

长乐外海集中统一送出工程项目  
海域使用论证报告书  
(公示稿)

福建海科勘察设计研究院有限公司

(91350100M0001Q6A77)

二〇二四年十月

# 目 录

摘要	2
1 概述	6
1.1 论证工作来由	6
1.2 论证依据	8
1.3 论证工作等级和范围	10
1.4 论证重点	10
2 项目用海基本情况	12
2.1 用海项目建设内容	12
2.2 平面布置和主要结构、尺度	12
2.3 项目主要施工工艺与方法	17
2.4 项目用海需求	24
2.5 项目用海必要性	25
3 项目所在海域概况	30
3.1 海洋资源概况	30
3.2 海洋生态概况	32
4 资源生态影响分析	40
4.1 生态评估	40
4.2 资源影响分析	41
4.3 生态影响分析	43
5 海域开发利用协调分析	58
5.1 开发利用现状	58
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	64
5.3 利益相关者界定	67
5.4 需协调部门界定	67
5.5 相关利益协调分析	67
5.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调分析	68
6 国土空间规划符合性分析	70
6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析	70
6.2 项目用海与海洋功能区划的符合性分析	74
6.3 与相关规划的符合性分析	80
7 项目用海合理性分析	86
7.1 用海选址合理性分析	86
7.2 用海平面布置合理性分析	91
7.3 用海方式合理性分析	95
7.4 占用岸线合理性分析	97
7.5 用海面积合理性分析	97
7.6 用海期限合理性分析	98
8 生态用海对策措施	99
8.1 生态用海对策	99
8.2 生态跟踪监测	103
8.3 生态补偿监督	107

9	结论 .....	109
9.1	项目用海基本情况 .....	109
9.2	项目用海的必要性分析结论 .....	109
9.3	项目资源生态影响分析结论 .....	109
9.4	海域开发利用协调分析结论 .....	110
9.5	项目用海与国土空间规划符合性分析结论 .....	111
9.6	项目用海合理性分析结论 .....	112
9.7	项目用海可行性结论 .....	112

### 项目基本情况表

项目名称	长乐外海集中统一送出工程		
项目地址	福建省福州市长乐区		
项目性质	公益性 ( )	经营性 ( √ )	
用海面积	306.1491hm <sup>2</sup>	投资金额	723501.97 万元
用海期限	29 年	预计就业人数	40 人
占用岸线	总长度	0m	邻近土地平均价格 /万元/hm <sup>2</sup>
	自然岸线	0m	预计拉动区域经 济产值 /万元
	人工岸线	0m	填海成本 /万元/hm <sup>2</sup>
	其他岸线	0m	
海域使用类型	电力工业用海		新增岸线 0m
用海方式	面积		具体用途
透水构筑物	3.6008hm <sup>2</sup>		海上换流站
海底电缆管道	302.5483hm <sup>2</sup>		海底电缆

## 摘要

长乐外海集中统一送出工程，包括 1 座海上换流站，1 座陆上集控站，以及 ±525kV 海上直流海缆线路。海上换流站位于长乐市松下镇外海海域，布置在长乐外海 I 区（南）风电场场区内，登陆点位于长乐松下镇南寨下村沿岸。本项目输送容量 2134MW，长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区的风机采用 66kV 海缆、K 区采用 220kV 海缆接入海上换流站，在换流站内升压和整流后采用 ±525kV 海缆送至陆上集控站。

2023 年 11 月 21 日，《福建省发展和改革委员会关于抓紧推动长乐外海集中统一送出工程项目前期工作的函》（闽发改新能函〔2023〕327 号）明确福建省投资开发集团有限责任公司牵头并控股，与长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 J 区、长乐外海 K 区等海上风电场项目的投资主体注册成立联营合资公司，负责开展长乐海域集中统一送出工程项目前期工作及建设运营工作。2024 年 10 月 11 日，联营合资公司福建福州闽投海上风电汇流站有限公司成立，作为本项目的建设单位。

2024 年 6 月，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司编制完成《长乐外海集中统一送出工程项目可行性研究报告》。长乐外海集中送出工程包括 1 座输送容量 2134MW 的 ±525kV 海上换流站，长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区的风机采用 66kV 海缆、K 区采用 220kV 海缆接入海上换流站，在换流站内升压和整流后采用 ±525kV 海缆送至陆上集控站。

本项目作为海上风电配套集中送出方案，其开发建设符合国家可再生能源中长期发展规划的要求，符合福建省风电发展规划的要求，本项目项目的实施可进一步充分发挥长乐外海风电场良好的社会效益和环保效益。海上建设换流站基础和海底电缆，需要使用一定面积的海域，因此项目用海是必要的。

项目用海申请单位为福建福州闽投海上风电汇流站有限公司，申请用海总面积 306.1491hm<sup>2</sup>，其中海上换流站用海面积 3.6008hm<sup>2</sup>，海底电缆路由申请用海 302.5483hm<sup>2</sup>。申请用海期限 29 年。

本项目建设符合国家产业政策，本项目换流站用海位于《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》的海洋开发利用空间，海缆大部分位于海洋开发利用空间，部分位于海洋生态空间，与海洋开发利用空间和海洋生态空间的定位相符；位于

《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》中的“工矿通信用海区”、“渔业用海区”、“生态控制区”和“游憩用海区”，“工矿通信用海区”、“渔业用海区”、“生态控制区”和“游憩用海区”的管理要求；位于《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》的“近海农渔业区”、“下沙旅游休闲娱乐区”、“松下港口航运区”，符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》的管理要求。本项目与《福建省海上风电场工程规划报告（2021年修编）》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》和福建省“三区三线”等相关规划可相衔接。

本项目实施存在直接利益关系的开发活动有周边海上风电项目和登陆点上岸段建设填海造地项目，将风电场用海单位福建省福能海峡发电有限公司、福建华亿新能源科技有限公司、福建东福新能源有限公司、福州长乐国闽新能源有限公司、福建省福能海韵发电有限公司、华电（福州）海上风电有限公司，建设填海造用海单位福建港隆物流有限公司界定为利益相关者。涉及的协调部门有福州海事局和马祖至台湾航路主管部门。本项目建设单位与I区（南）用海单位的用海范围达成一致意见，换流站的选址边界距离可以满足穿越I区（南）风电场的客船安全通航的要求；本项目为周边长乐外海DE区、I区（北）、I区（南）、J区和K区共同建设的海上换流站，并统一建设送出线路，建设方案与周边风电场已达成一致意见；本项目送出海缆与长乐外海C区项目220kV海缆较近，施工期海缆敷设应确保施工船舶抛锚时定位准确，避免对长乐外海C区项目220kV海缆造成破坏；应根据不同建设时序协调与DE区、I区（北）、I区（南）、J区和K区的施工关系，避免施工相互影响。本项目登陆点位于福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程土堤护岸上，海缆采用直埋+电缆沟敷设方式，深埋1m~2m。登陆点施工完成后可恢复土堤护岸原貌，对其影响较小，建设单位施工方案应取得福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程海域使用权人的同意。风电场建设单位应充分认识和重视通航环境和安全生产的关系，投入必要的人力、物力和配套设施，与福州海事局进行充分的联系和协调，处理好与附近通航环境之间的关系，加强对风电场及附近水域的安全管理，保证风电设施和通航安全。针对项目建设对马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶航线的环境影响，目前根据现行法律规定，大陆对台直航航线方案调整需开展专门的审批程序。本项目换流站周边航线航次较少，换流站布置已预留2海里的航行通道，同时建设单位已按照

主管部门要求编制了《选址通航安全分析报告》，建设单位应充分认识和重视场区内航路环境和安全生产的关系，处理好与马祖至台湾航路主管部门之间的关系。本项目风电场建设与周边其他用海活动相适宜，协调单位具备协调途径。

本项目实施后，由于换流站桩基尺度较小，阻水效应有限，与工程建设前相比，工程建设后，大、小潮流态没有发生明显变化，工程建设对大范围流场影响较小，对流场的影响仅局限于桩基局部约 100m 范围内。

工程引起的冲淤影响主要在桩基基础附近，以淤积为主，对周边海床冲淤影响较小。由于工程海域悬沙浓度较低，水深较深，年冲刷淤积强度较小，最高年淤积强度为 2.8 cm；桩基涡旋区以外的平衡后最大淤积强度小于 5.0 m，最大冲刷强度为 0.2 m，达到冲淤平衡所需时间较长。考虑桩前湍流涡旋，不同公式计算的桩基最大冲刷深度介于 5.0~12.0 m 之间，平均值为 8.6 m，冲刷距离 17.4 m。由于海域受台风较严重，50 年一遇极端情况下的最大桩基冲刷深度可达 6 m，需引起重视。

本项目换流站桩基和电缆敷设施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大包络线面积为本项目换流站桩基和电缆敷设施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大包络线面积为 286.3708km<sup>2</sup>，km<sup>2</sup>。项目建设对海洋生态的影响主要表现在底栖生物、鱼卵仔鱼及游泳动物的损失。导致的海洋生物量的损失主要包括工程建设桩基占用海域导致底栖生物永久性消失和海缆敷设占用海域导致底栖生物临时性消失、桩基施工及海缆施工期间悬浮泥沙导致海洋生物的损失。根据项目施工对海洋生物影响的定量计算，本项目总体施工造成的底栖生物损失量为 1574.12kg，施工期间悬浮泥沙造成鱼卵、仔稚鱼和游泳动物损失量分别为 171761820.6 粒、57383181.6 尾和 11701.59kg。本项目换流站桩基施及电缆敷设施工导致生物资源损失生态补偿金总额为 905.33 万元。

项目附近的社会条件可满足项目施工的需求，项目所在位置与自然资源和环境条件相适宜，与生态生态系统的适宜性较好，与周边用海活动可协调，因此，本项目的选址是合理的。本项目的用海方式有“透水构筑物”和“海底电缆管道用海”。其用海方式与用海单元的功能需求相适应，项目的用海方式是合理的。

比选海上换流站位置，结合集电线路和送出线路投资，海上换流站布置在 I 区东南侧布置最为合理；综合电缆路由方案的比选结果来看，本项目海底电缆平

面布置有着电缆长度短、投资少、年电能损耗低的优点并且能够减小所占海域面积。因此，本项目的平面布置是合理的。

本项目用海面积已充分考虑到了直接用海（换流站基础、海底电缆垂直投影）、间接用海（换流站基础最外缘点外扩 50m 和海底电缆管道外缘线向两侧外扩 10m）的范围等因素。项目用海面积能满足项目的用海需求且本项目申请用海界址点界定和用海面积的量算符合《海籍调查规范》的要求。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条：港口、修造船厂等建设工程用海最高期限为 50 年，本项目为工业用海中的电力工业用海，属建设工程用海，因此，换流站、海底电缆用海申请用海期限为 29 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，且能满足项目的建设和营运需要。

综上所述，本项目用海符合国家产业政策，符合国土空间规划及相关规划，项目建设对海洋生态环境影响较小，与周边的海洋开发活动总体上相适应，与利益相关者具备协调途径，项目用海在选址、用海方式和平面布置、用海面积和用海期限等各方面的确定是合理的，项目用海可行。



# 1 概述

## 1.1 论证工作来由

能源是经济社会发展的重要物质基础。工业革命以来，世界能源消费剧增，煤炭、石油、天然气等化石能源资源消耗迅速，生态环境不断恶化，特别是温室气体排放导致日益严峻的全球气候变化，人类社会的可持续发展受到严重威胁。目前，我国已成为世界能源生产和消费大国，随着经济和社会的不断发展，我国能源需求将持续增长。增加能源供应、保障能源安全、保护生态环境、促进经济和社会的可持续发展，是我国经济和社会发展的一项重大战略任务。为减少一次能源的依赖，保护人类的生存环境，我国政府已承诺走可持续发展的道路，明确经济的发展不以牺牲后代生存环境、资源为代价，并研究、制定和开始执行经济、社会和资源相互协调的可持续发展战略。

为实现国家经济社会发展战略目标，加快能源结构调整，国家相继出台了《可再生能源法》《国家能源局能源发展“十四五”规划》《可再生能源发展“十四五”规划》指导可再生能源的发展，规划提出“十四五”期间要积极稳妥推进海上风电开发。开展海上风能资源勘测和评价，完善沿海各省（区、市）海上风电发展规划。加快推进已开工海上风电项目建设进度，积极推动后续海上风电项目开工建设，鼓励沿海各省（区、市）和主要开发企业建设海上风电示范项目，带动海上风电产业化进程。

风力发电是新能源领域中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。与陆上风电场相比，海上风电场具有风资源优越、环保、节约土地、规模大等优势，海上风电场建设将成为今后世界风电发展的重点。

福建省海域广阔、海岸线长，全省海域面积有 13.6 万  $\text{km}^2$ ，海岸线总长 6128km，风能资源丰富，风能理论蕴藏量大，开发海上风电具有得天独厚的条件。福建沿海受季风气候影响，风资源总体上丰富，其中闽江口以南至厦门湾部分位于台湾海峡中部，受台湾海峡“狭管效应”的影响，其年平均风速大（超过 8.0m/s），风向稳定，是全国风资源最丰富的地区，厦门以南地区与闽江口以北地区近海风资源也较为丰富。福建省近海区域靠近电网负荷中心，接入线路短，施工交通条件较好，具有较好的海上风电场建设条件，适合大规模开发海上风电。

2020 年 11 月，福建省发改委正式启动海上风电规划修编工作，并合理采纳

福建省工信、自然资源、生态环境、交通运输、林业、海洋渔业、海事、电网等部门以及项目所在地主管部门反馈意见，于 2021 年 6 月完成了《福建省近海海上风电场工程规划（送审稿）（2021 年修编）》。2021 年 6 月 30 日，规划报告经过专家评审及修编完善，形成了《福建省海上风电场工程规划（报批稿）》，根据规划报告，长乐外海 DE 区、I 区、J 区、K 区等长乐外海海上风电装机规模分别为 30 万千瓦、60 万千瓦、65 万千瓦、55 万千瓦，总规模 210 万千瓦，场址离岸直线距离约 50~70km，总体建设条件较好，风电资源较为集中，具备集中组网送出的良好条件。

2023 年 11 月 21 日，《福建省发展和改革委员会关于抓紧推动长乐外海集中统一送出工程项目前期工作的函》（闽发改新能函〔2023〕327 号）明确福建省投资开发集团有限责任公司牵头并控股，与长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 J 区、长乐外海 K 区等海上风电场项目的投资主体注册成立联营合资公司，负责开展长乐海域集中统一送出工程项目前期工作及建设运营工作。2024 年 10 月 11 日，联营合资公司福建福州闽投海上风电汇流站有限公司成立，作为本项目的建设单位。

2024 年 6 月，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司编制完成《长乐外海集中统一送出工程项目可行性研究报告》。长乐外海集中送出工程包括 1 座输送容量 2134MW 的±525kV 海上换流站，长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区的风机采用 66kV 海缆、K 区采用 220kV 海缆接入海上换流站，在换流站内升压和整流后采用±525kV 海缆送至陆上集控站。

本项目的换流站基础和海底电缆涉及海域使用。根据《中华人民共和国海域使用管理法》，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动，建设单位在向政府海洋行政主管部门申请使用海域时必须出具海域使用论证材料。2024 年 3 月，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司委托福建海科勘察设计研究院有限公司（以下简称“我公司”）编制项目海域使用论证报告（附件 1），我公司在现场考察、调研以及收集了与本工程有关资料的基础上，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）等相关技术规范要求，编制了《长乐外海集中统一送出工程项目海域使用论证报告书》（送审稿）。

## 1.2 论证依据

### 1.2.1 法律、法规

- ◆ 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002年1月起施行；
- ◆ 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日修订；
- ◆ 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第三次修订；
- ◆ 《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日修正；
- ◆ 《中华人民共和国航道管理条例》，2009年1月起施行；
- ◆ 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月修正；
- ◆ 《中华人民共和国可再生能源法》，2010年4月起实施；
- ◆ 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2006年11月1日起施行，2018年3月修正；
- ◆ 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月修正；
- ◆ 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2017年3月；
- ◆ 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2007年1月1日起施行；
- ◆ 《海域使用论证管理规定》，国家海洋局，2008年3月1日起施行；
- ◆ 《福建省海域使用管理条例》，2006年7月1日起施行，2018年3月修订；
- ◆ 《福建省海洋环境保护条例》，2002年12月1日实施，2016年4月修订；
- ◆ 《海底电缆管道保护规定》，国土资源部，2004年3月1日起施行；
- ◆ 《海上风电开发建设管理办法的通知》，国能新能[2016]394号，2016年12月；
- ◆ 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日施行；
- ◆ 《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》，2016年10月；
- ◆ 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资源部，自然资发〔2023〕89号，2023年6月13日；
- ◆ 《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，2021年1月8日；
- ◆ 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》自然资源部办公厅，自然资办公函[2022]640号)；
- ◆ 《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, 2016 年 12 月;

### 1.2.2 技术标准和规范

- ◆ 《海域使用论证技术导则》(GB/T42361-2023);
- ◆ 《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018), 自然资源部, 2018;
- ◆ 《海籍调查规范》(HY/T124-2009), 国家海洋局, 2009;
- ◆ 《海域使用分类》(HY/T123-2009), 国家海洋局, 2009;
- ◆ 《海洋调查规范》(GB12763-2007), 国家海洋局, 2007;
- ◆ 《海洋监测规范》(GB17378.5-2007), 国家海洋局, 2007;
- ◆ 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002), 国家技术监督局, 2002;
- ◆ 《海洋生物质量标准》(GB18421-2001), 国家海洋局, 2001;
- ◆ 《海水水质标准》(GB3097-2007);
- ◆ 《海洋工程地形测量规范》(GB17501-1998);
- ◆ 《海底电缆管道路由勘查规范》(GB/T17502-2009);
- ◆ 《500KV 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》(HJ/T24-1998);
- ◆ 《声学水下噪声测量》(GB/T5265-2009);
- ◆ 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》, 自然资源部, 自然资发〔2023〕234 号, 2023 年 11 月 22 日。
- ◆ 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 农业部, 2008 年 3 月;
- ◆ 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规范》(国家海洋局, 2002 年 4 月);
- ◆ 《风力发电场设计技术规范》(DL/T5383-2007);
- ◆ 《辐射环境保护管理导则: 电磁环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3-1996);
- ◆ 《海岸带生态减灾修复技术导则》(T/CAOE21.1-2020);
- ◆ 《海洋生态修复技术指南(试行)》(自然资源资办函〔2021〕1214);

### 1.2.3 相关规划和区划

- ◆ 《“十四五”可再生能源发展规划》, 发改能源〔2021〕1445 号, 2021 年 10 月;
- ◆ 《福建省“十四五”能源发展专项规划》, 闽政办〔2022〕30 号, 2022 年 5 月;

- ◆《福建省海上风电场工程规划》，福建省发展和改革委员会，2021 年 5 月；
- ◆《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，闽环保海[2022]1 号；
- ◆《福建省海岛保护规划》，闽政文〔2012〕436 号，2012 年 11 月；
- ◆《福建省“三区三线”划定成果》，自然资办函[2022]2207 号，2022 年 10 月 14 日；
- ◆《福建省国土空间规划 2021—2035 年》（国函 2023 年 131 号），国务院，2023 年 11 月 19 日；
- ◆《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（报批稿）；
- ◆《福建沿海航行指南》，福建海事局编著。

### 1.3 论证工作等级和范围

#### 1.3.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则》，海域使用论证工作实行论证等级划分制度，按照项目的用海方式、规模和所在海域特征，划分为一级、二级和三级。

按《海域使用分类》（HY/T123-2009）中的海域使用分类体系，本项目用海类型为“工业用海”——“电力工业用海”，风机基础用海方式为透水构筑物用海，海底电缆用海方式为海底电缆管道用海。

根据海域使用论证等级判据表，透水构筑物在所有海域用海总面积在 10 公顷以下的，论证等级为三级，本项目换流站桩基基础透水构筑物用海总面积为 3.6008 公顷，为三级论证；海底电缆管道中海底电（光）缆所有规模在其他海域均为三级论证；其他温冷排水排放量小于 200 万 m<sup>3</sup>/d 的，所有海域等级为二级，本项目海上换流站冷却水设计流量为 3000m<sup>3</sup>/d，为二级论证。根据“同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级”，确定本项目海域使用论证工作等级为二级。

论证范围依据项目用海情况、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区域。结合项目周边用海情况，本项目为海底电缆线性工程和换流站透水构筑物，论证范围为海底电缆以用海外缘线向外扩展 3km，换流站以构筑物用海外缘线向外扩展 8km，论证面积约 656.79km<sup>2</sup>。

#### 1.4 论证重点

本项目作为海上风电项目，参照《海域使用论证技术导则》附录 C 论证重

点参照表，结合所在海域自然环境条件、资源分布及开发利用现状，重点分析论证：

- (1) 项目用海必要性分析；
- (2) 项目用海选址合理性分析；
- (3) 项目用海方式和平面布置合理性分析；
- (4) 项目资源环境影响；
- (5) 生态用海对策措施。

## 2 项目用海基本情况

### 2.1 用海项目建设内容

#### 2.1.1 项目所在地理位置

长乐外海集中统一送出工程项目海上换流站布置在长乐外海 I 区（南）风电场场区内，位于长乐市松下镇外海海。本项目海缆位于长乐南寨下村登陆点向外至风电场海上换流站位置，海上换流站距离岸线最近距离约 57km，水深范围 0m~56.1m，水深变化平缓，坡度小于  $0.5^\circ$ ，海上换流站位置水下滩面地形平缓，水深范围在 51.5-56.1m 内。

#### 2.1.2 项目建设内容与规模

长乐外海集中送出工程，包括1座海上换流站，1座陆上集控站，以及±525kV海上直流海缆线路。海上换流站为±500kV，2100MW，通过1回±500kV海上直流海缆送至陆上集控站。（集电线路回路数待有关海上风电场项目全部核准后确定）。陆上集控站为±500kV，2100MW，通过1回±500kV海上直流海缆与海上换流站连接，通过2回交流500kV线路接入500kV井门变。本项目于陆上集控站按建设规模比例10%、时长2小时配置电化学储能。

本项目拟汇集长乐外海海上风电 DE 区、I 区（南）、I 区（北）、J 区和 K 区规划装机容量分别为 300MW、300MW、300MW、650MW 和 550MW，总装机容量为 2100MW；结合目前各风电场本体可行性研究阶段性成果，长乐外海实际最大输送容量 2134MW。预计 2026 年 10 月前各风电场首批风电建成投产，本工程建成时间应早于前述任一风电。项目总投资 723501.97 万元，工程建设总工期 30 个月。

### 2.2 平面布置和主要结构、尺度

#### 2.2.1 项目总平面布置

2023 年 11 月 21 日，《福建省发展和改革委员会关于抓紧推动长乐外海集中统一送出工程项目前期工作的函》（闽发改新能函〔2023〕327 号）明确福建省投资开发集团有限责任公司牵头并控股，与长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 J 区、长乐外海 K 区等海上风电场项目的投资主体注册成立联营合资公司，负责开展长乐海域集中统一送出工程项目前期工作及

建设运营工作。本项目为长乐海域集中统一送出工程为上述海上风电场项目集中统一送出的公共部分，规划输送容量 2100 兆瓦，拟建设海上换流站 1 座，直流送出线路 1 回，陆上集控站（含配套储能系统）1 座。与海上风电场工程分界点为海上换流站 220 千伏/66 千伏交流侧电缆终端，220 千伏/66 千伏交流电缆及电缆终端属海上风电场工程建设范围。

根据本工程风电场接入系统方案，长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 J 区以 66kV 集电线路接入长乐海域共建的±500kV 海上换流站，长乐外海 K 区以 220kV 集电线路接入长乐海域共建的±500kV 海上换流站。海上换流站再通过 1 回直流海缆与陆上集控站连接，经陆上集控中心就近送至变电网系统。综合考虑风电场电气接线、海缆路由、海缆登陆点、换流站基础结构和施工等因素，海上换流站布置于长乐外海 I 区（南）场址内（东南角）。海上换流站（含）与陆上集控站海缆以集中送出方式布置，主路由推荐方案均已避开海洋生态保护红线，并与长乐外海风电场区已建海缆保持一定距离的情况下平行敷设集中登陆，体现节约集约用海原则。

长乐外海 DE 区、I 区、J 区、K 区等海上风电装机规模分别为 30 万千瓦、60 万千瓦、65 万千瓦、55 万千瓦。另由于《福建省 2023 年海上风电市场化竞争配置工作文件（第一批）》规定，考虑技术进步，实际装机容量根据机型情况可略高于规划装机容量，超出容量不应大于任一单台风机容量，因此集中送出容量在设计阶段已充分考虑该影响，并采取有针对性设计，可保证长乐外海各风电场区正常送出。

结合本工程地质资料、海洋水文条件以及换流站上部组块布置等，根据工程经验，海上换流站采用导管架基础型式，桩基础采用钢管桩基础。导管架式基础采用 4 根或 4 根以上的钢管桩，并用导管架相连。导管架式基础对上部荷载偏心具有更强的适应性，电缆接入较为便捷。导管架式基础适用于多种水深和地质条件，适用性较强，且该基础型式在海上石油平台中应用广泛，设计与施工经验较多。

根据省发改委要求，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司对长乐外海海上风电海上组网送出方案开展研究工作。2023 年 6 月 19 日，水电水利规划设计总院组织召开“福建长乐外海 210 万千瓦海上组网方案报告评审会议。”，通过了长乐外海直流集中送出的方案。2024 年 2 月，受福建省投资开发集团有限



责任公司委托，中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司开展长乐外海集中统一送出工程项目可行性研究及前期相关专题技术咨询工作，目前已在开展通航安全影响评估、环境现状调查、地形测量及地质钻探、用地预审、社会稳定风险分析等工作，根据现有进度，集中送出方案均预计在 2026 年初开工建设，项目完工时序早于各接入风电场，集中送出方案可与各个接入风电场项目的建设时间相衔接。

### 2.2.1.1 海上换流站

结合目前各风电场本体可行性研究阶段性成果，长乐外海实际最大输送根据本工程整体送出方案，本项目新建一座海上换流站，在 I 区东南角靠近 DE 区东北角附近。换流站出一回海底电缆至陆上登陆点，接入新建陆上集控中心，经陆上集控中心就近送至电网系统。

海上换流站采用整体式布置，共分为 2 部分组成：上部平台和下部结构，其中上部平台拟整体安装，即整个上部平台包括其内部的电气设备在陆地上建造、组装后整体运输和安装。本项目拟汇集长乐外海海上风电 DE 区、I 区（南）、I 区（北）、J 区和 K 区规划装机容量分别为 300MW、300MW、300MW、650MW 和 550MW，总装机容量为 2100MW；本项目容量最大可达 2134MW。换流站电气主接线方案将影响风电场安全可靠运行，对设备选择及布置起着决定性作用，应满足可靠性、灵活性、经济性三项基本要求，经技术经济分析和比较确定。本工程 K 区风电场通过 2 回 220kV 集电线路接入海上换流站，其余风电场通过 66kV 集电线路直接接入海上换流站，DE 区 7 回、I 区（南）5 回、I 区（北）6 回、J 区 11 回。

#### （1）66kV 交流场电气接线

66kV 交流场选用 66 kV GIS 配电装置，本期及远期均采用单母线接线，共 6 段母线，设置 I-IM 分段开关、II-III 分段开关和 V-VM 分段开关。V 段母线连接 4 回风机集电线路、1 回联接变进线回路，其余母线各连接 5 回风机集电线路、1 回联接变进线回路。2 台高压站用变分别接入 I 段母线和 II 段母线。DE 区为试验风电场，风机参数不固定，可能造成柔直系统振荡，考虑在 DE 区所接 V、I 段母线上设置消谐装置。

#### （2）220kV 交流场电气接线

220kV 交流场选用 220 kV GIS 配电装置，本期及远期均采用单母线接线，

共 2 回 K 区集电线路、3 回联接变进线回路。7.2.1.3 直流场电气接线直流侧接线采用对称单极接线方式，本期及远期出线均为 1 回。直流额定电压 $\pm 525\text{kV}$ ，直流额定电流 2000A。直流极线正负极桥臂按极配置极线隔离开关、极线避雷器、极线测量元件、电缆终端等设备。

### (3) 直流场电气接线

直流侧接线采用对称单极接线方式，本期及远期出线均为 1 回。直流额定电压 $\pm 525\text{kV}$ ，直流额定电流 2000A。直流极线正负极桥臂按极配置极线隔离开关、极线避雷器、极线测量元件、电缆终端等设备。

### (4) 换流阀和联接变压器

换流阀是换流器的基本单元设备，在换流站中承担交直流转换功能，是换流站的核心设备之一。对于柔性直流换流阀，经调研，本工程综合考虑国内主流换流阀厂家设计方案，单个阀塔重约 132 吨，每个桥臂由 2 个阀塔组成，每阀塔 5 层。本工程输送容量为 2134MW，直流侧额定运行电流为 2000A，桥臂额定电流有效值 1390A，包括  $667\text{A}_{\text{dc}}+1168\text{A}_{50\text{Hz}}+350\text{A}_{100\text{Hz}}$ ，功率器件拟采用压接式封装 IGBT，4500V/2000A，IGBT 运行电压按 2.1kV 考虑，每桥臂 525 个子模块，冗余度 5%。

联接变压器是换流站内最重要的设备之一，它处在交流电与直流电相互变换的核心位置，与换流阀一起实现交流电与直流电之间的相互转换。海上换流站采用三台三相三绕组联接变压器，额定电压 546/220/69kV，单台容量 835/275/560MVA，接线型式暂按  $d11YnYn$ ，全穿越短路阻抗暂按 16%，阀侧不接地，中低压侧中性点直接接地。海上换流站三台联接变互为备用，一台故障时，剩余两台可承受 70% 输送功率，提高系统可靠性。

综上，本项目可满足各个场区接入和送出需求。

## 2.2.1.2 海底电缆

本项目配套建设一回（2 根）直流海缆线路，起自拟建长乐 I 区海上风电场  $\pm 525\text{kV}$  海上换流站，止于拟建  $\pm 525\text{kV}$  陆上集控站，线路全长约 77.8km，其中海上段线路长约 75.8km，陆上段线路长约 2.0km。

线路总体路由方案为：送出海缆起自长乐 I 区海上风电场海上换流站，先平行风机向西北走线，出 I 区风电场后转向西南，穿过海洋生态控制区，分别经规划长乐 B 区风电场和已建长乐 C 区风电场西侧，至已建长乐 A、C 区送出海缆

北侧后，与已建海缆平行敷设，从福建港隆仓储、加工建设项目用地东侧登陆。海上段路径长度约 75.8km。

海缆登陆后，转北走线至长乐下沙海岸防护生态保护红线区南侧，再转西沿福建港隆仓储、加工建设项目用地北侧规划绿地走线约 0.8km 后，往西南经港隆仓储、加工建设项目用地至规划滨海路后，右转沿规划路东侧非机动车道往北走线约 0.2km，随后转向东北下穿垄下溪，接入本工程陆上集控站。陆上段路径长度约 2.0km。陆上段采用电缆隧道、顶管隧道方式敷设（本项目登陆后不再入海，登陆后陆域段仅作简要介绍，非本项目海域使用论证范围）。

525kv 海底电缆路由总长度约为 151.48km。

## 2.2.2 主要结构形式及尺度

### 2.2.2.1 海上换流站

结合本工程地质资料、海洋水文条件以及换流站上部组块布置等，根据工程经验，现阶段海上换流站推荐采用导管架基础型式，桩基础采用钢管桩基础。

上部组块共分为 7 层甲板，组块由立柱、梁、斜撑和甲板构成。底层甲板平台梁顶标高为 26m，其上各层高程分别为 33m，43m，48m，55.5m，60.5m，72m。

上部组块立柱采用圆钢管，截面采用  $\Phi 2200$ ， $\Phi 2000$ ， $\Phi 1500$ ， $\Phi 1200$ ， $\Phi 800$ ， $\Phi 480$  等，主梁采用 H 型钢梁，截面采用 H1800，H1500，H1200，H1000，HN800，HN600，HN400 等，甲板采用 6~8mm 钢板铺设。主立柱和斜撑钢管、主梁及节点加强钢材采用 DH36 钢，甲板铺板及附属构件采用 Q235 钢。

海上换流站下部结构采用导管架基础型式，导管架设计 8 个主腿和 16 根钢管桩。主腿与上部组块相连接。8 个主腿底部设置 8 个双桩靴，每个双桩靴连接一根主腿和两根钢管桩。钢管桩从桩靴中打入海底。钢管桩通过灌浆形式与桩靴相连。

导管架顶高程+22m，底高程至泥面处，导管架主腿成矩形布置。导管架侧面设置 X 斜撑，在标高-20m 以及标高和泥面处布置水平横撑。导管架采用 DH36 钢材，局部节点采用 DH36-Z35 钢材加强。靠船构件、爬梯、牺牲阳极等附属构件结合主导管布置。

在海上换流站两侧沿导管架分别布置海缆保护 J 型套管。电缆保护 J 型套管固定在导管架上，上部延伸到一层甲板，下面伸到泥面处，采用弯曲限制器固定。

海上换流站的大型设备主要有换流阀、联接变、桥臂电抗器等。联接变、桥臂电抗器等设备体积较大，宜布置于平台顶层，方便从顶层吊物孔吊装。换流阀整体尺寸虽然较大，但维修时仅需考虑子模块尺寸与重量，不需要考虑吊物孔，且换流阀重量较大，从海上平台结构合理的角度，将换流阀布置于下部，也有利于结构重心稳定。66kV 和 220kV 配电装置用于大量集电线路汇集，宜布置于下层，以减少集电线路海缆长度和电缆通道需求。基于总体布置思路，及各电气、二次、水工、暖通设备室布置研究，海上换流站布置方案如下：海上换流站共设置 6 层平台、7 层甲板（含顶层甲板）。一层主要布置电缆层、水冷设备、阀厅风机与空调设备、海水淡化设备等。二层主要布置阀厅、66kV 配电装置、220kV 配电装置、阀控二次设备室。三层主要布置公用二次设备室、66kV 二次设备室。四层主要布置事故废液设备间、新风机房以及阀厅上空。五层主要布置电缆层、通风空调设备、直流设备室等。六层主要布置阀侧配电装置、联接变、极控设备室与站用电小室、站用电室、柴油发电机房、高压站用变室、消谐装置室、细水雾设备及泡沫储罐间以及直流设备室上空。

#### 2.2.2.2 海底电缆

根据系统要求，本工程海上换流站至陆上集控中心 1 回 ±525kV 柔性直流海缆线路最大输送容量为 2134MW，对应载流量 2033A。

### 2.3 项目主要施工工艺与方法

#### 2.3.1 施工方案

##### 2.3.1.1 海上换流站施工

海上换流站由下部基础（包括桩基础、导管架）、上部结构（包括甲板平台和电气设备层）组成。下部基础采用后桩式导管架基础，共布置 12 根桩。海上换流站上部平台采用圆形钢管、工字钢、H 型钢、槽钢和花纹钢板等组合连接而成，其中，梁系主要采用 H 型钢焊接构成，局部辅以槽钢或角钢，框架柱及主甲板间竖向支撑采用圆形钢管，楼面板采用 6~8mm 钢板铺设，有设备基础布置的地面采取加强措施。

##### 2.3.1.1.1 钢管架与导管架结构加工制作

钢管柱通过导管架结构与上部的钢平台进行连接，上部钢结构平台采用型钢组合拼装。钢结构平台与下部的组合钢桁架结构虽然属于大尺寸钢结构体，为保证结构体的加工质量，选择具有加工能力的区域大型制作企业进行生产加工，钢管桩可

选择风机基础管桩加工的企业进行生产。

#### **2.3.1.1.2 导管架运输**

导管架分片建造，建造完成后采用滑移方式转移至20000t级及以上驳船上，导管架采用卧式运输，架体与驳船上先安置的垫墩接触，并做好临时固定措施，拖运到风电场指定安装区域。

#### **2.3.1.1.3 导管架沉放**

在导管架运输至海上换流站位置后，首先开始进行导管架的沉放工序。为保证导管架安放水平，施工前，在辅助驳船上配冲喷设备、沙石料等，对海床实施扫海，垫砂整平，确保海床无障碍物及基本平整。本工程导管架总重约一万余吨，导管架采用滑移下水配合起重船安装。导管架运输驳船拖运导管架抵达设计位置后，至工程船附近就位，导管架解除绑扎，利用导管架自身重力并配合液压千斤顶助推，使导管架从驳船平稳地滑入海中，再通过起重船将导管架吊装扶正坐底，从而实现安装就位。

#### **2.3.1.1.4 钢管桩施工**

考虑到海上接桩施工难度较大，本工程拟采用整根钢管桩沉桩施工的方式。本工程拟采用起重船吊打的方式进行钢管桩的沉桩施工。

根据钢管桩的设计参数，可选择导管架沉放所用的浮式起重船，其起重能力满足钢管桩沉桩需求。桩锤系统根据海上换流站工程基础管桩的设计参数，初步选用S-4000液压打桩锤作为首选锤型，GRLWEAP打桩分析模型如下图所示。

根据计算，打桩时，桩身最大拉应力158.106MPa，最大压应力213.901MPa，应力满足材料强度要求。经过GRLWEAP打桩分析计算得到以下结论：采用IHC S4000打桩锤能将本工程风机基础钢管桩打至设计标高，锤击数为3138次，因此采用该锤型进行本工程四桩导管架基础的打桩施工是可行的。因此本工程推荐配置锤击能量4000kJ及以上的打桩锤备选，确保工程沉桩顺利实施。

#### **2.3.1.1.5 导管架调平**

海上换流站基础与四桩导管架基础结构类似，上部结构均为导管架，下部结构为钢管桩，虽施工顺序有所区别，但是导管架调平措施类似，因此本工程海上换流站推荐参考四桩导管架风机基础类似的导管架调平措施进行导管架调平。

### 2.3.1.1.6 灌浆施工

钢管桩、导管架之间的间隙灌浆在打桩完毕、调整好导管架与桩管间的间隙后进行。灌浆施工由甲板驳船上所载的灌浆泵高压泵送灌注专用的灌浆材料，灌浆作业前，应进行原材料作业和配合比设计，并进行相关的试验工作。施工时，通过预埋在导管架上的灌浆孔采取自下而上的纯压式灌浆，采用灌浆分离器与水下监控仪器控制灌浆的施工过程至设计标准。

### 2.3.1.2 海上换流站上部组块运输与安装

#### 2.3.1.2.1 施工工艺简介

上部平台整体安装主要有两种方法：浮托法与起重船吊装法。

浮托法——主要通过调节压载水舱的水量和潮位变化条件，使船舶稳步下沉将上部整体组块进行荷载转移。这种方法要求驳船的具有较强的调载能力，一般用于运输、安装超大超重、但又无法分割吊运的设备，此种安装方法在海上石油平台安装中广泛应用，在海上风电行业也有应用案例，国内首座海上换流站平台于 2021 年成功安装。

起重船吊装法——即采用大型起重船从运输船舶上将钢结构平台起吊，安装到基础结构上。

本工程海上换流站上部组块尺寸较大且重量重，总重约 25000t。目前世界最大吊装能力的起重船为 1.2 万吨，无法满足海上换流站上部组块的起重吊装要求。浮拖法在海油工程中应用广泛，施工工艺成熟，且可选船机设备有一定的选择余地，在 2021 年三峡如东 H8 海上风电项目采用浮拖法施工工艺安装了海上换流站（约 2.3 万 t）。综合考虑施工资源保证性和可替代性，降低施工成本，拟选用浮拖法施工工艺进行上部组块安装。

浮托法是一种使用驳船整体把组块安装到固定支撑结构（导管架）上的方法。浮托安装中使用的设备包括驳船、锚泊系统、纵向缆系统、护舷、对接装置（LMU）、支撑装置（DSU）、沙箱和拖航临时支撑等。

#### （1）组块支撑装置（DSU）

DSU 是位于组块和滑靴之间的结构装置。其在组块建造期间进行安装，高度由装船和进退船设计方案决定。组块在重量转移至导管架后，利用 DSU 完成与驳船进行分离，可用来缓冲组块和驳船分离时垂向碰撞载荷。

## (2) 桩腿对接装置 LMU

LMU 是组块和导管架对接装置，包含插尖捕捉装置、水平橡胶件、垂向橡胶件和外部套筒。橡胶件作用为缓冲水平和垂向碰撞载荷。插尖捕捉装置用于限制对接时插尖运动，控制对接精度。外部套筒用于组装上述内部结构组件。

### 2.3.1.2.2 浮托法运输船舶

导管架结构是限制浮托驳船的关键，本工程上部平台尺寸为  $75 \times 80 \times 46\text{m}$ ，导管架支撑主柱净间距约  $48\text{m}$ ，下部导管架槽口水深约  $20\text{m}$ ，浮托法施工驳船需选择宽度在约  $44\text{m}$  以内（考虑防撞设施）、满载吃水深度在  $20\text{m}$  以内，满足浮托  $25000\text{t}$  级以上的驳船。

海上运输条件复杂，海上换流站组块为大尺寸、超重量的构件，运输过程中受天气、海况等影响较大，船身可能出现横倾晃动的危险，因此需要根据海上换流站上部组块尺寸与重量等条件，统筹规划生产基地，选择有利的天气时机，并对运输船舶增加临时辅助固定装置，降低运输过程中的风险，增加运输过程中的可靠性。

浮托安装步骤包括装船、拖航、待机、进船、对接和退船，主要施工流程如下：

- (1) 装船：在组块建造场地码头完成组块装船。
- (2) 拖航：使用安装驳船把组块由装船码头拖运至浮托待机位置。
- (3) 待机：驳船运载组块在与导管架有一定的安全距离的位置进行施工等待。

(4) 进船：在许用环境条件下开始操作驳船向导管架靠近，根据环境条件和驳船和导管架的相对位置进行判断，满足条件后，驳船进入导管架槽口，直至对接就位。

(5) 对接：到达对接就位状态后，开始根据潮汐和驳船压载下放组块，最终完成所有重量转移。

(6) 退船：组块完成重量转移后，驳船继续分离直至退出导管架槽口。

### 2.3.1.2.3 海上换流站上部组块与钢管桩连接施工

本工程上部组块与桩基础连接采用灌浆方式，灌浆采用多功能驳船进行施工，施工方法同导管架灌浆。

### 2.3.1.3 海底电缆施工

#### 2.3.1.3.1 海缆敷设准备

工程前期，需办理海缆施工专项许可证书，在海洋渔业管理部门办理海域使用

证书，海底管道施工许可证书等相关施工手续；还需要得到施工区域港务，航道，渔政等相关部门的配合，在此期间可以先进行以下准备工作：

#### （1）现场调查

现场确认登陆点位置和登陆段电缆路由，复核施工区域的水文气象情况，特别是根据流向流速、潮高、潮时等来计算确定施工船施工时就位的最佳位置和最佳时间。同时安排专人收集权威的当地海域气象预报，做好安全应对工作，安装土建监控装置等系统建设。在施工船抵达施工现场前，利用 GPS 测量系统对路由两端登陆点以及工程的各主要控制点进行测量复核。

#### （2）海缆过驳

在海缆过驳前，先对海缆进行出厂试验，待试验符合设计标准后方可进行过驳施工，海底电缆的过缆索作业方式可分为整体吊装和散装过缆。

#### （3）路由扫海

路由扫海主要是为施工船施工时清除电缆路由上的一切障碍物，如渔网、废缆、绳索等，如遇到不能清除的障碍物，探明情况后，拟定解决方案并由建设单位确认。按作业方式的不同可分为拖锚扫海，声呐、多波束等仪器扫海，ROV（水下机器人）扫海等方式。施工前需沿每条设计路由往返扫海多次，直至施工路由上无影响埋设犁正常施工的障碍物为止，如发现障碍物则由潜水员水下清理；若遇到不能及时清理的大型障碍物，由潜水员水下探明情况，按现场探明的实际情况拟订解决方案并立即告知业主及监理。在对主干海缆路由扫海中，应特别注意对深水沟槽的了解，便于施工时采取相应措施。

#### （4）试航

施工船舶到达施工现场后，首先安排施工船在设计施工路由区域内进行试航，以熟悉施工区域内设计路由的各个关键点及潮水情况。试航过程中，船上的所有埋设设备及后台监测设备进行模拟操作演练，确保船舶、电缆输送机、埋设犁、锚泊系统、卷扬机等重要施工设备及监测装置的正常工作，确保施工顺利进行及海缆敷设质量。

### **2.3.1.3.2 海缆敷设施工**

根据国内目前海上电缆铺设施工安装经验、项目区海缆路由调查情况等条件，为确保船只稳定，使海缆张力最小化，本工程拟采用 DP 船舶进行敷设施工，首先施



工船根据 DGPS 定位就位于始端登陆点附近路由轴线上，沿设计路由开始采用 DP 系统推进施工，并实时控制前进及偏移方向，确保沿设计路由施工。当施工至终端附近时，施工船调整船向，确保施工时施工船的稳定。

#### (1) 登陆段敷设施工

登陆段按下列工序进行作业：准备施工机具→全面检查开挖好的电缆路径→导轮就好位，特别注意转弯处→牵引机的就位→拉出电缆头→施放牵引绳，并做好两端连接→牵引电缆→校正电缆位置→海缆测试→覆土回填。

#### (2) 海缆浮托登陆

在始端登陆点处设置牵引卷扬机。登陆时，电缆头从缆盘内通过退扭架拉出，从船头通过入水槽入海，计算好登陆长度，将铸铁套管安装位置用红色油漆标注，海缆引出长度到达铸铁套管安装位置后，开始加装铸铁套管。铸铁套管每安装 2 米，施工船通知登陆点施工人员开始牵引，2 米套管全部放到水面后，施工船通知登陆点施工人员停止牵引，施工船继续加装套管，加装套管的同时，套管每隔 1 米垫以泡沫浮漂进行助浮，泡沫浮漂与电缆利用白棕绳绑扎固定；

完成电缆始端登陆施工后，小艇沿登陆段电缆逐个拆除浮运电缆的泡沫浮漂，将电缆沉放至海床面。

#### (3) 海缆敷埋施工

海缆敷埋具体工序为：埋深施工船就位→缆盘内电缆提升→电缆放入甲板入水槽→电缆放入埋设机腹部→投放埋设机至海床面→后用 DP 系统敷埋电缆。

在施工过程中通过埋深监测系统观察埋设犁在水下的姿态及埋深数据，并通过调节船舶前进速度、水泵压力、牵引力以及埋设机姿态等手段来控制埋深及偏差。本工程采用高压水泵，最大流量可以达到  $500\text{m}^3/\text{h}$ ，确保施工船的牵引速度在  $1-12\text{m}/\text{min}$  时，电缆的埋设深度也能达到设计要求。

为了确保海底电缆施工的路由精确性，海上导航全部采用 DGPS 卫星导航定位仪进行定位。

埋深监测系统控制软件采用 VB 平台下的海缆埋深监测系统。该系统由数据采集仪采集水泵压力，埋设机姿态、埋设深度、牵引张力、电缆张力、埋设犁出口处电缆的正向压力、侧向压力、埋设犁的航向以及埋设犁与施工船相对位置等的检测信号，并接入计米器，水深仪，流速仪，经数据转换后传输给海底电缆埋深监测系统，

运算及处理，并反映至微机显示器上并进行连续存储。电测人员将各种数据反映给施工指挥人员，以供及时掌握作业情况。通过各种传感器收集的信息，可以直观的了解海缆铺设状况及埋设深度是否达到要求，同时数据进行存档可作为完工资料。

#### （4）海缆交越保护施工

交越段海缆套铸铁保护管，海缆敷设施工前，以交越点为中心，在被交越海底管线上对称吊放混凝土连锁排。海缆敷设施工后，以交越点为中心，在海缆上对称吊放混凝土连锁排。定位人员在混凝土连锁排吊架两侧安装 USBL 信标，并将接收信号接入中控 DGPS 信号海缆埋设定位系统，实时显示混凝土连锁排与海缆路径之间的位置，通过中控指挥吊机微调下放位置，潜水员水下最终确认压块端点与管线之间的距离，来保证混凝土连锁排安装精度满足设计要求。

#### （5）铸铁套管施工

使用吊机将海缆两端使用吊带吊离地面约 30cm，以保证海缆弯曲半径。安装人员将相同下侧球墨铸铁保护管放置在海缆下，用另一侧盖上，使用螺栓将其固定，以此类推。球墨铸铁保护管安装完成后，进行回填或后保护工作，并按照相关部门的规定设置固定的警告标志。

#### （6）终端登陆海上换流站

造坡施工完成后回收埋设犁，按照设计要求进行铺设。对铺设电缆长度进行测量，确认长度，切断电缆，电缆做密封处理，并按设计要求安装电缆弯曲限制器、柔性电缆保护管以及拖拉网套。电缆采用“S”弯铺设，并电缆上绑好悬浮物下放；接头即将离开固定储缆池时，连接反牵拉钢丝绳。船舶继续绞船靠近末端时，当电缆端头到达弧形托架处连接第二根反牵拉钢丝绳进行牵拉。电缆进入电缆护管后潜水员把将浮球割掉，电缆密封塞弯曲限制器达到设计位置后，停止牵拉电缆。检测合格后完成电缆锚固，对电缆进行入柜接线及光钎的熔接。

### 2.3.2 施工总布置

根据本工程基础施工与设备吊装的方案、施工强度要求，初步调查项目区附近港口条件。本工程拟布置 2 个施工临时设施布置区，其中 1#施工临时设施布置区拟布置在松下港区牛头湾作业区码头附近，主要布置有施工临时办公生活区、材料仓库、设备仓库、钢结构加工厂等部分施工临时设施。2#施工临时设施布置区拟布置在陆上集控站附近，主要布置有施工生活福利区、钢筋和木材加工厂、机械保养厂、

材料仓库、设备仓库、施工机械设备临时堆场等。

### 2.3.3 施工进度安排

(1)施工准备从2025年1月1日开始,进行设备及材料招标采购工作,计划2025年4月底完成。

(2)士525kV海上换流站:计划2025年9月初至2027年4月初,完成海上换流站上部组块钢结构制作与设备安装;2026年7月初至9月中旬完成海上换流站基础施工;2027年5月初至5月底,完成海上换流站上部组块海上运输与安装调试及投产;2027年5月底至6月底完成直流系统联调及并网。

(3)陆上集控站及储能电站施工:计划2025年10月初至2026年10月初,完成陆上集控站土建施工;2026年10月初至2027年2月底,完成陆上集控站设备电气安装及附属工程;2026年12月初至2027年4月底完成陆上集控站调试及投产;2027年5月底至6月底完成直流系统联调及并网。

本工程计划于2025年1月开工。海上换流站于2027年6月调试完成并投产,陆上集控中心2027年6月调试完成并投产。工程总工期约30个月。

## 2.4 项目用海需求

### 2.4.1 项目申请用海类型和用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》,本项目用海类型一级类为“19 工矿通信用海”,二级类为“1905 可再生能源用海”。根据《海域使用分类》(HY/T123-2009),本项目用海类型一级类为工业用海(2),二级类为电力工业用海(25)。

本项目用海单元包括海上换流站和海底电缆,海上换流站用海方式为一级类构筑物之二级类透水构筑物,海底电缆用海方式为一级类其他方式之二级类海底电缆管。

### 2.4.1 申请用海面积及期限

本项目申请用海总面积306.1491hm<sup>2</sup>,其中海上换流站用海面积3.6008hm<sup>2</sup>,海底电缆路由申请用海302.5483hm<sup>2</sup>。项目不占用岸线。

项目建设单位拟申请使用海域29年。

## 2.5 项目用海必要性

### 2.5.1 项目建设的必要性

#### (1) 国家经济社会发展战略目标及国家能源发展的需要

无污染、资源分布广泛等特点，是新能源中具有极大发展潜力的一个领域。合理利用风能，既可减少环境污染，又可减轻能源短缺的压力，其综合社会效益十分可观。利用风能进行发电，既没有化石燃料的消耗，又没有温室气体二氧化碳排放以及废水、废气和废渣的排放，在促进当地经济发展的同时，不会破坏原有的生态环境和人居环境，是当今世界应对全球气候变暖、解决能源供应和可持续发展最佳的发电形式之一，是我国政府确定的发展重点。

为实现国家经济社会发展战略目标，加快能源结构调整，国家相继出台了《可再生能源法》《国家能源局能源发展“十四五”规划》《可再生能源发展“十四五”规划》指导可再生能源的发展，规划提出“十四五”期间要积极稳妥推进海上风电开发。开展海上风能资源勘测和评价，完善沿海各省（区、市）海上风电发展规划。加快推进已开工海上风电项目建设进度，积极推动后续海上风电项目开工建设，鼓励沿海各省（区、市）和主要开发企业建设海上风电示范项目，带动海上风电产业化进程。风力发电是新能源领域中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。与陆上风电场相比，海上风电场具有风资源优越、环保、节约土地、规模大等优势，海上风电场建设将成为今后世界风电发展的重点。

2020年9月，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出，“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”。2020年12月气候雄心峰会上，习近平主席进一步宣布“到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到25%左右，森林蓄积量将比2005年增加60亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上”。2020年12月21日，国务院新闻办公室发布《新时代的中国能源发展白皮书》，明确优先发展平价风电项目，推行市场化竞争方式配置风电项目。以风电的规模化开发利用促进风电制造产业发展，风电制造产业的创新能力和国际竞争力不断提升，产业服务体系逐步完善。

2021年3月发布的《中华人民共和国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（草案）》中提到“十四五”期间，加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，加快西南水电基地建设，安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到20%左右。

### (2)福建省能源供应结构优化调整的需要

福建省石油、燃气的全部及火电燃煤绝大部分依赖省外采购和进口，能源自给率较低。随着经济的快速增长，能源安全保障压力和环境压力日益增长，政府大力开展节能减排工作，鼓励支持开发可再生能源。福建省水电资源总量约1354万kW，目前开发程度达90%，可供开发潜力已经不大；而太阳能、海洋能、地热能、生物质能等可再生能源因技术、成本等因素，还处于小规模开发或试验阶段；开发利用省内丰富的风能资源，对于降低全省的煤炭消耗、缓解环境污染、改善电源结构等具有非常积极的意义，是发展低碳经济、建设节约型社会的具体体现，是福建省能源发展战略的重要组成部分。

2021年3月，福建省人民政府印发《福建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》，文件提出完善能源产供储销体系，构建更加清洁低碳的能源供应结构，因地制宜发展可再生能源，发展核电、海上等清洁能源，推进煤电清洁高效利用，推动非化石能源消费占比提升。加快海上装备产业升级。推进“光伏+”、微电网、风光储一体化、智慧能源等新能源应用新模式新业态发展。

### (3)福建省海上风电发展目标的需要

2022年6月1日，福建省人民政府发布关于《福建省“十四五”能源发展专项规划》的通知。《规划》指出，加大风电建设规模。“十四五”期间有序择优推进《福建省海上风电场工程规划》内省管海域海上风电项目建设，新增开发规模1030万千瓦。文件明确“十四五”期间将加大风电建设规模，积极推进规模化集中连片海上风电开发，在保障国防、海事、通航、生态等要求的前提下，科学组织海上风电开发建设；“十四五”期间有序择优推进《福建省海上风电场工

程规划》内省管海域海上风电项目建设，新增开发规模 1030 万 kW。稳妥推进国管海域深远海海上风电项目，加强建设条件评估和深远海大容量风电机组、远距离柔性直流输电、海上风电融合发展技术论证，示范化开发 480 万 kW；按照闽台能源产业融合示范基地定位，高质量统筹发展闽南外海海上风电基地。将按照竞争配置规则、持续有序推进规模化集中连片海上风电开发，重点推进福州、宁德、莆田、漳州、平潭等资源较好地区的海上风电项目，稳妥推进深远海风电项目。本项目集中送出方案所服务的海上风电场均已列入《福建省海上风电场工程规划报告（报批稿）》。

#### (4)福建东部沿海海上风力资源利用的需要

福建省海域广阔、海岸线长，全省海域面积有 13.6 万 km<sup>2</sup>，大陆海岸线 3667 千米，有居民海岛岸线 1692 千米，风能资源丰富，风能理论蕴藏量大，开发海上风电具有得天独厚的条件。本项目集中送出方案所服务的海上风电场位于福建省近海区域，靠近电网负荷中心，接入线路短，施工交通条件较好，具有较好的海上风电建设条件，适合大规模开发海上风电，为全国风能资源最丰富的地区，充分利用福州地区得天独厚的丰富的海上风能资源，建设海上风电场作为电网的补充电源，使清洁能源直接向当地负荷供电，有利于减轻省网的潮流输送并降低网损，适应区域负荷发展的需要，有利于当地风能资源转化为经济效益，促进地方经济的发展，对提高全省绿色新能源装机容量比例，优化全省能源供应结构，具有积极的推动作用。本项目作为长乐外海海上风电场的配套集中送出工程，项目的实施可进一步推进长乐外海风力资源利用的实现。

#### (5)夯实海上风电产业基础，带动全产业链“走出去”战略的需要

目前，福建省海上风电场开发较临近沿海省份相对滞后，本项目集中送出方案所服务的海上风电场的开发有利于当地风能资源转化为经济效益，有利于补充电网清洁能源，有利于地方经济的发展，对提高全省绿色新能源装机容量比例，优化全省能源供应结构，具有积极的推动作用。

#### (6)当地社会经济发展需要

风力发电是一种清洁的可再生能源，没有大气、水污染问题和废渣堆放问题。海上风电能够减少当地的碳排放，能够更好地保护当地的空气环境质量，且风电

场区在福州市长乐区东侧海域，产生的噪声不会对陆地居民造成影响，环境效益显著。开发利用风力资源是调整能源结构、实施能源可持续发展的有效手段。海上风电场建设充分利用境内丰富的绿色风能资源，直接向当地负荷供电，作为区域负荷发展的补充电源，有利于促进区域经济增长及社会发展。本项目集中送出方案所服务的海上风电场的开发项目作为风电场建设可以带动相关产业的发展，提供就业机会，同时，还可以增加当地财政收入，推动当地经济发展。本工程为长乐外海风电场的配套集中送出工程，项目的开发建设对长乐区具有良好的社会效益和综合经济效益。

#### (7) 为满足长乐外海海上风电集群送出需求

为响应国家新能源政策和发展趋势，积极推动近海海上风电规模化发展，积极推进规模化集中连片海上风电开发；保障沿海地区完成碳达峰碳中和目标，增加沿海地区清洁电力供应能力；优化沿海地区电力生产与消费格局，推动我国沿海地区经济社会绿色低碳转型发展，根据国家《“十四五”可再生能源发展规划》、福建省发展和改革委员会《福建省海上风电场工程规划》，“十四五”期间全国风电和太阳能发电量实现翻倍；福建省有序择优推进省管海域海上风电建设，新增规模 1030 万 kW；长乐外海海上风电集群包括长乐外海 D、E 区、I 区（南）、I 区（北）、J 区、K 区共计约 210 万 kW，均属于《福建省海上风电场工程规划》新增 1030 万 kW 海上风电。除长乐外海 D、E 区、I 区（北）等已核准，各风电均在开展用海报批相关手续。根据各区风电建设进度，预计均在 2026 年底左右开始投产。为满足长乐外海海上风电集群送出需求，配套建设长乐外海海上风电送出工程是必要的。

综上所述，本项目集中送出方案所服务的海上风电场位于福建省福州市长乐区东部海域，风能资源具有很好的开发价值，其开发建设不仅符合国家可再生能源中长期发展规划的要求，符合福建省风电发展规划的要求，本项目作为海上风电配套集中送出方案，项目的实施可进一步充分发挥长乐外海风电场良好的社会效益和环保效益。

因此，积极开发长乐外海集中统一送出工程项目是十分必要的。

### 2.5.2 项目用海的必要性

风力发电是福建省优化改善电源供应结构、保证电力供应的重要部分。目前，福建省风资源丰富区也主要集中在离海岸线不到 5km 的陆地范围之内，陆上风电规模建设与城镇发展、土地利用规划、临港工业规划、耕地保护及沿海防护林保护存在较多矛盾。并且随着陆地风电场开发规模的加大，制约因素进一步加大，对风电场长远发展目标产生不利影响。本项目场区位于全国风能资源最丰富的地区，充分利用福州地区得天独厚的丰富的海上风能资源，建设海上风电场作为电网的补充电源，使清洁能源直接向当地负荷供电，有利于减轻省网的潮流输送并降低网损，适应区域负荷发展。而海上具有丰富的风能资源、场址远离居住区、不占地、不破坏防护林、适合兴建大型风电场且装机利用小时高等优势，近海风电场开发成为进一步发展风电事业的必由之路。

本项目服务于长乐外海海上风电集群包括长乐外海 DE 区、I 区（南）、I 区（北）、J 区、K 区共计约 210 万 kW，均属于《福建省海上风电场工程规划》新增 1030 万 kW 海上风电。为满足长乐外海海上风电集群送出需求，本项目配套建设长乐外海海上风电送出工程是必要的。根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的相关规定：本项目海上换流站为透水构筑物，结构形式与石油钻探平台相似，参照石油钻探平台保护范围确权，为基础投影最外缘点再外扩 50m 为形成的边界；海底电缆用海面积按电缆外缘向两侧各外扩 10m 宽为界计算。在海上换流站及海底电缆外围进行外扩设置保护带，将减少损害设备风险出现的几率，有利于集中送出工程平稳安全的运行。因此，项目用海是必要的。



### 3 项目所在海域概况

#### 3.1 海洋资源概况

##### 3.1.1 海洋渔业资源

长乐区沿海滩涂和水域广阔，海洋生物种类繁多，资源丰富。据调查，海域有鱼、虾、蟹、藻等共 700 多种，其中鱼类 100 多种，经济价值较高的有 30 种以上。长乐区近海为闽中渔场，该渔场海洋生物资源丰富。是本市海域最主要的捕捞区，面积约 32138.2km<sup>2</sup>，渔业资源中有鱼类 487 种。常见捕捞种类有带鱼、鳓鱼、马鲛鱼类、虾类、蟹类、短尾大眼鲷、乌贼、毛虾、蓝圆鲀、鲐鱼、日本鯷、绒纹鳞纯等。

##### 3.1.2 风能资源

福建沿海地区为典型的亚热带季风气候，其气候特点是冬无严寒，夏少酷暑，雨量充沛。两个多雨时期，分别为梅雨季节的 5~6 月份及台风季的 7~9 月份。台风、干旱及洪涝为突出的灾害。福建沿海总体上受季风气候影响，其年平均风速较大，秋冬季以东北风为主，风向稳定，是风资源比较丰富的地区。其中闽江口以南至厦门湾部分位于台湾海峡中部，受台湾海峡“狭管效应”的影响，其年平均风速大，风向稳定，是风资源最丰富的地区，与全国相比也是最丰富的地区之一。

每年冬春季节，西伯利亚及蒙古高压气流南下，穿过台湾海峡时，受海峡两岸地形收缩作用而加速，至福建省中部地区风速加速至最大。长乐区位于福建省沿海中部，由于其特殊的地理位置，使得长乐外海的风速大，风能资源名列全省前茅。根据近年来在场址附近开展的风能资源普查及相关陆上风电场测风塔的观测资料，场址区域海平面以上 100m 高处风速一般在 9.5~10.0m/s 之间，风功率密度在 750~1000W/m<sup>2</sup> 之间，风能资源丰富。

##### 3.1.3 港口航运资源

###### 3.1.3.1 港口现状

根据《福州港总体规划（2035）》，项目附近的港区主要为闽江口内港区、松下港区与平潭港区。

###### （1）闽江口内港

闽江口内港区主要发展对台客运, 兼顾能源、集装箱等货运功能, 下辖青州、筹东、洋屿、松门、象屿、长安、小长门、琅岐、粗芦岛等九个作业区和黄岐作业点。

#### (2) 松下港区

松下港区已建成 10 个泊位,。同时, 松下港区在建元洪作业区 1、2#泊位和牛头湾作业区 4#泊位。

#### (3) 平潭港区

平潭港区现有泊位 8 个, 其中万吨级以上码头泊位 5 个, 如**错误!未找到引用源。**所示。

### 3.1.3.2 航路现状

#### (1) 推荐航路

本项目附近的主要沿海航路分为内航路、中航路和外航路。

##### (1) 内航路

推荐内航路距岸较近、水深较浅、可航水域宽度有限、转向点多, 部分航段在岛屿间穿行, 碍航物多, 航路交叉多, 水流情况复杂, 但沿途助导航设施完备, 能方便应用岛屿、灯塔、灯标等路标定位。通航船舶以 5000 吨级以下船舶为主, 船舶通航密度较大, 尤其是大风浪期间船舶交通流较为集中, 部分航段因航路水深、航路可航宽度受限仅供小型船舶航行。本航路未设定宽度, 建议南下航行船舶沿航路西侧或北侧可航水域航行, 北上航行船舶沿航路东侧或南侧可航水域航行, 以减少会遇局面。

##### (2) 中航路

中航路北自福建与浙江辖区沿海交界、台山岛东侧, 南至福建与广东辖区沿海交界。该航路是中型船舶过境福建沿海或前往福建沿海各主要港口的常用航路, 船舶通航密度较大。航路顺直, 海域开阔, 转向点少, 水深和通航净空高度不受限制, 助导航设施完备, 可满足中型及以上船舶航行。本航路未设定宽度, 建议南下航行船舶沿航路西侧可航水域航行, 北上航行船舶沿航路东侧可航水域航行, 以减少会遇局面。

##### (3) 外航路

外航路北自福建与浙江辖区沿海交界，南至福建与广大辖区沿海交界，海域开阔，航路顺直，转向点少，碍航物少，水深不受限。航路距岸较远，船舶航行受风浪影响大，可供定位的陆标较少。该航路可供大型船舶全天候航行，以及良好天气海况下中型船舶航行。该航路由相对分隔开的北向外航路和南向外航路组成，建议北上航行船舶沿北向外航路航行，南下船舶沿南向外航路航行。

## (2) 附近客船活动分布

2023 年观测期间本项目附近客船的交通流轨迹分布如**错误!未找到引用源。**所示。本项目海上换流站附近通航客船数量较少，其中，换流站北侧有一小股稀疏的客船交通流轨迹距离较近，为马祖至台北和马祖至基隆通航的客船。据 2023 年统计数据显示为 14 艘次，并且船舶尺度也较小，最大的船型为“TAIMA STAR”轮，船长 105m，但其在 2023 年度通过一次。本项目海上换流站位于长乐外海 I 区（南）风电场内部东南侧，参考《长乐外海 I 区（南）海上风电场项目选址通航安全分析报告》中对穿越 I 区（南）风电场项目的小股客船交通流的分析，该交通流通航船舶数量较小，船舶尺度也较小，并且在 I 区（南）风电场的设计与优化方案中已经预留与本项目换流站边界保持约 3717m 的安全距离。因此，拟建海上换流站场址可与北侧通航的客船保持一定的安全距离。

### 3.1.3.3 锚地现状

松下港区设有两处锚地，分别为东洛锚地和签屿北锚地（即口外锚地），福清湾深水航道二期工程新增一座 2#锚地。本项目位于现有的东洛锚地、签屿北锚地和 2#锚地北侧，与锚地最近距离分别为 5.3km、2.0 km、2.0 km。

### 3.1.4 滨海旅游资源

项目所在海域周边滨海旅游资源主要有：下沙海滨度假村、东洛岛旅游度假区、大鹤海滨森林公园、海峡奥林匹克城、显应宫等。下沙海滨度假村开发于1986年，海峡奥林匹克城已经由外商投资建设并投入使用；大鹤海滨森林公园投资项目正在与外商洽谈中；东洛岛旅游度假区有待开发。

## 3.2 海洋生态概况

### 3.2.1 气象条件

项目所在地区属亚热带季风气候，其气候特点是冬无严寒，夏少酷暑，雨量

充沛。本项目场区附近有平潭气象站（位于平潭城东郊，地理位置为东经 119°47'，北纬 25°31'）和平潭海洋站（位于福建省平潭东澳村，地理位置为：北纬 25°27'、东经 119°51'）。

本阶段搜集到平潭气象站和平潭海洋站两个参证测站的一些气象要素资料。考虑到平潭海洋站有关风况资料部分受密级限制，无法收集到与风电场测风塔同期的风速风向观测数据，而平潭气象站为国家基本站，实测项目齐全，资料系列较长，观测、整编规范，资料可靠，认为其测风资料对于本工程有比较好的代表性。因此，气象要素部分综合参考平潭气象站及平潭海洋站的资料进行描述，而风速风向等风况要素主要以平潭气象站资料参证。

### （1）气温

平潭海洋站累年平均气温为 19.6℃。年平均气温最高为 21.2℃，出现在 2007 年；最低为 18.4℃，出现在 1984 年。平均气温年变化曲线呈一峰一谷型，以 8 月的 27.5℃为最高，以 2 月的 10.8℃为最低。在降温过程中，以 11 月至 12 月降温最快，达 4.5℃；在升温过程中，以 4 月至 5 月升温最快，月际升温为 4.5℃。

极端最高气温为 41.1℃，出现在 2003 年 9 月 2 日。年最高气温高于 30℃，出现在 6 月至 10 月，其中出现在 6 月的占 13.7%，出现在 7、8 月的各占 28.4%，出现在 9 月的占 25.5%，出现在 10 月的占 3.9%。月最高气温、历年来自 7 月至 8 月多均高于 30℃，其中 8 月大多数高于 30℃。

极端最低气温为 2.5℃，出现于 1986 年 2 月 28 日。年最低气温低于 8℃，多数出现在 12 月至翌年 4 月，以 1 月和 2 月最多，分别占 30.8%和 29.7%。月最低气温、历年来自 12 月至翌年 4 月均有月份大于 8℃。从 1980~2008 年资料看，逐月的最低气温较早些年有所升高。

### （2）降水

根据 1980~2008 年平潭海洋站降水实测资料统计，平潭海洋站年平均降水量为 1088.5mm。年最多降水量为 1739.9mm，出现于 1983 年；最少为 148.0mm，出现于 2005 年。降水量 60%集中在 3 月至 6 月的雨季和 7 月至 8 月的台风季节，其中 6 月最多，占全年的 17.3%。降水量以 12 月最少，仅占全年的 2.5%。

月最多降水量为 553.4mm，出现于 2000 年 6 月。月最少降水量为 0.0mm，1

月至 12 月每月都有出现，尤其是 2003 年以来，月最少降水量为 0.0mm 的情况较为常见。

平潭海洋站年平均降水日数为 157.9 天。年最多降水日数为 229 天，出现在 1984 年，最少为 21 天，出现 2003 年。月平均降水日数最多为 18.6 天，出现在 3 月；最少为 8.7 天，出现在 7 月。月降水日数最多为 31 天（大月）或 30 天（小月），出现在 2007 年 3 月、2008 年 7 月、2005 年 9 月和 11 月；最少为 0 天，各个月份都有出现，尤其是 2003 年以后，连续一个月无降水的情况常有出现。

一年中，暴雨除 12 月外，其它各月均有出现，以出现在 3 月、5 月~9 月出现日数较多，以 6 月最多，历年来累计暴雨日数共计 134 日。

### （3）气压

根据平潭海洋站 1980~2008 年气象资料，该站累年平均气压为 1010.3hPa。气压的年平均值差异不大，年平均气压最高为 1012.1hPa，出现于 2008 年；最低为 1008.7hPa，出现在 2001 年。月平均气压最高为 1018.1hPa，出现在 12 月；最低为 1001.8hPa，出现在 8 月。累年逐月气压平均值最大为 1021.6hPa，出现在 2007 年 1 月；累年逐月气压平均值最小为 994.0hPa，出现在 2001 年 7 月。一年之中，12 月至翌年 8 月为降压期，8 月至 12 月为升压期，其中 4 月至 5 月的降压、9 月至 10 月的升压为全年最快，分别为 3.8hPa 和 5.6hPa。

极端最高气压为 1031.7hPa，出现于 2006 年 2 月 9 日。月最高气压：历年来自 12 月至翌年 2 月多数高于 1020hPa。

极端最低气压为 966.8hPa，出现于 1985 年 8 月 23 日。年最低气压低于 997hPa，大多出现在 7 月至 9 月，其中出现在 8 月的约占 38%。月最低气压：历年的 8 月均小于 1000hPa，部分低于 980hPa；5~8 月份大部分小于 1000hPa；7~8 月存在一些小于 980hPa 的情况，9 月也有个别小于 980hPa。

### （4）相对湿度

平潭海洋站累年平均相对湿度为 83.1%。年平均相对湿度最大为 86.5%，出现于 1990 年；最小为 76.6%，出现于 2006 年。月平均相对湿度以 6 月最大，为 90.1%，以 12 月最小，为 76.6%。12 月起至翌年 6 月，逐月增大，7 月起至 10 月逐月减小。

极端最小相对湿度为 0%，出现于 1996 年 4 月 24 日、2003 年 6 月 29 日、2003 年 7 月 2 日及 2004 年 4 月 24 日。

#### (5) 雾

平潭海洋站年平均雾日为 22.3 天。年最多雾日为 48 天，出现在 1987 年。除 9 月份没出现雾外，其余月份均有雾出现，其中 3 月至 5 月出现次数较多。日平均雾日最多为 5.9 天，出现在 4 月。月最多雾日为 16 天，出现在 1985 年 5 月。

#### (6) 风

据平潭气象站风速监测数据显示：本区域内风况总体上是冬季以东北风为主，夏季台风影响较大；主导风向为 NNE，频率 33.7%。

### 3.2.2 海洋水文

略

### 3.2.3 海域地形地貌与冲淤环境

略

### 3.2.4 工程地质

略

### 3.2.5 自然环境概况

#### 3.2.5.1 环境海域水质现状调查与评价 略

#### 3.2.5.2 海洋沉积物现状调查与评价 略

#### 3.2.5.3 海洋生物质量现状调查与评价 略

#### 3.2.5.4 海洋生态现状调查与评价 略

#### 3.2.5.5 渔业资源现状 略

#### 3.2.5.6 鸟类现状调查结果与评价 略

#### 3.2.5.7 声环境现状调查结果与评价 略

#### 3.2.5.8 电磁辐射环境现状 略

### 3.2.6 主要自然灾害

#### (1) 台风

台风路径资料采用 1949~2011 年上海台风研究所编制的《台风年鉴》、《热带气旋年鉴》，以及 2012~2021 年国际台风路径报文资料中截取的台风路径点信息。台风影响期间的风雨资料选自福建省气象台站的观测值。

1949~2021 年登陆福建的热带气旋总计 107 个，年平均 1.52 个，达到台风等级的个数最多，为 42 个，占 39.25%；其次是强热带风暴，为 33 个，占 30.84%；热带风暴和强台风分别为 27 个和 5 个。登陆福建北部最强的热带气旋近中心最低气压为 955hPa，最大风速 42m/s（2013 年 23 号登陆福鼎的强台风“菲特”）；登陆福建中部最强的热带气旋为 2016 年 14 号登陆厦门的超强台风“莫兰蒂”，过程中心最低气压 900hPa，过程中心最大风速 70m/s，登陆厦门时近中心最低气

压为 945hPa, 最大风速 48m/s; 登陆福建南部最强的热带气旋近中心最低气压为 960hPa, 最大风速 50m/s (1980 年 15 号登陆漳浦的超强台风)。

热带气旋影响期间气象站观测到的 10 分钟平均最大风速出现在东山站, 为 48.0m/s, 由 1980 年登陆漳浦的 15 号超强台风“Percy”影响。瞬时风速最大出现在罗源站, 为 56.1m/s, 由 2018 年登陆罗源的第 8 号超强台风“玛利亚”所致。

## (2) 风暴潮

福建省沿海是受台风风暴潮威胁较严重的海域, 台风增水影响明显。根据 1956~2000 年福建省潮位资料统计, 45 年中发生台风增水 197 次, 平均每年 4.4 次, 暴潮增、减水的幅度在 -1.1m~1.5m 之间, 其中最大增水值 2.52m。近 10 年来, 福建省沿海风暴潮灾害呈频繁趋势, 部分岸段高潮位常有超过当地警戒水位情况出现, 其中 1990 年、1994 年、1997 年、1999 年沿海多数验潮站的高潮位接近或超过历史记录, 出现特大海潮。危害性风暴潮的发生多为台风过境时与天文大潮相遇, 引起强降雨和高增水。

近 10 多年来, 福建省沿海风暴潮灾害呈频繁趋势, 部分岸段高潮位常有超过当地警戒水位情况出现, 其中 1990 年、1994 年、1997 年、1999 年沿海多数验潮站的高潮位接近或超过历史记录, 出现特大海潮。危害性风暴潮的发生多为台风过境时与天文大潮相遇, 引起强降雨和高增水。

## (3) 地震危害性分析

本项目拟建场址位于福州长乐外海, 东犬岛东侧海域, 场址距离岸线最近距离约 60km, 场址理论水深 43-51m。参照《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010(2016 年版))有关规定, 工程区 II 类场地基本地震动峰值加速度为 0.10g, 基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s, 对应的地震烈度为 VII 度, 设计地震分组为第三组。IV 类场地基本地震动峰值加速度调整为 0.120g, 基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.90s。最终的地震动参数及场区地震烈度应以场地的地震安全性评价报告为准。

场址区地形总体呈西高东低。表面地层为静水沉积的淤泥, 未发现严重的冲刷现象, 未见冲刷槽、谷, 潮流沙脊, 沙丘, 活动沙坡, 陡坎等不良地质现象,



依据区域资料，本场地海底稳定性中等，福建大陆架海域为较稳定区域。综合分析，本场区可不考虑海底滑坡、崩塌、地裂、采空区等不良地质现象。

拟建场区海洋水动力作用较强，拟建场区的表层地基土为软弱土层，在台风暴浪等较强的海洋水动力作用下易发生迁移和变形，对风机基础稳定不利。场地表层存在饱和砂土液化现象，但不存在软土震陷现象，可通过采取桩基础等措施处理后可消除其不利影响。

#### （4）海洋气候危险性分析

风电场布置在近海海域，风力发电机升压变压器布置在塔筒内部设备平台上，风场区域若遭遇超标准潮水时，或者电缆从塔筒内穿出处密封不严，海水可能满溢塔筒内，导致机电设备被淹，机组配套升压设备等电气设备短路等事故。钢板桩基础施工后，由于对表层土的扰动和永久障碍物的存在，海水流速、流态在风机基础影响范围内发生变化，使得海床浅、表层局部可能产生一定的冲刷。潮流对风机基础的冲刷会引起基础振动或者不稳定。风机基础受不规则波浪的冲击会引起基础振动或者不稳定。若设计采取的波浪参数未考虑波浪破碎值，基础的荷载设计有误会影其稳定及安全。由于本工程区域及附近区域缺乏长期的海洋水文气象观测资料，若设计裕度不够，可能造成风电机组塔筒倾倒、倒塌或断裂，可能引起人员伤亡和设备、财产损失，给风电场的安全运行造成严重影响。

#### （5）风灾危险性分析

对本风电场影响较大的风灾主要有：台风、风暴潮等异常强风，有可能发生倒塔、折塔、基础松动等事故。

#### （6）腐蚀危险性分析

场区内的海水在干湿交替状态下，对钢结构具强腐蚀性；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、风电机组倒塌的危险；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。

#### （7）海啸危险性分析

本风电场布置在近海海域，海啸所引起的起伏波浪，通常高达数米甚至更高，巨大的海浪冲上海岸，淹没岸边建筑，造成大面积洪涝灾害。巨浪可能摧倒海上

风力发电机组塔架和其他设施，并且在海啸的过程中往往是微震+风荷载组合关系对机组的稳定产生不良影响。

## 4 资源生态影响分析

### 4.1 生态评估

#### 4.1.1 资源生态影响要素识别与预测因子

根据项目工程特点、规模及工程区域环境特征，本项目资源生态影响要素识别见错误!未找到引用源。。

#### 4.1.2 资源生态影响程度

##### 4.1.2.1 水动力和冲淤环境影响程度

工程前后流态与流速对比分析表明，由于风机桩基尺度较小，阻水效应有限，与工程建设前相比，工程建设后，大、小潮流态没有发生明显变化，工程建设对大范围流场影响较小，对流场的影响仅局限于桩基局部约 100 m 范围内。工程建设引起周边生态红线保护区流速变化值小于 0.01 cm/s，各保护目标海流基本不受本工程影响。

工程引起的冲淤影响主要在场区桩基基础附近，以淤积为主，对周边海床冲淤影响较小。由于工程海域悬沙浓度较低，水深较深，年冲刷淤积强度较小，最高年淤积强度为 1.6 cm；桩基涡旋区以外的平衡后最大淤积强度小于 3.0 m，最大冲刷强度为 0.44 m，达到冲淤平衡所需时间较长。由于桩基存在会在桩基附近形成涡旋，从而引起桩基局部冲刷，利用 Richardson 公式计算得到最大冲刷深度可达 3.8 m，冲刷距离 8.3 m。50 年一遇潮波作用下局部冲刷深度 6m 左右。工程建设对周边敏感目标冲淤基本无影响。

##### 4.1.2.2 悬浮泥沙影响程度

根据数模计算，电缆敷设工程由于作业路线较长，起悬泥沙量大，会对场区及毗邻海域造成一定影响，引起悬沙浓度  $>10 \text{ mg/L}$  的最大包络范围为  $24.03 \text{ km}^2$ ；电缆敷设与桩基施工造成的悬浮泥沙对周边保护目标无影响。桩基施工引起的悬浮泥沙范围较小，仅为  $0.58 \text{ km}^2$ 。

##### 4.1.2.3 海洋生态影响程度

本项目风机桩基及电缆施工导致底栖生物损失量为 500.69kg，施工产生的悬浮泥沙造成鱼卵、仔稚鱼和游泳动物损失量分别为 5408550 粒、5837800 尾和 505.16 kg。

## 4.2 资源影响分析

### 4.2.1 项目对海洋生物资源影响分析

#### 4.2.1.1 换流站基础占用海域对底栖生物资源的影响

本项目建设 1 台海上换流站，换流站基础采用导管架基础型式，共 16 根钢管桩，钢管桩直径 4.5m，因此换流站桩基占用海域面积约为 254.3m<sup>2</sup>。

根据附近水文资料，本项目桩基占用的为大型底栖生物，根据生态环境调查资料可知，本项目大型底栖生物春秋季节生物量平均值为 6.92g/m<sup>2</sup>，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，换流站桩基实施造成的底栖生物损失量为  $254.3\text{m}^2 \times 6.92\text{g/m}^2 \div 1000 = 1.76\text{kg}$ 。

#### 4.2.1.2 电缆敷设对底栖生物的影响

本工程电缆施工采用牵引式敷埋方法，沟槽顶宽约为 1.5m，考虑到槽沟开挖过程中堆向两侧的淤泥将会覆盖底栖生物生境，因此将 1.5m 作为开沟作业对底栖生物的影响宽度，本项目 525kv 海底电缆路由总长度约为 151.48km，则临时影响底栖生物面积为 227220m<sup>2</sup>，工程周边海域底栖生物量按平均 6.92g/m<sup>2</sup>，工程电缆铺设将引起底栖生物的损失量约为 1572.36kg。

#### 4.2.1.3 占用海域对底栖生物的影响

本项目换流站桩基实施造成的底栖生物损失量为 1.76kg；电缆敷设施工造成的底栖生物损失量为 1572.36kg；本项目总体施工造成的底栖生物损失量为 1574.12kg。

#### 4.2.1.4 施工期悬浮泥沙对海洋生物资源的影响

施工期间，高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物仔幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于 10mg/L，会对鱼类生长造成影响。本项目风机桩基施工、电缆沟开挖作业期间，将会对鱼卵仔鱼、游泳动物幼体产生不良影响。

根据不同浓度悬浮泥沙的扩散面积、生物资源密度、水深与损失量等条件，

计算出本项目海缆和桩基施工期间悬浮泥沙造成鱼卵、仔稚鱼和游泳动物损失量分别为 171761820.6 粒、57383181.6 尾和 11701.59kg。

#### 4.2.1.5 生物资源损失补偿金额计算

项目换流站桩基建设和海缆敷设施工永久或临时占用海域的生态损失补偿金额为 9.50 万元，换流站基础施工和海缆敷设产生的悬浮泥沙造成的生态损失补偿金额为 895.83 万元；生态补偿金总额为 905.33 万元。

#### 4.2.2 项目建设与风能资源的影响分析

福建沿海总体上受季风气候影响，其年平均风速较大，秋冬季以东北风为主，风向稳定，是风资源比较丰富的地区。其中闽江口以南至厦门湾部分位于台湾海峡中部，受台湾海峡“狭管效应”的影响，其年平均风速大，风向稳定，是风资源最丰富的地区，与全国相比也是最丰富的地区之一。

福建省是易受台风直接袭击的地区，考虑到换流站安全运行，换流站结构选型应充分考虑抗台风的安全因素，同时建议开展热带气旋影响专题研究。

#### 4.2.3 项目用海对港口航运资源的影响

根据《福州港总体规划》(2035)，项目附近的港区主要为松下港区，本项目的登陆点位于松下港区牛头湾作业区北侧南寨下附近，海缆路由与牛头湾 0# 泊位最近距离约 2.1km。本项目与松下港区内港口设施相距较远，加之有防波堤的阻隔，因此本工程与松下港区港口设施相互影响较小。但本工程±525kV 海缆路由需穿越中航路/外航路与松下港区的衔接航路，在穿越航路施工过程中，施工船舶需占用通航水域，将与衔接航路上进出松下港区的船舶产生相互影响。

本项目海缆穿越内航路和中航路，对推荐航路上船舶正常航行影响较小，但船舶紧急情况下的抛锚或拖锚，以及项目施工对推荐航路的船舶航行产生一定影响。

本项目换流站东西两侧存在商船的集束交通流轨迹，本项目海上换流站拟建场址位于福建沿海推荐中航路与外航路之间的过渡地带，项目距离西侧中航路交通流航迹带边界距离约 7.127km，距离东侧外航路交通流航迹带边界距离约 5.248km，本项目与附近主交通流航迹带边界的安全参考距离满足要求。

本项目附近客船轨迹一部分为航行于推荐内航路和推荐中航路上的船舶航

迹，一部分为本项目换流站北侧的两股从马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶轨迹，其中与马祖-基隆的客运航线中间存在长乐外海 I 区（南、北）风电场的 2 排风机。本项目海底电缆与推荐航路上的客运船舶轨迹存在交汇，但由于海底电缆填埋于海底 3m 以上，因此海底电缆与该部分客运船舶的通航安全影响较小，但本项目换流站与其北侧从马祖-台北的客运航线距离较近，可能会对该部分船舶的通航安全产生影响。

因此，本项目对周边港口航运资源影响较小。

### 4.3 生态影响分析

#### 4.3.1 海洋水文动力环境影响分析

(1) 工程前后流态与流速对比分析表明，由于换流站桩基尺度较小，阻水效应有限，与工程建设前相比，工程建设后，大、小潮流态没有发生明显变化，工程建设对大范围流场影响较小，对流场的影响仅局限于桩基局部约 100 m 范围内。

(2) 工程前后流场对比分析表明，大潮时段流速减幅大部分在 0.02m/s 以内，最大减幅可达 0.3 m/s 且主要集中在背水面桩后 50 m 以内范围内，两侧附近存在小范围流速增大区，增幅基本不超过 0.05m/s。

(3) 工程建设引起周边生态红线保护区流速变化值小于 0.01 cm/s，各保护目标海流基本不受本工程影响。

#### 4.3.2 冲淤环境影响分析

(1) 工程引起的冲淤影响主要在桩基基础附近，以淤积为主，对周边海床冲淤影响较小。由于工程海域悬沙浓度较低，水深较深，年冲刷淤积强度较小，最高年淤积强度为 2.8 cm；桩基涡旋区以外的平衡后最大淤积强度小于 5.0 m，最大冲刷强度为 0.2 m，达到冲淤平衡所需时间较长。考虑桩前湍流涡旋，不同公式计算的桩基最大冲刷深度介于 5.0~12.0 m 之间，平均值为 8.6 m，冲刷距离 17.4 m。由于海域受台风较严重，50 年一遇极端情况下的最大桩基冲刷深度可达 6 m，需引起重视。

(2) 工程建设对周边敏感目标冲淤基本无影响。

(3) 桩基冲淤受泥沙来源、波浪、极端天气等的综合作用较为复杂，由于极端天气过程的随机多变性，以及计算方法的局限性，使得冲淤变化计算值存在误

差，在后续施工期及运行期应当加强对工程周边海域及敏感目标的冲淤监测，以真实反映工程引起的冲淤变化，及时掌握桩基局部冲刷特征。

#### 4.3.3 水质环境影响预测分析

##### 4.3.3.1 项目悬浮物扩散环境影响评估

水质环境影响主要是由本项目施工期桩基及海底电缆施工所引起的悬浮泥沙扩散。根据《海洋环境影响评价技术导则》等要求，采用二维悬沙输移扩散数学模型，分别针对桩基施工和缆线铺设进行水质环境影响预测。

##### 4.3.3.2 悬浮泥沙影响预测结果与分析

电缆敷设工程由于作业路线较长，起悬泥沙量大，会对场区及毗邻海域造成一定影响，引起悬沙浓度 10~20 mg/L 的最大包络范围为 161.58 km<sup>2</sup>，20~50 mg/L 的最大包络面积为 108.43km<sup>2</sup>。

桩基施工引起悬沙浓度 > 10 mg/L 的最大包络面积较小，仅为约 0.0028 km<sup>2</sup>。

电缆施工可能对距离登陆点较近的闽江河口生物多样性维护生态功能区、长乐下沙海岸防护生态保护红线区、长乐海蚌资源增殖保护区实验区造成影响，距离最近的长乐下沙海岸防护生态保护红线区最大悬沙浓度增量可达 166.8 mg/L，建议可根据潮流情况合理安排施工，尽可能减少对红线区的影响。

##### 4.3.3.3 施工生产生活废水对海水水质的影响

在项目施工高峰期，在项目施工高峰期，同时施工船只最多有 24 艘，每艘船每天的含油废水产生量取 0.5m<sup>3</sup>/d，则施工高峰期施工船舶含油污水产生量为 12.0m<sup>3</sup>/d。施工船舶生活污水产生量为 43.2m<sup>3</sup>/d。施工船舶含油污水禁止直接外排，应事先经海事部门对其排污设备实施铅封，施工船舶生活污水经收集后，污水由有资质的单位进行接收处理。

项目施工高峰期施工营车辆冲洗废水产生量总计为 44m<sup>3</sup>/d，机修废水产生量为 27.544m<sup>3</sup>/d，以上废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗和场地洒水。施工人员生活污水产生量总计为 38.4m<sup>3</sup>，主要污染物为 COD、NH<sub>3</sub>-N。由于项目施工人员将租住于附近村庄中，并且利用居民区的化粪池处理，对海域水环境基本无影响。

总体而言，施工生产和生活污水排放量不大，各污染物排放量较小，对项

目海域水质影响不大。通过加强施工过程的环境管理,认真实施污染控制措施,避免生产和生活污水直接排入施工海域,则能够将施工期废水排放对海洋水质环境的影响降低到最低程度。

#### 4.3.3.4 运营期对海水水质影响分析

运行期换流站设备每年检修一次,定期更换润滑油机油等,平均残废油产量为 2m<sup>3</sup>/a。换流站日常维护涉及的油类物质由换流站厂家提供统一进行回收处置,对周边海域水环境基本无影响。

本项目换流站防腐采用的是外加电流阴极保护方式,利用外部直流电源对被保护体提供阴极极化,实现对被保护体的保护。项目运营过程中对重金属释放量较少,对海水水质影响较小。

#### 4.3.3.5 温排水对海水水质影响分析

根据项目设计,外冷系统采用海水直流系统,将换流阀热量最终排至大海。海水泵采用潜水泵,抽取平台下方海水,通过水水换热器吸收淡水循环迁移来的换流阀热量后再排放至大海。海水进/排水温差按 9℃设计,海水流量约 2805 m<sup>3</sup>/h。设置 4 台海水泵,3 用 1 备。单台海水泵流量为 1000 m<sup>3</sup>/h,扬程 70 m,总设计流量为 3000 m<sup>3</sup>/h。

采用数值模拟方法模拟温排水的影响范围。对流扩散方程如下:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} = D_x \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + S + Q$$

S 为源强项, Q 为海气交互热交换源汇项:

$$Q = \frac{-E \times \Delta t}{S_c \times h}$$

S<sub>c</sub>为热比容,取 4.2×10<sup>3</sup>J/kg·C, E为热交换系数,取 30w/m<sup>2</sup>·C, Δt为海气温差。

根据工程区域水文特征,平均水温为 22° C。仅考虑温排水,排除气温加热冷却影响,气温取 22° C。温排水边界源强按设计流量计算,为 0.83kg/s,起始温度为 31° C,连续模拟 15 天,绘制温升包络线。

从模拟结果可以看出,由于温排水排水量较小,工程区域水深较深,1° C 温升范围小于 1 个网格(2 米),可以认为其温排水对工程区周边影响较小,通过合理布置温排水口,可以使温排水影响限制在确权范围内。



表 4.3-1 温排水不同温升影响面积

序号	温升 (° C)	面积 (平方米)
1	0.25	2.2
2	0.2	14.6
3	0.15	25.4
4	0.1	106.3

#### 4.3.4 沉积物环境影响预测分析

##### 4.3.4.1 施工产生的悬浮泥沙扩散和沉降对沉积物的影响

施工期的悬浮泥沙主要是由于换流站施工引起的，它们的环境背景值与工程区海域沉积物背景值相近或相同，施工过程只是将沉积物的分布进行了重新调整。因此，施工期悬浮物对工程海域沉积物质量的影响很小，工程施工后，经沉淀后沉积物的性质基本不变，不会明显改变工程海域沉积物的质量，海域沉积物环境基本可以维持现有水平。

##### 4.3.4.2 施工期废水对海洋沉积物的影响

污染物排入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。

本项目施工污水主要为施工生产废水。施工废水量较少，污染排放量较小，对海域水质的影响不大，对沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，并将施工生活垃圾和施工废弃物一同清运至垃圾处理厂处理，避免直接排入海域，对工程海域沉积物的质量影响很小。

##### 4.3.4.3 运营期海洋沉积物环境影响分析

本项目换流站防腐采用的是外加电流阴极保护方式，利用外部直流电源对被保护体提供阴极极化，实现对被保护体的保护。项目运营过程中对重金属释放量较少，其主要成分为 Al、Zn、In，溶解后将随海水扩散进入大范围的海水中，部分沉积于桩基附近沉积物中。类比同类其他项目，项目区海域沉积物锌含量仍然能够满足一类海洋沉积物质量标准  $150 \times 10^{-6}$  要求。因此工程实际运行中对区

域海洋沉积物环境不会有明显不利影响。

### 4.3.5 海洋生态环境影响预测分析

#### 4.3.5.1 施工期悬浮泥沙对海洋生态环境影响分析

##### (1) 对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要反映在对生长率的影响，对摄食率的影响以及对丰度、生产量及群落结构的影响。

类比长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物光合作用。

1990 年，Kirk 研究了悬浮物对轮虫和枝角类生长率及种群增长率的影响。结果发现悬浮粘土对枝角类的丰度、存活率及繁殖率等有显著影响，这种影响与悬浮粘土的浓度、粒径及浮游动物的饵料生物—浮游植物的浓度有关。对网纹蚤 (*Ceriodaphnia*) 的繁殖实验表明：当悬浮粘土浓度为 10mg/L 时，繁殖出了第二代，且无个体死亡；当浓度为 50mg/L 时，则第一代个体仅存活了 5d，且无第二代产生。

另外，Kirk 还研究了水中的无机颗粒对浮游动物摄食率的影响作用。结果表明，悬浮于水中的粗粘土大大降低了枝角类的摄食率， $C=50\text{mg/L}$  时，摄食率下降 13%~83%，对轮虫则无影响。

Kirt 的研究结果显示，悬浮物的存在可以改变浮游动物的群落结构，当水中无悬浮物时，枝角类为优势种，当水中悬浮物浓度升高时，优势种则为轮虫。

总体来说，由于施工造成海域 SPM 浓度增大，从而对海域浮游生物造成的这种影响是不可避免的，但是该影响暂时的和有限的，一般情况下，施工停止 3~4 个小时后，悬浮泥沙绝大部分沉降于海底，海水水质就可恢复到原来状态。根据鲍建国等的研究，浮游生物群落的重新建立所需时间较短，一般只需要几天到几周的时间，因此随着项目工程结束后，浮游生物很快就建立起新的群落，而悬浮泥沙对浮游生物造成的影响也随之消失。

##### (2) 对底栖生物的影响

本工程海底电缆铺设过程中，除所占海域内的底栖生物完全被覆盖外，其外围周边海域的底栖生物也将受入海泥沙的影响。如果大量悬浮物的沉积将掩

埋工程区两侧的底栖生物，可能引起底栖生物，特别是蛤、螺等双壳类动物水管受到堵塞致死，这种影响主要集中于工程区外围悬浮泥砂含量较高的局部区域内。

### (3) 对渔业资源的影响

施工期间由于悬浮泥沙入海会在一定程度上对施工区附近海域的渔业资源环境产生影响。由于海洋生物的“避害”反应，施工区外围海域自然生长的游泳动物将变少。泥沙悬浮物在许多方面对鱼类产生不同的影响。首先，悬浮微粒对鱼类的机械作用，水体中含有大小不同的，从几十微粒到十余微米的矿质颗粒，在悬浮微粒过多时将导致海水的混浊度增大，透明度降低，不利于天然饵料的繁殖生长。其次，水中大量存在的悬浮物也会使鱼类造成呼吸困难和窒息现象，因为这些微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，将沉积在鳃瓣、鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且将隔断了气体交换的进行，甚至严重时导致窒息。不同鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，悬浮物质的含量水平为  $8 \times 10^4 \text{mg/L}$  时，鱼类最多只能存活一天；含量水平为  $6000 \text{mg/L}$  时，最多能存活一周；若每天做短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物浓度达到  $2300 \text{mg/L}$ ，则鱼类能存活 3-4 周。通常认为，悬浮物质的含量达到  $200 \text{mg/L}$  以下及影响期较短时，不会导致鱼类直接死亡。并且，由于本工程施工水域相对较开阔，鱼类的规避空间大，因此泥沙入海对其的影响更多表现为驱散效应，鱼类受此影响较小。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多对悬浮泥沙有较强的抗性，总的来说，施工产生的悬浮泥沙对游泳生物的影响较小。

#### 4.3.5.2 桩基施工、电缆敷设对底栖生物的影响

本项目建设 1 台海上换流站，换流站基础采用导管架基础型式，共 16 根钢管桩，钢管桩直径 4.5m，因此换流站桩基占用海域面积约为  $254.3 \text{m}^2$ 。

根据附近水文资料，本项目桩基占用的为大型底栖生物，根据生态环境调查资料可知，本项目大型底栖生物春秋季节生物量平均值为  $6.92 \text{g/m}^2$ ，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，换流站桩基实施造成的底栖生物损失量为  $254.3 \text{m}^2 \times 6.92 \text{g/m}^2 \div 1000 = 1.76 \text{kg}$ 。

本工程电缆施工采用牵引式敷埋方法，沟槽顶宽约为 1.5m，考虑到槽沟开

挖过程中堆向两侧的淤泥将会覆盖底栖生物生境，因此将 1.5m 作为开沟作业对底栖生物的影响宽度，本项目 525kv 海底电缆路由总长度约为 151.48km，则临时影响底栖生物面积为 227220m<sup>2</sup>，工程周边海域底栖生物量按平均 6.92g/m<sup>2</sup>，工程电缆铺设将引起底栖生物的损失量约为 1572.36kg。

本项目换流站桩基实施造成的底栖生物损失量为 1.76kg；电缆敷设施工造成的底栖生物损失量为 1572.36kg；本项目总体施工造成的底栖生物损失量为 1574.12kg。

#### 4.3.5.3 对区域生态环境的影响分析

根据上述预测分析，本项目的实施，由于换流站桩基及海底电缆的施工造成悬浮泥沙入海，将对项目所在海区的浮游动植物、底栖生物、渔业资源等造成一定的影响；同时，工程将造成所占用海域范围内的浮游动植物、底栖生物和渔业资源的直接损失。本项目建设对海洋生态的影响主要表现在底栖生物、鱼卵仔鱼及游泳动物的损失。导致的海洋生物量的损失主要包括工程建设桩基占用海域导致底栖生物永久性消失和海缆敷设占用海域导致底栖生物临时性消失、桩基施工及海缆施工期间悬浮泥沙导致海洋生物的损失。根据项目施工对海洋生物影响的定量计算，本项目换流站桩基及电缆施工导致底栖生物损失量为 1574.12kg，施工产生的悬浮泥沙造成鱼卵、仔稚鱼和游泳动物损失量分别为 171761820.6 粒、57383181.6 尾和 11701.59kg。

从整体而言，换流站桩基及海底电缆施工产生的影响将随着施工结束，其功能均将迅速恢复，生物生境也将随之改善，对于整个评价海域而言，其生物种类、群落结构、生物多样性和生态系统服务功能的影响和变化很小，不会导致当地海洋生态结构和功能发生明显改变；此外，项目调查区未发现珍稀濒危野生动物，项目施工直接影响区不涉及海洋自然保护区、濒危海洋生物保护区、海洋生物苗种场等生态敏感区，因此，本项目的施工对区域海域生态群落结构的影响较小，对生态系统的功能和稳定性不会产生重大影响。

#### 4.3.5.4 运营期海洋生态影响分析

##### (1) 对底栖生物的影响分析

运行期对海洋生态的影响主要是换流站桩基和海底电缆等永久设施占地周

围区的底栖生物的生境遭到永久的破坏，在该范围内的底栖生物不可恢复。但换流站基础有一定的表面积，为底栖生物提供了一个较好的附着场所，具有一定的鱼礁效应，在一定程度上可增加换流站周边区域藻类、贝类鱼类的生物多样性。

#### (2) 对海洋生态系统服务功能的影响分析

海上换流站项目建设对海洋生态和渔业的影响最终体现在造成部分生态系统服务功能的破坏或丧失。海洋生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。项目建设所在海域的生态系统服务功能可划分为物种栖息地、养殖生产、污染净化等 3 个方面的主导功能。

##### ①物种栖息地

项目建设所在海域是部分水生动物栖息、繁殖场所。风电场项目建设施工期会对该区域的水生动物栖息、觅食产生一定的干扰，主要对幼体造成一定程度的伤害，对成体造成回避。但在运行期基本不受影响。

##### ②养殖生产

海洋生态系统通过初级生产与次级生产，合成与生产人类生存必需的有机质及其产品。风机基础实际占用海域面积较小，项目海缆敷设区域 500m 范围内禁止养殖活动，项目区周边无养殖活动，因此不影响整个海域养殖主导功能的发挥。

### 4.3.6 工程建设对鸟类的影响

#### 4.3.6.1 施工期对鸟类的影响分析与评价

本项目施工对鸟类主要影响因素有：海上换流站基础施工、安装、船舶运输、海缆敷埋等施工活动。各种施工机械如施工和运输船舶、承台施工、海上分体组装与吊装、海缆敷埋等施工活动所产生噪声、干扰，会对施工区及周边的水鸟产生一定的影响。

##### (1) 施工期对鸟类栖息和觅食影响

根据调查，项目评价区周边主要分布有鸥类水鸟。海上换流站和海缆周边主要为海域和浅海水域、岩石海岸，分布有中杓鹬、红腹滨鹬等鸻鹬类，黑尾鸥、西伯利亚银鸥、黄脚银鸥、大凤头燕鸥、白额燕鸥、白腰燕鸥、褐翅燕鸥、粉红燕鸥、普通燕鸥等鸥类，白鹭、黄嘴白鹭等鹭类 13 种。

根据鸟类生物学和生态学特性，结合对鸟类行为学研究实践，针对施工期对

栖息和觅食的具体影响分析如下：

游禽类：为黑尾鸥、西伯利亚银鸥、黄脚银鸥、大凤头燕鸥、白额燕鸥、白腰燕鸥、褐翅燕鸥、粉红燕鸥、普通燕鸥等鸥类，喜集群或单独活动，重度受人为活动干扰，这些鸥类在福建省沿海广泛分布，数量较大。在施工期，距离其150~200m，就会对其活动产生影响，在距离200m以上，影响会明显减弱。海上换流站和海缆敷埋位于水鸟分布区周边，施工期对海上换流站施工区及周边觅食活动的黑尾鸥、西伯利亚银鸥、大凤头燕鸥、白额燕鸥、褐翅燕鸥、粉红燕鸥、普通燕鸥等鸥类产生一定的负面影响，减少了一些觅食、活动地域，由于海上换流站和海缆敷埋施工期较短，受影响程度为轻微影响，影响有限，项目区周边可以容纳其继续生存、觅食，能有效缓解这些负面影响，其影响是可以接受的。

海上换流站基础施工、安装及海缆敷埋会破坏项目区的海洋鱼类的生境，使项目区的鱼类的种类和生物量减少，进而影响鸥类觅食。但由于施工作业属短期行为，施工结束后，底栖生物和鱼类可在一定时间内得以恢复，同时施工影响范围仅限于海上换流站、海缆周边，施工活动对水域的扰动影响有限，仅局部影响周围水域内水生生物的种类和数量，而且在海上换流站、海缆敷埋施工区的鸥类活动较少，因此项目建设对鸥类产生较小影响。

综上所述，由于海上换流站、海缆施工区为海域，鸟类主要为鸥类，属于广泛分布的种类，为常见物种，且多数属于轻微或者中度受干扰的种类。施工期虽然对鸥类的觅食、活动将产生一定的负面影响，减少了一些觅食、活动地域，但由于海上换流站和海缆敷埋施工期较短、项目建设区距鸥类停歇的部分岛屿较远，受项目建设影响的物种及其数量也有限，项目区周边可以容纳其继续生存，能有效缓解这些负面影响，其影响是可以接受的。

## （2）施工期对鸟类迁徙影响

由于项目区域缺乏适合鸕鹚类、鹭类等涉禽类栖息的潮间带滩涂。施工区不涉及鸟类鸕鹚类、鹭类等涉禽类主要栖息地，同时项目评价区不是水鸟主要迁徙路线，因此施工时对鸕鹚类、鹭类等涉禽类迁徙基本上无影响。

项目评价区域迁徙鸟类主要为鸥类等游禽类，在评价区分布的种类和数量较少，属于广泛分布的种类。施工时仅涉及少量的涉禽类活动区域，而且在此区域

活动鸥类等游禽类数量较少，同时项目建设区距离闽江河口、福清湾等鸟类迁徙主要越冬地和迁徙路线分别超过约 25km 和 14km 以上，项目评价区不是迁徙鸟类主要迁徙路线，对偶尔在上空迁徙路过的鸟类影响很小。因此，施工期对鸥类等游禽类迁徙影响较小。

综上所述，项目建设区距离闽江河口、福清湾等鸟类迁徙主要越冬地和迁徙路线分别超过约 25km 和 14km 以上，而项目评价区不是迁徙鸟类主要迁徙路线，项目建设施工期对迁徙鸟类影响较小。

### (3) 施工期对鸟类繁殖影响

截至目前实地调查情况看，项目评价区双脾岛发现有白额燕鸥繁殖，双脾岛与海缆敷埋路线距离 1.5km，施工期对其有一定的影响，但白额燕鸥在长乐及周边滨海区域有较多的繁殖地，可以容纳其继续生存、觅食，能有效缓解这些负面影响，其影响是可以接受的。未发现项目评价区有褐翅燕鸥、粉红燕鸥、黑尾鸥等鸥类集中繁殖的区域，施工期不会对其繁殖造成影响。应加强监测，及时关注对燕鸥类活动的影响，并制定相应保护措施。

#### 4.3.6.2 陆上集控站施工对鸟类影响分析

陆上集控站推荐登陆点位于长乐区松下镇福建港隆仓储、加工建设项目用地东侧，该处风浪较小、附近无大型建筑设施及海底障碍、海洋渔业活动较少，拟选在长乐区松下镇内。

站址位于福州市长乐区松下镇垵下村东部，垵下溪北部，距松下镇中心区约 2.8km。站址主要为林地、草地、工业用地、果园，地形平坦，站址南侧紧邻垵下溪，站址范围内现有长乐红豆杉针织、珠山农业综合开发有限公司厂房及珠山果林，选址用地现状主要依托穿越垵下村与西寨的道对外通行。村道（宽度约 4~5m）均向西连接南阳大道（G228、宽度约 46m）。

陆上集控站主要是果树林，林下有一些杂草等。据调查陆上集控站项目区鸟类是以伴人居和农田鸟类为主，主要有白鹭、家燕、白头鹎、珠颈斑鸠和麻雀等一些常见的伴人居和农田鸟类。因此，陆上集控站施工对鸟类的影响主要是对伴人居和农田鸟类的影响，陆上集控站、陆上电缆和进场道路等占用栖息地，临时施工场地占用栖息地、人为干扰和噪声等在陆上集控站施工区及周

边的鸟类产生影响。

在陆上集控站项目区内主要有家燕、白头鹎、珠颈斑鸠和麻雀等等伴人居和农田鸟类，通常单独活动或者集群，中度或轻度受人为活动干扰。在施工期，距离其 10~40m，会对其活动产生影响，陆上集控站项目区的大部分伴人居和农田鸟类，不易受影响，少量会受影响的鸟类会远离项目区活动，到附近其他区域活动，使该区域鸟的种类减少、种群数量降低，待施工结束后，其影响可以消除。但是这些鸟类在福建省普遍分布，数量多。因此，施工期对陆上集控站分布的鸟类影响较小。

#### 4.3.6.3 运营期对鸟类的影响分析与评价

##### 4.3.6.3.1 运营期对鸟类觅食的影响分析与评价

###### (1) 运营期对冬候鸟觅食的影响分析与评价

根据调查，项目评价区周边冬候鸟有黑尾鸥、黄腿银鸥、西伯利亚银鸥，是项目评价区主要的迁徙越冬候鸟，但这些冬候鸟种类数量均较少，且是常见、广泛分布的物种，黑尾鸥主要是在沿岸的岩石海岸和附近海域觅食或停歇。海上换流站距离鸬鹚类和鹭类觅食地超过 50km，运营期对其觅食没有影响；由于在项目评价区分布冬候鸟游禽水鸟的数量较少，运营期对鸥类冬候鸟觅食会产生较小影响。

###### (2) 运营期对留鸟觅食活动的影响分析与评价

项目评价区有白鹭、白头鹎、八哥、麻雀等留鸟，这些留鸟主要是分布于项目评价区陆地上，海上换流站建设区域在海上，海上换流站建设对留鸟没有影响。陆域项目评价区不是留鸟主要觅食地，对留鸟影响较小。

###### (3) 运营期对夏候鸟觅食的影响分析与评价

根据调查，项目评价区夏候鸟有鸥类（黑尾鸥、大凤头燕鸥、白额燕鸥、褐翅燕鸥、粉红燕鸥）和黄嘴白鹭，主要分布在沿岸海域和马祖列岛附近海域，项目评价区的鸥类觅食地距离海上换流站 10km 以上，觅食地距离海上换流站较远，黑尾鸥、褐翅燕鸥等鸥类夏候鸟觅食基本无影响。

项目评价区是夏候鸟游禽鸥类和黄嘴白鹭繁殖区，海上换流站周边未发现有鸥类和黄嘴白鹭在评价区内集群繁殖，且不是其主要觅食区。



综上所述，海上换流站仅占用少量鸟类的觅食地，而且距离项目评价区鸟类主要觅食地较远，海上换流站对冬候鸟、留鸟和夏候鸟觅食影响小。海缆对运营期鸟类觅食不造成影响。

#### **4.3.6.3.2 运营期对鸟类迁徙的影响分析与评价**

海上换流站虽然主体位于东亚—澳大利西亚迁飞通道内，同时位于西太平洋迁飞通道范围内，但是经调查项目评价区并非是迁徙鸟类所经过迁徙路线。鸬鹚类和普通鸬鹚等水鸟为项目评价区外的鸟类，也是主要的迁徙鸟类。鸬鹚类和普通鸬鹚类的迁飞主要在高空中依靠气流来带动飞行，鸬鹚类和普通鸬鹚迁徙大多是高空迁飞，这些候鸟迁飞高度超过 300m，项目评价区鸟类迁飞的高度超过海上换流站高度。因此，海上换流站运营期对水鸟迁徙不造成影响。海缆运营期对水鸟迁徙不造成影响。

#### **4.3.6.3.3 运营期对鸟类繁殖的影响分析与评价**

海上换流站运行时发出的噪音、工作人员的活动对周围的繁殖鸟类也会造成一定的干扰，使这些鸟类远离海上换流站活动。但是海上换流站面积小，未发现项目评价区海域有主要的水鸟在些区域繁殖，因此，海上换流站不会对繁殖鸟类繁殖造成影响，不会因为干扰繁殖鸟类的活动而造成繁殖鸟类的营巢成功率下降，对繁殖鸟类繁殖期的觅食和繁殖基本不会影响。项目评价区海上换流站运营期对项目评价区繁殖鸟类的繁殖基本不影响。海缆运营期对鸟类繁殖不造成影响。

#### **4.3.6.3.4 运营期对鸟类栖息地的影响分析与评价**

海上换流站是海域，离岸距离约 50km，对水鸟以及陆地的鸟类栖息、觅食产生的影响相对较小，而且分布在海上换流站周围的鸟类相对较少，对运营期鸟类栖息地总体影响小。海缆运营期对鸟类栖息地不造成影响。

#### **4.3.6.4 鸟类影响综合评价结论**

##### **4.3.6.4.1 施工期对鸟类的影响分析与评价**

(1)施工期对鸟类栖息和觅食影响：由于海上换流站、海缆施工区为海域，鸟类主要为鸥类，属于广泛分布的种类，为常见物种，且多数属于轻微或者中度受干扰的种类。施工期虽然对鸥类的觅食、活动将产生一定的负面影响，减少了一些觅食、活动地域，但由于海上换流站和海缆敷埋施工期较短、项目建

设区距鸥类停歇的部分岛屿较远，受项目建设影响的物种及其数量也有限，项目区周边可以容纳其继续生存，能有效缓解这些负面影响，其影响是可以接受的。

(2) 施工期对鸟类迁徙影响：项目建设区距离闽江河口、福清湾等鸟类迁徙主要越冬地和迁徙路线分别超过约 25km 和 14km 以上，而项目评价区不是迁徙鸟类主要迁徙路线，项目建设施工期对迁徙鸟类影响较小。

(3) 施工期对鸟类繁殖影响：截至目前实地调查情况看，项目评价区双脾岛发现有白额燕鸥繁殖，双脾岛与海缆敷埋路线距离 1.5km，施工期对其有一定的影响，但白额燕鸥在长乐及周边滨海区域有较多的繁殖地，可以容纳其继续生存、觅食，能有效缓解这些负面影响，其影响是可以接受的。未发现项目评价区有褐翅燕鸥、粉红燕鸥、黑尾鸥等鸥类集中繁殖的区域，施工期不会对其繁殖造成影响。应加强监测，及时关注对燕鸥类活动的影响，并制定相应保护措施。

(4) 陆上集控站施工对鸟类影响分析：在陆上集控站项目区内主要有家燕、白头鹎、珠颈斑鸠和麻雀等等伴人居和农田鸟类，通常单独活动或者集群，中度或轻度受人为活动干扰。在施工期，距离其 10~40m，会对其活动产生影响，陆上集控站项目区的大部分伴人居和农田鸟类，不易受影响，少量会受影响的鸟类会远离项目区活动，到附近其他区域活动，使该区域鸟的种类减少、种群数量降低，待施工结束后，其影响可以消除。但是这些鸟类在福建省普遍分布，数量多。因此，施工期对陆上集控站分布的鸟类影响较小。

#### **4.3.6.4.2 运营期对鸟类的影响分析与评价**

(1) 运营期对鸟类觅食的影响分析与评价：项目评价区鸟类觅食地主要位于沿岸周边海域，海上换流站距离鸟类主要觅食地距离超过 50km，对其觅食影响轻微，运营期项目对鸥类栖息、觅食的影响程度较小。海上换流站仅占用少量鸟类的觅食地，海上换流站对冬候鸟、留鸟和夏候鸟觅食影响小。海缆对运营期鸟类觅食不造成影响。

(2) 运营期对鸟类迁徙的影响分析与评价：海上换流站虽然主体位于东亚—澳大利西亚迁飞通道内，同时位于西太平洋迁飞通道范围内，但是经调查项

目评价区并非迁徙鸟类所经过迁徙路线。鸬鹚类和普通鸬鹚等水鸟为项目评价区外的鸟类，也是主要的迁徙鸟类。鸬鹚类和普通鸬鹚类的迁飞主要在高空依靠气流来带动飞行，鸬鹚类和普通鸬鹚迁徙大多是高空迁飞，这些候鸟迁飞高度超过 300m，项目评价区鸟类迁飞的高度超过海上换流站高度。因此，海上换流站运营期对水鸟迁徙不造成影响。海缆运营期对水鸟迁徙不造成影响。

(3)运营期对鸟类繁殖的影响分析与评价：海上换流站运行时发出的噪音、工作人员的活动对周围的繁殖鸟类也会造成一定的干扰，使这些鸟类远离海上换流站活动。但是海上换流站面积小，未发现项目评价区海域有主要的水鸟在这些区域繁殖，因此，海上换流站不会对繁殖鸟类繁殖造成影响，不会因为干扰繁殖鸟类的活动而造成繁殖鸟类的营巢成功率下降，对繁殖鸟类繁殖期的觅食和繁殖基本不会影响。项目评价区海上换流站运营期对项目评价区繁殖鸟类的繁殖基本不影响。海缆运营期对鸟类繁殖不造成影响。

(4)运营期对鸟类栖息地的影响分析与评价：海上换流站是海域，离岸距离约 50km，对水鸟以及陆地的鸟类栖息、觅食产生的影响相对较小，而且分布在海上换流站周围的鸟类相对较少，对运营期鸟类栖息地总体影响小。海缆运营期对鸟类栖息地不造成影响。

#### **4.3.6.4.3 鸟类影响综合评价结论**

综上所述，长乐外海集中统一送出工程项目符合《福建省近海海上风电场工程规划报告》，项目建设对项目评价区鸟类的综合影响较小，属于可接受范围。建设单位在严格执行环保“三同时”制度并严格落实本报告所提出的保护措施前提下，可将其对项目评价区鸟类不利影响降低到最小程度，其影响是可接受的，从对鸟类影响的角度分析论证，认为项目建设是可行的。

#### **4.3.7 噪声对海洋生物的影响分析**

##### **(1) 施工期水下噪声影响**

类比监测和数值模拟表明，本工程桩基施工中的水下打桩施工将对周围海域的海洋生物带来一定影响。因此，本工程施工中，应采取一些保护措施，在进行首次水下打桩时先进行小强度的“软启动”，以达驱赶海洋鱼类游离作业区，到达一定距离外的安全海域。

## (2) 营运期水下噪声影响

营运期海上换流站不产生水下噪声，对水下声环境无影响。

### 4.3.8 电磁辐射对海洋生物的影响分析

基于类比监测和仿真分析，可知本工程海上换流站产生的电磁辐射对海洋生物没有影响。220kV、500kV 海底电缆产生的电磁辐射对海洋生物影响也不显著，但由于水下电磁辐射原位测量困难，模拟仿真的准确度无法进行实测验证，并且电磁强度对海洋生物的影响数据缺乏，这部分工作将来还需进一步研究。

## 5 海域开发利用协调分析

### 5.1 开发利用现状

#### 5.1.1 社会经济概况

社会经济概况引自《2023年福州市国民经济和社会发展统计公报》。

##### （一）综合

初步核算，全年实现地区生产总值 12928.47 亿元，比上年增长 5.2%。其中，第一产业增加值 721.59 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 4675.12 亿元，增长 4.8%；第三产业增加值 7531.77 亿元，增长 5.5%。第一产业增加值占地区生产总值的比重为 5.6%，第二产业增加值比重为 36.1%，第三产业增加值比重为 58.3%。全年人均地区生产总值 152846 元，比上年增长 4.9%。

##### （二）农业

全年农林牧渔业总产值 1235.28 亿元，比上年增长 4.1%。粮食种植面积 8.73 万公顷，比上年增加 0.06 万公顷。粮食产量 49.63 万吨，比上年增加 0.26 万吨，增长 0.5%。其中，稻谷产量 24.04 万吨，减少 0.06 万吨，下降 0.2%。

##### （三）工业和建筑业

全年全部工业增加值比上年增长 2.7%。规模以上工业增加值增长 3.3%。其中，轻工业下降 9.0%，重工业增长 9.9%；采矿业增长 13.3%，制造业增长 2.8%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长 7.2%。工业产品销售率 95.11%。

##### （四）服务业

全年批发和零售业增加值 1668.69 亿元，比上年增长 8.9%；交通运输、仓储和邮政业增加值 501.76 亿元，增长 6.5%；住宿和餐饮业增加值 188.74 亿元，增长 9.9%；金融业增加值 1719.85 亿元，增长 7.8%；房地产业增加值 584.68 亿元，下降 9.7%。规模以上服务业企业营业收入比上年增长 7.9%。

##### （五）国内贸易

全年社会消费品零售总额 4963.76 亿元，比上年增长 6.1%。限额以上零售总额按经营地统计，城镇消费品零售额 2383.14 亿元，增长 3.9%；乡村消费品零售额 89.27 亿元，下降 1.3%；按消费形态统计，商品零售额 2218.80 亿元，增长 2.7%；餐饮收入 253.61 亿元，增长 13.5%。

#### （六）固定资产投资

全年固定资产投资比上年增长 3.2%。第一产业投资增长 9.2%；第二产业投资增长 31.4%，其中，工业投资增长 30.2%；第三产业投资下降 5.2%。基础设施投资增长 18.3%。全年到位资金比上年下降 3.0%。

#### （七）对外经济

全年进出口总额 3435.3 亿元，比上年下降 5.7%。其中，出口额 2558.5 亿元，增长 0.2%；进口额 876.8 亿元，下降 19.6%。

#### （八）财政金融

全年一般公共预算总收入 1189.77 亿元，比上年增长 12.3%，其中，地方一般公共预算收入 754.08 亿元，增长 8.0%。一般公共预算支出 1007.78 亿元，增长 0.2%。

#### （九）居民收入消费和社会保障

全年居民人均可支配收入 48861 元，比上年增长 5.3%。按常住地分，农村居民人均可支配收入 28636 元，增长 6.7%；城镇居民人均可支配收入 58009 元，增长 4.3%。

#### （十）福州市电力状况

福州市是福建省沿海主要负荷中心之一，2023 年福州全社会用电量与最高负荷分别达 606 亿 kWh、10867MW，分别较上年增长 3.5%和-2.0%。目前福州电网主要依靠省网供电，区内省网主力电源有华能福州电厂（一厂 700MW、二厂 1320MW）、水口水电站（1550MW）、可门电厂（4×600MW）、江阴电厂（2×600MW）、玉融核电（4×1089+2×1150MW）、新辉电厂（2×1000MW）外。

至 2023 年底，福州电网已有福州、东台、洋中、笠里、燕墩、井门 6 座 500kV 变电站，变电总容量 11900MVA；220kV 公用变电站 44 座，总容量 18240MVA。区域 500kV 电网是福建沿海双通道的重要组成部分。220kV 电网已形成以西部水口水电站/笠里变、东部华能福州电厂、北部福州 500kV 变电站、南部东台、井门 500kV 变电站为主电源，沿闽江下游两岸，以福州市区为中心的环网结构，连江、罗源电网以 500kV 洋中变和新澳电厂为主电源，福清、平潭电网形成以 500kV 燕墩变为中心的辐射、环网结构。

本工程临近的长乐地区 2023 年全社会用电量与最高负荷分别达 128.9 亿 kWh、2144MW，分别增长 5.7%、4.9%。长乐电网现有井门变 1 座 500kV 变电站（2×1200MVA），8 座 220kV 变电站，变电总容量 3840MVA；另有安元 220kV 专用变。

2023 年福州 220kV 电网现状接线见图 5.1-1。

**图 5.1-1 2023 年福州 220kV 及以上电网现状接线图**

### 5.1.2 海域使用现状

本项目海上换流站位于长乐区松下镇外海海域，长乐外海 I 区（南）风电场场区内，水深范围在 51.5-56.1m 内。海缆登陆点位于长乐南寨下村沿岸，海缆水深范围 0m~56.1m。

工程区及附近海域的海洋开发活动主要有港口码头、航路、锚地、海底管线、风电场等。

#### 5.1.2.1 港口

根据《福州港总体规划（2035）》，项目附近的港区主要为闽江口内港区、松下港区与平潭港区。

##### （1）闽江口内港

闽江口内港区主要发展对台客运，兼顾能源、集装箱等货运功能，下辖青州、筹东、洋屿、松门、象屿、长安、小长门、琅岐、粗芦岛等九个作业区和黄岐作业点。

##### （2）松下港区

松下港区已建成 10 个泊位，如**错误!未找到引用源。**所示。同时，松下港区在建元洪作业区 1、2#泊位和牛头湾作业区 4#泊位。

##### （3）平潭港区

平潭港区现有泊位 8 个，其中万吨级以上码头泊位 5 个，如**错误!未找到引用源。**所示。

#### 5.1.2.2 航路航道

本项目《长乐外海集中统一送出工程项目海上换流站选址通航安全分析报告》2024 年 8 月 21 日已通过专家评审（附件 3），本章节引用航安全分析报告相关结

论。

根据《中国港口指南》、《中国航路指南》和《福建沿海航行指南》，项目附近主要有闽江口进港航道、福清湾深水航道、马祖福澳港航道和白沙港航道以及福建沿海内航路、中航路和外航路。

#### 5.1.2.2.1 推荐航路

本项目附近的主要沿海航路分为内航路、中航路和外航路。

##### (1) 内航路

推荐内航路距岸较近、水深较浅、可航水域宽度有限、转向点多，部分航段在岛屿间穿行，碍航物多，航路交叉多，水流情况复杂，但沿途助导航设施完备，能方便应用岛屿、灯塔、灯标等路标定位。通航船舶以 5000 吨级以下船舶为主，船舶通航密度较大，尤其是大风浪期间船舶交通流较为集中，部分航段因航路水深、航路可航宽度受限仅供小型船舶航行。本航路未设定宽度，建议南下航行船舶沿航路西侧或北侧可航水域航行，北上航行船舶沿航路东侧或南侧可航水域航行，以减少会遇局面。

##### (2) 中航路

中航路北自福建与浙江辖区沿海交界、台山岛东侧，南至福建与广东辖区沿海交界。该航路是中型船舶过境福建沿海或前往福建沿海各主要港口的常用航路，船舶通航密度较大。航路顺直，海域开阔，转向点少，水深和通航净空高度不受限制，助导航设施完备，可满足中型及以上船舶航行。本航路未设定宽度，建议南下航行船舶沿航路西侧可航水域航行，北上航行船舶沿航路东侧可航水域航行，以减少会遇局面。

##### (3) 外航路

外航路北自福建与浙江辖区沿海交界，南至福建与广大辖区沿海交界，海域开阔，航路顺直，转向点少，碍航物少，水深不受限。航路距岸较远，船舶航行受风浪影响大，可供定位的陆标较少。该航路可供大型船舶全天候航行，以及良好天气海况下中型船舶航行。该航路由相对分隔开的北向外航路和南向外航路组成，建议北上航行船舶沿北向外航路航行，南下船舶沿南向外航路航行。



### 5.1.2.2.2 航道

#### (1) 闽江口内港区航道

闽江口内港区航道以马尾为界，分为闽江通海航道、闽江南港（乌龙江）航道和闽江北港（台江）航道。由于台江、马尾作业区未来将结合马尾新城的规划建设情况逐步改造为城市功能，闽江北港（台江）已调整为以客运、旅游为主，闽江南港（乌龙江）航道以内河货运为主，营前至长通码头为 5000 吨级航道（可通航 8000 吨特定船型）。规划闽江通海航道马尾作业区至内沙段满足 2 万吨级杂货船乘潮通航，内沙至外沙（七星礁）段满足 3 万吨级杂货船乘潮通航。

#### (2) 福清湾深水航道

福清湾深水航道全长 32.17km。主航道，自口外（G1）至东洛岛南侧（G3）段全长 15.45km，航道宽度 250m~420m，设计底高程-15.5m，满足 15 万吨级乘潮单线航道。牛头湾作业区航道，自东洛岛南侧（G3）至牛头湾作业区 12#、13# 泊位（N3）段全长 5.23km，航道宽度 290m，设计底高程-14.8m，满足 15 万吨级散货船乘潮单线通航。（N1）点至牛头湾作业区 3# 泊位（N2）段全长 1.75km，航道宽度 190m，设计底高程-11.5m，满足 10 万吨级散货船乘潮单线通航。

元洪支航道（G3）至松下作业区附近的（G10）段全长 9.74km，航道宽度 180m，设计底高程-10.2m~-10.6m，满足 5 万吨级散货船乘潮单线航道。

#### (3) 马祖福澳港航道和白沙港航道

工程北侧约 30km 的马祖列岛水域布置有马祖福澳港航道、白沙港航道。

### 5.1.2.2.3 客船活动总体分布

2023 年观测期间本项目附近客船的交通流轨迹分布如**错误!未找到引用源。**所示。本项目海上换流站附近通航客船数量较少，其中，换流站北侧有一小股稀疏的客船交通流轨迹距离较近，为马祖至台北和马祖至基隆通航的客船。据 2023 年统计数据显示为 14 艘次，并且船舶尺度也较小，最大的船型为“TAIMA STAR”轮，船长 105m，但其在 2023 年度通过一次。本项目海上换流站位于长乐外海 I 区（南）风电场内部东南侧，参考《长乐外海 I 区（南）海上风电场项目选址通航安全分析报告》中对穿越 I 区（南）风电场项目的小股客船交

通流的分析，该交通流通航船舶数量较小，船舶尺度也较小，并且在 I 区（南）风电场的设计与优化方案中已经预留与本项目换流站边界保持约 3717m 的安全距离。因此，拟建海上换流站场址可与北侧通航的客船保持一定的安全距离。

#### 5.1.2.3 锚地

松下港区设有两处锚地，分别为东洛锚地和签屿北锚地（即口外锚地），如**错误!未找到引用源。**所示。福清湾深水航道二期工程新增一座 2#锚地。本项目位于现有的东洛锚地、签屿北锚地和 2#锚地北侧，与锚地最近距离分别为 5.3km、2.0 km、2.0 km。

#### 5.1.2.4 海底电缆管道

根据海图显示，项目周边海域存在“TSE-1”光缆、马祖岛至台湾岛海底电缆（南、北 2 条）、川石岛至淡水海底电缆等海底设施，本项目换流站位于马祖岛至台湾岛海底电缆（北）东北侧 1.5km 处。

根据查阅到的历史档案：“川石岛至台湾淡水的海底电缆于 1887 年 9 月中旬铺设成功；1931 年 5 月 1 日晨 6 时，福建电信工会代表陈贻衍等人在川石水线房外切断电缆终端。”并查阅了历史海图得知：该川石至淡水的海底缆系转载自英版海图。在以往进行的闽江通海航道二期工程内、外沙航槽的人工挖槽已三次跨越了该海缆。在内、外沙浅滩疏浚施工时（内沙 1997 年 12 月~1998 年 4 月、外沙施工 1996 年 8 月~1997 年 11 月）曾经挖到多段残留电缆，可佐证“川石至淡水的海底电缆”已废弃。

依据《海底电缆管道保护规定》，海底电缆建设后需划定海底电缆保护区，其中沿海宽阔海域为海底电缆两侧各 500 米，海湾等狭窄海域为海底电缆两侧各 100 米，海港区内为海底电缆两侧各 50 米，并向社会公告。在海底电缆保护区内，严禁从事挖砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其他可能破坏海底电缆管道安全的海上作业。

本项目海缆线路自 I 南区风电场项目内海上换流站往西北出线，后往西南依次与马祖岛至台湾岛（北）、川石岛至淡水、马祖岛至台湾岛（北）交越，之后向南转与 TSE-1 海底光缆交越，后再并行长乐外海 A 区、C 区项目 220kV 海缆向西，直至登陆点。海缆位于 A 区、C 区送出海缆北侧，最近处相距约 100m，

A 区、C 区送出海缆两回路已完成敷设。

#### 5.1.2.5 周边风电场

根据长乐外海海上风电场调研情况可知，本项目附近水域规划的海上风电场主要有长乐外海海上风电场 A 区、B 区、C 区、DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区、K 区、平潭外海海上风电场，其中长乐外海海上风电场 A 区、C 区以及平潭外海海上风电场已建成投入运营，D、E 区、I 区（北）、K 区、J 区、B 区用海申请审查过程中，I 区（南）拟申请用海，本项目的换流站位于长乐 I 区（南）风电场场区内。

本项目的换流站位于长乐 I 区（南）风电场场区内，根据 I 区（南）风电场初步设计，换流站拟建场址与 I 区（南）南侧行 11#风机相距约 850m，与北侧 1#风机距离约 3717m，具体如**错误!未找到引用源。**所示。根据长乐外海 I 区（南）海上风电场的设计方案，风电场采用两行风机布置，第一行及第二行均保持与场址底边平行。本项目海上换流站的选址边界距离最近的风机约 850m，约为 2.91D（D=260m），超过了 I 区（南）内风机之间的距离。与北侧风机之间，距离在 3717m 以上，超过 2 n mile 的距离，可以满足穿越 I 区（南）风电场的客船安全通航的要求。

为推动海上风电高质量发展，推动长乐外海风电场群海上风电规模化开发、集约送出，统筹海上风电用海用地包括海缆路由、登陆点及陆上集控站规划选址等，节省海上风电投资，由福建省投资开发集团有限责任公司牵头并控股，长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 J 区、长乐外海 K 区海上风电场项目的投资主体注册成立联营合资公司，建设本项目长乐外海集中送出工程。周边风电场通过 66kV 或 220kV 集电线路送至海上换流站的交流侧，海上换流站通过 1 回±525kV 海上直流海缆送至陆上集控站，再由 2 回 500kV 线路接入 500kV 井门变。

#### 5.1.3 海域使用权属现状

根据福州市海洋行政主管部门提供的海域使用权属资料，本项目周边海域用海项目共有11宗。

## 5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目位于福州长乐外海，场址离岸距离约 54~61km，理论水深约 43~51m。工程区及附近海域的海洋开发活动较少，主要有港口、航道、锚地、海底管线等。

### 5.2.1 项目用海对港口、锚地的影响分析

根据《福州港总体规划》(2035)，项目附近的港区主要为松下港区，本项目的登陆点位于松下港区牛头湾作业区北侧南寨下附近，海缆路由与牛头湾 0#泊位最近距离约 2.1km。本项目与松下港区内港口设施相距较远，加之有防波堤的阻隔，因此本工程与松下港区港口设施相互影响较小。但本工程±525kV 海缆路由需穿越中航路/外航路与松下港区的衔接航路，在穿越航路施工过程中，施工船舶需占用通航水域，将与衔接航路上进出松下港区的船舶产生相互影响。

本项目海缆位于现有的东洛锚地、签屿北锚地和 2#锚地北侧，与锚地最近距离分别为 5.3km、2.0 km、2.0 km，符合规范要求，因此本项目对锚地影响较小。

### 5.2.2 项目用海对航路的影响

#### (1) 与推荐航路的影响分析

本项目海缆穿越内航路和中航路，对推荐航路上船舶正常航行影响较小，但船舶紧急情况下的抛锚或拖锚，以及项目施工对推荐航路的船舶航行产生一定影响。

#### (2) 与习惯航路的影响分析

本项目换流站东西两侧存在商船的集束交通流轨迹，本项目海上换流站拟建场址位于福建沿海推荐中航路与外航路之间的过渡地带，项目距离西侧中航路交通流航迹带边界距离约 7.127km，距离东侧外航路交通流航迹带边界距离约 5.248km，本项目与附近主交通流航迹带边界的安全参考距离满足要求。

#### (3) 与进港航道及衔接航路的影响分析

根据《福建沿海航行指南》，本项目海缆与中航路、内航路与松下港区的衔接航路相交，但由于海底电缆填埋于海底 3 米以下，对推荐航路上船舶正常航行影响较小，但在施工船穿越航路过程中，施工船舶需占用通航水域，且施工船舶需抛锚作业，船舶操纵受到限制，易与航路上航行的船舶产生相互影响。

#### (4) 与客船的影响分析

本项目附近客船轨迹一部分为航行于推荐内航路和推荐中航路上的船舶轨

---

迹，一部分为本项目换流站北侧的两股从马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶轨迹，其中与马祖-基隆的客运航线中间存在长乐外海 I 区（南、北）风电场的 2 排风机。本项目海底电缆与推荐航路上的客运船舶轨迹存在交汇，但由于海底电缆填埋于海底 3m 以上，因此海底电缆与该部分客运船舶的通航安全影响较小，但本项目换流站与其北侧从马祖-台北的客运航线距离较近，可能会对该部分船舶的通航安全产生影响。

### 5.2.3 项目用海对海底电缆管道的影响分析

本项目海缆线路自 I 南区风电场项目内海上换流站往西北出线，后往西南依次与马祖岛至台湾岛（北）、川石岛至淡水、马祖岛至台湾岛（北）交越，之后向南转与 TSE-1 海底光缆交越，后再并行长乐外海 A 区、C 区项目 220kV 海缆向西，直至登陆点。海缆位于 A 区、C 区送出海缆北侧，最近处相距约 100m，A 区、C 区送出海缆两回路已完成敷设，因此，本工程海缆施工期间，应注意施工船舶抛锚时定位准确，避免对 A 区和 C 区项目 220kV 海缆造成破坏。

### 5.2.4 项目用海对周边风电场的影响分析

本项目的换流站位于长乐 I 区（南）风电场场区内，根据 I 区（南）风电场初步设计，换流站拟建场址与 I 区（南）南侧行 11#风机相距约 850m，与北侧 1#风机距离约 3717m，具体如**错误!未找到引用源。**所示。根据长乐外海 I 区（南）海上风电场的设计方案，风电场采用两行风机布置，第一行及第二行均保持与场址底边平行。本项目海上换流站的选址边界距离最近的风机约 850m，约为 2.91D（D=260m），超过了 I 区（南）内风机之间的距离。与北侧风机之间，距离在 3717m 以上，超过 2 n mile 的距离，可以满足穿越 I 区（南）风电场的客船安全通航的要求。

为推动海上风电高质量发展，推动长乐外海风电场群海上风电规模化开发、集约送出，统筹海上风电用海用地包括海缆路由、登陆点及陆上集控站规划选址等，节省海上风电投资，由福建省投资开发集团有限责任公司牵头并控股，长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 J 区、长乐外海 K 区海上风电场项目的投资主体注册成立联营合资公司，建设本项目长乐外海集中送出工程。周边风电场通过 66kV 或 220kV 集电线路送至海上换流站的交流侧，海上换流站通过 1 回±525kV 海上直流海缆送至陆上集控站，再由 2 回 500kV 线路接入 500kV 井门变。

---

目前，长乐外海 DE 区、I 区（北）、K 区、J 区、B 区用海申请审查过程中，I 区（南）拟申请用海，考虑到本项目与周边风电场项目的建设时序，本项目施工期施工船舶需做好协调，加强管理和瞭望，确保施工安全。

本项目送出海缆与长乐外海海上风电场 C 区项目 220kV 海缆较近，该海缆基本与本工程±525kV 海缆并排敷设，海缆位于 C 区送出海缆北侧，最近处相距约 100m，该海缆两回路已完成敷设，本工程海缆施工期间，应确保施工船舶抛锚时定位准确，避免对长乐外海 C 区项目 220kV 海缆造成破坏。

### 5.3 利益相关者界定

根据项目对周边海域开发利用活动的影响分析，项目施工和运营过程中，与周边用海活动产生直接利益关系的主要有周边海上风电场项目：长乐外海海上风电场 C 区、DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区、K 区；登陆点上岸段建设填海造地项目：福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程。

通过上述分析，将风电场用海单位福建省福能海峡发电有限公司、福建华亿新能源科技有限公司、福建东福新能源有限公司、福州长乐国闽新能源有限公司、福建省福能海韵发电有限公司、华电（福州）海上风电有限公司，建设填海造海单位福建港隆物流有限公司界定为利益相关者。

### 5.4 需协调部门界定

本项目周边有多条推荐航路和习惯航路，需进行协调单位为福州海事局。

同时换流站拟建场址北侧有从马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶航线，因此，协调部门为马祖至台湾航路主管部门。

### 5.5 相关利益协调分析

#### （1）与海上风电场的协调

本项目换流站建设在长乐外海 I 区（南）海上风电场区内，建设单位与 I 区（南）用海单位的用海范围达成一致意见，换流站的选址边界距离最近的风机约 850m，超过了 I 区（南）内风机之间的距离，与北侧风机之间，距离在 3717m 以上，超过 2 n mile 的距离，可以满足穿越 I 区（南）风电场的客船安全通航的要求；本项目为周边长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区和 K 区共同建设的海上换流站，并统一建设送出线路，建设方案与周边风电场已达成一致意见；本项目送出海缆与长乐外海 C 区项目 220kV 海缆较近，施工期海缆敷设应

---

确保施工船舶抛锚时定位准确,避免对长乐外海C区项目220kV海缆造成破坏;应根据不同建设时序协调与DE区、I区(北)、I区(南)、J区和K区的施工关系,避免施工相互影响。

本项目登陆点位于福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程土堤护岸上,海缆采用直埋+电缆沟敷设方式,深埋1m~2m。登陆点施工完成后可恢复土堤护岸原貌,对其影响较小,建设单位施工方案应取得福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程海域使用权人的同意。

因此,本项目建设与长乐外海海上风电场C区、DE区、I区(北)、I区(南)、J区、K区和福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程的利益关系可协调。

### (2) 与海事部门的协调

针对项目建设对通航环境影响,本项目已编制了《选址通航安全分析报告》。根据该专题报告,本工程的建设对所在水域通航环境的影响是客观存在的。营运期对通航环境和过往船舶航行安全影响有限,通过相关技术措施和管理手段能够解决或缓解换流站建设对通航环境的影响,因此项目建设是可行的。换流站建设单位应充分认识和重视通航环境和安全生产的关系,投入必要的人力、物力和配套设施,与福州海事局进行充分的联系和协调,处理好与附近通航环境之间的关系,加强对周边风电场及附近水域的安全管理,保证设施和通航安全。

### (3) 与马祖至台湾航路业主或其主管部门的协调

针对项目建设对马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶航线的环境影响,目前根据现行法律规定,大陆对台直航航线方案调整需开展专门的审批程序。本项目换流站周边航线航次较少,换流站布置已预留2海里的航行通道,同时建设单位已按照主管部门要求编制了《选址通航安全分析报告》,建设单位应充分认识和重视场区内航路环境和安全生产的关系,处理好与马祖至台湾航路主管部门之间的关系。

## 5.6 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调分析

### 5.6.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本工程所在海域没有军事设施,项目用海没有占用军事用地、不破坏军事设施,但考虑到海域是国家的资源,任何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。本项目所在长乐外海海域,本项目开工建设前,应与军事

---

部门做好沟通。

#### 5.6.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目位于中华人民共和国内水，海域属于国家所有，项目用海不涉及领海基点。用海单位依法取得海域使用权并履行义务后，不存在对国家海洋权益影响的问题。



---

## 6 国土空间规划符合性分析

### 6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析

#### 6.1.1 项目用海与福建省国土空间规划（2021-2035年）的符合性分析

《福建省国土空间规划（2021—2035年）》于2023年11月19日取得国务院批复（国函〔2023〕131号），根据《福建省国土空间规划（2021—2035年）》，将海洋生态空间范围内具有特殊重要生态功能，必须强制性严格保护的1.18万平方千米区域划入海洋生态保护红线。重点保护漳江口、九龙江口和泉州湾红树林集中分布区，闽江河口、福清湾、三都澳和兴化湾等重要湿地，东山湾珊瑚群落，厦门中华白海豚和文昌鱼集中分布区，官井洋大黄鱼种质资源区和长乐海蚌资源繁殖区，台山列岛和七星列岛等重要岛礁生态系统，深沪湾海底古森林和漳州滨海火山等重要地质历史遗迹等。将允许集中开展开发利用活动的海域，以及允许适度开展开发利用活动的无居民海岛划为海洋开发利用空间，包括渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区以及海洋预留区。本项目为长乐外海集中统一送出工程，换流站位于海洋开发利用空间，海缆大部分位于海洋开发利用空间，部分位于海洋生态空间，海底管道用海方式不会改变海域自然属性，项目施工在采取环保措施的前提下，对海水水质、沉积物环境影响可接受，且影响随施工结束随即消失。项目运营过程中，基本不会周边海域环境造成影响，因此，本项目符合《福建省国土空间规划（2021—2035年）》，

#### 6.1.2 项目用海与福州市国土空间总体规划的符合性分析

##### 6.1.2.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

根据《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》（报批稿），本项目用海涉及工矿通信用海区、渔业用海区、生态控制区和游憩用海区，项目周边还有生态保护红线区，与生态保护红线区最近距离为130m，与交通运输用海区最近距离为2.1km。

##### 6.1.2.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

本项目与生态保护红线区最近的距离为140m。生态保护区按生态保护红线的管控要求执行，根据数模预测，电缆施工可能对距离登陆点较近的闽江河口生物多样性维护生态功能区、长乐下沙海岸防护生态保护红线区、长乐海蚌资源增殖保护区实验区造成影响，距离最近的长乐下沙海岸防护生态保护红线区最大悬

---

沙浓度增量可达 166.8 mg/L，建议可根据潮流情况合理安排施工，尽可能减少对红线区的影响。

### 6.1.2.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

本项目换流站位于工矿通信用海区，海底电缆用海范围涉及工矿通信用海区、渔业用海区、生态控制区和游憩用海区。

#### (1) 对工矿通信用海区的影响

工矿通信用海区的管控要求为：保障临海工业、矿产能源开发和海底工程建设用海，兼容不损害工矿通信用海功能的其他用海活动，允许适度改变海域自然属性，严格控制填海规模，严格按照围填海工程生态建设技术要求。

本项目属于新能源项目，项目用海均位于符合工矿通信用海区，符合工矿通信用海区的管控要求。

#### (2) 对生态控制区的影响

生态控制区的管控要求为：执行国家和省级有关要求，保留原貌，加强生态保育和生态建设，限制开发建设；生态保护修复应以自然恢复为主、人工修复为辅为原则；经评估论证对生态环境不产生破坏的前提下，可适度开展观光、旅游、科研、教育、开放式养殖等活动，禁止开展对生态保护目标产生破坏的开发活动。

本项目属于新能源项目，涉及生态控制区的用海方式为海底管道用海方式，不改变海域自然属性，项目施工在采取环保措施的前提下，对海水水质、沉积物环境影响可接受，且影响随施工结束随即消失。项目运营过程中，基本不会周边海域环境造成影响。

#### (3) 对游憩用海区的影响

游憩用海区的管控要求为：保障海岛、滨海和海上旅游娱乐活动用海，兼容不损害游憩用海功能的其他用海活动，除旅游基础设施建设外，严格限制改变海域自然属性。

本项目属于新能源项目，涉及游憩用海区的用海方式为海底管道用海方式，不改变海域自然属性，不会影响海岛、滨海和海上旅游娱乐活动用海，项目施工在采取环保措施的前提下，对海水水质、沉积物环境影响可接受，且影响随施工结束随即消失。项目运营过程中，基本不会周边海域环境造成影响。

因此，本项目符合《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》（报批稿）。

### 6.1.3 与福建省“三区三线”的符合性分析

随着国家空间规划和自然保护地体系的重构,第三次全国国土调查和海岸线修测等工作的开展,对生态保护红线划定和管理都提出了新的要求。按照“陆海统筹“多规合一“划管结合”的原则,福建省人民政府组织编制福建省生态保护红线划定方案,对原《福建省海洋生态保护红线划定成果》(闽政文〔2017〕457号)进行调整,根据《自然资源部办公厅关于北京等省(区、市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》(自然资办函〔2022〕2207号),从2022年10月14日起正式启用“三区三线”划定成果,划定成果作为建设项目用地用海报批的依据。

“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的空间,分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线。国土空间规划三区三线对于保护自然环境和生态环境有着重要的意义。本项目用海范围均未占用“三区三线”中的永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界。

本项目距离长乐下沙海岸防护生态保护红线区160m,距离长乐双脾岛生态保护红线区140m,东沙-东引岛周边海域重要渔业资源产卵场生态保护红线区B最近为12.8m,距离闽江口重要渔业资源产卵场生态保护红线区最近为6km。根据数模预测,电缆施工可能对距离登陆点较近的闽江河口生物多样性维护生态功能区、长乐下沙海岸防护生态保护红线区、长乐海蚌资源增殖保护区实验区造成影响,距离最近的长乐下沙海岸防护生态保护红线区最大悬沙浓度增量可达166.8 mg/L,建议可根据潮流情况合理安排施工,尽可能减少对红线区的影响。

综上,本项目用海与福建省“三区三线”可相衔接。

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

《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》依据海域自然环境特征、自然资源禀赋、海域开发利用现状、环境保护要求及沿海经济带发展战略需求,全省海域划分为海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区等三个一级类主导功能区,其中海洋发展区细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区等6个二级类海洋功能区。

本项目换流站用海位于福州东部海域工矿通信用海区,525kv海底电缆穿越福州东部海域工矿通信用海区、福州东部海域渔业用海区、白犬列岛生态控制区、漳港-东洛列岛游憩用海区,海缆穿越岸线为优化利用岸线(错误!未找到引用

---

源。)

工矿通信用海区是指以临海工业、盐业、矿产能源开发和海底工程建设为主要功能导向的海域。空间用途准入：工矿通信用海区以工业、盐田、固体矿产、油气、可再生能源利用、海底电缆管道等用海为主导功能；兼容渔业基础设施、陆岛交通码头、公务码头建设、旅游码头、游艇码头、航道、锚地、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教学、海岸防护、防灾减灾、尾水达标排放、倾倒、取排水、水下文物保护和生态修复等用海。工矿通信用海区尚未开发利用期间，可兼容短期增养殖用海。

渔业用海区是指以渔业基础设施建设、增养殖和捕捞生产等渔业利用为主要功能导向的海域和无居民海岛。空间用途准入：渔业用海区以渔业基础设施、增养殖、捕捞生产为主导功能，兼容陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、航道、锚地、路桥隧道、固体矿产、油气、可再生能源、海底电缆管道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教学、海岸防护、防灾减灾、尾水达标排放、取排水、水下文物保护和生态修复等用海。

海洋控制区是指以提供生态系统服务或生态产品为主的功能空间，需要予以保留原貌、强化生态保育和生态建设、限制开发建设的海洋自然区域。福建省海洋生态控制区涉及的自然区域包括主要河口、水质种质资源区、重要贝类繁育区和近海渔业资源区等。海洋生态控制区以生态保育和生态建设为主，兼容增养殖、捕捞生产、航道、锚地、路桥隧道、可再生能源、海底电缆管道、风景旅游、科研教学、海岸防护、防灾减灾和生态修复等用海。

游憩用海区是指以开发利用旅游资源为主要功能导向的海域和无居民海岛。空间用途准入：游憩用海区以风景旅游、文体休闲娱乐用海为主导功能，兼容渔业基础设施、增养殖、捕捞生产、陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、航道、路桥隧道、科研教学、海岸防护、防灾减灾、取排水、水下文物保护和生态修复等用海。本项目海缆设于海底，对游憩用海区的主导功能不会造成影响，与游憩用海区的空间准入不冲突。

本项目海上换流站用海类型为工矿通信工业用海，符合东部海域工矿通信用海区的空间用途准入要求，项目海底电缆均符合福州东部工矿通信工业用海、福州东部海域渔业用海区和白犬列岛生态控制区空间用途准入要求，与东洛列岛游憩用海区的空间用途准入要求不冲突。

---

优化利用岸线是指人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线，主要包括临港工业、城镇建设、港口等所在岸线。优化利用岸线应集中布局确需占用海岸线的建设项目，严格控制占用岸线长度，提高投资强度和利用效率，优化海岸线开发利用格局。本项目用海占用海岸线 16.32m，均为人工岸线。本项目海缆通过地埋敷设方式登陆，实际不改变海岸原有的属性、形态和功能，没有减少和新增占用岸线长度，符合优化海岸线开发利用格局。

综上，本项目用海符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》。

## 6.2 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

### 6.2.1 项目所在海域海洋功能区划

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目用海涉及“近海农渔业区”、“下沙旅游休闲娱乐区”、“松下港口航运区”和已批围填海。项目周边的海洋功能区分布有“东引导-东沙岛领海基点海洋保护区”、“马祖保留区”、“闽江口外矿产与能源区”、“长乐海蚌海洋保护区”、“漳港保留区”、“海坛海峡保留区”、“福清湾—兴化湾港口航运区”，各功能区地理范围、类型、面积、岸线、用途管制、用海方式、海岸整治和海洋环境保护要求见。

## 6.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

### 6.2.2.1 项目用海对海洋功能区的利用情况

项目建设的换流站及大部分海底电缆主要位于近海农渔业区，还有部分电缆位于下沙旅游休闲娱乐区、松下港口航运区和已批围填海。本项目对近海农渔业区的利用主要体现为在该区域内建设换流站和布设海底电缆，换流站占用的面积为 3.6008hm<sup>2</sup>，海底电缆管道为 276.5219hm<sup>2</sup>，在该区域占用的总面积为 280.1227hm<sup>2</sup>，约占近海农渔业区 0.118%；本项目对下沙旅游休闲娱乐区的利用主要体现为在该区域内布设海底电缆，在该区域占用的总面积为 25.3783m<sup>2</sup>，约占下沙旅游休闲娱乐区面积的 0.58%；本项目对松下港口航运区的利用主要体现为在该区域内布设海底电缆，占用的面积为 0.6292hm<sup>2</sup>，约占松下港口航运区面积的 0.37%，剩下 0.0189hm<sup>2</sup>海底电缆管道位于已建围填海。

### 6.2.2.2 项目用海对周边海域海洋功能的影响

#### (1) 对“东引岛-东沙岛领海基点海洋保护区”的影响

本项目东北侧约 12.8km 为“东引岛-东沙岛领海基点海洋保护区”。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“保障国家权益和军事用海需求，保护海洋生态环境；禁止改变海域自然属性；保护海岛自然岸线；重点保护海岛地质地貌及周围海域生态环境。严格执行海洋特别保护区管理要求”。

本项目距离“东引岛-东沙岛领海基点海洋保护区”较远，海底电缆施工不会产生有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，施工引起的悬浮泥沙不会进入“东引岛-东沙岛领海基点海洋保护区”，不会改变该海域的海洋环境现状，不会影响该功能区的水动力、冲淤环境条件，不会对该功能区的基本功能造成影响。

#### (2) 对“马祖保留区”的影响

本项目海缆北侧约 1.5km 为“马祖保留区”。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“严格限制改变海域自然属性，兼容新能源和海岛海洋保护区建设用海；保障国防和船舶通航安全用海，用于海洋渔业捕捞；执行不劣于第一类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准”。

海底电缆施工不会产生有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，根据数模预测结果，施工引起的悬浮泥沙不会进入“马祖保留区”，不会改变该海域的海洋环境现状，不会影响该功能区的水动力、冲淤环境条件，不会对该功能区的基本功能造成影响。

### (3) 对“闽江口外矿产与能源区”的影响

本项目海缆北侧约 0.5km 为“闽江口外矿产与能源区”。矿产与能源区是指适于开发利用矿产资源与海上能源，可供油气和固体矿产等勘探、开采作业，以及盐田和可再生能源等开发利用的海域，包括油气区、固体矿产区、盐田区和可再生能源区。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“保障固体矿产开采工业用海，须经科学论证确定开发范围与规模；严格限制改变海域自然属性；保护海域自然环境，开发过程中执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准”。

本项目不占用该海洋功能区的，不会影响其海洋功能的正常发挥，不会对其造成不利影响。

### (4) 对“长乐海蚌海洋保护区”的影响

本项目海缆北侧约 3km 为“长乐海蚌海洋保护区”。海洋保护区是指专供海洋资源、环境和生态保护的海域，包括海洋自然保护区、海洋特别保护区。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“保障海洋保护区用海；禁止改变海域自然属性；保护自然岸线；重点保护海蚌，严格执行保护区管理要求”。

项目的施工期间，悬浮泥沙浓度增量 10~20mg 部分会扩散到该区域。鉴于本项目的电缆铺设时间较短，悬浮泥沙的影响是短暂的，会随着项目施工的结束而结束。本项目在“长乐海蚌海洋保护区”附近的用海类型为和海底电缆管道，随着施工结束，该影响将很快消失，不会改变该海域的海洋环境现状，不会影响该功能区的水动力、冲淤环境条件，不会对该功能区的基本功能造成影响。

### (5) 对“漳港保留区”的影响

本项目海缆北侧约 11.3km 为“漳港保留区”。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“不影响周边其它功能区正常发

挥前提下维持使用现状，兼容客运码头用海和排污用海；严格限制改变海域自然属性；保护岸滩景观及稳定性；严格保护周边的海蚌繁育生态环境，海洋环境质量维持现状”。

本项目距离“漳港保留区”较远，海底电缆施工不会产生有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，施工引起的悬浮泥沙不会进入“漳港保留区”，不会改变该海域的海洋环境现状，不会影响该功能区的水动力、冲淤环境条件，不会对该功能区的基本功能造成影响。

#### (6) 对“海坛海峡保留区”的影响

本项目海缆南侧约 3.5km 为“海坛海峡保留区”。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“不影响周边其它功能区正常发挥前提下维持使用现状，或开展海底工程用海、路（沿岸公路）桥用海、海水综合利用等用海，以及不改变海域属性用海；严格限制大规模改变海域自然属性；保护自然岸线；保护岛礁生态系统，海域开发利用前，海洋环境质量维持现状”。

悬浮泥沙浓度增量 10~20mg 部分会扩散到该区域。鉴于本项目的电缆铺设时间较短，悬浮泥沙的影响是短暂的，会随着项目施工的结束而结束。本项目在“海坛海峡保留区”附近的用海类型为和海底电缆管道，随着施工结束，该影响将很快消失，不会改变该海域的海洋环境现状，不会影响该功能区的水动力、冲淤环境条件，不会对该功能区的基本功能造成影响。

#### (7) 对“福清湾—兴化湾港口航运区”的影响

本项目海缆南侧约 4.5km 为“福清湾—兴化湾港口航运区”。根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，该海洋功能区的管理要求为：“保障船舶停泊和通航用海；除进行必要的航道疏浚外，禁止其他改变海域自然属性和影响航行安全的开发活动；保护航道、锚地资源，执行不劣于第三类海水水质标准、不劣于第二类海洋沉积物质量标准、不劣于第二类海洋生物质量标准”。

本项目不占用该海洋功能区的，不会影响其海洋功能的正常发挥，不会对其造成不利影响。



### 6.2.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

#### 6.2.3.1 项目用海与“近海农渔业区”的符合性分析

##### (1) 与“用途管制”要求的符合性

“近海农渔业区”的用途管制要求为：严格限制改变海域自然属性，兼容新能源和海岛海洋保护区建设用海。

本项目涉及该功能区的用海方式为海底电缆管道和透水构筑物，不会改变该海域的自然属性。同时该项目属于海洋新能源建设项目，属于该区域可兼容建设的项目。

##### (2) 与“用海方式”要求的符合性

“近海农渔业区”的用途方式要求为：保障国防和船舶通航安全用海，用于海洋渔业捕捞。本项目涉及该功能区的用海方式为海底电缆管道和透水构筑物。本项目建设不涉及军事设施，不会对国防安全造成影响。项目换流站选址已避开主要航道，项目的实施对整体海域的通航安全和海洋渔业捕捞影响较小。

##### (3) 与“海洋环境保护要求”的符合性

“近海农渔业区”的环境保护要求为：执行不劣于第一类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。

本项目施工期间，项目涉及该功能区的电缆铺设和换流站打桩会造成项目周边海域悬浮泥沙增加扩散，使得附近海域环境质量下降，但其影响是短暂的，会随着施工的结束而结束，并恢复至施工前的海洋环境质量水平。

在施工或者运营期间，针对控制施工污染和废水排放问题，将根据《中华人民共和国海洋环境保护法》相关条例，严格落实环境保护要求，不会对海域的生态环境造成不可逆的改变。在本项目运营期不会产生污染物，不会对周边海域的环境质量造成影响，本项目的用海风险可控。

#### 6.2.3.2 项目用海与“下沙旅游休闲娱乐区”的符合性分析

##### (1) 与“用途管制”要求的符合性

“下沙旅游休闲娱乐区”的用途管制要求为：保障旅游基础设施、浴场、游乐场用海，兼容休闲渔业用海。鼓励建设国家海洋公园。

本项目涉及该功能区的用海方式为海底电缆管道，不会改变该海域的自然属性，不会影响旅游基础设施、浴场、游乐场用海的建设。

### (2) 与“用海方式”要求的符合性

“下沙旅游休闲娱乐区”的用途方式要求为：严格限制改变海域自然属性。本项目涉及该功能区的用海方式为海底电缆管道，不会改变海域自然属性。

### (3) 与“海洋环境保护要求”的符合性

“下沙旅游休闲娱乐区”的环境保护要求为：保护海岛景观和地形地貌；执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。

本项目距离海岛最近距离有 800m 以上，本项目施工期间，项目涉及该功能区的电缆铺设不会影响海岛景观和地形地貌。本项目施工会造成项目周边海域悬浮泥沙增加扩散，使得附近海域环境质量下降，但其影响是短暂的，会随着施工的结束而结束，并恢复至施工前的海洋环境质量水平。

在施工或者运营期间，针对控制施工污染和废水排放问题，将根据《中华人民共和国海洋环境保护法》相关条例，严格落实环境保护要求，不会对海域的生态环境造成不可逆的改变。在本项目运营期不会产生污染物，不会对周边海域的环境质量造成影响，本项目的用海风险可控。

### 6.2.3.3 项目用海与“松下港口航运区”的符合性分析

#### (1) 与“用途管制”要求的符合性

“松下港口航运区”的用途管制要求为：保障港口用海，兼容不损害港口功能的用海。

本项目涉及该功能区的用海方式为海底电缆管道，距离港口设施约 1.8km，不会影响港口用海。

#### (2) 与“用海方式”要求的符合性

“松下港口航运区”的用途方式要求为：填海控制前沿线以内允许适度改变海域自然属性，以外禁止改变海域自然属性；控制填海规模，优化码头岸线布局，尽量增加码头岸线长度。本项目涉及该功能区的用海方式为海底电缆管道，不会改变海域自然属性。

#### (3) 与“海洋环境保护要求”的符合性

“松下港口航运区”的环境保护要求为：重点保护港区前沿的水深地形条件，执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第

三类海洋生物质量标准。

本项目距离港区最近距离有 1.8km 以上，本项目施工期间，项目涉及该功能区的电缆铺设不会影响港区前沿的水深地形条件。本项目施工会造成项目周边海域悬浮泥沙增加扩散，使得附近海域环境质量下降，但其影响是短暂的，会随着施工的结束而结束，并恢复至施工前的海洋环境质量水平。

在施工或者运营期间，针对控制施工污染和废水排放问题，将根据《中华人民共和国海洋环境保护法》相关条例，严格落实环境保护要求，不会对海域的生态环境造成不可逆的改变。在本项目营运期不会产生污染物，不会对周边海域的环境质量造成影响，本项目的用海风险可控。

综上，项目用海符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》。

## 6.3 与相关规划的符合性分析

### 6.3.1 与国家产业政策的符合性

本项目海上风电项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中第一类鼓励类中“五、新能源-海上风电场建设与设备及海底电缆制造”。因此，本项目建设符合国家产业政策。

### 6.3.2 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性

海洋是高质量发展的战略要地。福建省是海洋大省，海域面积 13.6 万平方千米，大陆海岸线长 3752 千米，大小海岛 2214 个，面积大于 500 平方米以上的海岛 1321 个，海岛总面积约 1156 平方千米，海岛岸线总长约 2458 千米。为统筹谋划“十四五”福建海洋生态环境保护目标指标、重点任务、重大工程与政策措施等，服务支撑“海上福建”建设，制定本规划。

规划中提到：依据“国家-省-市-海湾”的分级治理和管控体系，建立以海湾（湾区）为载体和基础管理单元的海洋生态环境管控体系，优化构建陆海统筹、整体保护、系统治理的海洋生态环境分区管治格局。突出“一湾一策”精准施策、整体保护和系统治理，实施海湾环境污染治理、生态保护修复、亲海品质提升等重点任务和重大工程，建设一批美丽海湾，以海湾生态环境的高水平保护促进湾区经济高质量发展。

本项目为海上风电场集中送出工程建设，属于清洁能源、海洋可再生资源新兴产业，用海方式为透水构筑物用海和海底电缆管道用海，未改变海域自然属性。

本项目海底电缆施工时产生的悬浮泥沙将会对周边海域产生影响，但是这种影响是短暂的，随着施工的结束，海域水质会恢复。

因此，本项目建设符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

### 6.3.3 与湿地保护相关法律法规的符合性分析

#### (1) 与《中华人民共和国湿地保护法》的符合性

根据《中华人民共和国湿地保护法》第十九条，国家严格控制占用湿地。禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。

根据《中华人民共和国湿地保护法》第二条，湿地是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域，包括低潮时水深不超过六米的海域，但水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。国家对湿地实行分级管理及名录制度。本项目海底电缆近岸段施工期时临时涉及一般湿地，施工结束后生态系统逐渐得到恢复。因此，本项目建设符合《中华人民共和国湿地保护法》。

#### (2) 与《福建省湿地保护条例》的符合性

根据《福建省湿地保护条例》（2023年1月1日实施），禁止从事下列破坏湿地及其生态功能的行为：

（一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；

（二）擅自填埋自然湿地，擅自在湿地范围内采砂、采矿、取土或者修筑设施；

（三）排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；

（四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者采取灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；

（五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。

本项目不属于条例内禁止从事的行为。根据《福建省第一批省重要湿地保护名录》，本项目用海未占用省级重要湿地（**错误!未找到引用源。**），本项目海底电缆近岸段施工期时临时涉及一般湿地，施工结束后生态系统逐渐得到恢复。因此，本项目建设符合《福建省湿地保护条例》。

#### 6.3.4 与《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》的符合性分析

2021年11月，福建省人民政府办公厅印发了《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》，规划培育海洋新兴产业，重点发展海洋信息、海洋能源、海洋药物与生物制品、海洋工程装备制造、邮轮游艇、海洋环保、海水淡化等七大新兴产业。海洋能源产业中包含拓展海上风电产业链，有序推进福州、宁德、莆田、漳州、平潭海上风电开发，坚持以资源开发带动产业发展，吸引有实力的大型企业来闽发展海洋工程装备制造等项目，不断延伸风电装备制造、安装运维等产业链，建设福州江阴等海上先进风电装备园区。规划建设深远海海上风电基地。支持建设智慧海电大数据中心，开放共享海上基础设施，形成覆盖全省的海上风电行业资源共享平台。推进海上风电与海洋养殖、海上旅游等融合发展，探索建设海洋综合试验场。

本项目位于长乐海域，为长乐外海海上风电场集中送出工程，属于海洋能源，项目的建设有助于海洋资源的开发利用，可促进海洋新兴产业的规模化发展。因此，本项目的建设符合《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》。

#### 6.3.5 与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析

《福建省“十四五”能源发展专项规划》第二章发展目标中提到“坚持清洁低碳，推进绿色发展。全面推进集中供热等多能互补梯次利用，提升化石能源清洁高效利用水平；安全高效发展核电，大力发展新能源和可再生能源，持续提高清洁低碳能源比重”；第三章主要任务中提到“加大风电建设规模。积极推进规模化集中连片海上风电开发，在保障国防、海事、通航、生态等要求的前提下，科学组织海上风电开发建设。“十四五”期间有序择优推进《福建省海上风电场工程规划》内省管海域海上风电项目建设，新增开发规模1030万千瓦。稳妥推进国管海域深远海海上风电项目，加强建设条件评估和深远海大容量风电机组、远距离柔性直流送电、海上风电融合发展技术论证，示范化开发480万千瓦。按照闽台能源产业融合示范基地定位，高质量统筹发展闽南外海海上风电基地。”《福建省“十四五”能源发展专项规划》还提到：加快清洁能源建设，推进能源绿色低碳转型。持续提升能源高效利用水平，大力发展新能源和可再生能源构建智慧能源系统，创设能源应用与生态文明协调发展的示范省份。本项目属于大力发展的新能源和可再生能源，因此本项目建设符合《福建省“十四

五”能源发展专项规划》。

### 6.3.6 与《福建省海上风电场工程规划（报批稿）》的符合性分析

福建省于 2009 年开展近海海域风电规划工作。2017 年 3 月 2 日，国家能源局复函（国能新能〔2017〕61 号文）批复了福建省海上风电场工程规划报告，同意福建省海上风电规划总规模 1330 万 kW，包括福州、莆田、漳州、宁德和平潭所辖海域 17 个风电场。规划中，扣除已核准及已竞配项目，剩余场址受“双十”、海事通航、生态红线、军事因素等影响，多数场址不具备开发条件。

2020 年 11 月，福建省发改委正式启动规划修编工作，并合理采纳福建省工信、自然资源、生态环境、交通运输、林业、海洋渔业、海事、电网等部门以及项目所在地主管部门反馈意见，2021 年 6 月编制完成《福建省海上风电场工程规划（送审稿）（2021 年修编）》。

2021 年 6 月 30 日水电水利规划设计总院组织在北京组织召开审查会，规划报告编制团队根据审查会议纪要，对规划报告进行了修编和完善，形成了《福建省海上风电场工程规划报告（报批稿）》。规划中，福建省管海域规划海上风电场址 31 个、装机规模 1880 万 kW，“十四五”期间，将根据福建省风能资源分布情况，综合考虑敏感因素、建设条件、项目经济性、消纳情况等因素，按有序推进省管海域 1030 万 kW 风电场项目前期工作，开工 600 万 kW，力争 2025 年底新增并网 400 万 kW 以上。

根据《福建省海上风电场工程规划（报批稿）》，福州海域规划 8 个场址，350 万 kW。

根据规划报告，长乐外海 DE 区、I 区、J 区、K 区等长乐外海海上风电装机规模分别为 30 万千瓦、60 万千瓦、65 万千瓦、55 万千瓦，总规模 210 万千瓦，场址离岸直线距离约 50~70km，总体建设条件较好，风电资源较为集中，具备集中组网送出的良好条件。本项目为长乐外海集中统一送出工程项目，项目建设符合《福建省海上风电场工程规划（报批稿）》。

### 6.3.7 与《福州港总体规划（2035）》符合性分析

根据 2021 年 6 月《福州港总体规划（2035 年）》，规划福州港以兴化湾、罗源湾、三都澳及白马组成的“两湾一澳”为重点，闽江口、福清湾、三沙、沙埕和平潭综合实验区为补充，形成“一港八区”的总体发展格局，即全港由

闽江口内、江阴、松下、罗源湾、平潭、三都澳、白马、沙埕八个港区组成。本项目登陆点附近为松下港区。

根据《福州港总体规划（2035年）》，本项目换流站用海未占用航道，海底电缆未占用规划的港口岸线（**错误!未找到引用源。**），因此，本项目建设符合《福州港总体规划（2035年）》。

### 6.3.8 与《福州市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》的符合性分析

根据《福州市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，福州市养殖水域共划定禁止养殖区 311 个，限制养殖区 263 个，养殖区 303 个，其中海上养殖区 14 个。本项目换流站位于“长乐外海养殖区”，海底电缆位于“长乐外海养殖区”和“长乐海蚌资源增殖限养区”（**错误!未找到引用源。**）。

长乐外海养殖区管理要求为：海上养殖区采用深水网箱、底播养殖方式。应按照相关规范，控制养殖面积和密度，不得占用渔港、航道、海蚌重点保护区等水域。

长乐海蚌资源增殖限养区管理要求为：执行自然保护区管理的有关规定，限制在自然保护区实验区开展水产养殖。在以上区域内进行水产养殖的应采取污染防治措施，污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。

风电场在施工期间悬浮泥沙浓度高于 10mg/L 的总影响包络面积约为 24.03km<sup>2</sup>，基本沿着海缆两侧和风电场区外沿分布，对该海域内的养殖造成一定的影响，施工期间，将严格控制施工污染和废水排放问题，严格落实环境保护要求，施工结束后海域水质会逐渐恢复。本项目为海上风电项目，项目建成后，不会产生污染物，不会对海水水质产生影响。运营期间由于海底电缆保护的需要，海底电缆保护范围不能开展养殖活动，用海范围内原有的用海活动将不能继续进行。但根据前期的现状调查结果显示，在项目区域及悬浮泥沙浓度影响范围内，养殖情况较少，多为捕捞作业。所以项目的建设对现有的养殖影响较小，为了确保海缆运行安全，海缆安全保护距离内渔船不能从事底拖网、张网等可能影响海缆安全的捕捞作业活动，在一定程度上降低了渔业捕捞量，必然会对该区域内捕捞产业产生影响。业主前期需与当地主要捕捞户协商，给予一定的经济补偿。

同时建议业主及时与海事部门及渔业主管部门协调，在路由铺设后及时设立禁锚区、禁渔区，加强对周边捕捞渔民的宣传，通过多渠道公式、公告的形式告

知捕捞渔民。

因此，项目建设与《福州市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》不冲突。



## 7 项目用海合理性分析

### 7.1 用海选址合理性分析

#### 7.1.1 与区位、社会条件的适宜性

##### (1) 社会经济条件

福州市 2023 年实现地区生产总值（GDP）12928.47 亿元，比上年增长 5.2%。全年城镇新增就业 13.63 万人。就业困难人员实现再就业 5852 人，失业人员再就业 39561 人。全年居民消费价格比上年上涨 0.2%。全年全部工业增加值比上年增长 2.7%。规模以上工业增加值增长 3.3%；全年规模以上工业企业利润比上年增长 20.3%。全年建筑业增加值比上年增长 9.0%；全年固定资产投资比上年增长 3.2%。第一产业投资增长 9.2%；第二产业投资增长 31.4%，其中，工业投资增长 30.2%；第三产业投资下降 5.2%。基础设施投资增长 18.3%。全年到位资金比上年下降 3.0%。

由此可见，项目区域经济良好。

##### (2) 对外交通运输条件

本工程所在的福州市为福建省省会及著名、的海港城市，对外交通便利，其境内公路铁路与水路运输较为发达。

##### ①公路、铁路

本工程位于福建省福州市长乐区海域，距离工程场区最近的地级市为福州市。公路方面，福建省基本形成“两纵十横”高速公路主架网，2030 年将形成“四纵十横”高速公路网，并与省内国、省道路网形成“八纵十一横十五联”公路网布局。实现与周边浙、粤、赣三省八条高速公路进出省通道，在海峡西岸形成服务中西部发展的新的对外开放综合通道。这些公路网经过福州的公路有福州至宁夏银川的福银高速、福建至江西等的兴尤高速、京福高速、沈海高速公路、福州至广东的福广高速、福州罗源至宁德的罗宁高速、罗长高速等，目前福州可通过此公路网与国内主要的城市进行公路相通，对外公路交通条件十分便利。

铁路运输方面，福建省境内铁路里程 1051.1km，鹰厦线、峰福线、赣龙线、横南线、漳泉肖线、龙梅线贯穿全省。正在建设的东南沿海铁路，将使得福州的铁路运输能力得到进一步的提高。

长乐区建有高速公路与福州市连接，另外场区南面的平潭岛上建有避风港、

环岛公路，与外界有京台、渔平高速公路直接连接。

本项目采购的换流站的平台、电气设备、建筑材料等均可通过福州市各等级公路网运至平潭金井码头，而后转海运至场区。

### ②航道及港口条件

航运是海上风电项目最主要的运输方式，本工程场区附近为福州港。福州港地处福建省海岸线的中点，闽江下游的河口段，北距沙埕港 125 海里，南距泉州港 157 海里、厦门港 200 海里。福州港主要包含闽江口内港区、江阴港区、松下港区、罗源湾港区、平潭港区、三都澳港区、白马港区、沙埕港区和三沙港区。这些为风电场的建设及运营提供了良好的水陆中转条件。

### ③船舶避风条件

本工程的主要施工项目为海上施工项目，工程船舶数量较多，福州市沿海属于受台风影响的海域，为确保工程实施期间的船舶作业及航行安全，应采取一定的措施保证施工船舶在大风、台风期间能顺利进入避风锚地避风，风力在 7 级以上，10 级以下，施工船舶应根据风向及海况，选择场址周边的锚地进行锚泊，具体锚地的选择应符合当地海事部门的要求。若遇热带气旋(台风)天气后，所有施工船舶应提前航行至施工基地港池、工程周边港区防风避台，同时人员上岸。另外，施工船舶的防风防台也应并接受当地海事部门统一安排。针对大型搅拌船、大型驳船等船舶应选择风浪海况较好的地方进行避风锚地。其中，松下港区设有三处锚地，分别为东洛锚地和笠屿北锚地（即口外锚地）以及 2 号锚地（新设 15 万吨级散货船候潮锚地）。平潭港区共有草屿、石碑、白姜三处锚地，另外，平潭水域存在吉钓锚地、看澳锚地、苏澳锚地等习惯锚地。

由此可见，项目区域交通条件良好，可满足项目建设需求。

## （3）施工供应条件

### ①施工码头选择

本工程换流站位于海上，施工物资与设备在到达工程现场后需要进行运输方式的转化与调整，以满足物资场内海上运输的要求。因此，必须在工程现场附近选择合适的港口码头作为物资运输的中转站，承担水陆运输方式的转化、设备物资临时堆场与调整的功能。若采用整体安装，换流站设备的拼装工作亦需要在码头进行。

根据对项目附近区域的港口资源调查成果，本阶段初步确定了几个条件较好的港口进行比较，主要对利用松下港区、平潭港区 2 种方案进行比选。通过可行性及技术经济比较，本阶段初步选定平潭港区金井码头作为施工主码头，以及换流站部件堆存、拼装的施工场地基地。

## ②场外交通运输

换流站部件多为超大、超重部件，公路运输受沿线道路与桥梁等级设计标准、限高建筑物通行尺寸标准的限制较大，运输存在较大的困难和不确定性，而水运方案有运输限制少、运费低廉的优势，本工程采用水路方案作为本阶段换流站设备推荐运输方案，由供货厂家在专用码头装船出海，经中、外航路运至项目现场附近海域后转至内航路到场内。

## ③场内交通运输

海上施工的场内交通运输，主要为工作人员水上交通与换流站基础、导管架、塔筒、机舱、轮毂、叶片、其他超重构件、施工机械设备等的运输。

### 1) 人员交通与生活用品运输

工作人员与生活用品运输水上交通运输应选用满足海事局要求的小型船只或快艇，经由平潭港区金井码头至项目现场。

### 2) 基础施工运输

钢管桩、导管架等由大型钢结构工厂加工完成后用 10000t 驳船运至施工海域换流站位置，由于其他因素导致需要在平潭港区金井码头倒运的，可在平潭港区金井码头用 10000t 以上驳船运至施工海域。高强灌浆材料由 1000t 驳船从平潭港区金井码头运输至施工区，通过灌浆系统进行灌浆。

本工程位于东犬岛东侧海域，场址离岸距离约 60km，理论水深约 43~51m。超重构件等在采购交货要求时，一般均要求在项目位置交货。因此在正常情况下，这些设备经福建省内海域的内、中、外航路直接运到场址内。在由于其他因素导致无法正常施工安装，需滞船、码头临时中转时，可先在平潭港区金井码头堆场堆载，再由码头海运转运至施工现场。

## ④施工供水、供电、通信条件

本工程周边大型港口的基础设施已经建设完成，其内部的水、电供应系统完备，施工期间陆上建设部分的水电供应有条件从附近的管网系统进行接引。对于

换流站海上布置区域，受自然条件的影响，其不存在布置水电设施的条件，换流站布置区域内施工期间的水电供应需自备配置发电设备与淡水补给设施的工程补给船；项目区通信网络较发达，场址附近已通固定电话网络（中国电信），施工通信线可从场址附近的交接箱引出，接至现场施工通信总机的引入端。另外，场址附近区域已有覆盖无线通讯网络（中国移动、中国电信、中国联通），施工期间的通讯也可采用移动电话。施工单位可自主选择通讯网络进行联系。

由此可见，项目施工供应条件良好，可保障项目建设。

### 7.1.2 与区域自然资源、环境条件的适宜性

#### （1）工程地质条件适宜性分析

据区域地质资料及现场调查，场址范围内无全新活动断裂通过，距离滨海断裂带平潭海外段（F2-1）的最近距离约 28 公里，属于区域稳定区，无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用，未见埋藏的古河道、沟浜、防空洞等对工程不利的埋藏物，适宜本工程建设。

#### （2）水动力条件及冲淤环境适宜性分析

拟建场地及其附近未发现活动性断裂通过，新构造运动表现微弱，主要表现为断块差异升降，地壳运动相对稳定。场址及其附近未发现海床冲刷沟、浅层气、海底塌陷、滑坡等等不良地质现象。场地稳定性属于基本稳定，适宜本工程建设。

拟建场区的表层地基土为软弱土层，在台风暴浪等较强的海洋水动力作用下易发生迁移和变形，对换流站基础及海缆稳定不利，选址无法避开。可通过采取桩基础等措施处理后可消除其不利影响。通过上述处理措施，场地和地基的稳定性能得到保证，较适宜后期换流站的建设。

换流站建成后，仅在一定程度上改变了基础墩柱局部海底地形，但对海域附近的潮流场整体影响较小，工程前后海域的等流速线的分布几乎保持不变，仅墩柱基础周围的流速有较小变化，对附近海域断面的潮通量影响非常小，换流站基础对该海域潮位影响甚小；工程后的淤积主要产生在换流站基础周边水域，淤积强度变化幅度并不大；总体上，项目建设后工程区海域淤积强度的变化并不明显。随着时间的推移，在经过一段时间的重新调整适应后，泥沙冲淤强度将逐渐趋于减弱，并逐渐恢复到自然淤积状态；项目的建设对所在海域水动力冲淤条件影响较小，项目的实施与水动力条件及冲淤环境可相适宜。

### 7.1.3 与区域生态系统的适应性分析

换流站施工是逐步进行的，随着悬浮物的沉降每天的施工影响不会累积，因此其影响程度属于能被接受的范围内。送出电缆施工采用直埋敷设方式，将电缆放入开挖好的电缆沟后随即利用旁边沙土填埋，仅暂时改变电缆沟沿线地貌，并引起少量底栖生物（贝类、蟹类等常见种类）生物量的损失，但由于施工作业面较小，电缆敷设完成后基本不会改变沿线生境。

集中送出工程运行期对海洋生态的影响主要是换流站桩基等永久设施占地周围区的底栖生物的生境遭到永久的破坏，在该范围内的底栖生物不可恢复。由于工程永久占地面积不大，因此工程占地对该区域的海洋生态环境影响有限。另外，桩基基础有一定的表面积，为底栖生物提供了一个较好的附着场所，具有一定的鱼礁效应，在一定程度上可增加风电场及周边区域藻类、贝类和鱼类的生物多样性。项目建成后，对渔业生产影响有限，也不会对周围海域功能造成制约影响，在提高海域的利用率同时也节约了土地资源。

### 7.1.4 周边用海活动的适宜性

本项目工程区附近海域的海洋开发活动主要有海底工程用海（电缆管道用海）、交通运输用海（航道、锚地）等。（详见第5章）。

本项目实施存在直接利益关系的开发活动有周边海上风电项目和登陆点上岸段建设填海造地项目，将风电场用海单位福建省福能海峡发电有限公司、福建华亿新能源科技有限公司、福建东福新能源有限公司、福州长乐国闽新能源有限公司、福建省福能海韵发电有限公司、华电（福州）海上风电有限公司，建设填海造海单位福建港隆物流有限公司界定为利益相关者。涉及的协调部门有福州海事局和马祖至台湾航路主管部门。

本项目建设单位与 I 区（南）用海单位的用海范围达成一致意见，换流站的选址边界距离可以满足穿越 I 区（南）风电场的客船安全通航的要求；本项目为周边长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区和 K 区共同建设的海上换流站，并统一建设送出线路，建设方案与周边风电场已达成一致意见；本项目送出海缆与长乐外海 C 区项目 220kV 海缆较近，施工期海缆敷设应确保施工船舶抛锚时定位准确，避免对长乐外海 C 区项目 220kV 海缆造成破坏；应根据不同建设时序协调与 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区和 K 区的施工关系，避免施工

相互影响。

本项目登陆点位于福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程土堤护岸上，海缆采用直埋+电缆沟敷设方式，深埋 1m~2m。登陆点施工完成后可恢复土堤护岸原貌，对其影响较小，建设单位施工方案应取得福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程海域使用权人的同意。

风电场建设单位应充分认识和重视通航环境和安全生产的关系，投入必要的人力、物力和配套设施，与福州海事局进行充分的联系和协调，处理好与附近通航环境之间的关系，加强对风电场及附近水域的安全管理，保证风电设施和通航安全。

针对项目建设对马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶航线的环境影响，目前根据现行法律规定，大陆对台直航航线方案调整需开展专门的审批程序。本项目换流站周边航线航次较少，换流站布置已预留 2 海里的航行通道，同时建设单位已按照主管部门要求编制了《选址通航安全分析报告》，建设单位应充分认识和重视场区内航路环境和安全生产的关系，处理好与马祖至台湾航路主管部门之间的关系。

综上所述，本项目风电场建设与周边其他用海活动相适宜，协调单位具备协调途径。

## 7.2 用海平面布置合理性分析

### 7.2.1 海上换流站合理性分析

海上换流站选址原则：

- (1) 避开海域已有的海底光缆，距离控制在 500m 以上；
- (2) 避开海洋生态红线、海洋功能区及其他制约因素；
- (3) 结合集中送出整体送出路径（整体自东向西），汇流站选址位于长乐外海 DE 区以及长乐外海 I 区范围内整体投资较低；
- (4) 由于长乐 DE 区和 I 区中间预留位置为海底光缆通道，光缆间隔两侧仅 1km 的预留距离，不满足海底光缆与海上换流站的距离，故换流站选址不能位于 DE 区以及 I 区中间。
- (5) 结合长乐外海 I、J、K、DE 区场址位置，综合考虑送出海缆及集电线路的投资。

根据以上选址原则，结合各规划站址分布，整体送出路径为由北向南，因此考虑海上换流站布置于长乐外海 I 区场址内，DE 区、I 区、J 区各机位经 66kV 海缆就近接入海上汇流升压。

比选海上换流站位置，结合集电线路和送出线路投资，海上换流站布置在 I 区东南侧（在点 X=40529548，Y=2869405 附近）综合费用最低。

### 7.2.2 525kV 海底电缆

本报告依据海上换流站及陆上集控中心位置，进行走访，预选符合条件登录点，并根据登陆点位置，并结合海上开发利用现状、相关规划、生态保护红线等因素，预选了三条 525kV 海底电缆路由方案，详见**错误!未找到引用源。**

#### （1）路由方案一

送出海缆起自长乐 I 区海上风电场海上换流站，先平行风机向西北走线，出 I 区风电场后转向西南，穿过海洋生态控制区，分别经规划长乐 B 区风电场、已建长乐 C 区风电场、能源开发区，至已建长乐 A、C 区送出海缆北侧后，与已建海缆平行敷设，从福建港隆仓储、加工建设项目用地东侧登陆。方案一海上段路由长度约 78.7km。

#### （2）路由方案二

送出海缆起自长乐 I 区海上风电场海上换流站，先平行风机向西北走线，出 I 区风电场后转向西南，穿过海洋生态控制区，分别经规划长乐 B 区风电场、已建长乐 C 区风电场、能源开发区，至已建长乐 A、C 区送出海缆北侧后，与已建海缆平行敷设，从松下镇入海口北侧登陆。方案二除登陆点与方案一不同外，其余路由基本一致，海上段路由长度约 78.8km。

#### （3）路由方案三

送出海缆起自长乐 I 区海上风电场海上换流站，先平行风机向西北走线，出 I 区风电场后转向西南，经过长乐 D、E 区至已建长乐 A 区南侧后，转向西北至已建长乐 A、C 区送出海缆南侧，与已建海缆平行敷设，从松下入海口南侧登陆。方案三海上段路由长度约 95.2km。

### 7.2.2.1 525kv 海缆用海面积比选

各方案路由长度比较详见表 7.2-1，从海缆长度比较，方案一海缆长度总体比方案三少 17.7m，比方案二少 0.1km，用海长度比较，方案一优于方案三优于方案二；海缆确权采用外扩 10m 确权，因此从用海节约角度，方案一优于方案三优于方案二。

因此，综合考虑国家关于集约用海的政策，本项目 525kV 海缆路由方案推荐方案一。

表 7.2-1 各方案路由长度比较表

序号	方案	525kv 路由长度	备注
1	方案一	75.8km	方案一海缆长度最短，涉海面积较小，方案一优于方案三优于方案二
2	方案二	75.9m	
3	方案三	93.5m	

### 7.2.2.2 登陆点

本项目海上换流站布置在长乐外海 I 区风电场场区内，位于长乐市松下镇外海海域。项目设计单位通过图上作业、现场踏勘和相关部门收资，初选了 3 个登陆点，详见**错误!未找到引用源。**。

项目预选登陆点 1 位于福州市长乐区松下镇位于南寨下村沿岸，福建港隆仓储、加工建设项目用地东侧，登陆点坐标为东经 119°37'12.65"，北纬 119°37'12.65"。该登陆点北侧 50 米处有一特殊用地，已与相关单位协调完毕允许施工建设。距离陆上集控站站址直线距离 1.2km。

项目预选登陆点 2 位于福州市长乐区松下镇位于南寨下村沿岸，登陆点 1 南侧 690m 处，登陆点坐标为东经 119° 37' 20.620"，北纬 25° 46' 19.419"。距离陆上集控站站址直线距离 1.8km。

项目预选登陆点 3 位于福州市长乐区松下镇腿头村沿岸，登陆点坐标为东经 119° 37' 23.421"，北纬 25° 46' 11.618"，该处靠近长乐外海海上风电场 A、C 区登陆点，距离陆上集控站站址直线距离 2km。

三个登陆点地形地貌相似，涉及利益相关者均可协调，根据与陆上集控站站址的距离，总体来说方案一优于方案二和方案三。



### 7.2.2.3 工程地质、气象和海洋水文条件

本项目路由方案一、方案二、方案三在区域构造、海底地形地貌、海域冲淤环境以及海洋水文气象、海底腐蚀环境等方面的情况大致相同。

三个方案所在海域均位于北北东—北东向滨海断裂带平潭海外段北西向约27km附近，地壳运动相对稳定；场址理论水深约43-51m，海底地形总体表现为西部地势相对较高，东部地势相对较低的变化趋势，地形坡度较为平坦；场区海域内主要分布的地层岩性为第四系海积淤泥、粉质黏土、粉中砂等，基岩岩性主要为燕山早期混合花岗岩。

本项目区域内年平均气温为19.6℃，年平均降水量为1088.5mm，年平均降水日数为157.9天，年平均气压为1010.3hPa，年平均相对湿度为83.1%，年平均雾日为22.3天，年平均风速为3.7m/s，本地区主导风向为NE、NNE。

### 7.2.2.4 国土空间规划及相关规划符合性评价

本项目建设符合国家产业政策，从福州市国土空间总体规划符合性分析，本项目路由方案一、方案二、方案三均涉及工矿通信用海区、渔业用海区、生态控制区和游憩用海区，符合工矿通信用海区、渔业用海区、生态控制区和游憩用海区的管控要求。从福建省海洋功能区划符合性分析，本项目路由方案一、方案二、方案三均“近海农渔业区”、“下沙旅游休闲娱乐区”、“松下港口航运区”和已批围填海，符合近海农渔业区、“下沙旅游休闲娱乐区”和“松下港口航运区”的管控要求。

本项目路由方案一、方案二、方案三均未占用“三区三线”中的永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界，与福建省“三区三线”可相衔接。

从湿地保护影响方面分析，本项目不占用省级重要湿地，符合《福建省湿地保护条例》。

本项目为长乐外海海上风电场集中送出工程，属于清洁能源、海洋可再生资源新兴产业，项目的建设有助于海洋资源的开发利用，可促进海洋新兴产业的规模化发展。用海方式为透水构筑物用海和海底电缆管道用海，未改变海域自然属性。项目建设符合风电产业政策、符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福建省“十四五”海洋强省建设专项规划》《福建省“十四五”能源发展专项规划》。

#### 7.2.2.5 海洋开发活动评价

本项目海上换流站布置在长乐外海 I 区风电场场区内，位于长乐市松下镇外海海，水深范围在 51.5-56.1m 内。海缆登陆点位于长乐南寨下村沿岸，海缆水深范围 0m~56.1m。工程区及附近海域的海洋开发活动较少，主要有港口、航路、锚地、海底管线、风电场等。

本项目路由方案一、方案二、方案三与附近的松下港区和平潭港区距离较远，不会对周边港口设施造成影响；路由方案一、方案二、方案三均穿越内航路和中航路，对航路造成一定影响；路由方案一、方案二、方案三与现有的东洛锚地、笠屿北锚地和 2#锚地相距较远，相互距离符合规范要求，因此对锚地无影响；与周边“TSE-1”光缆、马祖岛至台湾岛海底电缆（南、北 2 条）、川石岛至淡水海底电缆均产生交越；路由方案一、方案二、方案三距离周边已建风电场较远，对其无影响；本项目海上换流站选址与长乐外海 D、E 区、长乐外海 I 区（北）、长乐外海 I 区（南）、长乐外海 J 区、长乐外海 K 区接入统一考虑，换流站位于长乐 I 区南区东南侧，本项目对周边风电场规划场址影响较小。

根据福州市海洋行政主管部门提供的海域使用权属资料，本项目与周边用海项目的权属无重叠，利益相关者为周边风电场建设单位。本项目风场区周边有多条航路，需进行协调的单位为福州海事局。

综上所述，长乐外海集中统一送出工程路由三个方案从海上地形地貌、底质类型、相关规划符合性、海洋开发活动等因素均相同，从路由长度、工程投资造价等方面分析，方案一总体工程投资造价低于方案二和方案三，路由长度方案一比方案二少 0.1km，比方案三少 17.7km，更为节约集约用海，因此综合比较，方案一优于方案二和方案三。

### 7.3 用海方式合理性分析

本项目用海方式为构筑物用海（一级方式）的透水构筑物用海（二级方式）和其他用海方式（一级方式）的海底电缆管道用海（二级方式），本节通过对于维护海域基本功能、减少对水文动力及冲淤环境的影响、是否有利于保持自然岸线和海域自然属性等方面，分析项目用海方式的合理性。

#### （1）用海方式是否有利于维护海域基本功能

本项目主要水工建筑物是海上换流站基础和海底电缆，用海方式分别为透水构筑物和海底电缆管道。虽然需占用一定的海域，但透水构筑物和海底电缆管道

用海均不改变海域的自然属性，能够保持水体的流通交换，对海域的使用不属于不可恢复，不涉及炸岛和围填海等，项目实施虽然会对农渔业区的渔业资源造成一定的影响，但通过生态减缓和补偿措施，不影响海域主导功能的实现，能够维护海域基本功能。

**(2) 用海方式能否最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响**

本项目透水构筑物 and 海底电缆管道用海能够保证水流的通畅，虽占用一定海域面积，但对整个水文动力环境、冲淤环境的影响并不大。因此，本项目用海方式能够最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

**(3) 用海方式是否有利于保持自然岸线和海域自然属性**

本项目 525kV 海底电缆登陆时不占用自然岸线，不进行采挖海砂、倾废等活动，项目建设后不会对所占岸线造成明显不利影响，基本不会改变海域自然属性。因此本项目用海方式有利于保持自然岸线和海域自然属性。

**(4) 用海方式是否有利于保护和保全区域海洋生态系统**

本项目施工期间会对作业面的底栖生物和底栖生境造成完全破坏，栖息于上述范围内的底栖生物将全部损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。另外，施工产生的悬浮泥沙也造成海洋生物一定的损失。本项目施工造成的悬沙污染，对海域污染的范围主要是海缆附近两侧，垂向平均悬沙浓度 $>10\text{mg/L}$  扩散包络线面积为  $285.79\text{km}^2$ 。工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量不会产生明显变化，即沉积物质量状况仍将基本保持现有水平。为弥补工程建设对海洋生态环境带来的不利影响，建设单位应做好环境保护工作和生态补偿工作，把不利影响降到最低。

项目海上换流站基础施工、海底电缆铺设等将会引起部分底栖和潮间带生物损失。同时，工程施工悬浮物会引起本海域生物种类和数量的减少，但是项目建成后，影响将逐渐消失，生物数量会慢慢恢复。项目用海方式及建设运营过程中对区域海洋生态系统的影响不大。可见，本项目建设对区域生态系统有一定影响，但可以通过增殖放流等措施进行生态补偿，本项目用海方式对区域海洋生态系统的影响是可以接受的。

因此，本项目用海方式是合理的。

## 7.4 占用岸线合理性分析

本项目为周边风电场集中送出工程，送出工程 525kV 海缆登陆点位于福州市长乐区松下镇位于南寨下村沿岸，福建港隆仓储、加工建设项目用地东侧，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中有关海底电缆管道工程用海的规定：“5.4.5.1 电缆管道用海：以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”。在登陆点附近，亦将由登陆点向两侧各外扩 10m 为海缆用海范围。本项目确权占用人工岸线 16.32m。

## 7.5 用海面积合理性分析

### 7.5.1 项目用海界址确定及面积量算

本项目用海范围的界定和用海面积的量算，依据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）有关发电设施和海底电缆用海面积量算的规定，项目申请宗海总面积为 306.1491hm<sup>2</sup>，其中透水构筑物申请用海 3.6008hm<sup>2</sup>，海底电缆路由申请用海 302.5483hm<sup>2</sup>。

#### 7.5.1.1 换流站用海确定及面积量算合理性

根据《海籍调查规范》中第 5.4.2.5 节电力工业用海，“水下发电设施用海，以发电设施外缘线外扩 50m 距离为界”，本项目海上换流站以其外缘线外扩 50m 距离为界确定界址点。

海上换流站采用整体式布置，共分为 2 部分组成：上部平台和下部结构，现阶段海上换流站推荐采用导管架基础型式，桩基础采用钢管桩基础。根据设计单位提供资料，本项目换流站最外侧边界范围为 95.5m×90.5m，本次换流站用海界定按照和《海籍调查规范》要求的 50m 外扩范围界定用海。换流站用海面积为 3.6008hm<sup>2</sup>。

#### 7.5.1.2 海底电缆用海确定及面积量算合理性

电缆用海是根据《海籍调查规范》“5.4.2.5”和上述《海上风电开发建设管理办法》中关于电缆管道用海的规定：以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。据此，海底电缆用海面积为 302.5483hm<sup>2</sup>。

本项目海底电缆用海范围海上换流站用海范围有部分重叠区域，根据现行的海域使用金征收标准——《海域使用金征收标准》（财综〔2018〕15 号），透水构筑物用海的海域使用金为 1.16~4.63 万元/公顷，海底电缆管道用海的海域使用

金为 0.70 万元/公顷，透水构筑物用海海域使用金高于海底电缆管道用海的海域使用金，海底电缆用海与透水构筑物用海重叠部分应归入透水构筑物用海范围，因此，本项目宗海图绘制过程中，当海底电缆管道用海与海上换流站用海范围发生重叠时，重叠区域归入海上平台透水构筑物用海，海底电缆管道与海上换流站透水构筑物用海范围的交界线为海底电缆管道的申请用海边界线。

综上，本项目申请用海根据建设单位的实际用海需求，结合总平面布置进行量算，项目用海范围和界址点的选择均参照《海籍调查规范》中关于面积界定及面积计算的规定，已无减少用海面积的可能性。面积量算符合规范、满足项目用海的需求，且符合了集约节约用海的原则，项目申请用海面积合理。

### 7.5.2 宗海图绘制

依据现场测量数据及该项目的平面布置，采用解析法计算出各项目用海面积及拐点的坐标，绘制该项目的宗海位置图和宗海界址图。

## 7.6 用海期限合理性分析

本项目用海属于电力工业用海，前期准备和建设期为 2 年，风电机组、电缆的设计运行年限为 25 年，退役拆除期约 2 年。考虑到本工程项目的建设和运行以及退役拆除，考虑换流站、电缆的设计使用年限，同时考虑周边风电场的用海申请年限最长为 29 年，因此，本项目申请用海期限为 29 年，可满足项目的建设和营运需要。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条：港口、修造船厂等建设工程用海期限最高为 50 年，本项目为工业用海中的电力工业用海，属建设工程用海，因此，换流站、海底电缆用海申请期限为 29 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定。

综上，项目申请用海期限满足项目建设和营运的需要，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，因此，项目的申请用海期限是合理的。

海域使用权即将到期前，如换流站经评估后可结构稳定性良好且建设单位需继续用海，应当最迟于期限届满前两个月向海洋主管部门申请续期，获准后方可继续用海。

## 8 生态用海对策措施

### 8.1 生态用海对策

#### 8.1.1 生态用海对策分析

本工程换流站建设采用透水结构形式，避免了采用对海洋环境影响最大的填海造地的用海方式。但项目换流站建设仍不可避免的占用了部分海域海底，施工期海缆开挖也对海底造成了临时影响。

#### 8.1.2 施工期生态用海措施

##### (1) 水环境保护对策措施

- 1) 施工机械和船舶禁止直接向海域水体排放油污水和其它废水。
- 2) 海域施工期间，现场施工人员生活垃圾和生活污水禁止随意排放，应收集至陆域处理。
- 3) 加强施工设备的管理与养护，杜绝油类泄漏，避免海水受污染的可能性。
- 4) 施工期间避开大风天气，减少施工悬沙的影响。

##### (2) 噪声环境保护对策措施

- 1) 施工单位应选择低噪声设备，对噪声较高的施工设备采取降噪措施，禁止使用不符合国家噪声排放标准的施工机械设备。
- 2) 定期维护和及时修理施工机械，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的异常噪声。
- 3) 加强对施工人员的个人防护，对在高噪声设备附近工作的施工人员配备必要的防噪声耳塞、头盔等防护用品。
- 4) 加强施工管理、文明施工，减少施工期不必要的噪声影响，尽可能减少产生噪声的夜间施工作业。
- 5) 春、夏季（4~6月）是鱼类产卵高峰期，从减缓对渔业资源影响的角度出发，打桩、电缆铺设应避开海洋鱼类产卵高峰期。同时打桩以“软启动”方法驱赶桩基周围的鱼类，减缓打桩时产生的水下噪声对鱼类的影响。

##### (4) 固体废物处置措施

- 1) 对施工产生的废料或者焊接垃圾等，应在作业点及时收集回收，交有资质的固体废弃物处置单位统一处置。
- 2) 施工中禁止任意向海洋抛弃各类固体废弃物，同时应尽量避免各类物料散落海中。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置。施工结束

时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。对有利用价值的施工废弃材料也应由施工单位负责及时清理处置。

3) 施工人员生活垃圾集中收集，定期清运至陆上，按当地环卫部门规定统一处置。

4) 各施工单位加强对施工人员的教育和管理，保证生活垃圾集中处置。

#### (5) 施工期海洋生物保护措施

1) 合理设置施工期，减小对海洋生态和渔业资源影响

2) 建设单位应请有资质的单位对施工方案操作进行优化设计，关注项目施工对附近渔业资源等的影响；尽量避开鱼类的主要洄游、产卵季节；项目施工前，先用大马力渔船驱赶鱼群；留出足够的时间让鱼群游离，起到大范围驱赶作业，从而减少后续施工对渔业资源影响；施工时间应尽量选择低平潮时段进行，提高施工效率。

3) 施工船舶产生的机舱油污水、生活污水、生活和生产垃圾等废物应按照船舶污染物排放标准的要求予以处置。船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆域处理

#### (6) 其他措施

①工程施工建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，指导设计、施工、环境管理，把生态环境保护纳入工程方案设计过程中，把工程施工对海洋生态环境带来的不利影响控制到最低程度。

②建议调整局部施工标段施工进度，尽量避开或减少当地经济鱼类繁育的保护期施工，减少施工过程对海域生态环境的损害。

③桩基施工噪声缓解和对鱼类的保护措施。桩基础施工应避免采用撞击式的打桩作业方式，建议采用环保型液压式打桩机。鉴于施工期的打桩噪声具有强度高、时间相对短的特点，海上施工期应对每日预计打桩数量（即最高数量）、打桩的持续时间做出控制；桩基周围建议采用气泡帷幕等屏蔽措施，减缓噪声能量的散播。

④严格限制工程施工和作业范围，以减小施工作业对经济鱼类繁育场和底栖生物的影响。

⑤尽量选用先进低噪的施工设备和船舶，并注意日常设备维护，降低施工噪

音，减轻对鱼类的影响。必须加强施工期船舶生活污水的收集处理和生活垃圾的收集处置，严禁向海域倾倒各种垃圾与排放废污水。

### 8.1.3 退役期生态保护措施

#### (1) 水环境保护对策措施

1) 退役拆除使用施工机械和船舶禁止直接向海域水体排放油污水和其它废水。

2) 退役拆除施工期间，现场施工人员生活垃圾和生活污水禁止随意排放，应收集至陆域处理。

3) 加强施工设备的管理与养护，杜绝油类泄漏，避免海水受污染的可能性。

4) 退役拆除施工期间避开大风天气，减少施工悬沙的影响。

#### (2) 噪声环境保护对策措施

1) 退役拆除施工单位应选择低噪声设备，对噪声较高的施工设备采取降噪措施，禁止使用不符合国家噪声排放标准的施工机械设备。

2) 定期维护和及时修理施工机械，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的异常噪声。

3) 加强对施工人员的个人防护，对在高噪声设备附近工作的施工人员配备必要的防噪声耳塞、头盔等防护用品。

4) 加强施工管理、文明施工，减少施工期不必要的噪声影响，尽可能减少产生噪声的夜间施工作业。

#### (4) 固体废物处置措施

1) 对退役拆除产生的废料或者焊接垃圾等，应在作业点及时收集回收，交有资质的固体废弃物处置单位统一处置。

2) 退役拆除施工禁止任意向海洋抛弃各类固体废弃物，同时应尽量避免各类物料散落海中。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置。施工结束时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。对有利用价值的施工废弃材料也应由施工单位负责及时清理处置。

3) 退役拆除施工期间施工人员生活垃圾集中收集，定期清运至陆上，按当地环卫部门规定统一处置。

4) 退役拆除施工期间各施工单位加强对施工人员的教育和管理，保证生活



垃圾集中处置。

(5) 退役拆除施工期间海洋生物保护措施

1) 合理设置拆除期，减小对海洋生态和渔业资源影响

2) 建设单位应请有资质的单位对拆除方案操作进行优化设计，关注项目施工对附近渔业资源等的影响；尽量避开鱼类的主要洄游、产卵季节；项目拆除前，先用大马力渔船驱赶鱼群；留出足够的时间让鱼群游离，起到大范围驱赶作业，从而减少后续施工对渔业资源影响。

3) 退役拆除施工期间施工船舶产生的机舱油污水、生活污水、生活和生产垃圾等废物应按照船舶污染物排放标准的要求予以处置。船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆域处理

(6) 其他措施

①工程施工建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，指导设计、施工、环境管理，把生态环境保护纳入工程方案设计过程中，把工程施工对海洋生态环境带来的不利影响控制到最低程度。

②建议调整局部施工标段施工进度，尽量避开或减少当地经济鱼类繁育的保护期施工，减少施工过程对海域生态环境的损害。

③严格限制工程施工和作业范围，以减小施工作业对经济鱼类繁育场和大型底栖生物的影响。

⑤尽量选用先进低噪的施工设备和船舶，并注意日常设备维护，降低施工噪音，减轻对鱼类的影响。必须加强施工期船舶生活污水的收集处理和生活垃圾的收集处置，严禁向海域倾倒各种垃圾与排放废污水。

#### 8.1.4 运营期生态保护措施

(1) 水环境保护对策措施

检修船舶的污水均统一收集后送至有资质单位处理，均不外排。

(2) 噪声污染防治措施与对策

1) 在设备选型时选用低噪声设备。

2) 对电晕放电的噪声，通过选择高压电气设备、导体等以及按晴天不出现电晕校验选择导线等措施，减轻电晕放电噪声。

(3) 固体废物处理措施

1) 运行期辅助平台工作人员生活垃圾收集后带回陆域处理。

2) 对于换流站设备在突发事故或机组检修时所产生的诸如油渣(HW08)、油垢(HW08)、废油(HW08)等深度水污染物质,以及机油跑冒滴漏,应进行收集,委托具有相应资质的单位统一回收处置。

### 8.1.5 鸟类保护措施

加强鸟类监测。组织专业人员,开展海上换流站区域鸟类种类和数量监测。每年春季3月~4月、秋季10月~11月候鸟大规模迁徙期间,以及每年5月~8月加强燕鸥类繁殖地及繁殖鸟的监测,要密切观测候鸟动向,做好观测记录,在遇到大群候鸟路过或经监测发现影响主要鸟类繁殖行为时,及时制定相应的保护措施。海上换流站鸟类监测应纳入风电场中的监测计划中一部分。

## 8.2 生态跟踪监测

为了及时了解和掌握本工程建设对海洋环境的影响,评价其影响范围和影响程度,及时发现并解决本工程建设引起的海洋环境问题。根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》(自然资办公函[2022]640号)、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》等有关规定,并结合本项目建设特点制定相应的环境监测计划。环境监测可委托有相应资质的环境监测单位实施,监测单位应提交有效的计量检测认证的成果。

按照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的相关要求,本项目环境监测计划包括施工期和营运期两个时段。

### (1) 施工期环境监测计划

#### 1) 水质

①监测位置:换流站和海缆附近设28个监测站位。

②监测时间及频次:施工期每年监测1次,在施工高峰期(海缆施工时)实施,验收时监测1次。

③监测项目:pH值、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、砷、铬、汞。

#### 2) 沉积物

①监测位置:换流站和海缆附近设14个监测站位。

②监测时间及频次:验收时监测1次。

③监测项目:pH、石油类、重金属(锌、镉、铅、铬)

#### 3) 海洋生态

①监测位置：换流站和海缆附近设 18 个监测站位。

②监测时间及频次：施工期每年监测 1 次，在施工高峰期（海缆施工时）实施，验收时监测 1 次。

③监测项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物。

#### 4) 渔业资源

①监测位置：换流站和海缆附近设 16 个监测站位。

②监测时间及频次：

施工期监测 1 次，选择施工高峰时段。

③监测项目：本项目对海洋生物的影响主要来自换流站噪声及电磁辐射，由于国内海上换流站关于噪声和电磁辐射对海洋渔业资源的影响并无相关研究，无前期工作方法可以参照，建议在工程前选择不同时间节点进行取样分析。

监测项目：鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼。

分析要素：种群结构、生物量、生物密度、多样性指数、优势种、优势度等。

建议建设单位委托相关专业单位开展实验室生物行为学研究，对噪声和电磁辐射进行实验室模拟，开展在不同噪声级及电磁辐射强度下海洋生物反应的敏感性测试及阈值测定。

#### 5) 生物体质量

①监测位置：项目周边设置 4 处监测站位。

②监测时间及频次：施工期每年监测 1 次。

③监测项目：石油醚、重金属（锌、镉、铅、铬）等。

#### 6) 水下噪声

在换流站基础施工期间，从施工期开始及时跟踪监测施工所产生的水下噪声特别是在施工期的第 1 个月，在风电站内安装的各类基础，至少应进行一次完整的水下噪声测量。在距离换流站基础结构 300-1000m 处、不同的水层深度处（水听器离海面 1-3m，垂直阵一般应布设到靠近海底）实时监测换流站桩基打桩时产生的水下噪声。

监测内容：

打桩施工所产生的最大声压级  $L_{peak}(dBre1\mu Pa)$ ；

噪声频带有效声压级  $(dBre1\mu Pa)$ ；

噪声声压谱（密度）级；

分析水下噪声时-频特性。

#### 7) 鸟类

①监测位置：监测范围与本项目鸟类现状调查范围一致。

②监测时间及频次：施工期内选取代表性季节观测 1 次。

③监测项目：主要包括鸟类种类和数量，迁徙活动情况，栖息觅食情况等。

#### (2) 运营期

##### 1) 水质

①监测位置：同施工期。

②监测时间及频次：运营期每年监测 1 次。

③监测项目：pH、悬浮物、石油类、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、砷、铬、汞等。

##### 2) 沉积物

①监测位置：同施工期。

②监测时间及频次：运营期每年 1 次。

③监测项目：pH、石油类、重金属（铅、镉、锌、铬等）。

##### 3) 海洋生态

①监测位置：同施工期。

②监测时间及频次：运营期每年监测 1 次。

③监测项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物。

##### 4) 生物体质量

①监测位置：项目周边设置 3 处监测站位。

②监测时间及频次：运营期每年监测 1 次。

③监测项目：石油烃、重金属（铜、铅、镉、锌、砷、铬、汞）等。

##### 5) 渔业资源

①监测位置：同施工期。

②监测时间及频次：

运营期开始 5 年内应开展跟踪监测，每年选择春、秋季节进行监测取样，运行

5 年之后根据前期监测分析结果，监测频次可调整为 2 年监测一次，监测时间可选择春季。

③监测项目：本项目对海洋生物的影响主要来自换流站噪声及电磁辐射，由于国内海上换流站关于噪声和电磁辐射对海洋渔业资源的影响并无相关研究，无前期工作方法可以参照，建议在工程前选择不同时间节点进行取样分析。

监测项目：鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼。

分析要素：种群结构、生物量、生物密度、多样性指数、优势种、优势度等。

#### 6) 鸟类

①监测位置：监测范围与本项目鸟类现状调查范围一致。

②监测时间及频次：每年代表性季节观测 1 次（原则每年观测季节一致）。

③监测项目：主要包括鸟类种类和数量，迁徙活动情况，栖息觅食情况等。

#### 7) 地形地貌与冲淤

①监测位置：地形监测区域布置在换流站周边 2km 范围内，测量比例按 1:5000。

②监测时间及频次

工程运营期前 5 年内，每年监测 1 次，遇灾害性天气加密监测，5 年之后根据前期监测分析结果，可 2-3 年监测 1 次。

③监测项目：水深地形。

#### 8) 水下噪声

①监测位置：布设 9 个站位。

在营运期，在距离换流站约 100m 处监测水下辐射噪声。同时应在距离换流站外部界限 3-4km 处进行水下背景噪声和换流站噪声的综合测量。

②监测时间及频次：运营期每年测量 1 次。

③监测内容：噪声频带有效声压级(dB<sub>re</sub>1μPa)；噪声声压谱（密度）级。

#### 9) 电磁辐射

①监测站位：布设 9 个站位。

工频电磁场：以海底电缆的边缘线为测试原点，沿垂直于线路方向为测量路径，按测点间距 10m 顺序布点，确认某测点工频电场测值已为环境背景值时，可不再向远处测点继续测量。

无线电干扰：测点的分布按工频电磁场测量路径，顺序测量各测点在 0.5 (1±10%) MHz 频率的量值。在测量中确认某测点的无线电干扰测值已为环境背景值时，可不再向远处测点继续测量。

②监测时间及频次：运营期每年测量 1 次。

③监测项目：工频电场、工频磁场（水平分量和垂直分量）、无线电干扰。

海洋生态监测应选择有资质单位进行，并应提交有效的计量认证分析检测成果，为管理部门执行各项环境法规、标准、开展环境管理工作提供可信的监测数据与资料。建设单位在制定环境监测计划时，应同时制定环境监测资料的存贮、建档与上报的计划，并接受有关海洋环境保护行政主管部门的检查和指导。

## 8.3 生态补偿监督

### 8.3.1 生态修复重点及目标

根据本项目实际情况，以海洋生物资源恢复作为生态保护修复重点。根据前文本项目主要生态问题，本项目生态修复重点详细为：选择在长乐外海海域进行增殖放流，对本项目损失的海洋生物资源进行补偿和恢复。建设单位应将本建设项目造成的生态损失补偿经费纳入工程投资预算中，交由长乐区海洋与渔业局统一补偿，严格用于生态恢复，生态恢复主要采取水生生物增殖放流的方式。根据 4.2 节，项目建设生物资源损失经济补偿额不低于 905.33 万元。

### 8.3.2 生态修复具体措施

渔业主管部门负责本行政区域内渔业资源增殖放流的组织、协调和监督管理。种苗供应单位须具有市级或市级以上水产原（良）种（繁育）场（基地）资质。本工程建成后，具体放流数量、时间、地点及放流品种等应按照渔业主管部门的增殖放流计划并结合本工程的建设实际情况，与当地渔业主管部门协商予以确定。增殖放流方案和计划如下：

#### 1、增殖放流品种选择原则

根据国务院发布的《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9号）等相关文件精神，人工增殖放流种类的选择坚持以下原则：

——“生物多样性”的原则。保护生物多样性的最基本途径是就地保护自然生境，在物种的自然环境中维持一个可生存种群。选择本地的鱼、虾、蟹、贝等多种类实施放流。

——“技术可行”原则。放流种类在人工增殖放流技术上是可行的，单各种类放流数量应具有一定的规模，利于形成群体优势，提高放流效果。

——“生物安全”原则。放流种类必须是在本海域自然生长，或者该种类是本海域的优势种或常见种，不会对其它种类带来伤害，且是子一代或子二代苗种。

——“注重修复生态、兼顾效益”原则。人工增殖放流重在修复海洋的生态功能兼顾经济和社会效益，优先选择生态系统中资源严重衰退，生态群落结构中的关键种。

## **2、增殖放流苗种规格质量**

根据人工增殖放流品种的选择原则，结合长乐区渔业资源增殖放流工作经验等具体情况，可选择真鲷、黑鲷为增殖放流对象。后期综合考虑本项目可直接用于渔业生态修复经费额度，最终确定增殖放流品种、数量及规格。

## **3、增殖放流区域和时间**

### **(1) 放流区域**

放流区域尽可能考虑选择在用海项目的邻近地区，同时各种海况等因子适合放流对象的生长，同时考虑到放流操作相对方便，管理措施能够落实的区域。根据这些原则储备选择的放流区域在长乐适宜增殖放流区域（梅花海域）。

### **(2) 放流时间**

放流时间主要根据苗种培育的时间而定，同时尽可能将放流时间安排在伏季休渔期间，以减少捕捞对放流品种的伤害，提高放流品种的成活率。

### **8.3.3 生态修复实施计划及责任人**

本项目生态修复工作应于在项目完成施工后开展，实施年度定为二年，修复责任单位为本项目建设单位，即福建福州闽投海上风电汇流站有限公司。

## 9 结论

### 9.1 项目用海基本情况

长乐外海集中统一送出工程，包括 1 座海上换流站，1 座陆上集控站，以及 ±525kV 海上直流海缆线路。海上换流站位于长乐市松下镇外海海域，布置在长乐外海 I 区（南）风电场场区内，登陆点位于长乐松下镇南寨下村沿岸。本项目输送容量 2134MW，长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区的风机采用 66kV 海缆、K 区采用 220kV 海缆接入海上换流站，在换流站内升压和整流后采用 ±525kV 海缆送至陆上集控站。

本项目用海类型一级类为“工业用海”，二级类为“电力工业用海”。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型一级类为“19 工矿通信用海”，二级类为“1905 可再生能源用海”。本项目申请用海总面积 306.1491hm<sup>2</sup>，其中海上换流站用海面积 3.6008hm<sup>2</sup>，海底电缆路由申请用海 302.5483hm<sup>2</sup>。

### 9.2 项目用海的必要性分析结论

本项目集中送出方案所服务的海上风电场位于福建省福州市长乐区东部海域，风能资源具有很好的开发价值，其开发建设符合国家可再生能源中长期发展规划的要求，符合福建省风电发展规划的要求，本项目作为海上风电配套集中送出方案，项目的实施可进一步充分发挥长乐外海风电场良好的社会效益和环保效益。

本项目海上换流站为透水构筑物，结构形式与石油钻探平台相似，参照石油钻探平台保护范围确权，为基础投影最外缘点再外扩 50m 为形成的边界；海底电缆用海面积按电缆外缘向两侧各外扩 10m 宽为界计算。在海上换流站及海底电缆外围进行外扩设置保护带，将减少损害设备风险出现的几率，有利于集中送出工程平稳安全的运行。因此，项目用海是必要的。

### 9.3 项目资源生态影响分析结论

本项目实施后，由于换流站桩基尺度较小，阻水效应有限，与工程建设前相比，工程建设后，大、小潮流态没有发生明显变化，工程建设对大范围流场影响较小，对流场的影响仅局限于桩基局部约 100m 范围内。

工程引起的冲淤影响主要在桩基基础附近，以淤积为主，对周边海床冲淤影响较小。由于工程海域悬沙浓度较低，水深较深，年冲刷淤积强度较小，最高年



淤积强度为 2.8 cm；桩基涡旋区以外的平衡后最大淤积强度小于 5.0 m，最大冲刷强度为 0.2 m，达到冲淤平衡所需时间较长。考虑桩前湍流涡旋，不同公式计算的桩基最大冲刷深度介于 5.0~12.0 m 之间，平均值为 8.6 m，冲刷距离 17.4 m。由于海域受台风较严重，50 年一遇极端情况下的最大桩基冲刷深度可达 6 m，需引起重视。

本项目换流站桩基和电缆敷设施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大包络线面积为本项目换流站桩基和电缆敷设施工悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大包络线面积为 286.3708km<sup>2</sup>，km<sup>2</sup>。项目建设对海洋生态的影响主要表现在底栖生物、鱼卵仔鱼及游泳动物的损失。导致的海洋生物量的损失主要包括工程建设桩基占用海域导致底栖生物永久性消失和海缆敷设占用海域导致底栖生物临时性消失、桩基施工及海缆施工期间悬浮泥沙导致海洋生物的损失。根据项目施工对海洋生物影响的定量计算，本项目总体施工造成的底栖生物损失量为 1574.12kg，施工期间悬浮泥沙造成鱼卵、仔稚鱼和游泳动物损失量分别为 171761820.6 粒、57383181.6 尾和 11701.59kg。本项目换流站桩基施及电缆敷设施工导致生物资源损失生态补偿金总额为 905.33 万元。

#### 9.4 海域开发利用协调分析结论

本项目实施存在直接利益关系的开发活动有周边海上风电项目和登陆点上岸段建设填海造地项目，将风电场用海单位福建省福能海峡发电有限公司、福建华亿新能源科技有限公司、福建东福新能源有限公司、福州长乐国闽新能源有限公司、福建省福能海韵发电有限公司、华电（福州）海上风电有限公司，建设填海造用海单位福建港隆物流有限公司界定为利益相关者。涉及的协调部门有福州海事局和马祖至台湾航路主管部门。

本项目建设单位与 I 区（南）用海单位的用海范围达成一致意见，换流站的选址边界距离可以满足穿越 I 区（南）风电场的客船安全通航的要求；本项目为周边长乐外海 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区和 K 区共同建设的海上换流站，并统一建设送出线路，建设方案与周边风电场已达成一致意见；本项目送出海缆与长乐外海 C 区项目 220kV 海缆较近，施工期海缆敷设应确保施工船舶抛锚时定位准确，避免对长乐外海 C 区项目 220kV 海缆造成破坏；应根据不同建设时序协调与 DE 区、I 区（北）、I 区（南）、J 区和 K 区的施工关系，避免施工相互影响。

本项目登陆点位于福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程土堤护岸上，海缆采用直埋+电缆沟敷设方式，深埋 1m~2m。登陆点施工完成后可恢复土堤护岸原貌，对其影响较小，建设单位施工方案应取得福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程海域使用权人的同意。

风电场建设单位应充分认识和重视通航环境和安全生产的关系，投入必要的人力、物力和配套设施，与福州海事局进行充分的联系和协调，处理好与附近通航环境之间的关系，加强对风电场及附近水域的安全管理，保证风电设施和通航安全。

针对项目建设对马祖-台北和马祖-基隆的客运船舶航线的环境影响，目前根据现行法律规定，大陆对台直航航线方案调整需开展专门的审批程序。本项目换流站周边航线航次较少，换流站布置已预留 2 海里的航行通道，同时建设单位已按照主管部门要求编制了《选址通航安全分析报告》，建设单位应充分认识和重视场区内航路环境和安全生产的关系，处理好与马祖至台湾航路主管部门之间的关系。

综上所述，本项目风电场建设与周边其他用海活动相适宜，协调单位具备协调途径。

## 9.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

本项目建设符合国家产业政策，项目换流站用海位于《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》的海洋开发利用空间，海缆大部分位于海洋开发利用空间，部分位于海洋生态空间，位于《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的位于《福州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的“工矿通信用海区”、“渔业用海区”、“生态控制区”和“游憩用海区”，不占用《福建省“三区三线”划定成果》划定的海洋生态保护红线，位于《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中的福州东部海域工矿通信用海区、福州东部海域渔业用海区、白犬列岛生态控制区、漳港-东洛列岛游憩用海区，综上，项目用海符合国土空间规划；项目用海位于《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》的“近海农渔业区”、“下沙旅游休闲娱乐区”、“松下港口航运区”和已批围填海，符合海洋功能区划；项目用海与《福建省海上风电场工程规划（报批稿）》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福州港总体规划（2035 年）》《福州市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》等相关规划可相衔接。

## 9.6 项目用海合理性分析结论

项目附近的社会条件可满足项目施工的需求，项目所在位置与自然资源和环境条件相适宜，与生态生态系统的适宜性较好，与周边用海活动可协调，因此，本项目的选址是合理的。本项目的用海方式有“透水构筑物”和“海底电缆管道用海”。其用海方式与用海单元的功能需求相适应，项目的用海方式是合理的。

比选海上换流站位置，结合集电线路和送出线路投资，海上换流站布置在 I 区东南侧（在点 X=40529548，Y=2869405 附近）布置最为合理；综合电缆路由方案的比选结果来看，本项目海底电缆平面布置有着电缆长度短、投资少、年电能损耗低的优点并且能够减小所占海域面积。因此，本项目的平面布置是合理的。

本项目用海面积已充分考虑到了直接用海（换流站基础、海底电缆垂直投影）、间接用海（换流站基础最外缘点外扩 50m 和海底电缆管道外缘线向两侧外扩 10m）的范围等因素。项目用海面积能满足项目的用海需求且本项目申请用海界址点界定和用海面积的量算符合《海籍调查规范》的要求。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条：港口、修造船厂等建设工程用海最高期限为 50 年，本项目为工业用海中的电力工业用海，属建设工程用海，因此，换流站、海底电缆用海申请用海期限为 29 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，且能满足项目的建设和营运需要。

综上所述，本项目用海在选址、用海方式和平面布置、用海面积和用海期限等各方面的确定是合理的。

## 9.7 项目用海可行性结论

长乐外海集中统一送出工程服务于长乐外海海上风电集群，项目的建设符合我国可持续发展能源战略，项目建设和用海是十分必要的，项目用海总体满足国土空间总体规划，符合省、市、县相关产业发展规划的总体布局和发展方向；项目用海选址、用海方式、用海面积和期限的确定是合理的；项目用海与海域自然环境和社会经济条件相适宜，在正常运营条件下对周边的海洋开发活动和国土空间总体规划功能区无重大影响，但仍需加强海域使用监控管理和海洋环境监测，并采取有效防范措施降低项目的用海风险。

在本项目建设前期相关的工可、环评、水动力及泥沙冲淤、通航影响等专题的基础上认为：项目用海必要，总体满足国土空间总体规划，与相关发展规划相一致，用海选址、方式、面积、期限合理，用海不利影响较小。在采取积极有效

的用海监控、跟踪、管理对策和环境保护措施前提下，本项目用海基本可行。