

2023 年福建福州海洋生态保护修复工程——下沙
海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目
海域使用论证报告书

(公示稿)

编制单位：福建省环境保护设计院有限公司

(91350000MA347B3Y15)

二〇二五年六月

项目基本情况表

项目名称	2023年福建福州海洋生态保护修复工程——下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目			
项目地址	福建省福州市长乐区			
项目性质	公益性 (<input checked="" type="checkbox"/>)	经营性 (<input type="checkbox"/>)		
用海面积	155.7690 hm ²	投资金额	850.0 万元	
用海期限	10 年	预计就业人数	/人	
占用岸线	总长度	0 m	邻近土地平均价格	/万元/ hm ²
	自然岸线	0 m	预计拉动区域经济产值	/万元
	人工岸线	0 m	填海成本	/万元/ hm ²
	其他岸线	0 m		
海域使用类型	科研教学用海	新增岸线	0m	
用海方式	面 积		具体用途	
透水构筑物	10.1837 hm ²		藻礁、海蚌礁、海蚌稚贝定点放流装置建设	
专用航道、锚地及其他 开放式	145.5853 hm ²		生物自然恢复区及监测评估、养护通道	
注： 邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

目 录

摘 要.....	1
1. 概 述.....	4
1.1. 论证工作来由.....	4
1.2. 论证依据.....	5
1.3. 论证工作等级和范围.....	9
1.4. 论证重点.....	10
2. 项目用海基本情况.....	11
2.1. 2023 年福建福州海洋生态保护修复工程.....	11
2.2. 用海项目建设内容.....	12
2.3. 平面布置.....	13
2.4. 结构和尺度.....	14
2.5. 项目主要施工方案.....	19
2.6. 项目用海需求.....	21
2.7. 项目用海必要性.....	22
3. 项目所在海域概况.....	27
3.1. 海洋资源概况.....	27
3.2. 海洋生态概况.....	28
4. 资源生态影响分析.....	32
4.1. 资源影响分析.....	32
4.2. 生态影响分析.....	37
5. 海域开发利用协调分析.....	50
5.1. 海域开发利用现状.....	50
5.2. 项目用海对海域开发活动的影响.....	57
5.3. 利益相关者界定.....	59
5.4. 相关利益协调分析.....	60
5.5. 项目用海与国防安全与国家海洋权益的协调性分析.....	60
6. 国土空间规划符合性分析.....	61
6.1. 所在海域国土空间规划分区基本情况.....	61

6.2.	对海域国土空间规划分区的影响分析	61
6.3.	项目用海与国土空间规划的符合性分析	63
6.4.	项目用海与其他规划的符合性分析	66
7.	项目用海合理性分析	72
7.1.	用海选址合理性分析	72
7.2.	用海平面布置合理性分析	75
7.3.	用海方式合理性分析	76
7.4.	占用岸线合理性分析	77
7.5.	用海面积合理性分析	77
7.6.	用海期限合理性分析	79
8.	生态用海对策措施	80
8.1.	生态用海对策	80
8.2.	生态保护修复措施	83
9.	结论	85

摘 要

本项目名称为2023年福建福州海洋生态保护修复工程——下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目。项目是《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》（财办资环〔2022〕54号）的重要组成部分，由财政部办公厅、自然资源部办公厅提供资金支持。项目以生态修复为核心，在长乐外文武海湾南侧海域内，投放180个海蚌礁，400个藻礁单体礁，50个海蚌稚贝定点放流装置，共计1811.86空 m^3 ，利用礁体特有的结构和自然海区的水流、底质等环境因素，进行西施舌苗种生态高效底播增殖技术、亲体繁殖过程保障技术和栖息生境协同优化技术研究，探索自然海域海蚌种质资源生境恢复的可行性，为海蚌人工养殖提供优良亲贝及种苗，为海蚌生理生态及遗传学研究创造优质平台，缓解外文武海湾围垦后，海蚌栖息繁育环境破坏导致的保护区南部海蚌资源量下降的问题，并同步开展海蚌-藻类蓝碳增汇研究工作。项目用海性质为公益性，旨在实现海洋生态保护与科学研究的协同发展。

项目建设单位为福州市长乐区农业农村局，项目总投资850万元。本项目总用海面积155.7690 hm^2 。

根据《海域使用分类》本项目用海类型为“特殊用海”之“科研教学用海”，用海方式包括“构筑物”之“透水构筑物”、“开放式”之“专用航道、锚地及其他开放式”。其中贝藻礁群属于“透水构筑物”，用海面积为10.1837 hm^2 ；生物自然恢复区及监测评估、养护通道属于“专用航道、锚地及其他开放式”，用海面积为145.5853 hm^2 ，共计总用海面积155.7690 hm^2 ，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），项目海域使用类型为“特殊用海（22）”之“科研教育用海（2202）”。

本项目用海符合产业政策和《福建省国土空间规划（2021—2035年）》《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》《福建省“十四五”生态省建设专项规划》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》等相关规划，不占用福建省“三区三线”划定成果中的生态保护红线。

本项目位于长乐下沙海域，距岸线最近距离约1.07 km，不占用海岸线，不新增人工岸线。

根据本项目用海特点、所在海域开发利用现状，及项目施工对资源、生态、环境的

影响分析结果，本项目用海产生的悬沙及冲淤范围有限，不会影响生态保护红线区，与周边开发利用活动相距较远，故本项目无利益相关者。

项目建设对潮流场的影响主要集中在工程周边小范围内，施工期悬浮泥沙浓度 >10 mg/L的影响面积约 2.4398 km^2 。本项目建设共造成浮游植物总损失量为 4.49×10^{15} ind，浮游动物总损失量为 349.31 kg ，鱼卵损失量为 9.71×10^6 ind，仔稚鱼损失量为 9.71×10^6 ind，游泳动物损失量为 1647.99 kg ，底栖生物的损失量为 13.12 kg 。本项目建设造成生物资源损失量较小。

项目属于海洋生态环境修复工程，也是生态资源损失的一种补偿方式。项目建成后在发挥科研教育作用的同时，也可以起到保护和增殖渔业生态资源的作用，因此对于项目造成的生物资源损失可以通过项目自身增殖作用进行补偿，不再进行额外的补偿措施。因此，本项目未开展额外的生态修复措施。

项目以2022年12月13日自然资源部办公厅批复的《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》的项目位置为准，所在海域水深、水质、沉积物、生物环境优越，适合进行示范区的建设；项目投放的海蚌礁和藻礁对海域自然属性影响较小，与周边用海活动相适宜，有利于促进海蚌种质资源恢复的科学研究，本项目选址具有唯一性。因此，本项目选址合理。

项目平面布置充分考虑《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）的要求，并结合项目区水深地形及海域资源等条件，满足项目功能需求，有利于生态保护，符合减少水动力环境和泥沙冲淤环境影响的原则，对周边其他用海活动无影响，因此，本项目平面布置是合理的。

项目采用“透水构筑物”和“专用航道、锚地及其他开放式”的用海方式，用海方式合理。单个礁体作为海蚌或藻类附着增殖海域，为透水构筑物用海。礁体之间区域可作为礁区内海洋生物的活动觅食区域，对用海区域的海底资源、生态环境及自然属性等均不产生影响，可满足项目所在功能区对用海方式和用途管制的要求，为专用航道、锚地及其他开放式用海，用海方式合理。根据本项目的建设特点和要求，从该区的自然条件、对海洋环境的影响以及对海洋资源有效利用等多方面综合分析，项目采用透水构筑物和开放式结合的用海方式，用海方式合理。

本项目结合工程区水深地形、底质等自然条件，本着节约用海和海蚌礁、藻礁功能发挥需要的原则，根据《海籍调查规范》《人工鱼礁建设技术规范》等相关规范标准，

结合《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》中对本项目内容、规模及面积的确定，本项目用海总面积为155.7690 hm²，项目用海面积合理。

本项目作为科研教学用海，属于非经营性公益性用海，按照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，公益用海项目最高用海期限为40年。礁体在海水中的的腐蚀寿命约为50年，且项目后期还需通过定期跟踪监测评估下沙海蚌生境恢复效果，开展适宜性评价，为开展海蚌人工养殖提供优良亲贝及种苗等工作提供有力支撑，为海蚌生理生态及遗传学研究创造优质平台；同时参考相关人工鱼礁的项目经验，待人工鱼礁投放区域生态系统改善至稳态需要近十年的时间，因此，本项目申请用海期限为10年，用海期限合理。

1. 概述

1.1. 论证工作来由

近年来，凭借着得天独厚的资源优势和区位优势，福州市生态文明建设和经济社会发展都取得了显著的成果。福州相继迎来了福州新区、21 世纪海上丝绸之路核心区、自由贸易试验区、生态文明试验区、自主创新示范区、海洋经济发展示范区“六区叠加”战略机遇。福州滨海新城位于长乐区东部沿海，是引领福州战略式跨越发展的新龙头，区内产业基础坚实，与中国台湾地区交流合作紧密，战略地位重要。福州滨海新城位于福州沿江、向海两条轴线交叉的核心区域，西承主城，南接平潭、福清，北联罗源湾，多条重要的交通动脉在此交汇，面积 188 km²。其中，核心区面积 86 km²，北至机场高速、西至泽竹快速路、南至下沙。滨海新城目前正按照习近平提出的“东进南下”“沿江向海”战略构想，秉承“创新高地、开放门户、宜业家园、生态绿城”的发展定位稳步推进。以习近平生态文明思想为指导，为提升福州滨海新城海岸带抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力，福州市自然资源和规划局申报了 2023 年海洋生态保护修复工程，编制形成《2023 年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》，该项目由南向北开展福州滨海新城下沙片区、沙尾片区和五显鼻片区海岸带保护修复等三大工程，2023 年福建福州海洋生态保护修复工程——下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目（以下简称“本项目”）为下沙片区中的子项目。

海蚌（*Maetra antiquate*），学名西施舌，隶属软体动物门瓣鳃纲、帘蛤目、蛤蜊科、蛤蜊属，是一种个体较大，营养丰富，可供人工养殖的海味珍品。我国沿海山东胶南、江苏南通、浙江台州、福建长乐、广西北海为其主要分布区。其中福建长乐海蚌盛产于闽江口长乐市梅花穿山行以南至云母礁，且该区域海蚌种群与其他种群间的亲缘关系较远，被视为一个较为独立的分支，依据其线粒体基因组和转录组等遗传差异被定为西施舌隐种，其形态特征也与其他种群有明显区别。1985 年 10 月该区域被福建省人大确定为海蚌保护区，是目前我国唯一的针对海蚌资源而设立的保护区。据统计资料分析，2006 年至今长乐海蚌保护区内开展了四次大规模海蚌资源调查，海蚌种群的年龄锥体结构已被破坏，海蚌资源量逐年下降，2012 年已近枯竭。后续通过连续多年的海蚌种苗人工放流，2018 年资源量虽较 2006 年和 2012 年有所恢复，但受海洋开发、环境污染及围垦等原因，恢复速度不容乐观，仍处于较低水平。福建在人工繁育、苗种培育、海区幼蚌暂养等基础研究及应用研究上做了大量工作，海蚌育苗技术已基本突破，但仍存在野生种

群稀缺（主要依赖人工养殖），缺乏大规格的幼贝、人工养殖周期长、栖息地生境恢复等问题，长乐海蚌保护研究工作任重而道远。因此本项目通过在长乐下沙海域内模拟海蚌自然生长环境，投放海蚌亲贝及幼贝，构建海蚌种质资源养护区，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、加快恢复海蚌种质资源、推动海蚌人工养殖提供优良亲贝及种苗等工作提供有力科学支撑，同时为开展海蚌生理生态及遗传学研究创造优质教学科研平台。

项目作为《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》的重要组成部分，通过藻礁—海蚌礁的组合，为海蚌繁殖营造适宜的环境，有利于促进海蚌种质资源的恢复，其建设是刻不容缓的。2023年8月18日福州新区党工委召开会议，形成《关于2023年福州海洋生态保护修复工程修复效果监测评估与海蚌生境恢复示范研究项目招投标等有关问题的纪要》（〔2023〕91号）中指出根据自然资源部印发的《海洋生态保护修复项目监管工作指南（试行）》和福州滨海新城海洋生态保护修复二期项目实施方案要求，二期项目在实施过程中需开展“修复效果监测评估”和“海蚌生境恢复示范研究”两个项目。现设计单位已夯实该两个项目的实施方案，已具备项目实施的条件，会议原则同意由长乐区海洋与渔业局作为业主单位抓紧开展招投标工作。根据2024年6月3日中共福州市长乐区委办公室福州市长乐区人民政府办公室《关于印发〈长乐区机构改革实施方案〉的通知》（长委办〔2024〕16号）中“二、调整优化重点领域机构设置和职能配置，第（九）重新组建区农业农村局，作为区政府工作部门，规格为正科级，加挂区海洋与渔业局、区乡村振兴局牌子，区委农村工作领导小组办公室设在区农业农村局。整体划入区海洋与渔业局职责，……不再保留单独设置的区海洋与渔业局。”的要求，用海主体由“福州市长乐区海洋与渔业局”变更为“福州市长乐区农业农村局”。

本项目主要涉海建设内容为海蚌礁及藻礁用海，用海方式为“透水构筑物”和“专用航道、锚地及其他开放式”。由于涉及用海，需办理相关用海手续。根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《福建省海域使用管理办法》规定和要求，福州市长乐区农业农村局委托本公司承担本项目海域使用论证报告的编制工作。我单位在现场考察、调查以及收集与本项目有关资料的基础上，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求以及相关法律法规、标准和规范，编制本项目海域使用论证报告书。

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》，全国人大2001年10月27日通过，2002

年1月1日起实施；

◆《中华人民共和国民法典》，十三届全国人大三次会议表决通过，自2021年1月1日起施行；

◆《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日修订，2024年1月5日起施行；

◆《中华人民共和国湿地保护法》，全国人大2021年12月24日通过，2022年6月1日起实施；

◆《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修订，2018年1月1日起施行）；

◆《中华人民共和国海上交通安全法》，1983年9月2日中华人民共和国主席令第七号公布，自1984年1月1日起施行，2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，自2021年9月1日起施行；

◆《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2010年3月1日起施行，中华人民共和国国务院令676号，2017年3月1日修订；

◆《福建省海洋环境保护条例》，福建省人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过，2016年4月实施；

◆《海岸线保护与利用管理办法》（国海发〔2017〕2号，自2017年3月31日起施行）；

◆《海域使用权管理规定》（国海发〔2006〕27号，自2007年1月1日起施行）；

◆《福建省海域使用管理条例》（闽常〔2006〕6号，自2006年7月1日起施行，2016年4月1日修正）；

◆《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），国家海洋局，2016年12月；

◆《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165号），2007年5月1日起实施；

◆《自然资源部办公厅关于进一步加强现有自然岸线监管工作的函》（自然资办函〔2022〕977号），自然资源部办公厅，2022年6月2日；

◆《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2021〕1号），自然资源部，2021年1月13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》（自然资办函〔2022〕640号），自然资源部，2022年4月15日；

◆《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号），自然资源部，2023年6月13日；

◆《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号），自然资源部，2023年6月13日；

◆《福建省自然资源厅关于进一步深化用地用海要素保障全力稳经济大盘的通知》（闽自然资发〔2022〕57号），福建省自然资源厅，2022年8月；

◆《福建省自然资源厅关于进一步加强自然岸线保护管理的通知》（闽自然资发〔2023〕46号），福建省自然资源厅，2023年8月15日；

◆《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展和改革委员会令第7号，自2024年2月1日起施行；

1.2.2. 标准规范

◆《渔业水质标准》（GB 111607—1998），国家环境保护局，1989年；

◆《海洋生物质量》（GB 18421—2001），国家质量监督检验检疫总局，2001年；

◆《海洋沉积物质量》（GB 18668—2002），国家质量监督检验检疫总局，2002年；

◆《海水水质标准》（GB 3097—2007），国家环境保护局，1997年；

◆《海洋监测规范》（GB 17378—2007），中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会，2007年10月发布；

◆《海洋调查规范》（GB/T 12763—2007），中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会，2008年2月1日起实施；

◆《海洋工程地形测量规范》（GB/T 17501—2017），中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会，2018年5月1日实施；

◆《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023），国家市场监督管理总局 中国国家标准化管理委员会，2023年7月1日实施；

◆《海籍调查规范》（HY/T 124—2009），国家海洋局，2009年；

◆《海域使用分类》（HY/T 123—2009），国家海洋局，2009年；

◆《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251—2018），中华人民共和国自然资源部，2018

年11月；

- ◆《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110—2007）；
- ◆《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T 9401—2010）；
- ◆《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416—2014）；
- ◆《人工鱼礁建设工程质量评价技术规范》（T/SCSF 0001—2020）；
- ◆《人工鱼礁礁体制作技术规范》（T/SCSF 0005—2020）；
- ◆《人工鱼礁礁体运输、投放技术规范》（T/SCSF0006—2020）；
- ◆《人工鱼礁建设项目管理细则》（农办渔〔2018〕66号），农业农村部办公厅，

2018年9月19日；

◆《国家级海洋牧场示范区管理工作规范（试行）》（农渔发〔2019〕29号），农业农村部办公厅，2019年9月12日；

◆《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），自然资源部，2023年11月22日。

1.2.3. 区划和相关规划

◆《福建省国土空间规划（2021—2035年）》（国函〔2023〕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）》国函〔2024〕185号，国务院，2024年12月12日；

◆《福建省人民政府关于促进海洋渔业持续健康发展十二条措施的通知》（闽政〔2013〕43号）；

◆《福建省重要生态系统保护和修复重大工程实施方案（2021—2035年）》（闽发改农业〔2021〕199号），福建省，2021年；

◆《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》（闽自然资发〔2023〕61号），福建省自然资源厅，2023年10月24日；

◆《福建省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》，福建省自然资源厅，2024年。

1.2.4. 项目技术资料

◆《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》，福州市人民政府，2023年2月；

◆《长乐东洛岛保护与开发利用示范项目海洋环境现状调查与评价项目》，福建中凯检测技术有限公司，2024年7月；

◆《长乐下沙沙滩整治修复与养护工程岩土工程勘察报告》，中国海洋大学，2020年9月；

◆《福州市长乐区下沙沙滩水文泥沙分析报告》，中国海洋大学，2020年12月；

◆《下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目实施方案》，福建省环境保护设计院，2024年5月。

1.3. 论证工作等级和范围

1.3.1. 论证等级

根据《海域使用分类》，本项目用海方式包括“构筑物”之“透水构筑物”、“开放式”之“专用航道、锚地及其他开放式”，用海类型为“特殊用海”之“科研教学用海”。本项目贝藻礁群用海方式属于“透水构筑物”，用海面积为10.1837 hm²；生物自然恢复区及监测评估、养护通道用海方式属于“专用航道、锚地及其他开放式”，用海面积为145.5853 hm²。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），项目海域使用类型为“特殊用海（22）”之“科研教育用海（2202）”。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）关于论证等级的划分原则和判定标准，同一项目用海按不同用海方式、用海规模和海域特征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。因此，本项目用海海域使用论证等级为二级。

1.3.2. 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），按照一般项目划定论证范围，即以项目用海外缘线为起点，二级论证向外扩展8 km划定。

综合各环境、现状及生态要素，确定本项目论证范围为A-B-C-D与海岸线所围之海域，论证海域面积约179 km²。

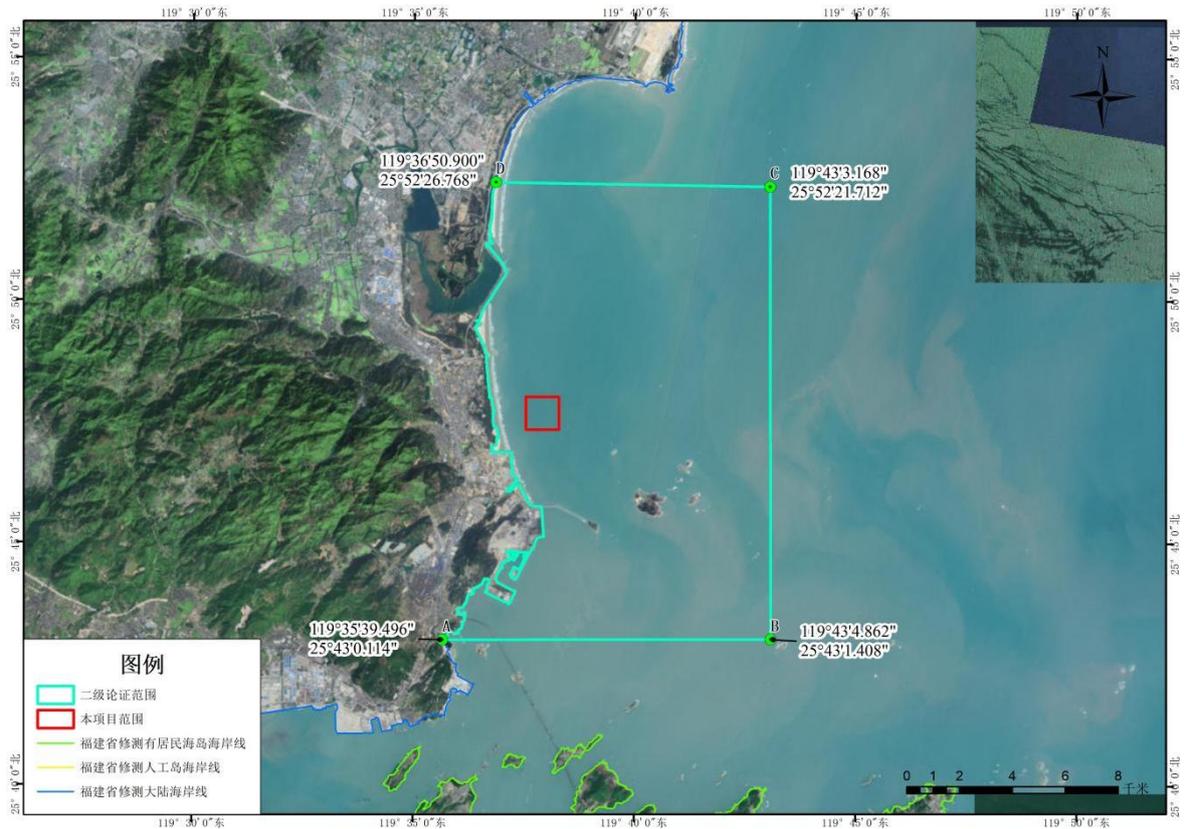


图 1.3-1 本项目论证范围

1.4. 论证重点

参考《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C，本项目为科研教学用海，依据本项目海域使用类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状等，确定本项目海域使用论证的论证重点为：

- (1) 选址合理性；
- (2) 用海面积合理性。

2. 项目用海基本情况

2.1. 2023年福建福州海洋生态保护修复工程

2023年福建福州海洋生态保护修复工程由南向北开展福州滨海新城下沙片区、沙尾片区和五显鼻片区海岸带保护修复等三大工程，以“聚焦固碳增汇，促进蓝绿交融”“强化湿地修复，实现红柳并举”“注重因滩施策，推动修养结合”等三大理念为指引，打造完整的滨海新城防灾减灾体系和海岸带生态安全格局，由海向陆形成海域有稳定的海蚌生境，滨海有沙丘与沙地植被覆盖，陆域有乔灌草复合植物群落缓冲带，集海域海岸修复、沙丘养护、后滨恢复于一体的多元立体生态防灾减灾体系，构建健康的滨海新城海岸带生态环境，并充分发挥海岸带生态系统防潮御浪、固堤护岸的减灾功能，促进生态、减灾协同增效，全面提升滨海新城海洋生态安全。项目将实现如下总体目标：

一、下沙片区海岸带保护修复工程

通过沙丘修复、固沙植被修复、防风生态屏障建设和海蚌重要生境恢复等方式，拓展砂质海岸缓冲空间，提升滨海沿线生态防护功能和林分质量，修复海洋生物栖息地。

（1）开展下沙滨海沙丘—海滩修复与养护工程，修复海岸沙丘长度约 1.28 km，修复面积约 2.71 hm²，补沙方量约 6.74 万 m³，后滨沙地植被岸段修复长度约 1.28 km，面积约 2.0 hm²，入海污染治理面积 0.73 hm²。

（2）开展下沙防风生态屏障建设与绿碳增汇工程，防风生态屏障建设修复长度约 1.92 km，补植修复防护林面积约 26 hm²。

（3）开展下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇工程，藻礁单体礁共布设 400 个，海蚌礁共布设 180 个，海蚌稚贝定点放流装置共布设 50 个。

二、沙尾片区海岸带保护修复工程

对沙尾片区海滩区域内的后滨沙地养殖场、占滩养殖设施等构筑物进行清理，建设防风生态屏障，消除影响海滩稳定性与生境健康的负面因素，建立近自然的滨海沙生植物群落。

（1）开展沙尾退养还滩与生境恢复工程，岸线清理长度约 6.0 km，沙丘植被岸段修复长度约 2.55 km，修复面积约 5.1 hm²。

（2）开展沙尾防风生态屏障建设与绿碳增汇工程，提升改造防护林面积约 14 hm²。

（3）三营澳退养还湿与生境修复工程，对现有湿地进行清淤、修复改造，工程范围约 33.27 hm²，退养还湿面积约 9 hm²。

三、五显鼻片区海岸带保护修复工程

在养殖池塘等构筑物清理基础上，应用芦苇、海马齿等湿地植物开展湿地植被恢复，构建潟湖型湿地生态系统，恢复滨海湿地资源和生态服务功能。

（1）开展五显鼻退塘还湿与生境修复工程，清退养殖区域面积约 16.5 hm²，湿地植被修复面积 8.64 hm²。

（2）闽江口湿地红树林固碳增汇工程，清退养殖区域，退养还滩面积约 3.46 hm²，红树林种植面积约 3.46 hm²。

本项目为 2023 年福建福州海洋生态保护修复工程的子项目下沙片区海岸带保护修复工程的其中一部分——下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇工程。工程主要内容为：通过开展海蚌种质资源养护区建设，修复海洋生物栖息地，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、恢复海蚌种质及生物资源提供有力支撑，推动滨海新城海岸带蓝碳增汇，提升海域生态系统服务功能价值。同时保护和改善海洋生态环境，修复海洋生物栖息地，构建海蚌种质资源养护区，以提升海域的经济和生态价值。

2.2. 用海项目建设内容

2.2.1. 项目名称、建设性质、投资主体、地理位置

（1）项目名称：2023 年福建福州海洋生态保护修复工程——下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目

（2）项目属性：海洋生态修复类工程

（3）建设单位：福州市长乐区农业农村局

（4）地理位置：福州市长乐区下沙海域，距海岸线最近距离约 1.07 km。

（5）建设规模：项目构建示范区 155.77 hm²，藻礁及海蚌礁复合贝藻礁群，其中藻礁单体礁 400 个，海蚌礁 180 个，海蚌稚贝定点放流装置 50 个。项目为科研教学用海项目，运营期仅针对礁体进行养护及跟踪调查评估，开展适宜性评价，为开展海蚌人工养殖提供优良亲贝及种苗等工作提供有力支撑，为海蚌生理生态及遗传学研究创造优质平台，不进行捕捞。

（6）建设工期：项目建设期 16 个月。

（7）投资规模：项目建设总投资概算 850.0 万元，所需资金为中央补助资金。

（8）主要技术经济指标

2.2.2. 项目建设内容和规模

2.2.2.1. 礁体布设数量及方式

本项目拟在下沙近岸海域构建海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区 155.77 hm²，计划投放海蚌礁、藻礁及定点放流装置，共计 1811.86 空 m³。示范区内划分为 5 个人工礁体组合单元，每个单元由 10 个稚贝放流装置、36 个海蚌礁单体、80 个藻礁单体组成，共计投放 50 个稚贝放流装置、180 个海蚌礁单体、400 个藻礁单体。

每个人工礁体组合单元为 152 m×110.75 m 的长方形区域。以区域中心点为圆心半径 9 m 环绕均匀布设 10 个稚贝放流装置，以区域中心点为圆心半径 20 m 环绕均匀布设 9 组海蚌礁（每组由 4 个单体组成），区域东西两侧南北向呈品字形布设藻礁 8 列，纵向单体间距 10 m，列间距 10 m，共布设藻礁 80 个。

礁体投放 2~3 周后，通过多波束探测系统检查礁体状态，确认礁体稳定后进行海蚌及海藻移殖。

2.2.2.2. 贝藻移殖

海蚌移殖：每一个海蚌礁单体投放 6 只，共计投放 1080 只。

藻类移殖：藻类苗绳均匀绑于 400 个藻礁单体上，每个藻礁单体约绑 8.75 m。

稚贝投放：海蚌稚贝定点放流装置放流密度为 600~1000 粒/m²，每个人工礁体组合单元分别设 1000、900、800、600 和 700 粒/m² 五个密度梯度，潜水均匀投放至装置中，共计投放 7.20 万粒。

2.3. 平面布置

2.3.1. 平面布置

为了保障亲贝及稚贝的生存空间，采用分区组团式投放，建成后海蚌生境修复面积可达 155.77 hm²，通过海蚌礁及稚贝放流装置的布设，能形成对项目区较有效的海蚌种质资源补充量。

本项目拟在下沙近岸海域构建海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区 155.77 hm²，计划投放海蚌礁、藻礁及定点放流装置，共计 1811.86 空 m³。示范区内划分为 5 个人工礁体组合单元，每个单元由 10 个稚贝放流装置、36 个海蚌礁单体、80 个藻礁单体组成，共计投放 50 个稚贝放流装置、180 个海蚌礁单体、400 个藻礁单体。

每个人工礁体组合单元为 152 m×110.75 m 的长方形区域。以区域中心点为圆心半径 9 m 环绕均匀布设 10 个稚贝放流装置，以区域中心点为圆心半径 20 m 环绕均匀布设

9组海蚌礁（每组由4个单体组成），区域东西两侧南北向呈品字形布设藻礁8列，纵向单体间距10m，列间距10m，共布设藻礁80个。

2.3.2. 礁体设计

本项目海蚌礁体以钢筋混凝土和水工聚氨酯碎石材料为主。藻礁为钢筋混凝土结构。

1、水工聚氨酯碎石礁体是利用环保型水工聚氨酯优良的物理力学及黏结性能，将普通碎石（包括卵石）强化整合成一个坚固、稳定、孔隙率高的整体结构，有很高的抵御水流冲刷能力。聚氨酯碎石结构通过了英国饮用水监督管理局的饮用水源地安全使用认证，对环境无污染。水工聚氨酯碎石礁透水率为40%~50%，孔隙率40%，可为生物附着提供充足的表面积和内部空间。

2、水工聚氨酯碎石材料中A料必须采用聚醚多元醇，不得采用聚酯，不得添加无机填料，碎石粒径为10~20mm。

3、依据藻类和海蚌的习性选择礁型，以达到礁体适应不同生物的需要。同时藻礁的布局要服务于海蚌的生长，可充分利用大型藻类的光合作用及生长特性，提高水体溶解氧的同时，为海蚌提供有机碎屑饵料，且藻体表面为底栖硅藻提供生长空间，成为天然的海蚌饵料供给库。海蚌礁设计必须满足海蚌的生长条件和活动空间。

4、礁体的高度必须考虑礁区的水深、底质及船舶的航行安全。

5、礁体的设计强度要求须满足在礁体加工制造、组装、放置、搬运、投放时不易破损，并抗波、流的冲刷磨损，具有耐久性。

2.4. 结构和尺度

2.4.1. 礁体结构

2.4.1.1. 藻礁

藻礁外轮廓尺寸为1.5m×1.5m×1.5m，单个礁体体积为2.79空m³，礁体由钢筋混凝土材料构成棱台状空箱，空箱顶面为1个正方形空洞（外轮廓尺寸为1.2m×1.2m×1.2m，内轮廓尺寸为0.694m×0.694m×0.694m），空箱底面为1个正方形孔洞（外轮廓尺寸为1.5m×1.5m×1.5m，内轮廓尺寸为0.994m×0.994m×0.994m）。上下顶面由4根0.253m×0.253m×1.022m，角度为45°的四棱柱相连。

2.4.1.2. 海蚌礁

海蚌礁外轮廓尺寸为1.5m×1.5m×1.5m，单个礁体体积为3.375空m³（不含上部尼龙网）。礁体由三部分组成，上部为高0.3m的尼龙网，中部选用水工聚氨酯碎石材

料制作而成的海蚌养殖槽，养殖槽内净高 0.3 m，槽内面积 1.19 m²，下部为钢筋混凝土材料制作而成的支持柱。

2.4.2. 礁体稳定性计算

本项目拟投放的藻礁、贝礁。

2.4.2.1. 地基承载力验算

根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）式（5.2.1-1），基底压力应符合下式要求：

$$p_k \leq f_a$$

式中： p_k ——相应于作用的标准组合时，基础底面处的平均压力值（kPa）；

f_a ——修正后的地基承载力特征值（kPa）。

根据当地地层资料显示：拟建场地地质条件，粉细砂层均可作为贝藻礁的持力层，土层承载力计算指标根据浅地层物探和底质取样情况，并参考相近工程的地质报告中承载力指标，取粉细砂层的容许承载力工程区地基承载力 $f_a = 110$ kPa；

在水下， $p_k = \frac{G_{\text{礁体}} - F_{\text{浮力}}}{S_{\text{底}}} = \frac{m_{\text{礁体}}g - \rho_{\text{海水}}V_{\text{礁体(实体)}}g}{S_{\text{底}}}$ ；计算时，重力加速度 g 取 9.8m/s²，

海水密度 $\rho_{\text{海水}}$ 取 1.025t/m³。

根据以上公式对地基承载力进行验算：

（1）藻礁：

$$p_k = \frac{27773.20 \text{ N} - 10949.05 \text{ N}}{1.45 \text{ m}^2} = 11602.8 \text{ Pa} = 11.6 \text{ kPa} < f_a;$$

（2）海蚌礁：

$$p_k = \frac{36436.40 \text{ N} - 16976.05 \text{ N}}{1.61 \text{ m}^2} = 12087.1 \text{ Pa} = 12.1 \text{ kPa} < f_a;$$

故地基承载力满足要求。

2.4.2.2. 抗滑移计算

礁体不发生滑动的条件为最大静摩擦力大于水流作用力，即必须满足下式：

$$S_1 = \frac{(G_{\text{礁体}} - F_{\text{浮力}})\mu}{F} > 1$$

式中： S_1 为抗滑移系数； μ 为礁体与海底的静摩擦系数，参考陈勇康等《珠海万山贝藻礁结构设计》（2019年），计算时取 0.3；

根据《港口工程荷载规范》（JTS144-1-2010）式（13.0.1），水流力标准值计算如

下：

$$F = C_w \frac{\rho}{2} V^2 A$$

式中：F——水流力标准值（kN）；

C_w ——水流阻力系数，参考张云岭等《几种不同类型贝藻礁的稳定性和集鱼效果比较》（2021年），计算时取1.25；

ρ ——海水密度，取1.025t/m³；

V——水流设计流速（m/s），根据海区水文资料，计算时取0.2m/s；

A——计算构件在与流向垂直平面上的投影面积（m²）。

根据以上公式计算各礁体抗滑移系数：

（1）藻礁：

$$S_1 = \frac{(27773.20 \text{ N} - 10949.05 \text{ N}) \times 0.3}{35.11 \text{ N}} = 143.8 > 1;$$

（2）贝礁：

$$S_1 = \frac{(36436.40 \text{ N} - 16976.05 \text{ N}) \times 0.3}{49.46 \text{ N}} = 118.0 > 1;$$

故礁体抗滑稳定性满足要求。

2.4.2.3. 抗倾覆计算

礁体在水流作用力下不发生翻滚的条件为重力和浮力的合力矩 M_1 大于水流力最大作用力矩 M_2 ，即：

$$S_2 = \frac{M_1}{M_2} = \frac{(G_{\text{礁体}} - F_{\text{浮力}}) L_1}{FL_{\max}} > 1$$

式中： S_2 为抗滑移系数； L_1 为倾覆中心到重心的水平距离； L_{\max} 为礁高；

根据以上公式计算各礁体抗倾覆系数：

（1）藻礁：

$$S_2 = \frac{(27773.20 \text{ N} - 10949.05 \text{ N}) \times 0.75 \text{ m}}{35.11 \text{ N} \times 1.5 \text{ m}} = 239.6 > 1;$$

（2）海蚌礁：

$$S_2 = \frac{(36436.40 \text{ N} - 16976.05 \text{ N}) \times 0.75 \text{ m}}{49.46 \text{ N} \times 1.5 \text{ m}} = 196.7 > 1;$$

故礁体抗倾稳定性满足要求。

2.4.3. 海蚌稚贝定点放流装置

定点放流装置可大幅提高海蚌稚贝放流存活率，且能迅速恢复特定区域的海蚌种苗

数量，避免水面增殖放流造成的海蚌幼贝损耗。

本项目需制作、投放海蚌稚贝定点放流装置共计 50 个，小计 88.36 空 m^3 。海蚌稚贝定点放流装置由直径 1.5 m，长 1 m 钢管加工而成，其上焊置 2 个起重吊环。安装时将其插入海底 20~30 cm，露出一端设置 5 目筛网，防止稚贝发生逃逸。

2.4.4. 投放质量核验

礁体全部投放成功后拟通过多波束探测系统查明和核验礁体投放的实际投放数量、投放位置、礁体沉降、礁群布局，获得贝藻礁水下影像和贝藻礁水下地形图，评价 2023 年福建福州海洋生态保护修复工程——下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区研究项目建设质量。

2.4.5. 藻类、海蚌及稚贝移殖

（1）藻类

礁体投放 2~3 周后，潜水观察礁体分布、淤陷程度、是否完整及稳定。礁体无异常且周围水体恢复常态后，可进行藻类及海蚌移殖。

藻礁上根据季节引入本地广泛栽培的海带、马尾藻、龙须菜等大型褐藻，避免珊瑚藻、浒苔等红绿藻的引入。藻类苗绳均匀绑于 400 个藻礁单体上，每个藻礁单体约绑 8.75 m。

（2）海蚌

海蚌生活史为：受精卵发育需经浮游幼虫的 3 个阶段（包括担轮幼虫、D 型面盘幼虫、壳顶幼虫阶段）后，沉入海底变为匍匐幼虫，然后附着到细沙上变态发育为稚贝。

本项目海蚌养殖参照《西施舌人工育苗技术规范》（DB35/T 885-2009）实施，潜水作业在海蚌礁内铺上 15~20 cm 厚的细砂，引入仔细选别后符合规格的海蚌亲贝（亲贝须选择壳长 8~10 cm、壳表无损伤、3~4 龄性腺成熟的天然海区海蚌）模拟海蚌在天然海域生长的环境及状态，亲贝的饲养密度以 6~10 ind./ m^2 。一个海蚌礁单体养殖槽内面积为 1.19 m^2 ，根据海蚌养殖密度，一个蚌礁单体养殖槽内引入 6 个海蚌；共 180 个海蚌礁，共计引入 1080 个海蚌。

（3）稚贝

放流海蚌稚贝规格 $\geq 1cm$ ，将稚贝移入该装置，待稚贝附着于海床后（预计 3 个月）移出放流装置，扩大海蚌稚贝的生存空间。

海蚌稚贝定点放流装置放流密度为 600~1000 粒/ m^2 ，每个人工礁体组合单元分别

设 1000、900、800、600 和 700 粒/m² 五个密度梯度，潜水均匀撒至装置中，共计投放 7.20 万粒。每月潜水对装置进行清理，第 3 个月进行样方采样，评估稚贝成活率。

2.4.6. 项目后期管护

礁体投放后开展两次海蚌礁及藻礁的维护工作，对于发生倾覆、破损、埋没、逸散的鱼礁，应采取补救和修复措施，以保证礁体功能的正常发挥；对于移位严重的礁体，应及时处理，以防止影响海域其他功能的发挥；并及时收集礁区内对海域环境有危害的垃圾废弃物。另外海蚌礁维护内容包括观察海蚌亲贝状态、海蚌礁体状态等，并及时对死亡亲贝进行更新。建立礁区档案，形式包含但不限于视频、照片及表格，具体内容包包括单体礁内海蚌个数、存活率、健康状况、礁体周边是否出现海蚌敌害生物、礁体状态（有无破损、坍塌、下陷、变形）等相关情况。

海蚌及稚贝后期管护补充数量按死亡率 30% 计算，海蚌后期管护补充数量为 324 个，稚贝为 2.16 万粒。

后期管护时间为礁体投放后至 2025 年 8 月。

2.4.6.1. 本底调查评研究

礁体投放前和投放后开展声学评估+eDNA 调查，分析区域生物多样性和海蚌半定量估算。

2.4.6.2. 礁体质量观察核验评估

礁体投放后开展潜水观测调查，进行礁体质量的观测核验工作，观测礁体是否存在沉陷、滑移、倾覆等现象，并测量评估礁体是否倾倒、倾斜、翻滚以及礁体沉降范围，使用水下照相机拍照、摄像记录。

2.4.6.3. 海蚌及藻礁附着物资源状况观测评估

进行礁体质量观察核验的同时随机选取 10% 的海蚌礁体，进行海蚌个数、健康状况、敌害生物、礁体形态观测评估，并对死亡亲贝进行更新、替换；同时，随机选取 5% 的藻礁礁体的附着物进行定量采样。

2.4.6.4. 稚贝放流评估

海蚌稚贝定点放流装置投放后，定期进行潜水作业清理工作，第 3 个月进行样方采样，评估稚贝成活率。

2.4.6.5. 海蚌浮游幼体采集与评估

海蚌繁殖季节（2024 年 7 月、2025 年 5 ~ 7 月），在项目周边海域进行开展 2 ~ 3

次海蚌浮游幼体采集，并对其定性定量分析与评价。

2.5. 项目主要施工方案

根据现有情况，贝藻礁工程采用陆域施工和陆水域运输投放。其中，陆域施工主要是贝藻礁聚氨酯碎石混凝土构件的制作，水域投放主要是贝藻礁的陆上运输、海上运输及投放。

项目整体流程：机械、人员及临建布置→预制场选址→礁体、定点投放装置制作→礁体陆运至码头→船舶选用及吊装→海上运输至指定海域→投放至指定海域→海蚌、藻礁移植→警示浮标安装→场地清理→竣工验收。

2.5.1. 礁体制作

礁体制作应先确定混凝土配合比，浇筑混凝土前，应检查模板、支架钢筋和预埋件位置的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆、油污清除干净。藻礁：混凝土强度等级为 C30，应采用抗渗混凝土，抗渗等级 P10；板筋放在板厚中部，框、梁、柱钢筋保护层厚度为 50 mm。海蚌礁：聚氨酯池体采用水工聚氨酯碎石预制，碎石粒径 20~40 mm，每立方米碎石添加 33 kg 聚氨酯；当聚氨酯碎石空心块体达到设计强度后，方可场内吊运。底座混凝土强度等级为 C30，应采用抗渗混凝土，抗渗等级 P10，板筋放在板厚中部，框、梁、柱钢筋保护层厚度为 50 mm。

混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬后保湿养护 10 天以上。加挂钢筋所涉的钢筋焊接均应采用双面搭接满焊，焊接质量应符合钢筋混凝土施工规范中对钢筋焊接的相关要求。

2.5.2. 礁体存放

礁体的存放场地应符合靠近制作点或安装现场地势平坦，有足够存放面积和承载力，综合影响较小。本项目拟在拟建礁区邻近的陆地选择礁体预制场地。

2.5.3. 礁体投放流程

2.5.3.1. 船舶选用及吊装

工程船选择为海上小型工程船（载重量为 300 吨的甲板货船），使用起重船吊装和投放。

2.5.3.2. 海上运输与投放

鱼礁的运输与投放，由 2 艘或 2 艘以上的船舶协同完成。其中 1 艘为投放船，配备载重大于 50 吨的船用吊车，配备较为精确的 GPS 定位系统，在鱼礁投放高峰期，可

长期锚泊于鱼礁投放区。另外1艘或多艘为运输船，负责鱼礁体的运输，要求机动灵活，甲板开阔平坦，便于鱼礁的摆放。

为了保证鱼礁投放位置的准确度，应尽量选择小潮期的憩流时段以及风浪小的天气，可利用适宜的天气、潮流等，按单位鱼礁特点分批投放。投放时以GPS定位仪定位为主，同时结合小艇释放临时浮标定位来确定已投放礁区的准确位置。投放后在礁区设置明显的永久性浮标来标示礁区范围。

礁体未吊装上船前，所有工作人员必须全部配备救生衣、安全帽等安全工具才能进入施工现场。在装运过程中，礁体必须达到设计强度才能吊运安装。吊运时必须清理鱼礁上所有杂物。投放时船上所有工作人员穿好安全衣、戴好安全帽。根据单位鱼礁的大小，合理地调整锚位，在保证投礁定位准确的前提下，尽量减少调整锚位的次数，以减少工作量，单位鱼礁尽量一次性投放完毕，如有特殊情况，要做好区域标识工作，保证下次继续投放的准确性。以下投放的具体步骤：

步骤1：利用投礁船GPS定位仪和辅助渔船手持GPS协助，找到单位鱼礁位置，用临时浮标标记；

步骤2：将投礁船驶至临时浮标处，以船所在位置为圆心，在圆心处投放鱼礁；投放时，鱼礁单体所有吊装过程必须采用4点吊，投放误差不大于5m，礁体下落到水底才能脱钩。

步骤3：操作完成后，投放浮标标识；

步骤4：按照同样的方法，以就近的原则，找到其他单位鱼礁位置进行铺设，依次用临时浮标进行标识；

步骤5：所有单位鱼礁铺设完后，收回临时浮标，换以正规浮标。

2.5.4. 贝藻类移殖

礁体投放2~3周后，潜水观察礁体分布、淤陷程度、是否完整及稳定。礁体无异常且周围水体恢复常态后，可进行贝藻类及海蚌移殖。

藻类：藻礁上应引入本地广泛栽培的海带、马尾藻、龙须菜等大型褐藻，避免珊瑚藻、浒苔等红绿藻的引入。

海蚌：海蚌礁内应引入仔细选别后符合规格的海蚌亲贝，亲贝须选择壳长8~10cm、壳表无损伤、3~4龄性腺成熟的天然海区海蚌。

稚贝：放流海蚌稚贝规格 ≥ 1 cm，将稚贝移入该装置，待稚贝附着于海床后（预计

3个月）移出放流装置，扩大海蚌稚贝的生存空间。

海蚌稚贝定点放流装置放流密度为600~1000粒/m²，每个人工礁体组合单元分别设1000、900、800、600和700粒/m²五个密度梯度，潜水均匀撒至装置中，共计投放7.20万粒。每月潜水对装置进行清理，第3个月进行样方采样，评估稚贝成活率。

2.5.5. 海上警示浮标投放

本项目海上警示浮标按照相关技术标准进行建设。采用直径1.2m、高0.6m的浮鼓，塔顶配渔业礁区标牌及太阳能警示灯。在示范区的4个边界角及中心位置分别设置海上警示浮标1座。

2.5.6. 施工条件

本项目的工程区为下沙海域，项目区附近有等级较高的滨海路，交通便利，项目距离松下码头约6km，无论从交通便利还是从施工过程中原材料的供应渠道等方面，都具有良好的依托条件。

1. 供水：本项目建设淡水供应充足。
2. 供电：本区域电力供应充足，可架设供电线连通施工现场。
3. 运输条件：工程区道路与镇区道路相连，镇区道路与县城各主干道相连，建筑材料运输十分方便。
4. 通信条件：电信条件良好，有线、无线电话普及率，能保证施工单位的通信要求。
5. 施工力量：福建省内水运事业发达、水运工程施工单位多，有大量的各级技术人员，有成熟的施工经验，能确保所建项目的质量要求。
6. 预制场地：项目预制场地拟选择松下码头附近，与项目区域直线距离约6km，可提高投放效率。

2.5.7. 建设工期

本项目将根据建设内容以及资金筹措和资金落实的情况来安排建设工期。项目实施礁体制作、运输投放、贝藻类移植、多波束探测、海蚌礁体维护及自验收工作需要于2025年8月30日前完成。总建设期16个月，2024年5月~2025年8月。

2.6. 项目用海需求

2.6.1. 项目用海方式、类型

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），项目海域使用类型为“特殊用海”之

“科研教学用海”；用海方式为“构筑物”之“透水构筑物”和“开放式”之“专用航道、锚地及其他开放式”。本项目贝藻礁群用海方式属于“透水构筑物用海”，用海面积为 10.1837 hm²；生物自然恢复区及监测评估、养护通道用海方式属于“专用航道、锚地及其他开放式”，用海面积为 145.5853 hm²。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），项目海域使用类型为“特殊用海（22）”之“科研教育用海（2202）”。

2.6.2. 拟申请用海面积

根据项目用海总平面布置，拟申请用海总面积 155.7690 hm²。本项目用海未占用岸线。

2.6.3. 拟申请用海年限

本项目拟申请用海 10 年。

2.7. 项目用海必要性

2.7.1. 项目建设的必要性

（1）有利于提高保护区种质资源量

长乐外文武海湾位于长乐区文武砂镇与江田镇之间，保护区西侧，具有丰富的饵料，为长乐海蚌的生活和繁衍提供了良好的自然生态环境，有利于其生长发育，使长乐漳港海域成为海蚌产区。《围垦对西施舌浮游幼体漂移轨迹的影响》一文中通过模拟海蚌在外文武海湾围垦前后其浮游幼体的漂移轨迹，发现外文武海湾围垦很大程度上改变了海蚌浮游幼体在变态为稚贝之前的浮游轨迹，使之不能在饵料丰富的海湾口附近附着，是导致外文武海湾垦区外侧海蚌分布格局变化的影响因素之一。围垦前，湾口附近海水流速较为平缓，同时饵料丰富、适量的淡水输入和输移平衡的水动力泥沙环境及适宜的底质环境，有利于海蚌稚贝的生长发育，使外文武海湾湾口附近海域成为天然的海蚌繁育场所，且分布范围较大；围垦后，海蚌浮游幼体无法进入外文武海湾内，无法获得上游营养物质来源，其漂移路程较短，分布范围缩小；同时受垦区人工堤岸前沿缓流、淤积的水动力环境条件影响使海蚌浮游幼体的着床环境发生变化，不利于海蚌浮游幼虫的发育成长，进一步改变了该海域海蚌的苗种资源分布。

根据 2018 及 2019 年保护区范围内进行的两次海蚌资源调查结果显示，保护区内海蚌分布不均匀，捕获率低于 50%，海蚌并未在保护区内形成优势种群，且保护区北部较南部海蚌资源量大。因此，项目设于长乐外文武海湾南侧，有助于缓解外文武海湾围垦

后，海蚌栖息繁育环境破坏导致的保护区南部海蚌资源量下降的问题。

（2）有利于推动自然水域海蚌种质资源养护的科学研究

近年来通过海蚌增殖放流、限制捕捞等相关保护措施的积极开展，保护区内海蚌资源量有逐年回复趋势，但所放流的海蚌种苗均为壳长6 mm 以内的3月龄幼贝，适应能力较差。自然海区与室内育苗池在海水理化指标变化周期、敌害生物扰动及底质条件等方面差异较大，若放流前未经驯化，极有可能造成放流幼贝存活率下降，无法达到快速补充自然海区海蚌资源量的目的。另外，海蚌人工养殖规模不断扩大，种质资源退化情况逐渐凸显。

因此，项目通过在自然海域构建藻礁及海蚌礁的复合贝藻礁群示范区，并开展适宜性评价，为海蚌人工养殖提供优良亲贝及种苗等工作提供有力支撑，为海蚌生理生态及遗传学研究创造优质平台，是对天然海区海蚌遗传多样性保护的重要支持。长乐海蚌2010年被列为中国国家地理标志保护产品，保证及发挥其产地范围的独特性首要的是保护好现有濒临灭绝的天然种质资源，为良种选育提供必要的遗传物质，保护生物多样性。鉴于此，建立国家级的原、良种基地，推动良种苗种生产的产业化，构建自然水域海蚌种质资源养护区是现阶段海蚌保护及推动产业发展的重要任务之一。

（3）促进海洋生物多样性保护

2024年1月18日，经国务院批准，生态环境部发布《中国生物多样性保护战略与行动计划（2023—2030年）》强调中国积极推进生态文明建设和生物多样性保护，生态系统多样性、稳定性和可持续性不断增强，走出中国特色的生物多样性保护之路。福建省“十四五”生态环境保护专项规划，提出持续推进《福建省生物多样性保护战略与行动计划（2014—2030年）》，加强重点物种及其栖息地保护，重点保护宁德大黄鱼、长乐海蚌、长汀大刺鳅等渔业种质资源，促进生物多样性保护。

下沙海蚌重要生境恢复示范区构建以水底生境修复重构为主，在海底，礁体以障碍物形式存在，可有效避免电拖网、高压水泵等非法作业，从而保护了该水域底栖生境。通过藻礁—海蚌礁—藻礁的组合，为海蚌在自然海域繁殖营造适宜的环境及充足的保护空间的同时，为其他海洋生物也创造了良好的“避难所”，并随着礁体附着生物的生长，饵料生物逐渐增多，鱼类等生物也会相应增加，对区域内海洋生物资源恢复和生物多样性保护有极大的促进作用。

（4）是加快推进新时期我国海洋渔业与旅游业融合发展的重要举措

海洋休闲渔业是海洋渔业和旅游业有机结合的新型产业形态，能够拓展海洋旅游发展空间、促进海洋渔业转型升级，实现产业之间的协同发展与互利共赢。2012年9月国务院批准的《福建海峡蓝色经济试验区发展规划》（发改地区〔2012〕3057号）要求，“建设福州、霞浦、连江、福清、惠安、漳浦、东山、诏安等大型设施化生态养殖基地，漳州、莆田等立体化生态养殖示范基地，以及平潭、东山、西洋岛附近海域的海洋牧场”“继续推行增殖放流、封岛栽培、贝藻礁建设，营造海洋牧场，恢复近海生物种群资源”。

《福建省人民政府关于促进海洋渔业持续健康发展十二条措施的通知》（闽政〔2013〕43号）提出，“加大水生生物增殖放流和贝藻礁投放，推进海洋牧场建设”“推进渔村和海岛建设。统筹规划新农村建设、渔港建设以及海洋休闲旅游建设”。

下沙海蚌重要生境恢复示范区研究工作有利于构建自然水域海蚌种质资源养护区，促进海洋生物多样性保护，推动长乐海域“蓝色粮仓”建立。福建长乐海蚌种群一直以品质突出、资源量大而全国闻名，项目充分利用长乐下沙海域自然资源条件，进一步为发展长乐地区独特的海蚌旅游文化发展奠定基础，拓展海洋旅游发展新空间，加速产业增值赋能，远期可释放渔旅消费潜力，最终推动长乐区传统海洋渔业向高质量海洋休闲渔业方向发展，打造海洋体验渔业、海洋生态渔业等海洋休闲渔业新业态，深入贯彻落实党中央、国务院和福建省委、省政府关于海洋经济高质量发展战略，构建海洋产业新格局的时代所需。

（5）是顺应海洋低碳经济发展的需要

海洋在调节全球气候变化，特别是吸收二氧化碳等温室效应气体方面作用巨大。人类活动每年向大气排放的二氧化碳总量达55亿吨，其中约20亿吨被海洋所吸收，陆地生态系统仅吸收7亿吨左右。由此可见，地球上超过一半的二氧化碳的捕获是由海洋生物完成的，这些海洋生物包括浮游生物、细菌、海藻、盐沼植物和红树林等，海洋植物的固碳能量极为强大。

根据海洋生物固碳机理，有计划地增加投放贝藻礁的数量和相应的渔业资源增殖放流数量，选择适宜增殖品种，通过底播增殖、人工增殖放流等手段，增加海洋生物多样性，使其充分发挥海洋生物固碳、汇碳的功能，实现碳的汇集、存储和固定的系列化。通过大力发展海洋增养殖生物固碳、汇碳措施，开展生态增养殖，能够在提高经济效益的同时，实现海洋清洁生产。

我国著名的海洋渔业与生态学家、中国工程院院士唐启升先生提出，“在低碳经济时代，作为海洋大国的我们，应积极发展以海水养殖业为主体的碳汇渔业，抢占蓝色低碳经济的技术高地。”因此，发展碳汇渔业是一项一举多赢的事业，不仅为百姓提供更多的优质蛋白，保障食品安全，同时，对减排二氧化碳和缓解水城富营养化有重要贡献。

综上所述，本项目的建设是必要的。

2.7.2. 项目用海的必要性

（1）项目用海是海蚌礁及藻礁建设的需要

海蚌属于大型贝类，壳长可达 150 mm，栖息于潮间带低潮线附近到潮下带 20 m 左右的浅水区，潜入泥沙中生活。项目所在海域位于长乐下沙海域，底质以沙质为主。海水透明度大，海域各潮期涨、落潮流流速适中，海域海水水质能够满足海蚌礁项目用海的要求。项目用海能够利用稳定的底床环境，优越的海水资源和天然的生物、光照、水流等资源，建设贝藻礁群，加快推进长乐海蚌资源养护。

（2）项目用海是恢复下沙海域海蚌种群资源的需要

“福建省长乐海蚌资源增殖保护区”（以下简称保护区）于 1985 年建立，是目前我国唯一的针对海蚌资源而设立的保护区。保护区位于闽江入海口的南部，处咸淡水交汇区，水质肥沃、饵料生物丰富，多为浅海沙泥底质，为海蚌繁殖生长提供了优越的环境条件。2014 年保护区修订并实施了新的管理规定，重新界定了保护区范围，将保护区面积扩大，现有保护区面积达 20697 hm²。保护区内设两个重点增殖保护区，其面积均为 1000 hm²，实行全年禁捕。保护区其他区域实行限额捕捞制度，限制最小可捕壳长为 90 mm。2006 年至今，保护区内共开展了四次大规模海蚌资源调查，结果显示，保护区内的海蚌资源量到 2012 年已近枯竭。通过连续多年的海蚌种苗人工放流，2018 年资源量虽较 2006 年和 2012 年有所恢复，但仍处于较低水平。由于长期滥捕，海蚌种群的年龄锥体结构已被破坏，近年虽有恢复趋势，但由于海洋开发、环境污染及围垦等原因，恢复速度不容乐观。

本项目建设海蚌、藻礁区，项目位于长乐下沙海域，该海域位置具有丰富的饵料，为长乐海蚌的生活和繁衍提供了良好的自然生态环境，有利于海蚌生长发育，促进海蚌种群资源恢复。

（3）项目用海是增殖养护海洋资源、改善海域生态环境的需要

贝藻礁区建设是缓解渔业资源日趋衰退，增加渔业资源，维护生态平衡，发展生态

渔业的重要途径。我国渔业资源丰富，种类繁多，海洋捕捞是渔业的重要组成部分，但由于持续高强度开发利用，渔业资源面临严重衰退。项目投放海蚌礁和藻礁，防止渔民进行拖网作业，破坏海底生境，自然增殖海洋生物，改善近海生态，同时为海蚌、藻类、鱼类等海洋生物的繁殖提供附着基，营造良好的海洋生物聚集环境，改善动、植物生存环境，恢复近海经济物种资源，增殖养护鱼类资源。项目用海可实现渔业资源恢复、保护、增殖及改善海域海洋环境的目标。

综上所述，本项目建设海蚌礁及藻礁需要用海，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. 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，长乐海域有鱼、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，海洋鱼类主要有带鱼、大黄鱼、蓝圆鲹、鲳鱼、鳗鱼、鲨鱼、金色小沙丁、马鲛鱼、石斑鱼、丁香鱼等。虾、蟹类有 100 多种，主要有毛虾、东方对虾、日本对虾、长毛对虾、斑节对虾、中国毛虾、日本毛虾、红星梭子蟹、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等，毛虾和三疣梭子蟹是本县大宗水产品。头足类有曼氏无针乌贼、台湾枪乌贼等。曼氏无针乌贼是本市主要捕捞对象。软体动物（贝类）100 多种，主要有海蚌（西施舌）、牡蛎、鲍鱼、花蛤、泥蚶等。藻类有 150 多种，主要有紫菜、海带、鹅掌菜、石花菜等。此外，还有腔肠动物、环节动物、棘皮动物等 30 种，以及哺乳动物的海豚等。

3.1.2. 旅游资源

长乐区江海山野自然风光多姿多彩、人文景观古今具备。绚丽多姿的自然景观与丰富多彩的人文景观互相融合、交相辉映。项目所在海域附近的滨海旅游资源主要有：国家湿地公园——闽江河口湿地自然保护区、海西动漫谷、下沙海滨度假区、海峡奥林匹克城、中国长乐海蚌公园、中国长乐海洋馆和历史文化遗迹观光。

3.1.3. 海滩资源

长乐区海滩资源丰富，分布于闽江口南侧，自闽江口湿地保护区绵延至下沙，风沙地貌分布广泛，沙丘连绵起伏，潮间带宽缓平坦，物质组成主要为细砂和中细砂，发育完全耗散型海滩，是福建省海滩资源富集岸段之一。目前，已开发的滨海旅游景点有：象鼻澳、北澳、南澳、下沙海滩等，是未来发展滨海生态旅游休闲度假的良好场所。在防灾减灾方面，完整、稳定的海滩生态系统对于抵挡海岸风沙侵袭、台风风暴潮也具有十分重要的作用。

3.1.4. 岸线资源

福州市长乐区海岸线总长度为 103 km，其海岸类型包括基岩海岸、砂质海岸、淤泥质海岸和人工海岸等多种类型，其中砂质海岸比重最高，总长度约 41.3 km。滨海新城协调发展区（包括滨海新城、生态控制区），岸线北起泽里渔业码头，南至松下村，东临东海，海岸线总长 68 km，以砂质海岸线为主，其次是岩质海岸，泥质海岸。其中

岩质海岸线 15.8 km，占总海岸线的 23%；泥质海岸线 8.3 km，占总海岸线的 12%；砂质海岸线 43.9 km，占总海岸线的 65%。

3.1.5. 森林资源

长乐区境内植物 277 种，有马尾松、杉、湿地松、木麻黄、相思树、油茶、银杏、桐柳等树种；有黄精、何首乌、天门冬、太子参、荆芥等中药材。有水稻、小麦、甘薯、大豆等粮食作物，有花生、油菜、西瓜、甜瓜、茶叶、甘蔗、茉莉花等经济作物，有历史上著名的胜画荔枝、琅峰福橘、列为贡品的长乐青山晚熟龙眼，还有水蜜桃、枇杷、杨梅、橄榄等果树。2019 年长乐区全年共植树造林 1651.21 hm²，封山育林 6839.58 hm²，“村植千树”完成 124 个村，森林覆盖率达 26.67%，空气质量优良率达 99.18%。

3.1.6. 海岛资源

项目区周边主要有凤母礁旅游娱乐用岛、黄沙礁工业与城乡建设用岛、双脾岛旅游娱乐用岛、南双脾岛旅游娱乐用岛和小洛岛、长乐西洛岛、小仑岛、大仑岛、大仑北岛、大仑南岛和东银岛。其中西北侧凤母礁旅游娱乐用岛与本项目最近距离约 1.93 km，东南侧 2.20 km 为双脾岛旅游娱乐用岛，西北侧 4.87 km 为黄沙礁工业与城乡建设用岛，东南侧 3.79 km 为长乐东洛岛，南侧 3.67 km 为长乐西洛岛。长乐东洛岛、长乐西洛岛、双脾岛、小洛岛、长乐西洛岛、小仑岛、大仑岛、大仑北岛、大仑南岛、东银岛等称为东洛列岛，以主岛东洛岛为名。东西走向，有东洛岛、西洛岛、大仑岛、小仑岛、东银岛、双脾岛 6 个岛屿及 20 多个礁，岛礁面积 0.7663 平方公里，其中，与本项目距离为双脾岛，其余最近距离均超过 3.5 km，距离较远。

3.1.7. 滩涂资源

长乐区滩涂资源有沿江滩涂和沿海滩涂两种类型，合计面积 3361.5 hm²，占全区水域面积的 44%。沿江滩涂：沿江滩涂分布在营前镇、猴屿乡和航城镇闽江南岸的沿岸，面积 188.2 hm²，占滩涂面积的 3.16%。沿海滩涂：分布在潭头镇、文岭镇、梅花镇、漳港镇、文武砂镇、江田镇和松下镇各乡镇的沿海地带，面积 3173.3 hm²，占滩涂总面积的 94.4%。

3.2. 海洋生态概况

3.2.1. 气候气象

本地区属亚热带海洋性气候，背山临海，气候宜人，四季分明，冬无严寒，夏无酷暑，冬短夏长，日照时间长，温暖湿润，雨量充沛。

3.2.1.1. 气温

根据福州气象站（58847）2005年2月1日至2023年2月28日的历史数据进行统计，历年平均气温为20.8℃，极端最低气温为-1.9℃，出现在2016年1月25日，极端最高气温为41.9℃，出现在2022年7月24日。

3.2.1.2. 降水

2005年2月1日至2023年2月28日降水总量为31997 mm，最大值（6小时内）155 mm，出现在2015年8月8日。月降水量12月最少，6月最多，秋冬季（10~2月）降水量明显少于春夏季（3~9月），夏季（7~9月）占年降水量的36%，秋季（10~11月）占年降水量的7%，冬季（12~2月）占年降水量的11%。可见，本地区82%的降水量集中于春夏季节的七个月，即福建的春雨、梅雨、台汛时期，而少雨的秋冬季节的降水量仅占年降水量的18%。

3.2.1.3. 风况

本地区最大平均风速为7.0 m/s，出现在E向；次之为5.8 m/s，出现在NE向。强风向为NE向，实测最大风速25.0 m/s；次之为WSW向，实测最大风速20.0 m/s。多年平均风速为4.0 m/s。多年平均7级以上大风天数为35.4天/年，最多为80天，最少为7天。

3.2.1.4. 雾况

本地区多年平均雾日数较少，在7天左右，多年平均雾日数较多，为18.6天。冬春季是雾日数最多的季节，其中1~5月雾日占全年雾日数的75%左右，10~12月占全年雾日数的10%左右；夏季（7~9月）雾日数最少。就各月来说，3、4月份是雾日数最多的月份，其次是1、2月份。

3.2.1.5. 相对湿度

本地区境内空气压力较高，湿度较大，年平均相对湿度为81%以上，6月份最大，月平均相对湿度为87%，11月最小，月平均相对湿度为75%。

3.2.2. 海洋水文动力

本节省略

3.2.3. 海域地形地貌

3.2.3.1. 区域地质地貌概况

长乐地区大地构造属新华夏系复式隆起带东缘，地处北北东向的长乐—诏安大断裂

带和北西向乌龙江断裂带的交汇地带，断裂构造相当发育。工程区现状主要为砂堆，由于风积砂的堆积，场地有一定的起伏，场地地貌单元为丘陵。场地地貌单元为海积、淤积平原。工程区原始地形为海滩，发育有后滨沙丘及植被，建（构）筑物场地未见地表水分布；场地东侧平均距海距离约 170 m，海水水位约 1.90 m，涨潮水位约 3.50 m，退潮水位约 1.00 m。

根据《长乐下沙沙滩整治修复与养护工程岩土工程勘察报告》地质勘测结果分析，沿岸海滩的地层由新到老依次为：第四系风积细砂（ Q_4^{el} ）、第四系细砂（ Q_4^m ）、第四系淤泥质土（ Q_4^m ）、第四系中砂（ Q_3^m ）、第四系粉质粘土（ Q_3^m ）、第四系中砂（ Q_3^m ）、第四系淤泥质土（ Q_3^m ），钻孔深度为见基岩。第四系风积细砂（ Q_4^{el} ）主要由细粒石英砂组成，含云母片、长石，胶结程度很差，颗粒级配不良；第四系细砂（ Q_4^m ）主要由细粒石英砂组成，含云母片、长石，海积成因；第四系淤泥质土（ Q_4^m ）深灰色，局部夹薄层粉砂，含少量贝壳；第四系中砂（ Q_3^m ）灰色，褐黄色，中密，主要由中粒石英砂组成，含云母片、长石；第四系粉质粘土（ Q_3^m ）浅灰黄色，局部偶夹少量细砂；第四系中砂（ Q_3^m ）褐黄色，中密，主要由中粒石英砂组成；第四系淤泥质土（ Q_3^m ）深灰色，饱和，流塑，含腐殖质。

3.2.3.2. 海岸地貌特征

长乐地貌属低山丘陵小区，是东南闽浙低山丘陵的一部分。地势由南部与中部向北部及东部渐次下降。南部、中部低山丘陵蜿蜒起伏，海拔 200~650 m，大埔尾部海拔 646.3 m，为全境最高点。董凤山、龙腰山横贯境内中部，将全市分隔为东西两大平原，东为海相沉积的滨海平原，西为闽江的冲积平原。东南部沿岸地质构造上处于长乐—诏安断裂带的北端，同时又受北北西方向闽江断裂带的影响。

根据研究结果显示，自汉代以来，福建长乐海岸线逐渐后退，由以前狭长的半岛加几个孤悬的海岛，到唐代江海泥沙在闽江口淤积成浅滩低地，宋代时继续向海推进发育为滨海平原，明代发育为长乐两大平原直到广泛出现海岸风沙沉积，海岸线向海推进了大约 5~10 km。这一研究结果表明，低海面及海退过程有效促进了研究区海岸沙丘向海进积。

3.2.3.3. 海底地貌

根据《福州市长乐区下沙沙滩水深地形测量技术报告》，2020年9月沙滩地形测量布置的测线共 20 条剖面，自北向南分别命名为 XS01~XS20。工程区内海底地形较为平

坦，下沙沙滩地区整体呈西高东低的趋势，沙滩西部靠近防护林地区，地势最高，向海（东）方向逐渐降低，地形变化范围为-15~10 m。在 N25°47'54.78"，E119°37'32.45"（平面坐标 462460，2854570）位置存在一暗礁区域，暗礁区长约 70 m，宽约 40 m，面积约 2.9 km²，该区域在大低潮时会露出海面。

此外，下沙沙滩北部存在文武砂基岩礁石区，这一区域分布有较多的散落礁石，退潮时可见，高潮时船易触礁。该区域退潮时可见并无水深突变区域，但由于散落礁石的存在，可能高潮时存在礁石引起的局部小型涡旋，涨落潮流及波浪破碎引起的沿岸流流向可能较为杂乱。

根据沙滩地形剖面可以看出，下沙沙滩的地形变化较为均匀，但坡度较陡，沙滩外围 3 km 范围内的平均沙滩地形坡度约 1:300，而在沙滩后滨防风林至水下潮间带 500m 范围区域内的沙滩平均地形坡度约 1:150。下沙沙滩的地形坡度相对较大与该地区较大的潮差有关。此外，XS15 剖面上，离岸 1.3 km 处，可以明显看到暗礁凸起，暗礁比周围海底高出约 5 m。由于文武砂的存在，XS06 和 XS07 的剖面形态在潮间带和潮下带区域存在差异，XS07 剖面在潮间带以下区域由于基岩礁石的拦截，地形剖面略呈侵蚀状态。现场调查时也可发现，在 XS07-XS13 段（下沙海滩中部）的海滩后滨，已出现侵蚀陡坎。

3.2.4. 海洋环境质量现状

本节省略

3.2.5. 海洋生态现状

本节省略

4. 资源生态影响分析

4.1. 资源影响分析

4.1.1. 项目建设对岸线资源的影响分析

本项目位于长乐下沙海域，用海总面积 155.7690 hm²，本项目距岸线最近距离约 1.07 km，不占用岸线，不形成新的岸线。

4.1.2. 项目建设对滩涂湿地的影响分析

根据《中华人民共和国湿地保护法》，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，但是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，严格控制占用湿地，禁止占用国家重要湿地；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。

项目区所处海域未列入省重要湿地名录。根据《福州市长乐区人民政府关于公布长乐区一般湿地名录的通知》（长政综〔2021〕318号），本项目占用了长乐区双脾岛湿地，为一般湿地，湿地类型为浅海水域，监管单位为长乐区自然资源局。项目占用面积为 10.1837 hm²，由于项目贝藻礁群为实际占用湿地，生物自然恢复区及监测评估、养护通道未实际占用，因此，项目实际占用浅海湿地面积为 804 m²，实际占用面积较小，对湿地的影响也相对较小。

4.1.3. 项目建设对渔业资源的影响分析

本项目建设产生的海洋资源损益主要包括：本项目为科研教学用海，用海方式为透水构筑物和专用航道、锚地及其他开放式，并未完全改变海域的自然属性。施工过程中由于施工船只过往，可能惊扰或影响海洋生物的索饵、栖息，但游泳生物可以回避，不至于产生明显影响，项目无占用岸线和岸滩。礁区建设使项目区域生态发生了变化，主要造成部分底栖生物的损失，但项目建成后，礁体上逐渐可以新生一些附着生物和底栖生物，使生物量很快得到恢复，根据礁区的功能与作用，礁区建设项目可以对海洋生态环境和渔业资源进行修复，对渔场和渔业资源的影响是正面的；且通过在鱼礁区的增殖放流，恢复海洋资源。项目海域未发现有珍稀和濒危物种，对周边海域的渔业资源不会造成不良影响。因此，本项目用海对渔业资源的影响较小。

4.1.4. 项目建设对生物资源的影响分析

4.1.4.1. 项目建设对浮游生物的影响分析

项目对浮游生物的影响主要是施工中礁体投放造成的悬浮泥沙降低了海水的透光率，影响了浮游植物的光合作用，从而降低了海洋的初级生产力。施工过程中对海底的搅动，使一些底栖性藻类暂时混入海水中，从而改变了一定区域内浮游植物的群落结构。高含量的泥沙等悬浮物质，可黏附于鱼卵而影响其孵化率，另外，泥沙等悬浮物质可黏附于仔稚鱼的鳃和体表，影响其呼吸和运动。

上述影响只是暂时性和小区域的，随着施工阶段的结束，该海域环境将恢复正常。工程区附近海域无明显的经济生物产卵场，因此，本项目建设对该海域初级生产力和鱼卵、仔稚鱼的影响不会导致该海域渔业资源发生明显变化。

4.1.4.2. 项目建设对底栖生物的影响分析

本项目建设贝藻礁为透水构筑物，作业期间投放海蚌礁、藻礁的施工过程使附近海域悬浮物含量增高，影响到底栖生物的生存环境，但随着施工结束，周围海域的底栖生物会逐渐恢复。在礁体投放占用的海域内的底栖生物将全部丧失。该海域未出现明显的经济性底栖生物分布区，项目建设所掩埋的底栖生物大多数是仅具有生态效应的物种。

4.1.4.3. 项目运营过程对海洋生态的影响分析

项目运营后，礁体所形成的上升流、加速流、滞缓流、涡流等多样流的环境，可以促进水体交换，不仅能形成理想的营养盐转运环境，还能提供不同的水流条件供鱼类选择，从而达到改善海洋生物栖息环境，增殖渔业资源的效果。礁体的镂空结构可以作为幼鱼的隐蔽庇护场所，大大降低幼鱼被凶猛鱼类捕食的厄运，提高幼鱼的存活率。此外礁体表面上附着生物的大量生长，可以净化水质、减轻海水富营养化程度。通过贝藻礁区建设，人为营造动、植物良好的生态环境，为鱼、虾、蟹等生物提供适宜的繁殖、生长、索饵等栖息场所，达到修复渔业资源和改善生态环境的目的。

4.1.4.4. 工程占用海域对海洋生态的影响分析

本项目礁体的投放会直接占用海域，对海域内的底栖生物造成损失。项目拟投放海蚌礁、藻礁及定点放流装置，共计 1811.86 空 m^3 ，礁体透水构筑物占用海域面积为 804 m^2 ，根据 3.2.5 现状环境调查的生物资源密度，底栖生物的资源密度为 16.32 g/m^2 ，通过计算，项目建设导致底栖生物的资源损失量为 13.12 kg。

4.1.4.5. 悬浮泥沙入海对海洋生态的影响分析

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的规定，生物资源损失率通过生物资源密度，浓度增量区的面积等进行估算，计算公式如下：

①一次性平均受损量计算

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

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾，个，千克；

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为个/ km^2 、尾/ km^2 、 kg/km^2 ；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km^2 ；

n ——某一污染物浓度增量分区总数；

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率（%），生物资源损失率取值参见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）附录 B。

②持续性损害受损量计算

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15 d 时，应计算生物资源的累计损害量。

$$M_i = W_i \times T$$

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为个、尾、kg；

W_i ——第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为个、尾、kg；

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

根据悬浮泥沙扩散的预测结果可知：本项目施工期悬浮泥沙浓度大于 10 mg/L 的影响面积平均约 2.4398 km^2 ；悬浮泥沙浓度大于 20 mg/L 影响面积约 0.3159 km^2 ；悬浮泥沙浓度大于 50 mg/L 影响范围显著减小，影响范围面积约为 0.0046 km^2 ；无悬浮泥沙浓度大于 100 mg/L 影响范围。整个作业过程中，悬浮泥沙浓度大于 10 mg/L 的范围不涉及周边敏感目标。

根据调查，项目海域 2022 年秋季浮游植物细胞数量的平均值为 8.10×10^5 cells/L；浮游动物的平均生物量为 62.96 mg/m^3 ；鱼卵平均密度为 1.75 ind./ m^3 ；仔稚鱼平均密度为 1.75 ind./ m^3 ；游泳动物平均生物量为 1475.37 kg/km^2 。本次论证根据不同悬浮泥沙浓度影响面积和生物损失率计算海洋生物资源一次性受损量和持续性受损量。

4.1.4.6. 项目对海洋生物影响的定量计算

本项目永久占用海域造成的底栖生物总资源损失量为 13.12 kg，施工悬浮泥沙对浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物等海洋生物造成持续性受损量，受损量分别为 4.49×10^{15} cells、349.31 kg、 9.71×10^6 ind.、 9.71×10^6 ind.、1647.99 kg。

1、海洋生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的确定方法

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中“生物资源损害赔偿和补偿计算方法”中鱼卵、仔稚鱼、潮间带生物，底栖生物经济价值计算，其补偿年限（倍数）确定按以下原则：

①施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算；

②占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3~20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿；

③一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍；

④持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3~20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。

2、工程建设导致底栖生物生物量损失的货币化计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，底栖生物经济损失按下式计算：

$$M = W \times P$$

式中：

M ——经济损失金额，单位为元（元）；

W ——生物资源损失量，单位为千克（kg）；

P ——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海域捕捞产值与产量均值的比值计算，单位为元每千克（元/kg）。本报告按照目前贝类的平均价格为 10 元/kg 进行计算。

本项目投放礁体占用海域年限为 10 年，生物资源损害的补偿年限按 10 年计算。

项目用海占用海域导致底栖生物经济损失=底栖生物损失量×价格×10 年=13.12 kg×10 元/kg×10 年=1312 元。

综上，本项目占用海域导致底栖生物经济损失为 1312 元。

3、悬浮泥沙入海导致海洋生物损失的货币化计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下列公式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中：

M ——鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，单位为元（元）；

W ——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个（个）、尾（尾）、kg；

P ——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E ——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾（元/尾）。按照目前平均为 0.2 元/尾。

成体生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物体成体生物资源的经济损失额，单位为元（元）；

W_i ——第 i 种类生物体成体生物资源损失的资源量，单位为千克（kg）；

E_i ——第 i 种类生物的商品价格，单位为元每千克（元/kg），游泳动物按 10 元/kg 计。

本项目施工期最长 60 天，实际影响年限低于 3 年，应按 3 年补偿。

海洋生物经济损失=海洋生物持续性受损量×成活率×价格×3。

综上，本项目施工期悬浮泥沙造成的海洋生物资源经济损失额为 39.90 万元。

4、海洋生物资源损害赔偿总金额

综上，本项目建设造成的海洋生物损失赔偿总金额为底栖生物损失量、悬浮泥沙入海导致海洋生物损失量的和，因此，本项目建设共造成的海洋生物损失赔偿总金额为 40.03 万元。

4.2. 生态影响分析

4.2.1. 水动力影响预测与评价

4.2.1.1. 潮流数学模型

本次评价采用二维潮流模型对工程区海域进行数值计算，得到该海域的潮流场分布特征。

(1) 水动力模型

本研究采用二维浅水方程求解工程区域的潮流场，控制方程如下：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = hS$$

$$\frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} = fvh - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_s s$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial hvu}{\partial x} + \frac{\partial hv^2}{\partial y} = -fuh - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s s$$

其中：

h 表示总水深；

η 表示自由面高程；

x 和 y 分别表示正东方向和正北方向坐标；

t 为时间；

g 为重力加速度；

ρ 和 v 分别为沿 x 和 y 方向的垂线平均流速；

f 为科氏力系数；

ρ 为水密度；

ρ_0 为基准水体密度；

$S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$ 辐射应力张量分量；

S 为点源流量；

T_{ij} 为水平粘滞应力，与流速梯度和水平涡粘系数 ν 相关。

τ_{sx}, τ_{sy} 为海面风摩阻；

τ_{bx}, τ_{by} 为海底摩阻，依据（1-4）式计算：

$$\left. \begin{aligned} \tau_{bx} &= \rho_0 c_f u^2 \\ \tau_{by} &= \rho_0 c_f v^2 \end{aligned} \right\}$$

其中， c_f 为拖曳力系数， c_f 可据 Manning 系数 M 计算，见下式：

$$c_f = \frac{g}{(M h^{1/6})^2}$$

水平涡粘性系数 ν 采用 Samagorinsky 亚网格尺度模型求解，该模型可较好地描述各种涡的形成，即涡粘系数的计算方法如下：

$$\nu = C_s A \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2}$$

C_s 为经验系数， A 为数学模型中计算单元的面积。

u_s, v_s 奇点（源）排水量的 x, y 向分量。

数学模型在平面上采用非结构化三角形网格，因此，能较好地描述不规则岸线，且易于在重点研究区域对网格进行局部加密。模型采用较为精确的干湿网格判断法，亦能较好地描述存在大范围潮间带的区域。

（2）边界条件

开边界条件即水域边界条件，可给定流速或给定潮位，本研究中开边界给定潮位，潮位边界由大模型提供，初始潮位取计算开始时的平均潮位，初始流速取为 0。闭边界条件即水陆交界条件。在该边界上，水质点的法向流速为 0。动边界条件是指计算区域中有水和无水区域交界线的边界条件，本模型采用“冻结法”处理，通过定义临界水深 Δh 来确定干、湿点或干、湿单元。底边界条件采用固定值，由曼宁系数确定。自由表面边界条件部分，对于潮汐模拟，表面风应力为 0。

4.2.1.2. 模型设置

（1）计算范围

本次模型计算范围南起兴化湾、北至闽江口。模型向外海延伸至 75 m 等深线附近，计算区域面积约为 10000 km²。为了准确反映工程区周边潮流场真实情况，模型采用非结构网格中心网格有限体积法求解，由海向陆逐渐加密网格，计算节点 46125 个，计算单元 90655 个。为更精确地描述工程区域及邻近海域的流场特性以及投放礁体对流场的

影响，对5个礁体投放区及周边区域的网格进行了局部加密，工程海域最小网格间距约1 m。

（2）模型采用资料

地形资料：模型计算所需的水深资料通过相关海图及工程区近期局部测深获取，水深基准面统一至当地平均海平面（MSL）。

水文资料：模型验证采用2020年9月工程区临近海域设置的1个潮位测站和5个潮流测站的观测资料。

（3）计算参数选取

数学模型计算的时间步长取60 s。模型采用干湿判别法对潮间带进行处理，其中干网格的判别标准为水深小于0.005 m，湿网格为水深大于0.1 m。Samagorinsky水平涡粘系数中，参数 C_s 取0.28，在计算底部切应力时，模型中的底床粗糙率使用Manning数方法，根据临近海域前人研究成果和模型验证分析，曼宁系数取 $M = 32 \sim 50 m^{1/3} \cdot s^{-1}$ 。

4.2.1.3. 模型验证

（1）潮位验证

大潮潮位验证采用2020年9月1个潮位测站（松下港潮位站）采集的观测资料，高程基准面为当地平均海平面（MSL）。计算值与实测值吻合良好，各站点误差约在3%~8%之间，符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTS/T 231-2-2010）相关误差要求，证明模型合理。

（2）潮流验证

潮流采用2020年9月4~5日于工程区附近设置的5个潮流测站的观测资料，计算结果与实测数据较为一致，说明模型能较为合理地反映工程区海域的潮流特征。

4.2.1.4. 工程区海域水动力分析

潮流场是工程海域物质输移最主要的驱动力之一。本节应用上文建立的水动力数学模型，分析工程区大、小潮周期中涨、落急典型时刻流场图，据此进一步分析工程区海域潮流特性。

本海区潮汐从分潮振幅来看，半日分潮占绝对优势。潮波受制于东海潮波系统，由东南方向传入，在闽江口以外开敞海区以旋转流为主，近海各水道以往复流为主。

下沙海滩附近海域潮流属半日潮流，潮流的运动主要是受海岸轮廓和地形的影响，长轴方向基本与水道走向一致，呈往复流运动。总体而言，工程区涨潮流向总体偏NNE

向，落潮流向偏SSW向。

（1）大潮潮流特征分析

当大潮涨急时刻，平潭岛以北外海域以偏NE向的潮流为主，流速为0.35~0.60 m/s，经海坛海峡北侧水道流入福清湾；在平潭岛南侧，潮流由SE向经海坛海峡南侧水道以偏S向流入福清湾，流速约为0.30~0.50 m/s；潮流流经水道，由于水道狭窄，使得水道流速急剧增大，流速约0.6~1.0 m/s，流向由ENE向转为NE向。潮流由海向陆推进过程中由于受到地形底摩擦的影响，潮流流速逐渐减小，至近岸潮流流速约0.01~0.2 m/s。本项目位于长乐南部东洛列岛西北侧下沙海域内，该区域水深在10~12 m之间，潮流传播至工程区海域，流向由NE转为偏N向，流速平均约0.21 m/s，靠岸一侧为近岸浅水区，流速逐渐减小，至近岸流速约0.01 m/s。

从大潮落急时刻流场图可以看出，落潮流场总体趋势与涨潮流场相反，涨潮流速略大于落潮流速。落潮时，水流从福清湾内经海坛海峡南北多条水道流出，海坛海峡北侧潮流由偏W向流向SW向，南侧由W向流向NW向，湾内平均流速约0.50~0.8 m/s，湾外流速平均约0.20~0.45 m/s，水道流速平均约0.6~1.0 m/s。工程区附近落潮潮流流向转为偏S向，流速约0.13~0.15 m/s。

（2）小潮潮流特征分析

小潮动力过程相对大潮动力过程，水动力条件明显减弱，流速显著减小。

小潮涨急时，工程区以北外海域流速平均约0.28 m/s，流向为偏NNE向，经海坛海峡北侧水道，流向转为偏ENE向，由于水道口门狭窄，湾外潮流集聚同时涌入福清湾，致使水道内流速急剧上升，平均流速达0.40 m/s，之后潮流向湾内四周传播，整体流速平均约0.18 m/s；海坛海峡南侧水道潮流略小于北侧，流向由偏E向转为偏SE向传入福清湾，水道流速约0.20 m/s。与海岸线成一定夹角传至近岸，待传至近岸边时，由于受地形因素的影响，夹角逐渐减小，近乎与岸线平行。工程区海域整体平均流速约0.10 m/s，整体流向为偏N向。

小潮落潮流场总体趋势与大潮的落潮流场趋势相同，工程区整体流向指向偏S向，附近海域流速约为0.09 m/s，整体流速显著小于大潮过程流速。

4.2.1.5. 工程建设对水动力环境影响分析

本次数值模拟共设计2组试验方案，分别为礁体投放前方案（现状）、礁体投放后方案，对礁体投放前后的潮流场进行计算分析，模拟预测方案中使用的模型与上述验证

模型计算条件一致。

（1）流态影响分析

涨、落急时刻，礁体投放集中投放区及周边海域，在礁体投放后流态并无明显变化，仅1#贝藻礁群西南侧略有变化，但变化极为轻微。总体看来礁体投放对工程区及周边海域流场基本无影响。

（2）流速影响分析

由于礁体的集中投放，工程区海域平均流速在一定程度发生改变，整体呈现潮流主流轴方向两侧出现了类似圆柱绕流效应而形成的流速增加区域。礁体堆上方，由于礁体投放导致投礁区水深减小，潮落潮期间礁体堆上方流速有所增大，但增大幅度较小。在礁体堆周围，受礁体堆阻水作用的影响，礁体堆的迎流面呈现流速减小趋势，部分礁体背流面流速也略有减小，但由于礁体均有透水构筑物，整体流速减小幅度较低。

涨潮期间，1#礁体堆由于礁体投放导致投礁区水深减小，礁体堆上方流速相较于礁体投放前有所增加，增加幅度在0.005~0.015 m/s。各礁体迎流面流速减小，减小幅度在0.002~0.005 m/s，左侧的藻礁投放区流速减少范围相对于1#其他区域较大；2#礁体堆，同样由于贝藻礁引起的水深变浅，在方型和圆型礁体区域上方存在由礁体引起的流速增加区，增加幅度在0.005~0.015 m/s之间，两侧由类似于圆柱绕流的流场效应引起的流速增加，增加幅度约0.002 m/s，由于礁体的阻流作用，在沿流向礁体迎流面流速普遍减小，减小幅度在0.0025 m/s；3#礁体堆流速变化幅度特征与2#礁体基本保持一致，仅流速减小区域分布不相同，3#礁体堆中左侧藻礁群流速减小区域面积明显小于右侧藻礁群，减小幅度基本相等，约为0.002 m/s；4#礁体堆流速变化幅度及分布特征与2#礁体基本保持一致，其中礁体上方流速增加区增加幅度约为0.01 m/s，两侧绕流引起的流速增加区增加幅度为0.002 m/s；礁体迎流面流速减小区减小幅度约为0.0025 m/s，左侧藻礁群流速减小区域范围明显大于右侧区域。5#礁体堆流速增加、减小区域整体分布较为均匀，流速增加幅度在0.005~0.015 m/s之间，减小幅度在0.002~0.0025 m/s之间。

落潮期间，各礁体集中投放水域基本保持与涨潮期间流速变化分布趋势一致，但部分区域由于受落潮流影响，平均流速大小和分布特征略微改变，分别体现在1#礁体堆左侧、2#礁体堆左右两侧、3#礁体堆左右两侧以及4#礁体堆左侧，其中，1#礁体堆左侧流速减小区域范围变小，减小幅度降低，约在0.005~0.01 m/s之间；2#礁体堆左右两侧流速增加、减小分布区域相较于涨潮期间呈现相反的分佈变化特征，流速增加区域基本保

持一致，变化幅度也基本不变；3#礁体堆左右两侧与2#变化规律一致；4#礁体堆左侧流速减小区域范围变小，右侧略有变大。

从礁体投放前后平均流速变化来看，工程实施将使得礁体投放水域发生变化，流速减小区域基本位于礁体迎流面，减小幅度在 0.002 ~ 0.0025 m/s 之间。流速增加区域基本集中在礁体上方及两侧绕流区，增大幅度在 0.005 ~ 0.015 m/s 之间。流速影响范围主要集中在礁体集中投放水域范围内，对于远离礁体投放区域影响较小，流速基本未发生太明显改变。

4.2.2. 冲淤环境影响预测与评价

4.2.2.1. 泥沙输运模型

泥沙输运模型在上述水动力模型基础上，加入泥沙模块。泥沙输运方程如下：

$$\frac{\partial DS}{\partial t} + \frac{\partial uDS}{\partial x} + \frac{\partial vDS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(DK_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(DK_y \frac{\partial S}{\partial y}) + \alpha\omega(\beta S_* - S)$$

式中的 S 为含沙量， $D=H+\eta$ ， ω 为悬沙沉速， S_* 为水流挟沙力， β 为线性比例系数， α 为沉降机率， K_x 、 K_y 分别为 X、Y 水平方向的扩散系数。

泥沙起动流速参照窦国仁公式：

$$\frac{V_c^2}{gD} = \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma} (A_1 + A_2 \frac{h}{h_a}) + (A_3 + A_4 \frac{h}{h_a}) \frac{h_a \delta}{D^2}$$

$h_a \approx 10.3(m)$ 是用水柱高度表示的大气压力， $\delta = 3 \times 10^{-8}$ (cm) 是水分子厚度。

挟沙力公式：

$$S_* = 0.023 \frac{\rho_w \rho_s}{\rho_s - \rho_w} \left[\frac{n^2 (u^2 + v^2)^{3/2}}{H^{4/3} w_s} + 0.0004 \frac{H_w^2}{HTw_s} \right]$$

式中 H_w 为平均波高，T 为波浪平均周期， w_s 为泥沙沉降速度，n 为海底粗糙率系数。

计算时沉速 w_s 采用刘家驹（水利水运科学研究，1988 年）提出、并经罗肇森应用检验的公式：

$$w_s = w_0 FD$$

$$w_0 = \frac{g}{18\mu} \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right) d^2$$

$$F = 0.00177 d_{50}^{-1.82}$$

$$D = (1 + 0.12 \lg \frac{0.03}{d_{50}}) \exp(1.1 \times 10^5 \times d_{50}^2 - 99) S$$

式中 d 为泥沙粒径， d_{50} 为泥沙中值粒径， w_0 为单个泥沙颗粒沉降速度， F 为絮凝因子， D 是衰减系数， S 盐度（‰）。 μ 为分子粘滞系数， ρ_s 为泥沙干容重，为海水密度， g 为重力加速度，在本次计算中：

w_s —单位为 mm/s； ρ_s —取 2.70 g/cm³； ρ_w —取 1.023 g/cm³； g —取 980 cm/s²； μ —取 1.01mm²/s。

一些文献指出，絮凝体的沉降速度为 0.1-0.6 mm/s，一般采用 $w_s=0.4 \sim 0.5$ mm/s，经计算， $w_s=0.4$ mm/s。

底床变形方程为：

$$\gamma_s \frac{\partial \eta}{\partial t} = -\alpha \omega (\beta S_* - S)$$

式中 γ_s 为泥沙容重， η 为底床冲淤厚度。

4.2.2.2. 冲淤环境变化影响分析

分析可知，礁体投放后，由于新增礁体群的阻流作用，将在其周边水域产生不同程度的淤积，淤积强度在 1 cm/a 以下，其中，在 4#礁体堆南北侧藻礁群年淤积强度最大可达到 0.9 cm/a；1#礁体堆小范围内年淤积强度最大可达到约 0.6 cm/a，其余礁体堆迎流面年淤积强度均小于 0.5 cm/a，而在各礁体两侧绕流流速增加区，存在局部冲刷水域，冲刷强度仅 0.2 ~ 0.6 cm/a，这与流速增加区域变化趋势保持一致。除此之外，礁体投放引起的冲淤变化对工程以外的海域影响较小。

4.2.3. 水环境影响预测与评价

4.2.3.1. 悬浮泥沙扩散模型

(1) 控制方程

泥沙在海水中的沉降、迁移、扩散过程，可采用二维对流扩散方程表示：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}) - F \cdot h \cdot c + s$$

其中：

D_x, D_y 为 x, y 方向的扩散系数，扩散系数计算公式为 $D_i = K_i \frac{\Delta x^2}{\Delta t}$ ；

c 为悬浮泥沙浓度；

F 为衰减系数， $F = p \cdot ws$ ， p 为沉降概率， ws 为沉降速度；

s 为悬浮泥沙排放源强， $s = Qs \cdot Cs$ ， Qs 为排放量， Cs 为悬浮泥沙排放浓度。

(2) 边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：

入流： $CI = P0$ ，其中 Γ 为水边界， $P0$ 为边界浓度，模型计算增量影响，取 $P0 = 0$ 。

出流： $\frac{\partial c}{\partial t} + U_n \frac{\partial c}{\partial n^w} = 0$ ，其中 U_n 为边界法向流速， n 为法向。

(3) 初始条件

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

4.2.3.2. 施工期对水环境影响预测与评价

1、礁体投放产生悬浮泥沙扩散影响分析

(1) 礁体投放源强计算

投放礁体挤沙形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_I = (1 - \theta_I) \times P_I \times \alpha_I \times P$$

式中： S_I 为礁体挤沙的悬浮物源强（kg/s）；

θ_I 为海沙的天然含水率（%），天然含水率取10%；

P_I 为海沙中颗粒物湿密度（g/cm³），海沙密度为2.5~2.7g/cm³，取2.5g/cm³；

α_I 为细沙中悬浮物颗粒所占百分率（%），取5%；

P 为平均挤沙强度（m³/s），取0.0115m³/s；

则 $S_I = (1 - 10\%) \times 2.5 \text{ g/cm}^3 \times 5\% \times 0.0115 \text{ m}^3/\text{s} \text{ kg/s} = 1.29375 \text{ kg/s}$ 。

(2) 悬沙入海代表点选取

本次对投放礁体挤沙形成悬浮泥沙的扩散输移范围和浓度变化进行预测。考虑礁体

同时投放施工时的最大不利影响，故在 1-5#礁体堆采取 2~3 个礁体同时投放。模拟计算过程中采用连续点源的方式，即假设投放没有间断，计算得到代表点出现的最大浓度值，由于是连续投放，包含了涨、落潮过程。

（3）悬浮泥沙扩散预测结果分析

模型通过对工程区投放礁体挤沙形成的悬浮泥沙扩散进行计算，对每个区域内选取代表点进行模拟，得到该点悬浮泥沙最大可能扩散包络线面积，从而分析礁体投放时对周边海域最大影响范围。本次悬浮泥沙浓度等值线取值分别为 10 mg/L、20 mg/L、50 mg/L、100 mg/L。

投放过程中，工程区悬浮泥沙主要受偏 NNE-SSW 向涨落潮流作用影响，悬浮泥沙扩散范围整体呈现偏 NNE-SSW 向带状分布，高浓度区只集中在礁体投放区域。从工程区礁体代表点投放时不同浓度影响范围分析可知，总体上看，本项目礁体投放过程中产生的悬浮泥沙扩散范围相对较小，主要扩散方向为礁体投放区域的迎流和背流方向。不同位置礁体投放时，产生的悬浮泥沙影响范围略有不同，1#、3#左侧以及 4#礁体堆投放水域水深浅，底摩擦作用力加大，水动力条件较弱，悬浮泥沙浓度稀释较慢，扩散范围较大，浓度等值线分布梯度稀疏。2#、3#右侧以及 5#礁体堆布设水域，水动力条件较强，悬浮泥沙浓度及扩散范围相对于 1#、3#左侧以及 4#礁体堆布设水域更小。

综合考虑 1~5#所有礁体投放施工，低浓度范围整体呈现偏 NNE-SSW 带状分布，NNE 侧扩散范围较大，SSW 侧扩散范围较小，可能造成的原因是 NNE 侧流速较小，悬浮泥沙迁移、扩散稀释较慢，而 SSW 侧，流速较大、水动力较强，悬浮泥沙浓度稀释较快，高浓度范围仅局限于礁体集中投放区域及临近水域。

经计算，悬浮泥沙浓度大于 10 mg/L 的影响面积平均约 2.4398 km²；悬浮泥沙浓度大于 20 mg/L 影响面积约 0.3159 km²；悬浮泥沙浓度大于 50 mg/L 影响范围显著减小，影响范围面积约为 0.0046 km²；无悬浮泥沙浓度大于 100 mg/L 的影响范围。整个作业过程中，悬浮泥沙浓度大于 10 mg/L 的范围不涉及周边敏感目标。

（4）小结

本次选取代表点对礁体投放过程中悬浮泥沙入海扩散进行模拟，进而获取工程施工过程中悬浮泥沙扩散的最大包络线范围。结果表明，高浓度范围仅局限于工程区临近水域，悬浮泥沙浓度大于 10 mg/L 的范围不涉及周边敏感目标（长乐下沙海岸防护生态保护红线区），从对周边敏感目标的影响来看，整个礁体投放过程中对周边海域影响较小，

且工程施工为阶段性作业，对周边海域生态环境只产生短暂性影响，待工程施工完成后，将逐渐恢复该海域生态环境。

4.2.3.3. 粒子追踪预测与评价

本文在上述二维水动力模型的基础上叠加粒子追踪模块（Particle Tracking）模拟稚贝的扩散，由于稚贝在下沉附着之前其粒子个体较小，重量较轻，自主游泳能力较弱，运动状态直接受制于海流等物理条件约束，故建立粒子追踪数值模型以预测稚贝的运动轨迹及分布。

4.2.3.4. 粒子追踪模型简介

粒子追踪模型采用的是拉格朗日离散方法，即不考虑粒子之间的相互作用，且释放后的运动速度取决于周围水体的速度，用于模拟悬浮物质的迁移和归宿，该模块基于随机漫步技术，即粒子在大尺度海流和网格湍流波动的影响下移动，其运动规律遵循以下方程：

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_k} M_i}{V_k}$$

在式中， C_k 代表网格系统中区域 k 的粒子密度； k 代表网格系统中区域的编号； M_i 代表粒子 i 的质量； N_k 代表区域 k 的粒子数量。

粒子的输运和湍流扩散过程遵循以下方程：

$$d\mathbf{X}_t = \mathbf{a}(t, \mathbf{X}_t)dt + \mathbf{b}(t, \mathbf{X}_t)\xi_t dt$$

$$\mathbf{Y}_{n+1} = \mathbf{Y}_n + \mathbf{a}(t, \mathbf{X}_t)\mathbf{Y}_n\Delta_n + \mathbf{b}(t, \mathbf{X}_t)\mathbf{Y}_n\Delta W_n$$

式中 \mathbf{a} 为输运系数（drift term）， \mathbf{b} 为扩散系数（diffusion term），为随机数（random number）， $n=1, 2, 3, \dots$ ，是在连续时间段内，基于维纳过程（wiener progress）的高斯增量。

4.2.3.5. 粒子追踪预测与评价

（1）计算条件

1) 稚贝释放位置

本次粒子追踪模拟预测中，根据海蚌稚贝定点放流装置布设分布情况选取了 5 个点位进行稚贝的释放。

2) 稚贝释放时间

海蚌稚贝漂移轨迹与投放时间所处的潮期有关，故选择涨急时刻、落急时刻、高潮时刻和低潮时刻等4个典型潮流时刻作为海蚌稚贝投放发生预测起始时间，在每个特征时刻投放一个稚贝个体粒子。

3) 轨迹模拟时长

在建立的流场模型基础上，选取实测大潮潮流作为计算潮型，预测时长为海蚌稚贝投放后24 h。

4) 稚贝个体情况

经生物学测定，本次投放的稚贝为西施舌稚贝，群平均体长11.74 mm，平均体重为0.26 g，为真实反映稚贝个体的情况，在模型当中将粒子重量设置为0.26 g，以预测稚贝个体最真实的漂移轨迹分布情况。

(2) 计算工况

综合考虑水动力、稚贝释放位置、释放时刻、漂移时间等因素的影响，给出本次稚贝漂移轨迹模拟预测工况组合，共计算20个工况。

(3) 预测结果分析

总体来看，在大潮期内的不同时刻投放引发了初始流速和流向的差异，从而导致了其粒子轨迹的显著差异。下沙海域属于不正规半日潮，以往复流为主，在4#和5#投放的稚贝迁移的空间距离较远，其余点位投放的苗种虽然也受到海流的影响而作周期性运动，但是均停留在投放点附近海域。

稚贝个体在海中的固定点位投放后，随着潮汐的涨落，均呈现出明显的往复运动。这种运动方式在所有代表个体中都得到了充分体现。通过对比不同潮汐特征时刻的投放实验，结果发现涨急时刻的投放导致苗种在其生命周期内经历了更为迅速的位移，而在落急时刻的投放则展现了相对较缓的运动。这些观察结果不仅与潮汐周期的变化相关，而且与海洋环流的强度和方向息息相关。在低潮时刻投放的稚贝表现出的轨迹具有更大的纵向振幅，而在高潮时刻投放的稚贝则呈现出更为局限的运动范围。这种差异可能是由潮汐引起的水位变化和水流速度的动态变化所导致的。下面对于各特征时刻的投放点输移轨迹分别做出描述：

对于R1来说，除了在低潮时刻存在不同特征外，其余三个特征时刻的粒子轨迹表现相似。这三个特征时刻的粒子在工程区海域做往复运动，最终附着在礁体堆南侧海域。与此相对，低潮时刻的粒子沿岸输运特征更加显著，其轨迹沿岸向东南迁移，最终附着

在松下港防波堤外部水域。低潮时刻的附着位置至投放位置之间的输移距离最远，24小时内最远漂移距离为4.70 km。

对于R2来说，高潮和落急特征时刻的输移轨迹基本一致，呈现出“弯月”型带状分布运动，最终停留至礁体投放区周边海域。而低潮和涨急时刻粒子沿着落潮流主方向向南侧漂移，至松下港外侧防波堤后，涨急时刻粒子绕过防波堤进入松下港区，而低潮时刻粒子则又回旋至工程区附近海域。低潮时刻释放的稚贝粒子最终附着位置至投放位置之间的输移距离最远，24小时内最远漂移距离为5.80 km。

对于R3来说，落急时刻和高潮时刻的粒子输移轨迹存在相似性，均向礁体投放区东北侧做往复运动。涨急和低潮时刻的粒子都沿岸下沙海域向南输移，在松下港防波堤尾部附近粒子路径逐渐产生差异，涨急时刻投放的粒子绕过防波堤后继续向南输移，而低潮时刻的粒子则与R2轨迹有一定相似，附着位置比R2距离投放区更远一些。涨急时刻释放的稚贝粒子最终附着位置至投放位置之间的输移距离最远，24小时内最远漂移距离为4.72 km。

对于R4来说，落急时刻和高潮时刻投放的粒子输移轨迹与R3基本一致，均在礁体投放区南—北侧做往复运动。但涨急和低潮时刻的粒子轨迹存在显著差异。涨急时刻的粒子沿岸向南输移，绕过南侧防波堤，最终附着于松下港海域；低潮时刻的粒子沿岸向南输移，绕过南侧防波堤后随即回旋向北输移，沿着东洛列岛向东北侧开阔海域继续漂移。低潮时刻释放的稚贝粒子最终附着位置至投放位置之间的输移距离最远，24小时内最远漂移距离为5.60 km。

对于R5来说，落急时刻和高潮时刻投放的粒子输移轨迹与R3、R4相似，均在礁体投放区两侧做往复运动，粒子最终附着在礁体投放区南部海域。涨急和低潮时刻的粒子轨迹存在差异。涨急时刻的粒子沿岸向南输移，绕过南侧防波堤后随即回旋向北输移，沿着东洛列岛向东北侧开阔海域漂移，最后又回旋向西南侧输移至双脾岛附近海域。低潮时刻的粒子沿岸向南输移，绕过南侧防波堤后，继续向南输移，而后又折回松下港海域。低潮时刻释放的稚贝粒子最终附着位置至投放位置之间的输移距离最远，24小时内最远漂移距离为6.10 km。

4.2.4. 项目用海对海水生态环境的影响分析

4.2.4.1. 施工期船舶污水影响分析

本项目在陆域进行鱼礁单体结构制作，然后通过施工船舶进行吊运投放。为使船舶

污染物的排放量最小，船舶污染物的排放应按照有关的国际性公约、《防治船舶污染海洋环境管理条例》《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》以及《船舶水污染物排放控制标准》的规定排放。而本项目施工船舶的生活污水集中收集后交有资质的环保船回收或自处理达标后在指定地点排放，船舶底舱油污水由有资质单位接收处理，不在施工区域排放。由此可见，项目施工船舶产生的废水都通过有效处理，不在施工海域排放，对海水水质环境的影响很小。

4.2.4.2. 运营期水质影响分析

运营期主要进行礁体的后期管护。贝藻礁不同于一般的海水养殖，主要通过设置贝藻礁营造适合海洋生物生活的生境，将经过中间育成或人工驯化后的苗种进行人工放流增殖，这些生物以海域中的天然饵料为食物，并根据放流生物的特性，通过系统化的渔业设施和管理手段进行人为、科学管理，使资源量增加。这种养殖方式，对海洋环境无污染，扩大了养殖生物的活动区域，减小排泄物堆积的问题，提高养殖生物的质量。因此该礁区运营期对海域水质、沉积物、生态环境无不利影响，反而可修复该海域的生态环境，增殖和保护资源。海洋牧场管理过程中将采用调查船，这些船舶会产生油污水，若直接排放将影响海域环境，需采取相应的处理措施，严禁直接排海。

4.2.5. 项目用海对海洋沉积物生态影响分析

贝藻礁区内用海方式为透水构筑物 and 开放式用海，在施工过程中，建设所使用的海蚌礁和藻礁为无毒、无害和无放射性，不会对海洋沉积物环境产生明显影响。工程施工过程中礁体的吊放会使海底泥沙发生悬浮，搅动海底沉积物，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其他污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

同时，工程通过设置贝藻礁可改善海底环境，使生产力较低、海蚌较少的泥沙底环境变成生产力高、海蚌较多的岩礁环境，补充长乐海蚌的生物资源量。鱼礁上会附着许多生物，从而形成饵料场，引诱鱼虾等生物栖息和繁衍，成为海上人工牧场和近海渔场，方便渔获，提高渔获质量降低成本。鱼礁会产生多种流态，如上升流、线流、涡流等，改善海区环境；鱼礁礁体的内空间可以保护生物幼体，从而使资源增殖；同时设置鱼礁能起到一定的禁捕作用，鱼礁区不能拖网、围网和刺网，只能手钓，保护了渔场环境和渔业资源。

5. 海域开发利用协调分析

5.1. 海域开发利用现状

5.1.1. 社会经济概况

（1）福州市

福州位于福建东部、闽江下游沿岸，是东南沿海重要都市，海峡西岸经济区政治、经济、文化、科研中心以及现代金融服务业中心，首批 14 个对外开放的沿海港口城市之一，全国综合实力五十强城市、中国优秀旅游城市、国家卫生城市、国家园林城市、全国环保模范城市、全国双拥模范城市、国家历史文化名城、全国文明城市、全国宜居城市、福布斯中国大陆最佳商业城市百强城市，2013 年被《第一财经周刊》评为新一线城市。福州辖 6 区 1 县级市 6 县，全市陆地总面积 11968 km²，其中市区面积 1786 km²，建成区面积 240.12 km²，城镇化率 73.91 %。全市海域总面积 8144.19 km²，海岸线长 920 km，占福建省的三分之一。

2023 年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%。

（2）长乐区

长乐地处闽江三角洲，距省会福州 30 km，东濒东海，与台湾海峡隔海相望；北临闽江，与福州马尾开发区只一江之隔；南与福清市毗邻，具有近省城、面海、临台等特点。全市土地总面积 723.6 km²，是我国首批沿海开放城市和福建省农村综合改革试点县（市）之一。现辖 5 街 11 个镇 2 个乡，共有 264 个村居，总人口 77.38 万；旅外华侨华人及海外乡亲 30 多万人，是福建省著名的侨乡。

2023 年长乐区 GDP 为 1246.35 亿元，地区生产总值增长 3.5%；第一产业增加值增长 4.5%，建筑业增加值增长 10%，第三产业增加值增长 4%，规模以上工业增加值增长 1.5%，一般公共预算总收入 87.36 亿元，地方一般公共预算收入 61.59 亿元，固定资产投资完成 560 亿元，社会消费品零售总额增长 6%，出口总值增长 28.6%，实际利用外资增长 310%，居民人均可支配收入增长 5.4%。

5.1.2. 海域使用现状

根据资料收集和现场调查，未发现有海上养殖情况，本项目周边的海域开发活动主要有长乐海蚌保护区、沙源保护区、长乐外海海上风电场 A 区项目、海螺塔海堤、外文武垦堤等。

5.1.2.1. 生态保护红线区

①长乐海蚌保护区

长乐海蚌保护区位于本项目北侧 1.7 km，长乐海蚌资源增殖省级自然保护区始建于 1985 年，经福建省第六届人大第十一次会议通过《福建省人民政府关于海蚌资源繁殖保护管理的若干规定》批准成立，主要保护对象是海蚌（西施舌）渔业资源。根据《福建省长乐海蚌资源增殖保护区管理规定》（1992 年 10 月 29 日福建省人民代表大会常务委员会发布），福建省长乐海蚌资源增殖保护区以机场排污口为界，分为两部分：北部为“海蚌资源增殖区”，南部为“海蚌资源保护区”。

“海蚌资源保护区”范围为：北纬 25°53'52"（即漳港乡大厝村以南 1 km）至北纬 25°49'（即江田镇云母礁）10 m 等深线以内和北纬 25°53'52"以北，东经 119°40'11"（即漳港乡大厝村）以西的海域；“海蚌资源增殖区”范围为：北纬 26°04'34"（即长乐梅花镇立桩）至北纬 25°54'49"（即长乐漳港乡东沃），东经 119°41'12"以东 10 m 等深线以内的海域。

2014 年 3 月 29 日福建省第十二届人民代表大会常务委员会第八次会议重新修订了《福建省长乐海蚌资源增殖保护区管理规定》，福建省长乐海蚌资源增殖保护区范围调整为：从立桩礁正西 3612 m 开始，折向正南 3914 m 到达梅花五显鼻二级渔港外扩 500 m 界线，转沿长乐区梅花镇东侧沿线至江田镇海螺塔以东十米等深线附近的海域，总面积 20697 hm²。

参考以往本底调查，在海蚌保护区的北部和南部各有一个密集区。北部密集区位于梅花镇陆域突出部东侧 2~8 m 等深线附近海域；南部密集区位于外文武砂垦区围堤外侧海域，距离围堤大约 500~1000 m 范围，水深大约 5~10 m。将海蚌生长密集区划为海蚌的“重点增殖保护区”。除重点增殖保护区外，属于一般增殖保护区。

重点增殖保护区实行严格保护，不设置和从事任何影响或干扰生态环境的设施与活动。未经特别批准，严禁任何单位和个人进入保护区范围内捕捞海蚌作业。以保护海蚌种质资源为目的，始终保持有利于海蚌种质资源保护的生态系统稳定和水生生物种群繁

衍的自然状态。

在保护区内南、北各划定一个重点增殖保护区。保护区内海蚌采捕实行限额捕捞制度。壳长不足九厘米的海蚌不得采捕。禁止采用严重损害海蚌资源的采捕工具和采捕方式采捕海蚌。保护区内的海蚌禁捕期为每年4月20日至7月20日。在禁捕期内禁止采捕海蚌和从事各种有碍海蚌增殖的活动。

②长乐下沙重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区

长乐下沙重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区位于本项目以西约0.27 km，面积为337.2810 hm²。生态保护目标为自然岸线、沙滩、海洋景观；其管控措施为：维持岸线自然属性，保持自然岸线形态、长度，保持海岸景观。禁止围填海，禁止挖砂、采石、倾倒、垃圾填埋等破坏沙滩或诱发岸滩蚀退的开发活动；原则上禁止高潮线向陆一侧200米或第一个永久性构筑物或防护林以内新建不利于沙滩稳定和滨海景观的设施；砂质海岸向海一侧3.5海里内禁止采挖海砂、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。整治影响岸滩稳定和滨海旅游活动的设施，实施沙滩养护等岸线整治修复工程，加强沿海防护林建设和养护，加强海漂垃圾整治。确需在生态保护红线区内进行渔业及执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线、能源等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。

③长乐双脾岛特殊保护海岛生态保护红线区

长乐双脾岛特殊保护海岛生态保护红线区位于本项目东南侧约1.8 km，面积43.4231 hm²。生态保护目标为海岛生态系统和大凤头燕鸥等水禽重要繁殖地；其管控措施为严格保护海岛的自然地形、地貌，维持海岛自然资源和自然景观。禁止炸岛、海岛采石、围填海、采挖海砂、筑坝等可能破坏海岛生态系统及改变自然地形地貌的开发活动；禁止高噪音等惊扰鸟类的作业，禁止大面积使用栖息水鸟害怕的颜色。确需在生态保护红线区内进行渔业及执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线、能源等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，

禁止倾废，改善海洋环境质量。

④长乐国家级海洋公园

2012年12月，国家海洋局批准同意建立长乐国家级海洋公园（国海环字〔2012〕861号）。长乐国家级海洋公园位于福建省长乐市东部海域，选址区域以漳港海蚌为中心区，辐射至周边的滨海沙滩及海域，并划分为重点保护区和适度利用区2个功能区。其中，重点保护区面积约10.87平方公里，主要为海蚌资源增殖保护区；适度利用区面积约13.57平方公里，是体现“公园”功能的主要区域，规划建设有海洋文化广场、滨海休闲区和水上活动区，区内有保存完整的全国重点文物保护单位显应宫，不仅是长乐海洋妈祖文化的代表，而且是长乐风沙侵蚀海岸变迁的历史见证。

⑤长乐海蚌资源增殖保护区（含漳港西施舌国家级种质资源保护区）重要湿地

2017年5月，福建省林业厅公布了第一批省重要湿地名录，长乐海蚌资源增殖保护区（含漳港西施舌国家级种质资源保护区）重要湿地位列其中，湿地类型属近海与海岸湿地，面积为20697 hm²。

5.1.2.2. 旅游娱乐用海

海螺塔海堤（历史遗留问题图斑 350182-0050）

海螺塔海堤即图斑编号350182-0050的已填未批围填海项目，为工程区内通向凤母礁的陆连岛堤坝，面积0.7384 hm²，用海类型为旅游基础设施用海，长乐区围填海历史遗留问题处置方案的处置意见确定为收归国有。该海堤目前属于长乐区海滨度假村服务中心管理，堤坝周边年久失修，通道前半部分已被沙丘所覆盖，简称海螺塔海堤。

根据福州市长乐区人民政府2019年12月编制并报自然资源部备案的《福州市长乐区漳港湾片区围填海项目生态保护修复方案》要求，长乐区漳港湾片区的生态修复措施中的沙滩修复项目位于下沙村东侧海域，图斑350182-0050的陆连岛堤坝的北侧，为本项目的海滩修复与养护工程（A岸段）区域。

该修复方案确定的沙滩修复区块及附近沙质岸线长约740 m，沙滩面积约5.04 hm²，实施计划投入资金300万元。修复措施要求采用自然恢复为主，人工养护为辅的方式，采用海滩养护补沙、沙滩垃圾清理、防风林种植等方式对受损海滩进行人工干预恢复，促进沙滩自然恢复，提升岸滩景观，改善海滩生态环境，具体措施包括岸滩垃圾清理、沙滩修复、防风林种植。

5.1.2.3. 交通运输用海

①外文武围垦路堤

位于本项目西北侧 3.5 km。长乐外文武围垦堤位于长乐区东部，由 1#、2#二段堤组成，全长 4041 m，围垦面积 1.9 万亩，排洪闸位于 2#海堤。海堤，水闸按三级水工建筑物设计，挡潮防浪标准采用 50 年一遇潮位加 50 年一遇波浪组合。

堤坝上部建设 228 国道，为“228 国道长乐外文武围垦堤至下沙段陆堤结合工程”，起点位于 228 国道（南北澳至外文武围垦堤段），由北向南沿外文武海堤延伸至纳潮闸，再穿越外文武海堤，终点位于下沙路，全长 5.3 km。该项目已确权，海域使用权人为长乐区闽航水利投资建设有限公司。

在垦堤外侧还设立有“外文武海堤管理保护区用海”，主要是港池和蓄水等，也已确权，海域使用权人为长乐区海堤管理处。该保护带南侧与下沙海滩相连。

②牛头湾作业区 0#~13#号泊位

松下港区牛头湾作业区规划建设 0#~13#号泊位，目前 0 号至 3 号泊位已建成运营，4 号泊位已完成用海审批程序和填海工作（海域使用权证为 3#泊位），12 号、13 号通用（散杂货）泊位已建成运营。未来规划 6 个以集装箱为主的多用途泊位（4 号至 9 号泊位）和 2 个通用（散杂货）泊位（10 号、11 号泊位），目标是将牛头湾作业区建成多功能、规模化的综合性港口。

③福清湾深水航道

福清湾深水航道口外段 G1~G3 点航道为 10 万吨级双向航道，航道底宽 420m，底标高-12.0 ~ 13.0 m，航道长 13.8 km。口外锚地至牛头湾作业区已建 2#、3#泊位为 10 万吨级单向航道，航道底宽 250 m，底标高-12.0 m，航道长 5.07 km。

考虑到二期防波堤的建设，现有的牛头湾作业区进港航道 G3~G9 航段需改线支航道与主航道的连接点由 G3 调整为 G3'（间距 990 m），从 G3'右转 23.36°，航行 2.94 公里后至 G9'。

④推荐航法、习惯航路

经交通流数据调研示范区场址东侧存在两股交通流，分别为推荐内航路和习惯航路。

I.推荐内航路

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 t 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。该航路未设定宽度，一般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，本项目距离推荐内航路约 9.1 km。

II. 习惯性航路

项目用海红线与习惯性航路距离为 2.7 km，实际礁体位置与习惯性航路距离约 3.5 km。习惯航路流量约 12945 艘/年，经实际调研与项目组研判，该交通流为内航路过渡段习惯航路，航路衔接内航路与松下港区。

⑤松下港区牛头湾作业区防波堤工程

目前已建北侧一期防波堤，紧邻牛头湾 0#泊位。一期防波堤工程起于牛头湾作业区 0#泊位附近北端，止于西洛岛附近，全长 1645.8 m。

福州港松下港区防波堤二期工程位于西洛岛南侧。二期防波堤将与西洛岛、一期防波堤共同构成“岛式堤”，进一步防御外海波浪对牛头湾作业区的冲击。防波堤二期北端与西洛岛相连，总长度约 2364 m。由于二期防波堤与一期无直接相连，需利用西洛岛西侧天然地形局部抛石建立一条防波堤配套道路和配套栈桥与一期相连，总长度 597 m。目前，防波堤二期建设正在进行。

⑥元洪作业区 1#、2#泊位工程

1#、2#泊位工程建设 1 个 2 万吨级多用途泊位、1 个 3 万吨级多用途泊位及相关配套设施，陆域占地面积约 23.7 万 m²，码头年吞吐量 248 万吨，设计年通过能力 262.9 万吨。

福州港松下港区元洪作业区 1#、2#泊位工程用海方式包括建设填海造地、透水构筑物及港池、蓄水。海域使用权人为福清万业港口有限公司。后方填海工程已于 2019 年 11 月完工，并于 2022 年 5 月取得福建省自然资源厅关于 1#、2#泊位工程填海竣工海域使用验收合格的函，码头工程目前正在实施。由于 1#、2#泊位权证与周边权证之间还存在交叉重叠的问题，目前正在办理项目变更用海手续。

⑦福州长乐国际机场二期扩建工程南北进近灯光带涉海栈桥项目

福州长乐机场二期扩建工程是福州市打造福州（长乐）国际航空城的重要环节，对加快福建民用航空体系建设和发展，推动福建、福州经济社会高质量发展具有战略性意

义。建成后可满足年旅客吞吐量 3600 万人次，货邮吞吐量 45 万吨，飞机起降 27.7 万架次的需求。北灯光带栈桥位于福州长乐机场东南端，地处海陆交接处，是航空器降落的重要保障设施，栈桥供助航灯光和检修人员使用。栈桥基础采用钻孔灌注摩擦桩，桩径为 1.5 m。跨中桥宽 2.7 m，布设灯具处主梁宽度增至 5 m。北灯光栈桥主墩桩基 10 根，其中海上桩基 6 根，桩径 1.5 m，设计桩长最长为 43 m，最短 28 m。

⑧长乐至平潭高速公路（长乐古槐至松下段）松下跨海大桥工程

福州长平高速公路（长乐古槐至松下段）路线起于长乐区古槐镇前塘村，与福州绕城高速公路东南段枢纽互通相连接，经江田镇、松下镇，终于海坛海峡长乐岸，接跨海峡的公铁合建特大桥（长乐至平潭高速公路与福州至平潭铁路跨海坛海峡时采用公铁合建桥梁方案），路线长度 21.767 km。

松下跨海大桥工程为福州长平高速公路（长乐古槐至松下段）的特大桥工程，位于长乐区松下镇大祉村东南侧约 0.8 km，终点接平潭海峡公铁两用特大桥。工程长度为 1347.5 m（左右幅平均长度），双向 6 个道，桥面宽 35.5 m。项目用海方式为透水构筑物，用海申请面积 7.5306 hm²。

5.1.2.4. 工业用海

①长乐外海海上风电场 A 区项目

长乐 A 区项目位于福建省福州市长乐区东部海域、闽江口南岸，场址距离长乐海岸线 32~40 km 处，其海底电缆位于本项目南侧 0.6 km。风机主体位于理论水深 39~44 m 海域，规划面积 49.3 km²，中心离岸距离 32 km，共建设 14 台 6.7 MW、13 台 8 MW、10 台 10 MW 风电机组，总装机容量为 297.8 MW，配套建设 1 座 220kV 海上升压变电站和陆上集控中心，经 2 回 220kV 海底电缆上岸至陆上集控中心后送出。

②福州松下码头物流园区配套填海工程

该工程位于牛头湾作业区北侧，工程批准填海面积 48.382 hm²，海域使用权人为福州松下码头有限公司。于 2021 年 6 月取得福建省自然资源厅关于福州松下码头物流园区配套填海工程填海竣工海域使用验收合格函，实际填海验收面积 40.0953 hm²。

③福州松下码头物流园区仓储建设项目用地填海工程

该工程与“福州松下码头物流园区配套填海工程”相邻，批准填海面积 44.38 hm²，海域使用权人为福建康宏物流有限公司。于 2021 年 6 月取得福建省自然资源厅关于福州松下码头物流园区仓储建设项目用地填海工程填海竣工海域使用验收合格函，实际填

海验收面积 44.5759 hm²。

④福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程

该工程位于“福州松下码头物流园区仓储建设项目用地填海工程”北侧，批准填海面积 43.32 hm²，海域使用权人为福建港隆物流有限公司。

⑤福州临空经济区仓储物流基地陆域形成工程

该工程距离本项目东北侧约 14.8 km，建设包含填海和围堤两部分，包括新建护岸总长 1743.88 m、填海形成陆域面积为 35.26 万 m²，海域使用面积 43.4621 hm²，临时拦砂堤用海面积 3.9956 hm²。填海形成陆域主要布局空港货运、综合配套和临港物流三个功能区，包括货运区的国内货库、国际货库、综合办公大楼；物流区的货代仓库、监管仓库以及综合配套区等。主要采用吹填砂进行回填，陆域回填交工标高为 6.50 m，陆域填方量为 207.5 万 m³。本项目总投资 43110.27 万元。目前填海形成陆域已完成建设，临时拦砂堤已完成建设并还原原状。

5.1.3. 海域使用权属

根据现场调查并向当地自然资源主管部门查询，本项目所在及相邻区域没有权属分布，距离最近的权属为长乐外海海上风电场 A 区项目（约 0.6 km）和福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程（约 1.0 km）。

5.2. 项目用海对海域开发活动的影响

5.2.1. 对生态保护红线区的影响

（1）长乐海蚌资源增殖海洋保护区生态保护红线区影响分析

本项目用海范围与长乐海蚌保护区的用海范围不重叠，距离保护区边界为 1.7km。保护区内海蚌采捕实行限额捕捞制度。禁止采用严重损害海蚌资源的采捕工具和采捕方式采捕海蚌。在禁捕期内禁止采捕海蚌和从事各种有碍海蚌增殖的活动。根据本项目悬沙数模分析结论：“投放过程中，工程区悬浮泥沙主要受偏 NNE-SSW 向涨落潮流作用影响，悬浮泥沙扩散范围整体呈现偏 NNE-SSW 向带状分布，高浓度区只集中在礁体投放区域。”通过叠加 10 mg/L 悬沙包络线可知，本项目悬沙影响最大范围距保护区 1.3 km，距离较远。

此外，本项目建设目的旨在为海蚌繁殖营造适宜的环境，修复海洋生物栖息地，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、恢复海蚌种质及生物资源提供有力支撑，有利于提高海蚌保护区的种质资源量，推动自然水域海蚌资源养护。

因此，本项目建设对生态保护红线区内的海蚌资源及其生态环境影响是积极的。

（2）长乐下沙重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区影响分析

该保护区位于本项目西侧 0.27 km 处。根据本项目方案设计贝藻礁具有较好的束流功能，即在纳潮阶段贝藻礁可以有效削减海浪、潮流的能量，减轻海浪对泥滩面和海岸的冲击与破坏，保护海岸生态安全。在台风、风暴潮期间消减外海波浪能，起到消浪和消回波的作用，减少岸滩侵蚀，维护岸线稳定。根据数模分析，通过建设贝藻礁工程，有利于维持附近岸线自然属性，保持自然岸线形态、长度，保持海岸景观。

由此可见，项目建设对长乐下沙重要自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区的影响是积极的。

（3）长乐双脾岛特殊保护海岛生态保护红线区影响分析

本项目距离长乐双脾岛特殊保护海岛生态保护红线区最近距离为 1.8 km，根据水动力和泥沙冲淤数值模拟结果，本项目用海产生的悬浮泥沙以及造成的泥沙冲淤对长乐双脾岛特殊保护海岛生态保护红线区不会产生影响。

（4）长乐国家级海洋公园、长乐海蚌资源增殖保护区（含漳港西施舌国家级种质资源保护区）重要湿地

长乐国家级海洋公园、长乐海蚌资源增殖保护区（含漳港西施舌国家级种质资源保护区）重要湿地位于长乐海蚌资源增殖海洋保护区生态保护红线区内，距离本项目最近为 1.7 km。通过项目施工悬沙扩散包络范围可知，10 mg/L 浓度最北侧扩散距离约为 1 km，因此项目建设对长乐国家级海洋公园和长乐海蚌资源增殖保护区（含漳港西施舌国家级种质资源保护区）重要湿地几乎无影响。

5.2.2. 对工业用海的影响

本项目周边工业用海主要为东南侧 0.6 km 的“长乐外海海上风电场 A 区项目”和西南侧 1 km 的“福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程”。

本项目为贝藻礁工程，采用透水构筑物结构，单个礁体占用面积不足 4 m²，礁体施工时采用抛投方式直接坐底海床表面，不会破坏原有的海床结构，礁体有较好的稳定性，投放后不发生洗掘、滑移、倾覆和埋没现象，海蚌稚贝定点放流装置钢管结构安装时插入海底 20~30 cm，以保持装置稳定。本项目东南侧为“长乐外海海上风电场 A 区项目”海底电缆管道，根据《海底电缆管道保护规定》（2004 年 3 月 1 日起施行）第七条：“海底电缆管道保护区的范围，按照下列规定确定：（一）沿海宽阔海域为海底电缆管道两

侧各 500 米；（二）海湾等狭窄海域为海底电缆管道两侧各 100 米；（三）海港区区内为海底电缆管道两侧各 50 米”。本项目选址为宽阔海域，项目确权范围距离海底电缆 0.6 km，礁体装置实际距离电缆约 1 km 左右，不涉及海底电缆管道保护区，因此项目建设对“长乐外海海上风电场 A 区项目”海底电缆管道基本无影响。

“福建港隆仓储、加工建设项目用地填海工程”目前已填成陆，运营期间其物资运输直接通过陆路进行，没有海上船只通航需求。因此本项目实施也不会对其产生影响。

5.2.3. 对交通运输用海的影响

根据本项目工可设计方案，贝藻礁预制场地位于项目区南侧松下码头内，目前已取得码头管理单位的初步意见，可使用该码头建设空地作为预制场地。因此项目建设对牛头湾作业区码头基本没有影响。

本项目与其他港口交通运输用海距离较远，均在 2.5 km 以上；距离周边的港口航道和历史形成的习惯性航道距离也较远，项目用海对其他周边的港口用海项目正常运营、习惯性航道的通航安全不会产生影响。

5.2.4. 对旅游娱乐用海的影响

本项目距离海螺塔海堤（历史遗留图斑编号 350182-0050）约为 2 km，海螺塔海堤位于近岸沙滩，根据泥沙冲淤数值模拟结果来看，本项目实施后仅造成项目区内 200 m 内冲淤强度变化，最大冲刷和淤积在 9 cm/a 以下，项目用海范围以外海域不因投礁而产生冲淤变化，不会改变海螺塔海堤附近水深地形条件。

项目用海距离周边旅游娱乐用海在 2 km 以上，由于距离较远，不会对周边旅游娱乐用海产生影响。

5.2.5. 对渔业用海的影响

项目距离长乐漳港百户澳三级渔港工程建设项目和长乐漳港三营澳二级渔港工程都在 5 km 以上，与当地渔民的习惯性航道也距离较远，符合通航安全距离要求。因此不会对周边的渔业用海带来影响。

5.3. 利益相关者界定

根据本项目用海特点、所在海域开发利用现状，及项目施工对资源、生态、环境的影响分析结果，本项目用海产生的悬沙及冲淤影响范围有限，对周边生态保护红线区的原有生境基本没有影响。与周边其他开发活动较远。项目所在及相邻海域不存在已确权用海，不会影响周边其他海洋开发活动。

考虑到工程施工过程中需进行礁体吊装及海上运输作业，存在一定的通航安全方面的潜在风险，需与当地海事部门协调，就安全施工问题进行妥善处理。

5.4. 相关利益协调分析

项目建设前应对项目通航安全影响进行进一步分析论证，妥善考虑项目建设与通航安全的关系，采取必要通航安全保障措施，保障项目及周边水域通航安全。项目建设期间应严格限定在海域准许使用范围内开展，项目施工单位应及时对外公布海域使用范围，并依法向海事部门申请发布航行通（警）告，以防止船舶误入项目建设水域。另外根据《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》，本项目施工前，建设单位需根据港口、海事部门的管理要求，进行通航安全分析，水上水下作业施工许可等相关的审批手续。

建议建设单位应切实履行业主安全生产主体责任，高度重视和加强项目施工期间和营运期间的安全管理，制定详细的施工方案及相关应急预案，并上报海事、航道港口等相关部门；在进出航道时，要注意与过往船舶的避让，确保过往船只的通航安全，在本项目建设和运营过程中不引发通航安全事故，一旦发生事故能及时有效处置。

5.5. 项目用海与国防安全、国家海洋权益的协调性分析

本项目地处我国内水海域，不占用或破坏军事设施，对国家权益没有影响，对国防安全不会产生不利影响。

6. 国土空间规划符合性分析

6.1. 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1. 《福建省国土空间规划（2021—2035年）》

《福建省国土空间规划（2021—2035年）》是编制省级相关专项规划、市县等下位国土空间规划的基本依据，具有战略性、协调性、综合性和约束性。《福建省国土空间规划（2021—2035年）》对海域划定“两空间一红线”，“两空间”指海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”指海洋生态保护红线。全省海域共划分为8大分区，包括海洋生态保护区、海洋生态控制区、渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。根据《福建省国土空间规划（2021—2035年）》，本项目用海区属“海洋开发利用空间”。

6.1.2. 《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》

根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目的海洋功能分区为“游憩用海区”，其周边的海洋功能分区有：生态保护红线区、特殊用海区、渔业用海区、交通运输用海区等。

6.2. 对海域国土空间规划分区的影响分析

6.2.1. 项目用海对海域国土空间规划分区的利用情况

根据省级国土空间规划，本项目用海区属“海洋开发利用空间”，拟在下沙海域布设藻礁单体礁400个，海蚌礁180个，海蚌稚贝定点放流装置50个，用海类型为“科研教学用海”，用海方式为“透水构筑物”和“专用航道、锚地及其他开放式”，总用海面积155.7690 hm²。

6.2.2. 项目用海对周边海域各国土空间规划分区的影响分析

本项目周边海洋功能区主要有：海洋生态保护红线、特殊用海区、渔业用海区、交通通用海区。

6.2.2.1. 项目用海对海洋生态保护红线的影响

海洋生态保护区，即海洋生态保护红线集中划定的区域，严格落实生态保护红线管理办法，保障省域海洋生态安全的底线和生命线。福建省海洋生态保护区类型主要有红树林、造礁珊瑚集中分布区、特殊保护海岛、重要滩涂及浅海水域、重要渔业资源产卵场、珍稀濒危物种集中分布区和海岸防护物理防护极重要区。

项目周边海洋生态保护区主要有：长乐双脾岛生态保护红线区，在本项目东南侧距

离 1.8 km；长乐下沙海岸带防护生态保护红线区，在本项目西侧距离 0.27 km；长乐海蚌资源增殖保护区实验区，在本项目北侧距离 1.7 km；长乐海蚌资源增殖保护区核心区，在本项目北侧距离 4.4 km；周边海洋生态保护区与本项目具有一定的距离。其管控要求为：具有特殊重要生态功能或生态敏感脆弱，须采取强制性严格保护的海洋自然区域，主要包括海洋生态保护红线划定的区域。

项目建设不占用以上生态保护区，不涉及以上生态保护区的管控要求。项目不占用自然岸线，施工期贝藻礁群投放产生的悬沙浓度增量 10 mg/L 的面积为 2.4938 km²。由于影响范围较小，距离以上生态保护区最近距离为 450 m，且施工结束后将得到恢复。运营期无饵料投放，因此对其海洋环境不会造成不利影响。

6.2.2.2. 项目用海对特殊用海区的影响

与本项目西北侧直线距离为 1.9 km 处为外文武特殊用海区，其管控要求为：保障污水达标排放、倾倒、军事等特殊用海，兼容不损害特殊用海功能的其他用海活动，严格限制改变海域自然属性；排污、倾倒用海用岛须进行专题论证确定其具体位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区的环境质量；严格执行污水达标排放标准和倾废区管理要求。

本项目投礁施工过程中船舶污水全部收集上岸处置，无污水排放影响；项目建设为海洋生态化养殖，是海洋生态修复工程，将通过人工投礁营造适宜生物栖息的生态环境，加强长乐区海蚌种质资源恢复；且本项目与外文武特殊用海区距离较远，因此，项目建设不会对外文武特殊用海区主体功能发挥产生不利影响。

6.2.2.3. 项目用海对渔业用海区的影响

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。在本项目东侧 4.1 km 处为福州东部海域渔业用海区，其管控要求为：保障渔业用海，除渔港、陆岛交通码头等基础设施建设需要外，兼容不损害渔业用海功能的其他用海活动，严格限制改变海域自然属性，控制围海养殖和集中连片开放式养殖规模，鼓励发展外海深海网箱养殖。捕捞区严格执行伏季休渔制度，严格控制近海捕捞强度。

本项目属于生态修复项目，项目采用透水构筑物 and 专用航道、锚地及其他开放式的用海方式，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、沉积物环境影响极小，且影响随施工结束随即消失。项目运营过程中，不投饵料，基本不

会对周边海域环境造成影响，不会对所在海域渔业资源造成影响，且本项目与福州东部海域渔业用海区距离较远，因此项目的实施不会对渔业用海区主导功能发挥造成影响。

6.2.2.4. 项目用海对交通用海区的影响

在本项目南侧直线距离 2.8 km 处为牛头湾交通运输用海区，其管控要求为：保障港口、路桥、海底隧道等用海，兼容不损害交通运输用海功能的其他用海活动，除码头、堆场等建设外，严格限制改变海域自然属性，统筹陆海基础设施建设，节约集约利用海域资源。

本项目距离牛头湾交通运输用海区 2.8 km，通过投放海蚌礁、藻礁及放流装置构建示范区，用海方式为透水构筑物和专用航道、锚地及其他开放式，用海类型为科研教学用海。项目拟预制场地拟选择松下码头附近，与项目区域直线距离约 6 km，施工路线经由牛头湾交通运输用海区，对其影响主要为施工期航道交通流量增加，船舶碰撞风险增加，因此，船舶进出码头须遵守船舶海上交通规定，避免与进出航道船舶发生碰撞事故。项目施工过程中产生的污水收集后按其性质不同分别进行收集处理。不会对海域水质产生明显影响。因此项目建设不会对该区产生影响。

6.3. 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1. 与《福建省国土空间规划（2021—2035年）》的符合性分析

根据《福建省国土空间规划（2021—2035年）》，本项目用海区属“海洋开发利用空间”，海洋开发利用空间为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，主要包括渔业用海区、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。本项目为生态修复工程，是对区域生态系统进行综合修复，是保护海洋生物多样性的重要举措，属生态修复用海，是“海洋开发利用空间”允许开发的用海类型。

因此，本项目用海符合《福建省国土空间规划（2021—2035年）》。

6.3.2. 与《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》的符合性分析

根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目位于“游憩用海区”。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。

（1）空间准入：以风景旅游用海、文体休闲娱乐用海、旅游码头用海和游艇码头用海为主导功能，适度兼容渔业基础设施、开放式增养殖、陆岛交通码头、公务码头等用海；允许开展科研教学、海岸防护、水下文物保护和生态修复等用海活动；允许航道、

路桥隧道、海底电缆管道等线性工程贯通穿越或跨越；扩散条件较好的海域可兼容污水达标排放用海。

本项目用海类型为“特殊用海”之“科研教学用海”，属于游憩用海区允许开展的科研教学活动，符合游憩用海区的空间准入。

（2）用海方式控制：集约节约用海，在保障安全的前提下科学设计、论证选择合适的用海方式。

本项目为生态修复工程，是《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》的子项目之一，本项目的用海位置及范围以已批准的《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》中的位置和范围为界。平面布置在一定程度上有利于生态保护，符合集约节约用海、减少水动力环境和泥沙冲淤环境影响的原则。本项目用海方式为“透水构筑物”和“专用航道、锚地及其他开放式”，贝藻礁群属于“透水构筑物”用海，用海面积为10.1837 hm²；生物自然恢复区及监测评估、养护通道属于“专用航道、锚地及其他开放式”用海，用海面积为145.5853 hm²。与游憩用海区的用海方式控制相符合。

（3）保护要求：加强对沙滩、自然景观和人文历史遗迹的保护，完善旅游配套服务基础设施；区域内的无居民海岛，执行海岛分类管控要求。

本项目距离海岸线1.07 km，不占用海岸线，不新增人工岸线；本项目不占用海岛，项目区周边主要有凤母礁旅游娱乐用岛、黄沙礁工业与城乡建设用岛、双脾岛旅游娱乐用岛、南双脾岛旅游娱乐用岛，其中与本项目距离最近为西北侧的凤母礁，约1.93 km，距离较远。因此本项目对海岸线及海岛均无影响，符合游憩用海区的保护要求。

（4）其他要求：已确权用海的，根据确权情况利用海域；区域内有围填海历史遗留问题图斑的，根据围填海历史遗留问题处理方案进行处理。鼓励开展科研、休闲渔业、垂钓等与旅游相结合的用海活动。规划期未明确利用的，可保留现状用海。

本项目为科研教学用海。在长乐下沙海域通过投放海蚌礁和藻礁，恢复海蚌生境的示范区研究工作有利于构建自然水域海蚌种质资源养护区，促进海洋生物多样性保护。福建长乐海蚌种群一直以品质突出、资源量大而全国闻名，项目充分利用长乐下沙海域自然条件，进一步为发展长乐地区独特的海蚌旅游文化发展奠定基础，形成具有较强吸引力的旅游资源，拓展海洋旅游发展新空间，最终推动长乐区传统海洋渔业向海洋休闲渔业方向发展，打造海洋体验渔业、海洋生态渔业等海洋休闲渔业新业态，有效

激发游客在渔业生产空间的旅游消费潜能，延伸了海洋渔业产业链，促进渔民增收，提高沿海区域经济效益、社会效益和生态效益。符合游憩用海区其他要求中的“鼓励开展科研与旅游相结合的用海活动”。

因此本项目用海与《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》相符合。

6.3.3. 与生态保护红线管控要求的符合性分析

根据《福建省“三区三线”划定成果》，根据“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。其中生态保护红线指在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陆域、水域、海域等区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线。永久基本农田是指按照一定时期人口和经济社会发展对农产品的需求，依据国土空间规划确定的不能擅自占用或改变用途的耕地。城镇开发边界是指在一定时期内因城镇发展需要，可以集中进行城镇开发建设，重点完善城镇功能的区域边界，涉及城市、建制镇和各类开发区等。

根据福建省“三区三线”划定成果，本项目用海不占用生态保护红线，符合生态保护红线管控要求，未占用永久基本农田。本项目位于长乐下沙海域，为科研教学用海，是生态修复性项目，有利于恢复海洋生物资源。因此，对其不会产生影响。

因此，本项目用海符合生态保护红线管控要求。

6.3.4. 与生态修复要求的符合性分析

《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》已于2023年10月24日印发实施，根据省国土空间生态修复规划，本项目为“闽江口生态修复重点工程”中的“滨海新城海岸带生态保护修复重点工程”。本项目为其中的海蚌稚贝定点放流项目，为海蚌繁殖营造适宜的环境，修复海洋生物栖息地，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、恢复海蚌种质及生物资源提供有力支撑，有利于提高保护区的种质资源量，推动自然水域海蚌资源养护。

因此，本项目用海与《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》相符合。

6.3.5. 本项目与国土空间规划的符合性分析结论

综上，本项目用海在省级国土空间规划中属“海洋开发利用空间”，在市级国土空间规划中属“游憩用海区”。项目用海对周边海洋功能分区影响较小；符合“游憩用海区”的管控要求；项目用海区不属海洋生态修复的重点区域、未占用海洋生态保护红线。

因此，本项目用海符合国土空间规划。

6.4. 项目用海与其他规划的符合性分析

6.4.1. 与产业政策符合性分析

本项目属于海洋生态修复用海项目，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2024年本）》，归属于“第一类 鼓励类”——“四十二、环境保护与资源节约综合利用”——“2、生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程，海洋环境保护及科学开发，海洋生态修复”。

因此，项目建设符合国家产业政策。

6.4.2. 与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》的符合性分析

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》中的“全面保护自然岸线，严格控制过度捕捞等人为威胁，重点推动入海河口、海湾、滨海湿地与红树林、珊瑚礁、海草床等多种典型海洋生态类型的系统保护和修复，综合开展岸线岸滩修复、生境保护修复、外来入侵物种防治、生态灾害防治、海堤生态化建设、防护林体系建设和海洋保护地建设，改善近岸海域生态质量，恢复退化的典型生境，加强候鸟迁徙路径栖息地保护，促进海洋生物资源恢复和生物多样性保护，提升海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性，提高抵御海洋灾害的能力”。本项目为生态修复工程，可促进海洋生物资源恢复，因此，本项目建设符合上述规划要求。

6.4.3. 与《福建省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》的符合性分析

根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》中的“福建省海蚌功能分区及海岸线分类管控图”，本项目所在海域的海域功能分区为“东洛列岛游憩用海区”；用海区未占用岸线；未占用无居民海岛。

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。其空间用途准入：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。用海方式控制要求：文体休闲娱乐、渔业基础设施、陆岛交通码头、公务码头、旅游码头、游艇码头、路桥隧道、海岸防护和防灾减灾等用海允许适度改变海域自然属性；风景旅游、增养殖、科研教学、取排水、水下文物保护和生态修复等用海严格限制改变海域自然属

性；其他空间准入的用海类型，禁止改变海域自然属性。保护要求：加强对滨海自然景观和人文历史遗迹的保护，完善旅游服务基础设施；保护自然岸线、沙滩、海岸景观、沿海防护林等。其他要求：实施沙滩的修复养护；鼓励开展科研、休闲渔业、垂钓等与旅游相结合的用海活动。

本项目拟申请用海投放海蚌礁和藻礁作为海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区，进行科研教学，是游憩用海所兼容的用海方式；贝藻礁群面积为 10.1837 hm²，投放礁体高度为 1.5 m，礁区水深在 10~14 m 左右，礁区建成后能够保持 9 m 以上水深条件，满足周边通航要求，海面无构筑物用海情况，不会对该区域旅游观光、休闲娱乐、体育运动等海上娱乐活动产生不利影响。本项目用海类型为科研教学用海，用海方式为透水构筑物用海和专用航道、锚地及其他开放式，未改变海域自然属性，项目不占用自然岸线，与海岸线距离为 1.07 km，对沿海沙滩及岸线不产生影响。

6.4.4. 与《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》的符合性分析

《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》已于 2023 年 10 月 24 日印发实施，该规划是福建省国土空间规划的重要专项规划，是一定时期内福建省国土空间生态修复任务的总纲和空间指引，是福建省市县级国土空间生态修复规划编制的重要依据。

规划衔接国家和省级重大战略及省级国土空间规划，结合自然地理、流域范围及生态系统主导功能，突出生态系统完整性、连通性，划定覆盖全域的 4 个国土空间生态保护修复分区。根据《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》，海洋生态保护修复区分布有河口、海湾、海岛、滨海湿地、红树林、盐沼、珊瑚礁等海洋生态系统。同时聚焦重点流域和海域重点生态问题所在区域，设置 12 个海洋生态保护修复重点区（分布于重要海湾、河口、海岛地区）。

根据《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》的生态修复分区图，本项目规划为海洋生态保护修复区；通过与“生态修复重点区域分布图”比对，本项目海域属“闽江口生态修复重点工程”；根据“福建省国土空间生态修复重点区域一览表”，本项目属于“滨海新城海岸带生态保护修复重点工程”。

“滨海新城海岸带生态保护修复重点工程”的重点任务为：岸线清理 6 千米、沙滩修复 1.3 km、后滨沙地植被修复、退塘还湿 25.5 hm²、防护林修复 174.4 hm²，礁体、海蚌稚贝定点放流，修复湿地植被 8.6 hm²、种植红树林 3.5 hm²，砂质海岸、红树林等长期监测评估。本项目为其中的海蚌稚贝定点放流项目，为海蚌繁殖营造适宜的环境，修

复海洋生物栖息地，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、恢复海蚌种质及生物资源提供有力支撑，有利于提高海蚌保护区的种质资源量，推动自然水域海蚌资源养护。

因此，本项目用海与《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》相符合。

6.4.5. 与《福州市国土空间生态修复专项规划（2021—2035年）》的符合性分析

福州是福建省省会、全国生态文明建设示范市及山水林田湖草生态保护修复国家试点城市，具有良好的生态资源禀赋，有责任也有义务打造人与自然和谐共生的美丽中国典范。当前，福州市坚持“3820”战略工程思想精髓，以滨海新城等六个城为重大平台，打响海上福州等五大国际品牌，发挥生态优势、推动绿色发展，建设现代化的海滨城市、山水城市。随着城镇化快速发展，逐渐密集的人口与社会经济活动对生态环境造成了一定的现实扰动和压力，虽然同步开展了大量生态环境保护修复工作，但生态系统退化风险依然存在。为深入贯彻落实习近平生态文明思想，统筹推进福州市国土空间生态修复工作，整体提升生态系统质量和稳定性，《福州市国土空间生态修复专项规划（2021—2035年）》依据国家、省级、市级国民经济和社会发展规划纲要、国土空间总体规划，并与全国生态保护和自然资源利用规划、全国及省级重要生态系统保护和修复重大工程总体规划等相衔接，明确了福州市国土空间生态修复的主要目标和重点任务。

根据《福州市国土空间生态修复专项规划（2021—2035年）》（以下简称《规划》），本项目位于规划分区的滨海新城水产资源与湿地生态保护修复区：范围涉及长乐在内的12个乡镇。区内重点协调河口港湾开发利用与海洋生态保护的关系，保护重要水产资源，建立健全自然保护地的管理体系，提升自然保护地的管理能力，保护和恢复湿地生态功能，加大外来入侵物种的整治力度，合理开发滨海旅游资源。根据《规划》附件1近期修复计划“11 滨海新城海岸带生态修复计划”表11，本项目为福建福州海洋生态保护修复项目的建设内容之一。

本项目共计投放50个稚贝放流装置、180个海蚌礁单体、400个藻礁单体，与《规划》中建设内容及规模一致。本项目为生态修复工程，有利于提升长乐海域海蚌种质资源，保存海蚌物种多样性，推动自然水域海蚌资源养护。因此，本项目符合《福州市国土空间生态修复专项规划（2021—2035年）》。

6.4.6. 与《福建省“十四五”生态省建设专项规划》的符合性分析

《福建省“十四五”生态省建设专项规划》提出高质量构建生态保护修复体系，明确深入打好污染防治攻坚战、推进自然保护地体系建设、推进生态系统综合治理和加强

海洋生态系统保护修复等4个方面重点任务，包括“统筹开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复和互花米草治理；加强环湾受损岸线整治提升，坚持自然恢复为主、人工修复为辅，实施岸线生态化工程、临海侧裸露山体修复工程、沙滩整治修复工程；推进侵蚀岸线修复，强化砂质岸线岸滩保护和修复，建设一批美丽海岸带。”本项目建设符合上述规划要求。

6.4.7. 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》指出：坚持以习近平生态文明思想为统领，大力秉承习近平总书记在闽工作期间的重要理念、重大实践，牢记习近平总书记殷切嘱托，持续加强海洋污染防治，保护海洋生物多样性，为全方位推进高质量发展超越提供海洋生态环境支撑。以海洋生态环境质量持续改善为核心，以美丽海湾保护与建设为统领，按照“贯通陆海污染防治和生态保护的总体要求，协同推进沿海地区经济高质量发展和生态环境高水平保护。到2025年，重点河口海湾水质稳中趋好，近岸海域优良水质（一、二类）面积比例不低于86%（满足国家下达指标）。陆源入海污染得到有效控制，主要入海河流水质按国家要求稳定达标。”根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，本项目位于乐东部海域湾区。长乐东部海域湾区在“十四五”重点任务措施为：岸线/海堤/沙滩生态修复、渔业资源恢复修复、亲海空间环境综合整治和海洋生态环境监管能力建设。

本项目为生态修复工程，项目通过在长乐下沙海域布设藻礁单体礁400个，海蚌礁180个，海蚌稚贝定点放流装置50个，开展海蚌种质资源示范区建设，修复海洋生物栖息地，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、恢复海蚌种质及生物资源提供有力支撑，推动滨海新城海岸带蓝碳增汇，全面提升沿岸海域生态系统服务功能价值和经济价值。

因此，本项目用海符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的管控要求。

6.4.8. 与《福州市长乐区养殖水域滩涂规划（2018—2030年）》的符合性分析

根据《福州市长乐区养殖水域滩涂规划（2018—2030年）》，限制养殖区的管理措施：在限制养殖区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。如果污染物排放超过国家和地方规定的污染物排放标准的，限期整改，整改后仍不达标的，由本级人民政府及相关部门负责限期搬迁或关停。

本项目位于下沙限养区，该区域的管理措施：适度发展贝类底播养殖。应控制养殖密度，采取污染防治措施，不得超标排放，不得影响滨海景观及旅游活动。在总量控制

的前提下适度发展。

本项目通过藻礁—海蚌礁的组合，为海蚌繁殖营造适宜的环境，与《福州市长乐区养殖水域滩涂规划（2018—2030年）》中该区域“适度发展贝类底播养殖”等管控措施相符合。

6.4.9. 与《福建省长乐海蚌资源增殖保护区管理规定》的符合性分析

根据福建省第十二届人民代表大会常务委员会第八次会议2014年3月29日通过的《福建省长乐海蚌资源增殖保护区管理规定》，福建省长乐海蚌资源增殖保护区（以下简称保护区）范围为：从立桩礁正西3612米开始，折向正南3914米到达梅花五显鼻二级渔港外扩500米界线，转沿长乐区梅花镇东侧沿线至江田镇海螺塔以东十米等深线附近的海域，总面积20697 hm²。

福建省长乐海蚌资源增殖保护区位于本项目北侧，与本项目的最近距离为1.7 km，有一定的距离。根据4.2.3.2节可知，本项目施工期悬浮泥沙浓度大于10mg/L的影响面积平均约2.4398 km²；最北侧的扩散距离约1 km，扩散范围未影响到长乐海蚌资源增殖保护区，因此，本项目施工对福建省长乐海蚌资源增殖保护区基本无影响。本项目运营期，随着海蚌的移动，一定程度上会为海蚌资源增殖保护区带来更多的海蚌种质资源，对保护区资源量的增加积极的作用。

6.4.10. 与有关湿地保护法律法规的符合性分析

根据《中华人民共和国湿地保护法》，国家对湿地实行分级管理及名录制度，严格控制占用湿地，禁止占用国家重要湿地；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《福建省湿地保护条例》（2023年1月1日实施），占用湿地应当经有关湿地保护主管部门同意，占用省重要湿地或者改变其用途的，应经省政府同意，并按照占补平衡、先补后占的原则，在有关湿地保护主管部门就近指定的地点恢复同等面积和功能的湿地。

项目区所处海域未列入省重要湿地名录。根据《福州市长乐区人民政府关于公布长乐区一般湿地名录的通知》（长政综〔2021〕318号），本项目占用了长乐区双脾岛湿地，为一般湿地，湿地类型为浅海水域，监管单位为长乐区自然资源局。项目面积为10.1837 hm²，但项目中实际占用湿地为贝藻礁群投放区804 m²，生物自然恢复区及监测评估、养护通道未实际占用，对湿地的影响也相对较小。

项目所在海域为浅海湿地，项目占用面积为 10.1837 hm²，项目贝藻礁群实际占用湿地 804 m²，对滨海湿地的生态功能产生一定影响。对于一般湿地，《福建省湿地保护条例》的管理要求为“应确保面积不减少、性质不改变、功能不退化”。本项目实际占用一般湿地面积较小，通过藻礁—海蚌礁群建设也可促进营养物质的沉积、维护生物多样性和生态功能、促进旅游开发、发挥教育与科学研究等价值，不会影响滨海湿地的生态功能，同时本项目不属于湿地保护相关法律法规的禁止活动，按照管理权限，待征求有关湿地保护主管部门的意见后，本项目建设与《福建省湿地保护条例》可协调。

根据中共福州市长乐区委办公室福州市长乐区人民政府办公室关于印发《长乐区机构改革实施方案》的通知（长委办〔2024〕16号），长乐区林业局行政执法以外的职责划入区自然资源和规划局，区自然资源和规划局加挂区林业局牌子，不再保留单独设置的区林业局。项目已与长乐区自然资源和规划局进行沟通，项目建设符合占用条件。

7. 项目用海合理性分析

7.1. 用海选址合理性分析

7.1.1. 用海选址与自然资源和海洋生态适宜性分析

海蚌一般生活于水深 10~15m 且敌害生物较少的海底，其适宜生存的底质粒径介于 0.005~1 mm 之间，以沙质为主。海蚌浮游幼虫漂移轨迹主要受风场、流场、波浪和地形等因素的影响，合理地分析各种因素的相互作用，将有利于推断海蚌幼体的漂移轨迹。风对海蚌浮游幼虫移动速度的影响主要在风生流导致的海水流动。流对海蚌浮游幼虫影响最为显著，通常包含潮流、风海流和洋流。

7.1.1.1. 水深地形

根据《2019年福建省海洋环境与渔业资源监测中心渔业资源调查服务类采购项目项目验收总报告》（厦门大学）结果显示，项目周边海域 29 个站位的水深范围为 3.0~17.0 m，平均水深约 10.5 m。其中南侧“重点增殖保护区”平均水深约 10.2 m；北侧的“重点增殖保护区”平均水深为 13.5 m。

示范区内海底地形较为平坦，下沙沙滩地区整体呈西高东低的趋势，沙滩西部靠近防护林地区，地势最高，向海（东）方向逐渐降低，地形变化范围为-15~10 m。在 N25°47'54.78"，E119°37'32.45" 位置存在一暗礁区域，暗礁区长约 70 m，宽约 40 m，面积约 2.9 km²，低潮时会露出海面。根据沙滩地形测量布置的测线向海延伸至沙滩外围海域，在水深渲染图上提取 20 条剖面，自北向南分别命名为 XS01~XS20。根据《人工鱼礁建设选址技术规程》（T/SCSF0012-2021）要求，贝藻礁建设区海底坡度应在 5° 以内，随着离岸距离的增加，由岸向海，海底地势逐渐降低，下沙沙滩的地形变化较为均匀，沙滩外围 3 km 范围内的平均沙滩地形坡度约 1:300（0.023°），水深 10 m 以深区域坡度平缓，符合功能型鱼礁投放条件。

下沙沙滩北部存在文武砂基岩礁石区，这一区域分布有较多的散落礁石，退潮时可见。此处礁石在藻礁投放后，由于大型藻类种苗的引入，可形成天然海藻场，有助于提高该区域生物多样性及生态系统功能。

7.1.1.2. 沉积物

福州市长乐区下沙沙滩周边海域的表层沉积物类型以砂为主，其次为粉砂，黏土最少。主要包括粉砂质砂、砂质粉砂和粘土质粉砂三种，粉砂质砂的样品数量最多；相较于岸滩沉积物，水下沉积物中的细颗粒组分明显增加。沉积物颗粒由文武砂海域向外海

逐渐减小的变化趋势也可以从平均粒径的分布看出。相对岸滩沉积物，近海水下沉积物的颗粒大小明显变小，趋向于粉砂颗粒。

海蚌适宜生存底质粒径 0.005 ~ 1 mm 之间，以沙质为主。示范区沉积物粒径及底质符合海蚌自然栖息地条件。根据《人工鱼礁建设选址技术规程》要求，底鱼礁建设区应选择较硬、淤泥较少的底质，示范区底质以沙为主，符合投礁要求。为避免海蚌礁淤陷，礁体下部设置了防淤装置，可进一步减缓礁体淤陷过程。

7.1.1.3. 潮流

示范区大潮期垂线平均涨潮最大流速在 27 ~ 56 cm/s 之间，落潮流最大流速在 18 ~ 47 cm/s 之间；小潮期垂线平均涨潮流最大流速在 25 ~ 29 cm/s 之间，落潮流最大流速在 16 ~ 39 cm/s 之间。根据《人工鱼礁建设选址技术规程》要求，贝藻礁建设区底层最大流速一般应小于 1.5 Kn (0.77 m/s)，示范区符合投礁流速要求。

海蚌浮游幼虫漂移轨迹主要受风场、流场、波浪和地形等因素的影响，合理地分析各种因素的相互作用，将有利于推断海蚌幼体的漂移轨迹。

风对海蚌浮游幼虫移动速度的影响主要在风生流导致的海水流动。长乐沿海风场变化具有明显的季节特征，春季（3 ~ 5 月），海湾内偏北到偏东季风交替，偏东风出现频率最高；夏季（6 ~ 8 月）海湾内盛行西南风，东北向风次之；秋、冬季（9 月 ~ 翌年 2 月）风向出现频率绝大部分集中在东北向，其它风向偶有出现。总体而言，受台湾海峡“狭管效应”和季风的影响，长乐下沙地区沿海风向以东北方向为主，西南方向次之。

流对海蚌浮游幼虫影响最为显著，通常包含潮流、风海流和洋流。根据潮流的运动形式和方向，可分为旋转流和往复流，据调查长乐下沙海域主要以 NE-SW 方向的往复流为主，涨潮流一般大于落潮流。主要洋流为台湾海峡暖流，夏季台湾海峡暖流强劲，流向主要为东北向。

海蚌繁殖期为 5 月上旬至 7 月下旬，夏季为浮游幼虫生长期，示范区夏季盛行西南季风，风生流以北向为主，台湾海峡暖流强劲，示范区余流方向总体为偏南向，且流速不大，在风生流和洋流等海洋动力作用下，海蚌浮游幼虫将向北移动，进入保护区范围，为保护区内海蚌种质资源提供补充。

7.1.1.4. 生态环境状况

海蚌适宜生存于无污染源、人为扰动较少海区，其对海洋水质和底质沉积物质量要求较高，海水水质不低于二类标准，海洋沉积物质量为一类标准；适应水温 8 ~ 30℃，

最适水温 17~27°C，适应盐度 17~35‰，最适盐度 20~28‰。pH 适应范围 7.4~8.6，最适 pH 为 8.0~8.4，溶解氧要求 4 mg/L 以上，硝酸盐-氮不超过 0.21 mg/L。

从判定结果可知，下沙近岸海域适宜构建海蚌种质资源养护区。保护区海域除春末夏初个别月份外，海洋水质及底质条件均较好，适合海蚌生长繁殖，但无机氮含量较高，示范区引入大型海藻后，可显著消减无机氮含量，并为海蚌饵料生长提供优良条件。此外根据地形测量结果，下沙沙滩北部存在文武砂基岩礁石区，这一区域分布有较多的散落礁石，退潮时可见。此处礁石在藻礁投放后，由于大型藻类种苗的引入，可形成天然海藻场，有助于提高该区域生物多样性及生态系统功能。项目区域离岸 1.3 km，不会与下沙滨海旅游活动产生冲突。

示范区海域的部分区域生态环境不够理想，通过功能型鱼礁的投放，可改善海域生境条件，有助于海洋生态系统的健康发展。底栖动物以软体动物、甲壳动物、环节动物及鱼类为优势，棘皮动物较少，保护区内海蚌资源受敌害生物扰动较严重。海蚌礁可对置于其内部的亲贝起到较好的保护作用，确保稳定的幼体输出。

7.1.2. 用海选址与区位及社会条件适宜性分析

本项目周边水陆交通方便，施工期间的水电供应，可通过连接松下码头获得。项目所在区域的施工现场条件、交通及通讯条件、建筑材料采运供条件等建设条件均符合项目建设要求，工程具有良好的建设条件，适宜本项目的建设。因此，本项目用海选址能够与区域社会条件相适应。

7.1.3. 用海选址与周边其他用海活动的适宜性分析

本项目周边海域开发利用活动主要为交通运输用海、工业用海、旅游娱乐用海等。根据 5.2 节的分析，本项目不会对工业用海产生影响；对周边的港口用海项目、历史形成的习惯性航路的通航安全不会产生影响。本项目距离海螺塔海堤（历史遗留图斑编号 350182-0050）约为 2 km，海螺塔海堤位于近岸沙滩，根据泥沙冲淤数值模拟结果来看，本项目实施后仅造成项目区内 200 m 内冲淤强度变化，最大冲刷和淤积在 9 cm/a 以下，项目用海范围以外海域不因投礁而产生冲淤变化，不会改变海螺塔海堤附近水深地形条件，不会对周边旅游娱乐用海产生影响。

此外，本项目投放海蚌礁和藻礁，为渔业资源提供繁衍生息的场所，使其得到有效地保护和安全生产。同时，发展贝藻礁，对保持渔业资源的良性循环和渔业生产的可持续发展具有重要意义。因此，从与周边用海活动适宜性分析，项目选址合理。

7.1.4. 选址与海洋产业协调发展的适宜性分析

下沙海蚌重要生境恢复示范区的建设可聚集成鱼，同时礁体上的附着生物可为栖息、生活在这一海域的鱼类提供丰富的饵料，以及产卵、繁殖的良好场所。在丰富当地渔业资源的基础上，贝藻礁区可不断开拓“碳汇渔业”，以促进长乐海蚌种质资源量及提高下沙海域生物多样性为基础，推动长乐海域“蓝色粮仓”建立，全面建设福州海洋经济强市、保护和修复海洋渔业资源环境、发展海洋新兴经济产业、推进海洋综合管理。建设贝藻礁可把资源保护与增殖、调整捕捞作业结构等多方面有机结合起来，可调整长乐区海洋产业结构，促进海洋渔业经济可持续发展。

因此，本项目用海有利于海洋产业协调发展。

7.1.5. 用海选址具有唯一性

本项目为《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》中的一部分，为下沙片区中的“下沙海蚌礁重要生境恢复与蓝碳增汇工程”。《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》于2022年12月13日通过了自然资源部办公厅的批复，本项目选址以所批复的实施方案中的选址位置为准，因此，本项目用海选址具有唯一性。

7.2. 用海平面布置合理性分析

7.2.1. 平面布置有利于生态保护

贝藻礁是建设生态渔业的重要选择，贝藻礁通过人为投放构造物，使水流向上运动，形成上升流，为鱼群带来丰富营养，提高了渔业生产力。礁体是海洋养殖生物的良好附着基，附着、聚集许多附着生物和浮游生物，形成饵料场，为经济种类的繁殖和生长创造良好的生态环境，加快渔业资源的繁殖速度。

此外，根据海洋生物固碳机理，有计划地增加投放贝藻礁的数量和相应的渔业资源增殖放流数量，选择适宜增殖品种，通过底播增殖、人工增殖放流等手段，增加海洋生物多样性，使其充分发挥海洋生物固碳、汇碳的功能，实现碳的汇集、存储和固定的系列化。通过大力发展海洋增养殖生物固碳、汇碳措施，开展生态增养殖，能够在提高经济效益的同时，实现海洋清洁生产。因此，本项目平面布置有利于生态保护。

7.2.2. 平面布置符合减少水动力环境和泥沙冲淤环境影响的原则

礁体的布置方向与海域主流向一致，利于水交换，能够使养殖区水质始终满足养殖要求。本项目鱼礁的布置方式、走向，能够产生多种流态，如上升流、线流、涡流等，改善海区环境，鱼礁礁体的内空间可以保护生物幼体，从而使资源增殖。根据 4.2.2.2

章节可知，礁体可引起的冲淤变化对工程以外的海域影响较小。因此，本项目平面布置符合减少动力环境和泥沙冲淤环境影响的原则。

7.2.3. 平面布置能最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

本项目投放海蚌礁和藻礁，用海区内无任何项目主体用海，项目周边海域海洋开发活动距离均较远，周边最近用海为长乐外海海上风电场 A 区项目，为风电海底电缆用海，最近距离为 0.6 km，不会产生不利影响。本项目建设为渔业资源提供繁衍生息的场所，修复海洋生物栖息地，为保存长乐海域海蚌遗传物质多样性、恢复海蚌种质及生物资源提供有力支撑，推动滨海新城海岸带蓝碳增汇，提升海域生态系统服务功能价值。因此，从与周边用海活动适宜性分析，项目选址合理。

7.2.4. 平面布置符合《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）

本项目拟在下沙近岸海域构建海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇示范区 155.77 hm²，计划投放海蚌礁、藻礁及定点放流装置，共计 1811.86 空 m³。示范区内划分为 5 个人工礁体组合单元，每个单元由 10 个稚贝放流装置、36 个海蚌礁单体、80 个藻礁单体组成，共计投放 50 个稚贝放流装置、180 个海蚌礁单体、400 个藻礁单体。每个人工礁体组合单元为 152 m×110.75m 的长方形区域。以区域中心点为圆心半径 9 m 环绕均匀布设 10 个稚贝放流装置，以区域中心点为圆心半径 20 m 环绕均匀布设 9 组海蚌礁（每组由 4 个单体组成），区域东西两侧南北向呈品字形布设藻礁 8 列，纵向单体间距 10 m，列间距 10 m，共布设藻礁 80 个。

因此，本项目礁体的布设符合《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T9416-2014）中“增殖固着生物和附着生物为主的资源增殖型贝藻礁，单位鱼礁的边缘间距不应超过 200 m；诱集游泳类生物为主的休闲生态型贝藻礁，可适当扩大单位鱼礁边缘间距，但最大不应超过 1000 m”的规定；共计建设贝藻礁 1811.86 空 m³，贝藻礁区规模符合《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）中“礁区的总体规模应根据海区范围、对象生物、水深、鱼礁密度和投资规模等因素综合平衡后确定资源保护型鱼礁规模应大于 3000 空 m³，增殖型鱼礁不应小于 400 空 m³”的规定。

7.3. 用海方式合理性分析

根据《海域使用分类》，本项目用海方式包括“构筑物”之“透水构筑物”、“开放式”之“专用航道、锚地及其他开放式”，用海类型为“特殊用海”之“科研教学用海”。根据《海域使用分类》，透水构筑物用海指：采用透水方式构筑码头、海面栈桥、

高脚屋、贝藻礁等构筑物的用海方式；开放式用海指：不进行填海造地、围海或设置构筑物，直接利用海域进行开发活动的海域。本项目采用透水方式构筑贝藻礁，贝藻礁投放区域为“透水构筑物”用海；未投放贝藻礁区直接利用海域进行开发活动作为海蚌、藻类、鱼类等海洋生物自然恢复区及监测评估、养护通道域，为“专用航道、锚地及其他开放式”用海。

项目施工期将透水的海蚌礁、藻礁吊放、安装到海底，对海底资源破坏程度较轻，对附近海域生态环境、自然属性等影响较小，满足该功能区的用海方式和用途管制要求。同时海蚌礁、藻礁需要水流循环：水流可为海蚌礁、藻礁带来增殖必需的生物幼虫，并提供礁体周边生物必需的氧气、二氧化碳、生物颗粒等营养物质。项目采用“透水构筑物”和“专用航道、锚地及其他开放式”的用海方式结合，用海方式合理。单位礁体之间可作为鱼礁区内增殖鱼类及其他海洋生物的活动觅食区域，对用海区域的海底资源、生态环境及自然属性等均不产生影响，可满足项目所在功能区对用海方式和用途管制的要求，用海方式合理。

因此，根据本项目的建设特点和要求，从该区的自然条件、对海洋环境的影响以及对海洋资源有效利用等多方面综合分析，项目采用透水构筑物和开放式结合的用海方式，用海方式合理。

7.4. 占用岸线合理性分析

本项目位于长乐下沙海域，用海总面积 155.7690 hm²，本项目距岸线最近距离约 1.07 km，不占用海岸线，不新增人工岸线。

7.5. 用海面积合理性分析

7.5.1. 减少项目用海面积的可能性分析

本项目为《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》中的一部分，为下沙片区中的“下沙海蚌礁重要生境恢复与蓝碳增汇工程”。《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》于2022年12月13日通过了自然资源部办公厅的批复，下发了《财政部办公厅 自然资源部办公厅关于支持开展2023年海洋生态保护修复工程项目的通知》（财办资环〔2022〕54号）文件，其中2023年海洋生态保护修复工程项目名单中，“2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案”明确在列。

因此，在《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》（以下简称“实施方案”）中关于“下沙海蚌重要生境恢复与蓝碳增汇工程”实施内容及面积范围已进

行了明确界定。实施方案中确定本项目实施内容为：构建养护区藻礁及海蚌礁复合贝藻礁群，其中藻礁 2400 m，海蚌礁 1440 m，海蚌稚贝定点放流装置 400 m。藻礁单体礁底宽 2 m，间距 4 m，共布设 400 个。海蚌礁底宽 2 m，间距 6 m，共布设 180 个。海蚌稚贝定点放流装置底宽 1.5~2 m，间距 6 m，共布设 50 个。

根据《海域使用分类》，本项目用海方式包括“构筑物”之“透水构筑物”、“开放式”之“专用航道、锚地及其他开放式”。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）对透水构筑物和开放式用海的界址线确定如下：“5.3.2.2 透水构筑物用海：安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界；其他透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，外扩不小于 10 m 保护距离为界。5.3.4 开放式用海：以实际设计、使用或主管部门批准的范围为界。”。本项目对科研教学用海的界址线确定如下：“5.4.8.1 科研教学用海：按照主管部门批准的用海位置和范围。”。本项目透水构筑物的外缘线均位于本项目申请范围内，开放式用海以已通过财政部和自然资源部的批准（财办资环〔2022〕4号）的实施方案的范围为界。因此，本项目申请用海面积以实施方案批准的用海范围为界，确定本项目用海面积为 155.7690 hm²。

7.5.2. 用海面积量算

项目用海面积量算在建设单位提供的水深地形测量图上进行，通过现场测量核对周边项目用海边界，结合界址线确定原则，在 arcgis 软件中进行宗海范围绘制，并量算面积。根据《海籍调查规范》及工程建设的要求，所采用的技术标准为：平面控制：CGCS2000 坐标系；深度基准：当地理论深度基准；投影方式：高斯-克吕格（中央经线 119°30′）。量算结果为鱼礁透水构筑物用海面积 155.7690 hm²。

综上所述，本项目界址点的选择和面积的量算均符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》的要求。

7.5.3. 宗海图绘制

本项目申请用海界址点和用海面积的量算是在工程总平面布置图和断面结构图基础上，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）的规定而计算得出。坐标系采用 CGCS2000 坐标系，坐标投影采用高斯-克吕格（119°30′E）。经上述分析论证，本项目用海方案符合相关规范，项目最终用海范围无需进一步优化。

根据前述用海界址线确定方法，划定各用海单元的范围，在核定用海范围的基础上，采用下面公式计算用海的面积：

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

S 为用海面积（m²）；x_i, y_i 为第 i 界指点坐标（m）。对于用该解析法计算面积我们都独立两次计算进行验核。

本项目申请用海总面积 155.7690 hm²，其中贝藻礁群属于“透水构筑物用海”，用海面积为 10.1837 hm²；生物自然恢复区及监测评估、养护通道属于“专用航道、锚地及其他开放式”，用海面积为 145.5853 hm²。

7.6. 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本项目为科研教学用海，是中央财政拨款项目，为公益性项目，公益事业用海申请最高期限为四十年。本项目建设工期至 2025 年 8 月止，海蚌礁体以钢筋混凝土和水工聚氨酯碎石材料为主，藻礁为钢筋混凝土结构，在海水中的腐蚀寿命约为 50 年；据研究，海蚌的生活史由亲贝产卵、受精及卵裂、面盘幼虫、壳顶幼虫、稚贝、幼贝直至长成至亲贝大约需要三年时间，海蚌的实际生长周期可能受到多种因素的影响而有所变化。本项目目的在于通过藻礁—海蚌礁—藻礁的组合，为海蚌在自然海域繁殖营造适宜的环境及充足的保护空间，推动自然水域海蚌种质资源养护工作。礁体的投放和亲贝、稚贝、藻类的移植是生态系统恢复的起点，项目后期还需通过定期跟踪监测评估下沙海蚌生境恢复效果，参考相关人工鱼礁的项目经验，待人工鱼礁投放区域生态系统改善至稳态需要近十年的时间，因此，本项目拟申请用海 10 年，项目申请用海期限合理。

用海期满后，建设单位若无申请延期，应根据贝藻礁相关管理规定和鱼礁主管部门意见合理处置投入海底的贝藻礁礁体及配套的设施。若贝藻礁投礁生态效益显著，建设单位海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，在取得鱼礁主管部门同意后，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

8. 生态用海对策措施

8.1. 生态用海对策

本项目为生态修复项目，拟通过建设贝藻礁，恢复海洋生态环境，养护海域海洋生物资源。项目生态用海对策主要体现在污染防治对策措施。

8.1.1. 施工期生态环境保护措施

1、施工期水环境保护对策措施

（1）合理安排设置贝藻礁投放工程的施工时间，尽量选择低潮时段，减少施工过程中产生的悬浮泥沙对周边海域的影响；

（2）施工作业尽量安排在非养殖季节进行，避开鱼类及贝类的繁殖季节（每年5~8月）；避开大风浪季节施工，减少对海域的污染影响。

（3）贝藻礁投放进行间断性施工，避免连续作业造成周边海域悬浮泥沙浓度过高和扩散影响范围过大。

（4）对作业船舶加强管理、维修保养，避免油料跑冒滴漏污染海域水质，并防范作业船舶发生碰撞导致事故溢油污染水体环境。

（5）建立施工废水管理和处理计划。含油污水予以实行“铅封”管理，不得在工程附近海域内排放，含油污水统一收集后委托含油污水处理单位进行收集处理。

（6）严格管理和节约施工用水、生活用水。

（7）加强与当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作，避免造成船舶碰撞等事故。

2、施工期大气污染防治措施与对策

施工过程中大气污染物主要施工船舶产生的废气，其污染物主要为SO₂、CO、NO_x等，均为无组织排放。施工船舶采用符合国家标准清洁燃油，并加强维修保养，使其排放的废气符合国家有关标准。

3、施工期声环境保护对策措施

（1）加强施工船舶管理，定期进行检修和维护，减少噪声污染。

（2）合理安排施工时间，仅在昼间（6:00~22:00）时段内作业。

（3）对施工船舶加强管理，通过合理安排停靠位置，错峰施工，避免局部噪声过大等情况发生。

4、施工期固体废物处理措施

（1）施工船上配备垃圾收集箱等，垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆域垃圾处理厂处理。

（2）加强对施工人员的管理，禁止向水域中丢弃施工、生活废弃物。

（3）设置垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人定期清除固废。

5、施工期海洋生态环境保护措施

（1）施工期贝藻礁应严格按照确定的用海范围进行布放，选择风浪较小的天气施工，施工方式采用吊放的形式，以减少对海底的扰动，减少施工期产生的悬浮泥沙对海洋生态环境的影响。

（2）合理安排施工作业时间，尽量缩短工期，贝藻礁安放施工作业尽量避开鱼类等生物的繁殖期，且应尽量安排在低潮期进行，避免因施工作业干扰保护鱼类的的生活习性。

（3）施工期加强工作人员的管理，严禁向海域内随意排放和丢弃污染物，避免对生态环境造成影响。

（4）做好项目周边海域内海水水质环境、沉积物环境、海洋生态环境的监测工作，及时掌握海洋环境变化，以采取有效的保护措施。

（5）制定完善的风险应急措施，一旦发生燃油泄漏事故及其他导致水质不达标事故，及时治理，以尽量减少燃油及其他污染物入海对海洋生物的影响。

（6）施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，增强施工人员的生态保护意识。

（7）加强对敌害生物的监视监测工作。

6、风险防范措施

（1）溢油风险防范措施

在本项目施工过程中，为防止施工船舶相互碰撞发生溢油污染风险事故工程施工中对船舶管理应采取以下措施：

①本项目取得海事机构安全性许可后，在具体组织实施施工 15 日前，建设业主、施工作业单位还应向所在辖区的海事机构申请办理水上水下施工作业许可。经海事机构审批同意，划定施工作业水域，核发《水上水下施工作业许可证》后，并发布航行通（警）告后方可施工。在施工过程中，施工作业者应严格按海事机构确定的安全要求和防污染

措施进行作业，并接受海事机构的现场监督检查，做到既要保证施工顺利进行，又要保证施工水域通航安全。

②船舶驾驶员的业务技术应符合要求。

③应实施值班、瞭望制度。

④做到有序施工，施工船在预先规定的区域内作业，严禁乱穿乱越。

⑤施工单位根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。

⑥实施施工作业的船舶、排筏、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型；在现场作业船舶上应配备有效的通信设备。

⑦避开在雾季、台风季节和东北季风期间施工，在遇到不利天气时及时安排施工船舶避风，禁止在能见度不良和风力大于6级的天气进行作业。

⑧施工船舶以船为单位、以船长为组长组成各船的安全小组，负责本单位的安全宣传、教育，制定安全生产措施以及日常的安全监督、检查等，执行安全领导小组的决定，落实安全措施，分解安全责任落实到人。

⑨成立安全生产组织，设立安全员，负责日常安全生产的工作，监督水上作业人员全部穿好救生衣，佩戴安全帽。

⑩发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油舱管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。因此如果严格遵守相关环保措施和设计方案，船舶溢油风险损失会较小。

（2）自然灾害风险防范措施

①合理安排设置贝藻礁投放工程的施工时间，避开大风浪季节施工，提前做好施工安全防护工作。

②加强与当地气象预报部门的联系，如接到台风、风暴潮等有关恶劣天气的信息通知，不得出海作业，已在海上的施工船舶应立即返航避风以保证安全。

③加强通讯设施的维护，保证灾害应急工作中电话、网络等信息渠道的畅通。

根据以上分析内容，项目施工期间只要优化施工方案，合理安排施工作业时间，加强施工人员和施工船舶的管理，切实落实生态环境保护措施，可将项目施工建设对海域的生态环境造成的影响降到最低。

8.1.2. 运营期生态环境保护措施

运营期本项目不投放饵料，以自然增殖为主，无污染物产生，有利于渔业资源的恢复。项目运营期间严禁管理人员在项目海域丢弃杂物和垃圾，切实保护项目海域的生态环境。

8.1.3. 生态跟踪监测

为了落实本项目生态用海对策措施以及对下沙海蚌生境恢复效果的评估，制定本次生态跟踪监测计划。生态跟踪监测应根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求进行跟踪监测。由具备海洋环境监测资质的单位来承担，并提交计量认证（CMA）跟踪监测分析测试报告或实验室认可（CNAS）跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行环境监管提供技术依据，避免因环境污染造成的纠纷和损害。应满足《海洋监测规范》及《海水水质标准》（GB 3097-1997）中相应规范和标准的要求。

（1）监测重点

通过开展工程建设过程中以及建设完成后的跟踪监测，了解和掌握工程所在海域生态系统群落结构、海蚌礁生长状况等变化，为修复效果评估提供基础数据资料。

（2）监测计划

根据本项目的工程特征和主要环境影响问题，结合区域环境现状、敏感目标的具体情况，分别制定本项目的环境监测计划，包括环境监测的项目、频次、监测实施机构等具体内容，分为施工期和运营期两个时段。

8.2. 生态保护修复措施

贝藻礁在水生生物栖息地和渔场环境修复、渔业种群资源增殖、海域生态系统服务功能提升、生物多样性维系等方面具有综合的生态效益。通过人工造礁，不仅能够创造稳定的局域生态系统，为海洋生物提供良好的栖息环境促进资源自然增殖，礁区内形成的多样性流场和流态，为各类水生生物提供了栖息、繁衍、生长、避敌等所需的生息空间，而且能够修复和改善海洋生态环境、增殖海区渔业资源和优化渔业资源种类结构，使原本生产力较低、生物种类较少的生态环境，变成生产力较高、生物种类较多、种类质量较高的岩礁类型的生态环境，加快渔业资源的繁殖速度。通过投放海蚌礁和藻礁等，能够改善海洋环境，营造动、植物良好的生存环境，为藻类、西施舌等海洋生物的繁殖提供附着基，营造良好的海洋生物聚集环境，改善近海生态，为近海生物提供栖息地，恢复近海经济物种资源，增殖养护贝类藻类资源。

由于项目本身为海洋生态环境的修复工程，也是生态资源损失的一种补偿方式，更多的是体现对海洋生态环境的保护、渔业资源修复、保持渔业经济可持续发展，带动休闲渔业的发展，其社会效益、生态效益远大于其直接经济效益。项目建成后可以起到保护和增殖渔业资源的作用，因此对于项目造成的生物资源损失可以通过项目自身增殖作用进行补偿，不再进行额外的补偿措施。

因此，本项目不再开展额外的生态修复。

9. 结论

本项目用海选址、用海方式、申请期限、平面布置合理。根据《海域使用分类》，本项目用海类型为“科研教学用海”，用海方式为“透水构筑物”和“专用航道、锚地及其他开放式”；经界定本项目申请用海总面积为155.7690 hm²，其中，贝藻礁群属于“透水构筑物用海”，用海面积为10.1837 hm²；生物自然恢复区及监测评估、养护通道属于“专用航道、锚地及其他开放式”，用海面积为145.5853 hm²。本用海面积合理。本项目为公益性用海，拟申请用海期限为10年，用海方式合理。本项目用海面积和用海选址以《2023年福建福州海洋生态保护修复工程项目实施方案》批准的选址位置和用海范围为界，用海选址和面积具有唯一性，用海选址和用海面积合理。

项目用海符合《福建省国土空间规划（2021—2035年）》《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》《福建省“十四五”生态省建设专项规划》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福建省“三区三线划定成果”》《福州市长乐区养殖水域滩涂规划（2018—2030年）》等相关规划，符合国家产业政策及节约集约用海的要求；项目用海距离海岸线为1.07 km，未占用岸线，满足海岸线保护利用要求；项目用海方式为“透水构筑物用海”和“专用航道、锚地及其他开放式”，对海洋资源和海洋生态影响较小；项目用海与自然环境、社会条件相适宜，未涉及利益相关者，与周边海域开发利用活动相适宜，不存在重大利益冲突且无法协调的情况；工程位于“游憩用海区”，不会对海上交通安全造成严重影响，不会损害国防安全和国家权益，项目用海也没有存在其他重大问题。

经综合论证，在严格落实海域使用管理对策措施以及本项目海域使用论证报告的相关要求下，从海域使用角度分析，本项目建设是必要的，项目用海是可行的。