国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程海域使用论证报告书

（公示稿）

福建省环境保护设计院有限公司

（91350000MA347B3Y15）

2026 年 10 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	3501222023001760
论证报告所属项目名称	国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程
一、编制单位基本情况	
单位名称	福建省环境保护设计院有限公司
统一社会信用代码	91350000MA347B3Y15
法定代表人	许翔
联系人	郭钰龑
联系人手机	18805999060
二、编制人员有关情况	

姓名	信用编号	本项论证职责	签字
林彦楷	BH000958	论证项目负责人	
林彦楷	BH000958	1. 概述 2. 项目用海基本情况 5. 海域开发利用协调分析 9. 结论	
钟永生	BH001956	3. 项目所在海域概况 6. 国土空间规划符合性分析 7. 项目用海合理性分析	
杨菁菁	BH000960	4. 资源生态影响分析 8. 生态用海对策措施 10. 报告其他内容	

本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。**愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。**

承诺主体（公章）：

2023 年 9 月 21 日

项目基本情况表

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="5">国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程</td></tr>
<tr><td>项目地址</td><td colspan="5">福建省福州市连江县粗芦岛旗山西侧海域至马尾区琅岐岛东北侧海域、连江县粗芦岛龙沙村东侧海域</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="2">公益性（√）</td><td colspan="3">经营性（）</td></tr>
<tr><td>用海面积</td><td colspan="2">9.5001 hm^2</td><td>投资金额</td><td colspan="2">250568 万元</td></tr>
<tr><td>用海期限</td><td colspan="2">40 年</td><td>预计就业人数</td><td colspan="2">80 人</td></tr>
<tr><td rowspan="4">占用岸线</td><td>总长度</td><td>630.81 m</td><td>邻近土地平均价格</td><td colspan="2">7.384 万元/ha</td></tr>
<tr><td>自然岸线</td><td>270.94m</td><td>预计拉动区域经济产值</td><td colspan="2">68605 万元</td></tr>
<tr><td>人工岸线</td><td>359.87m</td><td rowspan="2">填海成本</td><td colspan="2" rowspan="2">万元/ha</td></tr>
<tr><td>其他岸线</td><td>0m</td></tr>
<tr><td>海域使用类型</td><td colspan="2">路桥用海</td><td>新增岸线</td><td colspan="2">0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">用海方式</td><td>面积</td><td colspan="3">具体用途</td></tr>
<tr><td colspan="2">跨海桥梁</td><td>9.5001 hm^2</td><td colspan="3">跨海桥梁</td></tr>
</table>

目 录

摘要 I

1 概述 4

1.1 论证工作由来 4

1.2 论证依据 5

1.3 论证等级和范围 8

1.4 论证重点 10

2 项目用海基本情况 11

2.1 用海项目建设内容 11

2.2 平面布置和主要结构、尺度 12

2.3 项目主要施工工艺和方法 30

2.4 项目用海需求 36

2.5 项目用海必要性 42

3 项目所在海域概况 47

3.1 海洋资源概况 47

3.2 海洋生态概况 49

4 资源生态影响分析 52

4.1 生态评估 52

4.2 资源影响分析 52

4.3 生态影响分析 63

5 海域开发利用协调分析 68

5.1 海域开发利用现状 68

5.2 项目用海对海域开发活动的影响 72

5.3 利益相关者界定 72

5.4 需协调部门界定 74

5.5 相关利益协调分析 74

5.6 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析 74

6 国土空间规划符合性分析 76

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况 76

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析 76
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析 77
6.4 项目用海与其他规划的符合性分析 79
7 项目用海合理性分析 85
7.1 用海选址合理性分析 85
7.2 用海平面布置合理性分析 96
7.3 用海方式合理性分析 97
7.4 占用岸线合理性分析 98
7.5 用海面积合理性分析 99
7.6 用海期限合理性分析 107
8 生态用海对策措施 108
8.1 生态用海对策 108
8.2 生态保护修复措施 111
9 结论 115
9.1 项目用海基本情况 115
9.2 项目用海必要性分析结论 115
9.3 项目用海资源环境影响分析结论 115
9.4 海域开发利用协调分析结论 116
9.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论 116
9.6 项目用海合理性分析结论 116
9.7 项目用海可行性分析结论 117

摘要

（1）项目用海基本情况

国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段为福州海峡建设发展有限责任公司申请的跨海桥梁，本项目拟在福州市连江县粗芦岛旗山西侧海域至马尾区琅岐岛东北侧海域建设粗芦闽江特大桥，连江县粗芦岛龙沙村东侧海域建设龙沙一号桥和龙沙二号桥。本项目申请用海面积为 9.5001 hm^2，申请用海年限为 40 年，申请用海期限届满后，业主可根据桥梁情况依法向海洋行政主管部门申请续期。本项目建成后可以实现连江粗芦岛及琅岐岛东北侧与东南绕城高速、机场第二高速的快速转换，形成福州主、副城区及机场便捷通道，有利于闽江入海口主要岛屿综合开发。本项目作为 G639 和榕马通桥大陆侧的一部分，为后期实现福州与马祖列岛道路连接，促进福建与台湾的互联互通奠定基础，本项目对于构建全省普通国省干线公路网。提高综合运输效率，完善沿线交通出行条件、整合旅游资源、完善国防交通、加强两岸经济往来、夯实和平统一等都具有重要的作用。

（2）项目用海必要性

本项目在建设上就肩负着串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及环马祖澳沿海发展战略，大力推进环马祖澳旅游经济区建设，实现对台示范效应，深化两岸交流合作，积极融入国家“一带一路”倡议大局等作用，为实现串联和沟通的作用，本项目采用跨海桥梁的方式，其用海是必要的。并且项目在跨海桥梁路线的比选上本项目为推荐路线，本项目路线能够合理利用琅岐环岛路的走廊资源，实现琅岐岛、粗芦岛和川石岛快速便捷的连接，有利于打造闽江口旅游综合体。在工程建设上，本项目路线造价相对较低，对区域环境影响较小等优点。综合多方因素，本项目用海是适宜的也是必要的。

（3）规划符合性

根据《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》，本项目用海范围位于“海洋开发利用空间”和“海洋生态空间”内；根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035）》《连江县国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目申请用海范围位于“交通运输用海区”“生态控制区”和“游憩用海区”。本项目建设符合“三区三线”划定成果，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）》《连江县国土空间总体规划（2021—2035

年）》。

此外，本项目符合《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》《福建省海岸带及海洋空间规划》《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《福建省湿地保护条例》《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》《福建省“十五五”生态省建设暨生态环境保护规划》《福建省海岛保护规划》《福建省湿地保护条例》《福州港总体规划（2035 年）》《福州新区琅岐岛控制性详细规划》《福建省生态公益林条例》等规划。

（4）占用岸线情况

本项目桥面垂直投影涉及岸线 373.19 m，其中人工岸线 231.83 m，自然岸线 141.36 m。桥面垂直投影外扩 10 m 保护带涉及岸线 257.62 m，其中人工岸线 128.04 m，自然岸线 129.58 m。因此，本项目共涉及岸线 630.81 m，其中人工岸线 359.87 m，自然岸线 270.94 m。根据本项目桥墩和承台的分布，本项目桥墩和承台直接占用岸线 28.5m，均为人工岸线。桥梁跨越自然岸线，不占用自然岸线，对自然岸线的形态和自然属性基本无影响。本项目不新增岸线。

（5）利益相关者协调情况

根据现场调查、污染源扩散范围分析，并且向当地自然资源主管部门查询，本项目涉及的利益相关者为 xxx 村委会、xxx 村委会、xxx、xxx 和 xxx，目前已取得 xxx 村委会、xxx 村委会、xxx、xxx 和 xxx 对于本项目的用海意见，均表示同意支持该项目建设。因此，本项目利益相关者基本明确，相关关系可以协调。

（6）资源生态影响及生态保护修复措施

本工程的建设对所在海域的水动力条件、冲淤条件影响较小，在建设过程中将采取相应的环保措施，产生的悬浮泥沙扩散范围有限，并且悬浮泥沙会在一段时间后自然沉降，对周边海域污染较小，不会对海域水质产生长期明显的影响，基本可维持海域自然环境质量现状。

本项目用海导致的海洋生物资源经济损失共计约 75.44 万元，拟采用增殖放流的形式恢复海洋生物资源，逐步恢复生态系统结构。增殖放流的修复方案将严格执行《水生生物增殖放流管理规定》等相关规定。

（7）用海合理性分析

本项目通过路线比选，在项目选址上能够符合区位和社会条件、自然和环境、周边其他用海活动的适宜性。在用海方式上，本项目的用海方式为跨海桥梁，不

会改变海域自然属性，空间上不影响壶江水道和闽江航道的正常通航，串联了闽江口重要岛屿的区域交通，提高了闽江口岛屿间的交通运输效率。在用海面积上，本项目的建设本着用海面积与项目用海需求、用海面积量算与《海籍调查规范》的要求、用海面积与相关行业涉及标准和规范的要求相适应的原则进行用海面积申请。在用海期限上，工程为公益项目，建议按照公益事业最高用海年限40年申请，既可保障基础设施长期使用及日常维护，符合设计标准，也可符合《中华人民共和国海域使用管理法》有关规定，是合理的。本项目跨越自然岸线，不直接占用自然岸线，对岸线的形态和自然属性基本无影响，在岸线的占用上是合理的。

（8）项目用海可行性分析

本项目用海对资源、生态、环境的影响相对较小；项目选址与自然资源、社会经济条件相适宜；项目用海利益相关者可协调；项目用海符合国土空间规划和相关规划要求；其工程平面布置、用海方式、用海面积界定和用海期限合理；用海风险在采取相应防范措施后可控。因此，从海域使用角度分析，本项目的建设是合理可行的。

1 概述

1.1 论证工作由来

为充分落实福建“十四五”现代综合交通运输体系专项规划，着力打造服务全国、面向世界的“21 世纪海上丝绸之路”核心区战略通道和两岸直接往来的综合枢纽，我省肩负全方位推进高质量发展的重大历史使命和重大政治责任。必须加快推进交通运输现代化发展，构筑更加便捷高效大通道，完善区域互联互通网络，拓展覆盖基础网，着力畅通“最先最后一公里”，推进两岸基础设施应通尽通，推动交通改革创新和绿色发展，形成福建陆海内外联动、东西双向互济、多中心多向辐射的交通运输全方位开放新格局。

根据《国家公路网规划》中普通国道网路线方案表可知，G639 路线起讫点为马祖－福州，国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段是规划 G639 马祖至福州的一部分，项目以 2019 年 1 月 2 日习近平总书记在《告台湾同胞书》发表 40 周年纪念会上作重要讲话“两岸要应通尽通，提升经贸合作畅通、基础设施联通、能源资源互通、行业标准共通，可以率先实现金门、马祖同福建沿海地区通水、通电、通气、通桥”为指导思想，同时也是“十四五”规划中服务“一带一路”和两岸融合发展的重要组成部分。

G639 规划起于马祖经连江川石岛、粗芦岛至马尾琅岐岛北侧，后向西通往福州。项目为先行建设的一期工程，起于福州连江粗芦岛塘下村旗山，终于马尾区琅岐岛龙台村，路线全长约 4.38 公里。项目的建设对于构筑全省普通国省干线公路网，提高综合运输效率，对改善沿线交通出行条件，整合旅游资源、完善国防交通、加强两岸经贸往来、夯实和平统一等都具有重要的作用；通过本项目可以实现连江粗芦岛及琅岐岛和东南绕城高速、机场第二高速的快速转换，形成马祖与福州主、副城区及机场便捷通道，有利于闽江入海口主要岛屿综合开发。

《福建省发展和改革委员会关于国道 G639 线马尾琅岐段至连江粗芦岛段工程可行性研究报告前期工作推进会议的纪要》提出：“（四）互通交叉。会议要求，设计单位应进一步优化建光互通和粗芦互通布设方案，建议将北连接线规模纳入粗芦互通。同时结合城镇规划等，做好与地方路网衔接”。因此，国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程建设内容还包括粗芦岛互通连接线，即本项目由一期主线和互通连接线组成。

互通连接线作为一期主线的延伸，也是粗芦岛环岛路的组成部分，建成后将与已建的粗芦岛环岛路及在建的粗芦岛环岛路二期形成闭合，使一期主线与在建的粗芦环岛路二期工程连接，是本项目与国道G228、沈海高速、东南绕城实现快速交通转换的重要通道。粗芦岛周边规划有装备制造业、国家海洋渔业基地、台企贸易码头等，是建设台胞台企登陆“第一家园”的重要平台。本项目建成后，各产业基地可通过互通连接线实现串联，通过本项目实现快速的物流疏导，提升岛上企业的竞争力。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《福建省海域使用管理条例》和《海域使用管理技术规范》的规定和要求，建设单位委托福建省环境保护设计院有限公司编制《国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程海域使用论证报告书》。我司相关技术人员通过现场踏勘、调查以及收集了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）的规定和要求，编制了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

（1）《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，2002年1月1日起实施；

（2）《中华人民共和国生态环境法典》，全国人民代表大会，2026年8月15日起施行；

（3）《中华人民共和国渔业法》，全国人大常委会，2013年12月28日修正；

（4）《中华人民共和国水法》，全国人大常委会，2016年7月2日修正；

（5）《中华人民共和国港口法》，全国人大常委会，2018年12月29日修正；

（6）《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，于2017年3月31日实施；

（7）《中华人民共和国湿地保护法》，中华人民共和国主席令第一〇二号；

（8）《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月29日修订；

（9）《中华人民共和国航道法》，2016年7月2日修正；

（10）《福建省湿地保护条例》，省人大常委会，2023 年 1 月；

（11）《国务院关于支持福建省加快建设海峡西岸经济区的若干意见》，国发〔2009〕24 号；

（12）《福建省海洋环境保护条例》，省人大常委会，2023 年 1 月；

（13）《福建省海域使用管理条例》，省人大常委会，2018 年 3 月 31 日修正；

（14）《福建省建设海峡西岸经济区纲要》，2010 年 1 月 30 日修正；

（15）《福建省贯彻落实国务院关于支持福建省加快建设海峡西岸经济区的若干意见的实施意见》，2009 年 7 月；

（16）《福建省人民政府关于进一步深化海域使用管理改革的若干意见》，闽政〔2014〕59 号；

（17）《建设项目环境保护管理条例》，国务院，2017 年 7 月 16 日修正；

（18）《福建省海岸带保护与利用管理条例》，福建省人大常委会，于 2018 年 1 月 1 日起实施；

（19）《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，2021 年 1 月；

（20）《福建省自然资源厅关于做好海域使用论证材料编制工作的通知》，福建省自然资源厅，2021 年 1 月；

（21）《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；

（22）《福建省自然资源厅关于做好高质量发展落实赶超用海服务保障工作的通知》，闽自然资发〔2019〕22 号；

（23）《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院，2018 年 3 月 19 日修正；

（24）《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；

（25）《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》，国务院，2018 年 3 月 19 日修正；

（26）《海域使用权管理规定》，原国家海洋局，2007 年 1 月 1 日。

1.2.2 规划

（1）《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》（国函〔2023〕131 号），国务院，2023 年 11 月；

（2）《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》（榕政综〔2025〕83 号），福州市人民政府，2025 年 3 月；

（3）《连江县国土空间总体规划（2021—2035 年）》（闽政文〔2024〕420 号），福建省人民政府，2024 年 12 月 31 日；

（4）《福建省“十五五”生态省建设暨生态环境保护规划》，福建省人民政府，闽政文〔2026〕143 号，2026 年 5 月 30 日印发实施；

（5）《福建省海岸带及海洋空间规划》，福建省自然资源厅，闽自然资发〔2025〕33 号，2025 年 12 月；

（6）《福建省海岛保护规划》，2012 年 10 月；

（7）《福州港总体规划（2035 年）》，福建省人民政府、交通运输部，交规划函〔2021〕394 号，2021 年 9 月 2 日；

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

1.2.3 标准规范

（1）《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）2023 年 7 月；

（2）《海域使用分类》（HY/T123-2009）；

（3）《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；

（4）《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

（5）《海洋监测规范》（GB17378-2007）；

（6）《海水水质标准》（GB3097-1997）；

（7）《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）；

（8）《海洋生物质量》（GB18421-2001）；

（9）《海域使用面积测量规范》（HY070-2003）；

（10）《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2009）；

（11）《海岸带综合地质勘查》（GB/T10202-1988）；

（12）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002.4）；

（13）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；

（14）《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；

（15）《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）；

1.2.4 项目技术资料

（1）《国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程可行性研究报告》，福建省交通规划设计院有限公司，2026 年 9 月；

（2）《国道 G639 线马尾琅岐至连江粗芦岛段（榕马通桥大陆侧一期工程）粗芦闽江特大桥航道通航条件影响评价报告第一篇评价报告》，福建省港航勘察设计院有限公司，2023 年 7 月；

（3）建设单位提供的有关项目其他资料。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

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），本项目海域使用类型为“交通运输用海”中的“路桥隧道用海”。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）和《海域使用分类》（HY/T123-2009）的相关规定，项目用海类型一级类为“交通运输用海”，二级类为“路桥用海”。用海方式为“构筑物”之“跨海桥梁”。

本项目涉海长度为 2308 m，申请用海面积 9.5001 hm^2，其中一期主线里程 4.38 km，跨海桥梁为粗芦闽江特大桥，全长 3676.2 m，涉海桥梁长度为 1893 m，申请用海面积为 7.7131 hm^2；互通连接线里程 2.54 km，其中龙沙一号大桥全长 307 m，涉海桥梁长度为 248 m，龙沙二号大桥全长 210 m，涉海桥梁长度为 167m，用海面积为 1.7870 hm^2，根据表 1.3-1 所示的判定标准，最终判定本项目论证等级为一级。本项目用海方式的论证等级判定依据见表 1.3-1。

表 1.3-1　海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级	本项目用海规模	本项目论证等级
构筑物	跨海桥梁	长度大于（含）2000 m	**所有海域**	**一**	涉海桥梁长2308m	一
		长度（800~2000）m	敏感海域	一		
			其他海域	二		
		长度小于（含）800m	所有海域	**二**		

			其他海域	三		
		单跨跨海桥梁	所有海域	三		

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）第 4.7 节“论证范围”规定，“一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km，三级论证 5km；跨海桥梁、海底管线、航道等线性工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展 5km，二级论证 3km，三级论证 1.5km”。本项目论证等级为一级，论证范围应为项目用海边界向两侧扩展 5km，根据项目用海情况、所在海域特征、周边海域开发利用现状及用海环境影响等实际情况综合考量，确定本论证面积约为 70.15km^2。项目周边从 A 点至 H 点所包围的海域，项目论证范围拐点坐标见表 1.3-2，论证范围图见图 1.3-1。

表 1.3-2　项目论证范围拐点坐标

序号	经度	纬度
A	119° 35′ 31.937″	26° 8′ 10.695″
B	119° 35′ 31.353″	26° 7′ 54.473″
C	119° 39′ 0.907″	26° 4′ 28.637″
D	119° 41′ 0.114″	26° 6′ 35.337″
E	119° 41′ 29.097″	26° 8′ 27.375″
F	119° 40′ 43.197″	26° 11′ 9.798″
G	119° 40′ 38.176″	26° 11′ 18.102″
H	119° 39′ 9.515″	26° 12′ 22.797″



图 1.3-1　本项目论证范围图

1.4 论证重点

本项目用海类型为“交通运输用海”之“路桥用海”，论证等级为一级，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）中的海域使用论证重点参照表，结合本项目用海特点，项目所在海域资源环境现状、利益相关者、区划规划等情况，确定本项目论证重点为：

（1）项目选址（线）合理性分析；

（2）用海面积合理性分析；

（3）海域开发利用协调分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 用海项目名称、项目性质、建设单位

（1）项目名称：国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程

（2）项目性质：新建

（3）建设单位：福州海峡建设发展有限责任公司

2.1.2 用海位置

本项目位于福州市连江粗芦岛及马尾琅岐，主要由主线和互通连接线组成。主线起点位于粗芦岛塘下村旗山（闽江通海航道桥头附近），设粗芦互通，终点位于琅岐岛龙台村；涉海段为粗芦闽江特大桥。互通连接线起点位于塘下村，接粗芦互通，终点位于龙沙村；涉海段为龙沙一号大桥和龙沙二号大桥。主线地理坐标为 26°07′34.644″N、119°38′05.293″E，互通连接线地理坐标为 26°09′30.386″N、119°38′22.140″E，项目所在地理位置详见图 2.1-1。



图 2.1-1　项目地理位置图

2.1.3 建设内容和规模

本项目由主线和互通连接线组成，主线起点位于旗山西侧，终点位于琅岐镇龙台村，路线全长 4.38 km，涉海段为粗芦闽江特大桥，涉海路段长度为 1893m，道路设计速度 60km/h。互通连接线起点位于塘下村，终点位于龙沙村路线全长 2.54km，涉海段为龙沙一号大桥和龙沙二号大桥，涉海路段长度为 415m，道路设计速度 40km/h。项目跨海桥梁涉海总长度为 2308m，用海总面积为 9.5001 hm^2。建设项目总投资 25.0568 亿元，项目建设期为 48 个月。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置

2.2.1.1 路线

（1）G639 路线总体走向

G639 规划起于马祖经连江川石岛、粗芦岛至马尾琅岐岛北侧，后向西通往福州。大陆侧路线起于川石岛，与拥军爱民路相接，经过粗芦岛塘下村旗山（闽江通海航道桥头附近），设粗芦互通，后向南上跨闽江通海航道，途经乌屿山、连江县琯头镇壶江村，后上跨壶江水道，向西展线，终于琅岐岛龙台村，衔接现状琅岐岛环岛路。川石岛作为通往马祖方向大陆侧途经的最后一个岛屿，远期规划为自马祖再向西出海通向川石，目前由于跨海工程受军事分界线影响暂无法建设，路线 G639 以川石岛为终点可为远期跨海工程打下坚实的基础。

规划国道 G639 路线全长 7.02km，道路分一期和二期建设，其中一期主线交叉桩号为 K4+194，路线起于旗山西侧王虾，终于龙台村，路线全长 4.38km。二期主线交叉桩号为 K3+354，连接线起点与粗芦岛环岛路平交，向东南上跨熨斗水道，到达川石，路线全长 2.64km。

规划国道 G639 为 2022 年 7 月发布的《国家公路网规划》中普通国道 182 条联络线之一，一期建设将南北贯穿琅岐岛（兼具琅岐岛交通主干道功能），并跨越闽江通海航道，连接粗芦岛，二期连接川石岛，将闽江口周边的重要岛屿串联起来，可加快实现福建省委、福州市委提出的环闽江口及环马祖澳沿海发展战略，大力推进环马祖澳旅游经济区建设，实现对台示范效应，深化两岸交流合作，积极融入国家“一带一路”倡议大局。同时，琅岐岛、粗芦岛和川石岛三岛之间

没有便捷的交通设施，川石岛主要靠轮渡出行，岛上居民受道路限制，出行较为不便。国道 G639 的建设能够为岛民提供便捷的公路通道，川石岛对外交通条件将大大改善。

因此，国道 G639 作为福州往返马祖列岛的重要通道，交通组织灵活多变，应以点对点快速通行功能为主，兼顾服务地方。规划的国道 G639 路线图见 2.2-1。

略

图 2.2-1　规划的国道 G639 路线图

（2）本项目路线

本项目为国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程，是 G639 的组成部分。本次建设规模为主线和互通连接线，互通连接线作为主线向北的延伸，向北可与 G228 平交衔接，进一步完善区域交通规划。其中主线涉海工程为粗芦闽江特大桥，互通连接线涉海工程为龙沙一号大桥和龙沙二号大桥。

①线路走向

主线：新建路线自粗芦岛塘下村旗山（闽江通海航道桥头附近），设粗芦互通，后主线向南上跨闽江通海航道，途经乌屿山、连江县琯头镇壶江村，后上跨壶江水道，向西展线，终于琅岐岛龙台村，衔接现状琅岐岛环岛路。里程 4.38 公里。

互通连接线：起于塘下村，接粗芦互通，向东展线，过深坞，再向北展线，建古湖隧道后，途经古湖，终于龙沙村，向北可与 G228 平交衔接。里程 2.54 公里。

②主要控制点：

主线：起点粗芦岛旗山、闽江通海航道、乌屿山、壶江水道、终点琅岐龙台村。

互通连接线：起点粗芦岛塘下、深坞、古湖、终点粗芦龙沙村。

本项目总平面布置图见图 2.2-2，粗芦闽江特大桥平面布置见图 2.2-3，粗芦闽江特大桥立面、平面图见图 2.2-4，粗芦闽江特大桥断面图见图 2.2-5，龙沙一号大桥立面、平面图见图 2.2-6，龙沙一号大桥断面图见图 2.2-7，龙沙二号大桥立面、平面及断面图见图 2.2-8，项目红线位置示意图见 2.2-9。

略

图 2.2-2　本项目总平面布置图

略

图 2.2-3　粗芦闽江特大桥平面布置

略

图 2.2-4　粗芦闽江特大桥立面、平面图

略

图 2.2-5　粗芦闽江特大桥断面图

略

图 2.2-6　龙沙一号大桥立面、平面图

略

图 2.2-7　龙沙一号大桥断面图

略

图 2.2-8　龙沙二号大桥立面、平面及断面图

略

图 2.2-9　本项目红线位置示意图

2.2.1.2 项目建设规模

本项目建设分为主线和互通连接线两段，估算总投资 25.0568 亿元。两段路线主要工程数量见表 2.2-1。

表 2.2-1　项目主要工程数量表

工程名称	单位	一期主线	互通连接线	备注
设计速度	km/h	60	40	
道路等级	级	一级公路	二级公路	
路基宽	m	19	24	
路线长度	公里	4.38	2.54	
路基土石方	千立方米	72.5	1263	不含互通
路基排水及防护	千立方米	2.699	12.022	不含互通
高边坡锚索/锚杆	米/米	/	12672/8448	不含互通
沥青路面	千平方米	110.309	54.69	不含桥隧
特 大 桥	米/座	3676.2/1	/	不含互通
大　　桥	米/座	0	516/2	不含互通
中 小 桥	米/座	0	/	不含互通
桥梁合计	米/座	3676.2/1	516/2	
桥隧比例	%	83.93	20.31	
互通式立交	座	1.5	/	
通道	道	0	/	不含互通
市政管线及绿化	公里	4.38	2.54	
征用土地	亩	433.57	171.09	
基本农田	亩	0	0	
拆迁房屋	平方米	3118	344.1	

工程名称	单位	一期主线	互通连接线	备注
拆迁电力、电讯	公里	0.8	5.76	
投资估算	亿元	25.0568		
平均每公里造价	亿元	5.7207		
建安工程费	亿元	20.0263		
平均每公里建安费	亿元	4.5722		

2.2.1.3 项目与其他交通的衔接情况

琅岐岛环岛路：等级为城市主干路，路基宽度 70 米，沥青混凝土路面。

粗芦岛环岛路：等级为城市主干路，路基宽度 24 米，沥青混凝土路面。

2.2.1.4 交通量分析预测

（1）主线路段

综合川石岛至琅岐岛公路趋势型交通量、诱增交通量、琅岐岛旅游交通量及远洋基地转移交通量，得到本项目交通量预测结果，如下表 2.2-2 所示。

表 2.2-2　主线推荐方案交通量预测结果　　单位：辆/日，小客车

年份	2032	2037	2042	2047	2052
趋势交通量	1618	2085	2908	3790	4888
诱增率（%）	10%	10%	15%	5%	
诱增交通量	162	208	436	190	244
旅游交通量	986	1574	1863	2192	2411
基地交通量	164	904	1808	2260	2671
预测交通量合计	2931	4771	7016	8432	10215

注：建设规模以 2052 年预测交通量为准。

（2）互通连接线路段

互通连接线与粗芦岛环岛路相连，结合琅岐环岛路趋势交通量、诱增交通量等得到互通连接线交通量预测结果。

表 2.2-3　互通连接线公路推荐方案交通量预测结果　　单位：辆/日，小客车

年份	2032	2037	2042	2047	2052
趋势交通量	4046	5212	7071	8476	10870
诱增率（%）	93	101	116	196	252
预测交通量合计	4139	5313	7187	8672	11122

注：建设规模以 2052 年预测交通量为准。

2.2.1.5 设计技术标准

根据交通量预测结果，依据本项目的使用任务、性质、功能，项目所在区域

地形情况及工程实际投资规模，结合交通运输部颁发的《公路工程技术标准》（JTGB01-2014）公路等级和设计速度选用原则，本项目主线采用设计速度60km/h，双向四车道一级公路标准建设，路基宽度一般路段为19m。互通连接线采用二级公路兼市政功能标准建设，设计速度40公里/小时，路基宽度24m。本项目主要技术标准见表2.2-4。

表2.2-4　主要技术标准表

序号	指标名称		单位	主路	互通连接线
1	公路等级		级	一级公路	二级公路
2	路段长度		公里	4.38	2.54
3	建设里程		公里	4.38	2.54
4	设计速度		公里/小时	60	40
5	车道数		个	4（双向）	4（双向）
6	路基宽度		米	19	24
7	平曲线最小半径	一般值	米	200	100
		极限值	米	150	60
8	不设超高最小平曲线半径（路拱=2%）		米	1500	600
9	停车视距		米	75	40
10	最大纵坡		%	6	7
11	凸形竖曲线最小半径	一般值	米	2000	700
		极限值	米	1400	450
12	凹形竖曲线最小半径	一般值	米	1500	700
		极限值	米	1000	450
13	洪水频率	特大桥		1/300	1/300
		大、中桥		1/100	1/100
		小桥涵、路基		1/100	1/50
14	路面设计标准轴载		双轮组单轴100KN		
15	汽车荷载等级		等级	公路—I级	公路—I级
16	监控设施等级		等级	C级	C级
17	服务水平		等级	三级	四级

2.2.2 主要结构、尺度

2.2.2.1 路基工程

本项目路基横断面布置如下：

①主线

整体式道路宽度=土路肩（0.75m）+硬路肩（0.75m）+机动车道（2×3.5m）

+路缘带（0.5m）+中央分隔带（1m）+路缘带（0.5m）+机动车道（2×3.5m）+硬路肩（0.75m）+土路肩（0.75m）=19m。整体式路基横断面图见图 2.2-10。

分离式道路单幅宽度=土路肩（0.75m）+硬路肩（0.75m）+机动车道（2×3.5m）+硬路肩（0.75m）+土路肩（0.5m）=9.75m。分离式路基横断面图见图 2.2-11。

略

图 2.2-9　主线道路标准横断面图（整体式路基）

略

图 2.2-11　主线道路标准横断面图（分离式路基）

②互通连接线

整体式道路宽度=非机动车道（3.0m）+侧分带（1.5m）+路缘带（0.25m）+机动车道（2×3.5m）+双黄线（0.5m）+机动车道（2×3.5m）+路缘带（0.25m）+侧分带（1.5m）+非机动车道（3.0m）=24m。整体式路基横断面图见图 2.2-12。

分离式道路单幅宽度=非机动车道（3.0m）+侧分带（1.5m）+路缘带（0.5m）+机动车道（2×3.5m）+路缘带（0.25m）=12m。分离式路基横断面图见图 2.2-13。

略

图 2.2-12　互通连接线道路标准横断面图（整体式路基）

略

图 2.2-13　互通连接线道路标准横断面图（分离式路基）

2.2.2.2 路面工程

（1）路面设计内容和要求

①路面结构类型选择

根据道路交通、当地环境和设计任务的要求，论证选择路面结构类型。

②路面结构组合设计

根据使用要求，交通特性和当地环境、路基支撑条件、材料供应、施工养护以及资金筹措等情况，通过论证、比选、选择各结构层的种类，确定各结构层的层位。

③路面结构设计验算

根据设计规范规定的方法与程序，验算路面结构在交通、环境条件下，承载能力、疲劳耐久性能是否满足规范规定的允许条件指标及达到规范规定的最基本要求，确定路面板以及各结构层的厚度。

④路面排水设计

根据当地环境条件和路面结构特点，精心布置了地面排水和结构内部排水系统和排水设施，通过分析和验算，论证路面结构排水的通畅程度。

（2）路面结构组合

本项目路面设计根据道路交通、当地环境、材料供应、承载能力、疲劳耐久性及是否符合相应规范标准等因素的前提下，对机动车道路面基层、底基层材料进行比选，最后推荐采用倒装半刚性基层路面结构，沥青稳定碎石作为上基层，级配碎石作为下基层，水泥稳定碎石作为底基层材料。结构设计层厚度见表 2.2-5。

表 2.2-5　结构设计层厚度

结构设计层	各层厚度
机动车道	4cm 细粒式改性沥青混凝土上面层AC-13C
	6cm 中粒式改性沥青混凝土下面层AC-20C
	14cm 密集配稳定碎石上几层ATB-25
	15cm 级配碎石基层
	1cm 热沥青表处下封层
	32cm 5%水泥稳定碎石底基层
非机动车道	4cm 细粒式改性沥青混凝土上面层AC-13C
	6cm 中粒式改性沥青混凝土下面层AC-20C
	1cm 热沥青表处下封层
	20cm 5%水泥稳定碎石底基层
	15cm 级配碎石基层
人行道	6cm 人行道透水砖
	3cm 干硬性水泥砂浆调平层
	3cm 大孔隙水泥混凝土透水基层
	10cm 碎石底基层
隧道路面	4cm 细粒式改性沥青混凝土上面层AC-13C
	6cm 中粒式改性沥青混凝土下面层AC-20C
	24cm 水泥混凝土面层
	20cm C15水泥砼基层
	15cm 级配碎石基层
桥面铺装路面	4cm 细粒式改性沥青混凝土上面层AC-13C
	6cm 中粒式改性沥青混凝土下面层AC-20C

2.2.2.3 桥涵工程

（1）设计原则

①桥梁跨径除结合桥位地形、河床断面外，还应根据桥位附近上、下游梯级水电站等构造物以及使用情况确定，桥梁标高除考虑设计洪水位外，还应考虑被交道路及桥隧相接情况合理布置桥孔。

②一般桥涵结构型式尽可能做到材料能就地取材，以节省工程造价；且尽量做到标准化，以方便施工，加快施工进度。特大桥、大跨径桥梁型式重点考虑便于养护、节省投资。

③按照适用、经济、安全和美观的原则，尽量选用技术先进、受力明确、施工简便、养护费用低的桥型方案。

④为改善行车条件，特大、大桥原则上采用连续结构或采用先简支后连续的结构型式，中、小桥梁可采用简支结构、桥面连续。考虑到景观需要，支线上跨桥梁原则上应考虑采用连续结构。

⑤桥涵分类以 5.0m 为界，跨径大于等于 5.0m 采用桥梁，5.0m 以下采用涵洞。

（2）设计标准

①桥面宽度

主桥：2×[140（风嘴）+135（索区）+50（护栏）+150（硬路肩）+2×350（行车道）+50（路缘带）+25（C 值）+50 护栏）+100/2（水管）]=2700cm；

过江段引桥：100（水管）+2×[50（护栏）+150（硬路肩）+2×350（行车道）+50（路缘带）+25（C 值）+50（护栏）]=2150cm；

陆地引桥：50（中间带）+2×[50（护栏）+75（硬路肩）+2×350（行车道）+50（路缘带）+25（C 值）+50（护栏）]=1950cm。

②设计荷载：公路－I级；

③设计洪水频率：一般大、中、小桥和涵洞 1/100，特大桥 1/300；

④地震烈度：VI度，桥梁按VII度设防。

2.2.2.4 桥梁工程

（一）桥梁工程概况

本项目地处连江县粗芦岛旗山西侧海域、粗芦岛龙沙村东侧海域和琅岐岛东北侧海域，起点位于粗芦岛，终点位于琅岐岛环岛路龙台村；涉及通航的区段包括壶江水道海域、闽江通海航道；跨越航道位置布设大跨径桥梁，海上非通航孔桥和陆地桥梁标准段推荐采用 50m 现浇箱梁，各线路桥梁布置见表 2.2-6。

表 2.2-6　推荐线路桥梁工程一览表

指标名称	孔数－孔径（孔－米）	桥梁全长	结构类型	跨越航道
粗芦闽江特大桥	（63+63+74+798+76+72+72）+（72+125+72）+（46+50+45.7）+2×3×45+（47.5+50）+（90+170+90）+（52.5+80+52.5）+2×2×50+3×50+3×45+3×3×50+2×2×50	3676.2m	预应力砼等截面连续箱梁、预应力砼变截面连续梁、钢箱梁斜拉桥、预应力砼连续刚构	壶江水道、闽江通海航道

推荐线路海上桥梁全长 2.887 km（含连接线引桥），其中壶江水道桥推荐采用 170m 预应力混凝土连续刚构桥，闽江通海航道桥推荐采用主跨 798m 斜拉桥。

（二）桥梁工程方案

（1）通航孔桥

①通航净空要求

拟建工程涉及通航的区段包括壶江水道海域和闽江通海航道，详见图 2.2-14。

略

图 2.2-14　各航道平面位置图

根据工程海域通航现状、《福州港总体规划》和通航要求，以及咨询有关主管部门意见后，提出如下通航净空尺度和技术要求（表 2.2-7）：

壶江水道海域：按海轮、杂货船分别计算，500 吨单孔双向兼顾 3000 吨单向通行需通航净宽为 105m。

闽江通海航道海域：按油船、集装箱船、散杂货船分别计算，通航 3.0 万吨级船舶单孔双向需通航净宽为 503m，通航 10 万吨级油船单向需通航净宽为 501.01m。根据海域条件按通航 3.0 万吨级散货船单孔双向兼顾 10 万吨级特种船单向通航标准通航净宽为 510.38m。

表 2.2-7　航道通航要求一览表

航道	通航等级	通航净宽（m）		通航净高（m）	建议通航方式
		单孔双向	双孔双向		
壶江水道	500吨单孔双向兼顾3000吨单孔单向通行	105	2×54	37.45	单孔双向
闽江通海航道	3.0万吨级船舶兼顾10万吨级船舶	503	2×300	55.45	单孔双向

②通航孔桥方案

I、闽江通海航道桥

闽江通海航道桥跨越闽江通海航道，该航道桥连接壶江岛和粗芦岛，两个岛屿之间存在海底深槽，最大水深达 30 多米。根据《粗芦闽江特大桥航道通航条

件影响评价报告》及福建省交通运输厅审批文件《福建省交通运输厅关于国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程粗芦闽江特大桥航道通航条件影响评价的审核意见》结论，闽江通海航道桥主跨的跨径≥660m。在满足闽江通海航道的净宽要求，由于梁桥和拱桥方案跨越能力相对较小，基本不可行，而悬索桥和斜拉桥跨越能力较大，均是符合跨径需求的桥型。

为兼顾通航安全、工程建设条件、造价及工期等因素，闽江通海航道桥推荐采用主跨798m斜拉桥方案，闽江通海航道平面图见图2.2-15。

略

图 2.2-15　闽江通海航道平面图

A.桥跨布置

采用双塔混合梁斜拉桥，桥跨布置为2×63+74+798+76+2×72=1218m，各边跨设置两处辅助墩，全桥为半漂浮体系，塔处设竖向支承、纵向限位阻尼装置及横向抗风支座，辅助墩竖向支承，过渡墩设竖向支承及横向抗风支座，桥型布置图如图2.2-16所示。结构体系的设置既考虑全桥静力受力需要，同时也是动力作用分析（特别是抗震减振优化设计）得到的结果。

略

图 2.2-16　闽江通海航道桥斜拉桥方案立面示意（单位：cm）

B.主梁构造

主梁采用混合梁方案，边跨设置混凝土梁，中跨设置钢箱梁，钢箱梁标准横断面见图2.2-17。

钢箱梁采用扁平流线型方案，主梁全长634m，梁宽27m，梁高3m；斜拉索横向间距23m，吊点在钢箱梁上的顺桥向间距15m，吊索锚固在风嘴上，桥面宽21.5m，单侧索区及风嘴宽2.75m，平底板宽12.5m。标准梁段长15m，设置实腹式横隔板，间距3.0m；顶板U肋上口宽300mm，下口宽170mm，高280mm，U肋中心距600mm；底板U肋上口宽250mm，下口宽400mm，高260mm，U肋中心距800mm。顶板厚16mm，U肋板厚8mm，底板厚10mm，斜底板厚10mm，底板U肋板厚8mm。横隔板设置两个高1.1m的人洞及6处管线孔道，人洞处设置检查车轨道。

主梁采用Q345qD钢材，锚固边腹板采用抗层状撕裂钢Z15。

混凝土梁采用扁平流线型单箱三室预应力混凝土主梁，主梁全长2×193m。

横隔梁间距 7.5m，在有索区与斜拉索对应布置。箱梁外轮廓与钢箱梁一致，梁中心高 3.0m。标准节段顶板厚度 32cm，底板厚度 30cm，腹板厚度 45cm。

略

图 2.2-17　钢箱梁标准横断面（单位：cm）

C.斜拉索及斜拉索锚固

斜拉索采用空间扇型双索面布置方式，钢箱梁上标准索距为 15.5m，北边跨混凝土梁上索距为 7m 和 8m 两种，南边跨混凝土梁上索距为 9.5m 和 7m 两种，塔上索距为 2.5～3m；斜拉索采用平行钢丝成品斜拉索，全桥共 2×4×24=192 根斜拉索，最长约 429.7 米，最大规格为 LPES7-313。

塔上斜拉索锚固于塔内，采用钢锚梁方案，梁上斜拉索锚固于钢箱梁外侧腹板上，采用锚箱式锚固方案。斜拉索采用带 PE 防护的 1860MPa 平行钢丝斜拉索，钢丝直径 7mm。

D.索塔及基础

索塔为钻石型塔，采用钢筋混凝土空心结构，塔高（含塔冠及塔座）北（南）塔 246m（247m），设一道下横梁，下塔柱高度为北塔高 56.5m，南塔高 57.5m，上塔柱高度均为 187.5m。索塔具体构造见图 2.2-18。

除索塔下横梁为全预应力混凝土构件外，其他塔柱均为普通钢筋混凝土结构，索塔均采用 C55 混凝土。截面形状为带 V 型刻槽的六边形，上塔柱截面尺寸为 6.0（横）×7.5（顺）m，过渡到塔底截面尺寸为 7.0（横）×12.0（顺）m，塔底 6m 采用实心断面。

索塔基础均采用群桩基础，桩基采用直径 3.0m 的钻孔灌注桩。

略

图 2.2-18　索塔构造（单位：cm）

E.锚梁

斜拉索塔端采用钢锚梁的锚固方式，钢锚梁主要承受斜拉索的平衡水平力。每套钢锚梁锚固 1 对斜拉索。单个索塔有钢锚梁共 48 套，横向每侧塔柱包含 24 套，自下而上编号为 GML1～GML24。钢锚梁构造见图 2.2-19。

钢牛腿是钢锚梁的支承结构，每根钢锚梁直接支承在一对钢牛腿顶板上。钢牛腿由上承板、聚四氟乙烯滑板、腹板、腹板加劲板、塔壁钢板、剪力钉及 PBL 加劲钢板组成。

钢牛腿与钢锚梁接触面采用不锈钢板与四氟滑板构成滑动摩擦副，以确保钢锚梁沿纵桥向可做微小滑动。整体组装前四氟滑板面涂硅脂油，增加摩擦副的润滑性。

略

图 2.2-19　钢锚梁构造示意图（单位：cm）

F.辅助墩

本项目辅助墩采用整体下部墩身的结构形式，墩身采用矩形断面，墩高在31～54m 之间，断面尺寸为 7（横）×3.75m（顺）。

承台采用矩形，外轮廓尺寸为 7.5×12m，承台厚 4m，封底混凝土厚 1m。承台下设 6 根直径 1.8m 的钻孔灌注桩，按照嵌岩桩设计。辅助墩具体构造见图 2.2-20。

墩身采用 C50 海工耐久混凝土，承台采用 C40 海工耐久混凝土，桩基混凝土采用 C35 海工耐久水下混凝土，承台封底混凝土垫层采用 C25 海工耐久混凝土。

略

图 2.2-20　辅助墩及基础构造（单位：cm）

G.桥面铺装

钢箱梁铺装方案采用 7.5cm 钢桥面铺装方案。

II、壶江水道桥

根据《粗芦闽江特大桥航道通航条件影响评价报告》及福建省交通运输厅审批文件《福建省交通运输厅关于国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程粗芦闽江特大桥航道通航条件影响评价的审核意见》结论，壶江水道桥推荐采用主跨 170m 预应力混凝土连续刚构桥。

A.总体布置

对预应力混凝土连续刚构桥，边中跨比宜 0.55～0.6 之间，本桥的桥墩高度达到 40 余米，应尽量减小边跨现浇段长度，以利用墩顶托架施工边跨现浇段，避免海上搭设高墩支架，因此边跨长度取 90m，边中跨比 0.53，桥跨布置为 90+170+90m。桥型立面布置图 2.2-21 所示。

略

图 2.2-21　壶江水道桥总体布置图（单位：cm）

B.主梁断面设计

桥梁全宽 21.5m，分幅设置，单幅桥宽 10.25m，梁高由 3.5m 渐变至 10.0m，主梁采用直腹板箱型断面。箱梁顶宽 10.25m，底宽 5.25m，悬臂长度 2.5，墩顶梁高 10.0m，跨中梁高 3.5m，梁底曲线按照二次抛物线规律变化。标准断面见图 2.2-22。

略

图 2.2-22　标准断面图（单位：cm）

C.主墩

本项目主墩采用双柱薄壁墩，双柱顺桥向中心间距 7.5m，墩身顺桥向厚度 2.5m，横桥向宽度 5.25m。考虑提高基础的防船撞能力，采用整体式承台，承台顶标高+0.59m，承台顺桥向长度 12.3m，横桥向宽度 21.45m，承台厚度 4.8m。基础采用 8 根直径 2.8m 桩基。主墩立面及断面图见图 2.2-23。

略

图 2.2-23　主墩立面、断面图（单位：cm）

D.过渡墩

本项目过渡墩的墩身结构与两侧引桥保持一致，采用矩形空心墩，墩身顺桥向厚度 3.5m，横桥向宽度 5.25m。考虑提高基础的防船撞能力，采用整体式承台，承台顶标高+0.59m，承台顺桥向长度 8.6m，横桥向宽度 19.85m，承台厚度 3.2m。桩基采用 8 根 2.0m 钻孔灌注桩。过渡墩立面及断面图见图 2.2-24。

略

图 2.2-24　过渡墩立面、断面图（单位：cm）

（2）非通航孔桥

本线路中非通航孔桥分为海上（龙沙一号大桥、龙沙二号大桥）与陆地两部分，根据本项目的建桥条件，控制海上引桥的主要因素是缩短海上施工周期，合理降低造价；因此海上引桥需尽量增大桥梁跨径，并采用标准跨径布设，减少海中基础数量，减少下部结构对水流的影响，重视景观设计以及绿色环保的施工工法。结合建造条件以及陆地桥梁与海上桥梁景观的协调一致性，推荐海上非通航孔桥采用 50m 现浇预应力箱梁。

非通航孔区水深小于 6m，无通航要求，其余技术标准同闽江航道桥。

设计方案：非通航孔桥推荐采用 50m 现浇预应力箱梁，下部结构采用花瓶型

桥墩配群桩基础。

2.2.2.5 交叉工程

（1）互通式立体交叉设计原则

互通式立交的方案设计，应符合国家及沿线路网现状和远期规划，并根据交通量、社会经济和自然地理条件，以及车流合理分配，保证交通安全，选择合适的互通立交型式和适当的规模，选择满足交通功能要求、与周围地形地貌相匹配、适合现场情况、便于运营管理并获得最大的社会经济效益的设计方案。

（2）互通立交设置情况

为最大限度地发挥公路的社会经济效益，促进沿线地方经济的发展，根据路线的总体布局、交通量分布、沿线自然地形条件等，沿线拟布设互通式立体交叉，本项目布设 2 处互通式立体交叉，为建光互通与粗芦互通，其中粗芦岛互通分两期建设；互通立交应分布在交通联络最便捷的地方，既要考虑沿线城镇的经济发展，又要兼顾主要道路的沟通，以车辆上路率最高，最大限度促进区域经济发展为目的。推荐 K 线方案互通立交设置见表 2.2-8。

表 2.2-8　互通式立体交叉一览表（推荐 K 线）

序号	名称	交叉桩号	间距（km）	被交叉道路（名称/等级）	交叉型式	方案型式
1	建光互通	K7+514	3.33	琅岐环岛路/城市主干道	主线下穿	T型
2	粗芦互通（本项目）	K4+189	0.594	粗芦岛环岛路/一级	主线上跨	半互通
3	粗芦互通（后期实施）	K3+600	-	国道639/一级	主线上跨	半直连T型

①建光互通

本项目建光互通位于福州市马尾区琅岐镇建光村附近。通过建光互通，本项目与琅岐环岛路衔接，通往琅岐岛沿岸。互通被交路琅岐环岛路为 70m 的双向四车道城市主干道，设计速度 60km/h。该互通建设完成后，环岛路南侧长乐方向车辆可通过匝道上下国道 639，琅岐环岛路西侧福州方向车辆可通过主线直接上下国道 639。建光互通平面布置见图 2.2-25。

略

图 2.2-25　建光互通平面布置图

②粗芦岛互通

在粗芦岛上设置粗芦岛互通，分为两期建设。本项目为一期建设，不包含旗

山隧道，与主线交叉桩号为K4+183.47。本项目建设完成后，G639南侧车辆可通过该匝道驶入粗芦岛环岛路，连接线起点与粗芦岛环岛路平交。粗芦岛互通平面布置见图2.2-26。

略

图2.2-26　粗芦岛互通平面布置图

2.2.2.6 给排水工程

（1）给水工程设计方案

本工程范围内琅岐环岛路有现状给水管道，管径DN400，由于道路扩宽、路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，现状给水管道无法保留。涉及现状给水管的段落对现状给水管进行拆除并新建。

本工程范围内琅岐环岛路有现状中水管道，管径DN500，由于道路扩宽、路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，现状中水管道无法保留。涉及现状中水管的段落对现状给水管进行拆除并新建。

目前规划区主要由区内的琅岐水厂供水。琅岐水厂位于幸福水库南面空地，现状规模为5万吨/天。粗芦岛水源引至连江琯头，建设粗芦岛水厂，现状规模0.3万吨/天，规划线路无现状给水管道。

根据《连江县粗芦岛片区控制性详细规划》《福州新区·琅岐岛控制性详细规划》，并结合道路红线宽度与两侧周边地块用地性质进行布置给水管线，具体情况如下：

粗芦岛互通连接线给水管采用单侧布置，管径为DN300，并预留远期衔接粗芦岛大道给水系统。粗芦岛给水管网规划见图2.2-27。

琅岐环岛路由于道路扩宽、路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，现状给水管道无法保留。设计现状给水管的段落对现状给水管进行拆除并重建。迁改给水管管径同现状给水管管径一致，管径为DN400。

琅岐环岛路由于道路扩宽、路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，现状中水管道无法保留。设计现状中水管的段落对现状给水管进行拆除并重建。迁改中水管管径同现状中水管管径一致，管径为DN500。

本次管道设有阀门井、排气阀井、泄水阀及湿井等，均采用地面操作圆形砖砌结构，做法详见国标，具体施工及相关要求按图集07MS101《市政给水管道

工程及附属设施》执行。给水管道直径≤DN300 时，检修阀门采用闸阀，管径大于 DN300 时，检修阀门采用蝶阀，并且需增加阀门伸缩器一个。阀门井井圈加设一道圈梁。

略

图 2.2-27　粗芦岛给水管网规划图

（2）污水工程设计技术方案

琅岐岛环岛路沿现状道路红线范围外敷设 DN800 污水重力管道，经污水泵站提升后沿现状道路红线范围外敷设 DN600 污水压力管道，最终流入污水处理厂。琅岐环岛路因污水管线大部分在改造红线范围之外且管底埋深较深，不纳入本次改造范围。

粗芦岛连接线为新建道路，现状污水以自然排放为主。根据《连江县粗芦岛片区控制性详细规划（修编）》，粗芦岛连接线规划污水系统排至古湖规划污水泵站，经泵站提升后排至粗芦岛大道现状污水系统，沿线收集深坞片区污水。污水重力管管径 DN400，压力管管径 DN200。根据用地规划，周边地块无需预留横穿管。

粗芦岛连接线污水管线采用单侧布置，布置在西侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。污水干管管径为 DN400，经泵站提升后污水压力管管径 DN200。根据用地规划预留 DN400 横穿管，预留至红线外 2.0 米，端头设置检查井。本项目污水管道沿途收集周边地块污水，最终汇入西南侧粗芦岛大道污水系统，并最终排至污水处理厂。

（3）中水工程设计技术方案

本项目保留原环岛路道路红线外中水管道，仅对受新建跨线桥、展宽段道路、影响的中水管道进行迁改。具体迁改位置见表 2.2-9。

表 2.2-9 中水管道布置段落表

序号	位置	桩号段	备注
1	南侧人行道	ZK8+540~NRK0+585	展宽段影响
2	南侧人行道	NRK1+023~NK9+066	展宽段影响

本工程范围内琅岐环岛路有现状中水管道，管径 DN500，由于道路扩宽、路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，现状中水管道无法保留。涉及现状中水管的段落对现状给水管进行拆除并新建。迁改中水管管径同现状中水管管径一致，管径为 DN500。

2.2.2.7 雨水工程

（1）现状雨水管网

琅岐岛环岛路为改扩建道路，全段均敷设排水管线。现状道路沿机动车道下敷设 DN600~DN800 雨水管道，双侧敷设，将雨水排入现状涵洞或就近水体。

粗芦岛连接线为新建道路，现状排水以自然排放为主。根据《连江县粗芦岛片区控制性详细规划（修编）》，粗芦岛连接线仅在道路边新建 B=0.4～0.5m 雨水沟用于路面排水，并根据地形排入就近水系，规划图见图 2.2-28。由于本项目道路标准横断面新建人行道，考虑道路两侧排水需求，采用单侧布管，主管管径 DN500~DN1000。

略

图 2.2-28 《连江县粗芦岛片区控制性详细规划》（修编）雨水工程规划图

（2）雨水工程设计方案

粗芦岛连接线雨水管线布置采用双侧方式，位于两侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500～DN1000，路外场地根据用地规划仅在远期旅游服务中心处预留 DN600 横穿管，预留至红线外 2.0 米，端头设置检查井。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并将其排入下游水系。

琅岐环岛路由于道路扩宽、路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，现状南侧雨水管线无法保留，南侧雨水线迁改至非机动车道下，距离路缘石边线 1.5m。雨水干管的管径范围为 DN500~DN1000。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并将其排入下游水系。

①琅岐环岛路 ZK8+742 至 NRK0+880 段：

因现状道路扩宽，路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，废除南侧现状雨水管道，将现状南侧雨水管线迁改至非机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500～DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并分段排入下游水系。

②琅岐环岛路 NRK0+880 至 NK9+040 段：

因现状道路扩宽，路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，废除现状雨水管道，将现状两侧雨水管线迁改至非机动车道下，距离路缘石边线 2m，雨水干管的管径范围为 DN600～DN1000；考虑引桥至桥台处施工界面问题，在绿化带处新建

DN600 雨水管。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并分段排入下游水系。

③琅岐环岛路 NK9+040 至 NK9+200 段：

因现状道路扩宽，路线线型变化、新建桥梁支墩等因素，废除南侧现状雨水管道，将现状南侧雨水管线迁改至非机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500～DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并分段排入下游水系。

④粗芦道连接线 LZK0+500 至 LZK1+200 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于东侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500～DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并排入 LZK1+020 涵洞。

⑤粗芦道连接线 LZK1+200 至 LZK1+550 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于东侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500～DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并排入 LZK1+200 涵洞。

⑥粗芦道连接线 LZK1+550 至 LYK1+603 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于东侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并排入 LZK1+603 涵洞。

⑦粗芦道连接线 LZK1+603 至 LYK2+160 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于东侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500~ DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并排入 LZK1+840 涵洞。

⑧粗芦道连接线 LZK1+603 至 LYK2+160 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于北侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500~DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水及北侧地块汇水，并排入 LZK1+840 涵洞。

⑨粗芦道连接线 LZK2+160 至 LYK2+260 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于北侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。

雨水干管的管径范围为 DN500。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并排入 LZK2+160 涵洞。

⑩粗芦道连接线 LZK2+260 至 LYK2+460 段：

新建雨水管道，采用单侧布置，位于北侧机动车道下，距离路缘石边线 2m。雨水干管的管径范围为 DN500~DN800。雨水管道的主要功能是收集道路路面雨水，并排入 LZK2+425 涵洞。

（3）管材选择

雨水管道≤D800 采用高密度聚乙烯（HDPE）增强缠绕结构壁管，管材质量须符合《埋地用聚乙烯（PE）结构壁管道系统第 2 部分：聚乙烯缠绕结构壁管材》（GB/T19472.2-2017）标准，其力学性能应满足相应的规程要求，埋深≤3.0m，强度等级为环刚度≥8kN/m^2，埋深＞3.0m，强度等级为环刚度≥12.5kN/m^2，即均不小于 S2 级别。管道接口：双胶圈接口；管道基础：管底填砂厚 200 毫米。管径 1500＞d≥1000 时采用承插式钢筋砼承插管道，管径 d≥1500 时采用企口式钢筋砼承插管道，Ⅱ级管材，橡胶圈接口。管材质量须符合《混凝土和钢筋混凝土排水管》（GB/T11836-2009）标准。采用砂石管基。管道基础：管底换填砂厚 200 毫米。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 实施方案

通过分析项目区域实施条件、本项目工期、质量和造价的重要因素后，制定相应的实施方案如下：

（1）工程实施本着“先急后缓”的原则，采取先主体后配套的方式进行建设；

（2）全面采用机械化施工，以机械施工为主，适当配合人工施工，以确保施工质量和进度；

（3）进行电力、电讯线路、设施拆迁时，宜提前与电力、电讯设施产权单位商议，尽量安排在线路检修期时，以最大限度地降低拆迁单位的损失和建设费用；

（4）施工方法和工艺，均按现行的施工有关规范、规程和要求实施，无须特殊要求；

（5）在施工中应确保路基压实度以及路面平整度和防渗要求，并做好路基排水防护工程，严禁在下雨条件下施工路面；

（6）注意安全文明施工，随着社会的发展，人们对环境的要求越来越高，社会对安全问题也高度关注，安全文明施工已经成为项目成败的一个重要因素。

（7）材料和机具运输：本项目材料运输主要靠公路，部分路段仍需修建施工便道才能满足施工机具和材料的运输要求。

2.3.2 施工顺序

征地拆迁→准备工作→临时道路→排水工程、桥涵工程→路基土石方→边坡防护→管道管线→路面基层→路面面层→交通安全设施。

2.3.3 施工工艺和方法

根据项目施工实施方案，本项目涉海段主要工程为粗芦闽江特大桥，龙沙一号大桥和龙沙二号大桥。粗芦闽江特大桥为通航孔桥，采用通航孔桥施工工艺；龙沙一号大桥和龙沙二号大桥为非通航孔桥，采用非通航孔桥施工工艺。

2.3.3.1 通航孔桥施工工艺和方法

本项目粗芦闽江特大桥采用通航孔桥施工工艺，包括闽江通海航道桥、壶江水道桥。

（1）闽江通海航道桥

①索塔及基础施工

采用先平台施工钻孔桩后围堰施工承台，塔柱施工采用液压爬模系统，标准节段按 6m 分节考虑，下横梁采用落地支架法施工，上横梁采用预埋牛腿托架法施工。

②斜拉索施工

斜拉索采用工厂制造，现场安装。安装时用塔顶吊架、塔吊及软硬牵引设施挂设。挂索时对称施工。

③上部结构施工

边跨混凝土梁采用少支架现浇施工；中跨主梁利用桥面吊机悬拼施工。

（2）壶江水道桥

①基础及下部结构施工

基础及下部结构采用栈桥加水上平台法施工。

先施工钻孔桩，后围堰施工承台，桥墩采用现浇施工。

②上部结构施工

预应力变截面混合连续梁方案上部构造采用挂篮悬浇逐段施工法。挂篮悬浇逐段施工法是已经很成熟的施工方法。使用该施工方法连续梁营运状态的结构受力与施工状态的受力状态比较接近，钢束用量省。悬臂浇筑施工期不影响桥下通航，施工简便，结构整体性好，是目前大跨径连续梁和连续刚构最常用的施工方法。

施工顺序为：桥墩施工→在墩顶搭托架浇筑箱梁 0 号节段→上挂篮逐段悬浇箱梁节段→吊装跨中钢混结合段，浇筑结合段混凝土→浇筑边跨箱梁最后悬浇节段同时搭支架现浇边跨现浇段→拆挂篮、上边跨吊架对称合龙两边跨→拆临时支撑→上中跨桥面吊机、吊装跨中大节段钢箱梁、中跨合龙→拆桥面吊机→桥面施工。

2.3.3.3 非通航孔桥施工工艺和方法

本项目龙沙一号大桥和龙沙二号大桥采用非通航孔桥施工工艺。

①基础及下部结构施工

基础及下部结构采用栈桥加水上平台法施工，桥梁桩基采用钻孔施工，桥墩采用模板现浇施工。

②上部结构施工

上部结构采用预应力混凝土连续 T 梁，在预制场完成预制后采用架桥机逐孔架设。

2.3.4 施工栈桥施工工艺及方法

2.3.4.1 施工栈桥工艺流程

本项目拟建跨海桥梁有粗芦闽江特大桥，龙沙一号大桥和龙沙二号大桥，其中粗芦闽江特大桥包含跨越壶江水道的壶江水道桥和跨越闽江通海航道的闽江通海航道桥。根据项目拟建桥梁的施工工艺及方法，需建设施工栈桥共 3 段，分别为粗芦闽江特大桥栈桥、龙沙 1 号大桥钢栈桥和龙沙 2 号大桥钢栈桥，桥面宽 8.6m，位于申请用海范围内，无需申请施工期用海。

本项目施工栈桥主体由钢管桩构成，施工栈桥搭设工艺流程见图 2.3-1，粗芦闽江特大桥段施工栈桥位置图详见图 2.3-2，龙沙一号大桥和龙沙二号大桥段施工栈桥位置图详见图 2.3-3，粗芦闽江特大桥栈桥平面布置图详见图 2.3-4，龙沙 1 号大桥钢栈桥平面布置图详见图 2.3-5，龙沙 2 号大桥钢栈桥平面布置图详见图 2.3-6，栈桥立面及断面图详见图 2.3-7。

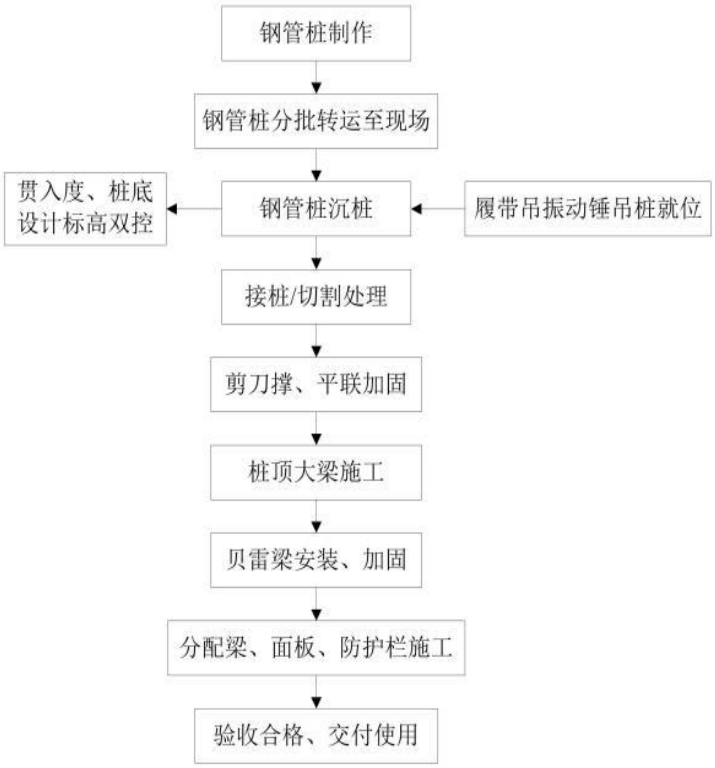


图 2.3-1　钢栈桥搭设工艺流程

略

图 2.3-2　粗芦闽江特大桥段施工栈桥位置图

略

图 2.3-3　龙沙 1 号大桥、龙沙 2 号大桥段施工栈桥位置图

略

图 2.3-4　粗芦闽江特大桥栈桥平面布置图

略

图 2.3-5　龙沙 1 号大桥钢栈桥平面布置图

略

图 2.3-6　龙沙 2 号大桥钢栈桥平面布置图

略

图 2.3-7　栈桥结构立面及断面图

2.3.4.2 施工栈桥施工方法

（1）钢管桩基础施工

本项目采用钓鱼法搭设栈桥。履带吊机站位在桥台位置，向前悬臂拼装贝雷梁，在贝雷梁间设置定位桩导向框，然后插打定位桩。先将定位桩安装在定位框内，再安装打桩锤，安装好后，利用履带吊机竖向起吊后将定位桩下端略微插入土层内，测量并调整桩的垂直度，待符合要求后缓慢将吊机吊钩松开，钢管桩在自重及打锤自重下插入土体一定深度后，点动打锤桩，插打定位桩，待桩入土3m左右桩身自身达到稳定后再逐渐增加打桩锤振动插打时间，待桩身入土5m左右后再摘除吊钩，继续插打定位桩。定位桩插打完成后，焊接桩间连接，利用履带吊安装桩顶分配梁，继续插打第二排定位钢管桩，直至施工完成。

（2）桥梁下部基础施工

桥梁施工工艺钻孔灌注桩为成熟工艺，桩基的施工顺序为：搭设钻孔平台→震动锤下沉桩基钢护筒至淤泥和中砂底→回旋钻机泥浆护壁进行钻孔→清孔→下桩基钢筋笼→浇筑桩基混凝土。在桩基施工过程中，为确保海上打桩又快又准，桩基施工采用GPS与常规定位技术结合的方法。首先在墩位处搭设钻孔平台；准确定位每根桩基，然后用震动锤将桩基钢护筒下沉至淤泥和中砂深度；在钻孔平台上采用回旋钻机在钢护筒内钻孔，直到桥墩基础所需的深度，清孔排出泥浆；将预制好的桩基钢筋笼船运至施工点位，利用吊机将钢筋笼下沉入桩基孔中。

（3）承台、系梁、桩身及盖梁施工方法

承台、系梁与桩身的施工工艺也是成熟的工艺，承台、系梁采用钢套箱工艺进行施工，施工顺序为：钢套箱预制安装、下沉定位→在低潮位时安装套箱底板→浇筑封底混凝土→抽水→绑扎承台、系梁钢筋→浇筑承台、系梁混凝土。由于施工栈桥的桥面宽8.6m，位于申请用海范围内，无需申请施工期用海。

2.3.4.3 施工栈桥拆除方案

（1）拆除施工流程

拆除施工工艺流程如下：施工准备→履带吊就位→组合桥面板拆除→贝雷拆除→承重梁拆除→牛腿、平联管拆除→履带吊配合振桩锤→钢管桩拔除→拔除材料转出。除顺序与安装顺序相反，上部结构（桥面板、贝雷梁）的拆除采用人工配合履带式起重机拆除，挂车运送的方案。下部结构钢管桩的拔除采取在栈桥上

停放履带式起重机，振动锤配合，逐孔拔除钢管桩的方法进行施工。

（2）拆除工艺

①桥面系拆除流程

先拆除桥面板与横梁之间的螺栓，为了方便螺栓的拆除，事先装螺栓处用机油浸泡；拆除完成螺栓后将桥面板逐块吊除，其次将次横梁分离吊除。接着将贝雷梁之间连接花架拆除，用吊车将每组贝雷梁吊至岸上，在岸上将贝雷梁之间的销子、连接片、架强杆螺栓拆除分解。

②钢管桩拔除流程

先将钢管桩上主横梁拆除，再拆除钢管桩之间的剪刀撑，最后用振动锤将桩拔除。振动锤拔桩时先用吊车装振动锤吊起放置钢管桩顶口，牵动引绳，使振动锤液压夹口伸入钢管桩，打开液压系统，使夹头夹住钢管桩，确认夹紧后开动振动锤，先向下沉桩 2—3cm，后慢慢起吊振动锤将钢管桩拔起，若钢管桩未有上移现象可逐渐加大振动力度，慢慢加大吊车向上牵引力。在拔除过程中时刻注意液压表的压力和钢管壁的完好程度，防止压力不够或管壁撕落造成锤头滑落。

2.3.5 土石方平衡

根据该项目工程可行性研究报告提供的资料，本项目开挖产生土石方总量为 $1.365\times10^{6}m^{3}$，填方总量为 $4.385\times10^{5}m^{3}$，弃方总量为 $1.225\times10^{6}m^{3}$。为合理利用资源，本项目施工弃方应与当地政府协商，统一筹划，严格按照环保及安全的要求，做好相关工作。

2.3.6 施工计划进度

项目工期安排具体见表 2.3-1。

表 2.3-1　项目实施计划表

阶段名称	时间
初勘及初步设计	2026年12月—2027年6月
详勘及施工图设计	2027年6月—2027年12月
施工工期	2028年1月—2031年12月
通车时间	2032年1月建成通车

2.4 项目用海需求

2.4.1 用海类型及用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号），本项目海域使用类型为“交通运输用海”中的“路桥隧道用海”。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）和《海域使用分类》（HY/T123-2009）的相关规定，项目用海类型一级类为“交通运输用海”，二级类为“路桥用海”。用海方式为“构筑物”之“跨海桥梁”。

2.4.2 申请用海面积

根据本项目的工程布置及尺度，结合实际生产需求，确定本项目拟申请海域总面积 9.5001 hm^2，其中在马尾区范围内海域面积为 0.6582 hm^2，在连江县范围内海域面积为 8.8419 hm^2。

本项目施工过程中建设的施工栈桥的桥面宽 8.6m，位于申请用海范围内，无需申请施工期用海。

本项目宗海位置图见图 2.4-1，宗海平面布置图见图 2.4-2，宗海界址图见图 2.4-3、2.4-4、2.4-5。

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程宗海界址图

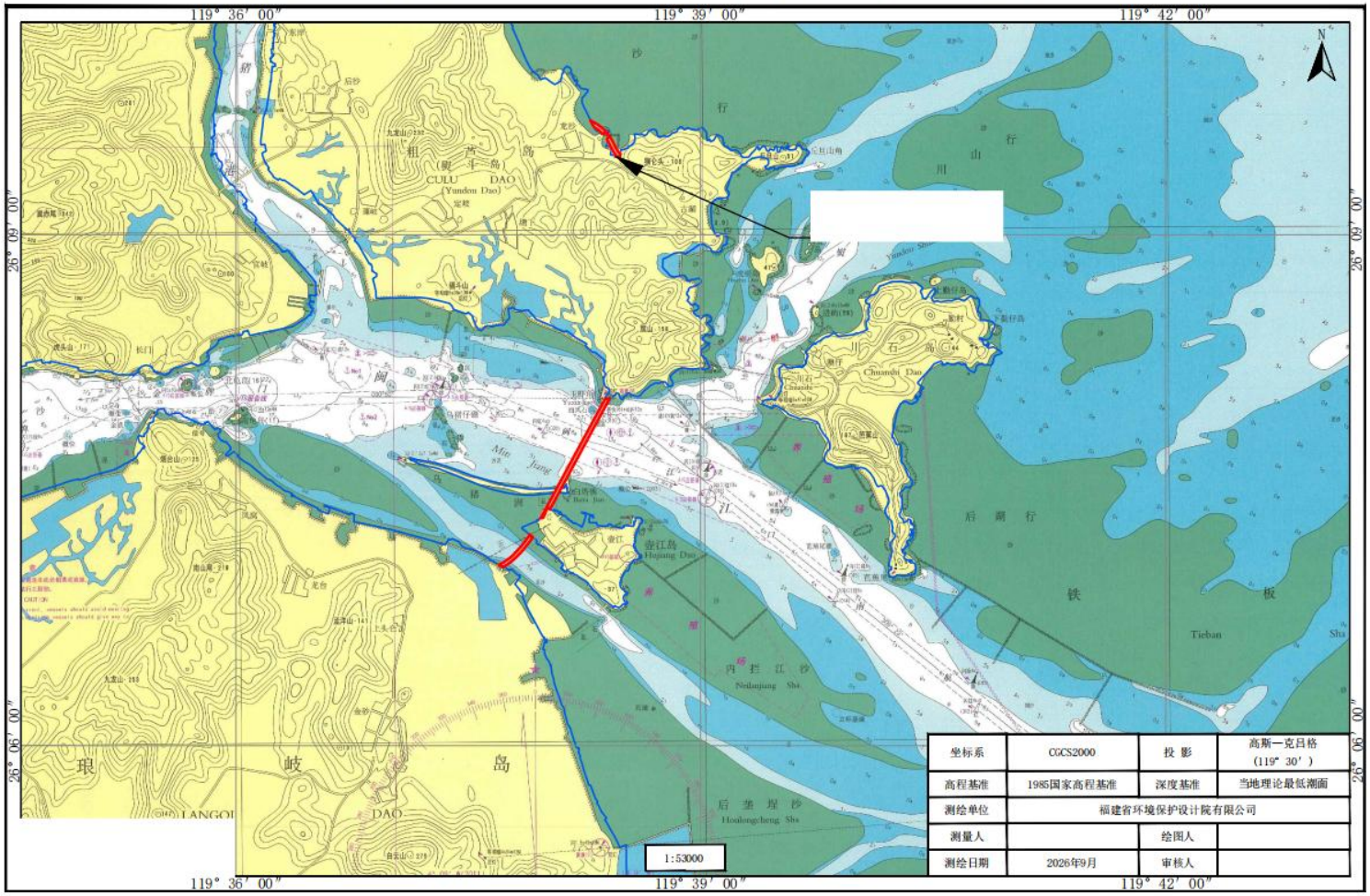


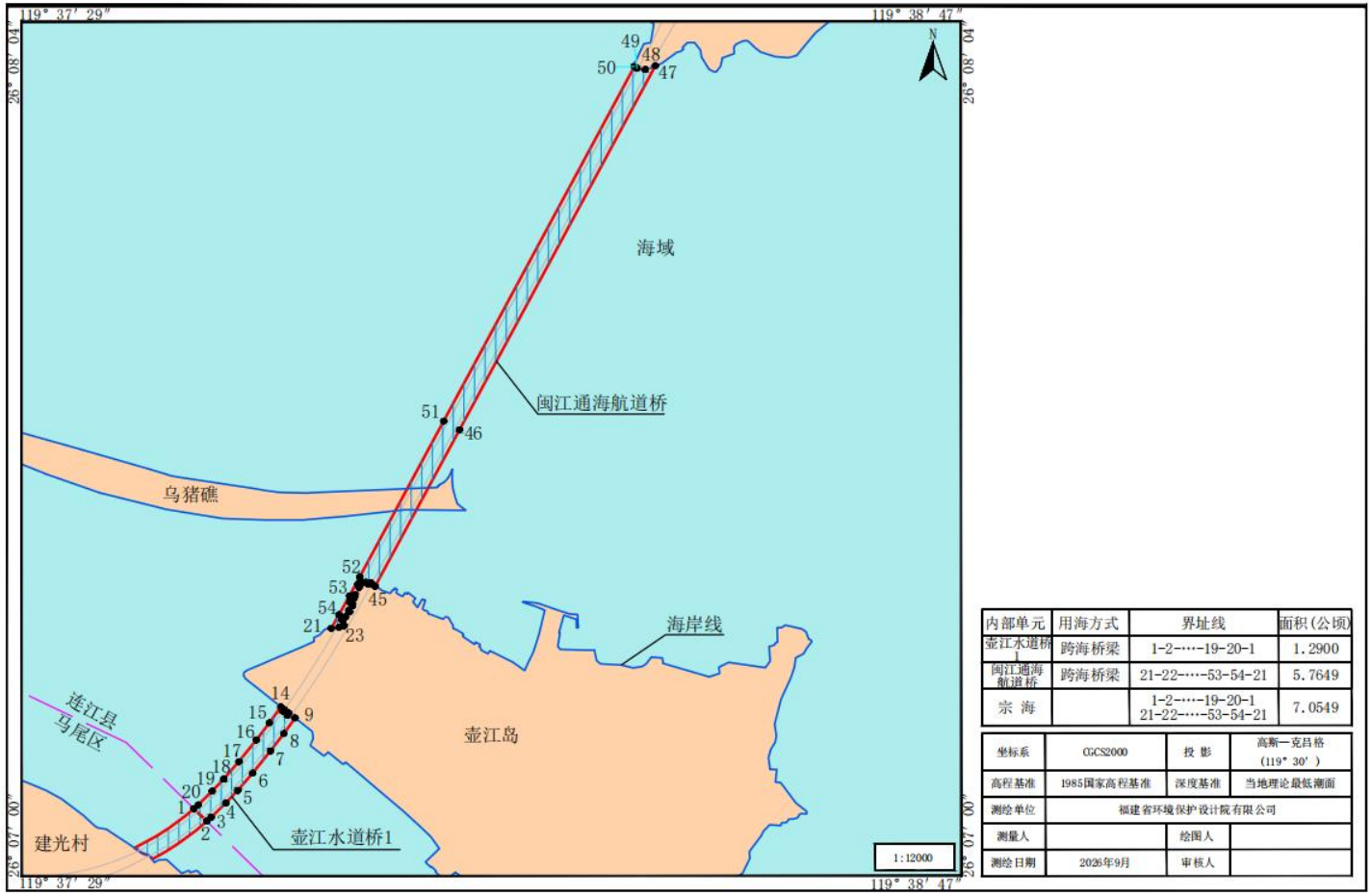
图 2.4-1　本项目宗海位置图

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程宗海平面布置图



图 2.4-2　本项目宗海平面布置图

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程
(粗芦闽江特大桥连江县)宗海界址图

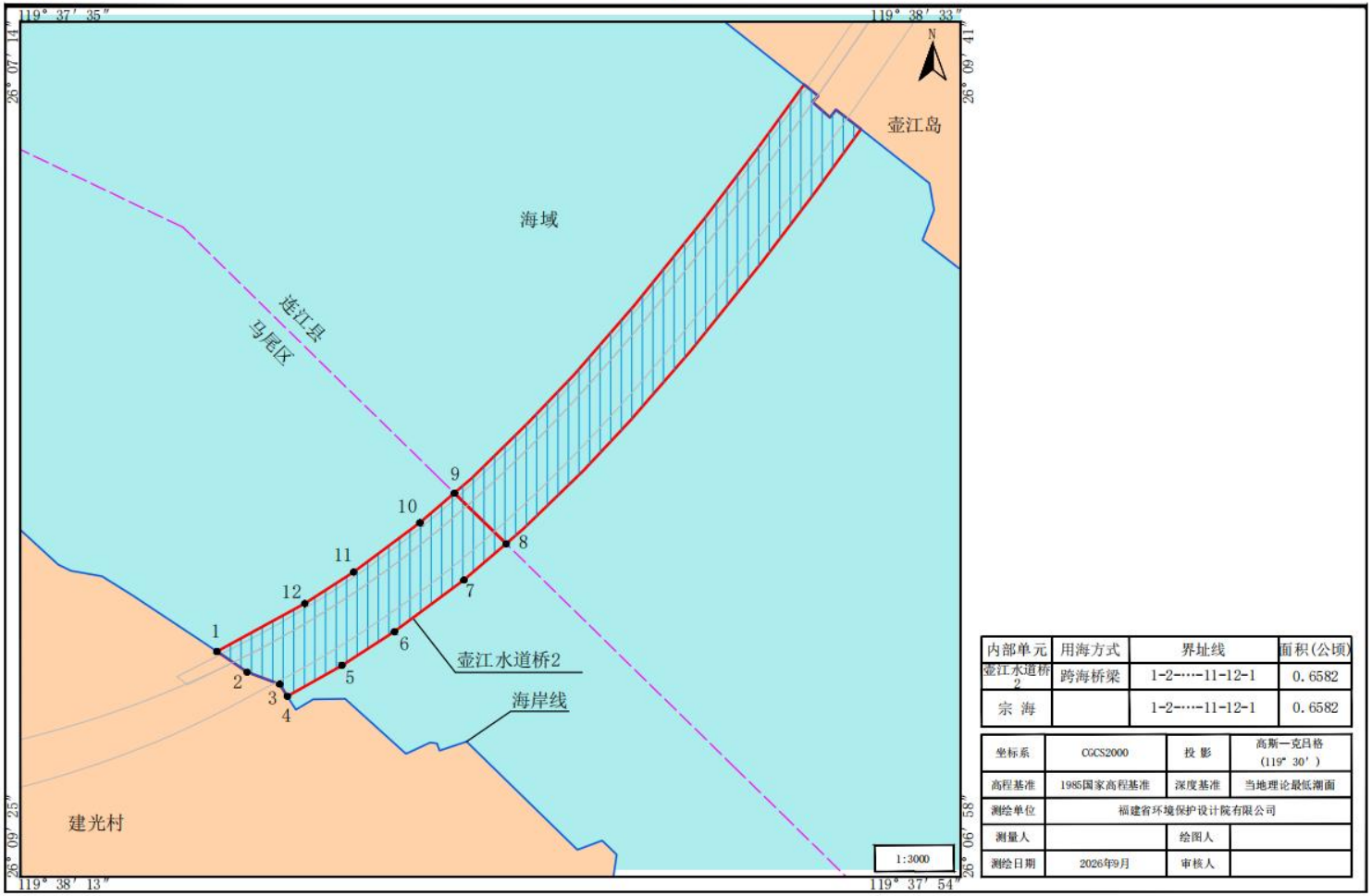


内部单元	用海方式	界址线	面积(公顷)
壶江水道桥1	跨海桥梁	1-2-……-19-20-1	1.2900
闽江通海航道桥	跨海桥梁	21-22-……-53-54-21	5.7649
宗 海		1-2-……-19-20-1 21-22-……-53-54-21	7.0549

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯—克吕格(119° 30′)
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建省环境保护设计院有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2026年9月	审核人	

图 2.4-3　本项目宗海界址图（粗芦闽江特大桥连江县部分）

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程(粗芦闽江特大桥马尾区)宗海界址图

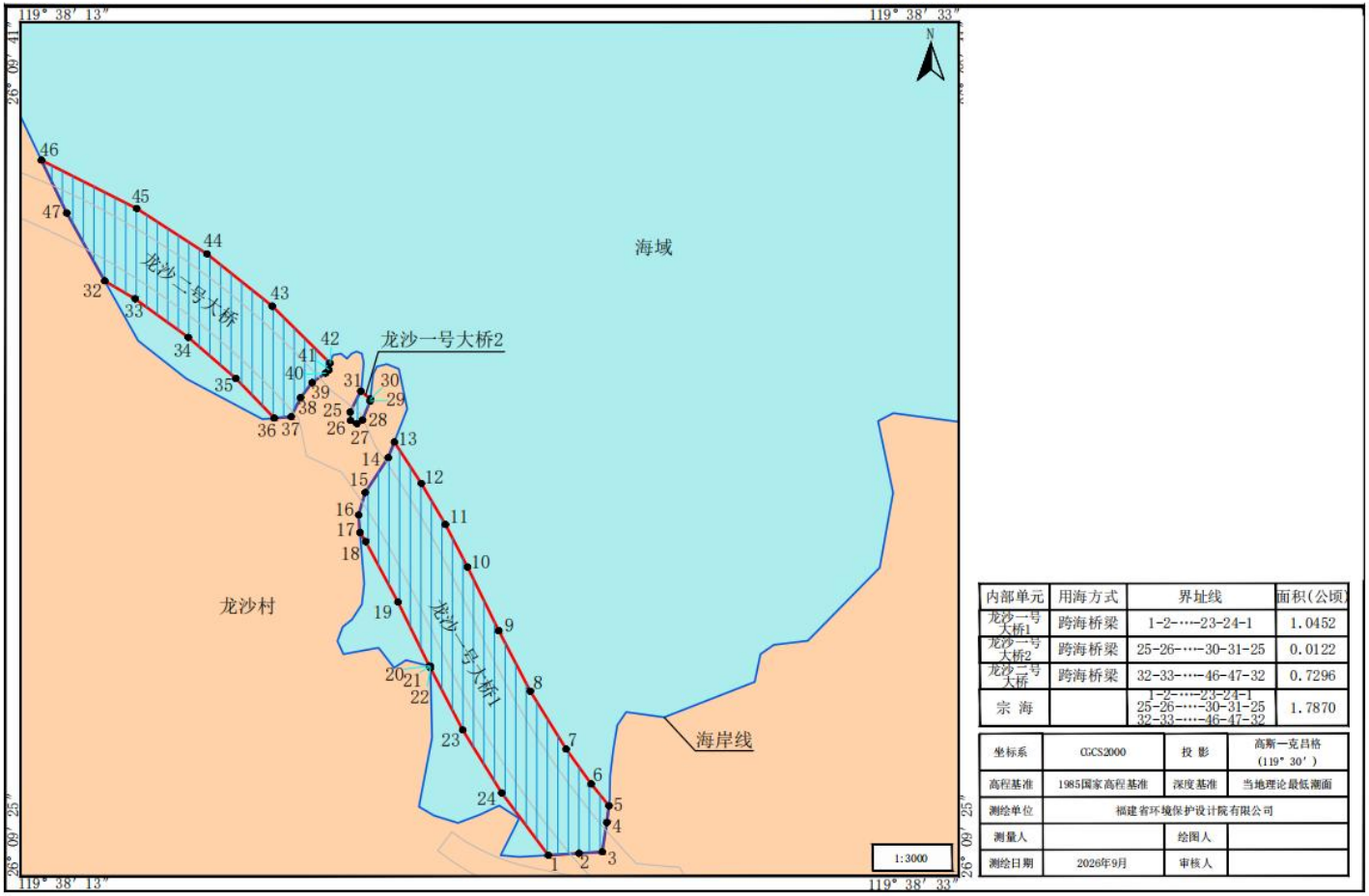


内部单元	用海方式	界址线	面积(公顷)
壶江水道桥2	跨海桥梁	1-2-……-11-12-1	0.6582
宗 海		1-2-……-11-12-1	0.6582

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯—克吕格(119° 30′)
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建省环境保护设计院有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2026年9月	审核人	

图 2.4-4　本项目宗海界址图（粗芦闽江特大桥马尾区部分）

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程
(龙沙一号大桥、龙沙二号大桥)宗海界址图



内部单元	用海方式	界址线	面积(公顷)
龙沙一号大桥1	跨海桥梁	1-2-……-23-24-1	1.0452
龙沙一号大桥2	跨海桥梁	25-26-……-30-31-25	0.0122
龙沙二号大桥	跨海桥梁	32-33-……-46-47-32	0.7296
宗 海		1-2-……-23-24-1 25-26-……-30-31-25 32-33-……-46-47-32	1.7870

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯—克吕格(119° 30′)
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建省环境保护设计院有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2026年9月	审核人	

图 2.4-5　本项目宗海界址图（龙沙一号大桥、龙沙二号大桥）

2.4.3 申请用海期限

本项目为路桥用海建设，属公益性用海，按《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条第五款规定，公益事业用海最高期限为40年。因此，本项目申请用海期限为40年。

2.4.4 占用岸线情况

本项目桥面垂直投影涉及岸线373.19 m，其中人工岸线231.83 m，自然岸线141.36 m。桥面垂直投影外扩10 m保护带涉及岸线257.62 m，其中人工岸线128.04 m，自然岸线129.58 m。因此，本项目共涉及岸线630.81 m，其中人工岸线359.87 m，自然岸线270.94 m。根据本项目桥墩和承台的分布，本项目桥墩和承台直接占用岸线28.5m，均为人工岸线。桥梁跨越自然岸线，不占用自然岸线，对自然岸线的形态和自然属性基本无影响。本项目不新增岸线。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

2.5.1.1 项目建设目的

本项目建成后可以实现连江粗芦岛及琅岐岛东北侧与东南绕城高速、机场第二高速的快速转换，形成福州主、副城区及机场便捷通道，有利于闽江入海口主要岛屿综合开发。同时本项目对于构建全省普通国省干线公路网、提高综合运输效率，完善沿线交通出行条件、整合旅游资源、完善国防交通、加强两岸经贸往来、夯实和平统一等都具有重要的作用。

（1）是促进对台交流，建设交通强国，构建综合交通基础设施网络的需要

国道G639公路规划为2022年7月发布的《国家公路网规划》中的普通国道182条联络线之一，是“十四五”规划中服务“一带一路”和两岸融合发展的重要组成部分。福建是对台前沿，本项目通道将实现福州与马祖列岛的陆上联系，促进福建与台湾的互联互通，为海峡两岸交流交往赋予新内涵，推进我国从交通大国迈向交通强国的历史性跨越。

（2）是发挥福州新区叠加优势，构筑福建沿海与马祖合作新平台的需要

2014年12月31日，国务院正式批复设立中国（福建）自由贸易试验区（简称福建自贸区），突出对台自由贸易是其最大特色。2015年3月28日，被称为

“一带一路”倡议顶层设计的《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》经国务院授权正式发布，福建成为21世纪海上丝绸之路核心区。以上两项政策的落地，为福建交通运输业转型升级带来了前所未有的内生动力和重大契机，创造了广阔的发展空间。福建将依托自身独特的历史、地缘、人文等综合优势，发挥福建在21世纪海上丝绸之路建设核心区作用。

福州新区定位两岸交流合作重要承载区，是继平潭后又一个经济全面对接、文化深度交流、社会高度融合的两岸“共同家园”。福州新区将发挥福州独特优势，构建两岸对接的前沿平台，积极开展先行先试，推进对台合作政策机制创新，加强与中国台湾地区现代金融、电子信息、新能源、跨境电商、科教文创、健康养生、现代农业等各行业的深度对接，促进榕台交流合作的纵深拓展。

本项目的建设，为马祖列岛登上福建沿海地区经济高速发展的列车打下坚实牢靠的基础，加快实现福建省委、福州市委提出的环闽江口及环马祖澳沿海发展战略，大力推进环马祖澳经济区建设，实现对台示范效应，进一步凸显福建作为两岸交流往来的黄金通道作用以及在对台交流中的先行先试地位，深化两岸交流合作，积极融入“一带一路”倡议大局。

（3）是加强两岸经贸往来、促进文化旅游产业发展的需要

闽台两地历史渊源深厚，互通互利由来已久，拥有相同的语言、生活习俗，使得福建在民心相通这方面独占鳌头，是有别于其他地区并成为“海丝”核心区的最重要依据和特色。

2001年马尾、马祖开创性地签订了《福州马尾——马祖关于加强民间交流与合作的协议》（简称“两马协议”），率先打破了两岸隔阂了50多年的坚冰，拉开了两岸经贸文化交流的序幕，被称为“两马”一小步，两岸一大步。自“两马协议”签订以来，马尾、马祖在旅游方面的交流合作成果丰硕，两地携手共同开展旅游推广活动，每年都以“两马同春闹元宵”活动为平台，双方互送客源，推出“万人游马祖”活动，进一步扩大“两马”的交流合作。本项目通道建成后，将拉近马祖和马尾的空间距离，为闽台旅游产业突破发展增添新亮点，不断深化两岸文化及民俗同根同源、文缘相承的内涵，为两岸和平发展作为新的贡献。

目前，福州长乐、马尾、连江一岸对马祖主要有两马航线（福州港马尾客运站至南竿岛）约120分钟、黄马航线（黄岐至北竿岛）约25分钟。2019年5月，

琅岐对台综合客运码头正式运营，马尾琅岐至马祖南竿福澳港航线正式开通，“两马”航线距离大幅缩短，往来更为便捷，由原来 120 分钟缩短至 80 分钟，往返票价节约了 230 元，一天进出班次由原来的各一班增加至各两班。为推广“两马”旅游线路，马尾区制定实施旅游奖励方案，进一步促进“两马”旅游市场，扩大“两马”交流合作。本项目建成后，驱车从福建沿海至马祖仅需 30 分钟，进一步缩短了马祖列岛和大陆的时空距离，对实现互利共赢打下坚实基础。

（4）实现对台示范效应，建设台胞台企登陆“第一家园”的需要

福建沿海地区可利用两岸养老业和旅游产业的强大资源和文化认同的优势，抓住两岸建设健康中国国家战略的契机，促进闽东北经济协作区总体发展，让马祖乡亲分享大陆发展的机遇，进一步促进马祖同福建沿海地区深度融合发展，力争把马祖列岛西侧的长乐、马尾、连江建成闽台合作的重要门户。

福建自贸区突出对台自由贸易是其最大特色。近年来，福建自贸试验区内新增台资企业数、合同台资逐步增加。福州连江具有近马临台天然优势，是两岸对接的前沿平台，是建设台胞台企登陆“第一家园”的重要承载区。G639 互通连接线所经过的粗芦岛规划装备制造业，正在建设国家海洋渔业基地，设置台企贸易码头，是建设台胞台企登陆“第一家园”的重要平台。有利于促进榕台交流合作的纵深拓展

（5）满足闽江口周边重要岛屿发展需求

闽江口周边重要岛屿中，琅岐岛、粗芦岛和川石岛三岛之间没有便捷的交通设施，川石岛主要靠轮渡出行，依靠川石岛－琯头轮渡每日往返共 8 个班次，轮渡一次可以容纳 100 人，目前不能运载汽车。岛上居民受道路限制，出行较为不便。国道 G639 的建设能够为岛民提供便捷的公路通道，川石岛对外交通条件将大大改善。虽然琅岐岛和粗芦岛均有跨海桥梁，但是两岛覆盖的交通均较为末端，对于周边交通运输较为不便，在一定程度上限制了闽江口周边重要岛屿之间的发展。

本项目将琅岐岛、粗芦岛和川石岛打通成快速通道，加强各岛间多领域合作，有利于完善路网结构，促进城市城乡融合发展，均衡区域出行交通流分配，提高路网通达率，提升区域居民出行品质，实现未来与马祖列岛的顺畅连接。

（6）与国道 G228、沈海高速、东南绕城实现快速交通转换

互通连接线作为本项目主线的延伸，也是粗芦岛环岛路的组成部分，建成后将与已建的粗芦岛环岛路及在建的粗芦岛环岛路二期形成闭合，使本项目主线与在建的粗芦环岛路二期工程连接，是本项目与国道 G228、沈海高速、东南绕城实现快速交通转换的重要通道。粗芦岛周边规划有装备制造业、国家海洋渔业基地、台企贸易码头等，是建设台胞台企登陆“第一家园”的重要平台。本项目建成后，各产业基地可通过互通连接线实现串联，通过本项目实现快速的物流疏导，提升岛上企业的竞争力。

2.5.1.2 项目建设意义

本项目加快了闽江入海口主要岛屿综合开发。完善了区域交通网络，促进了当地经济社会的发展，同时项目建设兼顾了生态环境，从经济、社会和环境三方面考量，本项目建设对于闽江口岛屿未来发展都具有重要意义，

（1）项目建设的经济效益

交通运输是国民经济发展的基础性、先导性和服务性行业，本项目打通了闽江口周边岛屿之间的交通，完善了区域交通网络，区域交通更加便利，降低了运输成本，带动沿线经济发展，项目建成后对于拉动沿线经济都具有一定的作用，并且路网的交通的完善也促进了闽江口岛屿间旅游业的发展，根据未来旅游交通量预测，2035 年将达到约 718 万人，旅游业的发展也将进一步带动沿线相关配套设施的发展，进一步带动区域经济的提升。

（2）项目建设的社会效益

本项目将琅岐岛环岛路、粗芦岛以及川石岛打通成快速通道，构建对台合作承载片区。以现代服务业和高新技术产业为主导，强化两岸在大数据、商务、金融、科教、动漫等领域合作，有利于均衡区域出行交通流分配，将琅岐岛、粗芦岛以及川石岛通过本项目可以快速连通，提高路网通达率，提升区域居民出行品质；实现未来与马祖列岛的顺畅连接。有利于构建台湾－福州－内地交通连线，加快两岸沟通联系，促进两岸多方面共同发展。

（3）项目建设生态效益

本项目申请用海范围内未发现珍稀濒危动植物，并且考虑到生态环境及航运问题，项目建设已尽量减少桩基对海域的占用。因此，桩基对于生物迁徙、洄游通道、野生海洋鱼虾类生物的产卵场、索饵场和越冬场基本无影响。对当地的生

态系统完整性影响较小。

综上，本项目的建设在完善全省国省道干线公路网，优化交通布局，促进两岸经济文化交流等方面都有重要的作用。从经济、文化、政策和交通等各个方面考虑本项目的建设都具有深远意义。因此，本项目的建设是必要的。

2.5.2 项目用海必要性

（1）项目通过对方案的比选，K 线合理利用琅岐环岛路的走廊资源，绕避了琅岐主城规划区，实现了琅岐岛、粗芦岛和川石岛快速便捷的连接，可有效地促进大陆侧琅岐岛、粗芦岛和川石岛的开发和发展，从对城区影响、路网合理性、经济发展等方面考虑，最终选择推荐 K 线。K 线能有效发挥经济及路网作用，有利于闽江口打造为旅游综合体，并为渔业和船舶基地提供便捷的陆域交通条件，进而带动琅岐、连江及其周边旅游、渔业等资源的综合开发，并且 K 线的建设还有工程造价相对较低，对区域环境影响相对较小等优势。

（2）本项目为 2022 年 7 月发布的《国家公路网规划》的普通国道 182 条联络线之一，在建设目的上就肩负着串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及环马祖澳沿海发展战略，为了串联周边岛屿，打通琅岐岛、粗芦岛和川石岛之间的交通通道，跨海桥梁的建设是手段之一。特别是对于川石岛居民来说，岛上居民至今仍以轮渡方式出行，交通出行受到轮渡班次及时间限制较为不便，本项目建设的跨海桥梁增加了岛民出行方式，极大地便利了岛上居民的交通出行。

（3）本项目为跨海桥梁，主线跨越壶江水道和闽江通海航道，互通连接线为非通航孔桥，主线桥梁其净高和净宽满足通航需求，项目建设后对原航道使用基本无影响。同时，工程用海仅涉及桥墩桩基永久占用，因考虑通航，已在设计时尽量减少桥墩桩基个数，因此占海面积相对较小，对项目所在海域生态环境扰动和影响较小，尽量实现以较小的海域资源占用实现海域开发利用价值的最大化。

综上所述，本项目建设是必需的，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 港口航运资源

闽江通海航道全长约 50km，其间包括大屿、新丰、中沙、马祖印、内沙和外沙等六处碍航浅滩。该航道经二期工程整治，于 1998 年竣工后可单向乘潮通航 2 万吨级海船（保证率 90%）。2007 年 5 月份，福州港闽江通海航道西风石至七星礁航段增深工程已竣工验收，工程总长度为 19.21km，航道底宽 150m，航道转弯半径大于 900、1350m，各浅段设计底标高分别为内沙段-8.398m（罗零）、外沙段-8.798m（罗零）。闽江通海航道三期工程为扩建工程，于 2017 年开工，并在 2018 年 5 月交工验收，三期工程在现有航道基础上增深拓宽，航道布置基本利用天然深槽及现有航道，对局部航段进行合理优化调整，以满足 2 万～3.5 万吨级散货船乘潮单线通航要求。项目船舶利用闽江通海航道的外沙航段、内沙航段进出港。福州港闽江通海航道现状详见表 3.1-1 和图 3.1-1。

福州港闽江口内港区设有马杭洲、罗星塔、营前、亭江、琯头、乌猪口锚地等 6 个内锚地和七星礁南北锚地 2 个外锚地。其中马杭洲、罗星塔、营前锚地可供千吨级船舶锚泊；琯头锚地位于琯头镇南、主航道北侧，规划面积 10.1 万 m^2，底标高为-7～-10m，可锚泊 1 万～1.5 万吨级船舶 4 艘；乌猪口锚地可供 5 千吨级船舶锚泊；七星礁锚地可供 5 万吨级以下的船舶锚泊。七星礁锚地在闽江口外七星礁附近，作为福州港的外锚地，水深 16～23m，泥沙底，可泊 5 万吨级以下的船舶艘数为 10 艘，专供来港船舶临时待泊和候潮使用。

表 3.1-1　闽江通海航道情况表

略

略

图 3.1-1　闽江口内航道现状

3.1.2 渔业资源

闽江口海域为福建最主要的水生生物产卵场和海洋渔场，游泳生物皆属热带或亚热带的印度洋—西太平洋暖水动物范围。鱼类绝大多数为暖水性鱼类，暖温性鱼类次之。已知福州海域（包括浅海）的鱼类有 409 种，分隶于 32 目、152 科、252 属。其中软骨鱼类有 10 目、22 科、28 属、47 种，占 11.49%；硬骨鱼

类有 20 目、128 科、222 属、360 种，占 88.02%；另有文昌鱼目和盲鳗目各 1 种。海洋捕捞作业中常见的鱼类有带鱼、大黄鱼、白姑鱼、海鳗、短尾大眼鲷、鮸鱼、大头狗母鱼、长蛇鲻、石斑鱼、鲨鱼、黄鲫、中华海鲶、真鲷、鲻鱼、花鲈、大头鱼、蓝园鲹、鲐鱼、小公鱼、乌鲳、银鲳、马鲛鱼、鳓鱼、绒纹线鳞鲀、日本鳀鱼、鲥鱼等，年产约 5 万～6 万吨。其中鲥鱼为珍贵经济鱼类，亲鱼 4～6 月进入江河产卵，闽江下游是中国三大鲥鱼产卵场。头足类常见的有 6 种，即中国枪乌贼、日本无针乌贼、紫水孔蛸、短蛸、长蛸和真蛸，年产约 1.5 万吨。虾类有 29 种，分隶于 5 科，以对虾科最多，有 19 种，以长毛对虾、日本对虾为主。毛虾分布普遍。蟹类年产量约 1.5 万吨。种类有 41 种，以三疣梭子蟹产量最多，年产约 1 万吨。

连江县是福建省水产和渔业第一大县，水产总量连续多年名列全省第一、全国第二。连江县海域滩涂广阔，渔业资源尤为丰富，近海有东引、东沙、茭只、四母屿 4 个渔场，与闽中渔场连成一片，北上达浙江渔场，南下至闽南和台湾浅滩渔场，东部为台湾北部渔场。境内有“三湾”（罗源湾、黄岐湾、定海湾）“三口”（可门口、闽江口、敖江口），拥有得天独厚的渔业资源。全县海洋生物共有鱼虾贝藻等千余种，常见的有 173 种，其中有多种经济价值高的名贵水生珍稀动物，如石斑鱼、鲥鱼、西施舌、珠蚶、锯缘青蟹等。众多的珍稀生物资源为本县发展海珍品增养殖提供了物质基础。主要海洋鱼类 156 种，捕获量较大的有大黄鱼、带鱼、鳗鱼、银鲳、蓝点马鲛、鳓鱼、鲨鱼、鳀、毛虾、梭子蟹等。浅海滩涂盛产缢蛏、花蛤、泥蚶、牡蛎、文蛤等。珍稀海产有鲥鱼、牙鲆、石斑鱼、丁香鱼、竹蛏、海葵、锯缘青蟹、大弹涂鱼、珠蚶等。在养殖品种结构比例方面，鱼类养殖以大黄鱼为主，约占 42.8%，其他依次为鲷鱼、鲈鱼和石斑鱼等；虾类养殖基本为南美白对虾；蟹类主要发展锯缘青蟹和三疣梭子蟹养殖；贝类养殖以牡蛎、缢蛏、蛤、翡翠贻贝为主导；藻类养殖品种有海带和紫菜。

3.1.3 旅游资源

闽江口海岸带有众多名山，这些名山不仅壑谷交错、怪石嶙峋、流泉飞瀑、密林盖野、山花遍地，而且山中名胜古迹星罗棋布。连江县东郊的斗门山、敖江南岸的覆釜山、琯头的青芝山、东岱镇西南的云居山等名山；长乐区的塔坪山郑和公园，航城石龙山麓的巨石“金刚腿”，营前的白岩潭，梅花的晦叔岩、德成

岩、洞天岩，梅花的鳌峰鼓浪、螺洞听涛等梅花八景等。

闽江口海域礁石奇异，拥有“金鸡报晓”“双龟把口”“五虎守门”“白猴镇江”“乌猪白犬”“砚池湖”等诸多景观。

3.1.4 岛礁资源

闽江口海域主要海岛有琅岐岛、粗芦岛、川石岛，以及周边的壶江岛、乌猪洲、虎橱岛、五虎岛等小岛礁，本项目位于粗芦岛南侧及北侧近岸海域。

3.1.5 湿地资源

略。

3.1.6 岸线资源

略。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气象

本项目位于福建中部沿海地区，位于闽江口，属典型的亚热带海洋性季风气候，气候宜人，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

年平均气温为19.6℃，以2月份最低，7月份最高。极端最高气温为35.3℃（1978年8月1日）；极端最低气温0.9℃。

3.2.1.2 降水

年平均降水量1224.1mm，以6月份最多，12月份最少。春季（3～6月）降水占年雨量的54.2%，夏季（7～9月）占27.0%，秋季（10～11月）占5.9%，冬季（12～2月）占12.9%。全年81%的雨量集中于七个月的春夏季节，即福建的春雨、梅雨和台汛时期；而少雨的秋冬季节，仅占年雨量的19%。最大日降水量为297mm。

3.2.1.3 风

年平均风速为5.4m/s。风速以秋季变化最大，冬季次之，春夏相对较小。十分钟平均最大风速为29m/s（1971年9月22日），对应风向为N；8级以上大

风日数全年有 51.2 天。年最大风频是 NNE，为 31%，次大为 NE（22%），SSW 居第三，为 9%；各风向的平均风速 NNE 最大，为 6.9m/s，其次为 NE，6.0m/s，SSW5.7m/s。各风向的最大风速为 N28.0m/s，NNE26.0m/s，NE25.0m/s，ENE20.0m/s，SSW17.0m/s，年静风频率占 4%。

3.2.2 水文

本节内容引用宁德—长乐机场城际铁路 F3 线（长乐机场至连江段）工程的水文报告，该报告原始数据调查单位为福建悟海工程咨询有限公司，潮位调查时间从 2026 年 4 月 1 日—2026 年 4 月 30 日，潮流调查时间为 2026 年 4 月 17 日 08:00~2026 年 4 月 18 日 11:00，水文报告编制单位为福建悟海工程咨询有限公司。

3.2.3 悬沙

略。

3.2.4 工程地质

略。

3.2.5 海域水环境质量状况

本报告引用自《宁德—长乐机场城际铁路 F3 线（长乐机场至连江段）工程海洋环境现状调查报告（秋季）》，调查单位为厦门中集信检测技术有限公司。

（1）调查站位和时间

在项目周边海域共设水质调查站位 20 个，沉积物调查站位 10 个，海洋生物质量调查站位 3 个，海洋生态调查站位 12 个，渔业资源调查站位 12 个，潮间带调查断面 3 条。调查站位见图 3.2-21，坐标见表 3.2-19。

2023 年 11 月 21 日—11 月 23 日采集水质、沉积物、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮下带底栖生物、鱼卵仔稚鱼、游泳动物样品。2023 年 11 月 27 日采集潮间带底栖生物、生物质量样品。

（2）调查结果

2023 年秋季调查分析表明，调查海域各测站海水中溶解氧、化学需氧量、铜、锌、镉、汞、砷、总铬、石油类含量均符合第一类海水水质标准；70.0%测站海水 pH 值符合第一类海水水质标准，30.0%测站符合第三类海水水质标准；30.0%测站海水中无机氮含量符合第三类海水水质标准，15.0%测站符合第四类

海水水质标准，55.0%测站超第四类海水水质标准；80.0%测站海水中活性磷酸盐含量符合第二类海水水质标准，20.0%测站符合第四类海水水质标准；65.0%测站海水中铅含量符合第一类海水水质标准，35.0%测站海水中铅含量符合第二类海水水质标准。

3.2.6 海洋沉积物环境质量状况

2023 年秋季调查分析表明，调查海域各测站沉积物中有机碳、硫化物、石油类、铜、锌、镉、汞、砷和铬含量均符合第一类海洋沉积物质量标准；70.0%测站沉积物中铅含量符合第一类海洋沉积物质量标准，30.0%测站符合第二类海洋沉积物质量标准。

3.2.7 海洋生物质量状况

2023 年秋季调查结果表明，调查海域 A、C 测站牡蛎的石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷和铬含量符合第一类海洋生物质量标准；A、C 站位锌含量超出第一类、第二类海洋生物质量标准，符合第三类海洋生物质量标准；B 测站缢蛏的石油烃、铜、铅、锌、镉、总汞、砷和铬含量符合第一类海洋生物质量标准。

3.2.8 海洋生态概况

略。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

本工程在施工过程中，施工活动主要有桩基施工、承台与墩身施工、箱梁施工、桥面施工及设施运输、安装等。主要污染源为钻孔灌注桩泥浆和钻渣流失、清孔及水下混凝土浇筑等施工扰动海床淤泥、泥沙流失对海水水质、沉积物及海洋生态环境的影响。此外，工程建成后对海域直接占用的部分将对周边海域的水动力环境及冲淤环境产生影响。

（1）对海水水质及沉积物的影响：桥梁施工钻孔灌注桩钻孔和排渣过程中会有泥浆跑冒散落，引起悬浮泥沙扩散污染；施工机械设备冲洗废水、施工船舶含油污水及施工人员生活污水排放对海域水质及沉积物造成影响。

（2）对海洋生态的影响：工程直接占用海域及桥梁施工钻孔灌注桩钻孔和排渣过程中会有泥浆跑冒散落，引起悬浮泥沙扩散；施工机械设备冲洗废水、施工船舶含油污水及施工人员生活污水排放对海洋生态造成影响。

（3）海洋水动力的影响：工程直接占用海域会对附近海域水动力环境造成影响。

（4）海洋冲淤环境的影响：工程直接占用海域会对附近海域冲淤环境造成影响。

表 4.1-1　预测因子一览表

评价时段	环境影响要素	工程内容与表征	预测因子
建设期	海洋水质、海洋沉积物	施工扰动海床淤泥、泥沙流失的影响	悬浮泥沙
		船舶施工废水、施工船舶含油污水及生活污水的影响	BOD、COD、石油类
	海洋生态	工程直接占用、悬浮泥沙影响、施工废水排放影响	浮游生物和底栖生物、游泳生物和渔业资源
工程实施后	海洋水动力	工程直接占用对附近海域水动力的影响	流场变化
	冲淤环境	工程直接占用对附近海域冲淤环境的影响	冲淤

4.2 资源影响分析

4.2.1 对沙滩资源的影响分析

本项目龙沙二号大桥位于连江县粗芦岛龙沙村东侧海域，二号大桥所在海域为龙沙沙滩，沙滩滩面长约 456m，面积约为 2.4hm^2，为砂质岸滩。项目与龙沙

沙滩位置关系见图 4.2-1。

本项目龙沙二号大桥跨越龙沙沙滩，仅桥墩和承台会占用部分砂质岸滩，实际占用面积小，仅为 61.05 m^2，对沙滩资源的损耗不大。施工结束后及时进行现场清理，恢复岸滩现状，桥梁基础周围仍可保持原有沙滩特征和生态功能。项目建设后仅桥墩两侧波浪存在折射、绕射情形，桥墩实际占用面积小，对项目所在海域各向波波长、周期影响不大，项目所在海域波浪场变化不大，因此对龙沙沙滩稳定性影响不大。桥墩和承台具有不连续性，根据章节 4.3.1 可知，项目桥梁建设基本不影响沙滩的水体交换功能，没有改变大面流场结构；项目建设后桥墩两侧平均流速较工程前均有所减小，减幅在 0.01m/s 以内，变化幅度不大，对龙沙沙滩海域输沙影响不大。根据章节 4.3.2 可知，龙沙二号大桥附近海域首年淤积强度在 0.01～0.55m，最终淤积强度为 0.01～0.94m，在一定时间后，砂质岸滩会重新保持稳定平衡状态。因此，项目建设对砂质岸滩影响不大。

略

图 4.2-1　项目与龙沙沙滩位置关系图

4.2.2 对海水养殖区影响分析

桥梁基础施工过程泥沙散落将增加周边海域悬浮泥沙浓度，通过悬浮泥沙扩散数模分析可以看出，悬浮泥沙超 10mg/L 以上的范围为 0.049km^2，影响范围内不存在养殖区。工程在建设时采用钢护筒进行桥梁基础施工，通过采取环保措施，在桥梁基础施工过程中加强施工管理，可减小施工期悬浮泥沙对海水养殖的影响。养殖区距本项目较远，本项目施工对其海水养殖影响不大。

4.2.3 海洋生物资源的影响分析

工程导致的生态损失主要为桩基、承台占用造成的底栖生物损失和悬浮泥沙扩散造成的海洋生物的损失。

（1）桩基占海导致的底栖生物损失

根据前述分析，桥梁桩基、承台占用海域 0.2433 hm^2，施工期施工栈桥占用海域 0.0135 hm^2，工程周边海域底栖生物量取本次监测的秋季数据，底栖生物量为 1.95g/m^2。

各种类生物资源损害量评估按以下公式计算：

$$Wi = Di \times Si$$

式中：

Wi—第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、kg；

Di—评估区域第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）/km^2、尾（个）/km^3、kg/km^2；

S_i—第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km^2 或 km^3。

桥梁桩基占用造成的底栖生物损失量=桩基占用面积×底栖生物量=0.2433hm^2×1.95g/m^2=4744.35g=4.74435kg

施工栈桥桩基占用造成的底栖生物损失量=桩基占用面积×底栖生物量=0.0135hm^2×1.95g/m=263.25g=0.26325kg

（2）悬浮泥沙导致的海洋生物损失

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：

a.一次性平均受损量计算：

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

Wi——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾，个，千克；

Dij——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；

Sj——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km^2；

Kij——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/T9110-2007）附录 B。

n——某一污染物浓度增量分区总数。

表 4.2-1　污染物对各类生物损失量

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

注：1、本表列出污染物 i 的超标倍数（Bi），指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。3、本表列出的各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据做相应调整。4、本表对 pH、溶解氧参数不适用。

b.持续性损害受损量计算公式：

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。

$$M_i=W_i \times T$$

式中：

M_i—第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

W_i—第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

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

根据悬浮泥沙扩散的预测结果可知本项目施工过程可能引起悬浮物浓度增量 10～20mg/L 的影响范围面积为 0.023224km^2，超标倍数按 Bi≤1 倍计；20～50mg/L 的影响范围面积为 0.021346km^2，超标倍数按 1<Bi≤4 倍计；50～100mg/L 的影响范围面积为 0.004495km^2，超标倍数按 4<Bi≤9 倍计。

本工程桩基安装及拆除施工预计 48 个月，悬浮物浓度增量影响的持续周期按 96 计。施工过程悬浮泥沙污染导致海洋生物资源损失量见表 4.2-2。

表 4.2-2　海洋生物资源损失量计算表

项目	各类生物平均损失率（%）及生物资源密度				
	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物	浮游植物	浮游动物
各类生物损失率（Bi≤1）	5%	5%	<1%	5%	5%
各类生物损失率（1<Bi≤4）	10%	10%	5%	20%	20%
各类生物损失率（4<Bi≤9）	25%	25%	15%	25%	25%
生物资源密度	5.0ind/m^3	0.6955ind./m^3	180.7kg/km^2	910.0×10^3 cell/m^3	168.4mg/m^3
一次性平均受损量	2.2×10^{5}ind	3.1×10^{4}ind	0.36kg	6.0×10^{10}cell	11kg

项目	各类生物平均损失率（%）及生物资源密度				
	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物	浮游植物	浮游动物
持续性受损量	2.11×10^{7}ind	2.98×10^{6}ind	34.56 kg	5.76×10^{12}cell	1056 kg

（3）海洋生物资源经济损益

①工程占海导致底栖生物损失的补偿估算

本项目占用海域的主要是施工栈桥桩基、桥梁桩基及承台，施工栈桥桩基和施工围堰在施工结束后即拆除，经过一定时间，底栖生物将有一定程度的恢复。

施工栈桥桩基属于临时占用海域，施工期为 3.5 年，按 4 年进行补偿。桥梁桩基及承台属于永久占用海域，按 20 年进行补偿。潮下带底栖动物按照目前贝类的平均价格为 20 元/kg 进行补偿。

永久性损害按 20 年进行补偿，则底栖生物资源补偿量为 4.74435 kg×20=94.887 kg。

施工栈桥桩基属于临时占用海域，施工期为 3.5 年，按 4 年进行补偿，则底栖生物资源补偿量为 0.26325kg×4=1.053kg。

底栖生物资源经济损失=（94.887+1.053）kg×20 元/kg=1919 元≈0.20 万元。

②悬浮泥沙入海造成海洋生物损失的补偿估算

本项目悬浮泥沙入海造成的海洋浮游生物损失为持续性生物资源损害，实际影响年限为 48 个月。鱼卵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；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 0.5 元/尾，游泳动物按 20 元/kg 计。

表 4.2-3　施工期悬浮泥沙造成的海洋生物损失经济补偿估算

	各类生物生物资源密度及平均受损量				
	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物	浮游植物	浮游动物
一次性平均受损量	2.2×10^{5}ind	3.1×10^{4}ind	0.36kg	6.0×10^{10}cell	11kg
持续性受损量	2.11×10^{7}ind	2.98×10^{6}ind	34.56 kg	5.76×10^{12}cell	1056 kg
单价	以换算成鱼苗计算		20 元/kg	以换算成游泳动物计算	
换算比例	1%	5%	100%	30kg 浮游植物生产 1kg 鱼	10kg 浮游动物生产 1kg 鱼
经济损失（万元）	10.55	7.45	0.07	0.53	0.21
补偿年限	4 年				

	各类生物生物资源密度及平均受损量				
	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物	浮游植物	浮游动物
补偿金额（万元）	42.2	29.8	0.28	2.12	0.84
合计	75.24 万元				

浮游植物的单个细胞鲜重按孙军等《浮游植物生物量研究》（海洋学报，1999 年 21 卷第 2 期 75-85）确定：取值约为 1.39×10^{6} pg/cell，1 pg=10^{-15} kg。

综上所述，本项目施工期悬浮泥沙入海造成的生物资源经济损失约为 75.24 万元。

（4）小结

本项目施工栈桥桩基、桥梁桩基及承台占用海域造成的生物资源经济损失约为 0.2 万元，施工期悬浮泥沙入海造成的生物资源经济损失约为 75.24 万元，本项目用海导致的海洋生物资源经济损失共计约为 75.44 万元。

4.2.4 对岸线资源影响分析

自然岸线位于水体和陆地的接壤地带，生物多样性有着丰富性和特殊性，是一种可以造福人类的资源，是一种独特、有价值、不能替代的资源，它为维持生态安全、地球稳定性提供基础。自然岸线经过几千年甚至几万年形成，经过涨落潮、烈日、台风等侵蚀，自然赋予了它特殊的生态意义。自然岸线一旦遭到破坏，则再也无法恢复到原来的面貌。

本项目共涉及岸线 630.81 m，其中人工岸线 359.87 m，自然岸线 270.94 m。根据本项目桥墩和承台的分布，本项目桥墩和承台直接占用岸线 28.5m，均为人工岸线。桥梁跨越自然岸线，涉及的自然岸线类型主要为砂质岸线和基岩岸线，详见表 4.2-4，本项目与自然岸线位置关系详见图 4.2-2。

表 4.2-4　项目涉及自然岸线一览表

岸线序号	所在省（区）	海岛名称	岸线类型	项目用海范围内岸线长度（m）
35012200239	福建省福州市连江县	粗芦岛	基岩岸线	51.02
35012200048	福建省福州市连江县	粗芦岛	基岩岸线	142.87
35012200046	福建省福州市连江县	粗芦岛	砂质岸线	77.05

本项目在选址及建设方案的设计上已尽量减少对周边生态环境的影响，根据设计方案可知，项目涉及的自然岸线均为桥梁横跨，桥墩和承台不直接占用自然岸线，不会对岸线造成破坏，项目建设能保持岸线原有的形态、长度，不破坏自

然岸线的连续性。项目桥墩和承台需占用部分人工岸线，人工岸线本身资源价值一般，而桥梁作为一种交通资源，其建设本身也具有社会、经济等价值，因此在影响较小的情况下，人工岸线资源的损失在可接受程度内。

略

图 4.2-2　项目与自然岸线位置关系图

4.2.5 对航道航运资源影响分析

（1）工程选址

拟建桥梁于长门特大桥下游约4.5km粗芦岛东南角马祖印水道前导灯桩处跨越闽江经乌猪洲至壶江岛西北角后，于壶江大桥上游约 980m 跨壶江水道至琅岐岛龙台村附近。拟建桥梁桥位方案总体评价如下：

①拟建工程附近河道河床相对稳定，水流基本平稳，附近无滩险、弯道、分流口等，具备建桥条件。

②从航道条件看，闽江通海航道桥跨越闽江通海航道，桥梁与航道弯道距离满足规范要求。桥梁采用 798m 跨度一孔跨过通航水域，对该河段航道通航基本没有影响。壶江水道桥所处河段目前为天然航道，规划桥区航道位于河道南岸深槽位置，桥梁与规划航道弯道距离可满足规范要求，规划桥区航道轴线与桥轴线法线夹角约 9°，大于规范 5°的要求，在通航孔跨度加大为 170m 后，能满足代表船型通航的要求，桥区段航道船舶可利用天然水深乘潮通航。

③从水流条件看，闽江通海航道桥附近海域涨、落潮水流流向与航道轴线夹角较大，横流大；壶江水道桥附近海域涨、落潮水流流向与航道轴线有一定夹角，横流相对较小。

④从附近有关设施看，拟建大桥与上游已建绕城高速长门特大桥、下游壶江大桥安全距离满足规范要求。拟建闽江通海航道桥的桥位与福州（国家）远洋渔业基地 20000 吨级泊位的距离不满足规范要求，但拟建大桥一孔跨过通航水域，对码头船舶作业没有影响；桥梁与附近其他临河建筑物和跨海建筑物距离均满足规范安全要求。拟建壶江水道桥上跨一简易浮排（可靠泊渔船），在该简易浮排停止使用条件下，桥位选址可行。

总体上，拟建桥梁位于河床较为稳定，水流基本平稳，附近无滩险、弯道、分流口等河段，所选桥位是可行的。

（2）代表船型，设计通航水位，通航净空尺度

①拟建工程河段通航代表船型见表 4.2-5。

表 4.2-5　通航代表船型尺度表

设计船型	总长（m）	型宽（m）	满载吃水（m）	船舶水线以上高度（m）	备注
30000 吨级杂货船（22001~35000）	192	27.6	11.0	46.9	闽江通海航道桥代表船型
30000 吨级集装箱船（27501~45000）	241	32.3	12.0	50.9	
30000 吨级油船（27501~45000）	185	31.5	12.0	47.0	
10 万吨级散货船（85001~105000）	250	43.0	14.5	51.3	
10 万吨级特种船	246	43.0	14.8	50.4（参照 10 万吨级油船）	
500 吨级	49	8.0	3.5	9.5~11.75	壶江水道桥代表船型
3000 吨级	108	16.0	5.9	35.3	

②设计最高通航水位：取桥位处历史最高潮位为 4.94m。

③设计最低通航水位：取当地理论最低潮面为-3.22m。

④通航净空尺度：

拟建闽江通海航道桥通航净高要求为 55.45m，通航净宽范围内桥梁梁底标高最低限值为 60.39m；拟建大桥需采用加大通航孔跨度一孔跨过通航水域。

拟建壶江水道桥通航净高要求为 37.45m，通航净宽范围内桥梁梁底标高最低限值为 42.39m；500 吨单孔双向兼顾 3000 吨单向通行需通航净宽为 105m。

（3）布置方案

①闽江通海航道桥

拟建大桥通航孔跨越闽江通海航道，采用 3 万吨级船舶单孔双向通航兼顾 10 万吨级船舶单向通航要求进行设置。根据桥梁设计方案，拟建大桥采用主跨 798m 斜拉桥，通航孔跨度为 798m，其中一侧索塔位于岸上，一孔跨过通航水域，实际设计通航净宽（满足通航净高要求范围内）为 510.4m，通航净高（满足通航净宽要求范围内）为 60.89m，能够满足 3 万吨级船舶单孔双向通航兼顾 10 万吨级船舶单向通航的净空要求。

②壶江水道桥

拟建大桥通航孔跨越初步规划航道，采用 500 吨级海轮单孔双向通航兼顾

3000 吨级杂货船单向通航。根据桥梁设计方案，拟建大桥采用（90+170+90）m 混合梁连续刚构桥，通航孔跨度为 170m，实际设计通航净宽（满足通航净高要求范围内）为 117m，通航净高（满足通航净宽要求范围内）为 43.09m，能够满足 500 吨级海轮单孔双向通航兼顾 3000 吨级船舶单向通航的净空要求。

（4）工程对航道条件的影响

①拟建大桥建成后，其桥墩会占去小部分过水面积，影响局部水流条件，但对桥区航道内流向、流速变化不明显，对船舶航行操纵影响较小。

②拟建桥梁因新增阻水面积和水流的变化较小，不会造成海床再造与海床大的演变现象发生，不会导致滩槽变化。

③拟建闽江通海航道桥通航孔跨越闽江通海航道，拟建壶江水道桥通航孔跨越海域深槽及初步规划航道。大桥通航孔通航净空尺度能够满足该海域代表船型通航的净空要求，可满足航道航行要求。

④拟建桥梁对航道维护影响较小。

（5）施工栈桥对航道安全的影响

本项目拟建跨海桥梁有粗芦闽江特大桥，龙沙一号大桥和龙沙二号大桥，其中粗芦闽江特大桥包含跨越壶江水道的壶江水道桥和跨越闽江通海航道的闽江通海航道桥。根据项目拟建桥梁的施工工艺及方法，需建设施工栈桥共 3 段，分别为粗芦闽江特大桥栈桥、龙沙 1 号大桥钢栈桥和龙沙 2 号大桥钢栈桥。

龙沙一号大桥和龙沙二号大桥均位于浅滩之上，并且此处并无航道，因此，龙沙一号大桥和龙沙二号大桥建设施工栈桥并不会影响到周边航运安全。粗芦闽江特大桥栈桥不涉及闽江通海航道，对闽江通海航道影响较小。粗芦闽江特大桥栈桥需跨越壶江水道，但由于壶江水道内已建设壶江大桥，壶江大桥位于本项目下游 980m，船舶基本沿靠近海域偏南岸深槽习惯航线航行。因此，项目施工栈桥位置对于船舶正常航行使用影响较小，并且施工栈桥桩基间隔 15m，对于周边渔船的正常使用基本无影响。此外，本项目施工栈桥在施工期结束后会立即拆除。

在施工期，建设单位和施工单位会根据施工期通航安全保障方案，会同海事主管部门制定、发布大桥建设期间的水上交通安全组织方案，共同维护桥区施工与桥区水域通航船舶的安全，并依据桥梁施工进度和施工方案制定相应的措施。

（6）施工船舶对通航安全的影响

由于建桥过程中，工程船舶的施工作业需占用通航水域，因此，会给过往船舶通航造成一定的影响，而过往船舶在航行管理上缺乏协调，也会影响施工。为了确保桥区水域通航安全，施工前应发布航行通告，施工期必要时实行水上交通安全管制等措施。桥梁建设和施工单位应会同地方海事、航道部门根据施工通航安全保障方案制定大桥施工期的水上交通组织方案，共同维护桥区施工与桥区水域通航船舶的安全，并依据桥梁施工进度和施工方案制定相应的通航安全保障措施，具体如下：

①施工单位应建立施工期安全管理体系，成立指挥系统，组织实施管理，明确责任人及各岗位职责，确保施工期安全通航。

②建设单位、施工作业单位应向所在地管辖海事机构办理通航水域水上水下活动许可，申请划定施工水域。施工作业者应贯彻“安全第一，预防为主”的方针，制订安全应急措施和防污染计划；既保证施工顺利进行又能保障施工安全，通航安全。

③经海事机构审批同意，划定施工作业水域，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。

④实施施工作业的船舶、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯号型。施工单位在施工作业期间应按海事机构确定的安全要求设置安全作业警戒区，在现场作业的船舶应配备通信设备。

⑤在大桥建设期间，施工单位应制订施工船舶的安全管理制度和安全操作规程。

⑥施工单位或建设单位应和地方海事部门建立有效联系，接受地方海事部门对施工水域的现场监督检查。

⑦大桥施工期间，使用明火或高空作业，应特别注意风向，制定严密的防火措施。

⑧台风登陆或影响期，洪汛期、大雾等气象、水文条件不良时，应停止施工，禁止通航。

⑨建设单位、施工单位应建立应急计划和应急处置预案。应急预案至少应包括防污染应急预案，防台应急预案，防汛应急预案，并报辖区海事机构。要组织

培训人员定期进行演练，以确保大桥、船舶的通航安全。

⑩设置必要的临时助航和警示设施，经海事、航道部门验收合格后启用。

综上所述，在采取相应的通航保障措施后，本项目的建设对航道航运活动基本无影响。

4.2.6 对周边红树林资源影响分析

根据现场踏勘及与当地林业局收集相关材料，本项目用海不占用红树林，最近红树林位于壶江岛北侧和粗芦岛南侧，分别距离项目约 150m 和 490m，均为人工林，品种主要为秋茄，面积分别为 1.50hm^2 和 1.4086hm^2。本项目施工期悬浮泥沙扩散范围有限，悬沙浓度增量的包络面积不覆盖红树林所在区域，对于红树林的生长影响较小，不影响红树林的消浪护岸功能，对于红树林范围内的底栖生物种类和生物数量基本无影响。周边红树林分布见图 4.2-3，红树林现状见图 4.2-4。

略

图 4.2-3　项目周边红树林位置图

略

图 4.2-4　壶江岛红树林现状图

4.2.7 对海岛资源影响分析

本项目的建设串联了闽江口周边岛屿，实现了琅岐岛和粗芦岛之间的路网互通，根据项目建设路线，本项目建设范围内涉及了 4 座海岛，其中 3 座为有居民海岛，分别为琅岐岛、壶江岛和粗芦岛，根据这 3 座有居民海岛的环境保护要求，在合理利用土地资源的前提下，是允许开发建设的。并且项目建设后能够完善该区域交通路网，加快交通运输效率，促进经济发展建设。

项目建设路线还经过 1 座无居民海岛，该座无居民海岛名称为乌猪礁，项目在设计期间已充分考虑项目路线跨越无居民海岛问题，在该处桥梁设计上已实现桥梁对无居民海岛现状的跨越，桥墩桩基未安置在岛内，不占用无居民海岛。桥梁与乌猪礁高程差约 50m，桥梁的建设与运行基本不会对乌猪礁海岛功能造成影响。桥梁与岛屿平面图可见 4.2-5，立面图可见 4.2-6。

本项目为国省干线类项目，建成后完善了区域交通布局，促进了闽江口经济发展，带动了闽江口旅游业进一步发展，项目在规划期间本着节约土地资源，对

于有居民海岛，提供更加便利的交通路网，促进当地经济发展，对于无居民海岛，实现桥梁直接跨越，项目建设不破坏、不占用无居民海岛。并且本项目在施工运营期间产生的污染较小，悬浮泥沙能较快沉淀，项目在施工和运营期间也采取了相应的环保措施，进一步保障周边海域环境，保护闽江口海岛资源。

略

图 4.2-5　桥梁与乌猪礁平面位置图

略

图 4.2-6　桥梁与乌猪礁立面位置图

4.3 生态影响分析

4.3.1 水动力环境影响分析

略。

4.3.2 冲淤环境的影响分析

工程建设对周边海域敏感区造成的淤积影响在 0.01m 以内，与现状水深相比变化极小，不会对其功能产生影响。

4.3.3 海水水质环境影响分析

根据预测结果，施工期悬浮物扩散对闽江口环境敏感水域悬沙浓度增量在 10mg/L 以下，不会对敏感区水质产生影响。

4.3.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

（1）施工期污染物排放对沉积物环境的影响分析

污染物排放入海，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。

本项目在施工过程中对底质的扰动引起的悬浮泥沙，但仅对工程区附近底质产生少量扰动。此类作业时间很短，底泥浮起有限，其组成与该海区的底质无较大差别，海域中泥沙特征不变。因此，并不会改变工程海域沉积物的质量。

本项目施工污水主要为施工人员生活污水和施工机械冲洗污水。施工期生活污水纳入当地的生活污水系统，不排入海域；施工机械清洗污水经沉淀池沉淀后，用于喷洒道路及施工场地，禁止陆域生活污水或施工废水直接排放入海。由于污

水量少，施工期较短，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，要加强施工管理，将施工生活垃圾和施工废弃物一同清运至垃圾处理场处理，避免直接排入海域，保证工程海域沉积物的质量基本不受影响。可见，本项目施工期建设产生污染物对该海域沉积物环境影响不大。

（2）运营期污染物排海对沉积物环境的影响分析

本工程在运营期向海洋环境排放的污染物主要为雨水冲刷桥面产生的初期雨水，含有 SS 和石油类等污染物质。根据工程概况，桥面初期雨水分散排放，污染源强较小且分散，不是长期连续的排放，间歇性较大，其携带少量污染物进入海域后，在潮流的作用下，随海水迅速扩散、稀释，对海域沉积物环境基本不产生影响。

建议本工程桥梁安排专门人员负责桥梁的日常维护与管理，采用先进清扫设备对桥面实施保洁。桥面清扫物以及路面维修过程中产生的废弃路面材料均禁止向海域排放，统一收集后运送至垃圾填埋场妥善处理。通过实施严格的环境管理措施，在运营期不会发生固体废物污染海洋沉积物环境问题。

综上所述，本项目对本工程海域沉积物环境影响很小。

4.3.5 施工期对海域生态的影响

（1）施工期悬浮泥沙入海对海洋生态的影响

①对浮游生物的影响

施工期，钢护筒和围堰施工作业会产生悬浮泥沙，导致工程区及周边局部海域水质混浊，使海水的光线透射率下降，溶解氧降低，对浮游动物和浮游植物产生不同程度的不利影响。海水中悬浮物增加，悬浮颗粒会黏附在浮游动物体表，干扰其正常的生理功能，尤其是滤食性浮游动物会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部 消化系统紊乱；海水透明度下降，溶解氧降低，不利于浮游植物的光合作用，进而影响浮游植物的细胞分裂和生长，使单位水体内浮游植物的数量降低，导致该水域内初级生产力水平下降。施工结束后，悬浮泥沙会很快消失，而且海水流动将带来外海的浮游生物加以补充，因此施工作业对本海区的浮游生物数量不会产生长期不利影响。

②对底栖生物的影响

施工期产生的悬浮泥沙最终将沉降至海底，覆盖原有的底质。对于生存于底

质表层的底栖动物（如虾类），会因缺氧窒息和机械压迫而死亡；对于常年生存于底质内部的底栖动物，绝大多数仍能正常存活；对于活动能力较强的底栖动物，在受到惊扰后，会迅速逃离受污染的区域。粉尘在沉降过程中能吸附海水中的重金属和其他污染物质，当沉降至海底时，将会使底质中重金属和其他污染物质含量增加，恶化底栖生物的生存环境。施工作业结束后一段时间内，受影响的底栖生物群落会逐渐恢复或被新的群落所替代

③对鱼卵仔鱼的影响

施工期，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。本项目施工期，将会对海洋生物的仔幼体产生不良影响。

④对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。海水中悬浮物在许多方面对游泳生物产生不同的影响。首先是水体中悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，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游泳生物特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，因为悬浮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，损伤鳃组织或隔断气体交换的进行，严重时甚至导致窒息。

本项目在桩基施工期在钢护筒和钢围堰内施工，产生的悬浮泥沙对外扩散范围较小、入海量较少，对海域生态影响较小。施工期钢护筒和钢围堰产生的悬浮泥沙较多，但钢护筒和钢围堰只在插入和拔出时产生较多悬浮泥沙，插入和拔出过程时间较短，悬浮泥沙经过一段时间后就很沉降，又因成鱼有相对较强的避害能力，在施工期海水混浊时，成鱼一般会自动避开。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，因此施工悬浮泥沙对该海域游泳生物的影响不大。

（2）桩基占海对海洋生态环境影响分析

本项目在施工期搭设的施工栈桥桩基会占用一定的海域，不为永久占用，在施工结束后栈桥桩基将拆除，并且占用的面积较小，根据监测调查，该范围内底栖生物种类较为常见，在施工结束后受损的底栖生物资源能够较快的恢复，后续也会对受损的底栖生物资源进行生态补偿。

本项目桥梁桩基占用一定海域面积，占海范围内底栖生物将被彻底损伤破坏，导致底栖生物死亡和栖息地的丧失，后续将对受损海洋生态进行修复，对底栖生物进行补偿，较快恢复海洋生态环境。

因此，本项目桩基占用对底栖生物影响较小，并且后续会进行生态补偿。

（3）施工期含油污水排放对海洋生态的影响

施工期，施工现场的施工机械及施工船舶在使用和维修过程中将产生含油废污水。若直接排入海中，油污通过附着在悬浮物上并随之沉降到海底，或溶于海水中，随海流扩散，或在水面上随旋流漂移，漂浮于水面上，造成阳光透过率降低，阻碍植物光合作用，从而影响海洋生态环境。而且油污具有一定的黏性，会破坏部分海洋生物的呼吸系统，造成其呼吸困难而死亡。

因此，施工期应加强管理，严禁施工机械产生的各种污水未经处理直接排放，必须对施工过程中产生的各类含油污水进行收集，船舶含油污水应收集后上岸处理，减轻含油污水排放对海水水质、海洋生物生态造成的危害。根据工程分析，本项目施工期对含油废水采用相应的环保措施，加强管理，经适当处理后，进入水体的石油类等污染物的量就很小，对水生生物的影响程度和范围也就很小。

4.3.6 运营期对海域生态影响分析

（1）地面径流污水入海对海域生态的影响

运营期本项目主要污染物为车辆运输导致沙土散落和路面垃圾。本项目主要水污染源为桥面初期雨水径流，一般是指降雨时前 5～20min 的雨水。桥面初期雨水是各大桥营运期产生的非经常性污水，主要是初期雨水冲刷桥面形成，桥面初期雨水中主要污染物为 SS 和石油类，污染物的浓度与桥面行驶机动车的车流量、机动车类型、降雨强度、降雨周期、道路性质及机动车燃料性质等多项因素有关。

为避免污染物随雨水进去周边海域生态环境，项目运营期应安排环卫人员加强对道路的打扫清洁，可大大减少桥面初期雨水径流中污染物的数量，同时桥梁

在设计上已于桥梁两边设置应急池，径流水可由桥面汇集至路侧雨水边沟，经由雨水边沟收集后进入桥梁两侧应急池，经过沉淀，径流雨水可排入周边排水系统。经采取措施后，本项目运营期不会对项目及其附近海域的生态环境产生明显的影响。

（2）运输车辆交通事故污染物排放入海对海域生态环境影响

本项目在运营期间可能存在桥面运输车辆碰撞导致污染物泄漏等事故风险，存在污染物入海的隐患。因此，在项目运营期间需加强对桥面车辆的管理，于桥面两侧设置应急池。在事故发生时能够第一时间控制污染物扩散，对污染物进行收集。收集的污染物交由相关单位处置，避免污染物直接入海，进而减少对海域生态环境造成严重污染。

综上所述，通过实施严格的环境管理措施，在运营期间对海域生态环境的影响不大。

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

根据《2025 年福州市国民经济和社会发展统计公报》，2025 全年实现地区生产总值 15112.32 亿元，比上年增长 5.6%。其中，第一产业增加值 748.72 亿元，增长 4.1%；第二产业增加值 5453.63 亿元，增长 5.6%；第三产业增加值 8909.96 亿元，增长 5.6%。第一产业增加值占地区生产总值的比重为 5.0%，第二产业增加值比重为 36.0%，第三产业增加值比重为 59.0%。全年农林牧渔业总产值 1278.09 亿元，比上年增长 4.2%；交通运输、仓储和邮政业增加值 505.32 亿元，增长 5.4%。规模以上服务业企业营业收入 3644.94 亿元，比上年下降 2.3%。年末公路里程（不含平潭）11779 公里，其中高速公路总里程 764 公里；年末铁路总里程 599.29 公里（干线 533.2 公里、支线 66.09 公里），其中高速铁路总里程 466.6 公里。

（2）连江县

根据《2025 年连江县国民经济和社会发展统计公报》，全年实现地区生产总值 901.21 亿元，比上年增长 6.1%。其中，第一产业增加值 193.30 亿元，增长 4.3%；第二产业增加值 390.23 亿元，增长 7.6%；第三产业增加值 317.68 亿元，增长 5.3%。第一产业增加值占地区生产总值比重为 21.4%，第二产业增加值比重为 43.3%，第三产业增加值比重为 35.3%。全年农林牧渔业总产值 342.31 亿元，比上年增长 4.3%。其中，渔业产值 312.12 亿元，增长 4.7%；交通运输、仓储和邮政业增加值 42.62 亿元，增长 7.7%。规模以上服务业企业营业收入比上年下降 49.5%。年末公路里程 1186.64 公里。

（3）马尾区

根据《2025 年马尾区国民经济和社会发展统计公报》，全年实现地区生产总值 803.53 亿元，增长 5.3%。其中，第一产业增加值 15.03 亿元，增长 4.4%；第二产业增加值 434.55 亿元，增长 4.3%；第三产业增加值 353.95 亿元，增长 6.7%。三次产业比为 1.9:54.1:44.0。三次产业对经济增长的贡献率分别为 1.5%、43.5%

和 55%。全年人均地区生产总值 269190 元，增长 5.3%。全年农林牧渔业完成总产值 256691.1 万元，增长 4.4%；交通运输、仓储和邮政业增加值 31.19 亿元，增长 6.2%。年末全区公路总里程 183 公里，其中高速公路总里程 38 公里。

5.1.2 海域使用现状

项目区周边海域的开发利用活动主要有养殖用海、航道和锚地、码头、船舶工业、桥梁、渔船临时停靠点、围填海、红树林和防洪堤等。开发利用现状详见图 5.1-1。

（1）养殖用海

粗芦岛南侧海域分布有多处鳗苗捕捞的定置张网设施，鳗苗捕捞的定置张网设施属塘下村和定岐村村民所有。定置网为季节性捕捞设施，一般作业时间为 11 月至翌年一月。

项目区所在海域及周边分布有大面积的围垦养殖池塘，主要养殖鱼、虾、蟹等水产品。其中本项目桥梁上跨龙沙村围垦养殖池塘，龙沙村围垦养殖池塘用海面积约为 0.5896hm^2，无权属。福州开发区海州农渔业开发有限公司围海项目位于本项目东侧 211m，用海面积为 16.0488hm^2，权属已过期；

在粗芦岛东侧海域、粗芦岛北侧海域、川石岛西侧近岸海域及壶江岛东侧海域分布有多处开放式养殖，养殖品种主要为蛏。开放式养殖与项目区最近距离约 1.2km。琯头镇定安村养殖 1 区位于项目西北侧 2.9km，用海面积为 40.0272hm^2，海域使用权人为连江县琯头镇定安村民委员会。

（2）航道、锚地

①闽江通海航道：闽江通海航道全长约 50km，其间包括大屿、新丰、中沙、马祖印、内沙和外沙等六处碍航浅滩。该航道经二期工程整治，于 1998 年竣工后可单向乘潮通航 2 万吨级海船（保证率 90%）。2007 年 5 月份，福州港闽江通海航道西风石至七星礁航段增深工程已竣工验收，工程总长度为 19.21km，航道底宽 150m，航道转弯半径大于 900、1350m，各浅段设计底标高分别为内沙段-8.398m（罗零）、外沙段-8.798m（罗零）。

闽江通海航道三期工程为扩建工程，于 2017 年开工，并在 2018 年 5 月交工验收，三期工程在现有航道基础上增深拓宽，航道布置基本利用天然深槽及现有航道，对局部航段进行合理优化调整，以满足 2 万～3.5 万吨级散货船乘潮单线

通航要求。项目船舶利用闽江通海航道进出港，项目区前沿为闽江通海航道的内沙航道，航道宽 150m，底标高为-7.3m（当地理论最低潮面），本项目上跨闽江通海航道。

②乌猪水道：从乌猪水道接闽江口航道，主要通航小型船舶及运砂船舶。航道长 6.7km，为六级航道，宽 30m，水深 1.5m，最低通航保证率 90%，最小弯曲半径 220m。位于本项目西侧约 2.4km。

③琯头渡口至川石渡口习惯性航线：该航线长约 10km，轮渡每日有定时航班在两者之间往返。本项目上跨琯头渡口至川石渡口习惯性航线。

④锚地：福州港闽江口内港区设有马杭洲、罗星塔、营前、亭江、琯头、乌猪口锚地等 6 个内锚地和七星礁南北锚地 2 个外锚地。乌猪口锚地供 5 千吨级船舶锚泊，主要功能为薰舱，分为乌猪口 1 号锚地和乌猪口 2 号锚地两块，其中乌猪口 2 号锚地距离本项目最近，约 1.9km。

（3）码头

粗芦岛东南侧为连江琯头华洲 3000 吨级杂货码头，位于本项目西侧约 3.1km，用海面积为 23.05hm^2，海域使用权人为福建冠海海域有限公司。

在项目区周边分布有多处渔业、陆岛等码头，主要有塘下码头、定岐码头、琯福建材加工基地码头、川石客运码头、川石岛陆岛交通码头、壶江澳中客运码头、壶江陆岛交通码头、金沙码头、凤窝码头、粗芦岛陆岛交通码头、琯头园区配套码头、下岐村码头和连江晓澳陆岛交通码头等。

福州（连江）国家远洋渔业基地核心区母港一期工程位于项目西侧 0.58km 处，用海面积为 39.7325hm^2。主要有 4 个远洋渔业泊位及其相应配套设施，其中 3～5#泊位为 1 万吨级泊位，6#泊位为 5000 吨级泊位。年设计吞吐量为 60 万吨，年设计通过能力为 70 万吨，主要装卸货种为水产品。海域使用权人为连江县现代海洋投资有限公司。

（4）船舶工业

①马尾船政（连江）船舶及海洋工程装备园区特种船舶项目：于 2013 年取得海域使用权证，海域使用权人为福建省马尾造船股份有限公司，申请用海总面积为 19.7558hm^2，包括透水构筑物用海 4.8558hm^2 和港池用海 14.9000hm^2。自北往南，分别布置材料码头、2#舾装码头、宽横向下水滑道和 1#舾装码头。其位

于本项目西北侧，相距约 3.1km。

②冠海造船厂：以建造海工船和散货船为主，现有 8 万吨级舾装码头一座，5 万吨级、3 万吨级、2 万吨级、5 千吨级船台共四座。海域使用权人为福建省冠海造船工业有限公司，用海总面积 18.4734hm^2，其中建设填海造地用海为 3.1934hm^2，港池用海面积为 15.2800hm^2。其位于本项目西北侧，与项目区距离约 3.1km。

（5）桥梁

①连江县琯头镇粗芦岛大桥：桥长约 560m，于 2004 年取得海域使用权证。其位于项目区西侧约 3.6km 处，用海面积为 2.08hm^2，海域使用权人为连江县琯头镇人民政府。

②连江粗芦岛二桥及接线公路：位于粗芦岛西北侧，全长 352m，其中涉海长度为 269m，单跨的跨度 40m，桥面宽 18m。于 2016 年取得海域使用权证，跨海桥梁用海面积 1.0260hm^2，海域使用权人为福建省连江县路港工程开发公司，位于本项目西北侧 3.6km 处。

③长门特大桥：长门特大桥濒临闽江入海口，南北向横跨闽江，北接连江长门村，南接琅岐岛。大桥全长 848m，主跨 550m，结构形式为双塔双索面混合梁斜拉桥，北岸塔高 186.2m，南岸塔高 184.2m，大桥采用塔梁墩固结体系。位于本项目西侧约 4.0km。

④壶江大桥：壶江大桥长 400m、宽约 10m，于 2019 年建成通车。位于本项目南侧约 0.9km，用海面积为 2.395hm^2，海域使用权人为琯头镇壶江村委会。

（6）渔船临时停靠点

项目区周边有两处渔船停靠点，为塘下村渔船临时停靠点和下岐村渔船临时停靠点，主要用于村民渔船临时停靠使用，距离本项目最近距离约 1.0km。

（7）围填海

项目区周边分布有多处围填海，其中琯福建材加工基地围填海与本项目相距最近，约 93m。

福建海峡西岸水产品加工基地位于本项目北侧 4.8km 处，用海面积为 29.894hm^2，用海方式为填海造地，海域使用权人为连江县琯头投资区新闽江口建设发展有限公司。

（8）水闸

福斗水闸位于项目区西侧约 1.5km 处，为三孔水闸，主要用于排水排涝。

（9）红树林

项目周边红树林位于壶江岛北侧和粗芦岛南侧，分别距离项目约 150m 和 490m 处，均为人工林。

（10）防洪排涝工程

连江县粗芦岛北侧海堤加固改造工程位于本项目西北侧 2.0km 处，用海面积为 1.6251hm^2，海域使用权人为连江县交通建设发展有限公司，权属已过期。

连江县琯头新城区（粗芦岛）防洪排涝工程位于本项目红线西侧，于 2014 年取得划拨决定书，建设用地使用权为 xxx。连江县琯头新城区（粗芦岛）防洪排涝工程红线部分超出新修测岸线，与项目用海存在部分平面重叠。

（11）龙沙沙滩通道

龙沙沙滩通道位于本项目龙沙二号大桥的桥下，主要为居民进出龙沙沙滩的通道，该通道连接龙沙村村道，长约 50m、宽 6.5m，根据现场调查及设计方案可知，该通道使用过程中需要的净高为 2m，本项目龙沙二号大桥与龙沙沙滩通道高程差为 4m，项目建设不影响龙沙沙滩通道功能使用。

图 5.1-1　本项目周边海域使用现状图

5.1.3 海域使用权属现状

本项目周边已确权用海项目分布详见图 5.1-2，本项目周边已确权用海项目 22 个，具体确权情况见表 5.1-1。

表 5.1-1　项目区周边海域使用权属现状表

略

略

图 5.1-2　项目周边已确权用海项目分布情况

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据项目所在海域开发利用现状以及项目建设对周边海域环境影响分析，与本项目建设有关的用海活动主要为养殖用海和交通运输用海。

5.3 利益相关者界定

根据 5.2 节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：

（1）根据调查，用海范围涉及养殖用海为 xxx 围垦养殖区。本项目用海需占用的养殖海域，将使养殖活动退出工程区，上述养殖的所有者 xxx 为本项目的利益相关者。

（2）项目建设需占用部分 xxx 自建的浮排，浮排主要作用为渔船停靠，本项目用海将使 xxx 浮排拆除，上述所有者 xxx 为本项目的利益相关者。

（3）工程施工悬浮物人为增量超过 10mg/L 的最大包络范围影响范围内无开放式养殖。

（4）项目路线跨越壶江水道进入琅岐岛后与琅岐岛环岛路高程、边界进行衔接。琅岐岛环岛路用地红线超出新修测岸线，与项目用海存在部分平面重叠，琅岐岛环岛路用海主体为 xxx，因此，xxx 为本项目的利益相关者。

（5）项目施工期，会显著增加项目周边水域的船舶交通量，对金沙码头的船舶进出产生一定影响，上述所在福州市 xxx 为本项目的利益相关者。

（6）连江县琯头新城区（粗芦岛）防洪排涝工程位于本项目红线西侧，连江县琯头新城区（粗芦岛）防洪排涝工程红线部分超出新修测岸线，与项目用海存在部分平面重叠。建设用地使用权为 xxx，因此 xxx 为本项目的利益相关者。

根据现场调查，结合本项目的工程特点以及上述海域开发活动影响分析，界定本项目利益相关者详见表 5.3-1。

表5.3-1　项目用海的主要利益相关者一览表

工程段	周边用海活动	利益相关者	与本项目相对位置	影响内容	协调措施
国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段	围垦养殖	xxx	工程区内	桥墩占用围垦养殖区，施工期产生的泥沙扩散可能造成养殖区水质受到影响	建设单位应按相关要求落实补偿标准，确保其合法权益，妥善处理好与养殖户的关系。
	渔业基础设施用海	xxx	工程区内	本项目桥墩占用壶江岛西侧浮排，需拆除	建设单位与xxx进行协调，确保其合法权益
	本项目与琅岐岛环道路相连接	xxx	工程区内及周边	本项目路线连接琅岐岛环岛路，与项目用海存在部分平面重叠	建设单位与xxx进行协调，确保其合法权益
	港口	xxx	工程区周边	本项目施工对金沙码头船舶进出造成一定影响	建设单位与xxx进行协调，确保其合法权益

	防洪排涝工程	xxx	工程区内	与项目用海存在部分平面重叠	建设单位与xxx进行协调，确保其合法权益

5.4 需协调部门界定

根据 5.2 节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，需协调的部门主要有：

（1）在工程施工期，大量施工船舶会显著增加项目周边水域的船舶交通量，使得通航变得复杂，对周边航道的通航产生一定影响。因此，将 xxx 列为需协调部门。

（2）项目建设将对申请用海范围内的区域防洪设施带来影响。此外，项目建设和运营期间应注意追踪台风路线，做好灾害防治，工程加固等措施，将有可能风险降至最低。因此，将 xxx 列为需协调部门。

需协调部门详见表 5.4-1。

表5.4-1　需协调部门一览表

工程段	周边用海活动	需协调部门	与本项目相对位置	利益相关内容
国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段	壶江水道和闽江通海航道	xxx	工程区周边	在工程施工期，大量施工船舶会显著增加项目周边水域的船舶交通量，使得通航变得复杂
国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段	防洪排涝工程	xxx	工程区周边	项目建设影响区域防洪排涝

5.5 相关利益协调分析

项目用海与周边利益相关者的关系基本清楚，相关关系可以协调。

5.6 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析

5.6.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目用海不占用军事用地，也不妨碍军事设施的使用。国防用海具有隐蔽性、突发性等特点，为此要求时刻保持海上安全畅通，不影响军事演习及作战需求。本项目施工期间，若遇军事演习或战时必须绝对服从军事行动和国防安全的需要，服从区域国防单位的交通管制，并服从国防单位的征用，满足军事活动的需要。

5.6.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海位于闽江口，地处我国内海海域，远离领海基点和边界，故对国家权益没有影响。《中华人民共和国海域使用管理法》规定，海域属于国家所有，任何单位及个人使用海域，必须向海洋行政主管部门提出申请，获得海域使用权后方可使用海域，确保国家作为海域所有权者的利益。所以，本项目业主单位在依法取得海域使用权后，对国家权益没有影响。

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）》

根据《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》，本项目用海范围位于海洋开发利用空间和海洋生态空间。

6.1.2《福州市国土空间规划（2021—2035 年）》

根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目申请用海范围位于交通运输用海区、海洋生态控制区、游憩用海区。

6.1.3《连江县国土空间规划（2021—2035 年）》

根据《连江县国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目申请用海范围位于生态控制区、交通运输用海区中的“港口区”及游憩用海区中的“文体休闲娱乐用海区”。

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

6.2.1 项目对海域的利用情况

本项目拟建国道 G639 线马尾琅岐至连江粗芦岛段，项目建设考虑到实际通航情况，在设计上尽量合理分布和减少桩基数量，占用部分对海域水动力环境、冲淤环境存在一定的影响，但是影响较小，海域水动力环境、冲淤环境影响经过一定时间后会趋于平衡。项目在建设过程中围堰及钢护筒的插入和拔出会造成悬浮泥沙扩散，悬浮泥沙扩散范围有限，并且产生的悬浮泥沙能够较快沉降，对海域水环境影响较小。本项目用海方式为“跨海桥梁”，项目建设不改变海域自然属性。项目在施工及运营期间主要对海域生物资源造成损害，对海域生物资源的损害主要由工程占用海域和污染物扩散的影响两个方面造成，在项目建设完毕后会对生物资源损失进行补偿。因此，本项目对海域环境影响较为有限。

6.2.2 项目对周边海域国土空间总体规划分区的影响分析

根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》可知，项目周边海域国土空间总体规划分区为工矿通信用海区，位于项目所在海域东北侧。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开展围填海生态建设。”

本项目为跨海桥梁，项目建设对水动力、冲淤环境的影响仅局限在工程区附近，项目与工矿通信用海区距离较远，本项目建设不会影响该功能区主导功能的发挥。

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1 与《福建省国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

本项目申请用海范围位于海洋开发利用空间和海洋生态空间。项目为跨海桥梁，不改变海域自然属性，项目的建设可完善全省国省道干线公路网，优化交通布局，促进两岸经济文化交流。因此，本项目用海符合海洋开发利用空间要求。

项目用海范围内不涉及、占用和破坏红树林分布区、造礁珊瑚分布区、海洋珍稀濒危物种集中分布区、水产种质资源保护区、重要地质历史遗迹保护区和重要渔业资源区。本项目为非污染型项目，施工期悬浮泥沙扩散范围较小，泥沙影响随施工结束而逐渐消失，不会对周边海域的水质产生长期明显的影响。根据数值模拟分析，本项目建设对水动力、冲淤环境的影响仅局限在工程区附近，对周边海域影响不大。因此，本项目用海符合海洋生态空间要求。

综上所述，本项目建设符合《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）》符合性分析

根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目申请用海范围位于交通运输用海区、海洋生态控制区、游憩用海区。本项目用海满足“交通运输用海区”“游憩用海区”和“生态控制区”的相关管控要求，因此符合《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》。

6.3.3 与《连江县国土空间总体规划（2021—2035 年）》符合性分析

根据《连江县国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目申请用海范围位于生态控制区、交通运输用海区中的“港口区”及游憩用海区中的“文体休闲娱乐用海区”。本项目用海满足“交通运输用海区”“游憩用海区”和“生态控制区”的相关管控要求，因此符合《连江县国土空间总体规划（2021—2035 年）》。

6.3.4 与“三区三线”划定成果的符合性分析

根据福建省“三区三线”划定成果，本项目申请用海范围内不涉及“三区三线”，距离生态保护红线较远。项目施工期悬浮泥沙等污染物扩散范围有限，并且本项目周边的生态保护红线与海水交互较少，污染物不易扩散至生态保护红线区内，对生态保护红线内环境质量基本无影响。本项目在跨海段不占用永久基本农田。因此，本项目符合福建省“三区三线”划定成果。

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

根据《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》中针对闽江口的海洋生态保护修复重点任务为“闽江口及周边海域，涉及福州市连江县、马尾区、长乐区。该区域存在滨海湿地生境和鸟类栖息地不足、部分岸线受损等生态问题。结合闽江下游、敖江等流域水生态保护修复，深化陆海统筹，加大闽江口国际重要湿地保护力度，巩固互花米草治理效果，以海岸带整治修复、防护林带修复、湿地保护修复、鸟类栖息地营造为重点，构建闽江口地区海滩－防护林－湿地绿色屏障，维护生物多样性，增强海岸防护功能，提高海洋碳汇能力。”本项目建设位置位于闽江口海域，项目建设不占用重要湿地和一般湿地的同时，不破坏、占用红树林，与周边红树林还存在一定距离，对红树林影响较小，并且项目建设范围内不涉及鸟类栖息地，对鸟类栖息基本无影响，因此，项目建设符合闽江口生态保护修复重点任务。

根据《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》中闽江口湿地生态系统保护修复重点工程为“以构建集海岸防护、生物多样性保护、生态优化为一体的闽江口及周边海岛海洋生态安全格局，增强海洋碳汇能力为目标，在系统开展闽江口及周边海岛生态系统调查评价的基础上，重点针对闽江口、琅岐岛、粗芦岛等区域，收集测量水深空间信息，摸清生物群落特征，并辅助以 eDNA 调查，初步建立自然资源数据库，开展红树林营造及管护、鸟类栖息地保护修复、岸线整治和海堤生态化修复、琅岐岛植被修复、沙滩修复、后滨沙地植被修复等工作，并对红树林、鸟类栖息地、岛体植被进行长期监测和评估”。本项目建设不占用鸟类栖息地、不破坏红树林，并且本项目在设计初期考虑保证项目建设的同时不

影响闽江口通航，跨海桥梁在设计上尽量减少桩基的占用，降低桩基占用造成的底栖生物损失，并且根据调查，项目所在海域底栖生物在周边均有大量分布，对生物多样性及特定生物影响较小。因此，项目建设对闽江口湿地生态系统保护修复重点工程基本无影响。

综上所述，本项目的建设符合《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》。

6.3.6 与《福建省海岸带及海洋空间规划》的符合性分析

本项目用海满足“交通运输用海区”“游憩用海区”和“生态控制区”的相关管控要求，因此符合《福建省海岸带及海洋空间规划》。

6.4 项目用海与其他规划的符合性分析

6.4.1 与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》产业政策符合性分析

根据国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类“鼓励类”产业中第二十四大点“公路及道路运输”第 1 小点“公路交通网络建设：国家高速公路网项目建设，国省干线改造升级，汽车客货运站、城市公交站，城市公共交通”。因此，本项目符合国家产业政策的要求。

6.4.2 与《福建省湿地保护条例》的符合性分析

根据《福建省湿地保护条例》，第三十条在湿地范围内禁止从事下列行为：（一）向湿地及周边区域排放有毒、有害物质或者堆放、倾倒固体废物；（二）破坏鱼类等水生生物洄游通道和野生动物的重要繁殖区及栖息地；（三）采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；（四）毁坏湿地保护及监测设施；（五）法律法规认定的其他破坏湿地及其生态功能的行为。

根据《湿地保护管理规定》，湿地是指“是指常年或者季节性积水地带、水域和低潮时水深不超过 6 米的海域，包括沼泽湿地、湖泊湿地、河流湿地、滨海湿地等自然湿地，以及重点保护野生动物栖息地或者重点保护野生植物原生地等人工湿地。”。

本项目为跨海桥梁工程，位于福州市连江粗芦岛及马尾琅岐，根据福建省林业局公布的福建省第一批省重要湿地名录，本项目的建设范围不在重要湿地名录

内；根据福州市一般湿地名录，本项目不占用一般湿地。本工程跨海桥墩和桩基占用部分湿地，湿地类型为一般滨海湿地。本项目利用透水构筑物的跨海桥梁，占用湿地面积较少，可以尽可能减轻项目建设对湿地生态功能的不利影响，对滨海湿地的生态功能影响较小，能够保持湿地生态完整，未改变湿地性质和海域自然属性。

因此，本项目的建设是符合《福建省湿地保护条例》的。

6.4.3 与《福州港总体规划（2035 年）》的符合性分析

根据《福州港总体规划（2035年）》：闽江通海航道维持现状，满足3万吨级杂货船乘潮通航要求，并且在已批复的《福州港总体规划》中明确闽江口内港区包括台江、马尾、青州、筹东、松门、长安、小长门、琅岐等八个作业区。目前，结合城市发展需要，青州大桥上游台江、马尾作业区大部分码头已关停，规划取消台江、马尾作业区，建议既有码头设施通过改造调整为客运、游艇、公务及其它配套服务功能。同时，根据港口发展现状，规划增加洋屿、象屿作业区。

目前闽江口内港区油品码头布局较为分散，大部分为企业专用码头，利用率不高。考虑港口和城市发展关系，以及闽江的资源容量和环保要求，码头利用率不高。考虑港口和城市发展关系，以及闽江的资源容量和环保要求，闽江口内港区油品、液体化工品码头功能逐步搬迁调整或取消。所以本项目的建设不影响现有和规划的港口码头。

综上，本项目符合《福州港总体规划（2035年）》相关规定。

6.4.4 与《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》符合性分析

根据《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》（以下简称《规划》），“十四五”期间，福建省将“充分发挥多区叠加的政策优势，推进实施综合交通运输体系‘一核三支’总体战略，着力打造‘21 世纪海上丝绸之路’核心枢纽，推动交通改革创新和绿色发展，加速发展现代交通运输服务业，提升治理体系和治理能力现代化水平，形成福建陆海内外联动、东西双向互济、多中心多向辐射的交通运输全方位开放新格局。根据《规划》，到 2025 年，福建省将初步形成立体化、快速化、大容量，高效对接周边省份、便捷联通两大协同发展区的“三纵六横两联”综合运输大通道。实现这个目标具体的实施措施包括全

方位推进公路网高质量发展，推进高速公路网提质增效、推进普通国省干线连段成线、推进农村公路广覆盖惠城乡等。

本项目为国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程是属于国省干线类项目，工程的建设能完善区域公路网的覆盖，提升省内交通便捷程度，推进了省内国省干线的连接，助力福建省综合运输大通道的建设。

综上，本项目的建设符合《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》相关规定。

6.4.5 与《福建省“十五五”生态省建设暨生态环境保护规划》的符合性分析

2026年5月30日，福建省人民政府印发《福建省“十五五”生态省建设暨生态环境保护规划》。规划期为2026—2030年，提出规划目标：到2030年，全面实施碳排放总量和强度双控制度，现代化产业体系更加完善，重点行业能效达到标杆水平的产能比例进一步提升，碳排放总量在2030年前实现达峰；生态环境根本好转，生态质量指数全国领先；城乡建设绿色发展步伐加快，城镇新建民用建筑实现绿色建筑全覆盖，绿色低碳生活方式深入人心；海峡两岸生态环境交流合作持续深化，国家生态文明试验区建设取得新的标志性成果，美丽中国省域先行区基本建成。

本项目为路桥用海，项目的建设串联了闽江口重要岛屿的区域交通，提高了闽江口岛屿间的交通运输效率，进一步优化了投资环境，推动沿海海洋产业结构优化调整，并且本项目在后期规划终点至马祖列岛，为加强两岸之间经济文化交流起到了极大的促进作用。本项目的建设位置不占用海洋生态保护红线，由于本项目为路桥建设，对海域环境影响较小，不会影响到周边海洋生态保护红线区内的环境质量，在促进沿海产业经济发展的同时，还能保证海洋生态的完整性，保证沿海地区经济可持续发展。

综上，本项目符合《福建省“十五五”生态省建设暨生态环境保护规划》相关要求。

6.4.6 与《福建省海岛保护规划》的符合性分析

根据《福建省海岛保护规划》，本项目申请用海面积内涉及三个有居民海岛、

一个无居民海岛，用海范围内跨海桥梁位于琅岐岛重点开发类（R0049）、壶江岛一般开发类（R0048）、粗芦岛重点开发类（R0046）板块、横跨无居民海岛乌猪礁旅游娱乐用岛（N0796）。

根据有居民海岛琅岐重点开发类（R0049）环境保护要求为“合理利用土地资源，禁止破坏岛陆植被，重点保护自然景观、文物古迹、人文名胜等旅游资源和海洋生态环境，减少污染物排放，合理开发旅游业”。

有居民海岛壶江岛一般开发类（R0048）环境保护要求为“合理利用土地资源，禁止破坏海岛植被，减少污染物排放”。

有居民海岛粗芦岛重点开发类（R0046）环境保护要求为“合理利用土地资源，保护沙滩资源，保护和培育红树林生境，减少污染物排放”。

根据《连江县国土空间总体规划》，无居民海岛乌猪礁（N0796）为旅游娱乐用岛，根据规划要求“利用岛上自然景观，建设必要的旅游配套设施与景点改造，严格控制开发规模，控制游客数量，加强海岛及周围海域的生态环境保护，防止可能造成海岛地形、岸滩和海洋环境的破坏。建设项目中防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工和同时投产使用”。

根据上述四个开发类环境保护要求，本项目为国省干线类项目，建成后完善了区域交通布局，促进了闽江口经济发展，带动了闽江口旅游业进一步发展，项目在规划本着节约土地资源，项目所在区域不破坏岛陆植被，重点保护自然景观、文物古迹、人文名胜等旅游资源和海洋生态环境，并且在施工运营期间产生的污染较小，悬浮泥沙能较快沉淀，项目建设时期已同步建设了相应的应急环保设施，所以本项目对周边海域海洋环境基本无影响。

综上，本项目符合《福建省海岛保护规划》相关要求。

6.4.7 与《福州新区琅岐岛控制性详细规划》中防洪防涝标准的符合性分析

根据《福州新区琅岐岛控制性详细规划》防洪防涝的要求，琅岐岛防洪标准为 20 年一遇，防涝标准采用 10 年一遇 24 小时涝水不漫溢。本项目主线为一级公路，互通连接线为二级公路，在跨海桥梁中粗芦闽江特大桥防洪频率采用 1/300，龙沙一号大桥和龙沙二号大桥防洪频率采用 1/100，防涝设计标准为 10 年一遇。本项目设计建设与《福州新区琅岐岛控制性详细规划》防洪防涝标准不冲突。本

项目在施工及运营期间也会采取相应的防范措施：

（1）施工期洪峰到来时，桥墩有明显的阻水流作用，应保证必要的基础埋深和行洪断面。应针对基础冲刷宽浅的特点，加大河流横断面方向的基础防护。

（2）施工过程中建立正常的天气预报接收制度，与气象、水文部门建立业务咨询关系，由专职安全工程师负责，每日向生产部门通告。洪水来临前和洪水期间，加强与气象部门联系，及时调整施工计划。

（3）项目部提前编制防洪抢险预案，并下发至各施工队，在汛期来临前进行防洪抢险动员，各施工队提前准备好抢险设备、备足抢险物资，组织人员进行防洪抢险演练。

（4）汛期施工，在重要的防洪地点设置标志，提示所有人员注意。在雨天可能造成危害时，派专人在重点地带巡视，工地负责人 24 小时轮流值班，并与现场巡视人员保持联系，以便及时做出抢险部署。

（5）在防汛方案中有明确的人员疏散方案，事先规划好疏散地点、带队负责人、食物供应、工地值班员等办法，一旦收到人员疏散指令，能有条不紊地进入疏散程序。

（6）开展防洪大检查工作，定期组织人员检查桥梁状态，洪水过后，检查桥梁受损情况，及时修复被洪水损坏的设施，尽快转入正常运营状态。

因此，本项目的建设符合《福州新区琅岐岛控制性详细规划》的要求。

6.4.8 与《福建省生态公益林条例》的符合性分析

生态公益林是指以维护和改善生态环境、保护生态平衡和生物多样性为主体功能，以提供公益性生态产品和服务为主要利用方向，按照国家规定和有关标准划定的森林、林木和林地，包括防护林和特种用途林。生态公益林的保护和管理应当遵循生态优先、严格保护、责权统一、适当利用、合理补偿的原则，以提高森林质量和生态服务功能为目标，遵循森林自然规律，推进生态公益林形成稳定和可持续的森林生态系统。

本项目用海范围内涉及占用生态公益林，涉及的生态公益林保护等级均为二级。根据《福建省生态公益林条例》第二十四条，二级保护的生态公益林除经依法批准的基础设施、省级以上的重点民生保障项目和公共事业项目之外，禁止开发。

本项目为国家公路网规划道路，属于串联闽江口周边岛屿，完善区域交通网络布局，促进当地经济发展的公共事业，不属于禁止开发类项目，项目所占用的生态公益林均位于连江县，项目业主已征求连江县林业局意见，连江县林业局允许使用生态公益林。

综上所述，本项目的建设符合《福建省生态公益林条例》的要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 线路比选

7.1.1.1 总路线走廊方案比选

本项目的建设起到了串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及环马祖澳沿海发展战略的作用，在线路走向及方案的选择上主要依据以下原则：

①路线方案应充分分析现有道路状况、建设条件合理布设。

②路线方案布局应符合国、省道以及福州市路网规划总体布局及交通流要求，充分考虑地方经济发展的要求，走向应符合地方经济发展布局。

③路线方案选择时应考虑自然保护区、旅游风景区、文化遗址和农田保护区的保护。

④路线方案应尽量避开矿区及不良地质地段，以保证工程安全和降低造价。

⑤路线方案选择时应尽量避免与大型建筑物、企业、水利和农田设施、经济开发区的干扰。

针对以上原则对路线进行比选，比选路线区域走廊论述一览表见表 7.1-1。

表 7.1-1　区域走廊论述比选一览表

序号	方案名称	路段	修建里程（公里）	备注
1	A 走廊	起点川石岛至琅岐劳光	11.83	比选路段
2	B 走廊	起点川石岛至琅岐劳光	12.1	比选路段
3	C 走廊	起点川石岛至琅岐劳光	15.0	比选路段
4	K 走廊	起点川石岛至琅岐劳光	10.8	拟为推荐

（1）路线

A 走廊：起于川石岛，于壶江岛东侧建闽江通海航道特大桥上跨闽江通海航道、琅岐环岛路至琅岐镇建光村，于建光村东侧设置建光互通与琅岐环岛路东段相衔接，后利用已建琅岐环岛路东段及拟建琅岐环岛路南段至琅岐岛南部，终于琅岐镇劳光村附近。

B 走廊：川石岛至琅岐镇建光村段走向同 A 线方案，后穿琅岐岛中部而行，终于琅岐镇劳光村附近。

C 走廊：川石岛至琅岐镇建光村段走向同 K 线方案，路线上跨琅岐环岛路后，于建光村西侧设置建光互通与琅岐环岛路相衔接，后穿琅岐岛中部而行，终于琅

岐镇劳光村附近。

K 走廊：起于川石岛，建熨斗特大桥上跨熨斗水道至粗芦岛，设粗芦互通与粗芦环岛路相衔接，后建粗芦闽江特大桥上跨闽江通海航道，于壶江岛西侧上跨壶江水道后，再上跨琅岐环岛路至琅岐镇建光村，设置建光互通与琅岐环岛路东段相衔接，后利用琅岐环岛路西段而行，终于琅岐镇劳光村附近。

（2）走廊方案优缺点对比：

A 走廊

优点：a.路线较 K 走廊短；

b.可部分利用琅岐环岛路，对琅岐岛内城区影响小；

c.从川石岛南侧路过，对川石岛军事驻地影响小。

缺点：a.不符合 G639 的规划走向，通过琅岐环岛路绕行，里程较 B 走廊长；

b.未途经粗芦岛，无法对粗芦岛产生有利影响；

c.与粗芦岛的便捷连接需设置跨海的连接线工程，工程规模明显增大。

B 走廊

优点：a.路线最短；

b.有利于琅岐岛人口密集区与长乐、马祖快速连接。

缺点：a.不符合 G639 的规划走向，交通流穿过琅岐主城区，对主城区干扰大；

b.需要在主城区架设高架桥，需对进岛路和通和路延伸段进行改造；

c.未途经粗芦岛，无法对粗芦岛产生有利影响；

d.与粗芦岛的便捷连接需设置跨海的连接线工程，工程规模明显增大；

e.工程造价最高，相较于 K 走廊工程造价较高。

C 走廊

优点：a.路线相较 K 走廊较短；

b.有利于琅岐、粗芦、川石连片开发。

缺点：a.不符合 G639 的规划走向，在琅岐城区内需新建道路，对城区交通影响大。

K 走廊

优点：a.更加符合 G639 的规划走向，更加便捷地连接福州主城区；

b.有利于琅岐、粗芦、川石连片开发，便捷连通琅岐岛西侧集镇区，尤其对主要的琅岐、粗芦直接连通，可有效促进经济发展；

c.避开了琅岐中部主城规划区，符合琅岐岛总体规划，对琅岐岛内城区影响小；

d.利于分期，先期实施粗芦岛至琅岐岛路段，投资较低、效益较高；

e.工程造价最低。

缺点：a.路线里程较长。

综合比选，K 线方案通过琅岐环岛路西段、琅岐闽江大桥，更便捷连接福州主城区，通过粗芦岛分期连接川石、粗芦、琅岐三座岛屿，先期实施粗芦岛至琅岐岛路段，投资较低、效益较高，同时路线避开了琅岐中部主城规划区，符合琅岐岛总体规划。同时，K 线方案造价最低。因此，推荐 K 线方案。

7.1.1.2 本项目主线路线方案比选

在推荐路线走廊的基础上，首先以较大范围的大陆侧段落（起点川石岛至龙台）结合过江方式、道路衔接，进行推荐走廊内的各路段的方案比选，方案比选布置了 3 条路线方案进行比选论证。其次，确定推荐路线方案后，进行了分期建设方案的分析，确定本项目主线路线。最后，在本项目主线基础上，进行互通式立体交叉方案比选。走廊内路线比选方案见表 7.1-3。

表 7.1-3　方案一览表

序号	方案	路段	起讫桩号	修建里程（公里）	备注	方案特征
推荐线						
1	K 线	起点川石岛经粗芦至龙台	K0+000~K8+730（本项目：K4+350～K8+730）	8.69（本项目 4.38）	拟为推荐方案	过江桥梁方案
比较线						
2	D 线	起点川石至龙台	DK0+000~DK8+707	8.707	论述比选	同推荐线江底隧道
3	E 线	起点川石至龙台	EK0+000~EK8+878	8.878	论述比选	同走廊江底隧道

（1）过江段桥梁与隧道方案比选（D 线、E 线与 K 线）

过江方案综合纵面标高、道路衔接、远洋渔业基地用地等因素，首先进行了同 K 线位的过江隧道方案（D 线）可行性分析，后布设工程合适的过江隧道方案 E 线进行同深度比选。

1.同 K 线位的江底隧道方案（D 线）可行性分析：

①路线

K 线

路线起于川石岛巴蕉山东侧海域，建熨斗特大桥上跨熨斗水道至粗芦岛，设粗芦互通与粗芦环岛路相衔接，后建粗芦闽江特大桥上跨闽江通海航道，于壶江岛西侧上跨壶江水道后，再上跨琅岐环岛路至琅岐镇建光村，设置建光互通与琅岐环岛路东段相衔接后，终于琅岐镇龙台村附近。路线长度约 8.690 公里。

D 线

路线起于川石岛巴蕉山东侧海域，建特长江底隧道下穿熨斗水道、粗芦岛、闽江通海航道、壶江水道、琅岐环岛路后，经琅岐镇建光村，终于龙台村附近，与琅岐环岛路西段相衔接。路线长度约 8.707 公里。

②方案比选及推荐意见

两方案优缺点比较如下：

K 线方案

优点：a.造价较 D 线低；

b.方便互通布设；

c.运营管养费用较低。

缺点：a.琅岐环岛路上需架设高架桥；

b.桥梁施工期对海域存在影响。

D 线方案

优点：a.对闽江通海航道通航能力无影响；

b.对现状琅岐环岛路的影响较小。

缺点：a.隧道长度长，隧道线形指标较低，工程规模大；

b.受隧道埋深、路线长度、熨斗水道限制，隧道出口只能设置在穿过川石岛后，交通流无法便捷与粗芦岛衔接；

c.后期运营管养费用高。

综上，D 线隧道方案无法衔接粗芦岛，而 K 线方案工程造价较低，方便与周边路网衔接，优势明显，拟以 K 线作为推荐方案。

（2）推荐走廊桥梁和隧道（K 线与 E 线）方案比选

①路线

K 线

路线起于川石岛巴蕉山东侧海域，建熨斗特大桥上跨熨斗水道至粗芦岛，设粗芦互通与粗芦环岛路相衔接，后建粗芦闽江特大桥上跨闽江通海航道，于壶江岛西侧上跨壶江水道后，再上跨琅岐环岛路至琅岐镇建光村，设置建光互通与琅岐环岛路东段相衔接后，终于琅岐镇龙台村附近。路线长度约 8.690 公里。

E 线

路线起于川石岛巴蕉山东侧海域，建熨斗特大桥上跨熨斗水道至粗芦岛，设粗芦互通与粗芦环岛路相衔接，建特长江底隧道（4860 米）下穿闽江通海航道、壶江水道、琅岐环岛路后，经琅岐镇建光村，终于龙台村附近，与琅岐环岛路西段相衔接。路线长度约 8.878 公里。

②方案比选及推荐意见

两方案优缺点比较如下：

K 线方案

优点：a.路线里程较 E 线短 0.2 km；

b.造价较 E 线少；

c.利于互通布设，利于地方道路的衔接；

d.运营管养费用较低；

e.利于分期建设，本项目工程投入较少。

缺点：a.闽江通海航道通航桥修建完成后，闽江出海口的通航净高存在一定影响；

b.琅岐环岛路上需架设高架桥，对景观影响大；

c.梁上行车易受侧向横风影响。

E 线方案

优点：a.对闽江通海航道通航能力无限制；

b.对现状琅岐环岛路的影响较小；

c.行车不受横风影响，安全性较高。

缺点：a.路线较长，占用远洋渔业基地；

b.隧道长度约 4860m，其中陆域段约 1810m，水域段约 2950m，可采用钻爆法或盾构法施工的双洞四车道隧道，工程规模大；

c.根据工程经验及理论研究，水下隧道顶板岩石厚度一般不小于15m，隧道埋深大，因此隧道前后接线工程量较大，造价高；

d.不利于道路衔接，难以布置建光互通，粗芦互通需进入隧道内设置，不利于行车安全；

e.不利于分期建设，工程投入明显较高；

f.江底隧道后期运营管养费用高；

g.粗芦岛至川石岛段工程穿越川石岛中部，影响较大。岛内存在部队用地，线位不确定因素较大，不利于远期线位的预留设计。

综上，K线方案路线里程短，工程造价较低、利于道路衔接及预留，利于分期实施，优势明显，拟以K线作为推荐方案。

（3）主线分期方案比选分析

根据项目区域社会经济及道路衔接功能情况，工程分期实施分界适宜选取与粗芦岛旗山附近的粗芦互通。具体分期方案如下：

结合旗山隧道、粗芦互通方案型式、后期线位衔接预留等因素，确定本项目起点位于旗山西侧的粗芦闽江特大桥粗芦侧桥头附近（K4+350），不包含旗山隧道。

该方案工程量小，投入少，有利于粗芦环岛路衔接，有利于后期粗芦岛至川石岛线位的预留设计。

因此，本项目起点选取于旗山西侧塘下村（K4+350）是合适的。

（4）互通式立体交叉方案比选

①粗芦互通

a.方案一（推荐方案）

在粗芦岛上设置粗芦岛互通，分为两期建设。本项目为一期建设，不包含旗山隧道，与主线交叉桩号为K4+183.47。互通共设置A、B两条匝道及L连接线。

互通起点位于K4+162处，旗山大桥与旗山隧道为远期实施工程，旗山隧道洞口与旗山大桥的桥台位于A匝道挖方4级边坡处，远期隧道与桥梁实施时，该处边坡需提前做好加固处理，防止隧道桥梁施工时对边坡产生影响。

考虑主线粗芦岛至川石岛段工程较长一段时间后建设，本项目主线（双向4车道）应与本期粗芦互通匝道的平顺贯通连接，因此，匝道采用单向双车道（10.5

米），相应连接线宽度采用工程量增加不大的双向四车道（16.5 米）。远期待粗芦岛至川石岛段主线工程建设后，粗芦互通匝道恢复为满足交通需求的双车道单出入口。

互通连接线连接至塘下村，后采用双向四车道（24.0m），沿规划粗芦环岛路继续延伸 2.54 公里，与在建的粗芦环岛路衔接。

b.方案二（比较方案）

由于川石岛方向主线为远期实施工程，近期互通匝道与主线直接顺接，考虑到主线长直线直接接 A 匝道小半径圆曲线存在一定的安全隐患，故提出方案二，将 B 匝道宽度加宽至 16.5m，对向 4 车道，直接与主线及粗芦环岛路连接线对接，远期通过绘制车道标线将 B 匝道改为 10.5m 单向双车道匝道，同时将 A 匝道作为远期预留匝道，远期与主线同期实施。

方案比选：

由于方案二 B 匝道宽度为 16.5m，远期作为入口匝道使用时，可利用宽度为 10.5m，部分工程存在浪费，经综合比选，拟推荐方案一。

②建光互通

a.方案一（推荐方案）

考虑长乐方向的交通更加便捷转换，在建光村附近设建光互通与琅岐环岛路立体交叉，立体交叉为 T 型，交叉型式为主线下穿，交叉桩号为 K7+514。匝道采用半定向及定向匝道，主线则直接与环岛路向西连接。

b.方案二（比较方案）

壶江水道中距离较近，共布置有 3 座桥，形成桥群。按照《内河通航标准》（GB50139-2014）第 5.1.7 条，靠近布置的水上过河建筑物的数量不宜超过 2 座。在两座靠近布置的水上过河建筑物近侧建设第 3 座水上过河建筑物时，其通航孔应加大并对应布置，或采用一孔跨过通航水域，桥梁需采用 160+360+160 斜拉桥，匝道桥长度明确增长，工程量大幅增加。

方案比选：

两方案主线均符合 G639 规划，均满足衔接环岛路的要求，方案二向衔接琅岐环岛路指标较高，但方案二因满足通航要求，工程量和投资明显较大，经济性差，影响景观，与琅岐岛规划、经济发展、交通量需求，亦不相适应，建议采用

方案一。

7.1.1.3 互通连接线龙沙路段方案比选

（1）路线

本段从房屋征迁、海域蓝线影响、工程量等方面出发，进行比选。

①推荐方案 LK 线（LK2+300～LK3+039）

LK 线起点桩号 LK2+300，位于粗芦岛龙沙村南侧，路线从东侧滩涂展线，建龙沙一号大桥（290.5 米）、龙沙二号大桥（248 米）后绕回龙沙村尾，终点桩号 K3+040，路线长 0.85 公里。

②比较方案 LA 线（LAK2+170～LAK3+177）

LA 线起于 LK 线 K2+170 后，往北展线，穿过龙沙村，终于主线 LK3+177，终点桩号为 AK3+177.575，比较 LA 线路线长 1.007 公里。

（2）各方案主要优缺点

LK 线

优点：a.路线更舒展，跨海岸线布设桥，更符合地方环岛路的旅游风景道理念；

b.征用土地较 LA 线少 7.67 亩，拆迁房屋少 1248 平方米；

c.LK 线方案远离龙沙村落，避免大量拆迁，大大减少与当地群众的矛盾，有利于社会和谐安定。

缺点：a. LK 线方案工程规模较大，桥梁构造物多较 LB 线多 147 米；

b.总造价比 A 线高 426 万元；

c.桥墩落于海域蓝线范围内，业主方需与相关部门做好沟通协调工作。

LA 线

优点：a.该方案工程规模小，较推荐方案桥梁少 145 米。

缺点：a.该方案征迁面积大，路线会经过沿线山体坟墓群，填挖较大；

b.路线较推荐方案增长 130 米，LA 比较线征地多 6.17 亩，拆迁房屋多 1248 平方米；

c.路线从龙沙村穿过，造成大量拆迁，并且业主方与村民多次沟通协调，拆迁难度较大，容易激发群众矛盾。

经综合比较，并与地方政府及相关主管部门沟通协调后，考虑到 LK 线方案，

拆迁较少，更有利于社会和谐，故拟推荐 LK 线方案。

7.1.1.4 推荐方案概况

本项目作为国道 G639 先行建设的工程，建设内容包括主线及互通连接线。

主线：新建路线自粗芦岛塘下村旗山（闽江通海航道桥头附近），设粗芦互通，后主线向南上跨闽江通海航道，途经乌屿山、连江县琯头镇壶江村，后上跨壶江水道，向西展线，终于琅岐岛龙台村，衔接现状琅岐岛环岛路。里程 4.38 公里。主要控制点：起点塘下旗山、乌屿山、闽江通海航道、壶江水道、终点龙台村。

互通连接线：起于塘下村，接粗芦互通，向东展线，过深坞，再向北展线，建古湖隧道后，途经古湖，终于龙沙村，利用在建的粗芦岛环岛路二期工程，向北与 G228 平交衔接。里程 2.54 公里。

7.1.2 与区位和社会条件的适宜性

本项目将琅岐岛环岛路、粗芦岛以及川石岛打通成快速通道，并空间支撑：构建对台合作承载片区。以现代服务业和高新技术产业为主导，强化两岸在大数据、商务、金融、科教、动漫等领域合作，新区与台湾之间将建设“共同家园”。有利于完善路网结构，有利于促进城市城乡融合发展；有利于均衡区域出行交通流分配，将琅岐岛、粗芦岛以及川石岛通过本项目可以快速连通，提高路网通达率，提升区域居民出行品质；实现未来与马祖列岛的顺畅连接。

搭建对台合作平台，建设海峡现代金融中心、科教创新旅游休闲中心和两岸农业合作示范区，预留对台合作战略留白空间，将新区建设成为继平潭之后的又一个经济全面对接、文化深度交流、社会高度融合的两岸“共同家园”。建设对台联系枢纽，以江阴港为货运门户，以松下、琅岐、闽江口内等码头为客运门户，打造对台航运中心；以福州空港改扩建为契机，建设台湾－福州－内地的联程中转航线，打造对台航空联系枢纽；建设福州邮政物流中心，打造对台信息交流中心；预留京台高速铁路、货运铁路等两岸陆通道空间。本项目周边交通路网相对较为完善，并且项目所在地距离货运码头及客运码头相对较近，水路与陆路交通较为便利，方便建筑材料运输，项目建设区附近通信、供电、供水等基础设施完善，能够为项目建设和生产提供保障。

综上所述，项目选址与区域、社会条件相适宜。

7.1.3 与自然资源和环境条件的适宜性

（1）生态环境条件

本项目涉海工程为粗芦闽江特大桥、龙沙一号和龙沙二号大桥，根据生物调查结果，该海域未发现珍稀濒危动植物；且因工程建设造成损失的各种底栖生物种类，在当地海域均有大量分布，所以对海域物种多样性影响很小。本项目在钢护筒及钢围堰的插入与拔出期间会产生较大悬浮泥沙，由于该工序施工时间较短，期间产生的悬浮泥沙能在一段时间后沉降，对海域水环境影响较小。项目主体采用跨海桥梁，部分桩基占用海域，基本不影响生物迁徙和洄游通道，项目建设对影响野生海洋鱼虾类生物的产卵场、索饵场和越冬场基本无影响。可见，本工程建成后对生态系统的完整性影响较小，经过一段时间的调整后，将会达到新的生态平衡。

总体而言，本工程用海与生态环境相适宜。

（2）地形地貌和工程地质条件

项目沿线主要为剥蚀丘陵地貌、丘陵台地、冲海积平原及滨海地貌等。剥蚀丘陵地貌主要位于粗芦岛及川石岛山体，其余路段也有零星分布。丘陵地貌区地形坡度较陡，一般为 15-30 度，局部达到 40-45 度，地面高程 15m—170m，相对高差约 15—150m。剥蚀台地为早期受构造作用形成的地形受风化剥蚀作用和流水的侵蚀作用形成，主要分布于琅岐岛、粗芦岛及壶江岛一带。标高一般小于 50 米，相对高度 20 米，山坡坡度 5-25 度，山体规模小，多呈浑圆形平顶状，常见孤丘、残丘，山脉脊线不明显。冲海积平原及滨海主要分布在琅岐岛、滨海及海湾地带，是全线具代表性的地貌之一，其间零星分布残丘、石质山丘及岛屿。冲海积平原主要由冲海积与海相沉积物组成，岩性以淤泥、深灰色砂、淤泥质黏土为主夹粉质黏土等。

拟建线路在大地构造单元划分上位于闽东火山断拗带内。在新构造运动分区上，位于闽东－粤东沿海差异隆起区内，该区总体表现为缓慢的抬升状态。区域内断裂构造发育，以北北东－北东向断裂带和北西向断裂带表现明显，它们相互交织，组成区域断裂构造格架。区内断裂构造发育，具多期和不同性质的活动特点，走向有北北东－北东向、北西向和东西向等三组；以北北东－北东向断裂最为发育，十分醒目，常密集成带出现，其大部分为早第四系断裂，少数为前第四

系断裂；其次较发育北西向断裂。拟建线路工程位于区域上的北北东－北东向长乐－诏安断裂带北段与闽江断裂带交汇附近。在区域内，对拟建线路工程影响较大的区域主要断裂是：北北东－东向的滨海断裂带、长乐－诏安断裂带、北西向闽江带。总体而言，建设时应加强桥梁抗震能力，路线穿越软土段落在采取相应的防护措施后，本项目所在地是适宜建设的。

综上所述，项目所在生态环境条件与地形地貌和工程地质条件相对较好，适宜本项目的建设。

7.1.4 与航道航运活动的适宜性

本项目通航孔桥为粗芦闽江特大桥，粗芦闽江特大桥由壶江水道桥和闽江通海航道桥组成，桥梁分别跨越了壶江水道和闽江通海航道。

（1）壶江水道桥

本项目壶江水道桥梁的建设采用（90+170+90）=350m 混合梁连接刚构桥，桥梁在航道范围内设置了通航孔，实际通航净宽和通航净高均达到航道航运要求，能够满足该航道代表船型的正常航运需求。因此，本项目的建设对于壶江水道的航运活动基本无影响。

（2）闽江通海航道桥

闽江通海航道在设计时已充分考虑到闽江通海航道的航运活动，为减小桥墩对航道的占用和影响，桥梁采用 798m 双塔斜拉桥，通航跨度已达到 798m，一孔跨过通航水域，设计通航净高为 60.89m，能够满足航道代表船型正常通航需求。因此，本项目的建设对闽江通海航道的航运活动基本无影响。

本项目在设计上对于航道的航运活动基本无影响，并且在项目施工期与海事主管部门协调、设置警戒区和警示标志等措施后，达到提醒往来船只的目的，能够保障施工期航道的通航及安全。在项目建成后，桥梁在进一步配备完善航标系统，加强桥墩防撞能力等措施后，能够保障运营期间航道船只的通航及安全，降低潜在的风险。

综上所述，本项目的建设对航道的航运活动基本无影响，项目的建设与航道航运相适应。

7.1.5 与周边水利设施的适宜性

本项目周边现有的水利设施为福斗水闸和连江县粗芦岛北侧海堤加固改造

工程，分别位于项目区西侧约 1.5km 和西北侧 2.0km，两个水利设施与本项目都存在一定距离，项目用海范围内不涉及现有水利设施，对周边水利设施基本无影响。本项目在设计阶段在遵照桥梁设计标准的同时，也参照了当地的防洪防涝标准。本项目的建设在防洪防涝上符合桥梁设计标准的同时也符合当地县区要求。

综上所述，本项目的建设对当地水利设施影响较小，与周边水利设施用海活动基本无影响。

7.1.6 与周边其他用海活动的适宜性

本项目为跨海桥梁建设，用海满足福州市国土空间规划等规划要求，不影响相邻的海洋功能区的功能发挥；项目建设与当地的相关发展规划相符合。项目所在海区不存在军事设施，不会危及国家安全。

本项目施工过程中桩基占用的养殖区域已与当地村委及养殖户做好协调，已取得利益相关者同意，对于占用部分会进行相应的补偿。施工中产生的悬浮泥沙对周边开放式养殖影响不大，已与周边养殖户进行了协商，已取得养殖户同意。项目建设过程中产生的悬浮泥沙对海洋生物和桩基占用造成的底栖生物损失会在项目建成后根据相关部门要求进行生态补偿。项目在施工期会使用施工船舶，并采取相应的防洪防涝措施。由于本项目建设考虑到原有航道通航问题，在航道附近尽量减少设置桩基，以达到对通航及行洪影响最小。因此，施工船舶影响通航情况和对区域防洪排涝影响较小。在做好与相关部门协调与提示后，项目航道和区域防洪防涝影响较小。项目与琅岐环岛路相衔接，需与 xxx 进行协调。本项目在施工和运营过程中对周边其他用海活动影响较小。因此，本项目建设与周边用海活动相适应。

7.2 用海平面布置合理性分析

（1）从项目建设路线的比选上能够看出，本项目跨海桥梁在平面布置上具有路线和桥位上的优势：

①路线优势

本项目推荐路线在与 A 线进行比选的过程中，本项目建设路线在造价相对较高的前提下，能够串联更多闽江口周边重要岛屿，提高闽江口岛屿间的交通运输效率，最大程度起到本项目建设的作用。并且本项目在建设路线上虽然造价较高，但是可以分期建设，在资金投入和后续交通网络的连接上都存在优势。

因此，本项目在路线的平面布置上是合理的。

②桥位优势

本项目需建设粗芦闽江特大桥、龙沙一号大桥和龙沙二号大桥。粗芦闽江特大桥在桥位在与 E 路线桥位比选的过程中具有里程较短，工程造价较低，并且不占用远洋渔业基地，最重要的是能够满足壶江水道和闽江航道的通航，不影响闽江口船舶航运，这是 E 线不再具有深入研究的关键点，本项目在粗芦闽江特大桥的桥位设计上不影响通航，还兼具以上特点，在桥位选择上更具优势。

龙沙一号大桥和龙沙二号大桥在 LK 和 LA 线上比选可以看出，本项目在建设龙沙一号大桥和龙沙二号大桥时能够减少房屋拆迁，避免与当地群众发生矛盾，有利于社会安定和谐等优势。

因此，本项目在桥位平面布置上是合理的。

（2）本项目桥面宽度设计如下：

主桥：2×[140（风嘴）+135（索区）+50（护栏）+150（硬路肩）+2×350（行车道）+50（路缘带）+25（C 值）+50 护栏）+100/2（水管）]=2700cm；

过江段引桥：100（水管）+2×[50（护栏）+150（硬路肩）+2×350（行车道）+50（路缘带）+25（C 值）+50（护栏）]=2150cm；

陆地引桥：50（中间带）+2×[50（护栏）+75（硬路肩）+2×350（行车道）+50（路缘带）+25（C 值）+50（护栏）]=1950cm。

本项目在设计上按照适用、经济、安全和美观的原则，在设计特大桥的过程中充分考虑当地行车条件，在节约用海空间的前提下，桥梁在建设后能够改善当地行车条件。

综上所述，本项目的建设从路线、到桥位、再到桥梁设计都是经过多次比选和研究的，本项目在平面布置上是合理的。

7.3 用海方式合理性分析

本项目海域使用类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”，用海方式为“构筑物”之“跨海桥梁”。

本工程涉海段主要为粗芦闽江特大桥、龙沙一号大桥和龙沙二号大桥，粗芦闽江特大桥通过建设跨海桥梁上跨壶江水道和闽江航道，桥梁跨径能够满足船舶的通航要求。本项目用海方式在保证船舶通航的前提下，串联了闽江口重要岛屿

的区域交通，提高了闽江口岛屿间的交通运输效率，大幅缩短了岛屿之间交通运输距离，是对海域空间的充分利用。龙沙一号大桥和龙沙二号大桥穿过部分自然岸线，采用“跨海桥梁”的用海方式，仅桥墩部分直接占用部分海域，可避免直接占用自然岸线；如果采用路堤等非透水构筑物用海方式，将占用大面积浅海资源，还会造成周边海域淤积等水文条件恶化，而且路堤等非透水构筑物用海方式造价高。

本工程构筑物以跨海桥梁用海方式减轻海域资源和生态的损害，桥墩是桩基结构，是透水构筑物，面积小，对工程区附近海域的水动力及冲淤环境影响较小，施工期泥沙入海量较为有限，永久占用海域面积较小，造成的生物量损失也较少，基本不会对工程区附近生态环境产生影响。

综上所述，本项目的用海方式合理。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目桥面垂直投影涉及岸线 373.19 m，其中人工岸线 231.83 m，自然岸线 141.36 m。桥面垂直投影外扩 10 m 保护带涉及岸线 257.62 m，其中人工岸线 128.04 m，自然岸线 129.58 m。因此，本项目共涉及岸线 630.81 m，其中人工岸线 359.87 m，自然岸线 270.94 m。根据本项目桥墩和承台的分布，本项目桥墩和承台直接占用岸线 28.5m，均为人工岸线。

《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）提出“二、严控建设项目占用自然岸线。将海岸线修测成果纳入国土空间规划“一张图”，落实自然岸线保护要求。严格限制建设项目占用自然岸线，项目选址和平面设计应当避让自然岸线。国家重大项目需要新增围填海等改变海域自然属性，以及线性工程等基础设施，渔港、陆岛交通码头、防灾减灾等民生工程，海洋生态修复等公益项目，需要建设非透水构筑物且无法避让的，可以占用自然岸线。确需占用自然岸线的建设项目，要落实集约节约利用等要求，严格进行论证，海域使用论证报告应明确提出占用自然岸线的必要性与合理性结论。”国道 G639 线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程为线性工程，本项目为 2022 年 7 月发布的《国家公路网规划》中的普通国道 182 条联络线之一，在建设目的上就肩负着串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及环马祖澳沿海发展战略。为了串联周边岛屿，打通琅岐岛、粗芦岛和川石岛之间的交通通道，

跨海桥梁的建设是手段之一，因此项目不可避免需占用一定的岸线。根据章节7.1.1可知，综合工程造价、路网衔接、里程、生态环境影响及社会和谐等角度，本项目选址选线已尽量减少对周边生态环境的影响且造价较低。因此项目桥梁需跨越部分海岛自然岸线，项目红线范围内涉及海岛自然岸线长度为270.94m。

项目涉及的自然岸线均为桥梁及其保护带投影线与岸线相接，项目用海平面布局按照相关的标准和规范要求，遵循尽量减少涉及岸线的原则，桥梁桩基及承台不占用海岸线，未对原有岸线造成破坏。项目建设能保持岸线原有的形态、长度，不破坏自然岸线的连续性。项目桥墩和承台需占用部分人工岸线，人工岸线本身资源价值一般，而桥梁作为一种交通资源，其建设本身也具有社会、经济等价值，因此在影响较小的情况下，人工岸线资源的损失在可接受程度内。

因此，本项目使用岸线合理。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积与项目用海需求的适宜性

本项目国道G639线马尾琅岐至连江粗芦岛段，是一项提高闽江口综合运输效率，完善沿线交通出行条件、整合旅游资源、完善国防交通、加强两岸经济往来、夯实和平统一公益工程，一期工程串联了闽江口周边重要岛屿，跨海桥梁的建设是必需的，所以，项目需利用到一定的海域面积。并且本项目建设位置为闽江口海域，本项目涉海全长2308m，根据桥梁垂直投影的外缘线基础上向两侧外扩10m来界定。

项目建设路线跨越无居民海岛乌猪礁，桥墩桩基未安置在岛内。桥梁与乌猪礁高差约50m，桥梁的建设与运行基本不会对乌猪礁海岛功能造成影响。项目用海穿越乌猪礁高空区域，不占用无居民海岛。

粗芦闽江特大桥申请用海面积为7.7131hm^2；龙沙一号大桥和龙沙二号大桥申请用海面积为1.7870hm^2，本项目海域使用总面积为9.5001hm^2。

本项目申请用海在满足项目正常功能用海和必要安全防护需求的前提下，按照最大程度控制用海面积。因此，项目申请用海面积基本可以满足项目用海需求。

7.5.2 用海面积量算与《海籍调查规范》要求的符合性

（1）界址线确定

本项目用海的界址点及范围是在拟建工程可行性研究的设计方案的基础上，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《海域使用分类》（HY/T123-2009）填海用海的界定方法，并结合周边用海工程和现场踏勘量测量而进行界定的。本项目用海坐标投影采用高斯—克吕格投影，中央经线 119°30′E；坐标系采用 CGCS-2000 国家大地坐标系。本项目用海面积具体量算分析如下：

本项目为跨海桥梁，粗芦闽江特大桥东西两侧以桥面用海边界外扩 10m 后的边界线作为界址线，南北两侧以海岸线为界址线。龙沙一号大桥和龙沙二号大桥南北两侧以桥面用海边界外扩 10m 后的边界线作为界址线，东西两侧以海岸线为界址线。

（2）面积计算

将本项目的界址点数据导入 ArcGIS 成图系统进行展点，并绘制成图。经估算发现海域使用面积在参考椭球面上计算的面积和投影平面坐标解析法计算的面积差别不大，因此对于本项目 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i，y_i（i 为界址点序号），用坐标解析法，通过计算机图形处理系统计算面积 S。

面积计算公式：

$$S=\frac{1}{2}\left[x_1(y_2-y_n)+x_2(y_3-y_1)+\cdots\cdots+x_{n-1}(y_n-y_{n-2})+x_n(y_1-y_{n-1})\right]$$

通过对测量界址点的连线成图，计算得出本项目用海面积为 9.5001 hm^2，其中在马尾区范围内海域面积为 0.6582 hm^2，在连江县范围内海域面积为 8.8419 hm^2。

（3）项目用海面积符合《海籍调查规范》

本项目用海界址点的界定及面积的量算是在本项目工可总平面布置和实际测量的基础上，依据《海籍调查规范》的相关规定进行划定的，不会对相邻用海造成影响，无海域使用权属争议。

本项目用海范围界定符合海籍调查规范的要求。

7.5.3 项目用海面积与相关行业设计标准和规范的符合性

本项目跨海桥梁位置根据海域水深和周边交通系统情况布置，桥梁结构形式符合《城市桥梁设计规范》（CJJ11-2011）要求，项目平面设计符合行业规范要求。项目用海界址点及范围根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《海域

使用分类》（HY/T123-2009）确定，因此，项目用海面积符合相关行业设计标准和规范。

7.5.4 宗海图绘制

本项目用海的界址点及范围是在拟建工程可行性研究的设计方案的基础上，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《海域使用分类》（HY/T123-2009）填海用海的界定方法，并结合周边用海工程和现场踏勘量测量而进行界定的。本项目用海坐标投影采用高斯—克吕格投影，中央经线 119°30′E；坐标系采用 CGCS-2000 国家大地坐标系，以本项目构筑物的水下外缘线基础上向两侧外扩 10m 作为界址线，本项目宗海位置图见图 7.5-1，宗海平面布置图见图 7.5-2，宗海界址图见图 7.5-3、7.5-4、7.5-5。

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程宗海界址图

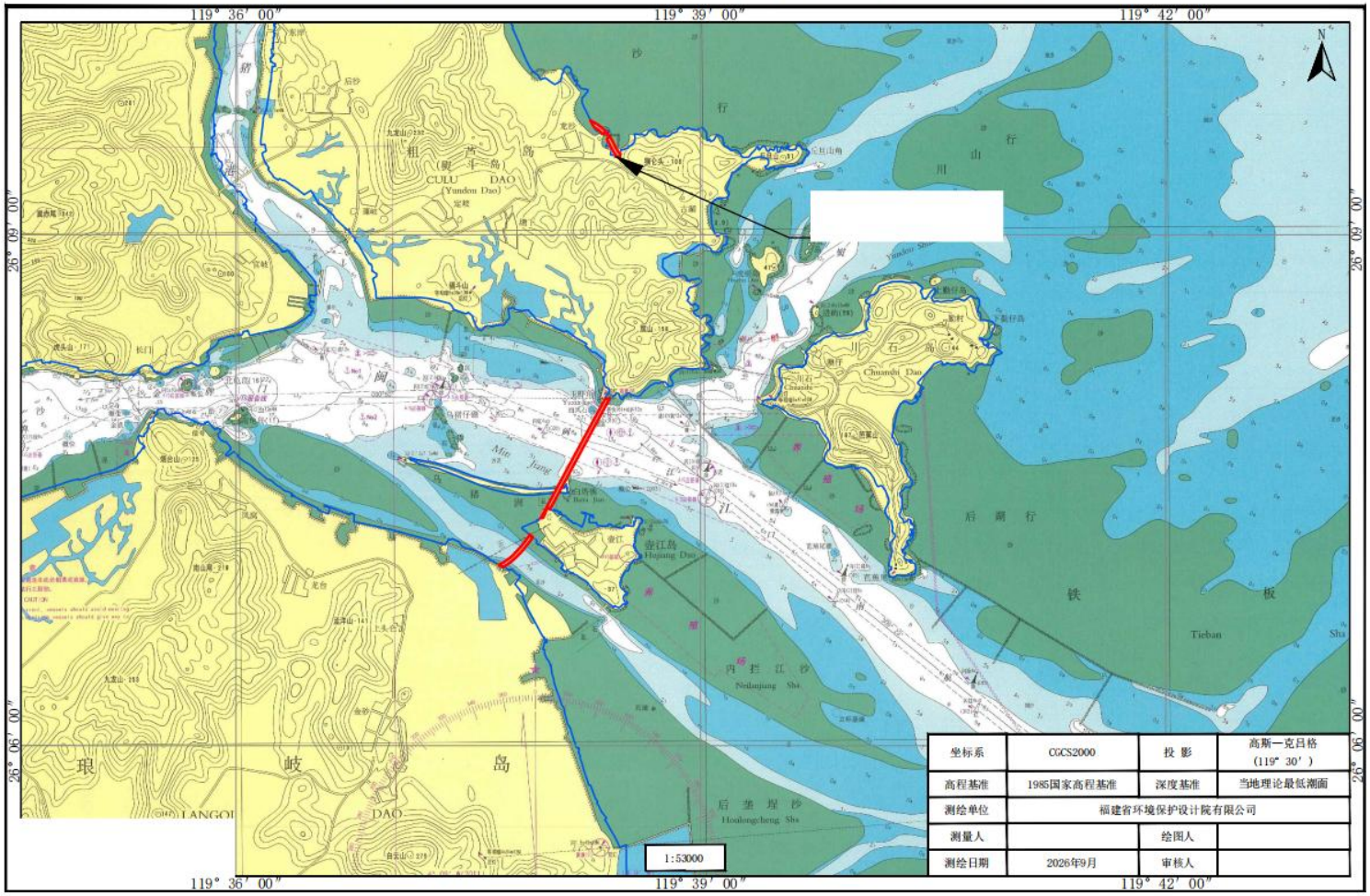


图 7.5-1　本项目宗海位置图

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程宗海平面布置图

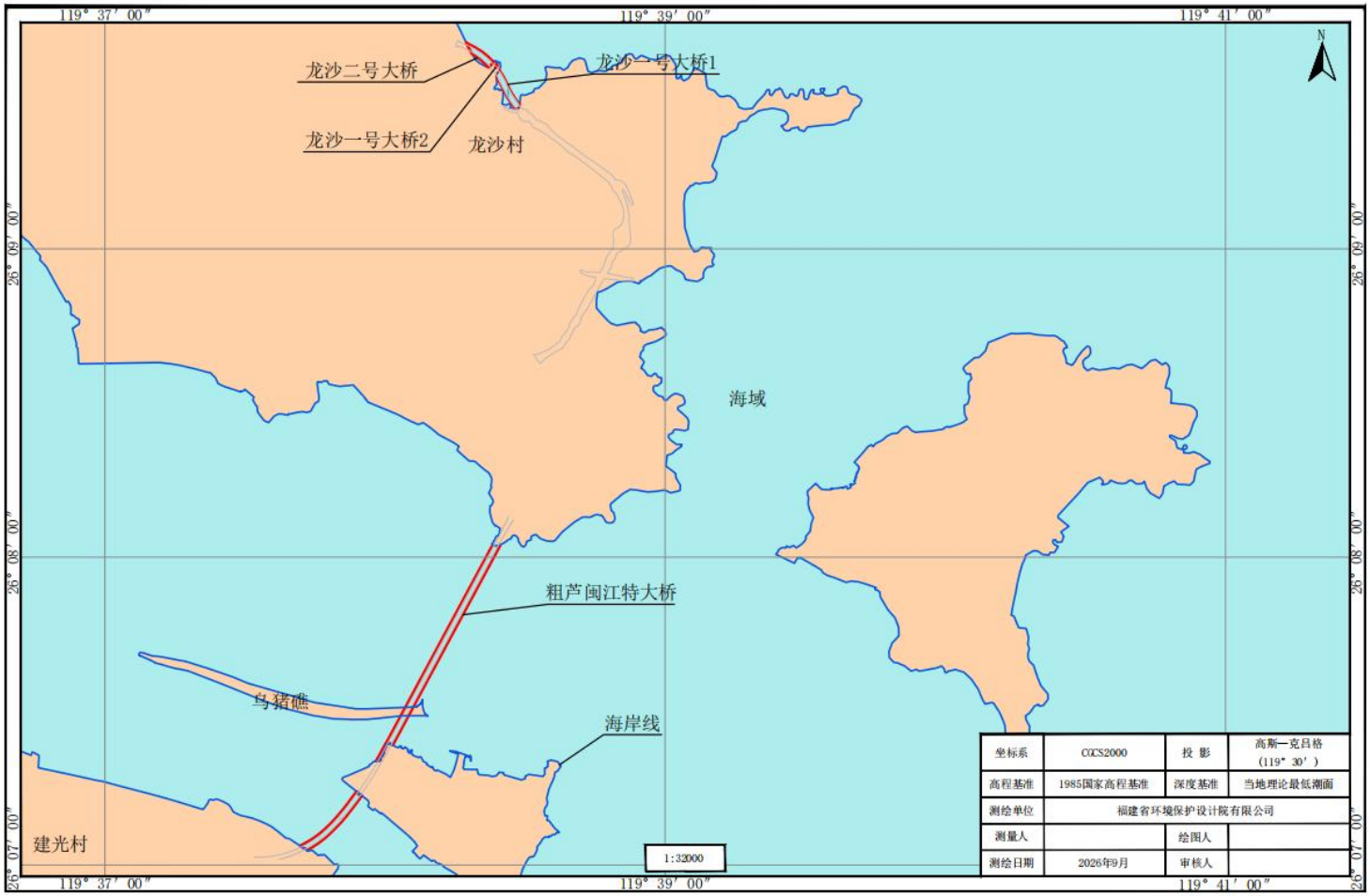
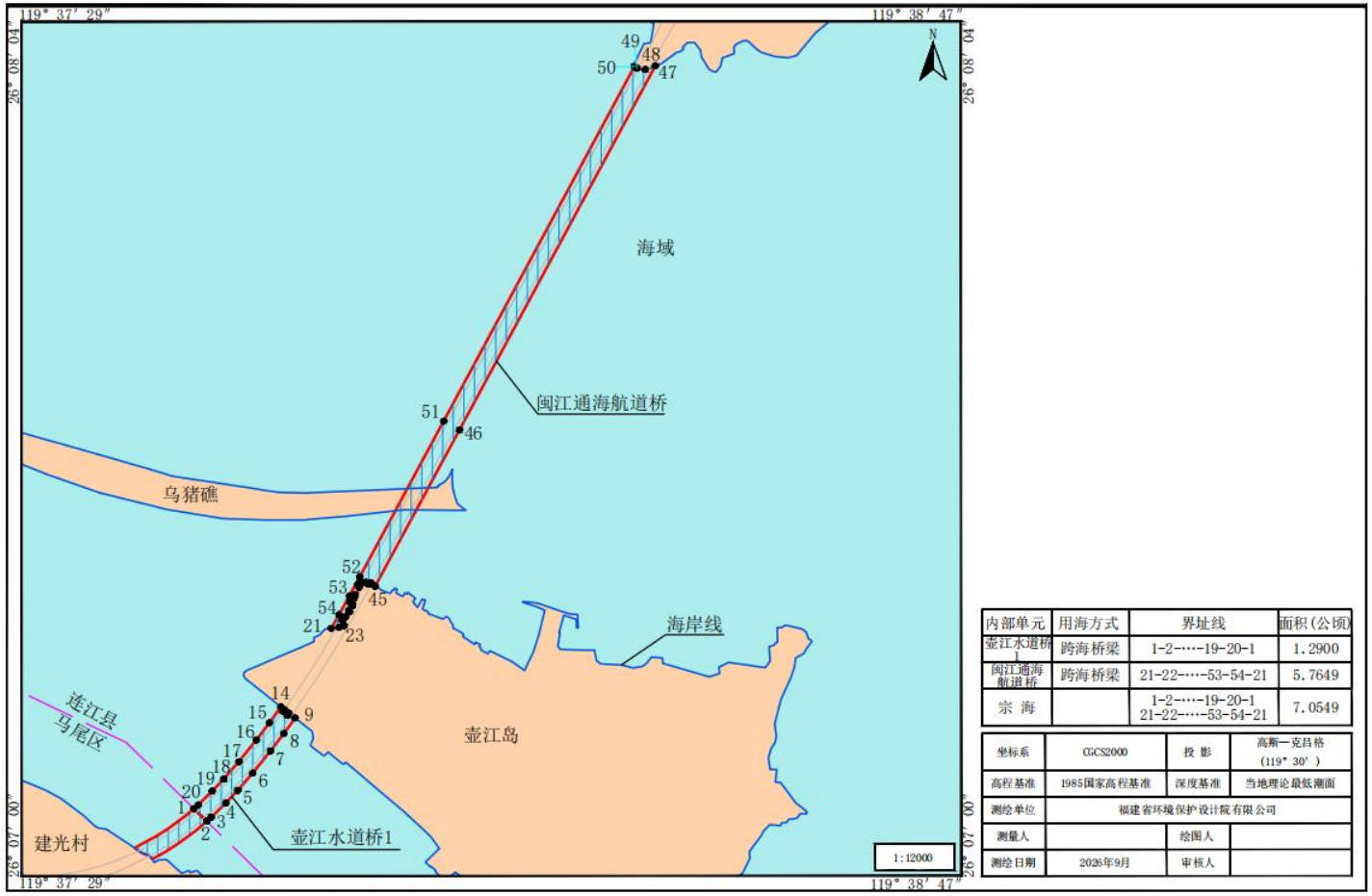


图 7.5-2　本项目宗海平面布置图

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程
(粗芦闽江特大桥连江县)宗海界址图

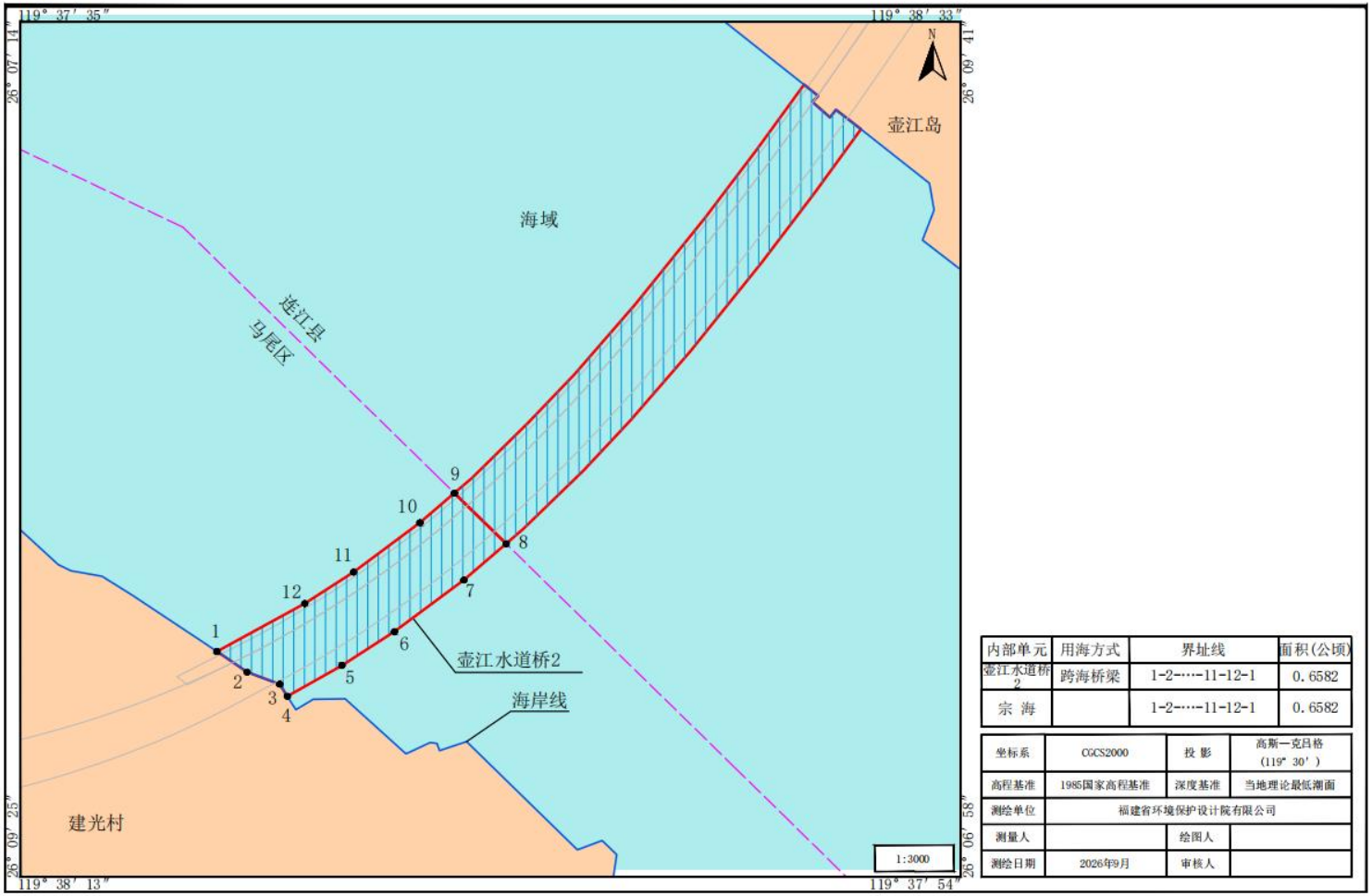


内部单元	用海方式	界址线	面积(公顷)
壶江水道桥1	跨海桥梁	1-2-……-19-20-1	1.2900
闽江通海航道桥	跨海桥梁	21-22-……-53-54-21	5.7649
宗 海		1-2-……-19-20-1 21-22-……-53-54-21	7.0549

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯—克吕格(119° 30′)
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建省环境保护设计院有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2026年9月	审核人	

图 7.5-3　本项目宗海界址图（粗芦闽江特大桥连江县部分）

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程(粗芦闽江特大桥马尾区)宗海界址图



内部单元	用海方式	界址线	面积(公顷)
壶江水道桥2	跨海桥梁	1-2-……-11-12-1	0.6582
宗 海		1-2-……-11-12-1	0.6582

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯—克吕格(119° 30′)
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	福建省环境保护设计院有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2026年9月	审核人	

图 7.5-4　本项目宗海界址图（粗芦闽江特大桥马尾区部分）

国道G639线连江粗芦岛至马尾琅岐段公路工程
(龙沙一号大桥、龙沙二号大桥)宗海界址图

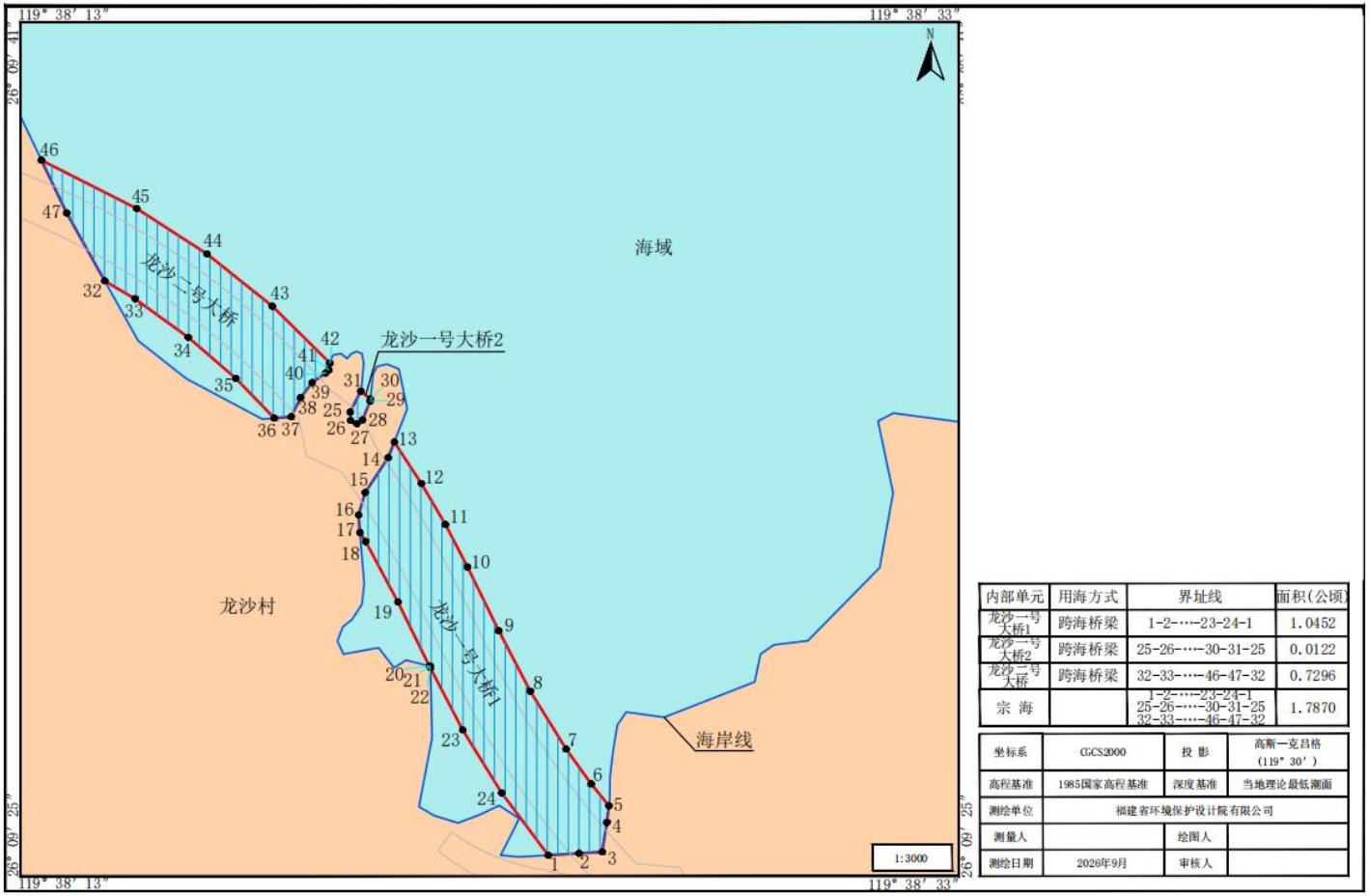


图 7.5-5　本项目宗海界址图（龙沙一号大桥、龙沙二号大桥）

7.6 用海期限合理性分析

本项目为跨海桥梁，服务于地方交通的发展，起到串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及环马祖澳沿海发展战略的作用，推进了两岸经济文化的发展，实现连江粗芦岛及琅岐岛东北侧与东南绕城高速、机场第二高速的快速转换，形成马祖与福州主、副城区及机场便捷通道，有利于闽江入海口主要岛屿综合开发。同时本项目对于构建全省普通国省干线公路网、提高综合运输效率，完善沿线交通出行条件、整合旅游资源、完善国防交通、加强两岸经贸往来、夯实和平统一等都具有重要的作用。故界定本项目为公益事业用海。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，公益事业用海的海域使用权最高期限为40年。综合考虑本项目的设计使用年限及海域使用管理法提出的用海期限规定，最高不得申请超过40年的用海期限，申请40年用海，桥梁工程也在正常的服役期限内。待40年海域使用权到期后，项目业主可根据桥梁实际使用情况，提出海域续期申请。

因此，本项目申请用海期限是合理的，可以满足项目建设和运营需求，用海期满后可根据桥梁情况续期。

8 生态用海对策措施

本工程建设符合所在国土空间规划分区要求。在工程建设中最大限度地减少对海域功能、海洋生态环境造成的损害，以实现科学利用岸线和近岸海域资源。本项目为跨海桥梁，对海域功能、海洋生态环境影响小。即便如此，为保护海洋生态环境，保证海洋环境质量更好地符合海洋保护要求，在工程建设过程及后期运营中，项目应采取适当措施，做到清洁生产，做到生态用海。

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态用海工程方案分析

8.1.1.1 平面布置、用海方式选择等减小对水动力和冲淤影响的生态用海分析

（1）项目平面布置对水文动力、冲淤环境影响的生态用海分析

本项目为跨海桥梁，除桥墩外无实际占用海域，仅在局部范围内改变水流流场，对项目区海域水文动力环境、冲淤环境影响较小。根据数模报告，本项目的建设对海域水动力环境、冲淤环境存在一定的影响，但影响的范围较为有限，主要集中于墩基附近，不影响周围海域水深地形。

因此，项目平面布置方案有效地减弱了项目建设对潮流场和冲淤环境的影响。

（2）用海方式对减少对水文动力环境、冲淤环境影响的生态用海分析

拟建项目设计上，采用桥梁方式，用海方式为跨海桥梁，为透水构筑物结构，不改变海域地形和岸线。项目对水动力、泥沙冲淤环境影响均不大，因此从对水文动力环境、冲淤环境的影响来看，采取的用海方式合理。

8.1.1.2 项目尽量减少岸线占用的生态用海分析

本项目桥面垂直投影涉及岸线 373.19 m，其中人工岸线 231.83 m，自然岸线 141.36 m。桥面垂直投影外扩 10 m 保护带涉及岸线 257.62 m，其中人工岸线 128.04 m，自然岸线 129.58 m。因此，本项目共涉及岸线 630.81 m，其中人工岸线 359.87 m，自然岸线 270.94 m。根据本项目桥墩和承台的分布，本项目桥墩和承台直接占用岸线 28.5m，均为人工岸线。拟建桥梁从所在岸线上方跨越，保持现有岸线形态、长度，基本维持岸线属性，保护岸线现有生态功能以及保持沿岸潮滩地形地貌稳定。本项目施工栈桥将在施工结束后全面拆除回收，恢复海岸、海域滩涂原貌。

因此，本项目用海方式有利于保持现有岸线和海域自然属性。

8.1.1.3 节约用海面积的生态用海分析

本项目用海面积是在合理设计的基础上，以项目平面布置方案为用海需求依据，并根据《海籍调查规范》确定的，拟建桥梁申请用海面积能满足工程用海需求，使得项目涉海面积最小和海域资源的使用效率较大化。针对项目用海实际，本项目并无减少用海面积可能性。项目在设计过程中考虑到了尽量结合用地实际、减少用海面积的需要，本项目用海均是项目必须而又比较优化的。

8.1.2 生态保护对策

8.1.2.1 施工期生态用海对策

（1）施工期应编制并发布建设工程施工方案和安全与环境及应急预案保障措施，其中应明确施工期污染物排放与控制的具体要求和措施。

（2）施工船舶含油废水交由资质单位处理，船舶生活污水运至岸上处理。施工船舶产生的生活垃圾不弃于海中，集中收集后，待船靠码头时送至岸上与岸上生活垃圾一起委托当地环卫部门清理。

（3）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。

（4）加强科学管理，避开大风大浪的天气施工，以减少悬浮泥沙的产生量和扩散范围。

（5）严格限制工程施工区域在其用海范围内，施工机械按照管道划定施工作业海域范围，避免任意扩大施工范围。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。

（6）选择合适的施工时间，施工时施工尽量避开鱼类产卵期、洄游繁殖等敏感期，减少工程实施对海域生态的影响，缩短施工机械对海洋生物环境的干扰。

（7）加强施工期各类废水处置工作，减小因废水对海域生态环境的影响。

（8）施工结束后，及时进行现场清理，恢复岸滩现状及原有功能。

8.1.2.2 生态保护措施

（1）建设单位应加强施工期对龙沙村北侧沙滩的监管，对施工期污水、废弃物统一收集处理，避免造成沙滩污染。

（2）建设单位应加强对项目范围内自然岸线的管理，施工时尽量与自然岸线保持一定距离，减少对自然岸线的影响。

（3）建设单位应投入生态环保专项经费，主要用于项目管理等。

（4）海洋生物资源补偿措施。本项目将造成底栖生物永久损失，对附近海域生态环境和海洋资源产生一定程度的影响及损失，建设单位应积极配合农业农村主管部门，制定具体的生态补偿计划。生态补偿主要包括底播增殖等，底播增殖的时间和实施海域应根据不同放流品种的习性以及项目附近海域的环境特征来确定。

8.1.2.3 运营期环境保护措施

本项目在运营期间产生的污染物较少，对附近港口的正常使用基本不产生影响，本项目在运营期间对周边海域的污染基本不存在，对周边养殖基本无影响。本项目在运营期间主要需加强日常的维护与管理，保持桥面清洁，及时清理桥面上累积的尘土、碎屑、油污和吸附物等，将项目运营期桥面雨水径流携带的污染物数量降至最低。

8.1.3 生态跟踪监测

为了落实工程环境保护的对策措施，并及时发现环境问题，针对项目可能造成的环境影响，制定环境监测计划。海域环境监测技术要求按照有关海洋环境监测规范的规定执行，以保障监测数据的可靠性。

（1）监测重点

本项目用海的主要海洋环境影响是施工期的环境问题，环境监控计划重点监测工程建设对生态环境的影响。

施工引起的附近海域悬沙浓度增加，对海域水质和生态环境造成的影响；大桥建设对海洋生物的生境造成的破坏。对于周边海域各项敏感目标如养殖区的影响尤其应加强监测。

（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。施工期、运营期监测主要由项目建设单位委托有资质的动态监测单位按照制定的计划进行监测。为保证

监测计划的执行，建设单位应与监测单位签订有关动态监测合同；跟踪监测的成果应向当地的行政主管部门报备。

具体监测计划参照下表 8.1-1 执行。

表 8.1-1　施工期和营运期海洋环境监测计划

实施阶段	监测内容	监测时间与频率	监测地点	监测项目
施工期	海域水质	施工期选择春秋两季潮监测，施工期、施工结束监测 1 次	以大桥为轴线，两侧各设置 1 个断面。每个断面上平均设置 3 个监测站位	pH 值、悬浮物、化学需氧量、石油类
	沉积物	施工开始时进行 1 次，施工期结束监测 1 次	以大桥为轴线，两侧各设置 1 个断面。每个断面上平均设置 3 个监测站位	有机碳、石油类、汞、砷、铅、铜、锌、镉和铬
	海域生态	施工期 1 次（春或秋）	以大桥为轴线，两侧各设置 1 个断面。每个断面上平均设置 1 个监测站位	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物
	扬尘	施工高峰期：连续 3 天，每天 4 次	施工现场周边布置 3 个监测点	TSP
	噪声	施工高峰期：连续 2 天，昼夜各一次	施工现场周边布置 3 个监测点	LAeq
运营期	海域水质	运营期至少进行一次大、小潮期的监测，之后可根据前几次监测结果，适当加大或减小监测频率	2 条调查断面，设置 6 个监测点位	pH 值、悬浮物、化学需氧量、石油类
	海域生态	运营期至少进行一次大、小潮期的监测，之后可根据前几次监测结果，适当加大或减小监测频率	工程附近海域	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物
	事故监测	如发生交通事故，应进行跟踪监测	-	事故污染物质

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 生态保护修复重点与目标

（1）生态修复重点

按照“损害什么、修复什么”的原则确定本项目生态修复重点和目标，以减少建设项目对本海域海洋资源和海洋生态系统的影响，促进本海域海洋生态系统的恢复，维护近海海洋生态系统的健康。

本项目引起的主要生态问题为桥墩永久占海及悬浮泥沙扩散造成海洋生物损失。因此，本项目的修复重点是恢复海洋生物资源，修复目标为维持海域环境质量现状水平，不因项目的建设而恶化，用海区生态系统服务功能不因项目建设

而降低。

（2）生态修复目标

完成对区域渔业资源的增殖放流，可以选择该区域原有的养殖品种，也可以选择适宜当地海域生长，不造成生态危害，具有较高的经济价值的品种。

8.2.2 生态保护措施

（1）施工阶段尽量采用低噪声机械设备，施工过程中还应经常对设备进行维修保养，避免由于设备性能差而导致噪声增强现象的发生；

（2）施工期离路线较近的敏感点，应制订合理的施工计划，加强施工管理，必要时设置临时隔声墙或隔声板等降噪措施来减小施工噪声；

（3）因地制宜地进行绿化总体设计，采取乔、灌、草相结合的方式，在公路边坡及用地范围内种植灌木和花草，以加强绿化和防护的效果。采用多种边坡防治技术稳定边坡，防止水土流失，美化公路景观。

（4）在大桥处独立设计排水系统，设置桥梁桥面排水系统和防撞墙；

（5）为了防止桥面径流，特别是危险品运输等事故时对河流、海域等造成污染，对跨越江河的桥梁设置桥面径流收集处理设施，在桥梁两侧翼缘板底部沿纵坡安装径流收集管道，桥面径流通过收集管引至桥梁两端的沉淀池中；

（6）严格划定施工作业范围，禁止非施工设备和机械进入，避免任意扩大施工范围；

（7）对施工方案进行合理优化，选择科学合理的施工方法和顺序，减少施工对海洋环境的影响；

（8）合理安排工期，在可能的情况下，尽量减少在大潮期及退潮时进行施工作业；

（9）施工期必须指定机械维修场地，并将产生的油污水收集，采用隔油池等处理设施，达标后排放；

（10）施工船舶的含油机舱水及机修污水应收集后送至指定地方处理，严禁将其排入水体。

8.2.3 生态修复措施

根据第 4 章分析，本项目施工栈桥桩基、桥梁桩基及承台占用海域造成的生物资源经济损失约为 0.2 万元，施工期悬浮泥沙入海造成的生物资源经济损失约

为 75.24 万元，本项目用海导致的海洋生物资源经济损失共计约为 75.44 万元。对于本项目建设造成海洋生物资源损失，拟采用增殖放流的形式恢复海洋生物资源，逐步恢复生态系统结构。

增殖放流的修复方案将严格按照《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9 号）、《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业农村部令第 20 号，2009）、《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T9401-2010）和《农业农村部办公厅关于进一步规范水生生物增殖放流工作的通知》（2017）和《关于做好“十五五”水生生物增殖放流工作的通知》（农业农村部，2026 年 10 月）的要求。

根据本项目周边海域海洋生态环境以及该海域主要鱼类等生物习性、开发潜力、苗种供应等，依据增殖放流技术可行性、品种优良、种群稳定、适应鱼礁生境等原则，并参考以往在项目周边海域开展的增殖放流活动进行增殖放流苗种选择。

8.2.3.1 本项目建设的生态补偿和增殖放流方案

①放流经费：根据本项目生态补偿经费进行 3 年放流。

②放流水域：闽江口海域，在饵料丰富、水势平稳、环境符合放流品种生态习性进行放流。

③放流季节：一般在 5-6 月。

④放流组织和监理：建议为建设方组织，委托专业单位实施，渔业管理部门监理的方案。

⑤放流跟踪监测：结合渔业资源监测计划和竣工验收监测进行，经费不再另外列支。

⑥放流品种：工程所在海域主要洄游经济物种。

本项目建设的生态补偿和增殖放流的具体方案为：

表 8.2-1　生态修复措施、内容及效果指标、计划一览表

保护修复类型	保护修复内容	金额	实施计划	责任人	备注
海洋生物资源恢复	闽江口内增殖放流，放流品种以地方主要生物放流为主。	生态补偿费 75.44 万元	分 3 年实施	建设单位	每年 5—6 月实施

8.2.3.2 本项目增殖放流操作具体方案

（1）苗种来源

苗种应当是本地种的原种，人工繁育的苗种应由具备资质的生产单位提供。应选择信誉良好、管理规范、科研力量雄厚、技术水平高、具有《水产苗种生产许可证》苗种生产单位。禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。人工繁育水生动物苗种，在实施前 15 天开始投喂活饵进行野性驯化，在实施操作前 1 天视自残行为和程度酌情安排停食时间。

（2）苗种质量

苗种规格等质量标准须符合相关技术规范。要求规格整齐、活力强、外观完整、体表光洁，苗种合格率≥85%，死亡率、伤残率、体色异常率、挂脏率之和＜5%。

（3）苗种运输

根据不同增殖放流种类选择不同的运输工具、运输方法和运输时间。运输过程中，避免剧烈颠簸、阳光暴晒和雨淋。运输成活率达到 90%以上。

（4）苗种检测

增殖放流物种须经具备资质的水产品质量检验机构检验合格，由检验机构出具检验合格文件。

（5）投放方法

苗种经规格测量和计数后放入专用包装袋内、包装运输至指定海域，人工将水生生物尽可能贴近水面（距水面不超过 1m）顺风缓慢放入增殖放流水域。在船上投放时，船速小于 0.5m/s。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

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），本项目海域使用类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”。据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）和《海域使用分类》（HY/T123-2009）的相关规定，项目用海方式为“构筑物”之“跨海桥梁”。本项目涉海桥梁长度为 2308m，申请用海面积 9.5001hm^2，申请用海期限为 40 年。

9.2 项目用海必要性分析结论

本项目的建设能实现连江粗芦岛及琅岐岛东北侧与东南绕城高速、机场第二高速的快速转换，形成马祖与福州主、副城区及机场便捷通道，有利于闽江入海口主要岛屿综合开发。同时本项目对于构建全省普通国省干线公路网、提高综合运输效率，完善沿线交通出行条件、整合旅游资源、完善国防交通、加强两岸经贸往来、夯实和平统一等都具有重要的作用。

本项目为跨海桥梁工程，在项目设计阶段通过对方案的比选，最终选定 K 线，能够最大限度地起到串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及环马祖澳沿海发展战略，大力推进环马祖澳旅游经济区建设，实现对台示范效应，深化两岸交流合作，积极融入国家“一带一路”倡议大局等作用。在保证项目用海需求的基础上最大限度减小对海洋环境的影响，为了实现岛屿之间的串联，跨海桥梁的建设也是必需的，项目建设涉及海域也是必需的，项目用海是适宜的。

综上所述，本项目建设是必需的，项目用海是必要的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

本工程的建设对所在海域的水动力条件、冲淤条件影响较小。项目建设施工期悬浮泥沙扩散范围有限，随施工结束而逐渐消失，基本可维持海域自然环境质量现状。项目建设及运营过程中，在加强施工过程的环境管理，认真实施污染控制排放措施情况下，可避免生产和生活污水直接排入施工海域，不会对海域环境造成直接影响。本项目建设对岸线资源影响较小，桥梁桩基占海及悬浮泥沙扩散将导致海洋生物损失，可通过增殖放流促进该海域海洋生态资源的恢复。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据现场调查、污染源扩散范围分析，并且向当地自然资源主管部门查询，本项目涉及的利益相关者为xxx村委会、xxx村委会、xxx、xxx和xxx，目前已取得xxx村委会、xxx村委会、xxx、xxx和xxx对于本项目的用海意见，均表示同意支持该项目建设。因此，本项目利益相关者基本明确，相关关系可以协调。

9.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论

根据《福建省国土空间规划（2021—2035年）》，本项目用海范围位于“海洋开发利用空间”和“海洋生态空间”内；根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035）》《连江县国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目申请用海范围位于“交通运输用海区”“生态控制区”和“游憩用海区”。本项目建设符合“三区三线”划定成果，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）》《连江县国土空间总体规划（2021—2035年）》。

此外，本项目符合《福建省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》《福建省海岸带及海洋空间规划》《产业结构调整指导目录（2024年本）》《福建省湿地保护条例》《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》《福建省“十五五”生态省建设暨生态环境保护规划》《福建省海岛保护规划》《福建省湿地保护条例》《福州港总体规划（2035年）》《福州新区琅岐岛控制性详细规划》《福建省生态公益林条例》等规划。

9.6 项目用海合理性分析结论

本项目通过线路比选，最终选定K线作为本项目推荐路线，推荐路线K线符合区域社会经济条件，与区域自然资源、环境条件相适宜，水文条件适宜本项目建设。选址与区域生态系统相适应，对周边其他海洋开发活动影响有限，可以协调，选址合理。项目用海方式和平面布置合理，在满足项目需求的同时，尽最大可能地维护海域基本功能，最大限度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，保持海域自然属性和保护区域海洋生态系统。项目申请用海面积能够满足项目用海需求，用海面积量算符合《海籍调查规范》及相关行业的设计标准和规范；项目申请用海期限合理，可以满足项目建设的需求。

9.7 项目用海可行性分析结论

本项目用海对资源、生态、环境的影响和损耗较小；项目选址与自然资源、社会经济条件相适宜；项目用海利益相关者可协调；项目用海符合国土空间规划和相关规划；其工程平面布置、用海方式、用海面积界定和用海期限合理；用海风险在采取相应防范措施后可控。因此，从海域使用角度分析，本项目建设是必需的，项目用海是可行的。