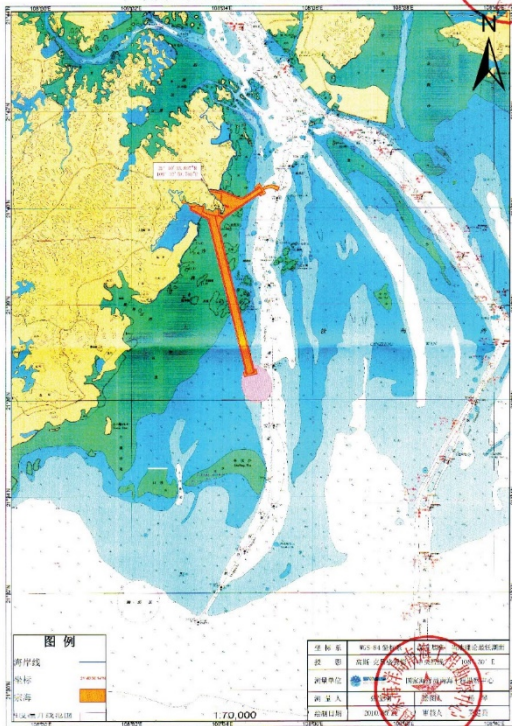
国家海洋局印制
State Oceanic Administration

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------|----------|
| 海域使用权人 Owner of the Sea Area Use Right | | 广西防城港核电有限公司 | |
| 地址 Address | | 广西防城港市港口区渔泥路运行大厦 | |
| 项目名称 Project Title | | 广西防城港核电项目 | |
| 项目性质 Project Character | | 经营性 | |
| 用海类型 Types of Sea Area Use | 一级类 I-Class Type | 工业研究 | |
| | 二级类 II-Class Type | 电力工业用海 | |
| 宗海面积 Area of Sea Plot | 8.3050 公顷 (ha.) | 海域等级 Grade of Sea Area | 三类 |
| | 建设填海造地 | 8.3050 公顷 (ha.) | 公顷 (ha.) |
| 用海方式 Sea Use Pattern | | | 公顷 (ha.) |
| | | | 公顷 (ha.) |
| | | | 公顷 (ha.) |
| 用海设施和构筑物 Facilities and Structures at Sea | | | |
| 终止日期 Deadline | | 2061年11月29日 | |
| 登记编号 Registration No. | | BJ-20110110 | |

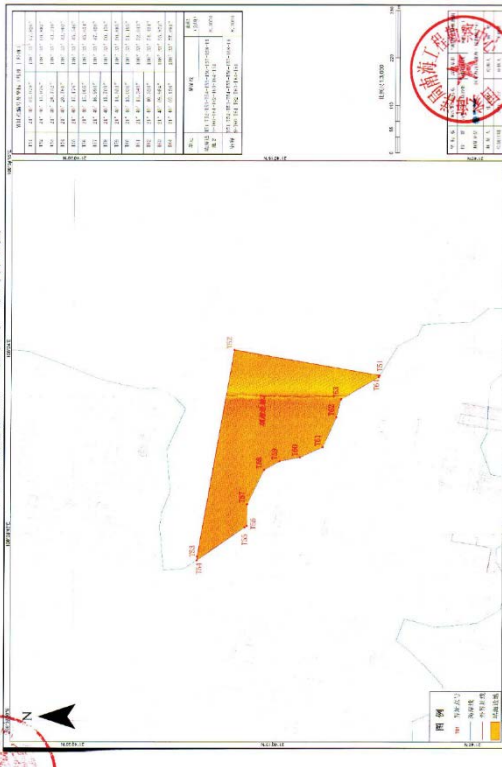
登记机关 (印章)
Registration Authority (Seal)

2011 年 11 月 29 日
Year Month Date

广西防城港核电站工程宗海位置图



广西防城港核电站工程宗海位置图



(国海证 111100111 号)

国海证 111100111 号
Certificate No.

中华人民共和国
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

海域使用权证书
SEA AREA USE CERTIFICATE

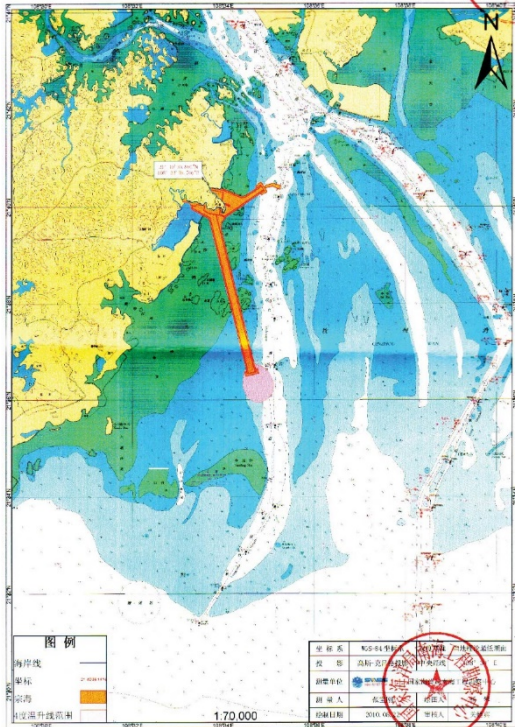
国家海洋局印制
State Oceanic Administration

| | | | |
|--|----------------------------|---------------------------|----------|
| 海域使用权人 Owner of the Sea Area Use Right | 广西防城港核电有限公司 | | |
| 地址 Address | 广西防城港市港口区渔湾路建行大厦 | | |
| 项目名称 Project Title | 广西防城港核电项目 | | |
| 项目性质 Project Character | 工程性 | | |
| 用海类型 Types of Sea Area Use | 一级类 I-Class Type | 工业用海 | |
| | 二级类 II-Class Type | 电力工业用海 | |
| 宗海面积 Area of Sea Plot | 1,762.3 公顷 (ha.) | 海域等别 Grade of Sea Area | 五等 |
| | 建设用海面积 1,162.2 公顷 (ha.) | | |
| 用海方式 Sea Use Pattern | | | 公顷 (ha.) |
| | | | 公顷 (ha.) |
| | | | 公顷 (ha.) |
| 用海设施和构筑物 Facilities and Structures at Sea | | | |
| 终止日期 Deadline | 2011年11月29日 | | |
| 登记编号 Registration No. | 01-20110111 | | |

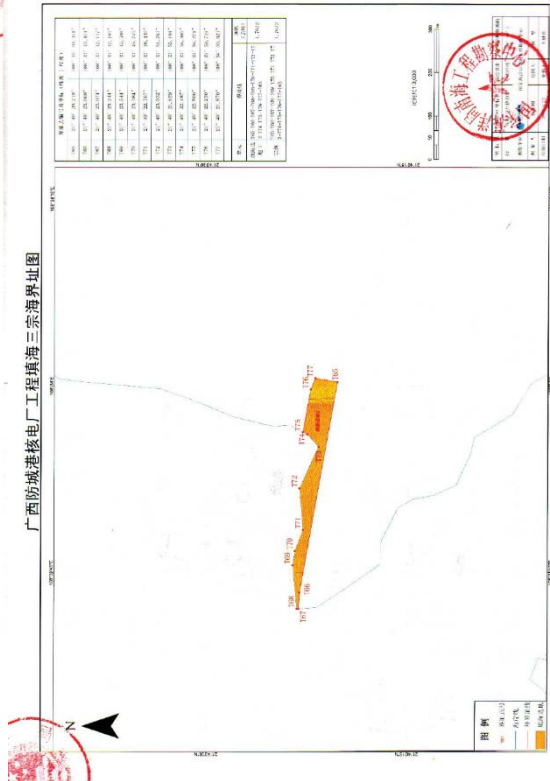
登记机关 (印章)
Registration Authority (Seal)

2011 年 11 月 29 日
Year Month Date

广西防城港核电站工程宗海位置图



广西防城港核电站工程填海三宗海界址图



(国海证 111100112 号)

国海证 111100112 号
Certificate No.

中华人民共和国
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

海域使用权证书
SEA AREA USE CERTIFICATE

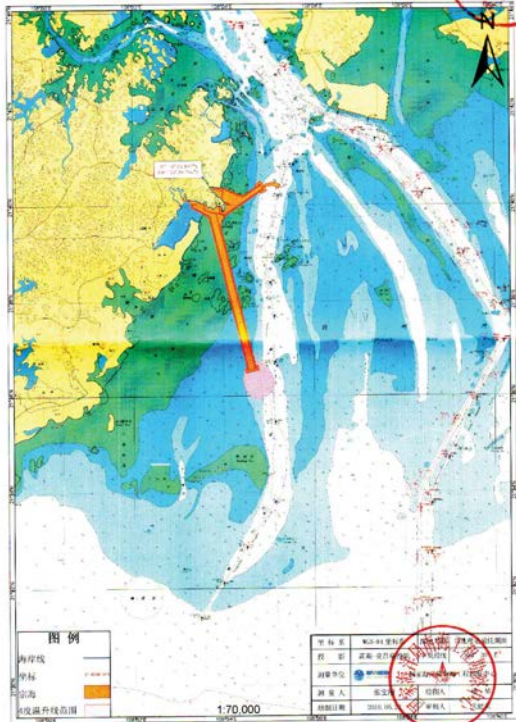
国家海洋局印制
State Oceanic Administration

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------|---------|
| 海域使用权人 Owner of the Sea Area Use Right | 广西防城港核电有限公司 | | |
| 地址 Address | 广西防城港市港口区南湾路建行大厦 | | |
| 项目名称 Project Title | 广西防城港核电项目 | | |
| 项目性质 Project Character | 经营性 | | |
| 用海类型 Types of Sea Area Use | 一类类 I-Class Type | 工业用海 | |
| | 二类类 II-Class Type | 电力工业用海 | |
| 宗海面积 Area of Sea Plot | 99.1658 公顷 (ha.) | 海域等级 Grade of Sea Area | 五等 |
| 用海方式 Sea Use Pattern | 非透水构筑物 | 17.8004 | 公顷(ha.) |
| | 透水构筑物 | 0.7659 | 公顷(ha.) |
| | 取、排水口 | 6.6352 | 公顷(ha.) |
| | 港池、航道 | 0.7636 | 公顷(ha.) |
| 用海设施和构筑物 Facilities and Structures at Sea | 导堤、码头、取水设施 | | |
| 终止日期 Deadline | 2061年11月29日 | | |
| 登记编号 Registration No. | 桂-20110112 | | |

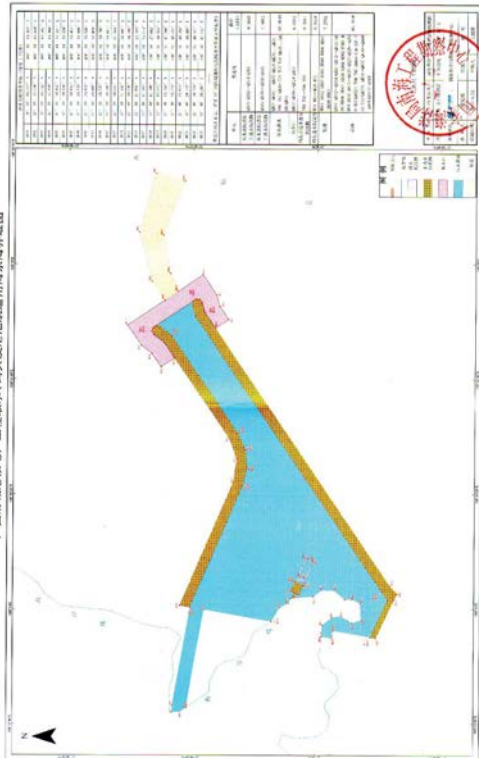
登记机关 (印章)
Registration Authority (Seal)

2011 年 月 29 日
Year Month Date

广西防城港核电站工程宗海位置图



广西防城港核电站工程取水、回水及港池航道用海宗海界址图



(国海证 111100113 号)

国海证 111100113 号
Certificate No.

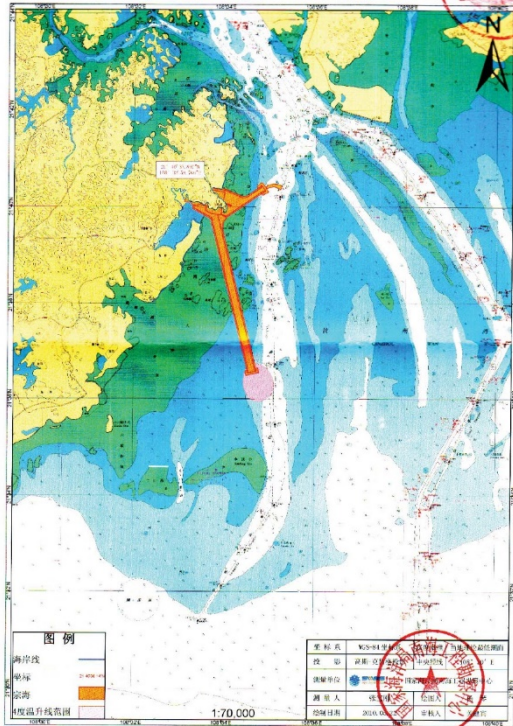
中华人民共和国
THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA
海域使用权证书
SEA AREA USE CERTIFICATE

国家海洋局印制
State Oceanic Administration

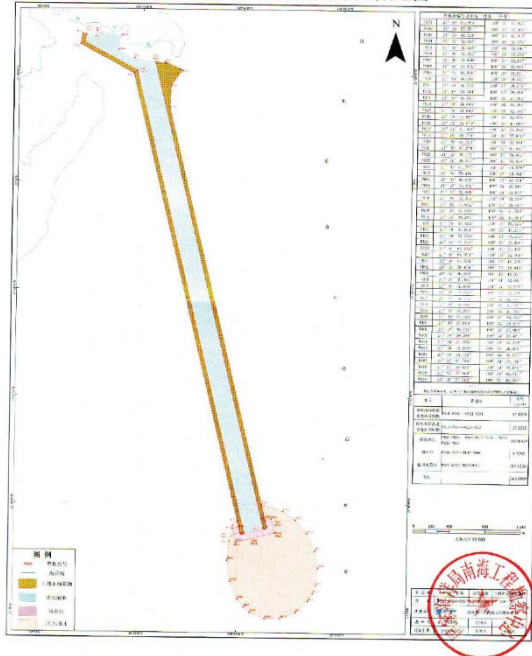
| | | | |
|--|-------------------|---------------------------|----------|
| 海域使用权人 Owner of the Sea Area Use Right | 广西防城港核电有限公司 | | |
| 地址 Address | 广西防城港市港口区渔湾路建行大厦 | | |
| 项目名称 Project Title | 广西防城港核电项目 | | |
| 项目性质 Project Character | 发电 | | |
| 用海类型 Types of Sea Area Use | I-Class Type | 工业用海 | |
| | II-Class Type | 电力工业用海 | |
| 宗海面积 Area of Sea Plot | 307.3899 公顷 (ha.) | 海域等级 Grade of Sea Area | 五等 |
| 用海方式 Sea Use Pattern | 非废水构筑物 | 27.3439 | 公顷 (ha.) |
| | 取、排水口 | 9.795 | 公顷 (ha.) |
| | 水池 | 130.8439 | 公顷 (ha.) |
| | 冲灰式 | 159.4071 | 公顷 (ha.) |
| 用海设施和构筑物 Facilities and Structures at Sea | 冷却塔、排水设施 | | |
| 终止日期 Deadline | 2047年11月20日 | | |
| 登记编号 Registration No. | 00120110113 | | |

登记机关 (印章)
Registration Authority (Seal)
2011 年 1 月 9 日
Year Month Date

广西防城港核电站工程宗海位置图



广西防城港核电站工程排水用海宗海界址图

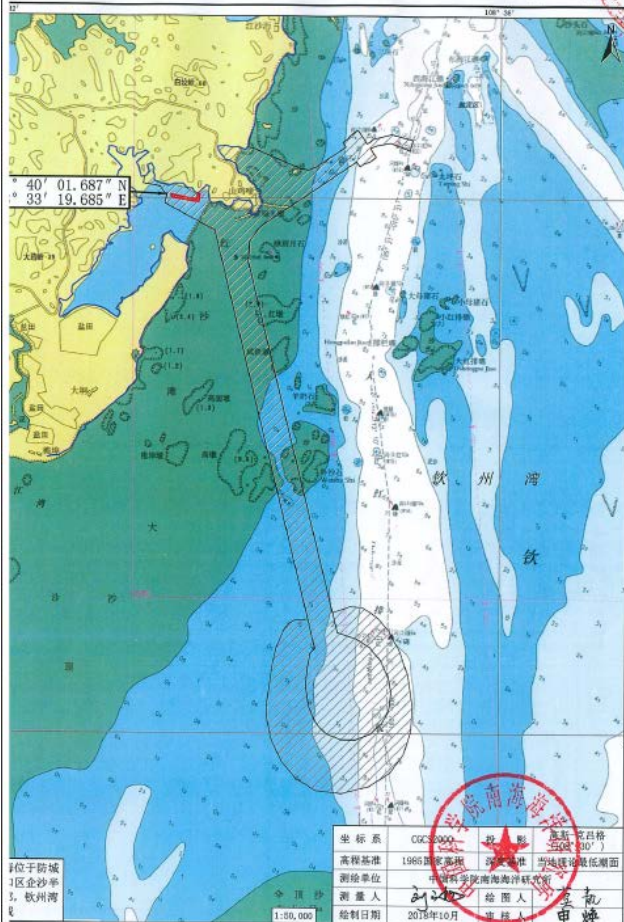


附件 3 防城港核电站二期用海不动产权证

(国 (2020) 海不动产权第 0000016 号)

| 国 (2020) 海不动产权第 0000016 号 | | 附 记 |
|---------------------------|--|-------------------------|
| 权利人 | 广西防城港核电有限公司 | 海域管理号: 2019A45060200444 |
| 共有情况 | 单独所有 | |
| 坐落 | 位于广西壮族自治区防城港市钦州湾西倒红沙-金沙海域 | |
| 不动产单元号 | 450602 111111 GH10088 W00000000 | |
| 权利类型 | 海域使用权 | |
| 权利性质 | 审批 | |
| 用途 | 工业用海/电力工业用海 | |
| 面积 | 1.5942公顷 | |
| 使用期限 | 2019年08月04日起2022年08月03日止 | |
| 权利其他状况 | 项目名称: 广西防城港红沙核电二期工程项目 项目性质: 经营性 用海方式: 非透水构筑物 用海面积: 1.5942公顷 | |

广西防城港红沙核电二期工程排水虹吸井施工围堰用海宗海位置图



附 图 页

位于防城
区金沙半
岛钦州湾
区

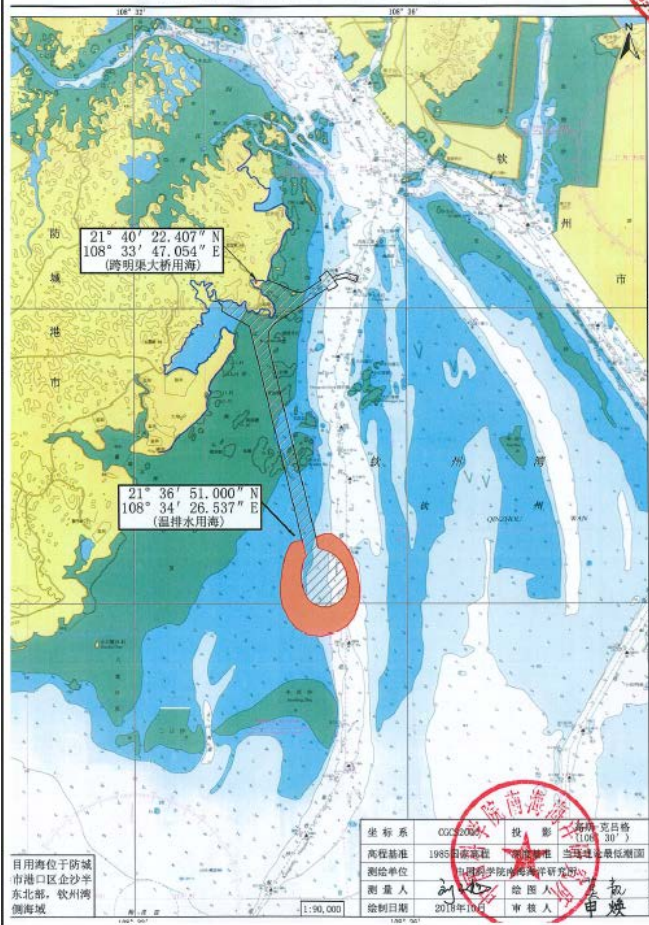
全 图 尺
1:50,000

| | | | |
|---------|-------------|-------|----------|
| 坐标系 | CGCS2000 | 投影 | 高斯-克吕格 |
| 高程基准 | 1985国家高程 | 潮汐基准 | 当地理论最低潮面 |
| 测绘单位 | 中国航海研究院南海分院 | | |
| 测 量 人 | 李 强 | 绘 图 人 | 李 强 |
| 检 制 日 期 | 2018年10月 | 审 核 人 | 申 焜 |

(国 (2020) 海不动产权第 0000017 号)

| 国 (2020) 海不动产权第 0000017 号 | | 附 记 |
|---------------------------|---|-------------------------|
| 权利人 | 广西防城港核电有限公司 | 海域管理号: 2019A45060200456 |
| 共有情况 | 单独所有 | |
| 坐 落 | 位于广西壮族自治区防城港市钦州市钦西红沙-金沙海域 | |
| 不动产单元号 | 450602 111111 GH10069 W00000000 | |
| 权利类型 | 海域使用权 | |
| 权利性质 | 审批 | |
| 用 途 | 工业用海/电力工业用海 | |
| 面 积 | 0.1231公顷 | |
| 使用期限 | 2019年08月04日起2069年08月03日止 | |
| 权利其他状况 | 项目名称: 广西防城港红沙核电二期工程项目 项目性质: 经营性 用海方式: 透水构筑物 用海面积: 0.1231公顷 | |

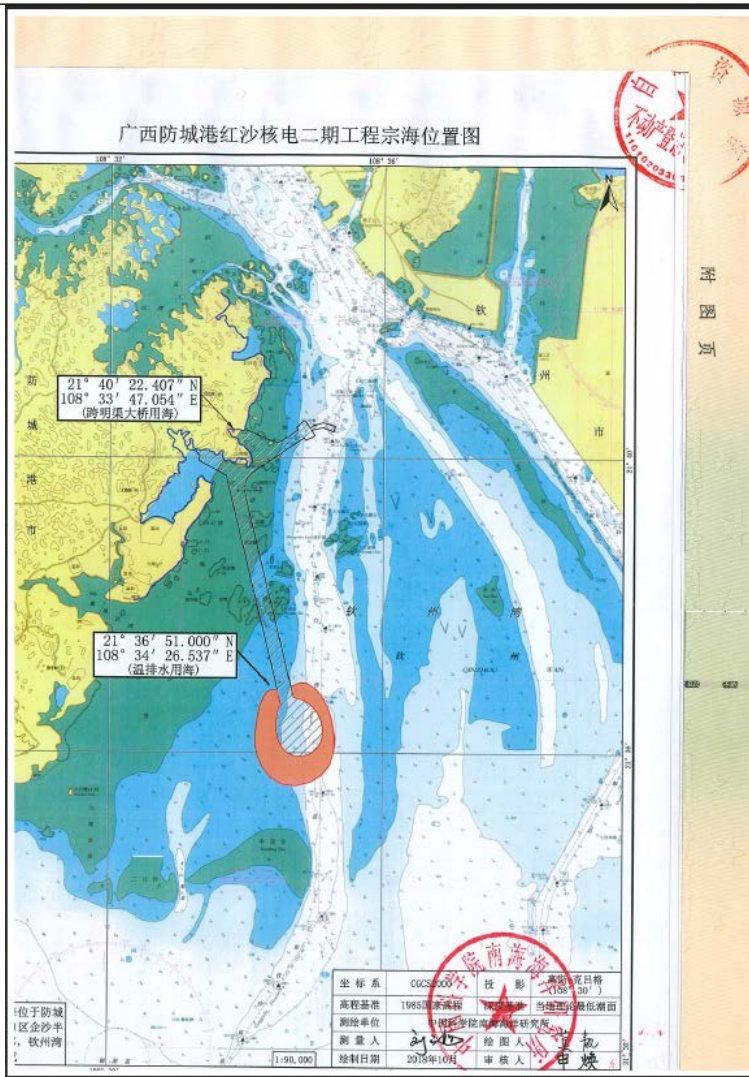
广西防城港红沙核电二期工程宗海位置图



附 图 页

(国 (2020) 海不动产权第 0000018 号)

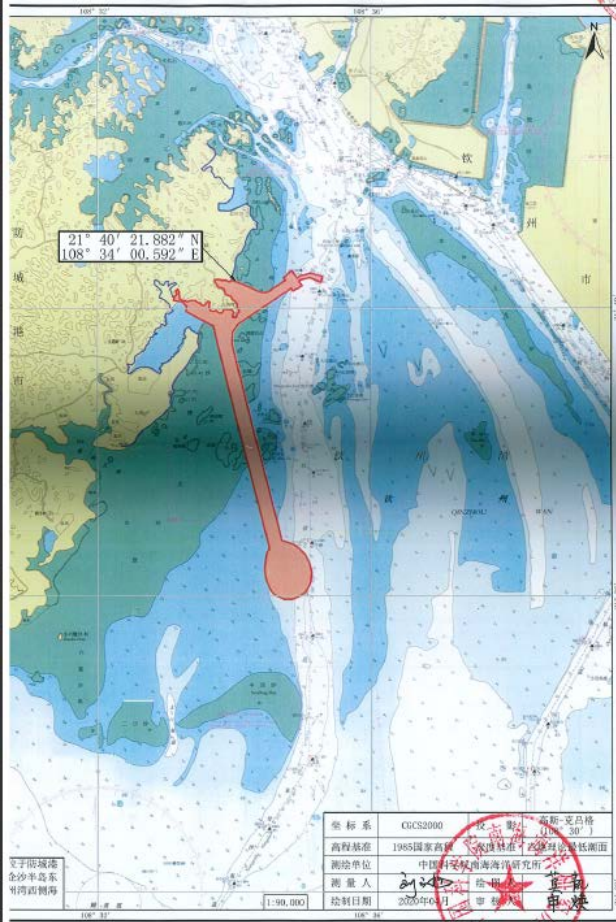
| 国 (2020) 海不动产权第 0000018 号 | | 附 记 |
|---------------------------|---|-------------------------|
| 权利人 | 广西防城港核电有限公司 | 海域管理号: 2019A45060200433 |
| 共有情况 | 单独所有 | |
| 坐落 | 位于广西壮族自治区防城港市钦州湾西侧红沙-企沙海域 | |
| 不动产单元号 | 450602 111111 GH10087 M00000000 | |
| 权利类型 | 海域使用权 | |
| 权利性质 | 审批 | |
| 用途 | 工业用海/电力工业用海 | |
| 面积 | 264.9213公顷 | |
| 使用期限 | 2019年08月04日起2069年08月03日止 | |
| 权利其他状况 | 项目名称: 广西防城港红沙核电二期工程项目 项目性质: 经营性 用海方式: 专用航道、管道及其它开放式 用海面积: 264.9213公顷 | |



(国 (2020) 海不动产权第 0000020 号)

| 国 (2020) 海不动产权第 0000020 号 | | 附 记 |
|---------------------------|---|-------------------------|
| 权利人 | 广西防城港核电有限公司 | 海域管理号: 2020A45060200213 |
| 共有情况 | 单独所有 | |
| 坐落 | 广西防城港市港口区光坡镇东面约8KM的红沙港南侧约2KM的光岭至山鸡湾一带的丘陵及滩涂处。 | |
| 不动产单元号 | 450602 111111 GH10091 W00000000 | |
| 权利类型 | 海域使用权 | |
| 权利性质 | 审批 | |
| 用途 | 工业用海/电力工业用海 | |
| 面积 | 0.9217公顷 | |
| 使用期限 | 2019年08月04日起2061年11月29日止 | |
| 权利其他状况 | 项目名称: 广西防城港核电项目 项目性质: 经营性 用海方式: 港池、蓄水 用海面积: 0.9217公顷 | |

广西防城港红沙核电一期工程宗海位置图



附 图 页

(国 (2020) 海不动产权第 0000021 号)

| 国 (2020) 海不动产权第 0000021 号 | | 附 记 |
|---------------------------|---|-------------------------|
| 权利人 | 广西防城港核电有限公司 | 海域管理号: 2020A45060200207 |
| 共有情况 | 单独所有 | |
| 坐落 | 广西防城港市港口区光坡镇东面约8KM的红沙滩南侧约2KM的光岭至山鸡鸣一带的丘陵及滩涂处。 | |
| 不动产单元号 | 450602 111111 GH10090 W00000000 | |
| 权利类型 | 海域使用权 | |
| 权利性质 | 审批 | |
| 用途 | 工业用海/电力工业用海 | |
| 面积 | 94.1210公顷 | |
| 使用期限 | 2019年08月04日起2061年11月29日止 | |
| 权利其他状况 | 项目名称: 广西防城港核电项目 项目性质: 经营性 用海方式: 填、排水口/非透水构筑物/非透水构筑物/港池、蓄水/专用航道、锚地及其它开放式/透水构筑物/非透水构筑物 用海面积: 6.6332公顷/7.9812公顷/9.5646公顷/62.0462公顷/7.2782公顷/0.3559公顷/0.2617公顷 | |



附件 4 CMA 检测报告封面

国家海洋局第三海洋研究所海洋监测技术中心

报告编号: HYSS-2018-36

国家海洋局第三海洋研究所海洋监测技术中心

检 测 报 告

报告编号: HYSS-2018-36

项目名称: 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查

检测内容: 海水中营养盐、重金属及其它海水化学要素
沉积物中重金属及其它化学要素
生物体中重金属及其它化学要素

客户名称: 深圳中广核工程设计有限公司

委托日期: 2017 年 08 月

签发日期: _____

审核人: _____ 批准人: _____ /授权签字人

(盖章)

国家海洋局第三海洋研究所海洋监测技术中心

报告编号: HYSS-2018-28

国家海洋局第三海洋研究所海洋监测技术中心

检测 报 告

报告编号: HYSS-2018-28

项目名称: 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查—春季

检测内容: 叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔稚鱼、游泳动物、微生物

客户名称: 深圳中广核工程设计有限公司

委托日期: 2017 年 09 月

签发日期: _____

审核人: _____ 批准人: _____ /授权签字人

(盖章)

第 2 页 共 392 页

国家海洋局第三海洋研究所海洋监测技术中心

报告编号: HYSS-2018-29

国家海洋局第三海洋研究所海洋监测技术中心

检 测 报 告

报告编号: HYSS-2018-29

项目名称: 广西防城港红沙核电 5、6 号机组工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查—夏季

检测内容: 叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔稚鱼、游泳动物

客户名称: 深圳中广核工程设计有限公司

委托日期: 2018 年 08 月

签发日期: _____

审核人: _____ 批准人: _____ /授权签字人

(盖章)

第 2 页 共 375 页