

麻章通威太平镇 100MWp
渔光互补光伏发电项目
海域使用论证报告书
(公示稿)



目录

1 概述	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	3
1.2.1 法律法规	3
1.2.2 部门规章制度	3
1.2.3 相关规划和区划	6
1.2.4 技术标准和规范	6
1.2.5 项目基础资料	7
1.3 海域使用类型和方式	7
1.3.1 海域使用类型	7
1.3.2 用海方式	8
1.4 论证工作等级和范围	9
1.4.1 论证工作等级	9
1.4.2 论证范围	9
1.5 论证重点	10
2 项目用海基本情况	11
2.1 用海项目建设内容	11
2.1.1 项目建设基本情况	11
2.2 平面布置和主要结构、尺度	12
2.2.1 设计技术标准	12
2.2.2 光伏厂区总平面布置	12
2.2.3 110kV 升压站平面布置	13
2.2.4 光伏阵列设计	13
2.2.5 主要建（构）筑物	14
2.3 项目主要施工工艺与方法	14
2.3.1 施工工艺及方法	14
2.3.2 施工设备	19
2.3.3 施工进度计划	19
2.3.4 土石方平衡	20
2.4 项目申请用海情况	20
2.4.1 立体分层确权申请	20
2.4.2 项目用海期限	20
2.5 项目用海必要性	21
2.5.1 项目建设必要性分析	21
2.5.2 项目用海必要性分析	23
3 项目所在海域概况	24
3.1 自然环境概况	24
3.1.1 气候特征	24
3.1.2 自然灾害	25
3.1.3 海洋水文概况	26
3.1.4 海洋水质环境质量现状调查与分析	27
3.1.5 海洋沉积物环境质量调查与评价	37
3.1.6 海洋生物质量调查与评价	40

3.2 海洋生态概况	42
3.2.1 调查项目	42
3.2.2 调查及分析方法	42
3.2.3 评价方法	44
3.2.4 海洋生态调查结果与评价	45
3.2.5 渔业资源调查结果与评价	59
3.3 自然资源概况	64
3.3.1 港口航道资源	64
3.3.2 旅游资源	65
3.3.3 红树林资源	66
3.3.4 海洋渔业资源	67
3.4 开发利用现状	67
3.4.1 湛江市社会经济概况	67
3.4.2 麻章区社会经济概况	68
3.4.3 海域开发利用现状	69
3.4.4 海域使用权属现状	69
4 项目用海资源环境影响分析	70
4.1 项目用海环境影响分析	70
4.1.1 对水文动力环境的影响分析	70
4.1.2 对地形地貌与冲淤环境的影响分析	70
4.1.3 对水质环境的影响分析	70
4.1.4 对沉积物环境的影响分析	71
4.2 项目用海生态影响分析	72
4.2.1 对底栖生物的影响	72
4.2.2 对浮游生物的影响	72
4.2.3 对渔业资源的影响	73
4.2.4 对红树林生态系统的影响	73
4.3 项目用海资源影响分析	77
4.3.1 项目用海对海洋空间资源和岸线资源影响分析	77
4.3.2 项目用海对海洋生物资源损耗分析	78
4.4 项目用海风险分析	79
4.4.1 风险识别	79
4.4.2 热带气旋风险分析	79
4.4.3 其他风险分析	79
4.4.4 项目用海风险对周边海域开发活动的影响	80
4.5 项目通航环境影响分析	80
4.6 项目用海风险对周边开发活动的影响分析	80
5 项目用海对海域开发活动的影响	81
5.1 项目用海对海域开发活动的影响	81
5.1.1 对红树林的影响分析	81
5.1.2 对养殖围塘的影响分析	82
5.1.3 对海水养殖的影响分析	82
5.1.4 对海堤的影响分析	82
5.2 利益相关者界定	82
5.3 相关利益协调分析	83
5.3.1 对湛江红树林国家级自然保护区管理局的协调分析	83

5.3.2 对围塘养殖业主的协调分析	84
5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	84
5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析	84
5.4.2 对国家海洋权益的影响分析	84
6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	85
6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析	85
6.1.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划	85
6.1.2 项目用海对海域海洋功能区的影响分析	89
6.1.3 项目用海对周边海洋功能区的影响分析	90
6.1.4 项目用海对海域海洋功能区的符合性分析	90
6.2 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析	91
6.3 与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析	92
6.4 项目用海与广东省海洋生态红线的符合性分析	94
6.4.1 项目所在海域及周边海域的海洋生态红线	94
6.4.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析	94
6.4.3 项目用海与海洋生态红线的符合性分析	95
6.5 与相关规划的符合性分析	96
6.5.1 与《2030 年前碳达峰行动方案》的符合性分析	96
6.5.2 与《“十四五”现代能源体系规划》的符合性分析	97
6.5.3 与《广东省能源发展“十四五”规划》的符合性分析	98
6.5.4 与《广东省国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析	98
6.5.5 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析	99
6.5.6 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析	99
6.5.7 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析	100
6.5.8 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性分析	101
6.5.9 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析	102
6.5.10 与《湛江市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析	103
6.5.11 与《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析	103
6.5.12 与《产业结构调整指导目录（2019 年本）》符合性分析	104
7 项目用海合理性分析	105
7.1 用海选址合理性分析	105
7.1.1 项目选址区位和社会条件的合理性分析	105
7.1.2 项目选址与自然资源、生态环境适宜性分析	106
7.2 用海方式和平面布置合理性分析	107
7.2.1 用海方式合理性分析	107
7.2.2 平面布置合理性分析	109
7.3 用海面积合理性分析	110
7.3.1 立体分层确权申请	110
7.3.2 项目用海面积合理性	113
7.3.3 用海范围合理性分析	114
7.3.4 减少海域使用面积的可能性	115
7.4 用海期限合理性分析	119
8 海域使用对策措施	120
8.1 区划实施对策措施	120

8.2 开发协调对策措施	121
8.3 风险防范对策措施	122
8.3.1 自然风险防范对策措施	122
8.3.2 雷电风险防范对策措施	123
8.3.3 设备材料腐蚀风险防范对策措施	124
8.3.4 火灾风险防范对策措施	124
8.3.5 桩基事故防范对策措施	127
8.4 监督管理对策措施	127
8.4.1 海域使用范围和面积监控	127
8.4.2 海域使用用途监控	128
8.4.3 海域使用时间监控	128
8.4.4 海域使用资源环境状况监控	128
9 生态用海	130
9.1 产业准入与区域管控要求符合性	130
9.2 污染防治对策措施	130
9.2.1 施工期污染防治对策措施	130
9.2.2 营运期污染防治对策措施	132
9.3 生态保护方案	132
9.3.1 施工期海域生态环境保护措施	133
10 结论与建议	134
10.1 结论	134
10.1.1 项目用海基本情况	134
10.1.2 项目用海必要性结论	134
10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论	135
10.1.4 海域开发利用协调分析结论	135
10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性	135
10.1.6 项目用海合理性分析	136
10.1.7 项目用海可行性结论	136
10.2 建议	137

1 概述

1.1 论证工作由来

光伏发电是我国重要的战略性新兴产业，对优化我国的能源结构和防治大气污染具有重大的战略意义。为推进光伏发电健康有序地发展，国家有关部门和各级政府出台了一系列的政策和措施。

我国制定了《可再生能源中长期发展规划》，提出了到 2020 年期间我国可再生能源发展的指导思想、主要任务、发展目标、重点领域和保障措施，以指导我国可再生能源发展和项目建设。对于太阳能这种重要的可再生能源，该规划明确指出：“扩大城市可再生能源的利用量，并为太阳能光伏发电提供必要的市场规模；为促进我国太阳能发电技术的发展，做好太阳能技术的战略储备，建设若干个太阳能光伏发电示范电站和太阳能热发电示范电站；到 2020 年，太阳能发电总容量达到 18000 万 kW”。

国家能源局于 2014 年 10 月出台《关于规范光伏电站投资开发秩序的通知》（国能新能[2014]477 号）提出统筹考虑太阳能资源、土地用途、电网接入及市场消纳等条件，合理规划光伏电站开发布局和建设时序，优先安排结合扶贫开发、生态保护、污染治理、设施农业、渔业养殖等建设的具有综合经济效益和社会效益的光伏电站项目。

广东省于 2014 年 8 月出台《广东省太阳能光伏发电发展规划（2014-2020 年）》，提出因地制宜建设地面光伏发电项目，鼓励提高土地利用效率，增加土地综合生产能力，将农作物种植与地面光伏电站相结合，水产养殖的棚面、水面与光伏电站建设相结合，大力提升农业、水产养殖业的经济产出价值。

2020 年 10 月 29 日，中国共产党十九届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出，到 2035 年，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。“十四五”期间，加快推动绿色低碳发展，降低碳排放强度，支持有条件的地方率先达到碳排放峰值，制定二〇三〇年前碳排放达峰行动方案；推进碳排放权市场化交易；加强全球气候变暖对我国承受力脆弱地区影响的观测。

2020 年 12 月 16 日至 18 日，中央经济工作会议举行。会议将做好碳达峰、碳中和工作作为 2021 年八大重点任务之一，要求抓紧制定 2030 年前碳排放达峰行动方案，支持有条件的地方率先达峰。要加快调整优化产业结构、能源结构，推动煤炭消费尽早达峰，大力发展新能源，加快建设全国用能权、碳排放权交易市场，完善能源消费双控制

度。要继续打好污染防治攻坚战，实现减污降碳协同效应。要开展大规模国土绿化行动，提升生态系统碳汇能力。

湛江市麻章区地处南亚热带和北热带的过渡带，属热带海洋季风气候，四季阳光充足，雨量充沛，降水分布不均匀，干湿季明显，冬季寒潮入侵偶有严寒，夏秋期间，台风、暴雨频繁。项目所在地区麻章区年平均日照辐射量为 1543kWh/m^2 ，太阳能资源比较丰富，属于太阳能辐射资源三类地区，具备建设光伏发电项目较好的光照条件。

通威新能源有限公司是通威股份有限公司旗下全面涉足新能源终端应用推广领域的子公司。通威股份有限公司是以农业、新能源双主业为发展战略的大型科技型上市公司，2022 年 8 月最高市值超过 3000 亿元，是全球最大的水产饲料生产企业、中国民营上市公司 100 强，连续多年位列中国企业 500 强。截止目前，通威品牌价值达 1610.58 亿元。随着通威现代“渔光一体”模式受到全国政协汪洋主席的肯定、业内及各界的广泛认可，通威正在全国范围内推广渔光一体项目。

通威新能源（湛江麻章）有限公司是通威新能源有限公司的子公司，主要承担麻章区“渔光一体”项目的前期建设、运营、管理等工作。

麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补光伏发电项目是通威新能源（湛江麻章）有限公司积极响应国家号召，充分发挥企业核心优势，加快新能源产业布局和发展而进行投资建设的渔光一体项目。

麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补光伏发电项目开发利用当地丰富的太阳能资源，改善广东省能源供应和电源结构，促进社会经济发展，为湛江市重大项目做好配套电力规划及服务支撑。采用渔光一体模式进行综合开发，将光伏电站与养殖业相结合，在鱼塘上建设光伏电站，形成“上可发电，下可养殖”的发电模式，此复合型方式用海，有效节约用海，提高用海利用率。

本项目位于海岸线向海一侧，需使用海域，项目在施工期会对发电站所在的围塘及海域的生态环境和资源产生一定程度的影响。根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《海域使用权管理规定》等法律法规，为加强海域使用管理，促进海域合理开发和可持续利用，按该项目海域使用特点，需对该工程海域使用的可行性进行全面论证，分析项目使用海域的必要性、可行性、合理性以及可能对周边自然和生态环境、海洋功能区划和其它海域使用的影响，为自然资源主管部门审核提供科学依据。

本项目由通威新能源（湛江麻章）有限公司投资建设，广东海洋大学承担本建设项目用海海域使用论证工作。接受委托后，我校组织技术力量成立专题小组，根据有关法律法规和技术规范，针对本工程项目的性质、规模和特点，通过现场调查、用海界址勘

测、资料收集分析等，编制了《麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补光伏发电项目海域使用论证报告书》（送审稿），并报送至湛江市麻章区自然资源主管部门。

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》（2002 年 1 月 1 日实施）；
- （2） 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议决定，通过对《中华人民共和国海洋环境保护法》作出修改。自 2017 年 11 月 5 日起施行）；
- （3） 《中华人民共和国测绘法》，2017 年 4 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议第二次修订；
- （4） 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议通过）；
- （5） 《中华人民共和国水污染防治法》（《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国水污染防治法〉的决定》已由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二十八次会议于 2017 年 6 月 27 日通过，自 2018 年 1 月 1 日起施行）。
- （6） 《中华人民共和国湿地保护法》，2021 年 12 月 24 日，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过《中华人民共和国湿地保护法》，自 2022 年 6 月 1 日起施行。
- （7） 《中华人民共和国渔业法》，根据 2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议《关于修改〈中华人民共和国海洋环境保护法〉等七部法律的决定》第四次修正；
- （8） 《中华人民共和国防洪法》，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正；

1.2.2 部门规章制度

- （1） 《国务院关于广东省海洋功能区划（2011-2020 年）的批复》，国函[2012]182 号，2012 年 11 月 1 日；
- （2） 《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》，国海规范

〔2016〕10 号；

（3） 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，2015 年 4 月 25 日；

（4） 《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020 年），2015 年 7 月 16 日；

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

（6） 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办〔2017〕62 号；

（7） 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》，粤府函〔2017〕275 号；

（8） 《广东省自然资源厅印发<关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见>的通知》（粤自然资发〔2019〕37 号）；

（9） 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅，2020 年 11 月 1 日；

（10） 广东省自然资源厅关于印发《广东省项目用海政策实施工作指引》的通知（粤自然资函〔2020〕88 号）；

（11） 《自然资源部关于加快解决不动产登记若干历史遗留问题的通知》自然资发〔2021〕1 号文；

（12） 《海洋自然保护区管理办法》（国海发〔1995〕251 号），1995 年 5 月 29 日；

（13） 《广东省海域使用管理条例》，广东省第十届人民代表大会常务委员会第二十九次会议于 2007 年 1 月 25 日通过；

（14） 《海岸线保护与利用管理办法》，自然资源部，2017 年 3 月 31 日；

（15） 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，中华人民共和国交通运输部令，2016 年第 69 号；

（16） 《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，2018 年 3 月修正）；

（17） 《海域使用权管理规定》，国海发〔2006〕27 号；

（18） 《广东省严格保护岸段名录》（粤府函〔2018〕28 号）；

（19） 《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成果的函》（2020 年 12 月 24 日）；

（20） 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通

知》（粤府〔2020〕71号）；

（21）《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，广东省自然资源厅，2021年7月2日；

（22）广东省财政厅广东省自然资源厅关于印发《广东省海域使用金征收使用管理办法》的通知（粤财规〔2019〕3号）；

（23）国家发展改革委、国家能源局关于印发《“十四五”现代能源体系规划》的通知（发改能源〔2022〕210号），发改能源，2021年1月29日；

（24）国家发展改革委国家能源局关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见（发改能源规〔2021〕280号），国家发展改革委，国家能源局，2021年2月25日；

（25）国家能源局关于2021年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知（国能发新能〔2021〕25号），国家能源局，2021年5月11日；

（26）广东省人民政府关于印发《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的通知（粤府〔2021〕28号），广东省人民政府，2021年4月6日；

（27）广东省能源局关于2021年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知，广东省能源局，2021年6月11日；

（28）广东省人民政府办公厅关于印发广东省能源发展“十四五”规划的通知，粤府办〔2022〕8号，2022-04-13；

（29）《2030年前碳达峰行动方案》，国务院2021年10月26日；

（30）《“十四五”可再生能源发展规划》，国家发展改革委、国家能源局等9部门，2022年6月1日；

（31）《关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》（中办发〔2019〕25号），中共中央办公厅国务院办公厅，2019年4月；

（32）发展改革委修订发布《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第29号），2019年10月30日；

（33）国家发展改革委商务部关于印发《市场准入负面清单（2020年版）》的通知（发改体改规〔2020〕1880号），2020年12月10日；

（34）《自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知》，自然资发〔2022〕129号；

（35）《广东省自然资源厅关于转发自然资源部等有关做好用地用海要素保障文

件的通知》，粤自然资函〔2022〕880号。

(36) 《广东省财政厅广东省自然资源厅关于印发<广东省海域使用金征收标准(2022年修订)>的通知》粤财规〔2022〕4号；

(37) 《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；

(38) 《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》，自然资办函〔2021〕2073号；

(39) 《广东省自然资源厅办公室关于启用新修测海岸线成果的通知》。

1.2.3 相关规划和区划

(1) 《全国海洋主体功能区规划》，国发〔2015〕42号，2015年8月1日；

(2) 《全国海洋功能区划（2011-2020年）》，2012年3月3日批准；

(3) 《广东省海洋主体功能区规划》粤府函〔2017〕359号，2017年12月18日；

(4) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，2016年10月11日修订；

(5) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省自然资源保护与开发“十四五”规划的通知》粤府办〔2021〕31号

(6) 《广东省海洋生态红线》，2017年9月29日；

(7) 《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》（粤府〔2017〕119号）；

(8) 《广东省海洋生态红线》，广东省人民政府，2017年9月；

(9) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，粤府办〔2021〕33号；

(10) 《中国地震动参数区划图》，GB18306-2015；

(11) 《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，湛府〔2021〕30号

(12) 《湛江市城市总体规划（2011-2020）》；

(13) 《湛江港总体规划（2008-2020）》；

(14) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号。

(15) 《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》，湛江市生态环境局。

1.2.4 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) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T19485-2014；

(3) 《海域使用分类》，HY/T123-2009；

- (4) 《海籍调查规范》，HY/T124-2009;
- (5) 《海洋监测规范》，GB17378-2008;
- (6) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007;
- (7) 《海水水质标准》，GB3097-1997;
- (8) 《海洋生物质量》，GB18421-2001;
- (9) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002;
- (10) 《渔业水质标准》，GB11607-89;
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，SC/T9110-2007;
- (12) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T251-2018;
- (13) 《海洋生态资本评估技术导则》，GB/T28058-2011;
- (14) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2001）；

1.2.5 项目基础资料

- (1) 委托书;
- (2) 《通威新能源（湛江麻章）有限公司麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补光伏发电项目可行性研究报告》，通威新能源（湛江麻章）有限公司，2022 年 8 月；
- (3) 《湛江市麻章区森工产业园污水处理厂尾水排海工程涉海咨询项目 2020 年秋季海洋环境调查报告》，广州邦鑫海洋技术有限公司，2021 年 3 月；
- (4) 《湛江市麻章区森工产业园污水处理厂尾水排海工程涉海咨询项目 2021 年春季海洋环境调查报告》，广州邦鑫海洋技术有限公司，2021 年 8 月；

1.3 海域使用类型和方式

1.3.1 海域使用类型

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009）5.1，渔业用海“指为开发利用渔业资源、开展海洋渔业生产所使用的海域。”其中，渔业基础设施用海“指用于渔船停靠……以及用以繁殖重要苗种的海域，包括渔业码头……附属的仓储地、重要苗种繁殖场所……等所使用的海域”。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009）5.2，工业用海“指开展工业生产所使用的海域。”其中，电力工业用海“指电力生产所使用的海域，包括电厂、核电站、风电场、潮汐及波浪发电站等的厂区、码头、引桥、平台、港池(含开敞式码头前沿船舶靠泊和

回旋水域)、堤坝、风机座墩和塔架、水下发设施、取排水口、蓄水池、沉淀池及温排水区等所使用的海域。”

根据《海域使用分类》(HY/T123-2009),海域使用类型“以海域用途为主要分类依据”,根据《海域使用论证技术导则》(国海发〔2010〕22号),海域使用类型定义为“根据不同的海域使用方式和特点所形成的海域差异性划分的海域类别。”麻章通威太平镇100MWp渔光互补光伏发电项目采用“水上发电、水下养鱼”的创新模式,在咸围水面架设光伏发电设施,光伏发电设施的下方仍旧进行渔业养殖,将光伏新能源、渔业养殖融于一体,实现光伏发电和渔业养殖的产业互补发展。本项目建设用海同时兼顾了渔业用海和工业用海海域使用。

现阶段《海域使用分类》(HY/T123-2009)、《海籍调查规范》(HY/T124-2009)等尚未明确“渔光互补”类型建设项目的海域使用类型,结合湛江市养殖用海与光伏发电项目用海分层设权管理试点,本项目为麻章通威太平镇100MWp渔光互补光伏发电项目,参考辽宁省自然资源厅发布了《关于明确渔光互补用海管理有关事项的通知(征求意见稿)》(以下简称《征求意见稿》),明确了“渔光互补光伏发电项目”应按电力工业用海的相关要求编制海域使用论证报告。因此本项目海域使用类型界定为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类)。

因此本项目海域使用类型界定为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类)。后期研究该区域养殖用海分层确权,海域使用类型可定为渔业用海(一级类)中的围海养殖用海(二级类)。

1.3.2 用海方式

本项目采用立体确权,现阶段采用“水面、水体、海床和底土”的分层方法进行用海确权,结合咸围养殖用海的历史背景、立体确权的空间分层,本次论证位于咸围范围内的部分拟采用立体分层设权申请咸围水面上部确权。

项目平面界址面积合计73.5524公顷,其中光伏阵列1用海面积32.3264公顷,光伏阵列2用海面积41.2260公顷,申请范围为竖向边界范围15m(1985国家高程),申请用海类型为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类),用海方式为构筑物(一级类)中的透水构筑物(二级类)。

综上,根据立体确权方案,本项目申请用海范围的用海类型为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类),用海方式为构筑物(一级类)中的透水构筑物(二级类)。

1.4 论证工作等级和范围

1.4.1 论证工作等级

本项目采用立体确权，根据立体确权方案，本项目申请用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类），项目平面界址面积合计 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷，宗海竖向边界范围为 15m（1985 国家高程），根据《海域使用论证技术导则》(国海发〔2010〕22 号)，论证等级判定依据表 1.4.1-1，透水构筑物用海总面积≥30 公顷，判定本项目论证等级为一级，编制海域使用论证报告书。

表 1.4.1-1 海域使用论证等级划分表

一级用海方式	二级用海方式	论证等级判据		
		用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	其他透水构筑物	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
			其他海域	二
		构筑物总长度≤400m；用海总面积≤10 公顷	所有海域	三

等级划分补充规定：

同一项目用海类型、规模或者方式规定的等级不一致时，采用就高不就低的原则；其他用海根据用海类型、规模、方式，参照本表确定的海域使用等级。

注 1：并行铺设的海底电缆、海底管道等的长度，按最长的管线长度计。

注 2：新增温排水和污水达标排放应考虑原排放规模。

注 3：敏感海域主要包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、重要的河口和海湾等。

表 1.4.1-2 本工程海域使用论证等级

本项目用海方式		本项目用海规模	确定本项目论证等级
一级用海方式	二级用海方式		
构筑物	其他透水构筑物	占用海域面 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷。	一
本项目论证等级			一

1.4.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》，论证范围应根据项目用海情况、所在海域特征及

周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部海域。通过对工程海域资源环境特点进行初步分析，判断工程对海域资源环境产生影响的区域主要在工程区及其附近海域，确定本项目论证范围为北纬 20°56'47.990"至 21°08'01.734"，东经 110°07'45.989"至 110°21'23.686"的海域范围，面积约 189km²，论证工作范围如图 1.3.2-1 中阴影所框的海域部分。

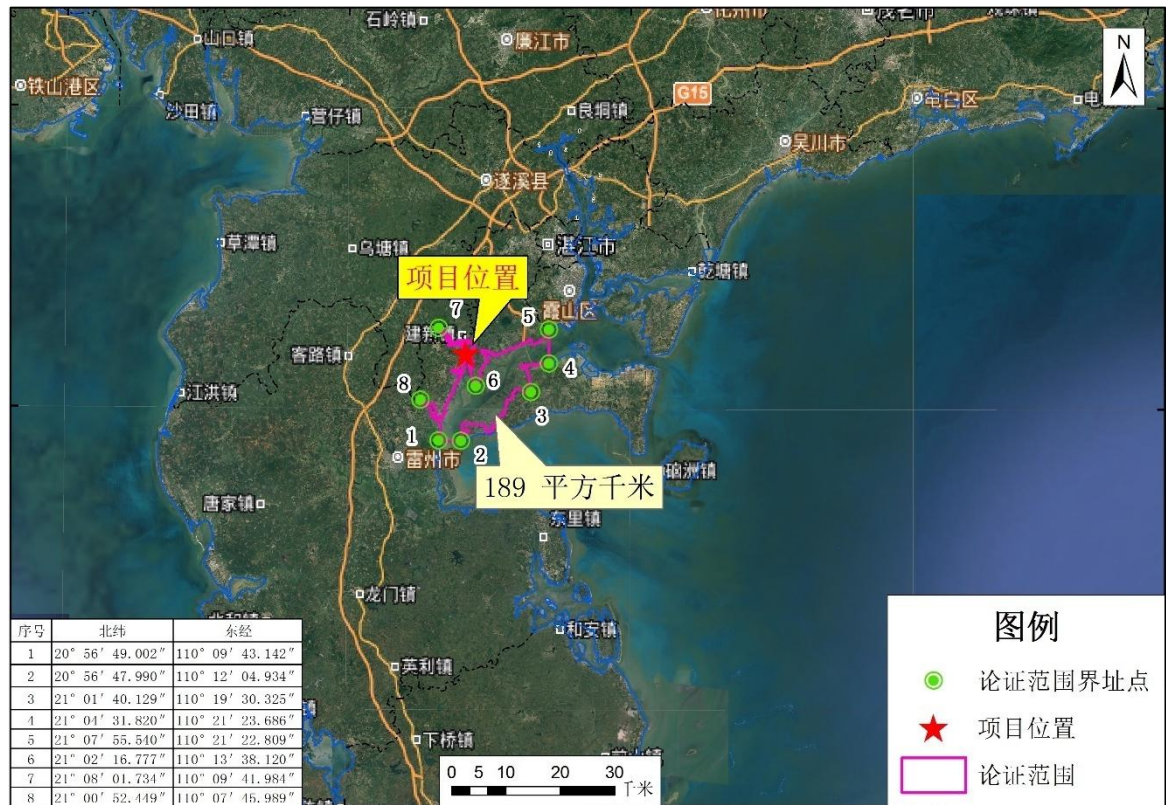


图 1.4.2-1 论证范围图

1.5 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》（2010 年）的要求，结合本项目的用海类型及方式、项目所在的海域实际情况，本项目海域使用论证重点确定如下：

- （1）用海必要性；
- （2）用海方式和布置合理性；
- （3）项目用海选址（选线）的合理性分析；
- （4）用海资源环境影响分析；
- （5）海域开发利用协调分析；
- （6）用海面积合理性分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 项目建设基本情况

项目名称：麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补光伏发电项目

用海主体：通威新能源（湛江麻章）有限公司

地理位置：广东省湛江市麻章区太平镇，场址地理坐标为东经 110°12'21.941"、北纬 21°05'00.294"。场址内均为鱼塘。

项目性质：新建工程

建设规模和内容：本项目规划占地面积约 1100 亩，总装机容量 100MWp，采用选用 645Wp 单晶硅电池叠瓦组件，光伏支架采用固定支架形式，15°倾角固定安装。

光伏发电系统由 32 个约 3.15MW 光伏发电单元组成。每个 3.15MW 电池子方阵采用 18 台 196KTL-H0 组串式逆变器，设置 1 台 3.15MW 箱式变压器（配置 1 台子阵列控制器），变压器低压侧设置 18 路进线。

新建 1 座 110kV 升压站，通过 110kV 升压站（由 1 台 120MVA 变压器构建）以 1 回 110kV 架空线路送至电力系统并网点，110kV 升压变电站及其附属设施不涉及占用海域。

总投资额和施工工期：本工程静态投资 43093 万元。施工工期约 4 个月。

申请用海总面积：本项目用海类型为工业用海（一级类）—电力工业用海（二级类），用海方式包括构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）。申请用海总面积 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷，申请海域使用年限 25 年。

项目采用立体确权申请用海，申请范围为竖向边界范围 15m（1985 国家高程），根据广东省新批复的海岸线，项目拟申请用海范围跨越广东省政府 2019 年批复海岸线。



图 2.2-1 项目地理位置示意图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 设计技术标准

- (1) 《继电保护及安全自动装置》GB14285-2006
- (2) 《光伏电站接入电网技术规定》Q/GDW617-2011
- (3) 《电能计量装置技术管理规定》DL/T448-2000
- (4) 《地区电网调度自动化设计技术规程》DL/T5002-2005
- (5) 《电力系统调度自动化设计技术规程》DL/T5003-2005
- (6) 《电测量及电能计量装置设计技术规程》DL/T5137-2001
- (7) 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- (8) 本项目所在地电网公司及相关各方的现有技术文件。
- (9) 签订的技术咨询设计合同内容。
- (10) 其他相关的国家、行业标准规范，设计手册。

2.2.2 光伏厂区总平面布置

光伏区规划总装机容量为 100MWp，采用分区发电、集中并网方案，拟选用 645Wp 单晶硅电池叠瓦组件，采用固定式支架安装，采用 196KTL-H0 组串式逆变器，将系统

结合自然地块分成 32 个光伏发电方阵。

采用分块发电、集中并网方案，整个发电系统由 32 个约 3.15MW 光伏发电单元组成，每个 3.15MW 电池子方阵采用 18 台 196KTL-H0 组串式逆变器，设置 1 台 3.15MW 箱式变压器（配置 1 台子阵列控制器），变压器低压侧设置 18 路进线。

32 块 645Wp 单晶硅电池叠瓦组件组成一串，12 串接入一台 196KW 逆变器，系统共 510 台逆变器；太阳能电池组串输入光伏组串式逆变器后，输出为 0.8kV 低压交流电，每 16 台逆变器经过一台 0.8/35kV3150kVA 升压变压器将电压升至 35kV，每台变压器构成一个 3.15MW 光伏单元；4~5 个单元升压变压器手拉手并联后分别用 1 回 35kV 电缆及架空线路接入 35kV 母线，通过 110kV 升压站（由 1 台 120MVA 变压器构建）以 1 回 110kV 架空线路送至电力系统并网点，35kV 母线系统采用主变小电阻地方式。

2.2.3 110kV 升压站平面布置

升压站总平面呈不规则形状，升压站外侧设半通透式围墙，站区主大门进入后设道路，布置有配电楼、事故油池及主变压器等。站内部分互不干扰，满足日常检修、运维要求。110kV 升压变电站及其附属设施不涉及占用海域。

2.2.4 光伏阵列设计

2.2.4.1 光伏阵列固定倾角

光伏阵列的安装倾角对光伏发电系统的效率影响较大，对于固定式并网光伏发电系统，倾角宜使光伏方阵倾斜面上受到的全年辐射量最大。根据项目工程可行性研究报告，组件以 15°倾角安装后，折合倾斜面年均辐射量为 5554MJ/m²，即 1543kWh/m²，折合年利用小时数为 1543h。

2.2.4.2 光伏电场阴影间距

阵列倾角确定后，应在南北向前后阵列间留出合理的间距，以避免前后排间出现阴影遮挡。前后间距应满足冬至日上午 9:00 到下午 3:00，组件之间南北方向无阴影遮挡。固定方阵安装好后倾角不再调整。

1、阴影成因

本工程地处北半球太阳回归线外，太阳总是位于天顶南部，太阳光线照射到地面障碍物上后，将在障碍物北侧地面上形成阴影。

本工程光伏电场中，电池架由南向北正向布置成排、由东向西正向布置成列。电池架因朝南以固定倾角安装，使各相邻的两排电池架南北向间产生高差(南高北低)，其南排电池架(相当于障碍物)将向北形成阴影，在间距不足时，该阴影可能落于其北排电池

架低处的光伏组件表面，从而影响其正常发电。因此，各相邻的两排电池架南北向之间需预留足够的间距，该间距至少应大于阴影的南北向分量长度。

2、光伏电场阴影间距

计算光伏组件方阵前后安装时的最小间距 D ，其几何原理如图 2.2.4-1 所示。该最小间距确定的一般原则为：冬至日 9:00 至 15:00（当地真太阳时）光伏组件方阵前排阴影不会遮挡后排。

本项目方阵支架采用固定式支架和桁架结构，单个支架单元采用 2×32 和 2×16 阵列，桁架采用 4×32 和 4×16 阵列。由于本工程为渔光互补项目，地形平整，考虑一定的裕度，固定式支架南北间距 6m，桁架支架南北桩几何中心间距为 12m，以满足组件在真太阳时上午 9 点至下午 3 点无阴影遮挡。

2.2.5 主要建（构）筑物

本项目主要建筑物是光伏发电组件的组件支架及其支架基础。按照渔光互补的工程特点，本工程所有建（构）筑物（光伏发电区主要为光伏方阵、箱式变压器）。

本项目光伏组件采用固定式支架和桁架结构，固定倾角取 10° ，光伏组件支架由钢立柱、纵梁（次梁）、横梁（主梁）、前斜撑、后斜撑以及抱箍、连接件、压块、螺栓等组成。

2.3 项目主要施工工艺与方法

2.3.1 施工工艺及方法

结构及土工施工队主要负责基础、建筑、支架和组件、防雷接地、电缆桥架的施工、安装，电气安装施工队主要负责所有低压设备、监控、安防等的施工，调试施工队主要负责二次及调试验收工作。

根据基础施工的特点，安排总体施工组织。施工工序：

按照先下后上，先框架后围护的原则组织流水施工。施工顺序如下：

基础施工→建筑施工→支架安装→组件安装、汇线→汇流箱安装→防雷接地→电缆敷设→高、低压设备安装→安防→监控→调试→验收。

在施工阶段，专业工种多，交叉作业计划上要互相协调，重点考虑其施工顺序，避免下道工序施工时将上道已施工的成品破坏污染。

搭接、工作面交叉光伏阵列区域内工作

① 支架基础工程

- ②支架安装工程
- ③组件安装工程
- ④逆变器房（基础）施工
- ⑤箱变基础施工
- ⑥厂区主接地网工程

光伏区域内电气安装

- ①光伏电缆敷设及连接
- ②低压部分电缆敷设工程
- ③通讯电缆及光纤敷设
- ④汇流箱安装（含接线）
- ⑤逆变器安装（含直流柜、通讯机柜及连接）
- ⑥接地安装

创造工作面，使后续工序尽量提前插入，例如支架安装一定数量，验收合格后组件安装进行，控制好流水节拍，流水步距，同时按协调配合措施，注意交叉污染的预防和成品保护。防止返工造成损失。

2.3.1.1 光伏区基础设施施工（包括方阵基础、桥架基础和箱变基础）

1、预制管桩施工

1) 测量放线

通过 GPS 接收机采用 RTK 技术定位放线，确定每个桩位位置放样。

2) 桩机就位

打桩机就位时，要对准桩位，保证垂直稳定，在施工中不发生倾斜、移动。

3) 起吊预制桩

先拴好吊桩用的钢丝绳和索具，然后用索具捆住桩上端吊环附近处，一般不超过 30cm，再起动机器起吊预制桩，使管桩垂直对准桩位中心，缓缓放下插入土中，位置要准确；再在桩顶扣好桩帽，即可除去索具。

4) 稳桩

管桩插入桩位后，由高频液压振动打桩机，使用套筒套住管桩，吊至桩位上方，对准桩位，保持垂直度。10m 以内短桩可目测校正。桩插入时垂直度偏差不得超过 30mm。

5) 打桩

①开动高频液压振动打桩机动力系统，缓慢均匀的把桩打入设计标高，对成桩的垂直度及入土深度进行核定，核定无误，移动至下一桩位。

②管桩施工时，应自中间向两个方向施打；当一侧毗邻建筑物时，应由毗邻建筑物侧向另一方向施打；根据勘察资料及桩长，先长后短。

③管桩压桩停止的条件应以控制桩顶设计标高为主，贯入度为辅。

6) 打桩过程中，遇见下列情况要暂停，并及时与有关单位研究处理：

贯入度剧变；桩身突然发生倾斜、位移或有严重回弹；桩顶或桩身出现严重裂缝或破碎。

6)质量验收

按照《电力建设施工质量验收及评定规程第1部分：土建工程》DL/T5210.1-2005的第5.4.23条要求进行检验批的施工验收。

2.3.1.2 支架的安装

1、支架零部件的检查校正

支架安装前应按材料进场检验要求进行全检，并根据图纸检查支架零部件的尺寸应符合设计要求。检查是否变形，出现变形应及时校正。不允许有倒刺和毛边现象。所有零部件均应按图纸设计要求进行表面防腐处理，保证不生锈，不腐蚀。

2、标准螺栓的要求和质量检验

电池支架联接紧固件必须符合国家标准要求，采用镀锌件，达到保证其寿命和防腐紧固的目的。螺栓、螺母、平垫圈、弹簧垫圈数量、规格型号和品种应齐全，符合设计要求。每个螺栓紧固之后，螺栓露出部位长度应为螺栓直径的2/3。

3、工具要求

套筒扳手、开口扳手、梅花扳手、水准仪、指北针、钢卷尺等必须符合工程施工需要及质量检测要求。

4、支架安装工艺

太阳能电池板支架由前、后柱、电池板固定杆、支撑杆等组成。

作业准备→支架基础复测→前、后柱安装→衍架的安装→电池板固定杆安装→检查调整。

将前、后柱的地脚螺栓孔放置在已施工完成的砼基础上的地脚螺栓上；检查前、后柱是否正确；连接底拉杆，调整前后柱长度方向中心线与（混凝土基础轴线）支柱中心线重合，用水准仪测量调整前后柱的水平度，用垫块将前后柱垫平然后紧固地脚螺栓。垫块必须与前后柱进行焊接。检查支架底框平整度和对角线误差。并调整前后梁确保误差在规定范围内。用扳手紧固螺栓。如是预埋钢板则将预埋钢板与前后柱进行焊接。

电池板固定杆、支撑杆

用螺栓、平垫圈、弹簧垫圈、螺母将支撑杆、固定杆安装在前、后柱上，用扳手轻轻扳紧螺母，从侧面看成人字形，固定杆，支撑杆分别排成一条直线。然后用螺栓、平垫圈、弹簧垫圈、螺母将横拉杆安装在支撑杆上，用扳手轻轻扳紧螺母。安装过程中做好施工记录。

电池板杆件安装

检查电池板杆件的完好性。

根据图纸安装电池板杆件。为了保证支架的可调余量，不得将连接螺栓紧固。

2.3.1.3 电缆敷设

（1）水平敷设

敷设方法可用人力或机械牵引。

本工程使用的各种规格电缆较多，有高压电缆、预分支电缆、普通电缆、控制电缆等，主要采用支架敷设。其施工程序如下：

（2）施工准备

1）施工前应对电缆进行详细检查，规格、型号、截面、电压等级均须符合要求，外观无扭曲、坏损等现象。

2）电缆敷设前进行绝缘摇测或耐压试验。35kV 电缆须作耐压试验，摇测完毕，应将芯线对地放电。

3）电缆测试完毕，电缆端部应用橡皮包布密封后再用黑胶布包好。

4）放电缆机具的安装：采用机械放电缆时，应将机械安装在适当位置，并将钢丝绳和滑轮安装好。人力放电缆时将滚轮提前安装好。

5）临时联络指挥系统的设置

线路较短或室外的电缆敷设，可用无线电对讲机联络，手持扩音喇叭指挥。

在野外施工现场较大时电缆敷设，可用无线电对讲机作为定向联络，简易电话作为全线联络，手持扩音喇叭指挥（或采用多功能扩大机，它是指挥放电缆的专用设备）。

2.3.1.4 箱变施工

1、安装流程

施工前准备→开箱检查→本体安装检查→附件安装校验→交接试验→结束。

2、施工准备

（1）技术准备：按规程、厂家安装说明书、图纸、设计要求及施工措施对施工人员进行技术交底，交底要有针对性；

（2）人员组织：技术负责人、安装负责人、安全质量负责人和技术工人；

(3) 机具的准备：按施工要求准备机具并对其性能及状态进行检查和维护；

(4) 施工材料准备：焊条、螺栓、油漆等。

3、开箱检查

(1) 箱式变压器到达现场后，会同监理、业主代表及厂家代表进行开箱检查，并应有设备的相关技术资料文件，以及产品出厂合格证。设备应装有铭牌，铭牌上应注明制造厂名、额定容量、一、二次额定电压、电流、阻抗、及接线组别等技术数据应符合设计要求。

(2) 箱式变压器及设备附件均应符合国家现行有关规范的规定。变压器应无机械损伤，裂纹、变形等缺陷，油漆应完好无损。变压器高压、低压绝缘瓷件应完整无损伤，无裂纹等。

4、箱式变压器型钢基础的安装

(1) 型钢金属构架的几何尺寸、应符合设计基础配制图的要求与规定，如设计对型钢构架高出地面无要求，施工时可将其顶部高出地面 10mm。

(2) 型钢基础构架与接地扁钢连接不宜少于二点，符合设计、规范要求。

5、变压器附件检查安装

(1) 一次元件应按产品说明书位置安装，二次仪表装在便于观测的变压器护网栏上。温度补偿导线应符合仪表要求，并加以适当的附加温度补偿电阻，校验调试合格后方可使用。软管不得有压扁或死弯，富余部分应盘圈并固定在温度计附近。

(2) 变压器电压切换装置各分接点与线圈的连接线压接正确，牢固可靠，其接触面接触紧密良好。切换电压时，接线位置正确，并与指示位置一致。

6、箱式变压器联线及检查

(1) 变压器的一次、二次联线、地线、控制管线均应符合现行国家施工验收规范规定。

(2) 变压器的一次、二次引线连接，不应使变压器的套管直接承受应力。

(3) 变压器中性线在中性点处与保护接地线同接在一起，并应分别敷设，中性线宜用绝缘导线，保护地线宜采用黄/绿相间的双色绝缘导线。

(4) 变压器中性点的接地回路中，靠近变压器处，宜做一个可拆卸的连接点。

(5) 电流互感器二次输出采用控制电缆接入设计指定间隔的零序保护和测量表计。

(6) 检查、紧固柜内所有固定及连接螺栓，保证零部件装配牢固，电气连接可靠。

7、变压器交接试验内容

测量线圈连同套管一起的直流电阻，检查所有分接头的变压比，测量线圈同套管一

起的绝缘电阻，线圈连同一起做交流耐压试验，试验全部合格后方可使用。

2.3.2 施工设备

根据施工设计，本项目主要施工机械配置如下表。本项目在现状咸围上建设，不涉及水上水下作业及船机设备。

表 2.3.2-1 主要施工机械一览表

序号	名称	数量（台）
1	打桩机	若干
2	搅拌机	3
3	装载机	10
4	钢筋切断机	1
5	钢筋调直机	1
6	钢筋弯曲机	1
7	木工圆盘锯	1
8	木工压刨	1
9	农用翻斗车	8
10	小型发电机	2
11	振动棒	2
12	洒水车	1
13	经纬仪	2
14	GPS 测量仪	2
15	全站仪	2
16	水准仪	6
17	磨光机	6
18	砂轮切割机	8
19	倒链	0
20	电焊机	20
21	焊条烘箱	2
22	弯管机	3
23	货车	4
24	汽车吊	2
25	叉车	2

2.3.3 施工进度计划

本项目建桥梁施工期约 4 个月，具体安排如下：

- （1）施工准备期从第 1 个月初开始，第 1 个月中旬结束，耗时半个月。
- （2）光伏组件支架和箱变基础工程从第 1 个月中旬开始施工，至第 3 月中旬全部施工完成，耗时 3 个月。
- （3）光伏组件安装从第 2 月中旬开始，至第 3 月中旬全部完成，耗时 1 个月。
- （4）逆变器和箱变安装从第 2 个月中旬开始，至第 3 个月月底结束，耗时半个月。
- （5）电缆敷设从第 3 个月中旬开始与光伏组件、逆变器、箱变安装同步施工，第 4

月中旬结束，耗时 1 个月。

(6) 第 4 个月中旬开始电气设备调试，开始试运行，实现并网发电条件。

(7) 第 4 个月底，项目全部完工，进行竣工验收。

2.3.4 土石方平衡

根据工程施工方法，本项目的光伏区的光伏发电装置基础采用 PHC 管桩，管桩施工时直接采用打桩机将管桩打入地层，不涉及土石方开挖，不产生废弃土石方。

本项目的电缆全部采用桥架方式，桥架均采用管桩作为基础，管桩施工时直接采用打桩机将管桩打入地层，不涉及土石方开挖，不产生废弃土石方。

本项目的箱变采用管桩基础，管桩施工时直接采用打桩机将管桩打入地层，不涉及土石方开挖，不产生废弃土石方。

因此，本项目涉海部分建设不产生弃土，也不涉及土方外运及处置。

2.4 项目申请用海情况

2.4.1 立体分层确权申请

本项目建设内容包括光伏阵列、箱逆变设施、集电线路、升压站等，其中升压站位于广东省政府 2022 年批复海岸线向陆一侧，不涉及用海，集电线路采用桥架的方式布设，海域使用类型与光伏组件用海类型一致。

本项目现阶段申请水面上部用海确权，竖向范围根据光伏阵列、箱逆变设施等垂向使用范围，平面上，按照《海域使用分类》《海籍调查规范》相关规定界定用海范围、面积。

根据立体确权方案，本项目用海空间范围界定如下：项目平面界址面积合计 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷，咸围水面上部申请面积 73.5524 公顷，其申请范围为竖向边界范围 15m（1985 国家高程），用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）。海域使用类型为电力工业用海，用海方式为透水构筑物。

2.4.2 项目用海期限

本项目申请用海总面积 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷，全部为光伏发电区（本项目的升压站在海岸线向陆一侧，因此不申请用海范围）。

本项目位于养殖围塘内，其中连接光伏区和升压站的电缆采用桥架方式，桥架以跨越的方式占用广东省批复海岸线。

本项目拟申请用海期限为 25 年。

海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期，建议本项目建设单位提前与村集体等咸围发包方进行充分沟通协调的基础上方可申请用海续期。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性分析

1、促进能源电力结构发展的需要

2021 年，湛江市清洁能源装机共计 465.28 万千瓦，占全市电源总装机 961.5 万千瓦的 48.39%，占全省（不含深圳市）清洁能源总装机容量约 8.45%。其中，风电 261.48 万千瓦占全市总装机容量的 29.72%；光伏发电 140.64 万千瓦占全市总装机容量的 15.99%。与全国、全省清洁能源发展现状对比，湛江市清洁能源占全市电源总装机比重高于全国、全省占比水平。陆上风电、光伏发电发展较快，装机容量占比也都高于全国、全省水平，装机容量分别占全省陆上风电、光伏总装机容量的 27.48%、15.26%。湛江地区清洁能源装机容量比较大，约占全部电源装机总容量的一半。2021 年累计消纳新能源电量约 60 亿千瓦时，占湛江电网供电量的 32%。湛江在推进清洁能源发展、调整电源结构方面走在了全省前列。

湛江的清洁能源资源相对比较丰富。光照充足、日照时间较长，为光伏发电创造了有利条件。立足新发展阶段，湛江市深入践行绿色低碳发展理念，把大力发展清洁能源作为推动能源革命的抓手，加快推进海上风电、陆上风电、光伏发电等清洁能源综合开发利用。

光伏发电是湛江市清洁能源产业的“潜力板”。目前，已备案集中式光伏项目 63 个，主要分布在徐闻、雷州、遂溪、廉江等县（市、区），总装机规模约 479.5 万千瓦。全市已投产项目 37 个，占备案总数 58.7%，装机规模 140.64 万千瓦，并网规模在全省各地级市排名第一；在建项目 3 个，装机规模为 20 万千瓦；经梳理已备案未开工项目达 23 个，装机规模 327.5 万千瓦，后续储备项目发展空间较大。

湛江发展绿色能源产业有资源禀赋、有基础、也有潜力。落实“双碳”战略，下一步将继续推进产业结构、能源结构、运输结构优化调整。加快建设麻章清洁能源等项目，推进海上风电、太阳能、生物质能等清洁能源综合开发利用，促进传统火力发电升级发

展，助力湛江打造全国沿海重要的绿色能源产业基地。

2、保障区域社会经济发展的需要

本项目采用渔光互补的模式，在养殖围塘中进行光伏发电。湛江市近几年经济和社会事业有较大的发展，特别是一批重大项目落地湛江，为湛江社会经济发展增添了新通道，大力支持重点项目配套电力建设，为做好配套电力规划及服务支撑，是促进该地区经济持续快速发展的重要保障。

做好能源保障工作至关重要。要以充足的电力供应保障经济发展带来的用电需求，要以电力的发展带动产业的发展。在化石能源日益枯竭的情况下，确立发展新能源为战略目标，不仅符合当地生态环境的要求，也顺应了国家节能减排的要求，同时可为湛江市经济社会可持续、快速发展奠定坚实基础。湛江市麻章区太阳能资源丰富，充分利用该地区清洁的太阳能资源，把太阳能资源的开发建设作为今后经济发展的产业之一，可带动该地区清洁能源的发展，促进民群众物质文化生活水平的提高，推动城镇和农村经济以及各项事业的发展。

3、促进实现区域“碳中和”的需要

根据《中国应对气候变化国家方案》、《可再生能源中长期发展规划》，国家能源发展战略行动计划明确提出坚持“节约、清洁、安全”的战略方针，实施节约优先、立足国内、绿色低碳、创新驱动的四大战略，推动能源生产和消费革命，构建清洁、高效、安全、可持续的现代能源体系。中美气候变化联合声明提出，到 2030 年，我国碳排放达到峰值。开发利用可再生能源是落实科学发展观、建设资源节约型社会、实现可持续发展的基本要求，是保护环境、应对气候变化的重要措施。

本项目总装机容量为 100MW，项目建成后，25 年总发电量：28.95kWh。25 年平均发电利用小时数：1158h，平均年发电量：11582 万 kWh。项目建成后，项目贷款资本金财务内部收益率为 8.70%，项目全投资资本金财务内部收益率为 6.61%。项目具有较好的经济效益，项目财务上可行。

按照火电单位煤耗（标准煤）320.00g 计算，每年可节约标准煤约 38104.78 吨，减排 CO₂ 约 97867.9 吨、SO₂ 约 266.39 吨、NO_x 约 301.13 吨。本项目的建设，将为麻章区节能减排做出积极的贡献。

由以上分析可见，光伏电站的建设替代燃煤电厂的建设，可达到充分利用可再生能源、节约不可再生化石资源的目的，将大大减少对环境的污染，同时还可节约大量淡水资源，对改善大气环境有积极的作用。可见并网光伏电站建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用，并有明显的节能、环境和社会效益。

4、“渔光互补”提高农民收入，促进当地旅游业发展

在“渔光一体”模式中，由于水面上安装了光伏组件，对养殖水体最直接的影响就是减少了水面接收到的光照强度。对于鱼类来说，大多数并不喜欢阳光。因此，阳光直射水面一方面造成了光资源的浪费。另一方面在高温季节也不利于鱼类和藻类的生长。“渔光一体”一方面将池塘上面的光能转化为电能，产出清洁能源，节能减排，而且带来了可观的经济效益；另一方面，在高温季节池塘安装光伏组件遮光后，不仅能够降低水温1-2℃，而且可防止2万勒克斯以上强光造成的倒藻，藻类死亡后产生的藻毒素，既污染水质又危害水产品安全。因此，适宜的遮光为鱼类创造出有利的生长环境，减少鱼病发生，减少鱼药投入，产出安全、高品质的水产品。

通威“渔光一体”产业示范园在设计时充分考虑当地的自然条件、生态环境，建成后可促进当地渔业发展，提高农民收入水平，同时项目建成后将成为旅游景点，科技旅游是新兴的一种旅游形式，在促进旅游业发展的同时，提高了公众的科学文化素质。

本项目建成投运后，供电湛江电网，将有利于缓解湛江电网电量短缺情况，提高光伏发电在能源结构中的比重；该光电场的建设符合国家能源政策及“西部大开发”的战略要求，不仅是当地经济的可持续发展、人民的物质文化生活水平提高的需要，也是湛江电力工业发展的需要。因此，本项目的建设是必要的。

综上所述，本项目的建设是非常必要的。

2.5.2 项目用海必要性分析

本项目作为光伏发电建设工程，该项目的海域使用是由其场地的建设条件和工程建设特殊要求决定的。

本项目采用渔光互补模式，采用“水上发电、水下养鱼”的创新模式，来实现多产业的互补发展。项目建设对于改善区域能源结构，提升清洁能源比例，保障区域供能安全和提升地方财政均有明显促进作用。

项目利用现状养殖围塘建设光伏区，有利于提升海域资源利用效益。根据广东省政府批复海岸线，本项目所处养殖围塘位于海岸线向海一侧，项目建设不可避免占用海域资源，根据《海域使用管理法》等相关法律法规及要求，本项目申请用海是必要的。

综上，从合法合规开展项目建设运营、提升海域资源利用效益、促进产业互补和保障能源安全的角度综合分析，本项目的建设是必要的，项目申请用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气候特征

本节内容引自《湛江市气象公共服务白皮书（2022 年）》。湛江市地处祖国大陆南部，属亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

（1）气温

2021 年湛江市气候属于正常年景：气温偏高、初台晚、台风影响偏弱、气象干旱明显。年平均气温为 24.3℃，较常年偏高 0.7℃；高温天气多，年平均高温日数达 25.3 天，较常年偏多 10.4 天

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 24.2℃，平均气温年变幅不大。最热的月份出现在 6~9 月份，多年月平均气温为 29.3℃以上。

历年最高气温为 37.5℃，出现在 2015 年 7 月 1 日；历年最低气温为 4.5℃，出现在 2016 年 1 月 25 日。日最高气温≥35.0℃的天气主要出现在 5~9 月份，累年平均出现日数为 5.7 天。日最高气温≥30.0℃的天气主要出现在 2~11 月份，以 7 月份最多为 26.3 天，累年平均出现日数为 131.7 天。日最低气温≤10.0℃的天气主要出现在 11 月至翌年 3 月份，以 12 月至翌年 2 月最多，累年平均出现日数为 6.4 天；日最低气温≤5.0℃的天气出现过 0.1 天。

（2）降水量

湛江市年平均降雨量 1292.7mm，较常年偏少 20%，降雨时空分布不均，北多南少；年平均日照时数 2127.5h，较常年略偏多。汛期（4 月至 10 月）平均降水量 1153.7mm，较常年偏少，主要降水出现在 8 至 10 月，其降雨量占全年 51.2%，各地出现了不同程度的气象干旱。

（3）相对湿度

湛江市海域相对湿度较高，多年平均值为 84%，1~9 月平均相对湿度较大，多年月平均都在 82% 及以上，3~4 月相对湿度最大，多年月平均为 90%，10 月至 12 月平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 79% 及以下，11~12 月平均相对湿度最小，

多年月平均相对湿度为 78%，本站观测到极端最小相对湿度为 16%，出现在 2013 年 12 月 30 日。

(4) 能见度

硃洲海洋站海域能见度较好，多年能见度平均值为 22.4km，5~8 月份平均能见度较大，多年月平均都在 28km 以上，7 月份能见度最大，多年月平均为 35.2km，1~3 月份平均能见度较小，多年月平均在 12.7km 及以下，本站观测到极端最小能见度为 0.1km，11 月至翌年 5 月都有出现。

(5) 风况

硃洲海洋站地处季风区，累年平均风速 3.5m/s，年主导风向为东向和东北东向，出现频率均为 13.7%和 12.8%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行东北东向风，春季仍以东南东和偏东风居多，夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 18.9%。常年平均风速变化不大，其平均值在 3.1m/s~3.7m/s 之间。其中 8 月份的平均风速最小，多年平均值为 3.1m/s。历年最大风速为 47.0m/s，风向偏西，出现在 2015 年 10 月 4 日。

硃洲海洋站强风向为西向，最大风速为 47.0m/s；次强风向为南南东向，其最大风速为 30.0m/s。常风向为东向，累年出现频率为 13.4%，其对应风向的平均风速为 3.1m/s，最大风速为 23.0m/s。常年最少风向是西南西、西北西、西北，其出现频率为 1.4%。其余各风向常年出现频率分布在 1.7%~12.5% 之间。

硃洲海洋站大风（≥8 级）在一年四季除了 1~2、12 月份外均可出现大风，其中 5、12 月份最少，大风日数仅 1 天，8~9 月最多，大风日数达 5 天，大风日数年平均为 3.6 天。

(6) 海雾

硃洲海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为 30 天，各月平均雾日数，1~4 月份平均雾日较多，多年月平均雾日都在 4.4 天以上，3 月份雾日最多，多年月平均为 10.0 天，6~10 月份平均雾日较少，多年月平均不到一天，其中 6、8~10 月份没有雾日。

3.1.2 自然灾害

影响项目所在海域的自然灾害有热带气旋、风暴潮增水、地震等。

(1) 台风

湛江位于南海北部，是受热带气旋影响较为严重的地区之一，平均每年有 1.9 个热带气旋影响湛江地区；年最多为 5 个，热带气旋 8 月出现最多，占 27%，其次是 9 月占 24%。据中国天气台风网统计，2013 至 2020 年间，共计 10 个台风从粤西登陆，其中影

响最为严重的是台风“威马逊”和台风“彩虹”。台风具体情况统计如下表 3.1.2-1。

(2) 地震

本区频繁发生的地震活动也是新构造运动的表现之一，具有“频度高、震级低”的特点。地震是由于地壳运动在应力作用下岩石产生应力和应变的产物，当岩石的应力和应变积累到一定程度且超出破裂强度时，即产生破裂和错动，也就是发生地震，这种瞬时作用产生的破裂即通常所说的断裂，所以说地震与断裂构造密切相关。沿吴川一四会断裂褶皱带曾发生六级以上地震三次（1445 年四会、1611 年电白、1969 年阳江）近期以阳西程村一织笼震中地震活动最为频繁。自 1969 年 7 月 26 日阳江发生 6.4 级地震以来，项目区小震频繁、烈度较低。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，项目区抗震设防烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度为 0.10g，反应谱特征周期为 0.35s。

3.1.3 海洋水文概况

除特别说明外，本报告均以 56 黄海平均海平面起算。各基准面关系如下图。

潮汐性质

根据通明渔港 2 天的逐时验潮资料(2003 年 10 月 28 日 18:10 至 10 月 30 日 10:30)，进行调和分析后，计算出调和常数。本港潮汐属不正规半日潮（ $F=(HK1+HO1)/HM2=0.72$ ），每天潮位两涨两落，潮汐不等现象明显，最大潮差出现于落潮，实测最大潮差 3.77m，实测潮位过程线见图 3.1.3-2。

潮位特征值

由于本港没有长期的潮位观测资料，潮位特征值的具体数值引用 1956-1993 年湛江水文站潮位资料分析所得。

平均高潮位：1.35m

平均低潮位：-0.58m

平均潮差：1.93m

平均海平面：2.20m

历年最大潮差：5.45m

历年最小潮差：0.10m

海流

海流测站分别布置在港区航道和通明渔港拦门沙外（图 3.1.3-3），由于 V2 站水较浅，只观测表层海流。根据这两个站的周日连续观测的海流资料，分析实测流场状况。

通明渔港的海流主要受来自外海的潮波、通明河径流及风场影响。通明渔港由于为狭长的河道（落潮时水面宽度不足 100m），海流为明显的往复流。海区的海流主要被各主要分潮流支配，涨潮流流向 NW，落潮流流向 SE。海流和实测的潮位曲线对应很好，转流时刻为潮汐涨、落平潮时。最小流速也多出现于平潮时，流速最大值出现在涨落潮中潮位附近，具有明显的驻波性质。在一太阴日内海流两涨两落，流速过程曲线出现四峰态。调查海区潮流占实测海流的主要成分。

图 3.1.3-4、图 3.1.3-5 分别是 V1、V2 站观测期间实测海流曲线图；表 3.1.3-1 为两测站表、中、底层实测海流的最大值和最小值，表 3.1.3-2 为两测站涨潮流和落潮流统计结果。

根据本次实测海流资料，港内流速较强。港内涨潮时最大流速为 68cm/s，落潮时最大流速为 96cm/s；涨潮平均流速小于落潮平均流速。港内潮流属不正规半日潮流。根据潮流调和常数计算的港内最大可能潮流流速为 119cm/s，流向 137°（V1 站中层）；水质点最大运移距离为 18.9km。两测站各层余流较小，余流流速都在 10.0cm/s 以下。余流流向基本与落潮流相同。

径流

通明河全长 20 余 km，受上游来水的影响，径流季节性变化较大。本地区年平均降水 1400mm。根据降水的特点，枯水季节径流较小，丰水季节径流较大，洪季受暴雨影响，河流冲刷上游两岸及河床，并且向下游带来一定量的泥沙。

波浪

根据工程区外海--硃洲海洋站 1982~2007 年的波浪资料统计分析，该海域波浪是以风浪为主，年出现频率约为 80%；涌浪出现频率较少，约为 20%。常浪向为 ENE，频率为 21.01%，次常浪向为 SE，频率为 18.18%，波向主要出现在 NE~S 向，该范围内频率占到约 93%。硃洲岛海域的强浪向与常浪向基本相一致，均出现在 NNE~SE 方位内。H1/10>3.0m 的方向是 NNE~ESE 方位内。

根据该站 1996~2007 年累年各向波高绘制波浪玫瑰图如下：

3.1.4 海洋水质环境质量现状调查与分析

本章节的内容引自《湛江市麻章区森工产业园污水处理厂尾水排海工程涉海咨询项目 2021 年春季海洋环境调查报告》（广州邦鑫海洋技术有限公司）《湛江市麻章区森工产业园污水处理厂尾水排海工程涉海咨询项目 2020 年秋季海洋环境调查报告》（广州邦鑫海洋技术有限公司），2020 年 11 月 16 日至 11 月 17 日、2021 年 4 月 23 日至 4

月 25 日。

2020 年秋季调查站位坐标表如表 3.1.4-1，站位布置见图 3.1.4-1 所示。2021 年春季调查站位坐标表如表 3.1.4-2，站位布置见图 3.1.4-2 所示。

表 3.1.4-12020 年秋季各调查站位的坐标

站号	经度	纬度	监测内容
Q1			水质
Q2			水质、生态、沉积物
Q3			水质
Q4			水质、生态、沉积物
Q5			水质
Q6			水质、生态、沉积物
Q7			水质、生态
Q8			水质、生态、沉积物
Q9			水质
Q10			水质、生态、沉积物
Q11			水质
Q12			水质
Q13			水质、生态、沉积物
Q14			水质、生态、沉积物
Q15			水质、生态、沉积物
Q16			水质、生态、沉积物
Q17			水质
Q18			水质
Q19			水质、生态、沉积物
Q20			水质、生态
ST1			潮间带生物
ST2			潮间带生物
ST3			潮间带生物

表 3.1.4-22021 年春季各调查站位的坐标

站位	经度	纬度	调查内容
Q1			水质
Q2			水质、沉积物、生态
Q3			水质
Q4			水质、沉积物、生态
Q5			水质
Q6			水质、沉积物、生态
Q7			水质、生态
Q8			水质、沉积物、生态
Q9			水质
Q10			水质、沉积物、生态
Q11			水质
Q12			水质
Q13			水质、沉积物、生态
Q14			水质、沉积物、生态
Q15			水质、沉积物、生态
Q16			水质、沉积物、生态
Q17			水质
Q18			水质
Q19			水质、沉积物、生态
Q20			水质、生态
ST1			潮间带
ST2			潮间带
ST3			潮间带

3.1.4.1 调查概况

(1) 调查站位

1) 2020 年秋季

秋季调查共布设海水水质站位 20 个，沉积物站位 10 个，海洋生物生态调查站 12 个。本次调查共布设潮间带生物调查站位 3 个（ST1~ST3）。

2) 2021 年春季

春季调查共布设海水水质站位 20 个，沉积物站位 10 个，海洋生物生态调查站 12 个。本次调查共布设潮间带生物调查站位 3 个。

(2) 调查内容

水质调查项目为：pH 值、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐）、活性磷酸盐、氰化物、硫化物、挥发性酚、有机氯农药（六六六、滴滴涕）、石油类、重金属、多氯联苯。

（3）调查方法

现场监测采样按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，使用 GPS 导航船只进入预定点位，测量水深和进行透明度观测；采集水样根据水深确定层次：水深<10m 时采表层水样，10m<水深<25m 时采表层和底层水样，水深>25m 时采表层、中层和底层水样。海水盐度、水深、水温、pH 均为现场测定。其它水环境因子均用容积为 5L 的有机玻璃采水器采样，按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）规定的方法进行样品采集、保存和实验室分析测试。各项目的分析及检出限见表 3.1.4.1-2。

表 3.1.4.1-2 水质分析方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
水温	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 表层水温表法 25.1	JK-202-04 表层水温计	/
pH 值	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 pH 计法 26	PHB-4 pH 计	/
盐度	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 盐度计法 29.1	HWYAD-1 台式盐度仪	2
悬浮物	《海洋监测规范第 4 部分海水分析》GB17378.4-2007 重量法 27	ESJ203-S 电子天平	0.8mg/L
透明度	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 透明圆盘法 22	透明圆盘	/
溶解氧	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 碘量法 31	碱式滴定管	0.16mg/L
化学需氧量	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 碱性高锰酸钾法 32	碱式滴定管	0.32mg/L
亚硝酸盐	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 萘乙二胺分光光度法 37	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003mg/L
硝酸盐	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 镉柱还原法 38.1	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003mg/L
氨	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 次溴酸盐氧化法 36.2	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003mg/L
无机磷	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 磷钼蓝分光光度法 39.1	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.003mg/L
硫化物	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 亚甲基蓝分光光度法 18.1	UV-8000 紫外可见 分光光度计	0.2μg/L
石油类	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 紫外分光光度法 13.2	UV-8000 紫外可见 分光光度计	3.5μg/L
汞	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 原子荧光法 5.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.007μg/L
铜	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法（连续 测定铜、铅和镉）6.1	ice-3400 无火焰原 子吸收分光光度计	0.2μg/L

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
铅	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1	ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计	0.03μg/L
镉	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1	ice-3400 无火焰原子吸收分光光度计	0.01μg/L
锌	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	ice-3300 火焰原子吸收分光光度计	3.1μg/L
铬	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.1	ice-3300 火焰原子吸收分光光度计	0.4μg/L
砷	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB17378.4-2007 原子荧光法 11.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.5ug/l
叶绿素 a	《海洋监测规范第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007 分光光度法 8.2	UV-8000 紫外可见分光光度计	0.2μg/L

(4) 评价方法和标准

根据监测结果，利用《环境影响评价导则》（HJ/T2.3-93）所推荐的单项水质参数法进行评价。

单项水质参数 i 在 j 中占的标准指数。

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

式中： S_{ij} ：评价因子 i 的水质指数；

C_{ij} ：评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L。

C_{si} ：评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_f$$

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j$$

$$DO_j \leq DO_f$$

$$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$$

式中： DO_s —溶解氧的地表水质标准限值，mg/L；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L；

pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

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

其中：

式中： S_{pH_j} —pH 的指数；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值；

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

海水水质标准按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》中调查站位所在功能区的海洋环境评价标准执行。

评价标准：2020 秋季水质调查站位中 Q1~Q7 调查站位共 7 个位于通明海海洋保护区，Q8、Q9、Q10、Q11、Q13、Q14、Q16、Q17、Q18、Q19、Q20 共 10 个调查站位雷州湾渔业区，Q12、Q15、Q18 共 3 个调查站位位于东海岛南部工业与城镇用海区。以上三个区划均执行海水水质二类标准，因此各调查站位海水水质按照二类标准进行评价，海水水质标准参见表 3.1.4.1。

采用《海水水质标准》(GB3097-1997)对调查海域的海水水质现状进行评价。

表 3.1.4.1-1 海水水质标准单位:mg/L(pH 值除外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
2	溶解氧	>6	>5	>4	>3
3	悬浮物	人为增加量 ≤ 10		人为增加量 ≤ 100	人为增加量 ≤ 150
4	化学需氧量 (COD _{Mn})	≤ 2	≤ 3	≤ 4	≤ 5
5	生化需氧量 (BOD ₅)	≤ 1	≤ 3	≤ 4	≤ 5
6	无机氮 (以 N 计)	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.40	≤ 0.50
7	活性磷酸盐 (以 P 计)	≤ 0.015	≤ 0.030		≤ 0.045
8	汞	≤ 0.00005	≤ 0.0002		≤ 0.0005
9	镉	≤ 0.001	≤ 0.005	≤ 0.010	
10	铅	≤ 0.001	≤ 0.005	≤ 0.010	≤ 0.050
11	砷	≤ 0.020	≤ 0.030	≤ 0.050	
12	铜	≤ 0.005	≤ 0.010	≤ 0.050	
13	锌	≤ 0.020	≤ 0.050	≤ 0.10	≤ 0.50
14	铬	≤ 0.005	≤ 0.01	≤ 0.02	≤ 0.05
15	总铬	≤ 0.05	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.50

16	硫化物（以 S 计）	≤0.02	≤0.05	≤0.1	≤0.25
17	氰化物	≤0.005		≤0.1	≤0.2
18	挥发性酚	≤0.005		≤0.01	≤0.05
19	石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50

3.1.4.22020 秋季海水环境质量调查结果与评价

海域调查海水质量监测结果见表 3.1.4.2-1a 和 3.1.4.2-1b, 水质评价结果见表 3.1.4.2-2。

2020 年 11 月水质调查结果显示:

本次调查中, 海水的 pH 值变化范围为 7.64~8.01, 平均为 7.84, 其中 Q15 站位表层、Q18 站位表层、Q19 站位表层和底层海水 pH 值最高, Q4 站位表层 pH 值最低。各站位海水 pH 值分层较明显。

海水的盐度变化范围为 16.931~26.419, 平均为 21.24, 以 Q18 站位表层海水盐度最高, Q1 站位表层盐度最低。各站位海水盐度分层较明显。

海水的悬浮物浓度变化范围为 19.0mg/L~149.0mg/L, 平均为 70.69mg/L, 其中悬浮物浓度最大值出现在 Q11 站位表层, 最小值出现在 Q20 站位底层。各站位海水悬浮物浓度分层现象明显。

海水的溶解氧浓度范围为 5.45mg/L~7.24mg/L, 平均为 6.55mg/L, 以 Q12 站位表层溶解氧最高, Q10 站位底层最低。各站表、底层海水溶解氧分层现象明显。

海水的化学需氧量浓度变化范围为 0.73mg/L~2.67mg/L, 平均为 1.38mg/L, 其中最大值出现在 Q3 站位表层, 最小值出现在 Q19 站位表层。

海水的亚硝酸盐浓度变化范围为 0.025mg/L~0.071mg/L, 平均为 0.043mg/L, 以 Q8P 站位表层最高, Q13 站位表层最低。

海水的硝酸盐浓度变化范围为 0.353mg/L~1.107mg/L, 平均为 0.64mg/L, 以 Q12 站位表层最高, Q18 站位底层最低。

海水的氨浓度变化范围为 0.010mg/L~0.108mg/L, 平均为 0.040mg/L, 以 Q16 站位表层最高, Q14 站位表层最低。

海水的活性磷酸盐浓度变化范围为 0.020mg/L~0.047mg/L, 平均为 0.033mg/L, 以 Q8P 站位表层最高, Q20 站位底层最低。

海水中铜浓度变化范围为 1.1~3.2μg/L, 平均值为 1.904μg/L, 其中最大值在 Q11 站位表层, 最小值在 Q6 站表层。

海水中铅浓度变化范围为 0.1~0.63μg/L, 平均值为 0.247μg/L, 其中最大值在 Q19

站位表层，最小值在 Q10 站位底层。

海水的镉浓度变化范围为 0.03~1.90 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.286 $\mu\text{g/L}$ ，其中最大值在 Q1 站位表层，最小值在 Q8P 站位表层。

海水的锌浓度变化范围为 12.8~29.2 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 20.881 $\mu\text{g/L}$ ，其中最大值出现在 Q8 站位表层，最小值在 Q5 站位表层，各站位海水锌浓度变化较大。

海水的油类浓度变化范围为 0.012~0.034 mg/L ，平均为 0.019 mg/L ，其中油类浓度最高值出现在 Q4 站位表层，最小值在 Q19 站位表层和 Q20 站位表层。

海水中叶绿素 a 含量变化范围为 0.40~5.61 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 2.525 $\mu\text{g/L}$ ，其中最大值在 Q14 站位表层，最小值在 Q16 站位表层，各站位叶绿素 a 含量变化较大。

海水中汞浓度变化范围为 0.003~0.034 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.021 $\mu\text{g/L}$ ，最大值出现在 Q14 站位表层，最小值在 Q2 站位表层。

海水中砷浓度变化范围为 1.319~2.657 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.972 $\mu\text{g/L}$ ，最大值出现在 Q19 站底层，最小值在 Q1 站位表层。

海水中的铬浓度变化范围为 (<0.4)~0.7 $\mu\text{g/L}$ ，最大值出现在 Q12 站为表层和 Q8P 站位表层。

海水中挥发酚浓度变化范围为 5.418~15.385 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 8.370 $\mu\text{g/L}$ ，最大值出现在 Q8P 站位表层，最小值在 Q3 站位表层，各站位挥发酚浓度变化较大。

海水中硫化物浓度变化范围为 0.78~2.41 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.289 $\mu\text{g/L}$ ，最大值出现在 Q17 站位表层，最小值在 Q12 站位表层。

海水中氟化物浓度变化范围为 0.19~0.64 mg/L ，平均为 0.497 mg/L ，最大值在 Q19 站位表层和底层。最小值在 Q5 站位表层，各站位氟化物浓度变化变化明显。

海水中氰化物浓度变化范围为 (<0.5)~1.43 $\mu\text{g/L}$ ，最大值出现在 Q20 站位底层。

评价结果：

本次 2020 年秋季水质调查中，pH 值标准指数范围为 0.340~0.67，各站位海水中 pH 均未超标。评价结果见 3.1.6.2-2a 和 3.1.6.2-2a。

各站位溶解氧 DO 值标准指数范围为 0.62~0.92，各站位海水中溶解氧 DO 值均未超标。

各站位海水中化学需氧量 (COD_{Mn}) 标准指数范围为 0.24~0.89，各站位海水 COD_{Mn} 浓度均符合海洋区划要求的水质标准。

各站位无机氮标准指数范围为 1.37~3.93，各站位无机氮浓度均超标，未达到海洋区划要求的二类水质标准。

各站位海水活性磷酸盐标准指数范围为 0.65~1.56, 除 Q6 站位底层、Q12 站位表层、Q13 站位表层、Q15 站位表层、Q16 站位表层、Q18 站位表层、Q19 站位底层、Q20 站位底层活性磷酸盐达到区划要求的第二类水质标准之外, 其余站位均未能达到水质标准。

各站位铜标准指数范围为 0.11~0.32, 各站位海水中铜均未超标。

各站位铅标准指数范围为 0.020~0.126, 各站位海水中铅均未超标。

各站位镉标准指数范围为 0.006~0.380, 各站位海水中镉均未超标。

各站位锌标准指数范围为 0.26~0.58, 各站位海水中锌均未超标。

各站位油类标准指数范围为 0.231~0.676, 各站位海水中油类均未超标。

各站位汞标准指数范围为 0.01~0.17, 各站位海水中汞均未超标。

各站位砷标准指数范围为 0.044~0.089, 各站位海水中砷均未超标。

各站位铬标准指数范围为 (<0.004)~0.007, 各站位海水中铬均未超标。

各站位挥发酚标准指数范围为 1.08~3.08, 各个站位挥发酚均超过区划要求的第二类水质标准。

各站位硫化物标准指数范围为 0.016~0.048, 各站位海水中硫化物均未超标。

各站位氰化物标准指数范围为 (<0.100)~0.286, 各站位海水中氰化物均未超标。

3.1.4.3 2021 年春季海水环境质量调查结果与评价

(1) 现状调查结果

2021 年春季调查海域各水环境因子调查结果详见表 3.1.4.3-1。

调查海区的 pH 值变化范围为 (7.93~8.17), 均值为 8.06。

调查海区的盐度变化范围为 (24.861~30.137), 均值为 26.805。

调查海区的悬浮物变化范围为 (10.5~36.6) mg/l, 均值为 22.1mg/l。

调查海区的溶解氧变化范围为 (5.70~6.55) mg/l, 均值为 6.22mg/l。

调查海区的化学需氧量变化范围为 (0.78~1.68) mg/l, 均值为 1.27mg/l。

调查海区的无机氮变化范围为 (0.170~0.610) mg/l, 均值为 0.414mg/l。

调查海区的无机磷(活性磷酸盐)变化范围为 (0.008~0.036) mg/l, 均值为 0.022mg/l。

调查海区的氰化物变化范围为 (未检出~0.004) mg/l, 均值为未检出 mg/l。

调查海区的石油类变化范围为 (0.008~0.037) mg/l, 均值为 0.017mg/l。

调查海区的硫化物变化范围为 (4.8~18.2) $\mu\text{g/L}$, 均值为 11.3 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的挥发性酚变化范围为 (1.4~4.9) $\mu\text{g/L}$, 均值为 3.4 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的铜变化范围为 (1.1~4.9) $\mu\text{g/L}$, 均值为 3.0 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的铅变化范围为（0.10~2.95） $\mu\text{g/L}$ ，均值为 1.93 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的镉变化范围为（0.010~0.68） $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.33 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的铬变化范围为（0.9~3.7） $\mu\text{g/L}$ ，均值为 1.7 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的锌变化范围为（7.2~19.5） $\mu\text{g/L}$ ，均值为 13.6 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的汞变化范围为（0.010~0.048） $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.031 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区的砷变化范围为（0.2~2.4） $\mu\text{g/L}$ ，均值为 1.6 $\mu\text{g/L}$ 。

调查海区未检出六六六。

调查海区未检出滴滴涕。

调查海区未检出多氯联苯（PCB3 和 PCB5）。

水质评价结果：

本次调查中，水质评价因子包括 pH，溶解氧，化学需氧量，无机氮，无机磷（活性磷酸盐），氰化物，硫化物，挥发性酚，铜，铅，镉，铬，锌，汞，砷，石油类，六六六和滴滴涕。海水质量采用《海水水质标准》（GB3097-1997）的第一类标准，如超过第一类标准，则采用第二类，依次进行逐级评价。水质评价因子详情见表 3.1.4.3-3。

调查海域的无机氮，91.67%的水样超过一类标准，83.33%的水样超过了二类标准，58.33%的水样超过了三类标准，33.33%的水样超过了四类标准；调查海域的无机磷，75.00%的水样超过了一类标准，20.83%的水样超过了二、三类标准，所有站位的水样无机磷均符合四类标准；调查海域的铅，91.67%的水样超过了一类标准，所有站位的水样铅均符合二类标准；其余各参数均符合海水一类标准。

本次调查评价因子为 pH 值、DO、COD、无机氮、无机磷、石油类、重金属（As、Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr）、硫化物。各评价因子的标准指数计算结果见 3.1.4.3-4。

根据表 3.1.4.3-5 可见，保护区内的调查因子均符合 2 类水质标准，但是部分超 1 类水质标准，超标的指标有石油类、铅、锌、汞。执行 2 类水质标准的站位中，除 B4 站的石油类超标，其他站位的监测指标均符合 2 类水质标准。执行 3 类水质标准的站位中，所以指标均满足其水质要求。保留区类的调查站位有 2 个，监测指标中石油类和化学需氧量属于劣四类，其他指标满足 1 类、2 类标准。

表 3.1.4.3-3 水质调查评价因子统计表（mg/L）

评价因子	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量 $\leq$	2	3	4	5

评价因子	第一类	第二类	第三类	第四类
无机氮 $\leq$	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐 $\leq$	0.015	0.030		0.045
氰化物	0.005		0.10	0.20
硫化物	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发性酚	0.005		0.010	0.050
铜 $\leq$	0.005	0.010	0.050	
铅 $\leq$	0.001	0.005	0.010	0.050
镉 $\leq$	0.001	0.005	0.010	
铬 $\leq$	0.05	0.10	0.20	0.50
锌 $\leq$	0.020	0.050	0.10	0.50
汞 $\leq$	0.00005	0.0002		0.0005
砷 $\leq$	0.020	0.030	0.050	
石油类 $\leq$	0.050		0.30	0.50
六六六	0.001	0.002	0.003	0.005
滴滴涕	0.0005	0.0001		

3.1.5 海洋沉积物环境质量调查与评价

3.1.5.1 调查概况

(1) 调查站位与调查内容

2020 年 11 月、2021 年 4 月沉积物调查站位如图 3.1.4 节所示。调查项目：含水率、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、有机碳、硫化物和石油类共 11 项。

(2) 检测方法

根据《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料到或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.1.5.1-1 所示。

表 3.1.5.1-1 调查沉积物质量分析方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
含水率	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007重量法19	AUY220电子天平	/
有机碳	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007重铬酸钾氧化-还原容量法18.1	酸式滴定管	0.03%
硫化物	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007亚甲基蓝分光光度法17.1	UV-8000紫外可见分光光度计	0.3mg/kg
石油类	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007紫外分光光度法13.2	UV-8000紫外可见分光光度计	3.0mg/kg
汞	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007原子荧光法5.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.002mg/kg
砷	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007原子荧光法11.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.06mg/kg
铜	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007无火焰原子吸收分光光度法6.1	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	0.5mg/kg
铅	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007无火焰原子吸收分光光度法7.1	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	1.0mg/kg
镉	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007无火焰原子吸收分光光度法8.1	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007火焰原子吸收分光光度法9.1	ice-3400火焰原子吸收分光光度计	6.0mg/kg
铬	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007无火焰原子吸收分光光度法10.1	ice-3400无火焰原子吸收分光光度计	2.0mg/kg

(2) 评价方法

根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）对沉积物质量监测的监测数据进行分析评价。

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用公式

$$P_i = C_i / C_{si}$$

式中： P_i 为第*i*种评价因子的质量指数； C_i 为第*i*种评价因子的实测值； C_{si} 为第*i*种评价因子的标准值。

沉积物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

(3) 评价标准

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》和《海洋沉积物质量》(GB18668-2002),本次沉积物调查站位中 Q2、Q4、Q6 调查站位位于通明海海洋保护区, Q8、Q10、Q13、Q14、Q16、Q19 调查站位位于雷州湾农渔业区, Q15 调查站位位于东海岛南部工业与城镇用海区。以上各个区划均执行沉积物一类标准。因此各个调查站位海洋沉积物按照一类标准评价。采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)对监测海域的沉积物质量现状进行评价。

3.1.5.22020 年秋季沉积物环境质量调查结果与评价

2020 年 11 月沉积物调查结果如表 3.1.5.2-1 所示。监测海域内沉积物各因子质量指数见表 3.1.5.2-2。

本次调查中,所有调查站位海洋沉积物均按照一类标准评价。

各站位沉积物中有机碳标准指数范围为 0.03~0.40;

各站位沉积物中硫化物标准指数范围为 (<0.001) ~0.29;

各站位沉积物中石油类标准指数范围为 (<0.010) ~0.716;

各站位沉积物中汞标准指数范围为 0.04~0.22;

各站位沉积物中砷标准指数范围为 0.20~0.56;

各站位沉积物中铜标准指数范围为 0.12~0.53;

各站位沉积物中铅标准指数范围为 0.12~0.38;

各站位沉积物中锌标准指数范围为 0.16~0.67;

各站位沉积物中镉标准指数范围为 (<0.08) ~0.24;

各站位沉积物中铬标准指数范围为 0.17~0.81;

根据评价,本次调查中各指标在各个站位均未出现超标情况,均达到区划中所要求的沉积物标准。

3.1.5.32021 年春季沉积物环境质量调查结果与评价

监测海域沉积物监测结果详见表 3.1.5.3-1。

2021 年 4 月沉积物监测结果如表 3.1.5.3-1 所示,本次调查中,所有调查站位海洋沉积物均按照一类标准评价。

各站位沉积物中有机碳标准指数范围为 0.03~0.40;

各站位沉积物中硫化物标准指数范围为 (<0.001) ~0.29;

各站位沉积物中石油类标准指数范围为 (<0.010) ~0.716;

各站位沉积物中汞标准指数范围为 0.04~0.22;

各站位沉积物中砷标准指数范围为 0.20~0.56;

各站位沉积物中铜标准指数范围为 0.12~0.53;

各站位沉积物中铅标准指数范围为 0.12~0.38;

各站位沉积物中锌标准指数范围为 0.16~0.67;

各站位沉积物中镉标准指数范围为 (<0.08) ~0.24;

各站位沉积物中铬标准指数范围为 0.17~0.81;

本次调查中各指标在各个站位均未出现超标情况,均达到区划中所要求的沉积物标准。

监测海域内沉积物各因子质量指数见表 3.1.5.3-2。

3.1.6 海洋生物质量调查与评价

3.1.6.1 调查概况

(1) 调查概况

在海洋生态调查捕获的游泳动物中挑取了个体较大且优势度较高的鱼类、甲壳类、贝类和软体类进行生物体质量检测。监测站位见表 3.1.6.1-1~2。

游泳动物样品的采集和分析均按照《海洋调查规范》GB/T12763-2007 中规定的方法进行。按《海洋监测规范》(GB17378.5-2007)规定的方法进行样品的保存和实验室分析测试,各项目的分析及检出限列于表 3.1.6.1-1。

表 3.1.6.1-1 海洋生物体质量分析方法

检测项目	检测方法/依据	分析仪器	检出限
铜	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法(连续测定铜、铅和镉) 6.1	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.4mg/kg
铅	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	iCE-3300 原子吸收分光光度计	0.4mg/kg
镉	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.005mg/kg
铬	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.2	iCE-3400 石墨炉原子吸收分光光度计	0.04mg/kg
砷	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法 11.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.2mg/kg
汞	《海洋监测规范》第 6 部分:生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法 5.1	AFS-8220 原子荧光光度计	0.002mg/kg

石油 烃	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 荧光分光光度法 13	F96pro 荧光分光光度 计	0.2mg/kg
---------	---	--------------------	----------

(2) 评价方法与标准

1) 评价方法

海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项生物体质量已超过了规定的标准。

2) 评价标准

贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，具体标准值如下表所示。

表 3.1.6.1-3 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.1	0.3
砷≤	1.0	5.0	8.0
镉≤	0.2	2	5
铬≤	0.05	0.1	0.2
铅≤	0.1	2	6
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃≤	15	50	80

注：以贝类去壳部分的鲜重计

注：第一类，适用于海洋渔业海域、海水养殖区、海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 3.1.4.1-5 海洋生物体评价标准（湿重：mg/kg）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	铬	引用标准
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	5.0	1.5	《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	8.0	1.5	
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	10.0	5.5	

3.1.6.22020 年秋季海洋生物调查结果与评价

本调查捕获的游泳动物中挑取了个体较大且优势度较高的鱼类、甲壳类、软体类进行生物体质量检测，检测结果见表 3.1.6.2-1，其相应的质量指数见表 3.1.6.2-2。

从生物体质量检测结果及其对应质量指数评价可以看出，该调查海域鱼类、甲壳类、软体类生物体中汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬、石油烃等指标测值含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，未出现超标。

3.1.6.32021 年春季海洋生物调查结果与评价

本次调查从生态资源站位中选取了 18 个物种包括，鱼类，甲壳类和软体类，生物体质量调查结果见表 3.1.6.3-1 和表 3.1.6.3-2

本次调查生物体评价因子包括铜，铅，镉，铬，锌，汞，砷，石油烃。贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），本项目执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准。软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

本次调查海域生物体的石油烃，铜，铅，镉，铬，锌，砷和汞的单因子污染指数均小于 1，均满足相关质量标准的要求。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 调查项目

（1）调查站位

2020 年秋季、2021 年春季调查共布设海洋生态调查站位 12 个，潮间带生物调查站位 3 个，调查站位分布见表 3.1.4-1 与图 3.1.4-1。

（2）调查内容

2020 年秋季、2021 年春季海洋生态调查内容为叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳动物。

3.2.2 调查及分析方法

样品的处理、分析鉴定和数据处理均按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）与《海

洋监测规范》（GB17378-2007）的技术要求进行，具体的调查分析方法如下：

1. 浮游植物

浮游植物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（5）——浮游生物（浮游植物）生态调查的规定进行。使用浅水III型浮游生物网垂直拖网采样，样品收集完毕后，加入鲁哥氏液固定，带回实验室进行鉴定分析。

2. 浮游动物

浮游动物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（5）——浮游生物（浮游动物）生态调查的规定进行。使用浅水I型浮游生物网采样垂直拖网采样，样品收集完毕后，加入甲醛溶液固定，带回实验室进行鉴定分析。

3. 大型底栖生物

大型底栖生物采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（6）——大型底栖生物生态调查的规定进行。采样用张口面积为 0.1m² 的采泥器，每个站采样 2 次。标本处理和分析均按《海洋监测规范》进行。

4. 潮间带生物

采集方法:

1) 定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

2) 滩涂定量采样用面积为 25cm×25cm 的定量框，礁石定量采样用面积为 10cm×10cm 的定量框；取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

3) 对某些生物栖息密度很低的地带，可采用 5m×5m 的面积内计数(个数或洞穴数)，并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。

生物样品处理与保存

1) 采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。

2) 定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣。

3) 按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定。

4) 对受刺激易引起收缩或自切的种类（如腔肠动物、纽形动物），先用水合氯醛或

乌来糖进行麻醉后再固定；某些多毛类（如沙蚕科、吻沙蚕科），先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定；对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。

5. 鱼类浮游生物

鱼类浮游生物采样方法是按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 海洋生物调查（9）——鱼类浮游生物调查的规定进行。鱼卵和仔稚鱼定量的采集采用浅水I型浮游生物网垂直拖网采得，鱼卵和仔稚鱼密度分别用粒（尾）/m³表示；鱼卵和仔稚鱼定性的采集采用大型浮游生物网水平拖网采得，鱼卵和仔稚鱼密度分别用粒（尾）/net表示。

3.2.3 评价方法

1) 叶绿素 a 与初级生产力

叶绿素 a 用丙酮溶液（体积比例 9:1）提取，采用可见分光光度计（722N）在 664nm 波长下测定吸光度，计算叶绿素 a 的含量。

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

P ——初级生产力（mg·C/m²·d）；

C_a ——表层叶绿素 a 含量（mg/m³）；

Q ——同化系数（mg·C/（mgChl-a·h）），根据以往调查结果，这里取 3.7；

L ——真光层的深度（m）； L =透明度×3

t ——白昼时间（h），根据调查时间的季节特点，这里取 12。

2) 生物群落特征

采用能反映生物群落特征的指数，优势度（Y）、多样性指数（H'）、均匀度（J）对浮游植物、浮游动物、潮间带生物以及大型底栖生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

①优势度（Y）：

$$Y = \frac{n_i \cdot f_i}{N}$$

②Shannon-Wiener 多样性指数：

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

③Pielou 均匀度指数：

$$J = H' / H_{\max}$$

式中, n_i : 第 i 种的个体数量 (ind./m³) ; N : 某站总生物数量 (ind./m²) (浮游生物单位为 ind./m³) ; f_i : 某种生物的出现频率 (%) ; S : 出现生物总种数; $P_i = n_i / N$; $H_{\max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数。

3) 游泳生物群落特征

根据渔获物中个体大小悬殊的特点, 选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 (IRI) 来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分, 依此确定优势种。IRI 计算公式为:

$$IRI = (N + W)F$$

式中: N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比;

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比;

F —某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

游泳动物资源密度的评估根据底拖网扫海面积法 (密度指数法), 来估算评价区内的游泳动物资源密度, 求算公式为: $S = y / a(1 - E)$

式中: S —资源密度 (kg/km², ind./km²) ;

a —底拖网每小时的扫海面积 (扫海宽度取浮网长度的 2/3) ;

y —平均渔获率 (kg/h, ind./h) ;

E —逃逸率 (取 0.5) 。

3.2.4 海洋生态调查结果与评价

3.2.4.1 2020 年秋季海洋生态调查结果

1. 叶绿素与初级生产力

(1) 叶绿素 a

12 个调查站位表层水体叶绿素 a (表 3.2.4.1-1) 的平均含量为 2.44mg/m³, 变化范围在 0.40~5.61mg/m³ 之间; 最高值出现在 Q14 号站, 为 5.61mg/m³; 其次是 Q15 号站, 其表层水体叶绿素 a 的含量为 4.53mg/m³; Q16 号站表层水体叶绿素 a 的含量最低, 为 0.40mg/m³。影响水体叶绿素 a 分布的因子较多, 如非生物因子 (潮汐、透明度、浊度、水深、盐度、无机营养盐等) 和生物因子 (浮游植物密度、浮游动物的摄食和海洋病毒的侵染等), 只有深入测定各因子的参数, 才能探讨其与叶绿素 a 含量分布状况之间的相关关系。

(2) 初级生产力

对初级生产力进行估算统计,根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量估算得到的表层水体初级生产力范围在 $5.26\sim 112.01\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间,平均值为 $54.26\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$;其中以 Q14 号站最高,为 $112.01\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$;其次是 Q19 号站,其初级生产力为 $90.28\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$;Q16 号站最低,为 $5.26\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。初级生产力反映出单位时间和单位面积内浮游植物的生产水平,受到光、温度、辐射、营养盐、浮游植物等多种生态因子的综合影响。

2.浮游植物

(1) 种类组成及分布

本次生态调查共鉴定出浮游植物 28 科 57 种(含个别未定种的属),隶属于硅藻、甲藻、蓝藻、裸藻、金藻和绿藻 6 大门类。各门类的种类数如图 3.2.4.1-1 所示,其中以硅藻门为主,有 14 科 41 种,占总种数的 71.93%;蓝藻门和绿藻门均有 5 科 5 种,占总种数的 8.77%;裸藻门有 1 科 3 种,占总种数的 5.26%;甲藻门有 2 科 2 种,占总种数的 3.51%;金藻门有 1 科 1 种,占总种数的 1.75%。

本次调查浮游植物种类数的空间分布如图 3.2.4.1-2 所示,其中 Q19 号站号站浮游植物的种类数最多,有 25 种;其次是 Q16 号站和 Q20 号站,有 24 种;最少的是 Q15 号站,只有 13 种;其他站位的种类数在 15~22 种之间。各个调查站位浮游植物的主要组成种类皆为硅藻。

(2) 密度及分布

本次调查浮游植物密度的空间分布如表 3.2.4.1-2 所示,各调查站位浮游植物的密度在 $62.00\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3\sim 1230.06\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 之间,平均密度为 $306.61\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$,其中绿藻门的平均密度最高,为 $150.05\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$,占浮游植物平均密度的 48.94%;其次是硅藻门,平均密度为 $119.19\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$,占浮游植物平均密度的 38.87%;其他门类的平均密度较低,在 $0.03\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3\sim 24.82\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 之间,占浮游植物平均密度的 0.01%~8.09%。

在水平分布上,Q14 号站浮游植物的密度最高,为 $1230.06\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$;Q2 号站次之,密度为 $494.26\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$;Q8 号站最低,密度为 $62.00\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$;其他站位的浮游植物密度在 $93.36\times 10^4\sim 367.67\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 之间;可见浮游植物密度的水平分布不均匀。

(3) 优势种及分布

按照优势度 $Y\geq 0.02$ 来确定本次调查浮游植物的优势种有 2 种(见表 3.2.4.1-3),分别是:小球藻 *Chlorellasp.*和海链藻 *Thalassiosirasp.*。其中小球藻的优势度为 0.241,主

要分布在 Q14 号站；海链藻的优势度为 0.171，主要分布在 Q6、Q7、Q15 和 Q16 号站。

（4）多样性水平

各调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.2-3 所示。调查海域浮游植物的多样性指数 (H') 的平均值为 2.22，其中 Q4 号站的多样性指数最高 (3.42)，Q19 号站 (2.84) 次之，Q14 号站最低 (0.96)，其他站位的多样性指数在 1.68~2.66 之间。均匀度指数 (J) 的平均值为 0.52，其中 Q4 号站最高 (0.77)，Q2 和 Q8 号站次之 (0.65)，Q14 号站最低 (0.21)，其他站位的均匀度在 0.41~0.61 之间。

浮游植物是测量水质的指示生物，其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次浮游植物的调查结果显示，浮游植物种类有 6 门 28 科 57 种（含个别未定种的属），硅藻门是主要的组成门类，占比为 71.93%，其它门类种类数的相对占比较低。浮游植物平均密度为 $3.07 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，其中绿藻门的平均密度最高，硅藻门次之，其他门类的平均密度相对较低。从种类组成特征来看，本次调查的优势种有 2 种，分别为小球藻和海链藻。经计算，调查站位植物的多样性指数 (H') 处于中等水平，说明本次调查浮游植物的生态状况一般，种类分布不均匀。

3. 浮游动物

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 5 大类群组成，共计 20 种。各类群的种类数如图 (3.2.4.1-3) 所示，其中桡足类的种数最多，有 11 种，占总种数的 55%；其次为浮游幼体，有 6 种，占总种数的 30%；毛颚类、枝角类和浮游软体类均只有 1 种，各占总种数的 5%。

浮游动物种类的空间分布如图 (3.2.4.1-4) 所示。12 个站位浮游动物种类在 2~12 种之间。其中 Q20 号站浮游动物种类数最多，有 12 种；Q16 号站次之，有 8 种；Q2 号站位最少，只有 2 种。各个调查站位浮游动物的主要组成种类皆为桡足类和浮游幼体。

（2）密度及生物量分布

本次调查中，各站位的浮游动物密度较低，在 $1.60 \sim 15.31 \text{ ind./m}^3$ 之间，平均密度为 6.83 ind./m^3 ，其中 Q16 号站的浮游动物密度最高，为 15.31 ind./m^3 ；Q19 号站次之，为 14.88 ind./m^3 ；Q10 号站的密度最低，为 1.60 ind./m^3 。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 $0.520 \sim 9.796 \text{ mg/m}^3$ 之间，平均生物量为 2.653 mg/m^3 ，最高值出现在 Q16 号采样站，最低值出现在 Q10 号采样站。

（3）浮游动物主要类群分布

浮游动物各类群密度的空间分布如表（3.2.4.1-6）所示，桡足类和浮游幼体为本次浮游动物调查的主要组成类群。

桡足类浮游幼体平均密度为 4.68ind/m³，占浮游动物平均密度的 68.62%。其中 Q19 号采样站密度最高，为 13.64ind/m³，其次是 Q16 号采样站，密度为 12.24ind/m³。

浮游幼体桡足类平均密度为 1.52ind/m³，占浮游动物平均密度的 22.30%。其主要分布于 Q2 号采样站，密度为 2.42ind/m³，其次是 Q16 号采样站，密度为 2.04ind/m³。

其他类群在本次调查中出现的数量较少，占浮游动物平均密度的 0.97%~6.13%。

（4）优势种及其分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游动物优势种有 4 种，为桡足类的真刺唇角水蚤 *Labidooeraenchaeta*、太平洋纺锤水蚤 *Acartiapacifica* 和汤氏长足水蚤 *Calanopiathompsoni*；浮游幼体中的桡足类幼体 *Copepodalarvae*。其中真刺唇角水蚤的优势度最高，为 0.153，主要分布于 Q19 号站；第二优势种为汤氏长足水蚤，其优势度为 0.038，其在 Q16 号采样站密度最高。4 个优势种在各站位的密度分布及优势度见表（3.2.4.1-7）。

（5）多样性水平

调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）和 Pielou 均匀度指数（ J ）如表 3.3-4 所示。各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 0.85~2.79 之间，平均值为 1.86，最高值出现在 Q16 和 Q20 号站，最低值出现在 Q19 号站；Pielou 均匀度指数变化范围在 0.37~0.96 之间，平均值为 0.88，最高值出现在 Q7、Q8、Q14 和 Q15 号站，最低值出现在 Q19 号站。

（6）小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关，作为一项重要指标反映环境特征；同时作为主要的鱼类饲料，对海洋渔业具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类 20 种，群落结构主要由桡足类和浮游幼体组成；浮游动物平均密度和平均生物量分别为 6.83ind./m³ 和 2.653mg/m³。从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 4 个，其中真刺唇角水蚤优势地位突出。结合统计多样性水平，显示该调查海域的多样性指数处于较低水平，浮游动物生态环境较差。

4.大型底栖生物

（1）种类组成

本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 42 种，隶属 7 门 38 科。调查站位出现

种类最多的为环节动物，有 20 种，占底栖生物总种数的 47.62%，其次为节肢动物 12 种，占总种数的 28.57%，软体动物为 4 种，占总种数的 9.52%；腔肠动物和蠕虫动物有 2 种，各占总种数的 4.76%，棘皮动物和脊索动物都只有 1 种，占总种数的 2.38%（图 3.2.4.1-5）。

本次调查海域内大型底栖生物类群种数及空间分布情况如图 3.4-2 所示。Q4 号站位发现大型底栖生物种类数最多，有 12 种；其次是 Q6 号站位，有 10 种；Q19 号站位有 8 种；Q2 号站位有 7 种；其余站位的种类数介于 1~5 种之间。

在本次调查中，环节动物出现率最高，为 100%，其余类群出现率依次为：节肢动物 75%；软体动物 33.33%；腔肠动物和棘皮动物各为 25%；蠕虫动物和脊索动物各为 16.67%。

（2）数量分布

各调查站位大型底栖生物密度分布如表 3.2.4.1-9 所示，调查站位平均密度为 49.59ind./m²。Q6 号站位大型底栖生物栖息密度最高，为 142.85ind./m²；其次是 Q14 号站，大型底栖生物栖息密度分别为 123.80ind./m²；Q10 号站位栖息密度最低，为 4.76ind./m²；由此可见调查海域内大型底栖生物密度空间分布不均匀。

调查海域大型底栖生物以环节动物为主要构成类群，各站点环节动物的栖息密度介于 4.76~123.81ind./m² 之间，平均栖息密度 27.38ind./m²，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 55.21%；蠕虫动物和脊索动物最低，平均栖息密度 0.79ind./m²，占大型底栖生物平均栖息密度的 1.59%。

本次调查站位大型底栖生物生物量分布如表 3.2.4.1-10 所示，各调查站位变化范围为 0.100~60.077g/m²，平均生物量为 10.391g/m²；Q15 号站位大型底栖生物生物量最高，为 60.077g/m²，其中软体动物对其贡献率最高；其次是 Q14 号站位，大型底栖生物生物量为 23.134g/m²；Q10 号站位大型底栖生物生物量最低，仅为 0.100g/m²。由此可见调查站位大型底栖生物生物量空间分布不均匀。

（3）主要种类及其分布

调查海域大型底栖生物优势种以优势度 (Y) ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 2 种，为背褶沙蚕 *Tambalagamaiafauxeli* ($Y=0.070$) 和豆形短眼蟹 *Xenophthalmuspinnotheroides* ($Y=0.072$)。优势种在各站位的密度分布及优势度见表 (3.2.4.1-11)。

（4）多样性水平

调查海域大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J)

如表 3.2.4.1-12 所示。Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.00~2.98 之间，平均值为 1.79；多样性指数最高值出现在 Q4 号站位（2.98），其次为 Q19 号站位（2.91），Q10 号站位的值最低（0.00）。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.47~1.00 之间，平均值为 0.88；最高值出现在 Q13、Q15 和 Q16 号站位（1.00），Q14 号站点最低（0.47），Q10 号站位只出现了一种大型底栖生物，无法计算其均匀度。

总体来说，该调查海域内大型底栖生物多样性指数处于较低水平，均匀度水平较差，可见生物群落多样性较差，物种分布不均匀。

（5）小结

大型底栖生物群落是海洋生态系统重要的组成部分，对于环境变化较为敏感，具有较强的季节性变化，是反映水文、水质和底质变化的一项重要指标。本次大型底栖生物调查结果显示，调查站点内大型底栖生物的种类包含 7 大类群，共有 42 种。调查站点内大型底栖生物平均栖息密度为 49.59ind./m²，平均生物量为 10.391g/m²。调查站点内优势种有 2 种，为背褶沙蚕和豆形短眼蟹。结合统计多样性水平，显示该调查海域的多样性指数处于较低水平，可见大型底栖生物生态状况较差。

5. 潮间带生物

本次潮间带调查共对 3 条潮间带断面（ST1-ST3 断面）进行调查，在各断面的高、中、低潮带各布设站点进行定量及定性样品采集。

（1）种类组成

调查断面定性采集到的潮间带生物经鉴定共有 22 种，隶属 7 门 20 科。潮间带生物定性类群种类数如图 3.2.4.1-7 所示，本次调查发现节肢动物和环节动物种类最多（各 8 种），占总种数的 36.36%；其次为软体动物（2 种），占总种数的 9.09%；刺胞动物、纽形动物、星虫动物和脊索动物各 1 种，占总种数的 4.55%。

（2）空间分布

本次定性调查断面潮间带生物类群种类数及空间分布情况如图 3.2.4.1-8 所示。在 ST1 和 ST3 断面发现潮间带生物种类最多，为 10 种；ST2 断面发现种类最少（5 种）。

调查断面潮间带生物以节肢动物和环节动物为主要构成类群，二者在各断面皆有发现且种类较多；星虫动物和纽形动物仅在 ST3 断面出现 1 种，其余断面未发现。

（3）潮间带生物定量分析

1) 种类组成和空间分布

调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 19 种，隶属 4 门 18 科。潮间带生物定量类群种类数如图 3.2.4.1-9 所示，其中发现节肢动物和环节动物种类最多（各有 7 种），

占总种数的 36.84%；其次为软体动物（2 种），占总种数的 10.53%；刺胞动物、纽形动物和星虫动物各 1 种，占总种数的 5.26%。

定量潮间带生物类群种类数及空间分布情况如图 3.2.4.1-10 所示。在 ST1 断面和 ST3 断面发现潮间带生物种类最多，均为 7 种，ST2 断面发现种类最少，为 5 种。调查断面潮间带生物以节肢动物和环节动物为主要构成类群，二者在各断面皆有发现且种类较多；星虫动物和纽形动物仅在 ST3 断面出现 1 种，其余断面未发现。

2) 潮间带栖息密度及生物量分布

a. 栖息密度及生物量的组成

调查断面的潮间带生物总平均栖息密度及生物量见表 3.2.4.1-13，总平均栖息密度为 16.88ind./m²，总平均生物量为 13.340g/m²。在潮间带生物栖息密度的百分组成中，节肢动物栖息密度居首位，为 7.11ind./m²，占 42.12%；其次为环节动物（5.33ind./m²），占 31.58%；纽形动物最低（0.44ind./m²），占 2.61%。生物量组成方面也以节肢动物居首位，为 8.834g/m²，占 66.62%；其次为刺胞动物（2.351g/m²），占 17.62%；环节动物最低，仅为 0.183g/m²，占 1.37%。

b. 栖息密度与生物量的水平分布

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量的水平分布见表 3.2.4.1-14，栖息密度方面，潮间带生物的栖息密度表现为 ST3 断面最高，为 18.67ind./m²，其次为 ST1 断面（18.66ind./m²），最低出现在 ST2 断面，为 13.33ind./m²。潮间带生物生物量方面的分布情况和栖息密度保持一致，其中 ST2 断面的生物量最高，达到 23.528g/m²，其次为 ST3 断面（10.834g/m²），ST1 断面生物量最低，为 5.655g/m²。

c. 栖息密度及生物量的垂直分布

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表 3.2.4.1-15，在垂直分布上，潮间带生物的栖息密度方面表现为低潮带最高，为 22.66ind./m²，其次为中潮带（18.67ind./m²），低潮带最低，为 9.33ind./m²，即低潮带>中潮带>高潮带。在生物量方面，高潮带生物量最高，为 19.137g/m²，其次为中潮带（12.875g/m²），低潮带最低，为 8.004g/m²，即高潮带>中潮带>低潮带。

(3) 优势种组成

调查断面潮间带生物优势种以计算优势度（ Y ） ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 3 种（表 3.2.4.1-16），分别是：日本角吻沙蚕 *Goniadajaponica*、青蛤 *Cyclinasinensis*、肉球近方蟹 *Hemigrapsussanguineus*。其中优势度最大的为日本角吻沙蚕（ $Y=0.029$ ），

为本调查第一优势种。

(4) 潮间带生物多样性指数

调查断面 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.2.4.1-17 所示, Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.64~1.49 之间, 平均值为 1.18。多样性指数在 ST1 断面出现最高 (1.49), 其次为 ST3 断面 (1.42), ST2 断面最低 (0.64)。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.91~0.98 之间, 平均值为 0.95。均匀度指数 (J) 在 ST1 断面出现最高 (0.98), 其次为 ST2 断面 (0.96), 最低出现 STC3 (0.91)。

(5) 小结

本次潮间带生物调查结果显示, 调查断面潮间带生物的种类包含 7 大类群, 共有 22 种。调查断面总平均栖息密度 16.88ind./m², 总平均生物量为 13.339g/m²。从种类组成特征来看, 调查断面优势种有 3 种, 最大优势种为日本角吻沙蚕。调查断面潮间带多样性指数 (H') 处于较低水平, 说明潮间带种类多样性较低。

3.2.4.22021 年春季海洋生态调查结果

1. 叶绿素 a 与初级生产力

(1) 叶绿素 a

该海域 9 个调查站位表层水体叶绿素 a 平均含量为 0.6mg/m³, 变化范围在 0.1~1.4mg/m³ 之间; 最高值出现在 Q14 号站, 为 1.4mg/m³; 其次是 Q15 号站, 其表层水体叶绿素 a 含量为 1.0mg/m³; Q10 号站表层水体叶绿素 a 含量最低, 为 0.1mg/m³; 其余站位叶绿素 a 介于 0.2~0.8mg/m³ 之间。

(2) 初级生产力

对初级生产力进行估算统计结果如表 (3.2.4.2-1) 所示, 根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量估算得到的海区表层水体初级生产力范围在 6.60~58.608mgC/m²·d 之间, 平均值为 31.580mgC/m²·d; Q13 号站最高, 为 58.608mgC/m²·d; 其次是 Q6 和 Q16 号站其初级生产力为 41.958mgC/m²·d; Q8 和 Q10 号站最低, 为 6.66mgC/m²·d; 其余站位初级生产力介于 11.988~37.296mgC/m²·d 之间。

2. 浮游植物

(1) 种类组成

本次生态调查在调查海域共鉴定出浮游植物 74 种, 隶属于 2 大门类; 其中以硅藻门为主, 共 63 种, 占总种数的 85.14%; 甲藻门有 11 种, 占总种数的 14.86%。

本次调查浮游植物种类空间分布如图(3.2.4.2-1)所示,总体看来,浮游植物在各站位空间分布较不均匀。其中 Q19 号站和 Q20 号站浮游植物种类数最多,均有 34 种;其次是 Q14 号站其浮游植物种类数有 27 种;Q15 号站最少,有 17 种;其余站位浮游植物种类数介于 18~26 种之间。

(2) 数量分布

本次调查浮游植物密度空间分布如图(3.2.4.2-2)和表(3.2.4.2-2)所示,调查海域的浮游植物平均密度为 $3506.83 \times 10^3 \text{cells/m}^3$,各站位浮游植物密度处于 $211.96 \sim 19543.34 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间,各站位间浮游植物密度分布不均匀;其中 Q14 号站浮游植物的密度最高,达 $19543.34 \times 10^3 \text{cells/m}^3$;其次是 Q4 号站,其浮游植物密度为 $10145.00 \times 10^3 \text{cells/m}^3$;Q10 号站浮游植物密度最低,仅为 $211.96 \times 10^3 \text{cells/m}^3$;其余站位浮游植物密度介于 $339.52 \sim 4508.15 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。

(3) 优势种及栖息密度分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游植物优势种有 6 个,分别是:菱形海线藻 *Thalassionemanitzschoides*、高盒形藻 *Biddulphiaregi*、劳氏角毛藻 *Chaetoceroslorenzianus*、海链藻属 *Thalassiosiras*p.、窄隙角毛藻 *Chaetocerosaffinis*、中肋骨条藻 *Skeletonemacostatum*;菱形海线藻优势度最高,为 0.425;其次是高盒形藻,为 0.262。六个优势种在各站位的密度分布见表 3.2.4.2-3。

(4) 多样性水平

调查海域浮游植物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.2.4.2-4 所示。Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围处于 1.01~3.00 之间,平均值为 2.12;多样性指数最高出现在 Q7 号站,值为 3.00;最低值为 Q20 号站,其值为 1.01。Pielou 均匀度指数 (J) 变化范围在 0.20~0.67 之间,平均值为 0.48;最高值出现在 Q7 号站,为 0.67;Q20 号站均匀度最低,仅为 0.20。

(5) 小结

浮游植物是测量水质的指示生物,其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次调查浮游植物调查结果显示,调查海域内浮游植物种类 74 种,种群以硅藻门为主要构成类群,其占比达到 85.14%,甲藻门占比为 14.86%;群落组成与广东近岸海域浮游植物群落组成一致;调查海域浮游植物平均密度为 $3506.83 \times 10^3 \text{cells/m}^3$,空间分布不均匀;从种类组成特征来看,调查海域内优势种有 6 种,均为常见优势种。

3. 浮游动物

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 8 大类群组成，共计 37 种。其中桡足类的种数最多，共有 15 种，占总种数的 40.54%；浮游幼体有 14 种，占总种数的 37.84%；刺胞动物和十足类均有 2 种，各占总种数的 5.41%；原生动物、毛颚类、端足类和被囊类均有 1 种，各占总种数的 2.70%。（图 3.2.4.2-3）

浮游动物种类的空间分布如图 3.2.4.2-4 所示。其中 Q4 号站和 Q19 号站浮游动物种类数最多，均有 18 种；其次是 Q15 号站其浮游动物种类数有 17 种；Q14 号站最少，有 6 种；其余站位浮游动物种类数介于 10~16 种之间；可见调查海域内浮游动物种类空间分布较不均匀。

从图中可以看出，在本次调查中桡足类和浮游幼体出现率最高，均为 100%；被囊类出现率为 66.67%；刺胞动物出现率为 25.00%；十足类出现率为 16.67%；原生动物、毛颚类和端足类出现率均为 8.33%。

(2) 数量分布

本次调查海域范围浮游动物密度分布如表 3.2.4.2-5 所示，各站位浮游动物平均密度为 43131.00ind./m³；最大浮游动物密度出现在 Q4 号站，其值为 189250.00ind./m³；其次是 Q15 号站，其值为 142277.80ind./m³；Q14 号站浮游动物密度最低，仅为 26.65ind./m³；其余站位浮游动物密度介于 101.14~49896.55ind./m³ 之间；可见调查海域内浮游动物密度空间分布不均匀。

本次调查浮游动物平均密度为 43131.00ind./m³，桡足类和浮游幼体类群是调查海域内浮游动物主要构成类群；其中浮游幼体平均密度为 35388.54ind./m³，占浮游动物平均密度的 82.05%；桡足类平均密度为 7607.72ind./m³，占浮游动物平均密度的 17.64%；被囊类平均密度为 122.60ind./m³，占浮游动物平均密度的 0.28%；刺胞动物、十足类、原生动物、毛颚类和端足类平均密度占浮游动物平均密度的较低，占比不足 0.1%。

浮游动物生物量空间分布如图 3.2.4.2-5、表 3.2.4.2-6 所示，全部 12 个站位平均生物量为 286.576mg/m³，变化范围为 10.000~1316.667mg/m³，可见浮游动物生物量空间分布不均匀。其中 Q4 站位生物量最高，为 1316.667mg/m³；其次是 Q19 站位其值为 497.436mg/m³；Q14 站位生物量最低，仅为 10.000mg/m³；其余站位生物量介于 27.230~338.235mg/m³ 之间。

(3) 优势种类及其数量分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查的浮游动物优势种类，共得出 4 种种类，分别是：桡足类幼体 Copepodalarvae、强额孔雀哲水蚤 *Parvocalanus crassirostris*、桡足类无节幼体 Naupliuslarvae(Copepoda)、蔓足类幼体 Cirripedialarvae；桡足类幼体优势度最高，达 0.722；其次是强额孔雀哲水蚤，为 0.125。四种优势种在各站位的分布情况见表 3.2.4.2-7。

(4) 多样性水平

该海域浮游动物种类多样性水平计算结果见表 3.2.4.2-8，调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 变化范围在 1.04~2.96 之间，平均值为 1.69；多样性指数最高出现在 Q19 号站，值为 2.96；最低值为 Q15 号站，其值为 1.04。Pielou 均匀度指数 (J) 变化范围在 0.25~0.93 之间，平均值为 0.47；最高值出现在 Q14 号站，为 0.93；Q15 号站均匀度最低，仅为 0.25。

(5) 小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关，作为一项重要指标反映环境特征；同时作为主要的鱼类饲料，对海洋渔业具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类 37 种，群落结构主要由桡足类和浮游幼体组成，浮游幼体大部分类群均有出现，以及其它多种浮游动物类群，其群落组成结构与广东近岸海域浮游动物群落组成结构一致；调查海域浮游动物平均密度和生物量分别为 43131.00ind./m³ 和 286.576mg/m³；从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 4 种，均为常见优势种。

4. 大型底栖生物

本次调查出现大型底栖生物有 8 大类群组成，共计 29 种。其中环节动物的种数最多，共有 12 种，占总种数的 41.38%；节肢动物有 7 种，占总种数的 24.14%；软体动物有 4 种，占总种数的 13.79%；棘皮动物有 2 种，占总种数的 6.90%；刺胞动物、帚虫动物、星虫动物和纽形动物均有 1 种，各占总种数的 3.45%。

本次调查海域内大型底栖生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.4.2-6 所示。其中 Q7 号站大型底栖生物种类数最多，有 12 种；其次是 Q20 号站其大型底栖生物种类数有 6 种；Q14 号站最少，有 1 种；其余站位大型底栖生物种类数介于 2~5 种之间；其中 Q2 号站未发现大型底栖生物。

从图中可以看出，在本次调查中环节动物出现率最高，为 91.67%；棘皮动物出现率为 50.00%；节肢动物出现率为 41.67%；软体动物出现率为 33.33%；刺胞动物、帚虫动物、星虫动物和纽形动物出现率均为 8.33%。

(2) 数量分布

本次调查海域内大型底栖生物栖息密度范围为 0~110.00ind./m²，平均栖息密度为 24.58ind./m²；其中 Q7 号站底栖生物栖息密度最高，为 110.00ind./m²；其次是 Q20 号站其底栖生物栖息密度为 35.00ind./m²；底栖生物栖息密度最低的是 Q14 号站，仅为 5.00ind./m²；其余站位栖息密度介于 10.00~30.00ind./m² 之间；其中 Q2 号站未发现大型底栖生物。

在大型底栖生物各类群的数量组成中，各调查站位中以环节动物类群栖息密度最大，平均栖息密度为 11.25ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 45.76%，变化范围介于 0~40.00ind./m² 之间；节肢动物平均栖息密度为 6.25ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 25.42%，变化范围介于 0~45.00ind./m² 之间；棘皮动物平均栖息密度为 3.75ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 15.25%，变化范围介于 0~15.00ind./m² 之间；软体动物平均栖息密度为 1.67ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 6.78%，变化范围介于 0~5.00ind./m² 之间；刺胞动物平均栖息密度为 0.42ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 1.69%，变化范围介于 0~5.00ind./m² 之间；帚虫动物平均栖息密度为 0.42ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 1.69%，变化范围介于 0~5.00ind./m² 之间；星虫动物平均栖息密度为 0.42ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 1.69%，变化范围介于 0~5.00ind./m² 之间；纽形动物平均栖息密度为 0.42ind./m²，占海域内大型底栖生物平均栖息密度的 1.69%，变化范围介于 0~5.00ind./m² 之间。

本次调查海域内，各调查站位大型底栖生物生物量分布如表 3.2.4.2-9 所示，变化范围为 0.000~8.290g/m²，平均生物量为 2.517g/m²。其中 Q8 号站底栖生物生物量最高，为 8.290g/m²；其次是 Q7 号站，其生物量为 5.235g/m²；底栖生物生物量最低的是 Q14 号站，仅为 0.065g/m²；其余站位生物量介于 0.100~4.535g/m² 之间；其中 Q2 号站未发现大型底栖生物。

在本次调查中，节肢动物类群平均生物量最高，为 0.863g/m²，占总生物量的 34.28%；其次是棘皮动物类群，其平均生物量为 0.780g/m²，占总生物量的 30.97%；软体动物类群平均生物量为 0.364g/m²，占总生物量的 14.47%；环节动物类群平均生物量为 0.280g/m²，占总生物量的 11.11%；纽形动物类群平均生物量为 0.210g/m²，占总生物量的 8.33%；星虫动物类群平均生物量为 0.010g/m²，占总生物量的 0.41%；刺胞动物类群平均生物量为 0.008g/m²，占总生物量的 0.31%；平均生物量最低的是帚虫动物类群，为 0.003g/m²，

占总生物量的 0.12%。（表 3.2.4.2-10）

（3）优势种类及其数量分布

调查海域大型底栖生物类群以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断依据，本次调查的优势种有 2 种：滑指矾沙蚕 *Euniceindica*、分歧阳遂足 *Amphiuradivaticata*；滑指矾沙蚕优势度最高，达 0.071；其次是分歧阳遂足，为 0.028。二种优势种在各站位的分布情况见表 3.2.4.2-11。

（4）多样性水平

本次调查海域内的大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 0~3.21 之间，平均值为 1.64；多样性指数最高出现在 Q7 号站，值为 3.21；最低值为 Q14 号站，其值为 0。Pielou 均匀度指数 (J) 变化范围在 0.90~1.00 之间，平均值为 0.98；最高值出现在 Q4、Q10、Q13、Q15、Q16 和 Q19 号站，为 1.00；Q7 号站均匀度最低，仅为 0.90。Q2 号站未发现大型底栖生物，所以均无法计算多样性及均匀度。（表 3.2.4.2-12）

（5）小结

大型底栖生物群落是海洋生态系统重要的组成部分，对于环境变化较为敏感，具有较强的季节性变化，作为一项重要指标反映水文、水质和底质变化。本次大型底栖生物调查结果显示，调查海域内大型底栖生物种类 29 种，包含刺胞动物、帚虫动物、星虫动物、棘皮动物、环节动物、纽形动物、节肢动物和软体动物 8 个类群，其各种生活方式类型均有发现；定量调查海域大型底栖生物平均栖息密度和生物量分别为 24.58 ind./m² 和 2.517 g/m²；从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 2 种，均为常见优势种。

5. 潮间带生物

本次潮间带调查共设置 3 条断面，在该断面的高中低潮带设 3 个站点进行定量及定性样品采集。

（1）定性潮间带生物的种类组成和空间分布

调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 2 大门类 17 种。经鉴定，软体动物的种数最多，共有 9 种，占总种数的 52.94%；节肢动物有 8 种，占总种数的 47.06%。

断面 ST1 中，发现潮间带生物有 8 种；断面 ST2 中，发现潮间带生物有 5 种；在断面 ST3 中，发现潮间带生物有 9 种。

（2）定量潮间带生物的种类组成和空间分布

调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 4 大门类 17 种（附录 V）。经鉴定，节肢动物的种数最多，共有 9 种，占总种数的 52.94%；软体动物有 5 种，占总种数的 29.41%；

环节动物有 2 种，占总种数的 11.76%；星虫动物有 1 种，占总种数的 5.88%。

在断面 ST1 中，中潮带发现潮间带生物有 7 种，高潮带发现潮间带生物有 5 种，低潮带发现潮间带生物有 3 种；在断面 ST2 中，低潮带发现潮间带生物有 2 种，高潮带和中潮带均未发现潮间带生物；在断面 ST3 中，高潮带发现潮间带生物有 5 种，中潮带和低潮带发现潮间带生物均有 4 种。

(3) 定量潮间带生物量及栖息密度

a、生物量及栖息密度的组成

调查断面的潮间带生物。潮间带生物平均栖息密度以软体动物居首位，为 60.89ind./m²；节肢动物平均栖息密度为 12.22ind./m²；环节动物平均栖息密度为 3.56ind./m²；星虫动物平均栖息密度为 0.15ind./m²。调查断面的潮间带生物平均生物量以软体动物居首位，为 18.783g/m²；节肢动物平均生物量为 9.563g/m²；环节动物平均生物量为 0.102g/m²；星虫动物平均生物量为 0.011g/m²。（表 3.2.4.2-13）

b、生物量及栖息密度的水平分布

3 条断面的潮间带生物栖息密度平均为 76.81ind./m²，生物量平均为 28.458g/m² 在调查断面的水平分布方面，断面 ST3 的生物栖息密度最高，为 189.11ind./m²；断面 ST1 的生物栖息密度为 38.67ind./m²；断面 ST2 的生物栖息密度最低，为 2.67ind./m²；大小顺序为：断面 ST3>断面 ST1>断面 ST2。断面 ST3 的生物量最高，达到 60.056g/m²；断面 ST1 的生物量为 25.215g/m²；断面 ST2 的生物量最低，为 0.103g/m²；大小顺序为：断面 ST3>断面 ST1>断面 ST2。（表 3.2.4.2-14）

c、生物量及栖息密度的潮带分布

在垂直分布上，潮间带生物的栖息密度表现为低潮带最高，达到 126.67ind./m²；其次是中潮带，为 72.44ind./m²；栖息密度最低的是高潮带，为 31.33ind./m²；大小顺序为：低潮带>中潮带>高潮带。低潮带生物量最高，为 39.641g/m²；其次是中潮带，为 34.661g/m²；生物量最低的是高潮带，为 11.071g/m²；大小顺序为：低潮带>中潮带>高潮带。（表 3.2.4.2-15）

(4) 定量潮间带生物多样性指数

采用 Shannon-Wiener 指数法测定潮间带生物多样性指数，一般认为，正常海域环境该指数值高，污染环境该指数低。

结果显示，3 条断面多样性指数变化 (H') 范围为 1.00~2.13 之间，平均值为 1.51；

多样性指数最高出现在断面 ST1，值为 2.13；最低值为断面 ST2，其值为 1.00。Pielou 均匀度指数 (J) 变化范围在 0.47~1.00 之间，平均值为 0.70；最高值出现在断面 ST2，为 1.00；断面 ST3 均匀度最低，仅为 0.47。（表 3.2.4.2-16）

3.2.5 渔业资源调查结果与评价

3.2.5.1 2020 年秋季海洋生态调查结果

1. 鱼卵仔鱼

(1) 水平拖网调查

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共获得鱼卵 63 粒，仔稚鱼 8 尾。经鉴定隶属于 1 门 8 科（附录 V），基本上属于沿岸浅海性鱼类。捕获的鱼卵有 6 种，为鲱形目的鲱科（28 粒）；鲈形目的鲈科（11 粒）和石首鱼科（14 粒）；鲽形目的舌鳎属（4 粒）；鲱形目的鲱科（3 粒）；鲉形目的鲉科（3 粒）。仔稚鱼有 2 种，分别为鲈形目的虾虎鱼科（6 尾）和鲱形目的小公鱼属（2 尾）。

各调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表 3.2.5.1-1 所示，所出现鱼卵种类数在 0~3 种之间，密度分布范围在 0.000~0.162 粒/ m^3 之间，平均为 0.028 粒/ m^3 ，其中 Q19 号站最高，共获得鱼卵 30 粒，密度为 0.162 粒/ m^3 ；其次为 Q16 号站，共获得鱼卵 11 粒，其鱼卵密度为 0.059 粒/ m^3 ；Q2、Q6 和 Q14 号采样站未发现鱼卵，其他站位的鱼卵数量在 1~5 粒之间，密度在 0.005~0.027 粒/ m^3 之间。仔稚鱼密度的变化范围在 0.000~0.022 尾/ m^3 ，平均为 0.004 尾/ m^3 ，仅在 Q6、Q16 和 Q19 号站存在，最高值出现在 Q16 号站。整个调查海区鱼卵和仔稚鱼捕获总密度范围为 0.000ind./ m^3 ~0.173ind./ m^3 ，平均为 0.032ind./ m^3 ，最高出现在 Q19 号站位。

(2) 垂直拖网调查

垂直拖网共获得鱼卵 4 粒，未发现仔稚鱼。经鉴定隶属于 1 门 3 科，捕获的鱼卵有 3 种，为鲈形目的鲈科（3 粒）和石首鱼科（1 粒）；鲽形目的舌鳎属（1 粒）。

各调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表 3.6-2 所示，鱼卵的平均密度为 0.248 粒/ m^3 ，最高值出现在 Q16 号站，密度为 2.041 粒/ m^3 ，其次为 Q19 号站，密度为 0.521 粒/ m^3 ，Q18 的鱼卵密度 0.413 粒/ m^3 ，其他站位均未发现鱼卵。整个调查海区鱼卵和仔稚鱼捕获总密度范围为 0.000ind./ m^3 ~2.041ind./ m^3 ，平均为 0.248ind./ m^3 ，最高出现在 Q16 号站位。

(4) 小结

鱼卵、仔稚鱼是反映海域资源潜力和资源保持的重要指标，在海洋生态环境评估具

有重要意义。本次鱼卵、仔稚鱼调查结果显示：水平拖网调查发现鱼卵 6 种，仔稚鱼 2 种，各调查站位鱼卵和仔稚鱼的分别为平均密度为 0.028 粒/ m^3 和 0.004 尾/ m^3 ，总平均密度为 0.032ind./ m^3 ，最高值出现在 Q19 号站；垂直拖网调查发现鱼卵 3 种，未发现仔稚鱼，各调查站位鱼卵的平均密度为 0.248 粒/ m^3 ，最高值出现在 Q16 号站。

2. 游泳生物

（1）游泳动物种类组成

本次调查捕获游泳动物共有 67 种，隶属于 3 大类群 30 科。调查海域出现物种种类统计结果见图 3.2.5.1-1，其中鱼类种类最多（40 种），占总种数的 59.70%；其次是甲壳类 25 种，占总种数的 37.31%；头足类种类最少，仅 2 种，占总种数的 2.99%。

游泳动物种类空间分布如图 3.2.5.1-2 所示，各个站位发现游泳动物种类数差异较大，其中 Q19 调查站位出现种类最多（31 种），Q10 站位种类最少，仅为 15 种。从游泳动物组成情况来看，大部分调查站位的鱼类种类数多于或等于甲壳类种类数，仅 Q10 站位的甲壳类种类数多于鱼类种类数；头足类出现种类最少，在各站位出现种类数为 0~2 种。本次调查中，鱼类、甲壳类出现率皆为 100%，而头足类出现率仅为 58.33%。

（2）游泳动物数量及数量分布

本次调查站位的游泳动物渔获情况见表 3.1.5.1-3，游泳动物各站位平均每小时渔获尾数和重量分别为 384.67ind./h 和 4.041kg/h；其中鱼类平均每小时渔获尾数和重量分别为 194.83ind./h 和 2.492kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 50.65%和总平均重量的 61.67%；甲壳类各站位的平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 185.67ind./h 和 1.411kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 48.27%和总平均重量的 34.92%；头足类各站位平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 4.17ind./h 和 0.138kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 1.08%和总平均重量的 3.41%。

各站位每小时渔获类群尾数（ind./h）和重量（kg/h）有所差异，其中鱼类在 Q6 站位每小时渔获尾数最多（498ind./h），在 Q16 站位每小时渔获重量最高（6.970kg/h）；甲壳类在 Q6 站位每小时渔获尾数最多（306ind./h），每小时渔获重量在 Q20 站位最高（2.747kg/h）；头足类在 Q15 站位每小时渔获尾数最多（12ind./h），每小时渔获重量在 Q16 站位最多（0.350kg/h）。

（3）渔业资源密度

本次调查游泳动物重量资源密度分布如表 3.2.5.1-3 所示，各站位游泳动物重量资源密度介于 48.14kg/ km^2 ~203.80kg/ km^2 之间，平均重量资源密度为 94.87kg/ km^2 ；各站位

游泳动物尾数资源密度介于 $3239.74\text{ind}/\text{km}^2 \sim 18875.01\text{ind}/\text{km}^2$ 之间, 平均尾数资源密度为 $9078.96\text{ind}/\text{km}^2$ 。站位之间游泳动物资源密度差异较大, 其中 Q16 站位渔业资源重量密度最高 ($203.80\text{kg}/\text{km}^2$), Q6 站位尾数资源密度最高 ($18875.01\text{ind}/\text{km}^2$), Q10 站位渔业资源重量密度最低 ($48.14\text{kg}/\text{km}^2$), Q10 站位尾数资源密度也最低 ($20158.39\text{ind}/\text{km}^2$)。

(4) 生态优势度

根据游泳动物密度指数(尾数、质量)和出现频率, 采用 Pinkas 等提出的相对重要性指标 (*IRI*) 数值大小来确定游泳动物种类的重要性。根据相对重要性指标的大小, 本调查依次将 *IRI* 值 >500 以上的物种确定为优势种, 100~500 的为常见种, 10~100 的为一般种, 1~10 的为少见种, *IRI* 值小于 1 的为稀有种。通过分析, 本次渔获优势种的相对重要性指数如下表所示。可以看出, 本次拖网调查游泳动物的优势种为亨氏仿对虾 *Parapenaeopsis hungerfordi*、前鳞骨鲻 *Osteomugilophrys seni*、短吻鲷 *Leiognathus brevirostris*、日本蟳 *Charybdis japonica*、皮氏叫姑鱼 *Johnius belangerii*、印度明对虾 *Fenneropenaeus indicus*、勒氏枝髯石首鱼 *Dendrophysarusselli*、孔鰕虎鱼 *Trypauchen vagina*, 共 8 种, 其中相对重要性指数最大的为亨氏仿对虾 ($IRI=1972.85$), 为本调查第一优势种。

(5) 多样性水平

本次调查海域内各站位的多样性指数情况见表 3.2.5.1-5。各站位游泳动物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 2.76~3.56 之间, 平均值为 3.17, 最高值出现在 Q13 站位 (3.56), 最低值出现在 Q20 (2.76)。Pielou 均匀度指数 (J) 数值变化范围在 0.60~0.89 之间, 平均值为 0.71; 最高值出现在 Q10 站位 (0.89), 最低值出现在 Q20 站位 (0.60)。

(6) 小结

渔业资源是海洋价值最直接的体现, 在海洋生态环境评估具有重要意义。本次渔业资源调查结果显示, 调查海域发现游泳动物种类有 67 种, 包含鱼类、甲壳类和头足类; 海域渔业资源平均重量资源密度为 $94.87\text{kg}/\text{km}^2$, 平均尾数资源密度为 $9078.96\text{ind}/\text{km}^2$ 。调查站位游泳动物资源密度水平较高, 其中鱼类是最主要类群, 其次是甲壳类, 最后是头足类; 从种类组成特征来看, 优势种有 8 个, 亨氏仿对虾资源最为丰富, 优势地位突出。

3.2.5.22021 年春秋季海洋生态调查结果

(1) 定性种类组成

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共捕获鱼卵 179 粒，仔稚鱼 516 尾。初步鉴定出 16 种（附录 VI），鉴定到科的有 9 种，鉴定到属的有 4 种，鉴定到种的有 3 种，存在部分鱼卵无法确定种属。鲈形目的种数有 8 种，占总种数的 50.00%；鲱形目有 4 种，占总种数的 25.00%；银汉鱼目、颌针鱼目、鲉形目和鲳形目均有 1 种，各占总种数的 6.25%。各调查站位所出现的鱼卵种类数均为 0~5 种，所出现仔稚鱼种类数在 1~6 之间。（表 3.2.5.2-1）

（2）定量调查种类组成

鱼卵和仔稚鱼垂直拖网调查共捕获鱼卵 1 粒，仔稚鱼 9 尾。初步鉴定出 5 种（附录 VI），鉴定到科的有 4 种，鉴定到属的有 1 种。鲈形目的种数有 3 种，占总种数的 60.00%；鲱形目和鲉形目均有 1 种，各占总种数的 20.00%。（表 3.2.5.2-2）

（3）定量数量分布

本次调查仅在 Q13 号站捕获鱼卵数量 1 粒，平均密度为 0.053 粒/m³。仅在 Q2、Q6、Q8、Q14 号站捕获仔稚鱼数量共 9 尾，平均密度为 1.622 尾/m³。（表 3.2.5.2-3）。

（4）定量调查鱼卵主要种类及其数量分布

调查鱼卵中数量占优势的种类有鲉科 Scorpaenidae 鱼卵，其平均密度为 0.053 粒/m³，占鱼卵总密度的 100%，出现率为 8.33%，优势度为 0.083。仔稚鱼中数量占优势的种类有鰕虎鱼科 Gobidae 仔稚鱼，其平均密度为 1.091 尾/m³，占仔稚鱼总密度的 67.27%，出现率为 25.00%，优势度为 0.168。（表 3.2.5.2-4）

（5）小结

鱼卵、仔稚鱼是反映海域资源潜力和资源保持的重要指标，在海洋生态环境评估具有重要意义。本次鱼卵、仔稚鱼调查结果显示：调查发现鱼卵有 8 种：多鳞鱧、小公鱼属、石首鱼科、鲉科、鲱科、鲷科、鲳科和鲳科；仔稚鱼有 10 种：多鳞鱧、小公鱼属、棱鳀属、白氏银汉鱼、银鲈属、石首鱼科、小沙丁鱼属、鰕虎鱼科、鰕科和鰕科。调查海域鱼卵、仔稚鱼平均密度分别为 0.053 粒/m³ 和 1.622 尾/m³，调查海域总体鱼卵仔稚鱼密度低。

2. 游泳生物

本次调查共捕获游泳动物经鉴定为 3 大类 22 种。甲壳类有 15 种，占总种数的 68.18%；鱼类有 5 种，占总种数的 22.73%；头足类有 2 种，占总种数的 9.09%。

（1）游泳动物渔获率

本次调查游泳动物平均个体渔获率和重量渔获率分别为 12.53ind./h 和 0.114kg/h; 头足类平均个体渔获率和重量渔获率分别为 0.15ind./h 和 0.002kg/h, 分别占游泳动物总平均个体渔获率的 1.20%和总平均重量渔获率的 2.06%; 甲壳类平均个体渔获率和重量渔获率分别为 6.35ind./h 和 0.064kg/h, 分别占游泳动物总平均个体渔获率的 50.70%和总平均重量渔获率的 56.00%; 鱼类平均个体渔获率和重量渔获率分别为 6.03ind./h 和 0.048kg/h, 分别占游泳动物总平均个体渔获率的 48.10%和总平均重量渔获率的 41.94%。(表 3.2.5.2-5)

平均个体渔获率由大到小排序为: 甲壳类>鱼类>头足类; 平均重量渔获率由大到小排序为: 甲壳类>鱼类>头足类。

(2) 游泳动物资源密度

本次调查游泳动物平均个体密度和重量密度分别为 966.06ind./km² 和 8.797kg/km²; 头足类平均个体密度和平均重量密度分别为 11.57ind./km² 和 0.182kg/km²; 甲壳类平均个体密度和平均重量密度分别为 489.78ind./km² 和 4.926kg/km²; 鱼类平均个体密度和平均重量密度分别为 464.71ind./km² 和 3.689kg/km²。(表 3.2.5.2-6)

(3) 游泳动物的优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点, 选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI, 来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分, 依此确定优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。式中: N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比, W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比, F—某一种类出现的站位数占调查总断面数的百分比。

根据选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI 大于 500 为优势种, 本次调查中 IRI 大于 500 的物种有 3 个, 为: 皮氏叫姑鱼 *Johnius belengeri*、口虾蛄 *Oratosquilla oratoria* 和变态蟳 *Charybdis variegata*。(表 3.2.5.2-7)

(4) 综合评价

渔业资源是海洋价值最直接的体现, 在海洋生态环境评估具有重要意义。本次渔业资源调查结果显示, 调查海域发现游泳动物种类有 22 种, 包含: 甲壳类、鱼类、头足类; 海域渔业资源平均个体密度和平均重量密度分别为 966.06ind./km² 和 8.797kg/km², 资源密度水平高, 其中甲壳类是最主要类群, 其次是鱼类; 从种类组成特征来看, 优势种有 3 个, 皮氏叫姑鱼资源最为丰富, 其次是口虾蛄。

3.3 自然资源概况

3.3.1 港口航道资源

湛江港自开港以来，发展迅速，已成为中国沿海 25 个主要港口之一、“一带一路”倡议支点港口、西南沿海港口群的主体港、中西部地区货物进出口的主通道和中国南方能源、原材料等大宗散货的主要流通中心。

湛江港的自然条件十分优越，可利用岸线长，东起鉴江口、西至雷州市界，包括湛江市区、郊区、沿海地区，岸线长度 359.3km，占全市岸线的 31.1%，湾内水深、港阔、风浪小，泥沙回淤少，主航道水深 10.5m 以上。

截至 2020 年底，湛江港拥有调顺岛、霞海、霞山、宝满、东海岛、坡头、廉江、遂溪、徐闻等 11 个港区，形成生产性泊位岸线总长 15.9km、泊位 147 个，其中万吨级以上深水泊位 42 个，综合年通过能力 3.45 亿吨，其中集装箱 80 万 TEU（折合 960 万吨），滚装汽车 628 万辆（折合 12450 万吨），旅客通过能力 3178 万人次。

（1）进港主航道

1) 30 万吨级主航道

从东向西沿线分为龙腾航道（外段）、龙腾航道（内段）、南三岛西航道、石头角航道、东头山航道等 5 段，长度 54.9km，设计底宽 310m，底标高外航道-21.6m，内航道-21.9m。

为推动“一带一路”建设，适应国际海上运输船舶专业化和大型化的发展趋势，提升航道设施保障能力，提高湛江港国际竞争力，国家发展改革委批准对湛江港 30 万吨级航道工程进行改扩建。改扩建后，航道总长度 64.1km，设计底宽 340 米，底标高外航道-23.6m，内航道-23.0m。为增加航道通过能力，主航道转弯 C 点前后设置会船区，会船区按 30 万吨级船舶满载与 15 万吨级船舶满载会船标准设计，宽度 510m，会船区外段 5556m，内段 1852m，过渡段各为 926m。

2) 7 万吨级内航道

自东头山航道北端至调顺岛港区，全长 16.96km，是底标高-13m 的天然航道，沿线包括麻斜航道、麻斜西航道、莫烟楼航道、莫烟楼西航道、调顺航道、霞海航道、调顺岛港区航道等 7 段。2008 年由湛江港（集团）有限公司对原有航道组织实施，按 7 万吨级散货船满载、乘潮、单向通航，航道宽度 200m，设计底标高-13.6m 进行扩能升级，改造成为 7 万吨级航道。

（2）斗龙村航道（5 万吨级乘潮航道）

从斗龙村东航道经龙水岭航道、斗龙村北航道至南三岛南航道，全长约 23.3km，底标高-9.8m。

亚士德航道（待建）：亚士德航道自湛江港主航道石头角航道接出，至东海岛大桥处，航道全长 10.16km，航道底宽 185m，设计底高程按近期满足 5 万吨级集装箱船舶全天候通航-14.8m，远期 10 万吨级集装箱船乘潮通航-16.4m。

东海岛航道（正在开展前期工作）：东海岛支航道自亚士德航道引出，全长 4.56km，以红星水库出海口为界分为内外两段，外段 2.76km，近期 5 万吨级双向、远期 15 万吨级单向；内端长 1.8km，近期 5 万吨级乘潮，远期全潮双向。

南三岛蓝田航道（待建）：南三岛蓝田航道自湛江港主航道引出，至南三岛蓝田作业区，航道全长 3.5km，设计宽度为 165m，底高程按 5 万吨级散货船全天候通航-14.8m。

（3）锚地

湛江港湾内有万 t 级以上常用锚地 18 处，小型船舶锚泊区 8 处，湾外另设万 t 级以上锚地 3 处，均设在雷州湾之外：

1) 第一引航锚地（万 t 级），以 20°58'03"N，110°37'18"E 为圆心，以 740m 为半径的圆形水域内，水深 12.8m，泥底，可供 3 艘 5 万 t 级船舶锚泊。

2) 10 万 t 级引航锚地，位于龙腾航道入口处东南约 16.8km 处，以 20°57'00"N，111°00'00"E 为中心，半径 1.5 海里的水域范围，面积为 24.24km²，水深约 20m，底质为淤泥，可供 33 艘 10 万 t 级船舶锚泊。

3) 30 万 t 级过驳锚地（航道建成后改为引航锚地），位于进港航道入口处东南约 30km，以 20°57'00"N，111°10'00"E 为中心，半径 3 海里的水域范围，面积为 96.98km²，锚地水深 30~33m，底质为沙泥，可供 9 艘 30 万 t 级船舶候潮锚泊。

3.3.2 旅游资源

湛江市于 1959 年获得花园城市的称号。全市有 104 个岛屿、暗沙。拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

湛江海岸线砂质岸线绵长，有 13 段优质沙滩（王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硇洲岛东岸、簕斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙）可供旅游开发，总长达 150 多 km。

湛江市拥有迷人的海滩、岛屿和南亚热带风光，已开辟的滨海旅游区有东海岛龙海天、吴川吉兆、南三岛、徐闻白沙湾，其中东海岛龙海天和吴川吉兆是省级旅游区。

南三岛 2014 年被评为广东“十大美丽海岛”，岛内人文资源丰富，有广州湾靖海宫、越王祠、南三灯塔、龙女庙、洗吴庙、红坎岭法军南营旧址等古迹。目前南三岛正全力推进高端旅游项目的开发，未来南三岛将成为以滨海度假、冬休养老、邮轮母港为特色，集高端居住、商务会议、休闲度假、养生康体、主题游乐于一体的多元化亚热带滨海休闲海岛。

3.3.3 红树林资源

湛江沿海泥质滩涂是中国红树林的主要分布区之一。有真红树和半红树植物 15 科 25 种，主要的伴生植物 14 科 21 种，是我国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在 0.8 以上。

1990 年 1 月，广东省人民政府以粤办函[1990]13 号文批准成立湛江红树林省级自然保护区，主要保护对象为沿海滩涂红树林及鸟类。1995 年，由湛江市人民政府申请扩大保护区管理范围和面积，由省级升为国家级。1997 年 12 月 8 日，国务院国函[1997]109 号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。2002 年 1 月 1 日，湛江红树林湿地又被正式批准列入国际湿地名录。广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，广东省雷州半岛沿海滩涂，跨徐闻、雷州、遂溪、廉江、吴川五县（市）以及麻章、坡头、东海、霞山四区，呈分散状带状分布。东至坡头区乾塘镇的大沙墩，西至雷州市企水镇的企水港，南至徐闻县五里乡仕尾村鱼尾海湾，北至廉江市高桥镇高桥河河口咸淡水交界处。地理坐标为 109°40′~110°35′E, 20°14′~21°35′N 的沿海地带，总面积 20278.8hm²。保护区管理机构名称为“广东湛江红树林国家级自然保护区管理局”。

表 3.3.3-1 湛江市各县（市、区）红树林保护区划界确权面积（hm²）

项目	划界面积	合计	有林地	未成林地	天然更新林地	宜红树林地	非林用滩涂
全市合计	20278.8	17465.6	7242	25.6	509.4	9688.6	2813.2
廉江市	3902	3615.6	1361.6	0.6	186	2067.4	286.4
雷州市	2441	1606.9	1029	1.7	106.8	469.4	834.1
吴川市	816.3	716.3	75.6			640.7	100
遂溪县	1900	1615.9	349.4	12	12.3	1242.2	284.1
徐闻县	3918	3759	724.7	8.9	185.2	2840.2	159
霞山区	800	786.4	30.1		3.3	753	13.6

麻章区	2887.5	2247.5	1980.8			266.7	640
坡头区	416	316	215		3.4	97.6	100
东海岛	3198	2802	1475.8	2.4	12.4	1311.4	396

3.3.4 海洋渔业资源

湛江海洋生物资源丰富，有经济价值的鱼类资源，鱼类隶属 21 目 120 科 371 属 520 种。虾类有 7 属 28 种，蟹类主要有锯缘青蟹、梭子蟹等，贝类有 5 纲 107 科 275 属 547 种，另外还有棘皮类、环节类、腔肠类、海兽类。湛江市水产品产量连续多年居广东省之首。

麻章县海产鱼类有马鲛鱼、鲳鱼、鳙鱼（曹白）、黄鱼、鲸鲨、竹鱼、梭鱼、鲮鱼、白目鱼、石斑鱼、鲈鱼、沙鲱鱼、黄花鱼、班鲚、二长棘鲷、金线鱼、红三文、带鱼等。

海产虾类有鹰爪对虾（硬壳虾）、刀额仿对虾（九虾）、宽沟对虾（蓝尾虾）、长毛对虾、龙虾、赤须虾等。

海产蟹类有锯缘青蟹（黄蟹）、三疣梭子蟹（花蟹）、红星梭子蟹（三点蟹）、虎头蟹、蟳蛄等。

海产贝类有泥蚶、文蛤、缢蛏、牡蛎等。

海产软体动物有乌贼（墨鱼）、鱿鱼、长蛸（石拒）、海蜇（水母）、沙虫、泥虫、沙螺等。

海洋保护动物有儒艮、中国鲨、圆尾鲨等。

3.4 开发利用现状

3.4.1 湛江市社会经济概况

湛江，广东省地级市，旧称“广州湾”，别称“港城”，位于中国大陆南端、广东省西南部，介于东经 109°31′~110°55′，北纬 20°12′~21°35′之间，总面积 13225.44 平方公里。湛江属于热带北缘季风气候，终年受海洋气候的调节，冬无严寒，夏无酷暑，亚热带作物及海产资源丰富。截至 2019 年，湛江市下辖 4 个市辖区、2 个县，代管 3 个县级市，市政府驻赤坎区。

根据《2021 年湛江市国民经济和社会发展统计公报》，2021 年末，全市常住人口 703.09 万人，比上年末增加 5.02 万人，其中城镇常住人口 326.66 万人，占常住人口的比重（常住人口城镇化率）为 46.46%，比上年末提高 1.0 个百分点。全年出生人口 8.41

万人，出生率 12.00‰；死亡人口 2.72 万人，死亡率 3.88‰；自然增长人口 5.69 万人，自然增长率 8.12‰。

经广东省统计局统一核算，2021 年全市实现地区生产总值（初步核算数）3559.93 亿元，比上年增长 8.5%。人均地区生产总值 50814 元，增长 8.1%。

2021 年，第一产业增加值 640.94 亿元，比上年增长 7.8%，对地区生产总值增长的贡献率为 17.9%；第二产业增加值 1373.18 亿元，增长 11.3%，对地区生产总值增长的贡献率为 46.9%；第三产业增加值 1545.81 亿元，比上年增长 6.7%，对地区生产总值增长的贡献率为 35.2%。三次产业结构为 18.0:38.6:43.4，第三产业所占比重比上年提高 3.2 个百分点。

全年来源于湛江的财政总收入 652.81 亿元，下降 3.8%；全市地方一般公共预算收入 160.35 亿元，增长 16.4%；其中，税收收入 97.88 亿元，增长 11.6%。全年一般公共预算支出 540.22 亿元，增长 0.2%。其中，一般公共服务支出 48.32 亿元，增长 0.4%；教育支出 121.65 亿元，增长 3.6%；社会保障和就业支出 109.44 亿元，增长 16.2%；卫生健康支出 74.80 亿元，下降 1.7%；节能环保支出 6.18 亿元，下降 34.9%；城乡社区支出 16.06 亿元，下降 41.6%；农林水支出 64.54 亿元，下降 4.4%；交通运输支出 22.09 亿元，下降 0.3%；住房保障支出 16.87 亿元，增长 9.8%。民生类支出 448.81 亿元，占一般公共预算支出比重为 83.1%。

全年城镇新增就业 5.79 万人，城镇失业人员再就业人数 2.75 万人。年末城镇登记失业率 2.33%，比上年降低 0.14 个百分点。

全年市区居民消费价格比上年上涨 0.6%。分类别看，食品烟酒类价格下降 0.8%，衣着类价格上涨 2.1%，居住类价格上涨 0.7%，生活用品及服务类价格下降 0.4%，交通和通信类价格上涨 3.6%，教育文化和娱乐类价格上涨 3.7%，医疗保健类价格上涨 0.2%，其他用品和服务价格上涨 3.6%。

工业生产者出厂价格下降 11.3%，其中，轻工业上涨 3.5%，重工业上涨 16.3%；黑色金属冶炼和压延加工业上涨 23.5%，农副食品加工业上涨 5.3%，石油、煤炭及其他燃料加工业上涨 30.0%。

3.4.2 麻章区社会经济概况

根据《2021 年麻章区国民经济和社会发展统计公报》，2021 年末，麻章区年末总户数 7.53 万户，比上年末增加 0.08 万户；户籍人口 31.32 万人，比上年末增加 0.29 万人。常住人口 33.43 万人，比上年末增加 0.68 万人，其中城镇常住人口 15.48 万人，占

常住人口比重(常住人口城镇化率)46.29%，比上年末提高 1.12 个百分点。全年出生率 14.21‰;死亡率 4.20‰;自然增长率 10.01‰。

2021 年全区地区生产总值（初步核算数）200.03 亿元，同比增长 8.6%。其中,第一产业增加值 28.01 亿元，增长 11.3%；第二产业增加值 72.29 亿元，增长 7.9%；第三产业增加值 99.73 亿元，增长 8.2%。三次产业结构为 14.0：36.1：49.9。

全年全区地方一般公共预算收入 6.58 亿元，比上年增长 11.9%，其中，税收收入 5.17 亿元，增长 7.2%。全年一般公共预算支出 18.88 亿元，增长 0.5%。

3.4.3 海域开发利用现状

根据现场调查和资料收集，项目附近海域的开发活动主要有养殖围塘、海堤、红树林、海水养殖等。项目所在海区周边用海现状活动见图 3.4.3-1、图 3.4.3-2 和表 3.4.3-1。

（1）红树林

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在保护区范围内，根据现场踏勘结果，本项目的西侧海岸附近分布有一定面积的红树植物，虽然不属于广东省湛江市红树林国家级自然保护区的范围，但是属于麻章区红树林自然生长区域。

（2）海水养殖

本项目附近海域确权的养殖用海虽然均已过期，但是根据现场踏勘和遥感影像可以看出，项目附近目前仍存在吊养牡蛎的养殖活动。

（3）养殖围塘

本项目所在的范围，现状为养殖围塘，养殖围塘外有土堤，土堤上分布有取排水口。主要的养殖对象为鱼类、虾类。

（4）海堤

本项目所在围塘周边有海堤，海堤之外有围海养殖。

3.4.4 海域使用权属现状

根据海域动管系统查询，本项目周边 5km 范围内无确权用海项目。

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 对水文动力环境的影响分析

根据项目现场踏勘情况，本项目建设所在场地为养殖围塘，光伏区建设是在养殖围塘内进行施工，围塘外围分布有围堤，因此本项目施工不会对海堤外的海域水动力环境造成影响。养殖围塘已建成多年，附近海域水动力环境已趋近于动态平衡，所以项目建设后基本不会对围塘外的海洋水文动力环境产生影响。

本项目建设场地在养殖围塘内，项目用海方式为透水构筑物，不涉及改变地形地貌环境的大型工程，建设后不会改变围塘现状围堤走向，不会改变所在海域水文动力环境，对所在海域水文动力环境基本没有影响。

4.1.2 对地形地貌与冲淤环境的影响分析

本项目建设场地在养殖围塘内，项目建设为透水构筑物，不涉及改变地形地貌环境的大型工程，建设后不会改变围塘现状岸线走向，不会改变所在海域水文动力环境，对所在海域地形地貌与冲淤环境基本没有影响。

4.1.3 对水质环境的影响分析

4.1.3.1 施工期对水质环境的影响

(1) 施工期悬浮泥沙影响分析

本项目在咸围内施工，施工前，充分利用咸围内现有的土堤，将整个咸围分成若干个区域，进行分区施工，如 A 块区域施工时，将 A 块区域四周的土堤封闭，利用水泵将 A 块区域的水排至 A 块附近的其他区块，并清理 A 块区域的养殖设施（增氧机等）和养殖对象采捕，待 A 块区域底质晾干后，施工机械进场进行施工，直接采用打桩机在指定的点位上施打 PHC 管桩。待 A 块区域施工完成后，依此方法继续施工其他区块。

本项目的光伏组件、电缆和箱变均采用 PHC 管桩作为基础，电缆全部采用桥架的方式布设在光伏区内，不开挖基础敷设电缆。根据施工特点，本项目施工属于干法施工，干法施工不产生悬浮泥沙，不会对围塘外海域水质环境造成影响。

经分析，本项目施工期间不产生悬浮泥沙，且咸围最外围的海堤封闭，施工期间不在纳潮排水，因此，本项目施工对咸围外海域的水质环境无影响。

（2）施工期其他水环境影响

项目施工高峰期施工人数为 100 人左右，施工人员日用水量按 20L/（人·d）计，则施工期人员用水量为 2m³/d，污水产生量按用水量的 80%计，则污水产生量为 1.6m³/d，根据施工方案，施工人员多为周边村镇居民，生活污水依托附近村镇卫生设施处置，生活污水经化粪池处理后回用于农田灌溉。通过合理的处理措施，可以避免对水环境的破坏。

因此，本项目施工期对海域水质环境影响很小。

4.1.3.2 营运期对水质环境的影响

本项目废水主要为工作人员生活污水。本项目营运期办公生活依托 110kV 升压站内的职工生活楼。生活污水产生量为 0.8m³/d(292m³/a)。污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮、动植物油等。参考生态环境部环境工程技术评估中心编制《环境影响评价（社会区域类）》教材中“表 5-18”，并结合本项目实际情况，生活污水水质 COD 为 250mg/L、BOD₅ 为 100mg/L、NH₃-N 为 20mg/L、SS 为 100mg/L，动植物油为 35mg/L，则污染物产生量为 COD0.073t/a、BOD50.029t/a、SS0.029t/a、NH₃-N0.006t/a、动植物油 0.01t/a。

生活污水经隔油池和化粪池处理满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中农田灌溉旱作标准后用于站内树木灌溉，不外排。

清洗废水：本工程所处地区会受到飞灰、强风影响，电池组件表面很容易积尘，影响发电效率，因此需要定期清洗电池组件。本工程清洗电池组件的清洗废水主要污染因子为 SS，除少量自然蒸发，其余经所在围塘沉淀，对围塘外的海洋水质环境影响很小。

综上，本项目产生的污废水量有限，且回用不外排，因此项目建设基本不会对水质环境产生影响。

4.1.4 对沉积物环境的影响分析

（1）施工期悬浮泥沙对沉积物环境的影响

本项目在养殖围塘内施工，养殖围塘外围有土堤，施工前通过闸口将养殖围塘排干，清理养殖设施（增氧机等）和养殖对象采捕。施工时属于干法施工，对表层沉积物影响较小。施工结束后可逐步恢复正常。本工程实施未带入污染物，对沉积物质量无影响。

此外，项目施工时施工弃渣必须堆放至规定的渣场，施工中严禁随意弃渣。施工期安排专职工人集收集并定期及时清运。

（2）施工期污染物排放对沉积物环境的影响

项目施工高峰期施工人数为 100 人，均为周边居民，不在施工场地内食宿，施工人

员日用水量按 20L/（人·d）计，则施工期人员用水量为 2m³/d，污水产生量按用水量的 80%计，则污水产生量为 1.6m³/d，生活污水经化粪池处理后回用于农田灌溉。因此，本项目施工期不会对周边海域产生影响，对沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，避免直接排入海域，对工程海域沉积物的质量影响很小。

（3）运营期污染物排放对沉积物环境的影响

本项目运营期劳动定员 10 人，办公生活依托 110kV 升压站内的职工生活楼。生活污水产生量为 0.8m³/d。污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮、动植物油等。参考生态环境部环境工程技术评估中心编制《环境影响评价（社会区域类）》教材中“表 5-18”，并结合本项目实际情况，生活污水水质 COD 为 250mg/L、BOD₅ 为 100mg/L、NH₃-N 为 20mg/L、SS 为 100mg/L、动植物油为 35mg/L，则污染物产生量为 COD0.073t/a、BOD50.029t/a、SS0.029t/a、NH₃-N0.006t/a、动植物油 0.01t/a。

项目运营期的生活污水经隔油池和化粪池处理满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中农田灌溉旱作标准后用于站内树木灌溉，不外排。综上所述，本项目运营期对本工程海域沉积物环境影响很小。

4.2 项目用海生态影响分析

本项目建设场地位于养殖围塘内，施工前排干围塘内的水采用干地施工。项目建设只限于养殖围塘内，不会对围塘外的海域生态环境造成影响。

4.2.1 对底栖生物的影响

底栖生物是养殖围塘生态系统的重要组成部分，作为次级生产者，它不但可以为鱼类提供天然饵料，还可对围塘底部的沉积物进行分解转化，加速营养物质的转移，因此在物质循环和能量流动等方面发挥着巨大作用。围塘抽干后底栖生物将会因施工死亡或晒死。工程建成后，养殖围塘开闸纳潮，重新进行养殖活动，养殖围塘底部将逐渐形成新的潮间带生物和底栖生物群落，对损失面积将有一定程度的补充。

4.2.2 对浮游生物的影响

（1）对浮游植物影响分析

水中浮游植物多的原因大多是池塘的水体比较肥，细菌、有机碎屑（底部饲料残饵）丰富而形成。一般围塘养殖内的鱼类以浮游生物为食，比如某些浮游动物（如轮虫）还是有些种类水花鱼苗的开口饵料。一般鱼类在幼鱼阶段都以浮游生物为主要食料，人工

饵料次之。浮游植物是自然水体中的初级生产者，它吸收水域中的氮、磷、钾等营养素和二氧化碳，利用光能进行光合作用而得以大量繁殖并产生大量氧气，成为水域中最基本的饵料资源。

本项目在施工期间排干围塘中的水，形成干环境，浮游植物随排水过程进入养殖围塘外，可以继续存活，因此本项目的建设对浮游植物影响不大。

(2) 对浮游动物的影响

浮游动物是一类经常在水中浮游，浮游动物主要以浮游植物和有机碎屑为食，是水域中的消费者。浮游生物基本悬浮在水体中，抽水施工时浮游生物将一同排放至外海域环境中，可继续存活。因此，项目建设对浮游生物的影响较小。

4.2.3 对渔业资源的影响

本项目在养殖围塘内部进行建设，不占用自然水体范围，对自然海域环境破坏较小，施工期间，先排干养殖围塘，处于干环境施工，不产生悬浮泥沙，且施工期间养殖围塘封闭，无污染物排入自然海域，因此，项目建设对周边海域的渔业资源影响很小。

4.2.4 对红树林生态系统的影响

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在生态保护区范围内。

本章节内容引自《麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补光伏发电项目对广东湛江红树林国家级自然保护区生态影响专题报告》。

项目施工期间，将在项目区域开展鱼塘打桩、拼接太阳能板、拼接线路及安装变压器等工作。根据光伏电站建设特点，施工期的影响主要在噪音和“三废”即废水、废气与废弃物。依据《光伏电站环境影响评价技术规范》（NBT32001-2012）、光伏电站环境影响评价技术规范研究等判断，“三废”可能会对保护区红树林生态系统产生影响；施工作业可能会对保护区野生动物多样性产生影响。因此需要对上述影响进行深入分析与评价。

4.2.4.1 施工期对红树林生态系统的影响分析

(1) “三废”对红树林生态系统的影响

1 废气

工程施工期对环境空气的污染主要有施工现场、道路运输扬尘、运输车辆行驶和施工动力机械运行中排放的尾气等。施工产生的扬尘主要集中在运输阶段，主要是由于施

工车辆在运输施工材料而引起。施工期粉尘源的高度一般较低，颗粒度也较大，污染扩散距离不远，其影响的程度和范围与施工管理水平及采取的措施有直接关系。当地主导风向为西南风，红树林位于上风区，且红树植物对空气质量不敏感，因此对红树林影响较小。

2 废水

本项目产生的废水主要来自施工人员的生活污水。工人产生的生活污水（工人在附近村中住宿，这些废水会由当地排水系统处理），经化粪池处理后回用于农田灌溉，不外排地表水体；同时红树林对一定程度的污水具有耐受性，因此项目建设产生的废水不会对红树林造成影响。

3 噪声

本项目的噪声源主要为施工机械和运输车辆，其特点是间歇或阵发性的，并具备流动性、噪声较高（5m 处噪声值在 70~95dB（A））的特征。在施工噪声一般对周边 50m 以内环境影响较大，施工期噪声影响是暂时的、短期的，并且具有局部特性，这种影响随着施工期结束而消失，噪声不影响红树林植被的正常生长。

（2）对保护区野生动物多样性的影响

1 对鸟类的影响

根据样线的调查结果统计分析，项目区域内分布的鸟类主要为白鹭和红嘴鸥，施工期对鸟类多样性的影响主要为施工机械产生的噪声，会对白鹭和红嘴鸥等鸟类造成惊扰，迫使其暂时逃离施工区域，造成该区域的鸟类数量减少。由于白鹭和红嘴鸥等鸟类的活动范围较大，栖息环境多样，适应环境能力较强，施工不会造成其种群数量减少。项目周边 50m 范围内分布的鸟类种类较少，多为常见物种，且分布范围较散，施工噪声经过距离衰减和红树林阻隔，加上采取降噪等保护措施后，可以减小对其的影响范围，影响程度降至最小。施工活动是阶段性的，在施工影响结束后，原有的鸟类又会飞回该区域活动，因此施工期对鸟类多样性的影响是暂时性。

2 对鸟类觅食的影响

对于在施工区域及周边觅食的鸟类而言，噪音会给它们带来一定的干扰，部分鸟类会趋利避害选择在其他干扰小的区域觅食如其它同类觅食地或者滩涂区域等。评价区域内的鸟类的觅食地主要是养殖塘和滩涂，施工区域占养殖塘和滩涂总面积较少，在施工期间会压缩鸟类的觅食空间，从而加大其它区域的食物竞争压力。

3 对珍稀濒危鸟类的影响

本次记录到珍稀濒危鸟类主要有 3 种国家重点保护鸟类，分别为黑嘴鸥、和大滨鹬

和白腰杓鹬。以下将对它们进行针对性分析：

对黑嘴鸥的影响

常成小群活动，多出入于开阔的海边盐碱地和沼泽地上，特别是生长有矮小盐碱植物的泥质滩涂。也频繁地在附近水域上空飞翔，有时亦出现于内陆湖泊飞行非常轻盈而似燕鸥。与其他鸥混群。紧贴着潮线。取食方式为飞行中突然垂直下降，快降落时又一转身然后捕食螃蟹及其他蠕虫。调查发现其在红树林及水边灌丛区域有分布，数量为 10 只。施工作业会对它们产生一定的干扰，但施工区主要为水面，并不是它们的主要栖息地，周边也有大片红树林供它们栖息，加上在施工完毕后会在水边灌丛进行复绿，总体上，项目施工对它们造成的影响短暂而有限。

大滨鹬

栖息于海岸、河口沙洲及其附近沼泽地带，迁徙期间亦见于开阔的河流与湖泊沿岸地带。常成群活动在河口沙滩和海岸潮润地带。主要以甲壳类、软体动物、昆虫和昆虫幼虫为食。觅食时常将嘴插入泥中探觅食物，也常沿水边浅水处或水边沙滩和泥地上边走边觅食。调查发现其主要栖息于养殖塘中，数量在 1 只。由于施工占据养殖塘不是大滨鹬主要活动区域，所以施工项目对其影响较小。

白腰杓鹬

栖息于河流岸边和附近的沼泽地带、草地以及农田地带、河口沙洲和沿海沼泽湿地，调查发现其主要分布在水边灌丛或水边电线上，但在项目区域分布数量较少，偶见 2 只，由此说明该区域不是其主要的分布区域，因此项目施工对其影响较小。

4 对水生生物（鱼、贝类、底栖动物）的影响

水生生物主要生活在红树林、河流及入海口区域，并非施工区域，施工过程可能对其产生影响的因素是废水。又因废水主要为工人的生活污水，在村落内产生，并由当地排水系统处理，未排入到红树林及附近河流，所以不会对水生生物产生影响。

4.2.4.2 运营期影响分析

该项目的运营期为 25 年，运营期间主要是采用“渔光互补”模式进行，当地渔民正常开展养殖活动，光伏电站在水面进行发电升压后接入电网。根据文献资料查阅，光伏发电站可能造成的影响主要为噪声、废弃物、光污染对保护区的影响。为了提升评价的准确性与合理性，采用类比分析法进行运营期的影响分析，在完成生态现状调查的同时，考察保护区周边于 2018 年竣工运营的麻章南坡 20MW 渔光互补项目现场。其与新建的光伏项目运营模式、建造方式、运营时间等相似，具有可比性。从实地考察可预测，该项目建成运营对保护区的影响主要有 3 个方面，一是废弃物对保护区的影响；二是对

鸟类的影响；三是项目对红树林景观的影响。

（1）对保护区红树林景观的影响分析

光伏发电项目建成后，光伏阵列整齐排列、颜色形态一致，气势如检阅的士兵方阵，形成新的景观，既不会对红树林景观产生影响，还会提升养殖塘景观的科技感。

（2）对鸟类的影响分析

1 占用大面积水鸟觅食区对水鸟的影响

据刘一鸣等在红树林保护区开展的冬季水鸟群落及生境偏好研究结果显示养殖塘是红树林保护区水鸟密度最高的区域，水鸟多样性仅低于滩涂区域，说明养殖塘是水鸟重要的觅食与栖息场所。该项目占用 80hm²（约 1200 亩）的养殖塘，在一定程度上会压缩水鸟的栖息和觅食空间，会增加保护区其它区域的承载压力。项目周边区域有大片的红树林和养殖塘区域，这些可为水鸟觅食与栖息提供重要保障，降低了项目建设带来的影响，但仍需进行长期的鸟类监测才能反映其对鸟类的影响。

2 光污染对鸟类飞行的影响

太阳能光伏电池组件主要由晶硅板、减反射膜和钢化玻璃压制而成。项目晶硅板多采用绒面晶硅片可使入射光在硅片表面进行多次反射和折射，增加光的吸收率，减小反射损失；硅片表面覆盖一层减反射膜层，降低了光的反射；最外层特种钢化玻璃透光率极高，可达 95%以上。参照《玻璃幕墙光学性能》（GB/T18091-2015）的相关规定，采用在城市干道、立交桥、高架桥两侧设立的玻璃幕墙的辐射标准，即反射比小于 0.16 的低辐射玻璃。依据此标准，项目光伏阵

列产生的反射光极弱，不会使鸟类飞行产生眩晕感，影响其飞行方式；同时，鸟类活动高峰期集中在早上或傍晚，此时光照强度弱，加上光伏阵列一般采用低度倾角，主要反射面固定朝天，反射光线弱且强度低，对早上或傍晚进行觅食飞行活动的鸟类产生影响有限。

3 电磁辐射对鸟类的影响

本项目升压站为全户外布置，升压站内的主变压器及各种高压电气设备会产生一定强度的工频电场和工频磁场，结合项目建设情况，选用通威高安市八景镇 110kV 升压站作为类比对象，进行工频电场、工频磁场环境影响预测与评价。通过类比结果分析：麻章通威 100kV 升压站建成投运后，站址围墙边界处的工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场强度公众曝露控制限值 4000V/m，工频磁感应强度公众曝露控制限值 100 μ T 的要求。目前没有专门针对电磁辐射对鸟类影响的研究，但项目投运后的电磁辐射能够达到安全标准，据此推断其对鸟类没有影响，

但仍需专业研究结果予以支撑。

4 对候鸟迁徙的影响

保护区处于东亚-澳大利亚迁徙通道上，每年会有大量的候鸟在此停歇与觅食，是重要的候鸟迁徙中转站。根据相关研究结果显示，项目区域位于水鸟集中分布区内，而候鸟大多数为水鸟。项目建成后会在一定程度上会压缩水鸟的栖息和觅食空间，可能会影响候鸟在该区域的觅食和栖息，进而影响到整个保护区候鸟种群数量的变化，但仍需进行长期的定点监测才能反映其对候鸟的影响。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 项目用海对海洋空间资源和岸线资源影响分析

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区，根据各功能的重要程度排出的功能顺序，其首位功能为主导功能。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目占用的海洋功能区为通明海海洋保护区，项目用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类），用海总面积 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷，光伏发电装置为桩基结构，桩基对海洋空间资源占用时间为 25 年，光伏发电装置为桩基结构，桩基对海洋空间资源占用时间为 25 年，桩基部分改变了养殖围塘的自然属性。桩基以外的区域不改变其自然属性。本项目用海结束后，拆除光伏发电设施，养殖围塘可恢复原状。

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在保护区范围。

根据广东省新批复的海岸线位置和走向，本项目的设施均位于围塘内，不搭接海堤，因此本项目不实际占用广东省批复岸线。本项目位于海岸线向海一侧，导致岸线空间不能再有其他用途，具有一定的排他性。所在区域不影响岸线资源的属性和走向。

本项目是光伏发电项目，光伏发电装置采用桩基结构，桩基结构对海域影响较低，不影响所在海域的基本工程，桩基建设完成后，光伏板开始发电，将围堤闸口打开纳潮，依旧可以进行养殖活动。本项目的建设是充分发挥地理位置的优势，对海洋空间资源充分利用，不仅对项目所在的海域的养殖功能较小，还有力的促进了清洁能源的发展，为重大项目的用电提供了保障，为湛江融入粤港澳大湾区的发展提供了良好的基础。项目

建设利用了项目海区的海洋空间资源，丰富了项目周边的能源结构，集约、节约用海，提高海域空间的利用率。因此，项目用海不会对海洋的空间资源产生较大的影响。

4.3.2 项目用海对海洋生物资源损耗分析

桩基建设将会对海洋生物造成损失。以下参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T9110-2007）》（以下简称《规程》）对本项目建设对海洋生物资源的损耗进行分析。

4.4.2.1 对底栖生物的影响分析

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），本工程建设占用海域造成的生物资源损害量评估按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第*i*种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里为底栖生物资源受损量。

D_i —评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物密度。

S_i —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

根据 2021 年春秋两季对项目附近底栖生物的调查，底栖生物平均生物量为 42.1g/m²，根据设计方案，本项目用海面积为 73.5524 公顷，工程占海区均为底栖生物原生存区域。

跨海桥梁桥墩底栖生物损失量=42.1g/m²×73.5524×10⁴m²=30.1t。

采用上述公式计算，本项目用海造成的底栖生物损失量约为 30.1t。

4.4.2.2 悬浮物扩散导致渔业资源的损失

本项目施工前排干养殖围塘的水，形成干环境施工，因此不会产生悬浮泥沙，且施工期间，养殖围塘的土堤处于封闭状态，产生的污水不会排入海域，因此本项目施工不会产生悬浮泥沙扩散，导致渔业资源受损。

4.4 项目用海风险分析

4.4.1 风险识别

项目用海风险是指由于人和或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度，具体包括由于海洋自然灾害对项目用海造成的影响或破坏以及用海项目因人为操作不当或突发事件（如溢油事故、桩基施工事故、电力泄露事故等）而造成的影响或破坏两个方面。

湛江市是广东省受热带气旋影响最严重海区之一，根据项目特点及项目所在海域自然灾害的种类和强度，本项目用海的自然灾害性风险主要是热带气旋。

4.4.2 热带气旋风险分析

广东湛江沿海是台风多发地，每年的 7~9 月为热带气旋盛行期，根据 1949 年以来资料统计，对本区有影响的台风每年出现 5~6 次，最多 9 次。台风最早出现于 4 月份，每年 7~9 月份台风出现频率最高(占全年的 70%)，影响最大。台风登陆后最大风速多数在 30~40m/s，大于 40m/s 的占 15%左右。台风天气带来狂风大雨，巨浪暴潮，对本海区的海洋动力条件影响最甚。

台风、风暴潮对项目工程的建设期和正常营运期都会带来一定的风险。首先是透水构筑物 and 光伏组件有被冲垮的可能；其次如果是遭遇巨大台风的侵袭，最高潮位将超过工程设计水位，届时项目陆域基础设施受入侵的海水的破坏，因此项目营运期需采取相应的防范应急措施，以抵御和降低台风及风暴潮可能带来的危害。

4.4.3 其他风险分析

（1）桩基施工事故风险

本项目建设内容主要是透水构筑物和光伏组件，若设计、制造、安装、维护不当，未采取防腐保护措施或措施不当；若未按规定采取抗震措施、或措施不当，防护等级不符合要求；若建筑物结构不合理，结构强度、刚度不足，砂浆、混凝土标号低于设计标号要求，材料未达到有关规定要求；若施工质量低劣，地震及其他外力作用等造成墙、柱出现裂缝、裂纹、倾斜失稳等，以上情况均有可能发生构筑物坍塌事故。

本项目构筑物牢固程度等取决于勘察、设计、施工等许多因素，对构筑物事故的分析与预防是否正确，往往影响构筑物的安全使用，稍有不慎，就可能造成坍塌事故。

（2）电力泄露风险

本项目用海类型为电力工业用海，若设计、制造、安装、维护不当，未采取防腐保护措施或措施不当；或者未按规定采取抗震措施、或措施不当，防护等级不符合要求，除造成坍塌事故的风险外，还有可能引发电力泄漏，导致海域出现大规模导电现象，因此根据工程性质适当增加安全措施和使用高安全系数材料，且在施工及营运期间，应定期安排人巡视检查。

（3）防洪风险

本项目场址临海，该海域潮汐属不正规全日潮流。当台风在附近海域登陆，可引起显著的风暴增水。本工程发电设备在运营期间存在因潮水上涨导致洪涝风险。场区内光伏组件设计高度应考虑防洪的要求，光伏组件最低高程应高于防洪水位，确保组件安全。

4.4.4 项目用海风险对周边海域开发活动的影响

本项目利用现状围塘开发建设光伏发电项目，施工期光伏区在现状围塘内湿法施工，与周边用海活动有围堤相隔，不会对周边用海活动产生影响。项目运营期间与周边开发活动存在遇台风、热气旋时光伏板被刮走进而对周边开发利用活动产生风险的可能。若光伏组件被台风刮走，光伏组件坠落将会对地面的房屋、用海设施造成破坏。

因此，应做好防台措施，光伏组件选用抗台风类型的组件，并且增强措施增加本项目光伏支架的连接强度，提高光伏支架抗台风能力。

4.5 项目通航环境影响分析

本项目建设在现状养殖围塘内，养殖围塘外侧有土堤，因此不会对项目附近海域的通航环境造成影响。

4.6 项目用海风险对周边开发活动的影响分析

本项目利用现状围塘开发建设光伏发电项目，施工期光伏区在现状围塘内干法施工，与周边用海活动有围堤相隔，不会对周边用海活动产生影响。

项目运营期间与周边开发活动存在遇台风、热气旋时光伏板被刮走进而对周边开发利用活动产生风险的可能。若光伏组件被台风刮走，光伏组件坠落将会对地面的房屋、用海设施造成破坏。

因此，应做好防台措施，光伏组件选用抗台风类型的组件，并且增强措施增加本项目光伏支架的连接强度，提高光伏支架抗台风能力。

5 项目用海对海域开发活动的影响

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

根据现场调查和资料收集，项目附近海域的开发活动主要有红树林、海堤、养殖围塘、海水养殖等。

5.1.1 对红树林的影响分析

(1) 对广东湛江红树林国家级自然保护区的影响分析

广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，分为 40 余片，成带状分散分布于广东省雷州半岛沿海滩涂，范围涉及到五县(市)四区，总面积 202788hm²。保护区西北以高桥片为主、东北以官渡片为主、最东以湖光片为主、东南以和海安片为主、西南片以角尾片为主。

根据最新调整的广东湛江红树林国家级自然保护区范围，本项目不在红树林保护区范围内，距离最近的红树林保护区为太平+湖光-王村+东岸+体村+那柳保护小区，本项目周边有养殖围塘的土堤和湛江红树林区，将本项目与红树林保护区隔开。

(2) 对养殖围塘周边分布红树林的影响分析

据现场踏勘，遥感影像调查，本工程分布区的养殖围塘周边分布有连片的红树林，本工程与周边红树林隔堤相邻，对红树林分布区的影响分析如下：

1) 工程布局上，本项目位于养殖围塘范围内，与红树林分布区有土堤隔离，本项目采用桩基结构，桩基结构位于围堤范围内，不占用红树林分布区，不会对现有红树林分布区产生破坏。

2) 工程用海方式上，本项目建设桩基，用海方式为构筑物中的透水构筑物，因本项目周围有土堤，土堤外还有围塘，本项目所在的围塘与水域之间还有围塘隔开，因此本项目对水文动力条件影响极小，不会导致通明工港内的冲淤发生的变化，对广东湛江红树林国家级自然保护区范围的冲淤现状影响很小，不会对周边红树林分布区造成破坏。

3) 施工工艺上，本项目施工期在土堤内施工，施工前先排干养殖围塘，形成干环境，施工过程中，基本不产生悬浮泥沙，且施工期间土堤封闭，基本无悬浮泥沙外排。

4) 污染物控制上，本项目施工期间，施工人员产生的生活垃圾、生活污水、含油污水等收集后外运，不排海，不会影响海域水质环境，不会对红树林生长产生影响。

综上，本项目在养殖围塘内施工，施工前排干养殖围塘，施工过程中基本不产生悬

浮泥沙，本项目因有土堤的隔挡，基本不会对现有海域的冲淤条件产生影响，不改变现有的冲淤现状，对红树林的分布影响很小。

5.1.2 对养殖围塘的影响分析

根据本项目的布局方案，本项目将在养殖围塘内施工、营运。项目施工和营运期间对养殖围塘的影响包括两个方面：

1) 施工期占用养殖围塘，本项目在养殖围塘内施工，先要排干养殖围塘，形成干环境，进行桩基施工，并安装光伏发电设施，进行发电，根据本项目的用海申请范围，将养殖围塘的范围包含在用海申请范围内。

2) 营运期占用养殖围塘

本项目营运期占用养殖围塘的上空，光伏发电设施位于养殖围塘的上空，将对养殖围塘形成一定的遮挡。

本项目营运期间，养殖围塘继续进行养殖，因光伏发电设施会对养殖围塘的阳光进行遮挡，导致阳光透射率下降，可能对养殖围塘内的水体细菌、浮游生物的种类产生影响，进而影响养殖对象的饵料基础，可能导致养殖产量下降，需要调整养殖方法和养殖物种，本项目建设方针对渔光互补项目研发了养殖技术，并进行了推广应用，效果较好，确保养殖收益。

根据以上分析，光伏发电设施建设将占用养殖围塘空间，施工期间在养殖围塘内建设发电设施，营运期间对养殖围塘的光照条件有所改变，将影响养殖围塘内的养殖活动。

5.1.3 对海水养殖的影响分析

本项目申请范围之外分布有浮筏养殖，以养殖牡蛎为主，项目施工期在围堤内，施工产生的垃圾、生活污水等集中收集处置，不排海，也无悬浮泥沙外排，因此对海水养殖影响较小。

5.1.4 对海堤的影响分析

项目范围涉及堤防为土堤。本项目不占用海堤分布范围，桩基施工均位于养殖围塘内，不在海堤分布处建设桩基，施工仅利用海堤顶的道路运输建筑材料，运输材料的载重机械应该按照相关要求运输，不得超载，导致海堤的损坏。

5.2 利益相关者界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相

关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

根据本报告书 3.4 节的现状分析可知，本项目的周围的海洋开发利用活动有围塘养殖、海水养殖、海堤、红树林等。通过对工程区附近用海现状的调查和 5.1 节项目用海对周边海洋开发活动的影响情况，按照利益相关者界定原则，来确定本工程的利益相关者情况，具体分析如下：

根据现场调查和项目用海对所在海域开发活动，见表 5.2-1，本项目利益相关者主要有：围塘业主。保护区主管部门为协调部门。

表 5.2-1 项目周边用海活动及利益相关者分析表

序号	附近海域 开发活动	位置及距离	利益相关者或协调 负责人	影响因素	是否为利 益相关者
1	广东湛江红树林 国家级自然保护 区	相邻（土堤隔开）		影响保护区 海洋环境	协调部门
2	海水养殖	项目东侧约 400m（土 堤隔开）		海洋环境	否
3	围塘养殖	项目所在位置		上部空间占 用	是

综上分析可知，本项目利益相关者主要有：围塘业主。红树林保护区主管部门为协调部门。

5.3 相关利益协调分析

5.3.1 对湛江红树林国家级自然保护区管理局的协调分析

根据湛江红树林国家级自然保护区调整后的范围，本项目建设区域不在保护区范围之内，项目施工建设会对红树林自然保护区的生态环境产生的不利影响较小。目前，项目建设单位已征求广东湛江红树林国家级自然保护区管理局的意见，广东湛江红树林国家级自然保护区管理局提出“由于该项目选址紧靠太平+湖光-王村+东岸+体村+那柳保护小区，请严格按照相关规定做好对红树林保护区专项生态影响评估。项目必须在获得有关部门批准后才能施工建设，并请在施工、运营期间采取有效的环境保护，杜绝任何对红树林保护区不利影响的发生”。广东湛江红树林国家级自然保护区管理局书面回复详见附件。

5.3.2 对围塘养殖业主的协调分析

本项目占用养殖围塘，施工期间将排干养殖围塘进行施工，导致施工期间无法进行养殖活动，营运期间，光伏发电设施将占用养殖围塘的上空，导致养殖围塘的光照条件发生变化，进而影响养殖对象的产量。本项目已经和围塘养殖业主达成合作协议，保障本项目的正常开展，租赁合同见附件。

5.4项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目建设所在海域及附近海域无国防、军事设施和场地，其工程建设、生产经营不会对国防产生不利影响。因此，本项目用海不涉及国防安全问题。

5.4.2 对国家海洋权益的影响分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。

项目建设不涉及国家领海基点，不涉及国家秘密，本项目不会对国防安全 and 国家海洋权益产生影响。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析

《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：“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”；第十五条规定：“养殖、盐业、交通、旅游等行业规划涉及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接”。因此，需要对本工程项目与海洋功能区划的关系进行分析。

6.1.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），本项目所在海域的海洋功能区为通明海海洋保护区。另根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》自然资办函（2022）2207 号文件，广东省已经完成“三区三线”划定工作，正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。本项目不在海洋生态红线区范围内。

项目周边海域海洋功能区划主要有：湛江港港口航运区、东海岛南部工业与城镇用海区、南渡河口海洋保护区、雷州湾农渔业区。各功能区的分布情况详见表 6.1.1-1 及图 6.1.1-1。项目用海所在及附近的广东省海洋功能区登记表见表 6.1.1-1。

表 6.1.1-1 项目所在海域与周边海域海洋功能区分布

编号	海洋功能区划	与本项目相对位置和最近直线距离	功能区类型
1	通明海海洋保护区	项目位于范围内	海洋保护区
2	湛江港港口航运区	南侧 10.9km	港口航运区
3	东海岛南部工业与城镇用海区	南侧 15.4km	工业与城镇用海区
4	南渡河口海洋保护区	南侧 21.8km	海洋保护区
5	雷州湾农渔业区	东南侧 10.7km	保留区

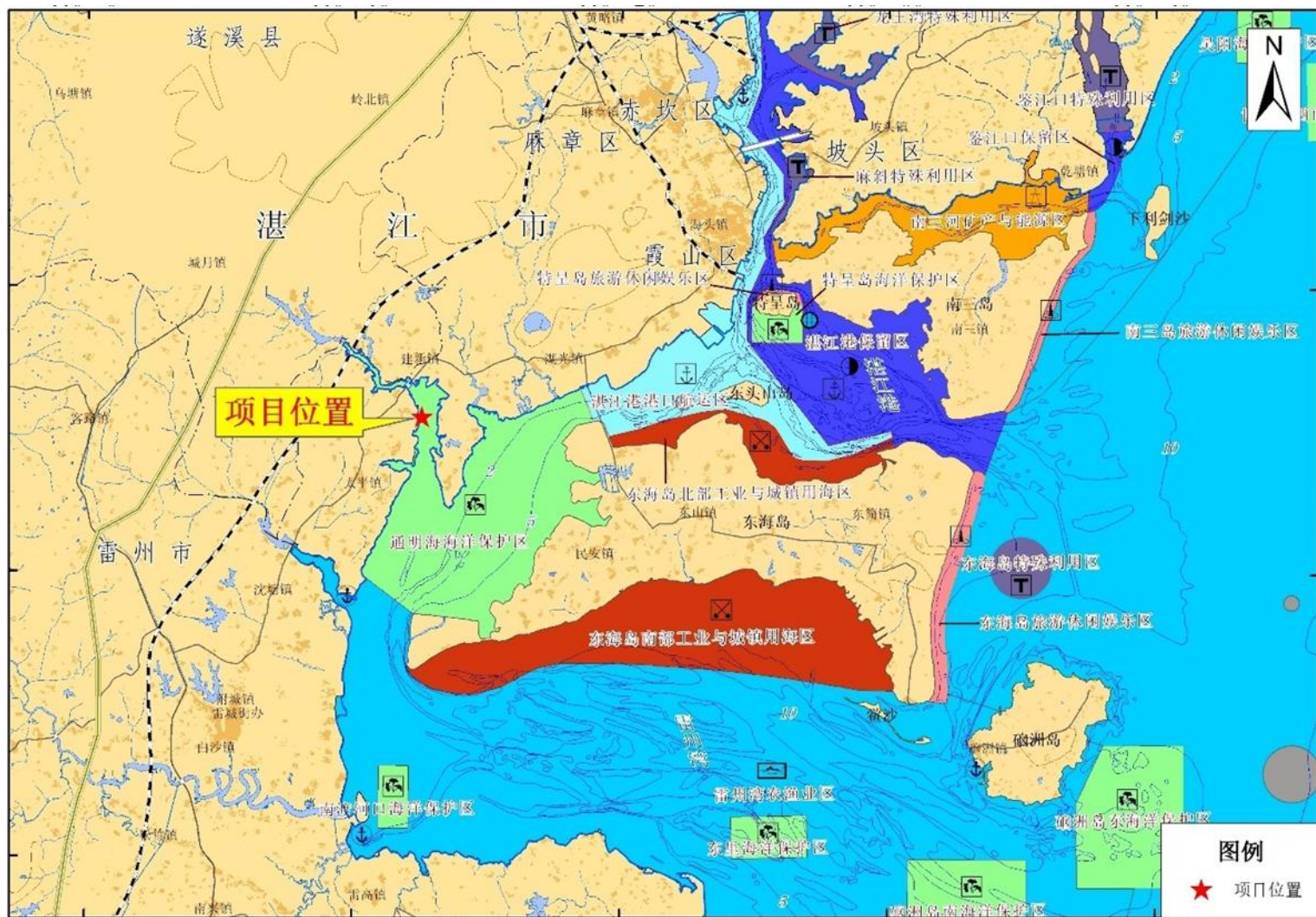


图 6.1.1-1 项目所在海域与周边海域海洋功能区分布图

表 6.1.1-2 项目所在海域广东省海洋功能区划登记表

序	代码	功能	地	地理范围	功能	面积	管理要求
---	----	----	---	------	----	----	------

							海域使用管理	海洋环境保护
20	A6-6	通明海海洋保护区	湛江市	东至:110°19'39" 西至:110°09'34" 南至:20°57'40" 北至:21°08'03"	海洋保护区	13888 72572	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海, 限制扩大养殖规模; 3.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1.保护通明海红树林; 2.严格控制养殖污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 3.加强保护区海洋生态环境监测; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
21	A2-3	湛江港口航运区	湛江市	东至:110°30'08" 西至:110°18'27" 南至:21°03'58" 北至:21°21'01"	港口航运区	9287 61196	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.保障调顺渔业基地及巡航执法基地等用海需求; 3.围填海须进行严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 4.改善水动力条件和泥沙冲淤环境, 维护湛江湾防洪纳潮功能, 维持航道畅通; 5.加强用海动态监测和监管; 6.优先保障军事用海需求。	1.加强港区环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海, 推进湛江港湾的综合整治; 2.加强海洋环境监测, 建立完善的应急体系; 3.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。
165	B3-1	东海岛南部工业与城镇用海区	湛江市	东至:110°30'12" 西至:110°11'57" 南至:20°55'44" 北至:21°00'11"	工业与城镇用海区	13932	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障港口用海需求; 3.在基本功能未利用前, 保留养殖等渔业用海; 4.围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 5.工程建设期间采取有效措施降低对湛江硇洲岛海洋资源自然保护区的影响; 6.加强对围填海的动态监测和监管; 7.优先保障军事用海需求, 围填海等开发活动需保障军事设施安全。	1.保护民安-山北红树林及其生境; 2.基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3.工程建设期间及建设完成后, 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
164	B6-4	南渡河口海洋保护	湛江市	东至:110°12'06" 西至:110°10'59" 南至:20°51'00" 北至:20°53'12"	海洋保护区	778	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.适当保留增殖养殖等渔业用海, 严格控制围海养殖, 保持潮汐通道; 3.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保	1.加强红树林保护; 2.加强保护区海洋生态环境监测; 3.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积 (公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
		区					护区管理的法律、法规和标准进行管理。	类标准。
18	A1-4	雷州湾农渔业区	湛江市	东至:110°39'09" 西至:110°07'39" 南至:20°15'15" 北至:21°00'59"	农渔业区	116372 148452	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障南渡河口避风塘、通明渔港、博赊渔港、赤坎仔渔港、人工鱼礁等用海需求; 3.适当保障港口航运用海需求; 4.保护南渡河、通明港河口海岸、生物海岸; 5.严禁在南渡河河口海域围填海,维护海湾防洪纳潮功能; 6.禁止炸岛等破坏性活动; 7.合理控制养殖规模和密度。	1.保护东海岛海草床生态系统; 2.保护龙虾、石斑鱼、栉江珧等重要渔业品种; 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

6.1.2 项目用海对海域海洋功能区的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的通明海海洋保护区，通明海海洋保护区的海域使用管理要求：1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；2.保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海，限制扩大养殖规模；3.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。海洋环境保护要求：1.保护通明海红树林；2.严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；3.加强保护区海洋生态环境监测；4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》自然资办函〔2022〕2207 号文件，本项目建设的光伏发电设施不在海洋生态红线区范围内，本项目选址在沿海已有的围塘内，建设光伏发电设施，规划装机容量为 100MW，由 32 个约 3.15MW 光伏发电单元组成。项目建设运营既有利于湛江市调整能源结构、实现能源发展目标、提升供电安全保障能力，又能继续养殖，实现光伏+养殖的发展双赢，与通明海海洋保护区的管理要求不冲突，可以兼容，本项目在围塘上方建设光伏发电装置，可带动该地区清洁能源的发展，又能保障围塘的养殖活动，促进人民群众物质文化生活水平的提高，推动城镇和农村经济以及各项事业的发展。

本项目在咸围内施工，位于现有海堤范围内，不在现有水域内施工，建设后不会改变咸围现状围堤走向，不会改变所在海域水文动力环境，对所在海洋功能区的地形地貌与冲淤环境基本没有影响，不会影响海湾防洪纳潮功能。

本项目选址在现状围塘，围塘已经建成多年，围塘内分布有完整的海堤，将围塘分割成很多分区，建设时在养殖咸围内进行干法施工，先对需要施工的区域进行整理，包括设置水泵，关闭排水口等，然后利用水泵将选定的施工区内的水排至相邻的围塘内，再通过一段时间的晾晒，待施工期底质干固后，施工机械入场进行施工，利用施工机械施打 PHC 管桩，并安装光伏组件，安装集电缆线等。因此，项目建设基本不会对咸围外海域水质环境造成影响。施工期生活污水利用升压站内的卫生设施处置。运营期光伏发电是清洁能源，本身不产生生产废水，只有现场运行维护与管理人员的生活污水。由于工作人员很少，生活污水的产生量也较少，且污染物浓度较低，在升压站设置相应的卫生设施。本工程清洗电池组件的清洗废水主要污染因子为 SS，除少量自然蒸发，其余经所在咸围沉淀，对咸围外的海洋水质环境影响很小。因此项目建设基本不会对水质环境产生影响。

综上所述，本项目属于光伏和渔业的联合开发项目，建成后可提高光伏发电在能源结构中的比重，促进当地渔业发展，提高农民收入水平，在切实做好环境保护措施的基础上，对通明海海洋保护区的影响较小。

6.1.3 项目用海对周边海洋功能区的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目周边有湛江港港口航运区、东海岛南部工业与城镇用海区、南渡河口海洋保护区、雷州湾农渔业区等。

经分析，项目建设场地位于养殖咸围内，施工方式为干地施工，不会对咸围外的海域生态环境造成影响，项目施工时，充分利用咸围内的分区，先将施工区的水排至与之相邻的围塘内，待施工期底质晾干后，进行桩基施工。本项目为透水构筑物，本项目所在咸围为滩涂，项目建成后桩基占用滩涂资源，对咸围内养殖造成一定影响，但影响很小，项目施工完成后可继续开展咸围养殖。养殖咸围已建成多年，附近海域水动力环境已趋近于动态平衡，所以项目建设后基本不会对咸围外的海洋水文动力环境产生影响。

本项目进行光伏和渔业的联合开发，建成后可促进当地渔业发展。项目不需要使用船舶参与施工和营运，对附近通航环境和特殊用海活动没有影响。因此，本项目建设不会影响到周边的海洋功能区。

6.1.4 项目用海对海域海洋功能区的符合性分析

本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中的通明海海洋保护区。通明海海洋保护区相适宜的海域使用类型均为特殊用海。本项目用海类型为工业用海中的电力工业用海，用海方式为构筑物中的透水构筑物，但是本项目利用的是咸围上方的空间，光伏组件距离水面有一定的距离，PHC 管桩占用的水面空间较小，在光伏组件施工结束后，光伏区下发的咸围仍旧可以进行养殖，且光伏组件对阳光有一定的遮蔽作用，这样可以避免高强度紫外线对水生生物，特别是浮游植物的伤害，可以为养殖鱼类提供更多的饵料。

经分析，项目的建设不会影响通明海海洋保护区功能的发挥，用海方式不会对所在海域的防洪纳潮、水动力和海上交通安全产生明显的不良影响。施工及营运期间已切实落实环境保护管理，可以满足海域管理和海洋环境保护的要求

本项目与通明海海洋保护区海域使用管理要求和海洋环境保护要求符合性分析见表 6.1.3-1。

表 6.1.3-1 项目所在功能区管理要求符合性分析

名称	管理要求		符合性分析	是否符合
通明海海洋保护区	海域使用管理	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；	本项目采用渔光互补的方案进行开发，光伏组件利用的是咸围上部空间，光伏区建成后，咸围内可继续开展养殖活动。	不冲突，可兼容
		2.保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海，限制扩大养殖规模；	本项目选址位于湛江国际级红树林保护区通明海片区非核心区范围，利用现有的围海养殖用海范围，在现有的围塘范围内建设光伏发电设施，并充分利用光伏发电设施下方的水域继续养殖，既不改变当前养殖规模，也不会对咸围海堤之外的水域水质、水动力环境造成影响。	符合
		3.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规 and 标准进行管理；	本项目选址在咸围内，咸围外有海堤围挡，且海堤已经建成多年，本项目的建设对咸围外水动力无影响，本项目使用期间和营运期间产生的生活污水依托后方陆域的且不占用航道、旅游娱乐区范围，对港口航运和旅游休闲娱乐用海需求没有影响。	符合
	海洋环境保护	1.保护通明海红树林； 2.严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3.加强保护区海洋生态环境监测； 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	本项目选址在咸围内，根据现场踏勘，咸围内以养殖为主，咸围内无红树林分布，本项目与红树植物之间有海堤相隔，项目施工建设不会造成红树林的破坏。项目在养殖咸围内开展施工，建设时在养殖咸围内进行干法施工，建设过程中不会产生悬浮泥沙，不会对咸围外的海域水质产生影响。 本项目施工结束后，咸围内继续开展养殖活动，养殖规模和养殖密度与本项目施工前保持一致，光伏项目本身不产生营养盐，不会对咸围外海域的水质产生影响，营运期依托陆域的升压站卫生设施处置生活污水，对海域水质环境影响很小。	符合

6.2 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

国家海洋局在 2015 年 8 月印发了《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42 号），海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、

生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：①优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。②重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。③限制开发区域，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。④禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

本项目选址在湛江市麻章区，拟选址为海域，符合光伏项目建设的养殖坑塘，不占用基本农田、生态红线、林地、饮用水源保护区等保障性用地。本项目属于海洋工程类，属于电力工业，为新兴的渔光互补项目，项目建设不改变海域自然属性，不改变海岸线形态，对海洋水文动力、海底地形地貌和冲淤环境影响很小；项目施工废水集中收集处置，不排海，不会对海洋水环境和周边海域生态系统产生影响，有利于推广生态养殖。项目建设符合该区域的发展方向与开发原则，符合《全国海洋主体功能区规划（2015年）》。

6.3 与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。本项目所在海域大部分位于《广东省海洋主体功能区规划》划定的重点开发区域，小部分位于限制开发区域的海洋渔业保障区，见图 6.3-1。

优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。

重点开发区域，是指在沿海经济涉海发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。

限制开发区域，是指提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。

禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿以及位于自然保护区内的无居民海岛。

本项目建设拟选址位于现状围塘范围内，不涉及最新颁布的海洋生态红线，建设时在

养殖咸围内进行干法施工，建设过程中不会产生悬浮泥沙，不会对咸围外的海域水质产生影响。

本项目施工结束后，咸围内继续开展养殖活动，养殖规模和养殖密度与本项目施工前保持一致，光伏项目本身不产生营养盐，不会对咸围外海域的水质产生影响，营运期依托陆域的升压站卫生设施处置生活污水，对海域水质环境影响很小。

本项目的建设不改变养殖围塘结构，同时是对海洋空间的立体化使用，既能充分利用该地区清洁的太阳能资源，把太阳能资源的开发建设作为今后经济发展的产业之一，可带动该地区清洁能源的发展，促进人民群众物质文化生活水平的提高，推动城镇和农村经济以及各项事业的发展，同时保持现状围塘的养殖活动，不影响该区域现有的渔业养殖。

因此，项目符合《广东省海洋主体功能区规划》。

6.4 项目用海与广东省海洋生态红线的符合性分析

6.4.1 项目所在海域及周边海域的海洋生态红线

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，广东省已经完成“三区三线”划定工作，正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

“三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。“三线”分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在海洋生态红线区范围内，项目周边海域的生态红线区有：广东湛江红树林国家级自然保护区，见图 6.4.1-1。

新修订的《广东省生态红线》无大陆自然岸线保有内容。

6.4.2 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目的光伏发电区不在海洋生态红线区范围内，周边分布有湛江红树林。

本项目选址在沿海已有的围塘内，建设光伏发电设施，本项目在咸围内施工，位于现有海堤范围内，不在现有水域内施工，建设后不会改变咸围现状围堤走向，不会改变所在海域水文动力环境，对所在海洋功能区的地形地貌与冲淤环境基本没有影响，不会影响海湾防洪纳潮功能。

本项目选址在现状围塘，围塘已经建成多年，围塘内分布有完整的海堤，将围塘分割成很多分区，建设时在养殖咸围内进行干法施工，先对需要施工的区域进行整理，包括设置水泵，关闭排水口等，然后利用水泵将选定的施工区内的水排至相邻的围塘内，再通过一段时间的晾晒，待施工期底质干固后，施工机械入场进行施工，利用施工机械施打 PHC 管桩，并安装光伏组件，安装集电电缆等。因此，项目建设基本不会对咸围外海域水质环境造成影响。施工期生活污水利用升压站内的卫生设施处置。运营期光伏发电是清洁能源，本身不产生生产废水，只有现场运行维护与管理人员的生活污水。由于工作人员很少，生活污水的产生量也较少，且污染物浓度较低，在升压站设置相应的卫生设施。本工程清洗电池组件的清洗废水主要污染因子为 SS，除少量自然蒸发，其余经所在咸围沉淀，对咸围外的海洋水质环境影响很小。因此项目建设基本不会对水质环境产生影响。

《广东省生态红线》（2020 年征求意见）无大陆自然岸线保有内容。

6.4.3 项目用海与海洋生态红线的符合性分析

《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》提出“规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护区核心区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行”。

1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。

2.原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。

3.经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。

4.按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。

5.不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。

6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

7.地质调查与矿产资源勘查开采。包括：基础地质调查和战略性矿产资源远景调查等公益性工作；铀矿勘查开采活动，可办理矿业权登记；已依法设立的油气探矿权继续勘查活动，可办理探矿权延续、变更（不含扩大勘查区块范围）、保留、注销，当发现可供开采油气资源并探明储量时，可将开采拟占用的地表或海域范围依照国家相关规定调出生态保护红线；已依法设立的油气采矿权不扩大用地用海范围，继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立的矿泉水和地热采矿权，在不超出已经核定的生产规模、不新增生产设施的前提下继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立和新立铬、铜、镍、锂、钴、锆、钾盐、（中）重稀土矿等战略性矿产探矿权开展勘查活动，可办理探矿权登记，因国家战略需

要开展开采活动的，可办理采矿权登记。上述勘查开采活动，应落实减缓生态环境影响措施，严格执行绿色勘查、开采及矿山环境生态修复相关要求。

8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。

9.根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。

10.法律法规规定允许的其他人为活动。

根据本项目与新修订的海洋生态红线范围对比分析，本项目不在海洋生态红线范围内，本项目采用干法施工，施工产生的生活污水和生产废水均收集外运，不排海，对围塘外的海域水质影响较小。本项目在现有围塘内进行施工，围塘外有土堤，围塘形成已久，当地的水动力环境基本区域平衡，本项目在养殖围塘内施工，不改变通明海水体流速流向，对水动力环境基本无影响，不改变冲淤现状，对围塘外的海域水动力环境基本无影响，不会导致海岸线的侵蚀。对红线区的影响较小。

本项目建设完成营运期间本身不产生污染物，不设施排污口，也不会排放有毒有害的物质。

综上，本项目对红线区的影响较小，符合红线区管理要求。

6.5 与相关规划的符合性分析

6.5.1 与《2030 年前碳达峰行动方案》的符合性分析

2021 年 10 月 26 日，国务院印发《2030 年前碳达峰行动方案》（以下简称《方案》）。《方案》围绕贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和的重大战略决策，按照《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》工作要求，聚焦 2030 年前碳达峰目标，对推进碳达峰工作作出总体部署。提出了非化石能源消费比重、能源利用效率提升、二氧化碳排放强度降低等主要目标。

《方案》提出能源绿色低碳转型行动，要求大力发展新能源。全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地。加快智能光伏产业创新升级和特色应用，创新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。坚持陆海并重，推动风电协调快速发展，完善海上风电产业链，鼓励建设海上风电基地。积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。因地制宜发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物天然气。探索深化地热能以及波浪能、潮流能、温差能等海洋新能源开发利用。进一步完

善可再生能源电力消纳保障机制。到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。

光伏发电对实现能源可持续发展和改善生态、保护环境具有重要的现实意义。光伏发电系统能源来自太阳，取之不尽，用之不竭。同时由于光伏发电系统没有转动部件，没有噪音污染，基本无故障，比其他常规发电方式都要环保。开发太阳能符合国家环保、节能政策。太阳能的开发利用可有效减少常规能源尤其是煤炭资源的消耗，保护生态环境，营造出山川秀美的旅游胜地。

根据中电联《中国电力行业年度发展报告 2021》，与其它传统火力发电方式相比，本项目工程实施后年均发电量 11582 万 kWh，与相同发电量的火电相比，相当于每年可节约标煤 38104.78 吨 t(以平均标准煤煤耗为 304.9g/kWh 计)，相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减排 CO₂ 约 97867.9 吨、SO₂ 约 266.39 吨、NO_x 约 301.13 吨。

项目的开发建设符合可持续发展的原则和国家能源发展政策方针，对于减少化石资源的消耗、推动可再生资源开发利用，缓解环境保护压力，实现 2030 年前碳达峰目标有着重要的意义。

因此，本项目建设符合《2030 年前碳达峰行动方案》的要求。

6.5.2 与《“十四五”现代能源体系规划》的符合性分析

《“十四五”现代能源体系规划》提出大力发展非化石能源，加快发展风电、太阳能发电。全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展，优先就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设，推广应用低风速风电技术。在风能和太阳能资源禀赋较好、建设条件优越、具备持续整装开发条件、符合区域生态环境保护等要求的地区，有序推进风电和光伏发电集中式开发，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设，积极推进黄河上游、新疆、冀北等多能互补清洁能源基地建设。积极推动工业园区、经济开发区等屋顶光伏开发利用，推广光伏发电与建筑一体化应用。开展风电、光伏发电制氢示范。鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。积极发展太阳能热发电。

本项目是建在沿海鱼塘上的渔业光伏项目，充分利用养殖围塘面积大的优势，结合光伏发电技术，实现“水上发电、水下养鱼”的创新模式，来实现多产业的互补发展。有利于增加地区可再生能源的比例，优化系统电源结构，符合我国能源发展的方向和要求。本工程属于太阳能光伏发电开发利用项目，符合国家可持续发展政策，可减少化石资源的消耗，对绿色生态将起到积极作用。

因此，本项目的建设符合《“十四五”现代能源体系规划》发展光伏发电的规划目标。

6.5.3 与《广东省能源发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省能源发展“十四五”规划》提出大力发展清洁能源，1 大力发展可再生能源，大力发展海上风电，规模化开发海上风电，推动项目集中连片开发利用，打造粤东、粤西千万千瓦级海上风电基地。“十四五”时期新增海上风电装机容量约 1700 万千瓦。适度发展陆上风电，结合资源条件，适度开发风能资源较为丰富地区的陆上风电项目，因地制宜发展分散式陆上风电。“十四五”时期新增陆上风电装机容量约 300 万千瓦。

积极发展光伏发电，大力提升光伏发电规模，坚持集中式与分布式开发并举，因地制宜建设集中式光伏电站项目，大力支持分布式光伏，积极推进光伏建筑一体化建设，鼓励发展屋顶分布式光伏发电。推动光伏在交通、通信、数据中心等领域的多场景应用。“十四五”时期新增光伏发电装机容量约 2000 万千瓦。

本项目充分利用太平镇养殖鱼塘的立体空间，在现有咸围上方建立光伏发电设施，下方仍旧进行渔业养殖，实现“水上发电、水下养鱼”的创新模式，本项目用海 1000 余亩，属于集中式光伏发电项目，本项目的建成营运有利于增加湛江市可再生能源的比例，优化系统电源结构，为湛江市重大项目做好配套电力规划及服务支撑，符合广东省能源发展的方向和要求。

因此，本项目的建设符合《广东省能源发展“十四五”规划》发展光伏发电的规划目标。

6.5.4 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出构建高质量绿色低碳能源保障体系，大力发展清洁低碳能源。优化能源供给结构，实施可再生能源替代行动，构建以新能源为主体的新型电力系统。大力发展海上风电、**太阳能发电**等可再生能源，推动省管海域风电项目建成投产装机容量超 800 万千瓦，打造粤东千万千瓦级基地，加快 8 兆瓦及以上大容量机组规模化应用，促进海上风电实现平价上网；拓展分布式光伏发电应用，**大力推广太阳能建筑一体化，支持集中式光伏与农业、渔业的综合利用。**安全高效发展核电，提高铀资源保障水平，有序建设抽水蓄能电站，合理发展气电，合理接收省外清洁能源，推动煤电清洁高效利用和灵活性改造，推进基于低碳能源的智能化、分布式能源体系建设。到 2025 年，省内电源总装机规模达到 1.8

亿千瓦左右，西电东送最大送电能力（送端）达到 4500 万千瓦。一次能源消费中，煤炭占比下降到 31%，天然气、可再生能源以及核能占比分别达到 14%、22%和 7%。

本项目在太平镇沿海养殖围塘，在围塘上方建设光伏发电设施，利用上层空间进行光伏发电，下方仍旧进行养殖，实现“水上发电、水下养鱼”的互补模式。本项目建成后能够充分地开发利用广东省太阳能资源，不仅有利于广东能源安全稳定供应和环境保护，且有利于促进太阳能装备及相关产业链的形成和发展，有利于调整省内能源结构，实现经济社会的可持续发展。因此，项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》关于大力发展清洁低碳能源的规划目标。

6.5.5 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》提出统筹海域与陆域产业发展，并提出整体推进海洋经济发展，培育壮大海洋新兴产业。以海洋高端装备制造、海洋生物医药、海水淡化和综合利用、**海洋可再生能源**为重点，突破共性技术和关键技术。**积极布局新能源**、深海矿产等海洋潜力产业。跟踪国际海洋技术和产业发展方向，结合广东省基础和优势，储备一批发展潜力巨大的项目及技术，规划预留空间 2232.8km²，岸线 32.9km。其中，新能源产业主要分布在生产空间，岸线类型主要为优化利用岸线和限制开发岸线；核电规划发展空间 42.6km²，岸线 32.9km，主要分布在深圳、阳江、陆丰、惠东、台山、廉江。

本项目在太平镇沿海养殖围塘，在围塘上方建设光伏发电设施，利用上层空间进行光伏发电，下方仍旧进行养殖，实现“水上发电、水下养鱼”的互补模式。经分析，本工程的主体工程的用海方式为透水构筑物。由于位于围塘内侧，不会对周边海域水动力和水质产生影响，基本不改变周围海域自然属性。项目建设期间自身不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。

综上，本项目的建设能发挥海岸带可再生能源优势，实现渔光互补，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的要求。

6.5.6 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提出建设人海和谐的沿海经济带。沿海经济带突出陆海统筹，港产联动，加强海洋生态保护，加快构建绿色沿海产业带。严把高耗能、高排放建设项目生态环境准入关，新建“两高”项目必须

根据沿海地区环境质量改善目标要求，落实主要污染物区域削减措施，腾出足够的

环境容量。加快推进钢铁、石化等重点行业绿色低碳转型升级，**统筹考虑技术工艺升级、节能改造、污染排放治理、循环利用，推动减污降碳协同增效。**鼓励有条件的沿海工业园区、大型建设项目优先考虑排污口深海设置，实行离岸排放。以惠州大亚湾、湛江东海岛等为重点，加快推动工业园区提质增效，推动中海壳牌、埃克森-美孚、巴斯夫等重点项目采用一流的工艺技术，统筹开展减污降碳协同治理。**全面支撑湛江海洋经济发展示范区建设，打造更具活力、魅力和国际竞争力的现代化沿海经济带。**

本项目工程实施后年均发电量 11582 万 kWh，与相同发电量的火电相比，相当于每年可节约标煤约 38104.78t(以平均标准煤煤耗为 304.9g/kWh 计)，相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减少二氧化碳(CO₂)约 97867.9t，二氧化硫(SO₂)排放量约 266.39t，氮氧化物(NO_x)约 301.13t。

项目的开发建设符合可持续发展的原则和国家能源发展政策方针，可以助力推动减污降碳协同增效。对支撑湛江海洋经济发展示范区建设，打造更具活力、魅力和国际竞争力的现代化沿海经济带具有重要意义。

6.5.7 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

2021 年 9 月，广东省人民政府印发《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（以下简称《规划》）。该规划是指导“十四五”时期广东海洋经济发展的专项规划，规划范围包括广东省全部海域和广州、深圳、珠海、汕头、佛山、惠州、汕尾、东莞、中山、江门、阳江、湛江、茂名、潮州、揭阳 15 个市所属陆域，海域 41.9 万 km²，陆域 8.8 万 km²，规划期为 2021 至 2025 年，展望到 2035 年。

《规划》提出，开展海洋可再生能源示范利用，开展海洋能精细化调查与评估，支持海洋潮汐能、潮流能、波浪能、温差能、盐差能、海水制氢等海洋可再生能源示范利用，孵化海洋能开发、装备制造及测试服务企业，重点加强波浪能、温差能技术研发和产业化，引导研发、设计、示范、测试、施工、运维等上下游企业集聚发展，开展多种能源集成的海上“能源岛”建设，打造多能互补供电系统和示范电站。

我国是世界上最大的煤炭生产国和消费国之一，也是少数几个以煤炭为主要能源的国家之一，在能源生产和消费中，煤炭约占商品能源消费构成的 75%，已成为我国大气污染的主要来源。因此，大力开发风能、太阳能、生物质能、地热能和海洋能等新能源和可再生能源利用技术将成为减少环境污染的重要措施之一。在国家政策的大力支持下，我国太阳能发电工程建设进程快速发展，太阳能发电产业展现了良好的发展势头。

广东省煤炭资源贫乏，水力资源也十分有限。省内一次能源的生产与消费极不均衡，每年需大量从省外调入煤炭。但广东沿海地区太阳能资源丰富。麻章区水平面年均太阳能辐射量 5554MJ/m²，即 1543kWh/m²，太阳能资源很丰富，属于太阳能辐射资源三类地区，具备建设光伏发电项目较好的光照条件，可利用资源可实现的光伏装机容量潜力巨大，适合建设光伏发电项目，具有较好的开发利用前景，可作为地区能源供应的有效补充，而且光伏发电工程的建设工期短，是快速缓解地区电力供应缺口的有效选择。

本项目在太平镇沿海养殖围塘，建设光伏发电设备，并充分利用现有围塘设施，实现“水上发电、水下养鱼”的互补模式，提高了海洋空间的利用效率，本项目建设和运营符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》培育壮大海洋新兴产业的要求。

6.5.8 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性分析

《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》提出建设沿海可再生能源产业基地：陆海并举，积极有序发展风电，促进风电技术进步和产业升级，实现风电全产业链发展。适度开发风能资源丰富的粤东、粤西沿海地区陆上风电，规划开工建设陆上风电项目 31 个，总装机容量 160 万千瓦，推进湛江雷州井仔、徐闻学田、阳江阳东宝山、惠州惠东桃园等风电项目；规模化、集约化开发海上风电资源，加快珠海、汕头、阳江、湛江等近海风电场开发建设，重点推进珠海桂山、阳江南鹏岛、阳江沙扒、湛江外罗等海上风电项目，探索开展深远海海上风电项目建设。到 2020 年，风电装机规模达到 800 万千瓦。大力推广利用太阳能，推进建设分布式光伏发电系统，鼓励各类投资主体建设分布式光伏发电系统，重点推进广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞等地各类工（产）业园区、大型公共建筑物等分布式光伏发电项目建设；支持建设与农业、林业、渔业相结合的地面光伏电站，**重点在湛江、阳江、茂名、惠州、汕尾等地发展“农光互补”“渔光互补”等综合利用光伏电站项目**；积极推进做好光伏扶贫工作。到 2020 年，太阳能光伏发电装机规模达到 600 万千瓦。

本项目在太平镇沿海养殖围塘，建设光伏发电设备，并充分利用现有围塘设施，实现“水上发电、水下养鱼”的互补模式，提高了海洋空间的利用效率，本项目建设和运营符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》可再生能源产业的发展要求。

6.5.9 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》提出从区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控和环境风险防控等方面明确准入要求，建立“1+3+N”三级生态环境准入清单体系。“1”为全省总体管控要求，“3”为“一核一带一区”区域管控要求，“N”为 1912 个陆域环境管控单元和 471 个海域环境管控单元的管控要求。本项目处于沿海经济带——东西两翼地区。此区域目标打造生态环境与经济社会协调发展区，着力优化产业布局。污染物排放管控要求“在可核查、可监管的基础上，新建项目原则上实施氮氧化物和挥发性有机物等量替代或减量替代。严格执行练江、小东江等重点流域水污染物排放标准。进一步提升工业园区污染治理水平，推动化学制浆、电镀、印染、鞣革等项目清洁生产达到国际先进水平。完善城市污水管网，加快补齐镇级污水处理设施短板，推进农村生活污水处理设施建设。加强湛江港、水东湾、汕头港等重点海湾陆源污染控制。严格控制近海养殖密度。”

本项目位于通明海，施工期间，采用干环境施工，且施工期间养殖围塘土堤封闭，生活污水和生产污水均得到妥善处置，对英罗湾的水质环境影响很小，施工期间生活污水收集后送至陆域集中处理，对海域环境影响较小。

根据《中国应对气候变化国家方案》、《可再生能源中长期发展规划》，国家能源发展战略行动计划明确提出坚持“节约、清洁、安全”的战略方针，实施节约优先、立足国内、绿色低碳、创新驱动的四大战略，推动能源生产和消费革命，构建清洁、高效、安全、可持续的现代能源体系。中美气候变化联合声明提出，到 2030 年，我国碳排放达到峰值。开发利用可再生能源是落实科学发展观、建设资源节约型社会、实现可持续发展的基本要求，是保护环境、应对气候变化的重要措施。

本项目建成后，装机容量为 100MWp。配套建设 110kV 升压站一座，光伏组件先经逆变器逆变，然后接入升压变压器的低压侧，各升压变压器高压侧经集电线路汇流后接入电网。

本项目总装机容量为 100MW，项目建成后 25 年总发电量 28.95kWh。平均年发电量 11582 万 kWh。按照火电单位煤耗（标准煤）320.00g 计算，每年可节约标准煤约 38104.78 吨，减排 CO₂ 约 97867.9 吨、SO₂ 约 266.39 吨、NO_x 约 301.13 吨。本项目的建设，将为麻章区节能减排做出积极的贡献。

因此，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求。

6.5.10 与《湛江市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析

《湛江市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出换代升级补齐短板高标准建设现代化基础设施，加快补齐交通、能源、水利等传统基础设施短板，系统布局 5G、人工智能、工业互联网、物联网、数据中心等新型基础设施，构建系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠的现代化基础设施体系。

加快能源基础设施建设，提升能源公共服务能力和保障水平，有力支撑经济社会发展。提升能源生产储备能力。优化能源供给结构，提高传统能源清洁高效利用，推动气电发展，积极发展风电、氢能、太阳能、生物能源等新能源，安全高效发展核电。与中石化集团合作建设加氢等综合能源供应站。完善能源储备制度，加强能源储备体系建设，加快建设沿海液化天然气（LNG）、城市储气调峰设施和徐闻博赊港液化天然气（LNG）项目。完善成品油、石油、天然气等地下管网及其配套基础设施，并融入国家管网。鼓励商业储备，建成湛江东海岛原油商业储备基地和霞山中国航油集团南方储运有限责任公司湛江基地。

本项目在湛江市麻章区沿海养殖围塘，建设光伏发电设备，并充分利用现有围塘设施，实现“水上发电、水下养鱼”的互补模式。经分析，本工程的主体工程的用海方式为透水构筑物。由于位于围塘内侧，不会对周边海域水动力和水质产生影响，基本不改变周围海域自然属性。项目建设期间自身不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。

本项目总装机容量为 100MW，项目建成后 25 年总发电量 28.95 亿 kWh。25 年平均发电利用小时数：1158h，平均年发电量 11582 万 kWh。本项目的建设营运对湛江市的国民经济发展有重要的作用。

综上，本项目符合《湛江市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的要求。

6.5.11 与《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》提出壮大发展绿色产业，助力滨海经济高质量发展，延伸完善上下游产业链，发展壮大绿色钢铁、绿色石化、高端造纸、绿色能源四大战略性支柱产业，助力湛江沿海经济带高质量发展，着力构建绿色协调发展新格局。优先引进低碳项目，推动现有企业节能技改，加快废物产品化，全力推进绿色低

碳园区建设，实现“源头减量”“末端循环”。

本项目总装机容量为 100MW，项目建成后 25 年总发电量 28.95 亿 kWh。25 年平均发电利用小时数：1158h，平均年发电量 11582 万 kWh。

按照火电单位煤耗（标准煤）320.00g 计算，每年可节约标准煤约 38104.78 吨(以平均标准煤煤耗为 304.9g/kWh 计)，相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减排 CO₂ 约 97867.9 吨、SO₂ 约 266.39 吨、NO_x 约 301.13 吨。本项目的建设，将为麻章区节能减排做出积极的贡献。

项目的开发建设符合“发展壮大绿色钢铁、绿色石化、高端造纸、**绿色能源**四大战略性新兴产业”，可以实现“源头减量”“末端循环”，符合《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的要求。

6.5.12 与《产业结构调整指导目录（2019 年本）》符合性分析

本项目为光伏发电项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》的第一类“鼓励类”产业中的第五项：“新能源”中的第一类：“太阳能热发电集热系统、太阳能光伏发电系统集成技术开发应用、逆变控制系统开发制造”，本项目即属于太阳能光伏发电系统集成技术开发应用，因此项目用海与相关产业政策相符合。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 项目选址区位和社会条件的合理性分析

（1）社会发展电力需求旺盛

经济发展，电力先行。“十二五”至“十三五”期间，湛江电网投入大量资金用于电力设施建设，取得了显著成效。目前湛江电网 110 千伏及以上变电站数量、主变容量、输电线路长度比 2010 年有了大幅增长，增幅分别达到 1.38 倍、1.55 倍、1.37 倍，为湛江经济的跨越式发展提供了良好的电力支撑。目前湛江市重大项目正在施工建设，做好配套电力规划及服务支撑是保障重大项目顺利投产的基础。

（2）光照资源丰富

麻章区有明显的季风气候特点，冬季以偏东北风为主，夏季多从海洋吹来温暖湿润的东南风。气候宜人，春秋温暖，夏季较热，冬季无霜雪，全年阳光充足，四季常青，一片南国风光。由于麻章区面临南海，地处低纬，受太平洋台风影响较大，历史上自然灾害频繁。在 1980 年以后，出现大的自然灾害不多，影响不断缩小。本地平均每年受 3-4 个台风影响，影响时间从 5 月到 11 月，以 7、8、9 三个月为最。

（3）政策引领

《2022 年湛江市麻章区政府工作报告》提出麻章区要围绕“工业+”“生态+”“数字+”，推动麻章开发区加快装备制造、特色食品加工等传统产业升级，做优做强生物医药、新材料产业，推进实现产业聚集发展。围绕湛江晨鸣纸业等三大产业航母龙头企业，重点发展绿色造纸下游产业，推进森工产业园区多元化、链条式发展。依托“粤西数谷”大数据产业园落户麻章优势，整合海洋科技创新中心，推进建设大数据产业园，全力推动大数据、工业互联网、物联网，打造数字产业发展集聚区。而产业的发展离不开电能供应，本项目的建设可以为麻章区的产业发展助力。

（4）基础设施条件的适宜性

1) 对外交通条件

麻章区濒临南海、水系发达、日照充足、资源丰富，是中国南海之滨的具有江海文化特色的宜居城市。麻章区是湛江市西南出口门户，是湛江的交通枢纽，是湛江通往海南、大西南的咽喉要塞。截至 2019 年，拥有境内已建成湛江高铁西站和湛江客运站等

交通枢纽设施，粤海铁路、国道 325 线、省道 374 线、广湛和渝湛高速公路等均穿过麻章，与湛江机场毗邻，至湛江港 18km。城区“四纵五横”交通公路骨架路网基本形成。

2) 主要建筑材料

项目施工建设期间所需的主要材料为砂石料、水泥、钢材等。主要建筑材料来源充足，砂石料可以从附近砂石料场采购，水泥和钢材可从湛江市购买，生活及小型生产物资，其它建筑材料（木材、油料）等也可在湛江市购买，通过公路运至施工现场。

3) 混凝土

本工程混凝土拟采用商品混凝土，商品混凝土拟从周边购买，公路运至施工现场。

4) 施工供水

项目所在地周边有居民区供水点，可作为施工、生活、生产用水水源，同时应储备运水车。

5) 施工供电

施工现场供电应满足全工地土建和安装的动力用电、焊接、照明等的最大用电量。本工程施工用电高峰负荷初步估算约 220kW。由于施工用电负荷点比较分散，拟采用集中供电及移动式柴油发电机供电相结合的方式。集中供电拟从附近输电线路 T 接或从附近农网引接 10kV 线路一回至站内临时变压器。

综上，本项目选址区域的社会条件满足项目需求。

7.1.2 项目选址与自然资源、生态环境适宜性分析

7.1.2.1 地质条件适宜性分析

本项目建设区属于围塘，表层上覆较厚软弱土层，不利于天然浅基础的设置，光伏发电项目本身对于站址的场地平整度要求较低，采用桩基础型式满足建设要求。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版），本地区设计基本地震峰值加速度为 0.10g，地震基本烈度为 7 度，所属设计地震分组为第一组，场地类别为 II 类，反应谱特征周期为 0.35s。

项目所在区域的地质条件基本稳定，无不良地质现象，场地的地质构造稳定性较好，因此，本工程选址区的地质条件可以满足项目建设的需要。

7.1.2.2 气候条件适宜性分析

麻章区有明显的季风气候特点，冬季以偏东北风为主，夏季多从海洋吹来温暖湿润的东南风。气候宜人，春秋温暖，夏季较热，冬季无霜雪，全年阳光充足，四季常青，一片南国风光。由于麻章区面临南海，地处低纬，受太平洋台风影响较大，历史上自然

灾害频繁。在 1980 年以后，出现大的自然灾害不多，影响不断缩小。本地平均每年受 3-4 个台风影响，影响时间从 5 月到 11 月，以 7、8、9 三个月为最。

总体来说，该区域的气候条件适宜于工程的建设，但该地区 7 月-9 月是热带气旋多发季节，对工程的施工有一定的影响，施工期间应搞好防台措施。

7.1.2.3 水动力冲淤条件适宜性分析

本项目位于围塘之内，围塘外围有土堤保护，本项目的建设基本上不改变现有海域水动力环境条件，不会引起海域海床变化。本项目的建设对水动力环境影响较小，与该区域的水动力条件是相适宜的。

7.1.2.4 生态系统的适宜性

项目所在海域地处亚热带，海岸线曲折，水深较浅，相对稳定的海域生态环境为浮游生物、底栖生物和潮间带生物等提供了有利的生存环境。

本项目选址位于现状养殖围塘内部，因此本项目的建设对于附近海域的水动力条件不会产生影响，对周边海域环境与生态的影响较小。

本项目建设完成后，将采用“渔光一体”模式运行，水面上安装光伏组件进行发电，养殖围塘依旧用于养殖。

本项目不占用湛江红树林国家级自然保护区，与保护区之间有海堤相隔，施工期基本上不产生悬浮泥沙，施工期产生的生活污水集中收集后，外运处理，项目施工建设应严格执行红树林保护措施，维护红树林生态环境健康水平。

综上，本项目的建设对围塘外的水动力、水质环境影响较小，在采取有效的环境保护措施前提下，项目的选址与区域生态环境较适宜。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性分析

7.2.1.1 是否有利于维护海域基本功能

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在保护区范围内。本工程位于通明海海洋保护区，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），通明海海洋保护区的控制要求为：通明海海洋保护区的海域使用管理要求：1.相适宜的海域使用类型为特殊用海；2.保留湛江国家级红树林保护区通明海片区非核心区内的围海养殖等渔业用海，限制扩大养殖规模；3.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法

律、法规和标准进行管理。海洋环境保护要求：1.保护通明海红树林；2.严格控制养殖污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；3.加强保护区海洋生态环境监测；4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本工程在现有围塘内进行光伏发电项目建设，用海类型为工业用海（一级类）——电力工业用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）。本项目通过建设桩基架设支架，占用一定围塘面积，但不影响整个海域的基本功能，本工程与该功能区的海域使用类型不冲突。本项目位于养殖围塘内，不会对周边海域水动力产生影响，基本不改变周围海域自然属性，因此，采用透水构筑物的用海方式是合理的。采用“渔光互补”的创新模式，来实现多产业的互补发展，有利于提升海域资源利用效益。能够促进对海洋资源进行立体开发，充分利用了该区域的空间资源，因此，综上，本项目用海方式合理。

7.2.1.2 能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目位于养殖围塘的内部，周边有养殖围塘的土堤，本项目的桩基建设基本上不改变现状海域水文动力环境，对海域流速流向基本无影响，不影响冲淤环境，不会导致光伏发电区冲刷或淤积，

本工程用海平面布置能最大程度减少对水动力和冲淤环境的影响。

7.2.1.3 是否有利于保持自然岸线和海域自然属性

根据广东省新批复的海岸线位置和走向，本项目不直接与海堤接搭，不实际占用海岸线，本项目采用透水构筑物，对海堤的影响小，不会导致海堤的侵蚀与淤积，不影响岸线资源的属性和走向。

本项目用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类），用海方式不会对自然岸线和海域自然属性造成大的改变。

因此，本项目的用海方式对于保持自然岸线和海域自然属性都是有利的。

7.2.1.4 是否有利于保护和保全区域海洋生态系统

本项目建设在养殖围塘内，施工前将养殖围塘内的水排干，形成干环境施工，不会产生悬浮泥沙。施工期间，施工废水、生活污水集中收集后妥善处置，不直接排海，对养殖围塘外的水质基本无影响。

施工期间采取保护措施，减少对红树林的影响。

因此，项目用海方式与保护和保全区域海洋生态系统是适宜的。

7.2.2 平面布置合理性分析

7.2.2.1 是否体现集约、节约用海的原则

本项目由于位于现状养殖围塘中，本项目用海涉及的工程主要包括光伏组件系统，光伏组件系统采用桩基固定方式，其它附属设施，包括逆变器等也采用高桩梁板的透空式结构，电缆采用地埋方式。所以本工程的主体工程的用海方式为透水构筑物。由于位于养殖围塘内侧，不会对周边海域水动力产生影响，基本不改变周围海域自然属性，因此，采用透水构筑物的用海方式是合理的。采用“水上发电、水下养鱼”的创新模式，来实现多产业的互补发展，利用现状养殖围塘建设光伏区，有利于提升海域资源利用效益。能够促进对海洋资源进行立体开发，充分利用了该区域的空间资源。

7.2.2.2 能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目位于养殖围塘的内部，周边有养殖围塘的土堤，本项目的桩基建设基本上不改变现状海域水文动力环境，对海域流速流向基本无影响，不影响冲淤环境，不会导致光伏发电区冲刷或淤积。

本工程用海平面布置能最大程度减少对水动力和冲淤环境的影响。

7.2.2.3 是否与周边其他用海活动相适应

本项目整体位于围塘内，项目建设单位已经获批土地使用，并与围塘业主签订了租赁合同，合同双方约定上述围塘交由本项目建设单位用作渔业光伏项目建设，在咸围打桩，安装支撑架铺设光伏板及安装光伏配套设施，光伏板下进行水产养殖，以此维护当地养殖户的利益。

本项目涉海范围不会占用租赁范围以外的围塘，项目的建设对于周边围塘养殖基本不会产生不利影响，项目建设对红树林的影响在可接受范围内。

本项目建设发展清洁能源，有利于调整区域能源结构、优化能源布局，供给湛江电网。综合来看，本项目的用海平面布置能够减少对周边用海活动的影响。

7.2.2.4 平面布置方案比选分析

根据本项目与养殖户的租赁协议，本项目仅利用围塘水面以上的区域进行光伏设施建设，形成光伏发电厂，光伏组件高程在 15m 之间（85 高程），在光伏发电组件安装完成后，养殖围塘继续进行养殖活动，由此对光伏组件布局的要求是不得破坏项目区内各鱼塘之间的围堤，保证围堤顶道路与光伏发电场建设前一致。

其次，本项目采用总装机容量为 100MW_p，推荐采用分块发电、集中并网方案，光伏发电系统由 32 个约 3.15MW 光伏发电单元组成。每个 3.15MW 电池子方阵采用 18 台

196KTL-H0 组串式逆变器，设置 1 台 3.15MW 箱式变压器（配置 1 台子阵列控制器），变压器低压侧设置 18 路进线，每个组串为 30 片组件。支架采用固定倾角方案，组件安装倾角为 15°。每个固定支架排布按 $2 \times 30 = 60$ 或 $2 \times 15 = 30$ 块组件，每个支架配 8 个或 4 个基础。单组支架立柱东西向间距约为 4m，南北向间距 6.3m，光伏阵列设计考虑了本项目设计容量需求灵活布置，倾角设计充分利用了地块面积，也满足光伏板的抗风性能，光伏间距考虑了运维及后期检修可行性，并且保证光伏阵列前排不对后排造成遮挡。

综上，本项目的平面布置既要保证各围塘的围堤功能不被破坏，且要完成 100 兆瓦的装机量，充分考虑了组件的间距，光照条件、抗风和后期维护等多种因素，因此，该平面布置利用了有限的土地面积，实现了最优的光能发电方案，集约、节约用海原则。因此，本项目平面布置是唯一的。

7.3 用海面积合理性分析

7.3.1 立体分层确权申请

1、海域立体确权的政策

国家海洋局于 2016 年 10 月引发《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》，提出“鼓励实施海上风电项目与其他周边开发利用活动使用海域的分层立体开发，最大限度发挥海域资源效益。2019 年 4 月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》，提出“探索海域使用权立体分层设权”。2020 年 5 月开始施行的《深圳经济特区海域使用管理条例》第二十二条提出“海域使用权可以在海域的水面、水体、海床或者底土分别设立。”2020 年 11 月，《河北省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（冀自然资字〔2020〕137 号）指出，“对未设定海域使用权的海域，建设相互之间互补性强、兼容性高的海上风电、光电、海水养殖等项目，可以实施分层设权管理。各地应因地制宜鼓励“风光渔”立体互补模式，逐步实现海域空间的立体化利用。进行立体开发的用海，属于同一用海主体的，可进行统一设计、整体论证、一次报批。各用海审批层级不同时，应按照就高不就低的原则进行用海报批。属于不同用海主体的，用海主体经协商一致后，自然资源主管部门应予以受理，依法依规办理用海手续。”根据《广东省自然资源厅关于同意江门市开展海域使用权立体分层设权试点的复函》（粤自然资海域〔2021〕1993 号），“在江门市开展海域使用权立体分层设权试点，重点探索养殖用海与光伏发电项目用海分层设权管理”。

考虑到本项目利用现状咸围建设“渔光一体”电站，涉及协调光伏发电用海和养殖用

海的用海需求，属于湛江市海域使用立体分层设权的重点探索类型，且本项目建设单位与湛江市、麻章区自然资源管理部门进行了初步沟通协调，双方也基本同意开展海域分层设权，因此，基于本项目及所在咸围的实际情况及立体空间关系，充分考虑养殖咸围的建设和管理背景及确权困境，本项目采用立体确权。

2、立体确权方式

海域立体分层使用以海域空间的立体性和利用方式的多样性为基础，以实现不同用海活动协调用海为目标。本项目在现状咸围基础上开展光伏项目建设，光伏板下方的围塘仍继续开展养殖活动，实现光伏+养殖的发展模式。本项目建设单位已与围塘业主签订租赁合同，根据合同，湛江市麻章区太平镇王村东边面积约 1200 亩咸围将交由本项目建设单位，在租赁期限内用于光伏项目建设和营运，光伏板下方的水体空间进行水产养殖。光伏项目建设主体与咸围现阶段经营主体属于不同用海主体，由于现阶段围海养殖用海手续的完善涉及围海养殖用海主体内部协调等多方面问题，现阶段难以推进围海养殖用海确权工作，本项目采用立体确权，以期协调咸围养殖和光伏电站建设运营的需求。

3、立体确权方法

本论证报告考虑海洋空间竖向分层应有利于明确权利与义务边界，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.2.5 宗海垂向范围界定，“遇特殊需要时，应根据项目用海占用水面、水体、海床和底土的实际情况，界定宗海的垂向使用范围”。2020 年 5 月开始施行的《深圳经济特区海域使用管理条例》第二十二条提出“海域使用权可以在海域的水面、水体、海床或者底土分别设立。”

综合上述法律、规范等的描述，本论证报告采用“水面、水体、海床和底土”的分层方法进行用海确权。其中，参考相关规范、研究成果，各层空间范围如下：

（1）水面

水面是空气与水体的交界面，海平面时刻处于涨落过程中，使水面的位置和水体的深度处于动态变化中，因此本论证报告空间立体确权所述水面为“海水表面及其上下各一定厚度的立体空间”。

（2）水体

水体层是水面和海床之间、充满海水的立体空间。由于水面的位置和水体的深度处于动态变化中，因此水体的垂向范围最高点应与水面垂向用海范围衔接。

（3）海床

是海床表面及其上下一定厚度的立体空间。

（4）底土

底土层是海床以下的立体空间。

本论证报告采用平面界址“四至”坐标和竖向分层的海籍信息表达方式，宗海平面边界，采用现有海籍管理制度体系，以最外围界线确定宗海的平面界址；申请范围竖向边界采用“水面”、“水体”、“海床”“底土”定性表述及 1985 国家高程范围定量表述结合。

4、分层设权分析

本项目光伏区考虑相应的防洪设计，结合咸围现状，结合本项目建设内容和设计尺度，采用上述空间确权方法，根据项目主要构筑物的用海垂向范围，分析本项目分层设权情况。

（1）光伏阵列

项目光伏组件 15°固定角度安装，最低点按 2.8m 进行设计（1985 国家高程系统），除桩基础，光伏阵列上部结构整体位于 50 年一遇高潮水位以上，光伏区光伏阵列组件 9°的最高点高程为 15m。

（2）箱变设施

本项目箱变设施采用管桩基础+框架平台结构，框架平台结构满足防洪要求，高于 50 年一遇高潮水位，箱变及逆变组件的最高点高程为 3.8m。

（3）集电线路

本项目集电线路采用架空式连接光伏阵列和箱逆变设施，架空电缆高度为 2.8-3.8m。

（4）现状咸围

本项目用海区历史上已经形成的咸围，根据踏勘情况和询问建设单位，上述咸围历史养殖品种以虾类为主，考虑到自上世纪六十年代起，由村集体通过围堰建设和养殖开发，逐步建设形成咸围，养殖活动基于咸围围堤内部水体、底质空间，对于水面空间的使用相对较少。

宗海竖向范围底标高界定考虑 50 年一遇防洪水位高程及预留水面养殖需要一定空间，取水面以上一定高度 2.8m 作为宗海竖向边界底标高；宗海竖向范围顶标高界定考虑箱逆变组件的最高程，取 15m。

5、立体分层确权申请用海情况

本项目建设内容包括光伏阵列、箱逆变设施、集电线路、升压站等，其中升压站位于广东省政府 2022 年批复海岸线向陆一侧，不涉及用海，集电线路采用桥架的方式布设，用海方式与光伏组件保持一致。

本项目现阶段申请水面用海确权，竖向范围根据光伏阵列、箱逆变设施等垂向使用

范围，平面上，按照《海域使用分类》《海籍调查规范》相关规定界定用海范围、面积。

根据立体确权方案，本项目用海空间范围界定如下：项目平面界址面积合计 73.5524 公顷，咸围水面上部申请面积 73.5524 公顷，其申请范围为竖向边界范围 2.8m~15m(1985 国家高程)，用海方式为透水构筑物，海域使用类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）。

6、立体分层确权合理性分析

本项目为光伏发电项目，基于本项目及所在咸围的实际情况及立体空间关系，充分考虑养殖咸围的建设和管理背景及确权困境，采用立体确权方式，拟申请咸围水面上部空间范围 73.5524 公顷，高程为 2.8m~15m（1985 国家高程），用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）。项目申请用海范围兼顾了光伏发电用海和养殖用海的用海需求的同时提高了海域资源的利用效率，实现光伏发电+养殖的双赢。因此本项目采用立体确权的方式是合理的。

7.3.2 项目用海面积合理性

7.3.1.1 是否满足项目用海需求

光伏组件串联数量计算，利用 GB50797—2012《光伏发电站设计规范》中组串计算公式：

$$N \ll \frac{V_{dcmax}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]} \\ \frac{V_{mpptmin}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K'_v]} \ll N \ll \frac{V_{mpptmax}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K'_v]}$$

V_{dcmax} ——逆变器允许最大直流输入电压（V）；

$V_{mpptmin}$ ——逆变器 MPPT 电压最小值（V）；

$V_{mpptmax}$ ——逆变器 MPPT 电压最大值（V）；

V_{oc} ——光伏组件开路电压（V）；

V_{pm} ——光伏组件工作电压（V）；

K_v ——光伏组件开路电压温度系数；

K'_v ——光伏组件工作电压温度系数；

t' ——光伏组件工作条件下的极限最高温度（℃）；

t ——光伏组件工作条件下的极限最低温度（℃）；

N ——光伏组件串联数（ N 取整）。

GBT50797—2012 光伏发电站设计规范,组串串联数量必须同时满足以上两个公式,实际计算中组件串联数受公式 1 约束。

经计算,串联光伏组件数量 N 应满足: $29 \leq N \leq 30.45$,本工程以 30 片组件为一个组串。

光伏阵列的安装倾角对光伏发电系统的效率影响较大,本工程推荐采用 15° 倾角方案。阵列倾角确定后,在南北向前后阵列间留出合理的间距,以避免前后排间出现阴影遮挡。前后间距应满足冬至日上午 9:00 到下午 3:00,组件之间南北方向无阴影遮挡。固定方阵安装好后倾角不再调整。计算光伏组件方阵前后安装时的最小间距 D 。该最小间距确定的一般原则为:冬至日当天早晨 9:00 至下午 15:00 (当地真太阳时) 的时间段内,太阳能电池阵列不应被遮挡。

同时考虑运维及渔业通道,阵列前后排该间距满足养殖设施布置、采捕等空间要求。

本项目现阶段申请用海范围包含了光伏区光伏阵列、箱逆变设施等附属设施及其上部结构,覆盖了项目建(构)筑物投影范围,从项目平面布置方案考虑,本项目申请宗海平面边界范围能够满足项目建设用海需求。

考虑到围海养殖用海确权目前的困境,建议下一步根据国家和省的相关政策、规定,研究推进现有咸围的围海养殖用海确权工作,对于项目光伏区建设范围垂直投影下的底土、海床、水体,纳入围海养殖用海申请范围,并就围海养殖、透水构筑物等两种用海方式在同一高度交叉重叠的用海范围和用海方式等的界定予以明确。

7.3.1.2 是否符合相关行业的设计标准和规范

本工程所建设的光伏发电系统采用分块发电、集中并网方案,所产生的电能全部馈入电网。拟选用 645Wp 单晶硅太阳能电池,采用固定式支架安装,系统自然地块分成 32 个光伏发电方阵,采用 3.15MW 箱逆变一体机,实际装机容量为 100MWp。

本项目的系统设计满足 GB50797-2012《光伏发电站设计规范》9.3.1 光伏发电站的系统应符合现行国家标准 GB/T14285《继电保护和安全自动装置技术规程》的规定。

7.3.3 用海范围合理性分析

7.3.3.1 宗海竖向边界合理性

本论证报告采用平面界址“四至”坐标和竖向分层的海籍信息表达方式,宗海平面边界,采用现有海籍管理制度体系,以最外围界线确定宗海的平面界址;申请范围竖向边界采用“水面”、“水体”、“海床”“底土”定性表述及 1985 国家高程范围定量表述结合。光伏区光伏阵列组件的最高点高程为 3.8m,箱变组件的最高点高程为 15m,因此申请范

围竖向边界范围能够满足项目所需的海域空间承载范围。

7.3.3.2 宗海平面边界合理性

1、平面界址点选择及面积量算符合《海籍调查规范》

根据《海域使用分类》、《海籍调查规范》等，湛江市海域使用测绘队负责进行本工程海域使用测量。

本项目用海类型为电力工业用海，光伏组件和支架均按照透水构筑物用海进行界定，根据 HY/T124-2009《海籍调查规范》5.3.2.2 透水构筑物用海界定方法，“安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。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。”本项目光伏组件、固定支架位于现状咸围内部，项目所占用咸围通过围堤、周边咸围与外侧海域相隔，不受外侧海域水文因素影响。

根据项目用海实际特征，确定光伏发电系统透水构筑物的用海范围以光伏发电组件的外缘线为界，项目光伏发电系统透水构筑物的用海范围界址点的选择符合《海籍调查规范》。

2、平面宗海面积的计算方法符合《海籍调查规范》

本次论证项目申请的用海面积，是按照《海籍调查规范》（HY/T124-2009），用坐标解析法计算的。面积计算采用如下公式：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中，S 为宗海面积（m²）；xi、yi 为第 i 个界址点坐标（m）。

3、宗海图的绘制方法符合《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》

论证单位采用 RTKGPS 接收机对本项目进行了现场勘测。现场勘测首先进行基准点定位测量，确定坐标转换参数。根据《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》上要求的其他要素，形成宗海界址图。

项目用海界址点选择、宗海面积量算和宗海图的绘制符合《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》。

7.3.4 减少海域使用面积的可能性

本项目建设光伏区分为 32 个分区，光伏区用海单元集中分布，体现集约用海的。根据项目在现状咸围内部建设的实际情况，考虑到本项目光伏组件、固定支架位于现状

咸围内部，不受外侧海域水文因素影响，光伏发电系统透水构筑物的用海范围以光伏发组件的外缘线为宗海平面边界，未申请水渠等围堤内范围，尽可能减少了申请海域使用面积，本项目考虑空间确权，光伏板底部水体、海床和底土均可开展围海养殖，体现了“渔光互补”的产业发展优势，体现了节约、集约用海的原则，项目用海不存在减少面积的可能性。

麻章通威太平镇100MWp渔光互补光伏发电项目宗海位置图

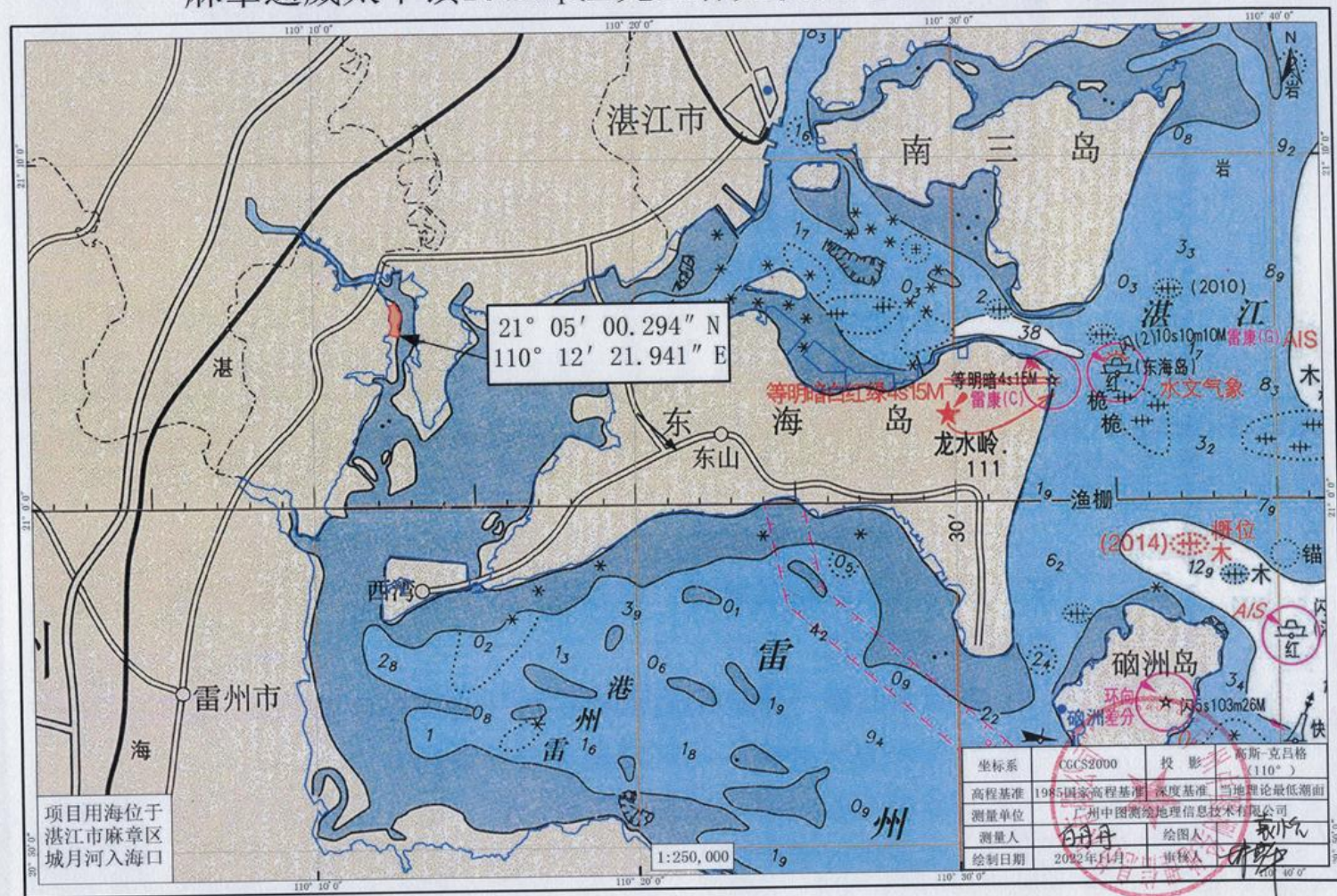


图 7.3.3-1 宗海位置图

麻章通威太平镇100MWp渔光互补光伏发电项目宗海界址图

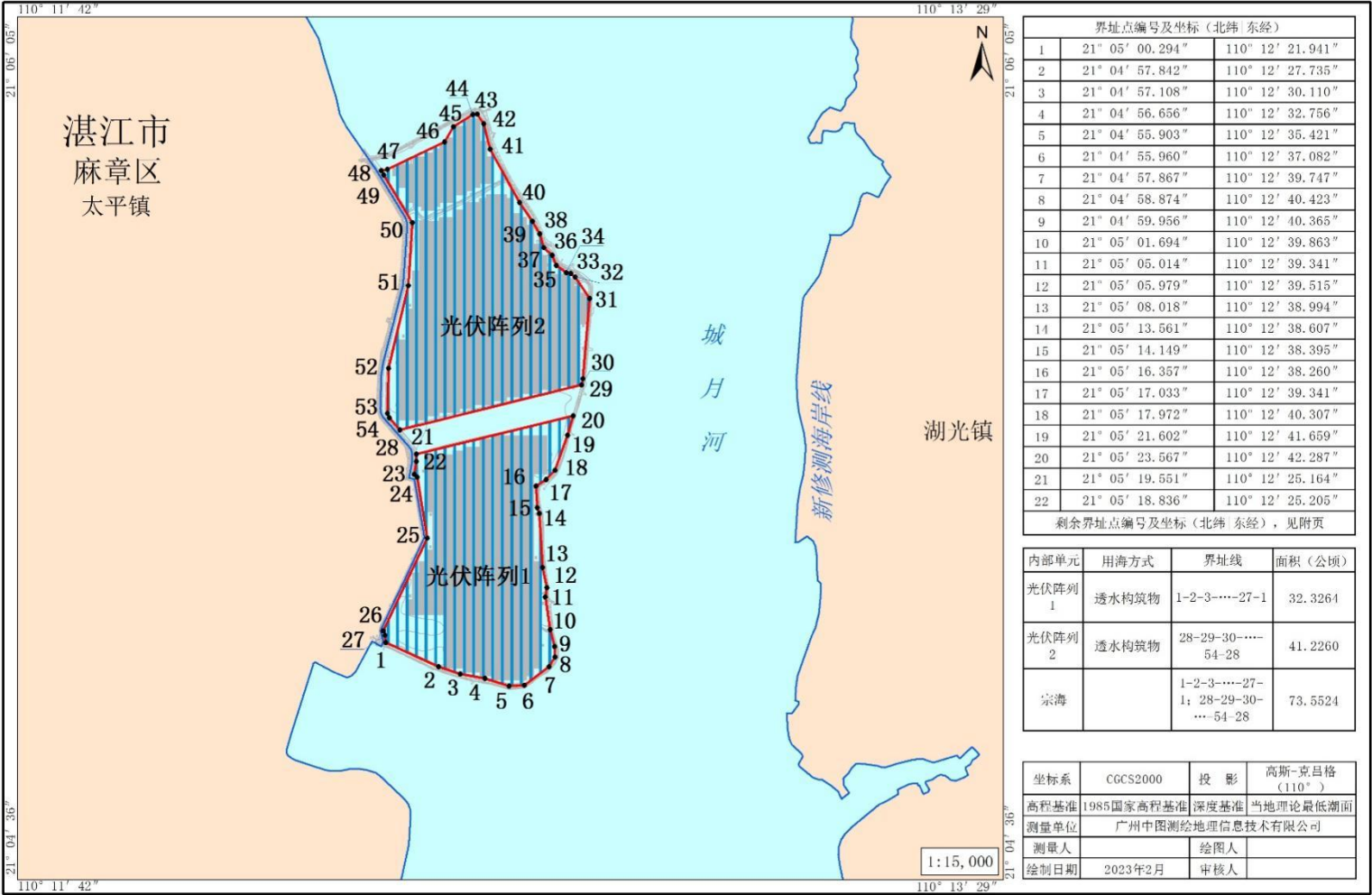


图 7.3.3-2 宗海界址图

7.4 用海期限合理性分析

（1）法律法规确定的用海年限

《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，海域使用最高期限按照不同用途确定，不同类型的开发活动需要有不同的用海周期，因此应根据工程规模及用海活动的特点确定用海期限。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定：“海域使用权最高期限，按照用途确定：

- 1) 养殖用海十五年；
- 2) 拆船用海二十年；
- 3) 旅游、娱乐用海二十五年；
- 4) 盐业、矿业用海三十年；
- 5) 公益事业用海四十年；
- 6) 港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类）。用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物用海（二级方式），属于港口、修造船厂等建设工程用海，海域使用最高期限为五十年。

（2）结构设计使用年限

本项目的光伏发电设施设计使用年限为 25 年。

综上，本项目拟申请用海期限为 25 年，符合海域法的规定。项目用海期间，建筑结构未超过结构设计使用年限，且符合《海域使用管理法》对最高用海期限的规定，因此，本项目申请用海期限是合理的。根据《海域使用管理法》第二十六条，海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

综上所述，本项目用海选址、方式、面积、期限都是合理的。

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》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，海域使用权人不得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。

(1) 本项目位于湛江市麻章县，拟选址地块土地为符合光伏项目建设的坑塘水面、不占用基本农田、生态红线、林地、饮用水源保护区等保障性用地。

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在保护区范围内。

依据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）中的湛江市海洋功能区划部分，本项目位于“通明海海洋生态保护区”功能区范围内。周边的海洋功能区有湛江港港口航运区、东海岛南部工业与城镇用海区、南渡河口海洋保护区、雷州湾农渔业区。本项目建设用海类型为工业用海（一级类）—电力工业用海（二级类），本项目主要用途为光伏发电，属于“新型能源利用”，但也兼具渔业养殖功能，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》对该海域的基本用途管理要求；本项目的建设位于养殖围塘内部，养殖围塘周边建设有土堤，建设期间，将养殖围塘内的水排干，在干地上施工，施工完成后，再打开土堤闸口纳潮，因此桩基施工不会产生悬浮泥沙，对水质的影响极小。本项目建设在围塘内，外部有海堤，海堤存在已久，本项目的建设不会改变现有海堤的结构等，因此本项目的建设不会对项目周边海域的水动力现状产生影响。对周边海洋功能区产生的不利影响较小，与周边的主导海洋功能也不产生排它性冲突。本工程的建设与《广东省海洋生态保护红线》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》等相关规划也是符合的。

本项目在施工过程中，现场施工人员生活垃圾和运行期光伏组件破损产生的固体废物在建设过程中统一收集处理等方式尽可能减少固体废弃物；通过减少流失和溢流保障周边水体环境。在运营期间，本工程主体为光伏发电工程，属于可再生能源发电项目，本身不会造成污染，工作人员所产生的生活垃圾均依托已建设升压

站内的设施统一收集处理，故不会造成水体污染。

(2) 根据项目所在海洋功能区的管理重点和要求，开展有针对性的海洋功能区划维护活动，制定严格排污措施和方案，本项目的建设必须按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海域使用管理法》和海洋功能区划的要求，制定严格的管理制度和对策，保证建设项目对周围的海洋功能区的影响最小。

项目工程建设需严格执行省、市海洋功能区划，把海洋功能区划作为项目海域使用管理和海洋资源开发利用的依据。

坚持把海洋功能区划作为拟建项目海洋生态环境保护的依据。建设项目附近沿海区域制定海洋环境保护规划、申报海洋（岸）工程建设项目等，都必须依据海洋功能区划。开发利用周围海域的资源，应当依据海洋功能区划，并采取严格的生态保护措施，不得造成岸滩、植被以及海洋生态环境的破坏。

8.2 开发协调对策措施

项目建设应正确处理好与项目利益相关者的关系，切实落实与利益相关者的协调方案，制定事故防范措施和处理预案，保障群众利益及周边海域开发利用活动的正常进行，保障用海秩序。

经分析，本工程的利益相关者主要有：围塘养殖业主和湛江红树林国家级自然保护区管理局。

本项目营运期主要利用上层水面空间开展光伏发电，下层水体和海床部分进行开放式养殖，无其他用海活动，项目周边不存在军事设施，不会影响军事活动。由于项目建设涉及到利益相关者，为了防止用海过程中的矛盾扩大化和用海后的遗留问题，本报告提出以下开发协调措施：

(1) 根据湛江红树林国家级自然保护区调整后的范围，本项目建设区域不在保护区范围之内，项目施工建设会对红树林自然保护区的生态环境产生的不利影响较小。目前，项目建设单位已征求广东湛江红树林国家级自然保护区管理局的意见，广东湛江红树林国家级自然保护区管理局提出“由于该项目选址紧靠湛江红树林国家级自然保护区，建议项目审批前开展对红树林保护区生态影响专项评估。项目必须在获得有关部门批准后才能施工建设，并请在施工、运营期采用有效的环境保护，杜绝任何对红树林保护区不利影响的发生”。（协调材料见附件）。建设单位应更加保护区要求对保护区影响进行专题论证，施工和运营期及时和保护区报告。

(2) 对于用海活动区域与本项目场址相重合的利益相关者，项目施工会对下层空

间产生影响，运营过程中对养殖池上层水面空间占用，导致养殖围塘的光照条件发生变化，可能影响养殖的产量。建议采用沟通协商、签署书面意见协议方式。本项目作为生态高效渔光互补示范项目，必须依托下层的养殖项目进行本项目的建设，才能实现本项目的最初设计理念。业主单位主动与围海养殖业主进行沟通、协商，已经与业主（湛江市麻章区太平镇王村经济联合社）签订租赁合同，租赁期限 20 年，详见附件 8。

（3）对于用海活动区域与本项目场址相邻的利益相关者，本项目紧邻的海域存在较多的用海活动，项目的建设和运营应尽量避免影响其正常用海活动，因此需要在工程施工前中后期以及项目运营期间及时同利益相关者进行沟通协商，维护双方的合法利益。本项目与周边相邻项目的沟通协调工作将在太平镇政府的统一组织下开展（见附件）。

（4）为保障行洪安全及建设环境需要，项目建设期间，项目建设单位应与水利部门进行充分沟通。在施工前，用海单位应该与水利部门完成相关的协调工作。如遇防洪安全存在隐患，应及时报告当地水利部门并采取相应的对策措施。

8.3 风险防范对策措施

本项目位于养殖围塘内，存在防洪、雷暴、台风等自然灾害的风险，存在变压器油泄露的事故风险。

8.3.1 自然风险防范对策措施

本工程位于湛江市麻章县，属台风影响区域，如遇台风登陆，对桩基物和光伏太阳能板造成损毁的影响。台风引发的风暴潮增水，对围堤也可能造成冲击，导致海堤损毁，发电装置被破坏。针对台风、风暴潮等自然灾害，工程施工应尽量避免台风季节，做好防台风袭击的各项应急预案和措施，

为确保工程施工安全，降低灾害损失，项目施工期间应制定风暴潮应急预案。

（1）风暴潮安全防护体系：

①成立应急抢险防护领导小组，组长：建设单位相关负责人；成员：各施工队负责人。

②主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

（2）具体措施

①建立对施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤

离。

②强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

③分工明确，责任到人。

I、各施工队伍，各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络，都要有专人负责，在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动，做到撤离时不漏一人。

II、材料、设备有专人管理，责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数，对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走，需重点设防加固，都必须了如指掌，以便应急处理。

III、物资准备必须充足：准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对设备集聚地进行加固、掩盖，以便确保材料、设备不受损失。

IV、确保通讯畅通：以保证突发风暴潮时的通讯联络。

V、以人为本，确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

（3）以防风暴潮预案指导平时工作

①施工人员驻地选址在当地的村镇，也要注意防灾，要特别注意修建房舍的加固措施。

②大型主要设备要注意加固、防雨。在风暴潮袭来时带不走和不能进屋的设备特别加固好。

③道路要通畅：对预防风暴潮撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

（4）风暴潮后的处理

①风暴潮造成的损失由领导小组及时专人赴现场落实。

②风暴潮过后现场领导小组要及时组织施工人员返回工地并恢复施工。

8.3.2 雷电风险防范对策措施

雷电感应过程中产生的强大瞬间电磁场，高强度的感应电荷会在这些金属网络中形成强大的瞬间高压电场，从而形成对用电设备的高压弧光放电，最终会导致电气设备烧毁。

本项目光伏电站配备防雷电保护装置。对于可能遭遇雷击的光伏发电桩、箱变等采用避雷带或避雷针，以保护其免受直接雷的危害。

感应雷保护：感应雷电过电压的接地线、接地极的布置方式应符合 DL/T620-1997《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》的要求。所有电气设备均接地或接零；按规定配置过载保护器、漏电保护器；电气设备带电裸露部分与人行通道、栏杆、管道等的最小间距符合配电装置设计技术规程规定的要求，一体化升压设备在四周设置围栏，配置警示牌。

8.3.3 设备材料腐蚀风险防范对策措施

本项目光伏阵列布置在近岸围海养殖及开阔滩涂区域，环境潮湿、空气、水体及沉积物含盐量较高。盐雾和潮湿对电气设备和金属结构危害严重，盐雾主要对金属结构影响大。海风把含有盐份的水汽吹向光伏场，与设备元器件大面积接触，使设备受盐雾腐蚀的速度大大加快。多盐雾天气会腐蚀太阳能光伏组件以及光伏组件支架，从而降低光伏发电场组件及支架的使用寿命。场区地表水及地下水为微咸水、咸水或盐水。腐蚀性介质对建筑物、基础、构架等会造成损坏，严重时可能发生建筑物倒塌、光伏组件基础塌陷的危险；使电气仪表受损、动作失灵；使电缆和电气设备电缆绝缘损坏，造成短路，产生电火花导致事故发生。因此本项目存在盐雾腐蚀的风险。

为满足耐久性要求，本工程桩基采用高性能混凝土，通过优化混凝土配合比，并适量添加阻锈剂、防冻剂和耐蚀剂，以提高混凝土的抗冻性、抗渗性和抗氯离子渗透性；施工时将管桩两端封堵，以避免管桩内侧腐蚀；对于受海水干湿交替作用的泥面以上 PHC 桩，采用环氧树脂类防腐涂料，涂层干膜厚度约 500 μm 。设备支撑构件、水管、气管、油管和风管根据不同的环境采取经济合理的防腐蚀措施。除锈、涂漆、镀锌、喷塑等防腐处理工艺符合国家现行的有关标准的规定。光伏支架、接地扁钢、电缆桥架等都采用热镀锌处理。

8.3.4 火灾风险防范对策措施

为保障工程的安全，对可能发生火灾的场所，首先在布置、安装、敷设消防器材上采取有效的预防措施。针对工程的具体情况，积极采用先进的防火技术，做到确保重点、兼顾一般、使用方便、便于管理、经济合理。

1) 主要生产场所及主要机电设备消防设计

(1) 主要生产场所消防设计

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 及《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB50229-2019、《电力设备典型消防规程》DL5027—2015 要求，在设有精密仪器、设备及表盘等不宜水消防的场所设置手提式、推车式磷酸铵盐干粉灭火器。其他场所均设置室内水消防。

（2）主变压器消防

在变压器下部设有储油池和排油管道，并设有油水分离的事故油池，以保证在事故情况下变压器下部储油池的油可以顺利排走。事故油池的容积按照变压器的全部油量确定。储油池内设有不大于40mm×40mm的栅格，栅格上铺设粒径为50~80mm的卵石，卵石厚度不小于250mm。根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB50229-2019中11.5.4规定，升压站两台变压器容量均为250MVA，均大于125MVA，应设置固定式灭火装置；本工程升压站变压器均设置排油注氮固定式灭火装置。变压器附近设置2个1m³消防砂箱、4具MFT/ABC50推车式干粉灭火器、6具MFZ/ABC4手提式磷酸铵盐干粉灭火器及15桶25L黄砂桶。

（3）电缆消防

电缆从室外进入室内的入口处及电缆沟内的电缆进入高压开关柜或低压配电屏等采取了防止电缆火灾蔓延的阻燃及分隔措施。具体措施是：电缆选用C级阻燃电缆，电力电缆与控制电缆分层敷设，各层之间用防火隔板分隔，隔板的耐火极限不低于0.75h。所有电缆穿越的孔洞，均采用软质耐火材料封堵，孔洞两端2m以内的电缆均喷涂防火涂料保护。

2）安全疏散通道和消防通道

本工程采用预制舱，升压站内无建筑物。

通过对外交通公路，消防车可到达场区，辅助生产建筑及升压站周围均设消防通道，消防通道宽度均不小于4m，满足规范要求。

3）消防给水系统

本工程不设置室内外水消防系统。

根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB50229-2019中11.5.1规定，变电站的规划和设计，应同时设计消防给水系统。消防水源应有可靠的保证。注：

变电站内建筑物满足耐火等级不低于二级，体积不超过3000m³，且火灾危险性为戊类时，可不设消防给水。本工程采用无建筑物，升压站内均采用预制舱，且本工程为无人值班变电站，故本工程不设置消防给水系统。各预制舱均由设备厂家配置手提式磷酸铵盐灭火器；变压器容量大于125MVA，设置排油冲氮固定式灭火装置，并在周围布置

消防砂箱、推车式干粉灭火器、手提式磷酸铵盐干粉灭火器及其它相应消防设施。

4) 消防电气设计

消防照明：升压站内主要疏散通道及安全出口等处，均设置有火灾事故照明灯及疏散方向标志灯。事故照明电源取自不间断电源UPS；应急指示照明取自不间断电源UPS，交流电源消失时自动切换至自带的电池供电，连续供电时间为60分钟。所有事故照明灯及疏散方向标志灯均加玻璃或非燃烧材料制作的保护罩保护。

5) 火灾自动报警系统

本工程设置一套相对独立完整的消防监控系统，按自动报警、控制为主，手动报警、控制为辅的原则设计。由火灾报警控制器、手动控制盘、专用消防联动模块、手动声光报警器、各种火灾探测器（点型感烟探测器、点型感温探测器、缆式线型定温探测器）等设备构成。

本工程的消防监控系统采用总线式结构，集中与分散、自动与手动相结合的方式，在新建的建筑内设置各种火灾探测器，接入到升压站中控室设置的火灾报警控制器，实现对整个升压站区域及其他必要场所的消防监控。火灾报警控制器接收到火情后，应能启动声光报警设备及时提醒及疏散人群，并可进行消防联动控制。联动控制模块接收来自运行人员的指令或火灾报警控制器的火警信号，火灾报警控制器根据预置的控制逻辑及火灾发生、发展情况，对相关消防设备发出联动控制命令。消防设备动作，并将工作状态信号反馈给火灾报警控制器。为了防止误操作导致设备损坏和浪费，对重要的消防联动设备一般采用报警后经过视频监控系统进行火灾确认，然后才能启动。对于防火排烟系统，可在火灾自动报警装置动作后联动相应的防火排烟设备。

消防监控系统具有自检功能，正常运行时，火灾报警控制器可以对整个系统进行自诊断，当网络或探测器出现故障时，发出报警信号。消防监控系统预留与其他系统的接口，以开关量方式为主，通信方式为辅，将重要的火灾信号上送至升压站计算机监控系统。

6) 箱式变压器消防

(1) 箱式变的消防设计由相应的厂家严格按有关国家及消防部门的相关规定执行。

(2) 加强对设备从选型、定货、监造、交接试验、安装、监理、验收到投运的全过程管理。

(3) 变压器保护配置必须完善，定期校验，动作可靠；

(4) 防止套管受潮，闪络及爆炸事故，确保试验合格；套管外绝缘应满足防污的要求；

(5) 箱式变现场应备有足够数量的灭火器材，灭火器应设置在明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。灭火器应设置稳固，其铭牌必须朝外。

(6) 手提式灭火器宜设置在挂钩、托架上或灭火器箱内，其顶部离地面高度应小于1.50m；底部离地面高度不宜小于0.15m。

(7) 灭火器不应设置在潮湿或强腐蚀性的地点，当必须设置时，应有相应的保护措施。设置在室外的灭火器，应有保护措施。

(8) 每台箱式变压器旁设置2具手提式磷酸铵盐灭火器（含配套灭火器箱）。

8.3.5 桩基事故防范对策措施

当桩基发生事故后，如处理不及时，会给工程留下隐患，为了防止类似问题的发生，提出一些处理 PHC 桩事故的经验：

1) 施工前对成品桩做检测，包括桩体质量检验、桩位偏差、承载力、接桩质量，各指标需达到桩基检测技术规范；

2) 管桩对中、调整垂直度后必须再次复核，保证垂直度在规定的偏差范围内，防止垂直度偏差过大影响单桩承载力；

3) 接桩时需控制好接定位偏差值，防止偏差过大；焊缝时需严格按照规范进行，保证焊缝质量；焊接后应在接头自然冷却后方可继续沉桩。

4) 应考虑事故处理对已完工程质量和后续工程方式的影响。如在事故处理中采取补桩时，会不会损坏强度较低的邻近桩。

5) 选用最佳处理方案。桩基事故处理方法较多，但对方案要进行技术经济比较，选择安全可靠，经济合理和施工方便的方案。

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 海域使用范围和面积监控

海域使用范围和面积的监控是实现国有资源有偿、有度、有序使用的重要保障。加强海域使用范围和面积监控可以防止海域使用单位和个人采取少审批、多占海，非法占用海域资源；同时防止用海范围超出审批范围造成的海域资源不合理利用，造成海洋资源的浪费、环境的破坏以及引发用海矛盾等现象的发生。因此，进行项目用海的海域使用范围和面积监控是非常必要的。

根据该项目的用海特点，本项目海域使用范围和面积监控应主要集中在施工期。根据本工程的工程量、施工条件、施工进度安排，工程计划完成，且采用水上发电、水下

养殖的模式。建议海洋行政主管部门采取定期、不定期，抽查与普查相结合的形式对项目用海范围和面积进行监控管理，重点监控工程施工方式、用海范围是否符合项目宗海范围和施工建设有无非法占用海域情况等。

8.4.2 海域使用用途监控

《海域使用管理法》第二十八条规定“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。”海洋行政主管部门应当依法对海域使用的性质进行监督检查，发现违法者应当依据《海域使用管理法》第四十六条执行。

因此本项目在取得海域使用权后，应严格按照经自然资源主管部门的批准使用用途使用海域；如确实需要改变海域使用用途，必须由有资质的单位进行可行性论证，向原批准用海的单位申请并经批准后才能按新的使用用途使用海域。自然资源行政主管部门应认真履行法律赋予的权力，在项目实施过程中对海域的使用性质随时进行监督检查。

8.4.3 海域使用时间监控

本项目结构设计使用年限：光伏支架为 25 年，采用水上发电、水下养殖的模式。项目申请用海时间 25 年，符合《海域使用管理法》的规定。

根据《海域使用管理法》第二十九规定“海域使用权期满，未申请续期或者申请续期未获批准的，海域使用权终止。”《海域使用管理法》第二十六条规定“海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。”当海域使用权到期后，海域使用权人仍需使用该海域的，还可依法申请继续使用，获准后方可继续用海。

8.4.4 海域使用资源环境状况监控

《海域使用管理法》第二十四条规定：“海域使用权人发现所使用海域的自然资源 and 自然条件发生重大变化时，应当及时报告海洋行政主管部门”。良好的海域资源环境是实现海洋经济可持续发展的前提，应针对海域资源环境及项目海域使用的特点，加强对海域环境（水质、沉积物等）的监控，采取有力措施确保项目的开展不会对海域环境造成影响。该项监控包括对生物资源和生物多样性的监控、对海洋水质状况、海底底质状况的监控，减少海域环境污染，以减轻海洋环境资源破坏程度。

根据上述海域使用监控内容，要求项目建设单位制定海域使用监控计划，组织监控并定期汇报监控结果。工程建设单位在海域使用过程中，应严格按照海洋功能区划管理

的具体要求，做好有针对性的海洋功能区划维护活动。同时各有关部门应根据环评要求，落实防止污染海洋环境和破坏海洋资源的措施。根据法律法规和海洋行政主管部门的要求，业主应定期或不定期向主管机关报告海域使用情况和所使用海域自然资源、自然条件和环境状况，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 生态用海

9.1 产业准入与区域管控要求符合性

（1）环境准入负面清单

本项目为电力工业用海项目，根据《市场准入负面清单》（2020 版），项目不属于禁止准入类，故项目与《市场准入负面清单》要求相符。

（2）项目用海与产业政策的符合性分析

本项目为光伏发电项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》的第一类“鼓励类”产业中的第五项：“新能源”中的第一类：“太阳能热发电集热系统、太阳能光伏发电系统集成技术开发应用、逆变控制系统开发制造”，本项目即属于太阳能光伏发电系统技术开发应用，因此项目用海与相关产业政策相符合。

（3）污水处理

本项目位于养殖围塘内，建设前排干养殖围塘，进行干地施工，项目施工期间产生的废弃垃圾、生活垃圾集中收集外运至垃圾填埋场集中处置，生活污水等依托现有的村镇污水处理设施处置。项目施工区域位于养殖围塘内，外侧有围堤，不会对外侧海域的水动力、冲淤环境等造成影响。

工程施工期和营运期产生的各类污废均能得到妥善处置，不排入外侧海域，对外侧海域水质、沉积物、生态环境影响有限。

施工期采取有效的环境保护措施后，本项目对周边红树林的影响在可控范围，满足所在海域海洋功能区划的海域使用管理和海洋环境保护要求，符合《广东省海洋生态红线》的要求。

9.2 污染防治对策措施

9.2.1 施工期污染防治对策措施

1 施工期环境保护措施

（1）按照有关法规、条例的要求，施工营地、施工场地等生产设施应做到分布合理，远离自然保护区区域，施工产生的弃碴、废水均须运至保护区外处置，严禁排入保护区内。

（2）合理安排施工工期，对整个施工进行合理规划，尽量缩短工期，避免和减轻

对海洋生物资源及周边其他海洋功能区产生不利影响。

(3) 正确处理好与利益相关者的协调关系，切实落实利益相关者协调协议或协调方案，保障用海秩序。

(4) 工程竣工后，建设单位应向海域使用管理部门提交详细的用海工程设施竣工图、海域使用管理对策措施清单等材料。

(5) 恶劣天气条件下施工的风险防范措施

施工期间如遇到天气、海况情况不好，应掌握天气变化的动向及时采取停工等措施，保障施工安全；

2 红树林保护措施

广东湛江红树林国家级自然保护区是湛江市乃至广东省重要的海岸线生态屏障，其功能的发挥对保证区域生态安全具有重要意义。为确保将项目建设给保护区带来的影响降至最低，必须对项目进行科学组织和严格管理，并提出以下建议：

1. 施工前，组织施工人员进行法律法规培训，做到施工人员知法、懂法和守法。

2. 加强文明施工，施工完成后对施工场地及时清理和平整。施工期间和运营后产生的污水要做好收集、预处理、处理和合理排放。

3. 在施工期间在保护区与项目区域间设置足够的隔音带，以减缓甚至消除施工设备以及交通车辆所产生的噪声污染；同时做好降尘措施，降低尘土对红树林的影响。

4. 在施工和运营期间应配合保护区管理人员做好相应的生态管护工作。

5. 在工程建成后，需要制定更为完善的保护和管理措施，使营运时所产生的负面影响可以得到有效控制，并降至生态环境的承载能力范围之内。

3 固体废物处理与防治措施

工程产生的固体废物主要为施工期的施工弃渣、现场施工人员生活垃圾以及运行期光伏组件破损产生的固体废物，固体废物将统一收集至陆地进行处理。

4 大气污染防治措施

光伏发电是将太阳能转换为电能，转换过程没有废气排放，对环境没有影响。

施工过程中使用的多为中大型运输车辆，尾气排放量与污染物含量均较轻型车辆高，因此，按照国家有关规定，推行强制更新报废制度，对于发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老、旧车辆，要及时更新。

燃油机械设备应选用符合国家有关卫生标准的施工机械，使其排放的废气符合国家有关标准。

对施工区运输车辆进行监督管理，定期和不定期对运输车辆排放的尾气进行监测，

对未达标的车辆实施严厉的处罚措施或禁止其在施工区的使用。

对施工区道路进行管理、养护，使路面常年平坦、无损、清洁，处于良好运行状况；为减少运输过程中的粉尘产生量，采用密闭式自卸运输车辆，原料和成品运输实行口对口密闭传递。

5 噪声污染防治措施

施工期噪声分为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声。机械噪声主要由施工所造成，如挖土、混凝土搅拌等，多为点声源；施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声、吆喝声、拆装模板的撞击声，多为瞬间噪声；施工车辆的噪声属于交通噪声。

本工程建设中施工噪声影响人群主要为现场施工人员以及周边养殖池塘的工作人员，项目区距离居民区较远，噪声不会对其产生影响。建议项目施工期合理调配车辆交通，交通高峰时间停止或减少施工运输车辆运行，以减少运输交通噪声的影响。

9.2.2 营运期污染防治对策措施

(1) 污水处理与防治措施

本项目运行过程中无工艺废水产生。新增工作人员日常生活污水依托已建设升压站内的设施处理。

(2) 固体废物处理与防治措施

运营期人员的生活垃圾依托拟建升压站生活设施，生活垃圾与站内其他工作人员产生的垃圾一同考虑收集、处置。光伏组件破损产生的废弃物应设置专用收集箱，定期由厂家回收或运至具有相关资质处置单位进行处理。升压站内变压器设置事故油池，事故油定期交由具有相关资质的单位处置回收。因此，本期产生的固体废物不会对当地环境产生影响。

9.3 生态保护方案

本项目是渔光互补建设项目，项目平面布置充分考虑养殖用海需求，光伏组件最低点与鱼塘水面保持一定高度，确保对后期养殖渔业作业不干扰。

本项目建设光伏电站，光伏发电是一种清洁的能源，既不直接消耗资源，同时又不释放污染物，也不产生温室气体破坏大气环境，有利于保护周围环境，是一种绿色可再生能源。

光伏发电对实现能源的可持续发展和改善生态、保护环境具有重要的现实意义。治

理污染、保护环境、缓解生态压力，是能源发展的重要前提。在新的形势下，能源开发还应考虑有效应对全球气候变化的挑战。解决好能源利用带来的环境问题，不断从提供清洁能源比重、实现环境友好的能源开发，尽可能减少能源生产和消费过程的污染排放和生态破坏，兼顾能源开发利用与生态环境保护。

根据中电联《中国电力行业年度发展报告 2021》，与其它传统火力发电方式相比，本项目工程实施后年均发电量 11582 万 kWh，与相同发电量的火电相比，相当于每年可节约标煤 38104.78t(以平均标准煤煤耗为 304.9g/kWh 计)，相应每年可减少多种大气污染物的排放，其中减排 CO₂ 约 97867.9t、SO₂ 约 266.39t、NO_x 约 301.13t。

9.3.1 施工期海域生态环境保护措施

施工期对海域生态环境的影响主要表现在桩基施工时，具体措施如下：

(1) 合理安排施工进度、施工机械的数量和施工位置等，提高工作效率。

(2) 施工机械设备使用后的废油，必须集中回收处理，统一回收后送至有处置资质的单位进行处理。

(3) 海洋生物资源补偿措施：本工程将造成部分底栖生物损失，对附近海域生态环境和海洋资源产生一定程度的影响及损失，建设单位应积极配合海洋与渔业主管部门，制定具体的生态补偿计划。生态补偿主要包括人工增殖放流、底播增殖等，底播增殖时间和实施海域应根据不同的放流品种的习性以及工程附近海域的环境特征来确定。

运营期海域生态环境保护措施

项目建成后，营运期间本项目主要用于光伏发电以及养殖鱼类、虾类，无其他用海活动，不会对海域环境和资源产生明显的影响。

10 结论与建议

10.1 结论

10.1.1 项目用海基本情况

为了有效开发利用当地丰富的太阳能资源，改善广东省能源供应和电源结构，促进社会经济发展，为湛江市重大项目做好配套电力规划及服务支撑。通威新能源（湛江麻章）有限公司拟在麻章区太平镇建设麻章通威太平镇 100MW_p 渔光互补光伏发电项目，采用“渔光一体”模式进行综合开发，将光伏电站与养殖业相结合，在鱼塘上建设光伏电站，形成“上可发电，下可养殖”的发电模式，此复合型方式用海，有效节约用海，提高用海利用率。

本项目规划建设光伏区和 110kV 升压站，光伏区规划总装机容量 100MW，采用分块发电、集中并网方案，由 32 个发电单元组成，建成后供电湛江电网。占地面积约 1200 亩，总投资 43093 万元，建成后年均发电量 11582 万 kWh。

本次论证申请总用海面积 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷，光伏区的用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）。本项目拟申请用海期限为 25 年。

本项目位于养殖围塘内，不占用广东省批复海岸线。

10.1.2 项目用海必要性结论

湛江发展绿色能源产业有资源禀赋、有基础、也有潜力。本项目采用渔光互补的模式，在养殖围塘中进行光伏发电。为湛江市重点项目，做好配套电力规划及服务支撑，是促进该地区经济持续快速发展的重要保障。

本项目总装机容量为 100MW，项目建成后 25 年总发电量 28.95 亿 kWh。25 年平均发电利用小时数：1158h，平均年发电量 11582 万 kWh。光伏电站的建设替代燃煤电厂的建设，可达到充分利用可再生能源、节约不可再生化石资源的目的，将大大减少对环境的污染，同时还可节约大量淡水资源，对改善大气环境有积极的作用。可见并网光伏电站建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用，并有明显的节能、环境和社会效益。

本项目位于养殖围塘范围内，充分利用湛江市麻章区的太阳能资源，建设完成后，

对于改善区域能源结构，提升清洁能源比例，保障区域供能安全等均有明显促进作用。项目利用现状咸围建设光伏区，有利于提升海域资源利用效益。根据广东省政府批复海岸线，本项目所处咸围位于海岸线向海一侧，项目建设不可避免占用海域资源，根据《海域使用管理法》等相关法律法规及要求，本项目申请用海是必要的。

10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

本项目建设场地在养殖围塘内，项目用海方式为透水构筑物，属于不涉及改变地形地貌环境的大型工程，建设后不会改变围塘现状岸线走向，不会改变所在海域水文动力环境，对所在海域地形地貌与冲淤环境基本没有影响。

项目运营不产生污水排放，项目营运期生活垃圾妥善处置，不直接排海，项目建设基本不会对水质和沉积物环境造成影响。

本工程建筑在现有围塘范围内，围塘周边有海堤，将本项目与海域隔开，本项目的建设对海域的潮流流态基本无影响。工程建设基本不改变潮流动力条件和含沙量分布，因此不会引起海域海床变化。

项目建设场地位于养殖围塘内，施工充分利用现有围塘的结构，施工期间，排干围塘后进行干法施工，施工过程中，会引起一定程度的海洋生态损失，施工引起围塘范围内的底栖生物直接损失量约为 30.1t。但项目建设只限于养殖围塘内，不会对围塘外的海域生态环境造成影响。

本项目较好的利用了该区域的空间资源，大大提高了空间资源的利用率，采取一些措施减小资源损耗，可以取得良好的环境效益。

10.1.4 海域开发利用协调分析结论

本工程利益相关者为围塘业主。保护区主管部门为协调部门。建设单位应与利益相关者做好协调补充措施；切实执行相关防洪保障措施，目前业主已经与利益相关者签订租赁合同，确保本项目的顺利开展。

10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性

本项目位于《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）“通明海海洋保护区”功能区内，项目用海方式为透水构筑物，申请用海面积 73.5524 公顷，项目的建设对整个论证范围的影响非常小。项目用海对周边海域的水动力和冲淤环境的影响较小，对周边海域的自然属性不会造成影响，对毗邻海域的基本功能不会造成不可逆转的改变。因此，项目用海的用海方式与功能区划管控要求可以兼容。本项目不涉及围填海工程，

不会对通明海纳潮量及冲淤环境造成太大影响。所以，项目用海符合功能区划通明海海洋保护区的海域使用管理要求。

根据《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目建设的光伏发电设施不在保护区范围内。

项目用海与《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）的有关内容和要求相符合，符合《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》等相关规划。

10.1.6 项目用海合理性分析

项目所在地区工程地质条件良好，周边供电、供水等基本公共设施较为齐全。海域使用、集疏运条件、通信等外部条件均能满足本工程建设需要。华南地区有大量经验比较丰富的施工队伍，可以满足本工程的要求。

项目周边不存在军事设施，不会影响军事活动。本项目的建设及周边用海活动不存在功能冲突，与周边海洋开发活动分工较合理，不存在重复建设，减少了海洋资源的浪费。因此，本项目用海与周边其他用海活动是相适宜的。

本项目位于养殖围塘内，基本不影响海域现状水动力条件，整个平面布置符合《海域使用管理技术规范》、《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）等规范要求，能够体现出集约、节约用海的原则。

本项目的用海方式为构筑物用海（一级类）中的其他透水构筑物用海（二级类），项目周边的海域资源有渔业资源、红树林资源等，项目的用海方式与海域资源有效利用是适宜的。本项目的用海方式合理。

本项目申请用海总面积 73.5524 公顷，其中光伏阵列 1 用海面积 32.3264 公顷，光伏阵列 2 用海面积 41.2260 公顷。用海方式为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类），根据广东省新批复的海岸线，本项目不占用海岸线。

10.1.7 项目用海可行性结论

综上所述，麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补发电项目用海是必要的，与利益相关者是可协调的，选址与《海籍调查规范》是相符的。项目用海方式、用海面积和用海期限是合理的，在严格按照本报告书中提出的海域使用对策等措施要求，严格按照批准的用海位置、面积、方式等进行工程建设，做好海域环境的保护工作。从海域使用角度出发，麻章通威太平镇 100MWp 渔光互补发电项目用海是可行的。

10.2 建议

（1）项目海域使用要严格在管理部门批准的范围内，接受自然资源部门的监督和管理；

（2）建设单位应认真落实本报告书提出的协调措施和环境保护措施，降低项目建设对周边用海活动的影响。严格执行施工期间的环保措施，减少对红树林、海堤等的影响。

（3）本工程利益相关者做好沟通协调，并进行一定的补偿，取得利益相关者的协调意见，保障施工期和营运期各自的生产安全；

（4）建设单位应严格落实本报告书提出的自然灾害风险防范措施并制订好应急预案，遵照“预防为主，保护优先”的原则，避免风险事故的发生，防止安全事故转化为环境事故；

（5）建议业主在取得海域使用权证、许可证等材料后方可开始施工。