

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)

2023 年 9 月

### 项目基本情况表

项目名称	国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程			
项目地址	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			
项目性质	公益性 (√)	经营性 ( )		
用海面积	10.8200ha	投资金额	325859 万元	
用海期限	40 年	预计就业人数	80 人	
占用岸线	总长度	61m	邻近土地平均价格	7.384 万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值	68605 万元
	人工岸线	61m	填海成本	万元/ha
	其他岸线	0m		
海域使用类型	路桥隧道用海		新增岸线	0m
用海方式	面积		具体用途	
跨海桥梁	10.8200hm <sup>2</sup>		跨海桥梁	

# 目录

摘要	1
1 概述	3
1.1 论证工作由来	3
1.2 论证依据	4
1.3 论证等级和范围	6
1.4 论证重点	8
2 项目用海基本情况	9
2.1 用海项目建设内容	9
2.2 平面布置和主要结构、尺度	11
2.3 项目主要施工工艺和方法	40
2.4 项目用海需求	47
2.5 项目用海必要性	51
3 项目所在海域概况	55
3.1 海洋资源概况	55
3.2 海洋生态概况	59
4 资源生态影响分析	66
4.1 生态评估	66
4.2 资源影响分析	67
4.3 生态影响分析	73
5 海域开发利用协调分析	78
5.1 海域开发利用现状	78
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	82
5.3 利益相关者界定	84
5.4 相关利益协调分析	85
5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析	86
6 国土空间规划符合性分析	88
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	88
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析	89
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	90
6.4 项目用海与其他规划的符合性分析	91
7 项目用海合理性分析	95
7.1 用海选址合理性分析	95
7.2 用海平面布置合理性分析	114
7.3 用海方式合理性分析	115

7.4 占用岸线合理性分析 .....	115
7.5 用海面积合理性分析 .....	115
7.6 用海期限合理性分析 .....	117
8 生态用海对策措施 .....	118
8.1 生态用海对策 .....	118
8.2 生态保护修复措施 .....	120
9 结论 .....	123
9.1 项目用海基本情况 .....	123
9.2 项目用海必要性分析结论 .....	123
9.3 项目用海资源环境影响分析结论 .....	123
9.4 海域开发利用协调分析结论 .....	123
9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划的符合性分析结论 .....	124
9.6 项目用海合理性分析结论 .....	124
9.7 项目用海可行性分析结论 .....	124

## 摘要

国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程为福州市交通建设集团有限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 10.8200hm<sup>2</sup>，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\*\*\*\*\*的一部分，为后期实现福州与\*\*\*\*道路连接，促进福建与\*\*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、等都具有重要作用。

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\*\*\*\*沿海发展战略，大力推进\*\*\*\*旅游经济区建设，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。

本项目属于公益性事业，根据《福州市国土空间总体规划（2018-2035）》的要求，本项目位于闽江口海域，满足国土空间规划的要求。本项目也与相关规划的符合性进行了分析，本项目的建设符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》《福建省海洋环境保护规划（2011~2020 年）》《产业结构调整指导目录（2019 年本）》《福建省湿地保护条例》《福州港总体规划》《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福州市“十四五”海洋生态环境保护规划》《建省海岛保护规划》、福建省“三区三线”的划定成果、《福州新区琅岐岛控制性详细规划》。

本项目申请用海范围内涉及 372m 人工岸线，460m 自然岸线，根据本项目

桥墩和承台的分布，本项目桥梁跨越自然岸线，桥墩和承台均不占用自然岸线，对于自然岸线的形态和自然属性基本无影响。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龙沙村村委会和壶江村村委会。

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。在岸线的占用上，本项目只跨越岸线，并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。

综上所述，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，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。

本项目位于福建省东部沿海，路线总起于连江县粗芦岛，由北向南至马尾区琅岐岛龙台村，本项目作为G639\*\*\*工程的一部分，分期实施。本次建设规模为一期工程，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。一期主线工程里程4.380公里。互通连接线，路线起于塘下村，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。建设里程2.54公里。

根据《国家公路网规划》（详见附件11）中普通国道网路线方案表可知，G639路线起讫点为\*\*\*\*，本项目为国道G639线中的连江粗芦岛至马尾琅岐段，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东北侧与东南绕城高速、机场第二高速的快速转换，形成\*\*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。

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办法》和《海域使用管理技术规范》的规定和要求，建设单位于2023年4月委托福建省环境保护设计院有限公司编制《国道G639线连江粗芦岛段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在现场踏勘、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) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，全国人大常委会，2017年11月4日修正；

(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) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院，2017年7月16日修正；

(7) 《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；

(8)《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；

(9) 《海域使用权管理规定》，原国家海洋局，2007年1月1日；

(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) 《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；

(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（试行）》，自然资办发〔2020〕51 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) 《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；

(24) 《福建省海洋功能区划（2011~2020 年）》，国务院国函〔2012〕164 号，2012 年 10 月 10 日；

(25) 《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；

(26) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月 29 日修订；

(27) 《中华人民共和国航道法》，2016 年 7 月 2 日修正。

## 1.2.2 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）；
- (16) 《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》（闽政〔2011〕63号）；
- (17) 《福建省海岸带保护与利用规划（2016-2020年）》，2016年8月；
- (18) 《全国海洋经济发展“十三五”规划》，2017年5月；
- (19) 《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020）》，2011年5月；
- (20) 《福建省海岛保护规划》，2012年10月；
- (21) 《福州港总体规划（2035年）》，交规划函[2021]394号；
- (22) 《福州市城市总体规划（2017-2035年）》，中规院（北京）规划设计公司、福州市规划设计研究院，福州市城乡规划局，2018年4月；
- (23) 《福建省“三区三线”划定成果》（自然资源部批复）。

### 1.2.3 项目技术资料

(1) 《国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程工程可行性研究报告》，福建省交通规划设计院有限公司，2023 年 7 月；

(2) 《国道 G639 线连江粗芦岛段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（试行）》（自然资源办发〔2020〕51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）中表1“海域使用论证等级判据”、《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“路桥隧道用海”。用海方式为“构筑物”之“跨海桥梁”。

本项目涉海长度为2308m，申请用海面积10.8200hm<sup>2</sup>，其中主线里程4.380km，跨海桥梁为粗芦闽江特大桥，全长3843m，涉海桥梁长度为1893m，申请用海面积为8.7551hm<sup>2</sup>；互通连接线里程2.54kn，龙沙一号大桥涉海桥梁长度为248m，龙沙二号大桥涉海桥梁长度为167m，用海面积为2.0649hm<sup>2</sup>，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
构筑物用海	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<sup>2</sup>。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**



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；
- (2) 用海面积合理性；
- (3) 海域开发利用协调分析；
- (4) 资源环境生态影响分析。

## 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 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程
- (2) 项目性质：新建
- (3) 建设单位：福州市交通建设集团有限公司

#### 2.1.2 用海位置

本项目国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程由一期主线和互通连接线组成，其中一期主线里程 4.380km，互通连接线里程 2.54km。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，设置处理互通与互通连接线衔接，并连接与粗芦环岛路。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。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

本项目由一期主线和互通连接线组成，一期主线起点位于旗山西侧，终点位于琅岐镇龙台村，路线全长 4.380km，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，路基宽度 19m。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，涉海路段长度为 415m，道路设计速度 40km/h，路基宽度 24m。项目跨海桥梁涉海总长度为 2308m，用海总面积为 10.8200hm<sup>2</sup>。建设项目总投资 32.5859 亿元，项目建设期为 54 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 路线走向

##### (1) G639 路线总体走向

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，连接线起点为川石，上跨熨斗水道，与粗芦岛环岛路平交，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》的普通国道 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\*\*\*\*沿海发展战略，大力推进\*\*\*\*旅游经济区建设。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，本项目作为福州往返\*\*\*\*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 路线走向图见 2.2-1。

## (2) 本项目路线走向

本项目作为 G639\*\*\*\*\*，分期实施。本次建设规模为一期工程，由主线（一期）及互通连接线组成。互通连接线作为一期主线向北的延伸，可接入在建的粗芦岛环岛路二期工程，再向北可与 G228 平交衔接，进一步完善区域交通规划。其中一期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。本项目总平面布置图见图 2.2-2，本项目粗芦闽江特大桥平面布置见图 2.2-3，龙沙一号大桥平面布置见图 2.2-4，龙沙二号大桥平面布置见图 2.2-5，项目红线图见 2.2-6。

**主线：**本次项目先行建设一期工程，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，终于琅歧岛龙台村，衔接现状琅歧岛环岛路。并设置粗芦互通与互通连接线衔接，并连接粗芦环岛路。一期主线里程 4.380 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，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。

**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、终点琅歧龙台村。

**互通连接线：**起点粗芦岛塘下、深坞、古湖、终点粗芦龙沙村。



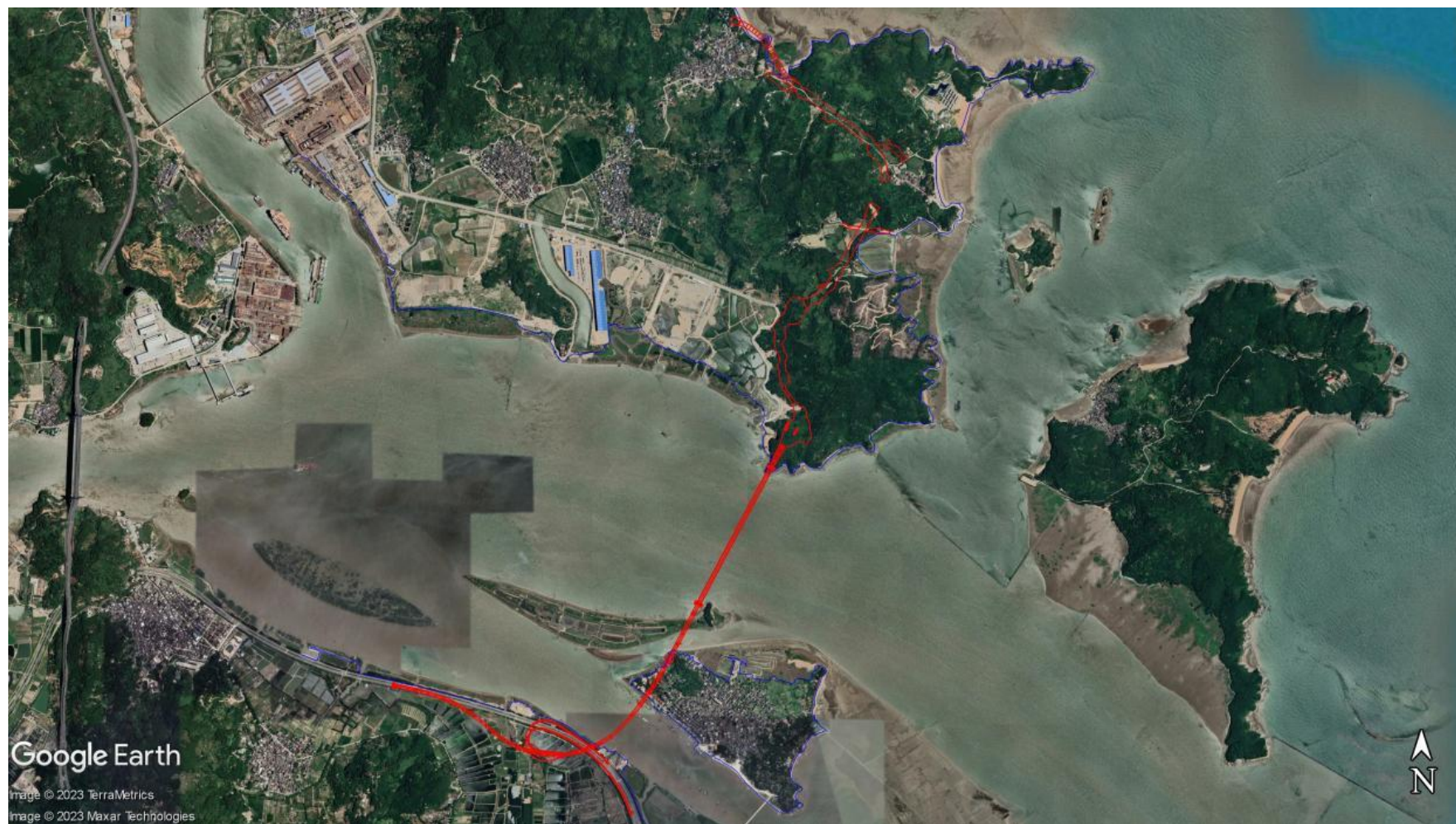


图 2.2-6 本项目红线图

### 2.2.1.2 项目建设规模

本项目为 G639\*\*\*\*\*建设规模，连江粗芦岛至马尾琅岐段，本项目建设分为主线 and 互通连接线两段，估算总投资 32.5859 亿元。一期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	81.1	956.2	不含互通
路基排水及防护	千立方米	2.713	9.616	不含互通
高边坡锚索/锚	米/米	0	7040/4693	不含互通
沥青路面	千平方米	137.682	119.789	不含桥隧
特大桥	米/座	3843/1	0/0	不含互通
大桥	米/座	0	516/2	不含互通
中小桥	米/座	0	0	不含互通
桥梁合计	米/座	3843/1	516/2	
长隧道	米/座	0	0	
中短隧道	米/座	0	200/1	
隧道合计	米/座	0	200/1	
桥隧比例	%	87.74	28.19	
互通式立交	座	1.5	0	
通道	道	0	0	不含互通
市政管线及绿化	公里	4.38	2.54	
征用土地	亩	637.79	167.77	
基本农田	亩	0	0	
拆迁房屋	平方米	2975	711	
拆迁电力、电讯	公里	1.0	3.4	
投资估算	亿元	32.5859		
平均每公里造价	亿元	7.4397		
建安工程费	亿元	25.4673		
平均每公里建安费	亿元	5.8144		

### 2.2.1.3 项目与其他交通的衔接情况

#### (1) 项目与其他公路的衔接

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) 衔接公路交通量调查

### ①琅岐岛环岛路交通量现场调查

在琅岐岛环岛路路段设置交通量观测站,于早上 8:00 至 16:00 在琅岐岛环岛路上进行了交通量观测数据的采集工作,对来往车辆进行交通量观测。

调查车型根据《公路工程技术标准》JTG B01-2014,车型划分标准见表 2.2-2 “交通量调查车型划分及车辆折算系数”。

**表 2.2-2 交通量调查车型划分及车辆折算系数表**

汽车代表	车辆折算系数	说明
小型车	1.0	座位≤19座的客车和载质量≤2t的货车
中型车	1.5	座位>19座的客车和2t<载质量≤7t的货车
大型车	2.5	7t<载质量≤20t的货车
汽车列车	4.0	载质量>20t的货车

注:交通量换算采用小客车为标准车型

琅岐岛环岛路为双向六车道建设标准,所观测到的交通量数据如表 2.2-3。

**表 2.2-3 琅岐岛环岛路 2021 年 12 月 17 日 8:00 至 16:00 观测数据表**

方向	小型货车	中型货车	大型货车	小型客车	大型客车	拖挂汽车	摩托车	绝对合计(辆)	折算合计(pcu)
南向北	70	15	43	310	0	33	55	526	697
北向南	67	7	39	324	0	27	62	526	669

注:交通量折算为标准车型,换算系数取自《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)

参考同区域路段的 24 小时交通量调查,8 小时交通量约占全天交通量的三分之二,经计算琅岐岛环岛路全日交通量为 2070pcu/d(折算数)调查路段交通情况见图 2.2-7。

### ②粗芦岛环岛路交通量调查

由于粗芦岛环岛路尚未建设完全,粗芦岛环岛路交通量以交通调查数据为基础,利用以上交通量增长率,结合定性分析得到一期工程趋势交通量结果,见表 2.2-4。

**表 2.2-4 趋势型交通量预测结果**

单位:辆/日(标准小客车)

项目	2021	2029	2035	2040	2045	2048
连江GDP经济增长率(%)	-	9.09%	7.34%	6.26%	5.44%	4.81%
公路交通弹性系数	-	1.3	1.2	1.1	1	0.9
交通量增长率(%)	-	11.82%	8.81%	6.89%	5.44%	4.33%
粗芦岛环岛路趋势交通量	2070	4046	5212	7071	8476	10870
琅岐岛至川石岛公路趋势交通量	-	1618	2085	2908	3790	4888

#### 2.2.1.4 交通量分析预测

### （1）交通量预测的总体思路

本报告研究新建公路工程未来交通量构成包括了随区域经济发展而增长的趋势型交通量、其他运输方式的转移交通量、项目建成带来的诱增交通量以及旅游资源等带来的旅游交通量。

趋势交通量主要是随着社会经济发展而增长的交通量。未来趋势型交通量预测，主要通过研究未来社会经济的发展趋势，以及交通量同社会经济发展的相关关系，分析未来交通量增长的速度，从而计算出未来趋势交通量。本项目一期工程趋势交通量主要为琅岐岛环岛路随社会经济发展而增长的交通量。

其他运输方式的转移交通量主要针对二期工程，二期项目的建成为川石岛对外出行提供了便捷的公路通道，川石岛对外出行条件大大改善，川石岛靠轮渡的出行量将转移至本项目。

诱增交通量是由于本项目建成后，而新产生的交通量。主要是由于原来道路条件较差未出行，在项目建成后，道路条件改善后而引发的交通出行，以及由于道路条件改善后，导致沿线地区产生新的经济点，而产生的交通量。本项目的实施将使运输通道的通行能力得到较大提高，改变了项目影响区域间的时空距离，从而缩短运输时间并节约汽车运营成本，诱发原来受通行能力限制所抑制的潜在交通需求，从而产生新增交通量。另外，项目的建设将使项目影响区域的交通条件和投资环境得到改善，促进各地区间的经济联系，使得各地区的经济结构进行不断调整，也将诱发经济产生新的增长，因而也将诱发新的交通量。

旅游交通量主要是在分析区域未来社会经济、旅游人数和旅游产业的发展趋势的基础上，预测区域旅游交通总量，结合现状旅游交通分布的情况确定各路段交通出行量，从而计算出本项目的旅游交通量。琅岐岛、粗芦岛、川石岛、\*\*\*旅游资源丰富，本项目建成后将进一步带动旅游等产业的发展和完善。

### （2）预测方法

本项目交通量预测基本思路和步骤为：

- ①通过对历年互通交通量观测资料的统计分析得到项目影响区基年交通量；
- ②分析历史年份交通运输指标和社会经济发展指标之间的相互关系，得出各影响区交通运输指标对社会经济指标的弹性系数；
- ③根据预测的弹性系数分析计算特征年趋势交通量；

- ④通过对项目影响区其它运输方式交通调查，分析计算转移交通量；
- ⑤通过对项目影响区社会经济分析，预测诱增交通量；
- ⑥通过对项目影响区旅游资源及产业规划调查，预测其他交通量；
- ⑦计算本项目各特征年路段交通量。

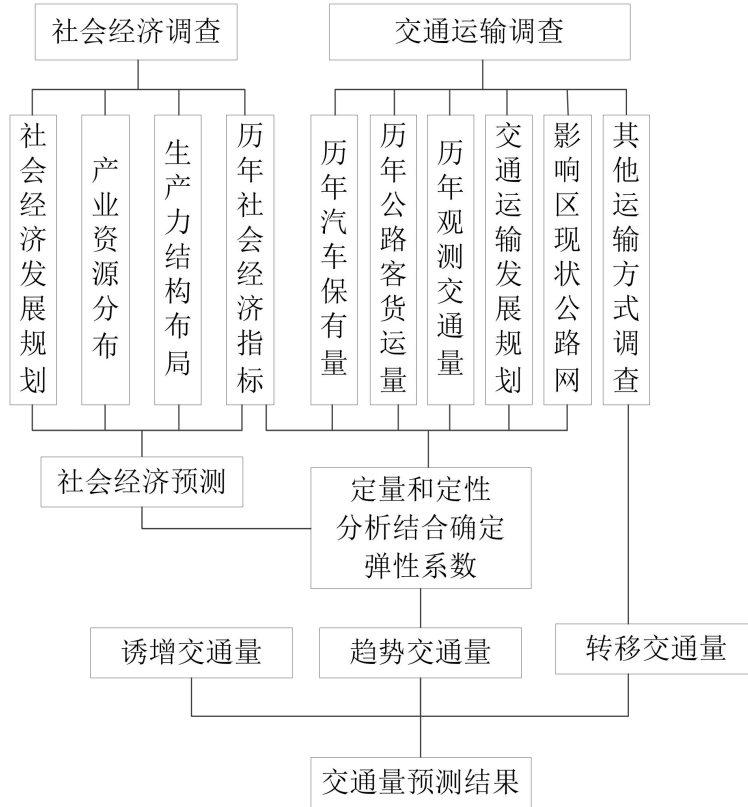


图 2.2-8 交通量预测工作流程图

### (3) 预测特征年确定

根据项目实施计划安排，本项目计划于 2024 年 7 月动工，2028 年 12 月竣工通车。根据交通部颁发《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）的规定，一级公路交通量预测年限为通车后 20 年。故预测特征年分别定为：2029 年、2035 年、2040 年、2045 年和 2048 年，预测基年为 2021 年，建设规模以 2048 年的交通量为准。

### (4) 社会经济发展趋势分析

项目影响区域经济社会预测的方法采用趋势外推法，即在充分分析项目影响区域经济社会历史及现状的基础上，分析我国经济社会发展的总体形势和地区经济社会的发展趋势，参照项目影响区域（包括省、市）国民经济和社会发展规划执行情况、《福建省及市县经济社会和综合交通运输发展研究》以及其他的经济

社会发展规划，确定各特征年时期内可能的经济增长速度，进而预测出影响区域评价期内各特征年的主要经济社会发展指标。

通过对福州市、连江县、长乐区和马尾区历年地区生产总值和常住人口数据进行回归分析，得出时间序列与历史数据的函数关系，进而得出福州市、连江县、长乐区和马尾区历年地区生产总值和常住人口预测公式如下：

● 福州市

$$\text{GDP: } Y_1 = 0.5259x^3 + 5.9066x^2 + 86.413x + 714.68 \quad (R^2=0.997)$$

$$\text{常住人口: } Y_2 = 108.34\ln(x) + 463.77 \quad (R^2=0.962)$$

● 连江县

$$\text{GDP: } Y_1 = 1.4755x^2 - 6.0659x + 79.115 \quad (R^2=0.992)$$

$$\text{常住人口: } Y_2 = 11.634\ln(x) + 28.763 \quad (R^2=0.982)$$

● 长乐区

$$\text{GDP: } Y_1 = 2.2801x^2 - 4.9206x + 95.251 \quad (R^2=0.996)$$

$$\text{常住人口: } Y_2 = 9.8049\ln(x) + 45.909 \quad (R^2=0.967)$$

● 马尾区

$$\text{GDP: } Y_1 = 1.0768x^2 + 2.4701x + 88.945 \quad (R^2=0.991)$$

$$\text{常住人口: } Y_2 = 9.4022\ln(x) + 0.4613 \quad (R^2=0.992)$$

式中：

Y1——影响区常住人口；

Y2——影响区地区生产总值（亿元）；

x——年份（以2000年为1）。

模型回归值与福州市、连江县、长乐区和马尾区历年地区生产总值和常住人口实际值之间关系见图 2.2-9。

福州市、连江县、长乐区和马尾区未来各特征年经济社会增长速度预测见表 2.2-5。

**表 2.2-5 项目影响区主要经济社会指标预测（趋势外推法）**

年度	福州市		连江县		长乐区		马尾区	
	人口 (万人)	GDP (亿元)	人口 (万人)	GDP (亿元)	人口 (万人)	GDP (亿元)	人口 (万人)	GDP (亿元)
2025	817	16145	66.7	919	77.8	1509	31.1	881
2030	836	24647	68.7	1309	79.6	2134	32.7	1200
2035	852	35877	70.5	1773	81.0	2873	34.1	1573

	2040	866	50225	71.9	2311	82.3	3726	35.4	2000
	2045	879	68085	73.3	2922	83.5	4694	36.5	2481
年均 增长 速度	2021~ 2025	0.56%	10.01%	0.74%	9.09%	0.53%	8.45%	1.30%	7.81%
	2026~ 2030	0.46%	8.83%	0.61%	7.34%	0.44%	7.18%	1.04%	6.38%
	2031~ 2035	0.38%	7.80%	0.50%	6.26%	0.37%	6.13%	0.84%	5.56%
	2036~ 2040	0.33%	6.96%	0.43%	5.44%	0.31%	5.34%	0.71%	4.92%
	2041~ 2045	0.29%	6.27%	0.37	4.81%	0.27%	4.72%	0.60%	4.40%

### (5) 弹性系数确定

交通运输需求是派生需求，与社会经济活动之间存在着较强相关关系，通过分析经济活动和社会活动的变化规律，分析它们与交通运输的关系，便可准确地掌握交通需求的变化规律。

弹性系数即交通运输变化率同社会经济变化率的比值，它反映了交通需求与社会经济相关关系。具体公式如下：

$$\text{弹性系数} = \frac{\text{运输指标变化的百分率}}{\text{经济指标变化的百分率}}$$

首先对福州市机动车保有量与经济指标的弹性相关关系，分析弹性系数发展的历史规律，从纵向把握交通增长规律及弹性系数的变化规律。结果见表 2.2-6。

**表 2.2-6 福州市运输对经济的弹性系数表**

年份	汽车保有量				GDP指数 (1952=100)
	合计	客车	货车	其他汽车	
2010	433734	342240	86780	4714	3243
2011	531788	428444	98440	4904	3820
2012	626178	515343	105759	5076	4340
2013	727022	610775	110912	5335	4858
2014	858116	730767	121769	5580	5391
2015	962932	839341	118163	5428	5777
2016	1080808	957832	117585	5391	6492
2017	1183662	1057057	120784	5821	7504
2018	1312781	1173253	132995	6533	8516
2019	1409903	1265624	137137	7142	9392
2020	1498695	1348949	142066	7680	10020
2021	1595648	1445680	141792	8176	11324
年平均增长速度 (%)					
2010—2021 增长速度	12.57%	13.99%	4.56%	5.13%	12.03%
对GDP的 弹性系数	1.04	1.16	0.38	0.43	-

注：以上资料摘自福州市历年统计年鉴。

①从交通发展规律看，客货运输弹性发展具有一定的阶段性和规律性，并且客货运输之间存在一定的差异。一般而言，在经济发展的起始阶段，交通运输量增长速度高于经济增长速度，运输弹性系数一般大于 1，当经济发展达到一定水平后，交通运输弹性系数将逐渐减小。不同时期的客货运输发展规律不同。在经济发展初期，货运增长速度快于客运增长速度，货运弹性系数一般大于客运弹性系数；随着经济的发展，客运将保持较快增长速度，并赶上和超过货运的增长速度，即货运弹性系数逐渐小于客运弹性系数。

②根据项目所在地区经济结构的特点并借鉴国内其他地区的发展规律，从横向进一步把握交通量与国内生产总值间弹性系数的变化规律。随着经济的快速发展，城市化、城镇化进程的加快，居民可支配收入的持续增加，私人小汽车将逐步进入家庭，人们利用公路出行的出行频率和出行距离将进一步增加。另外，随着路网的进一步完善，项目沿线的重要开发区、经济区、一批具有代表性的旅游资源的开发，将吸引大量客运交通，以此可以预计福州市的客运将在相当长的时间内保持快速增长。

③考虑福州地区发展对交通增长的影响。党的十九大提出建设交通强国的重大战略部署。建设交通强国先行区是福建交通运输的新使命和新方向，是福建省全方位推动高质量发展超越的必要要求。根据《福州市“十四五”综合交通运输发展专项规划》，福州市规划对内着力打造“236”交通圈：福州主城基本实现 20 分钟上高速，福州主城至滨海副城 30 分钟通达，市区至所辖县、各县至所辖乡镇 60 分钟基本覆盖；对外着力构建“124”交通圈：福州都市圈 1 小时通勤，福州至省内主要城市 2 小时互达，至长三角、粤港澳大湾区城市群 4 小时陆路通达。考虑到福州地区发展对本项目的影响，本次研究根据其规划适当调整了相关区域的弹性系数。

综上，考虑各项因素，最终确定了项目各影响区交通指标对经济指标的弹性系数见表 2.2-7。

表 2.2-7 项目影响区交通量弹性系数预测表

范围	2021—2025	2026—2030	2031—2035	2036—2040	2041-2045	2046-2050
项目影响区	1.3	1.2	1.1	1	0.9	0.8

(6) 交通量增长率预测



根据项目影响区未来经济发展及弹性系数，计算影响区交通量增长率：

$$R = T \cdot E$$

式中： $R$ —未来年项目影响区交通量增长率（%）；

$T$ —未来年项目影响区交通量对经济指标的弹性系数；

$E$ —未来年项目影响区地区生产总值增长速度（%）；

未来年本项目影响区交通量增长率分别见表 2.2-8。

**表 2.2-8 项目影响区交通量增长率预测值**

范围	2021—2025	2026—2030	2031—2035	2036—2040	2041-2045	2046-2050
项目影响区	11.82%	8.81%	6.89%	5.44%	4.33%	3.50%

注：GDP 增长速度来源自表 2.2-6。

(7) 趋势交通量预测结果

根据 2021 年 12 月 17 日琅岐岛环岛路的交通调查数据，现状琅岐岛环岛路日交通量为 2070pcu/d。本项目南接琅岐岛环岛路，待本项目通车后，琅岐岛出行车辆可通过环岛路和本项目继续北向行驶至粗芦岛。结合项目影响区琅岐岛和粗芦岛的社会经济特点、交通出行条件等因素，预计通车初年，本项目将承担环岛路 40%的交通量。

以交通调查数据为基础，利用以上交通量增长率，结合定性分析得到一期工程趋势交通量结果，见表 2.2-9。

**表 2.2-9 趋势型交通量预测结果**

单位：辆/日（标准小客车）

项目	2021	2029	2035	2040	2045	2048
连江GDP经济增长率（%）	-	9.09%	7.34%	6.26%	5.44%	4.81%
公路交通弹性系数	-	1.3	1.2	1.1	1	0.9
交通量增长率（%）	-	11.82%	8.81%	6.89%	5.44%	4.33%
粗芦岛环岛路趋势交通量	2070	4046	5212	7071	8476	10870
琅岐岛至川石岛公路趋势交通量	-	1618	2085	2908	3790	4888

(8) 旅游交通量预测

根据福州市相关规划，琅岐岛定位为以生态为特色，旅游、休闲、居住功能于一体的综合型旅游岛，发展指引为综合文旅产业、生态旅游、文化交流。琅岐岛将以\*\*社区、自贸区建设为引领，强调生态保育与低密度开发，凸显旅游度假、

健康养生、休闲农业等功能，建设国际健康休闲旅游岛。琅岐岛规划布局见图 2.2-10。

总体形成“五廊、五组团”的规划结构：

五廊：中部九龙山、白云山脉生态核心向外辐射的五条指状生态绿廊。

五组团：国际开放都市组团、自贸区复合功能组团、综合文旅度假组团、生态文旅组团和国际度假旅游组团。

根据《琅岐岛交通规划》，琅岐岛在福州新区规划中属于闽江口组团，规划琅岐岛人口规模为 12 万人，城市建设用地约 16 平方公里。此外琅岐岛定位为生态旅游岛，琅岐旅游人口可分为两大类，一类为滨海度假游客，一类为\*\*过境游中转接待游客。预计 2035 年将达到 718 万。

本报告以 5 人/车来换算旅游车辆，其计算公式为：

$$Q=M \times D / (365 \times a)$$

式中：Q—旅游交通流量(辆/日标准小客车)

M—旅客总数(人次/年)

D—旅客在旅游区逗留天数(D=1 天)

a—旅游车辆载运系数(a=5 人/车)

根据以上分析，可以得出换算交通量，见下表：

**表 2.2-10 琅岐岛旅游交通量预测结果**

年份	2029	2035	2040	2045	2048
旅游人数（万人）	450	718	850	1000	1100
本项目承担交通量 (单位：辆/日，标准小客车)	986	1574	1863	2192	2411

#### (9) 产业基地转移交通量预测

根据《福州（连江）国家远洋渔业基地粗芦岛功能规划研究》，远洋渔业基地将以数智化水产品产业生态集群建设，打造水产品百亿企业、千亿产业，将远洋渔业基地打造成我国南部重要的水产品集散中心、交易中心、定价中心，实现“产+网+融+城”跨界融合与创新发展的。

基地发展规模预测，保守情景下，2025 年物流吞吐量达 50 万吨，冷库容量 15 万吨；2030 年物流吞吐量达 80 万吨，冷库容量 20 万吨；2035 年物流吞吐量达 400 万吨，冷库容量 40 万吨；2040 年物流吞吐量达 800 万吨，冷库容量 80 万吨。具体见表 2.2-11。

表 2.2-11 远洋渔业基地发展规模预测

	年份	乐观情景	保守情景	悲观情景
港口泊位建设	2025年	完成3#-6#泊位的建设		
	2030年	完成8#-11#泊位的建设，总共8个泊位		
	2035-2040年	完成1#、2#泊位的建设，总共10个泊位		
物流（水产品）吞吐量（万吨）	2025年	60	50	35
	2030年	100	80	60
	2035年	600	400	150
	2040年	1000	800	300
冷库容量（万吨）	2025年	20	15	10
	2030年	30	20	15
	2035年	50	40	30
	2040年	100	80	60

在此规模上，陆路运输总量占总运输量的 80%，货运车辆按车均运量 12 吨计。本项目预计承担远洋渔业基地 45%的货运量，则远洋渔业基地的货运交通量（保守情景）如下：

表 2.2-12 远洋渔业基地的货运交通量

项目	2025	2029	2035	2040	2045	2048
基地货运吞吐量（万吨/年）	65	80	440	880	1100	1300
基地陆路运输量（货车，辆/日）	119	146	804	1607	2009	2374
基地陆路运输量（标准小客车，辆/日）	297	365	2009	4018	5023	5936
本项目承担交通量（标准小客车，辆/日）	134	164	904	1808	2260	2671

注：货车折算系数按 2.5 计。

#### （10）诱增交通量预测

国内外的经验均已证实，公路的建设，交通条件的改善，将改变该区域的投资环境，诱发该区域经济的增长和交通量的增加，但由于项目所经地区不同，诱增交通量比率和诱增量存在较大差异。诱增交通量主要包含如下三个方面：一是项目建设改变了区域的经济可接近性，市场范围发生变化引起交通流向变化而产生的交通流量；二是项目建成可能引起区域结构、产业布局、投资环境的变化而产生的交通量；三是项目建成改善了区域交通条件，诱发了潜在的交通量。

基于上述分析，我们采用世界银行关于诱发运量模型计算本公路的交通量诱发率，在定量计算的基础上，参考同类建设项目的经验，确定本项目的诱增率，基本公式为：

式中：

$$IR = \frac{(U_{bij})^\beta}{(U_{aij})^\beta}$$

IR 为诱增率

$U_{bij}$  为项目建成前的 i 区到 j 区的广义运行成本

$U_{aij}$  为项目建成后的 i 区到 j 区的广义运行成本

$\beta$  为模型参数，经重力模型标定  $\beta=0.8948$

利用上述模型计算诱增率有一定的局限性，主要表现在模型本身过于依赖地区之间的时间距离，片面夸大了时间对经济发展的影响。所以在确定诱增率时必须对上面的计算结果进行调整。

借鉴同类建设项目的经验，在新项目建成初期，由于交通条件大为改善，除了对经济的促进作用非常明显以外，机动车的平均出行次数也会有明显的增加。

一般来说，新建公路诱增交通量约占新路交通量的 10%~20%，其发展趋势曲线相似于偏正态分布，即在公路刚通车时，公路诱增交通量约占新路交通量的 10%左右，通车后 3~5 年，诱增交通量最大，约占 15%~20%左右，以后随着道路交通量的发展逐年下降，直至 4%左右，大致应如图 2.2-11 所示。

本报告在定量计算的基础上，类比项目其他项目诱增交通量预测，本项目诱增率按 2035 年以前 10%，2035 年~2040 年 15%，2040 年以后 5%计算。

#### (11) 交通量预测结果

##### ①主线路段

综合琅岐岛至川石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 2.2-12 所示。

**表 2.2-12 主线推荐方案交通量预测结果**

(单位：辆/日，小客车)

年份	2029	2035	2040	2045	2048
趋势交通量	1618	2085	2908	3790	4888
诱增率 (%)	10%	10%	15%	5%	

年份	2029	2035	2040	2045	2048
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 2048 年预测交通量为准。

### ②互通连接线路段

互通连接线连接与主线相连，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 2.2-13 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	2029	2035	2040	2045	2048
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 2048 年预测交通量为准。

### ③远期\*\*\*\*\*

G639 远期\*\*\*\*\*，由原轮渡完成的运输量转移的交通量，诱增交通量以及\*\*\*\*\*的旅游交通量构成，同时考虑岛上商业开发和文化交通流的交通量诱增效应。

**表 2.2-14 \*\*\*\*\*交通量预测结果**

(单位：辆/日，小客车)

年份	2035	2040	2045	2048
旺季	1166	1722	2431	3394
淡季	726	1088	1517	2076

注：建设规模以 2046 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 2.2-15。

表 2.2-15 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	65
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	1/100
		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 路基横断面工程

#### （1）路基横断面设计原则

①根据本项目交通分析与预测结果，结合道路等级与功能定位，充分理解机动车、非机动车和行人等不同交通系统对道路横断面的需求，为设置科学合理的横断面作铺垫。

②结合道路工程建设条件、周边地块规划、管线铺设和景观要求等因素，考虑各种约束条件的平衡，因地制宜地确定最终横断面形式。

③横断面形式应满足现行道路设计规范要求。

## (2) 路基横断面方案

本项目结合已有规划、交通量预测结果、相交道路规划和现状道路横断面布置情况，总体考虑道路横断面设计。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。主线整体式路基横断面图见图 2.2-12。

### 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。互通连接线整体式路基横断面图见图 2.2-13。

## 2.2.2.2 路基、路面和主要附属工程

### (1) 路基设计标高

路基设计标高为行车方向的左侧路缘带左边缘处的路面标高。

### (2) 用地范围

路基：一般情况下断面路堤两侧排水沟外沟口边缘或沟外侧护坡道坡脚（无排水沟时为路堤或护坡道坡脚）以外 1.0m 为道路用地范围；路堑坡顶截水沟外边缘（无截水沟为坡顶）以外 1.0m 为道路用地范围。

桥梁：用地范围为桥梁外缘正投影。

### (3) 路基设计

#### 1. 路基设计原则

①根据《城市道路路基设计规范》《城镇道路工程施工与验收规范》并结合道路沿线地质、水文、土壤等情况进行路基设计。

②路基设计应保证路基的强度及稳定性。路基必须做到密实、均匀、稳定，确保土基顶面回弹模量值满足设计要求。同时应做好路基边坡防护设计，避免与防止滑坡及塌方等工程事故的发生。

③路基填筑材料应因地制宜，就近合理采用当地材料，节省工程投资。

④路基设计应满足防洪泄洪要求。

⑤路基设计要注意环境保护要求，注意工程景观效果。

## 2.一般路基防护

为了加强路基的稳定性及防止雨水对路基边坡的冲刷，需要对路基边坡进行防护。

边坡防护以边坡设计坡率为依据，本着稳定、方便施工、经济、美观的基本原则，在满足路基边坡稳定的前提下，路基防护应充分考虑环保和景观的要求，以植物防护为主、工程防护为辅进行设计。

一般填方路堤边坡防护：

路堤边坡坡率采用 1：1.5~1：2；按路堤边坡高度每 8 米为一阶，逐级放缓，变坡处设 2 米宽护坡道，当边坡坡脚较远或者有重要构造物时，采用挡土墙或护脚处理。当地质条件良好，其边坡坡率不宜陡于下表 2.2-16 规定值：

表 2.2-16 路堤边坡坡率

填料类别	边坡坡率		
	( $H \leq 8m$ )	( $8m < H < 16m$ )	$16m \leq H$
细粒土	1: 1.5	1: 1.75	1: 2.0
粗粒土	1: 1.5	1: 1.75	1: 2.0
巨粒土	1: 1.3	1: 1.5	1: 1.75

路基填方边坡高度  $H \leq 8m$  时，直接采用喷播植草防护方式护坡。

路基填方边坡高度  $H > 8m$  时，应设置 2m 平台，采用拱形骨架方式护坡。

对浸水路基，采用浆砌片石或 C20 片石护坡。

②挖方路堑边坡防护：

当挖方边坡高度  $H \leq 10m$  时，采用一级边坡，坡率采用 1：1。当挖方边坡高度  $H > 10m$  时，采用多级边坡，即除顶级外其余每级边坡高为 8m，挖方路堑边坡坡率根据边坡高度、地面横坡、岩土性质、地下水发育程度及环保绿化等综合考虑确定，一般为 1：0.3~1：1.5 之间变化，边坡间设置 2.0m 宽平台，并在平台内侧设置水沟或挡水梗。

## 3.特殊路基处理设计

线路局部存在软基，现给出几种软基预处理方案，分别论述如下：

①软基预处理方案

a、换填



换填法是将基础底面以下一定范围内的软弱土层利用人工、机械或其它方法清除，分层置换强度较高的砂或砂性土等透水性材料，并夯实（或振实）至设计要求。该法的优点是直观、高效，不留后患，施工不受工期限制，缺点是处理深度浅，当处理深度大于 3 米时，处理费用较高，不适合处理软土层较厚、埋深大的地基。

#### b、砂桩

在确保预压时间可满足工期要求的前提下，采用砂桩是一种常用的地基处理技术，对于饱和软土的处理主要起置换作用，并具有竖向排水通道的作用。作为路基软土地基处理措施时，按排水固结法进行设计，在稳定计算时考虑砂桩的置换作用。

砂桩可以根据地质情况等的差异按照正方形或等边三角形布设，桩间距约 1.4~2.0m，成孔直径为 50cm。在桩顶设置中粗砂加筋褥垫层 50cm，夹两层钢塑复合土工格栅。

由于场地临海，砂桩材料可就近购买。在工期允许的情况下，为节省资金，可考虑砂桩排水固结处理软基。砂桩处理深度一般小于 15m。

#### c、塑料排水板+堆载预压法

在确保预压时间可满足工期要求的前提下，可采用塑料排水板堆载预压处理软土地基。塑料排水板用插板机插入软土地基，组成垂直和水平排水体系，在上部预压荷载作用下，软土地基中孔隙水沿塑料排水板的沟槽上升逸出地面，通过上部铺设的砂垫层排出，从而加快软土的固结。

塑料排水板按等边三角形布设，板间距 1.0~1.3m，板宽 0.15m。在桩顶设置中粗砂加筋褥垫层 50cm，夹一层钢塑复合土工格栅。

塑料排水板+堆载预压施工方便，造价低；缺点是工期长，适用于填方高度不高的地段。

#### d、预应力混凝土薄壁管桩（PTC 桩）

预制混凝土桩基工程与一般基础工程相比，具有桩材质量好、施工快、工程地质适应性强、场地文明等优点，且形成了比较成熟的理论。适用于处理深厚软土地基上荷载较大、变形要求较严格的高路堤段、桥头或通道与路堤衔接段。

同样，为了调整桩土应力比，充分发挥桩的作用，在桩顶设置级配碎石砂加

筋褥垫层 50cm，夹两层双向钢塑复合土工格栅。为了防止应力集中而产生较大的桩顶刺入，在桩顶设置桩帽。

### ②软基处理方案比较

为便于比较，本设计按适用处理深度、技术要求、单位造价、施工工期、适用范围及优缺点分项对各种软土处理方法进行了比较见表 2.2-17。

**表 2.2-17 不同处理方式经济技术比较表**

项目	换填	砂桩堆载预压	塑料排水板堆载预压	预应力混凝土薄壁管桩
设计参数	换填砂性土	桩径0.5米，桩距1.2米，梅花型布置	板宽0.15米，板距1.2米，三角形布置	桩径0.5米，桩距1.2~3.0米，正方形布置
造价	60（元/立方米）	100（元/米）	15（元/米）	300（元/米）
总工期（天）	/	360	360	90
优点	不受工期限制，无隐患	材料可就近购买，造价低，施工技术成熟	施工快，造价低	施工快，加固深度较大，强度高
缺点	处理深度浅，不适合处理软土层较厚的地基	工期长，预压时间短，施工后沉降较大	工期长，预压时间短，施工后沉降较大	造价高

软基处理方案的采用：

软基段路基填筑高度约 6m，且整体路段淤泥厚度较大，考虑采用 PTC 桩处治方案。

### 2.2.2.3 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、路基支承条件、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、疲劳耐久性及其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 2.2-18。

表 2.2-18 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

#### 2.2.2.4 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： $2 \times [117.5 (\text{风嘴}) + 150 (\text{水管}) + 100 (\text{索区}) + 50 (\text{护栏}) + 75 (\text{硬路肩}) + 2 \times 350 (\text{行车道}) + 50 (\text{路缘带}) + 25 (\text{C 值}) + 65/2 (\text{护栏}) ] = 2600\text{cm}$

引桥： $2 \times [150 (\text{水管}) + 50 (\text{护栏}) + 75 (\text{硬路肩}) + 2 \times 350 (\text{行车道}) + 50 (\text{路缘带}) + 25 (\text{C 值}) + 65/2 (\text{护栏}) ] = 2165\text{cm}$ ；

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。

## 2.2.2.5 桥梁工程

### (1) 通航孔桥方案的总体设计原则

①遵循“安全、适用、耐久、美观、环保、经济”的设计原则和“大型化、工厂化、标准化及装配化”的建设理念，在设计中充分吸收采纳国内、外先进成熟的跨海通道建设理念及技术。

②应满足结构各部分的使用、管理、养护功能要求，具有足够的安全度和耐久性；在结构和构造的设计中，应充分考虑结构的可检、可达、可修、可换、可控和可持续性。

③贯彻全寿命周期成本的设计理念，确保设计、施工以及后期维修的经济性。

- ④重视海洋环境的保护，尽量减少施工污染对水流和生态的影响。
- ⑤完善桥梁景观设计，力求造型美观，并注意与周围环境的整体协调性。
- ⑥考虑施工方案的可实施性、成熟性及高效性。

(2) 桥梁工程概况

本项目地处福建北部沿海，起点位于琅岐岛环岛路龙台村，终点位于粗芦岛；涉及通航的区段包括壶江水道海域，闽江通海航道，平面位置见下图 2.2-14；跨越航道位置布设大跨径桥梁或悬索桥，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 2.2-19。

**表 2.2-19 推荐线路桥梁工程一览表**

序号	指标名称	孔数-孔径 (孔-米)	桥梁全长	结构类型	跨越航道
1	粗芦闽江特大桥	(40+50+40)+6x4x50+ (50+70+50)+(88+200+88) +4x50+(46+50+46)+ (40+50+40)+(80+145+80) +1030+3x50	3843	预应力砼连续箱梁、 混合梁连续刚构桥、 整体式钢箱梁 (悬索桥)	壶江水道、闽江通海航道
桥梁总里程 (m)		4250m			

推荐线路海上桥梁全长 2.193km (含连接线引桥)，其中壶江水道桥推荐采用主跨 200m 双塔斜拉桥，闽江通海航道桥推荐采用主跨 1030m 悬索桥。

最高通航水位采用 P=5%设计潮位 4.94m，最低通航水位采用当地理论地潮面-03.22m，设计洪水频率为 1/300。

(2) 非通航孔桥方案

本线路中非通航孔桥分为海上与陆地两部分，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，为标准化设计、预制化、装配化施工创造条件；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 预制箱梁。

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：50m 预制拼装混凝土箱梁方案。

设计洪水频率为 1/100。

### 2.2.2.6 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效益的设计方案。

#### (2) 互通立交设置情况

为最大限度的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 2.2-20。

表 2.2-20 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	K1+416.212	-	国道639/一级	主线下穿	T型
2	粗芦互通(一期)	K4+194	3.701	国道639/一级	主线上跨	半直连T型
3	粗芦互通(二期)	K3+354	4.183	国道639/一级	主线上跨	半直连T型

#### ①建光互通

在龙台村附近设建光互通与琅岐环岛路立体交叉，立体交叉为变异 T 型，匝道采用环形匝道，主线则直接与环岛路向西连接，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 2.2-15。

#### ②粗芦岛互通

在粗芦岛上设置粗芦岛互通，互通形式为半直连式，分为一二期建设。一期与主线交叉桩号为 K4+194，连接线采用双向四车道，匝道采用单向单车道布设。一期建设完成后，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；二期与主线交叉桩号为 K3+354，连接线起点与粗芦岛环岛路平交，二期建设完成后，可解决粗芦岛交通流上下国道 639 的问题。粗芦岛

互通平面布置见图 2.2-16。

### 2.2.2.7 给排水工程

#### (1) 给水工程设计方案

本项目考虑四段给水管道，第一段主线段，桩号 K4+302.543~K8+682.543，主要考虑由琅岐引水至粗芦岛并结合后续项目的用水需求设计给水管道，设计给水管道管径 DN500；第二段琅岐环岛路改造段，桩号号 QK7+700.000~QK10+600.000 该段主要涉及桥墩及道路改造区域的给水管道迁改工程，管径按现状管道设计 DN200~DN500；第三段粗芦岛互通段该段长度约 960m，考虑粗芦岛接水的需要；第四段互通连接线段，桩号 NK0+500.000~NK3+040，该段为新建项目，按规划设计给水管道 DN200~DN300。

本项目路外场地预留 DN200 横支管接口，间隔约 100~150 米。按照规范要求设置室外地上式消火栓，间距不超过 120 米，消火栓靠近十字路口，距路边不大于 2 米，居房屋外墙不小于 5 米。在管道隆起点设置通气设施，管线竖向布置平缓时，隔 500~1000 米左右设通气设施，在管道低洼处及阀门间管段低处，根据需要设置泄水阀井。

#### (2) 污水工程设计技术方案

本项目考虑两段污水管道，第一段琅岐环岛路改造段，桩号 QK7+700.000~QK10+600.000 该段主要涉及桥墩及道路改造区域的污水管道迁改工程，管径按现状管道设计 DN300~DN800；第二段互通连接线段，桩号 LK0+500.000~LK3+040，该段为新建项目，按规划设计污水管道 DN200~DN400，局部管道为压力管道。

路外场地预留 DN300 横穿管，预留至红线外 2.0 米，端设置检查井，间隔约 90~150 米。主要是收集道路沿线单位及居民区污水，传输上游污水，最终并入规划道路污水系统后，排入污水厂处理。

#### (3) 中水工程设计技术方案

本项目仅考虑市政段部分涉及桥墩及道路改造区域的中水管道迁改工程。

本项目考虑一段琅岐环岛路改造段，桩号 QK7+700.000~QK10+600.000 该段主要涉及桥墩及道路改造区域的中水管道迁改工程，管径按现状管道设计 DN200~DN300。

本项目路外场地预留 DN150 横支管接口，间隔约 100~150 米。在管道隆起点设置通气设施，管线竖向布置平缓时，隔 500~1000 米左右设通气设施，在管道低洼处及阀门间管段低处，根据需要设置泄水阀井。

### 2.2.2.8 雨水工程

#### (1) 现状雨水管网

目前已建道路主要集中在规划区环岛路及居民集中区域，地块雨水收集后排入邻近溪流或排水渠道，本工程为新建道路，道路起点位于琅岐环岛路东段三期，现状道路沿道路两侧已布置 DN500~DN1000 雨水管道。粗芦岛互通连接线区域无现状雨水管道。

#### (2) 规划情况

根据《福州市马尾新城闽江口组团琅岐岛防潮排涝规划》，确定规划的防潮标准为 50 年一遇、防洪标准为 50 年一遇，城市内涝防治标准为有效应对 10 年一遇暴雨。结合现状地形及水系规划走向，在本项目道路上布置雨水管道，尽量采用地形坡度，就近排入邻近溪流或排水渠道。

#### (3) 排涝标准

根据福建省水利厅颁发的《福建省城市排水排涝设计暂行规定》（闽水电（1997）水 926 号）及闽政办[2012]197 号福建省人民政府办公厅关于《进一步加强全省城市防涝工作的意见》等规程、规范的规定确定规划区排涝标准。

结合琅岐岛保护对象的重要性，琅岐岛及粗芦岛各片区的排涝设计标准为 10 年一遇。

#### a、排水体制

根据规划，该区排水体制采用雨、污分流制，雨水分散排放，污水集中收集处理达标后排放。

#### b、排水标准：

(a) 雨水设计流量，按下列公式计算：

$$QS = q\psi F$$

式中：QS— 雨水设计流量 (L/s)；

q—设计暴雨强度[L/(s·hm<sup>2</sup>)];

ψ—径流系数按地面覆盖情况确定。路面、桥面取 0.95，绿地取 0.15，综合



径流系数取值 0.65；

F—汇水面积（hm<sup>2</sup>）。

(b) 设计暴雨强度采用福州地区暴雨强度公式：

$$q = \frac{2136.312 * (1 + 0.700 \lg P)}{(t + 7.576)^{0.711}}$$

t—降雨历时（min）；

P—设计重现期（年），取 3。

(c) 降雨历时，按下列公式计算：

$$t = t_1 + t_2$$

式中：t—降雨历时（min）；

t<sub>1</sub>—地面集水时间（min），视距离长短、地形坡度和地面铺盖情况而定，一般取 5~15min。本次地块水采用 10min，桥面及路面水采用 5min；

t<sub>2</sub>—管渠内雨水流行时间（min）；

(4) 水工程设计方案

①本项目考虑两段雨水管道，第一段琅岐环岛路改造段，桩号 QK7+700.000~QK10+600.000 该段主要涉及桥墩及道路改造区域的雨水管道迁改工程，管径按现状管道设计 DN400~DN1200；第二段互通连接线段，桩号 NK0+500.000~NK3+040，该段为新建项目，按规划设计雨水管道 DN400~DN1200。

路外场地预留 DN600 横穿管，预留至红线外 2.0 米，端头设置检查井，间隔约 90~150 米。本雨水管道主要是收集道路沿线单位及居民区雨水，最终排入道路东侧金井 1#渠，排水出口设置拍门防止倒灌。

②针对桥面径流水，在设计上考虑到道路运营期间，路面会产生以下污染物：货物运输过程中路面的抛洒，汽车尾气中颗粒在路面的降落，汽车燃油在路面上的滴漏及轮胎与路面的磨损物等。危险化学品运输过程中也会带来环境风险，此类风险都有可能直接或者伴随雨水径流进入海洋生态环境，为避免对海洋生态环境的影响，应在桥面设置径流水收集系统，并在桥梁两侧设置或应急池，对桥面径流水或危险化学品运输车辆发生事故后的桥面径流进行处理，确保海域水环境的安全。径流水由桥面汇集到路侧雨水边沟处，经由雨水边沟收集后进入桥梁两侧应急池，经过沉淀，若为径流雨水可排入周边排水系统，若桥梁发生污染物泄露，污染物经过应急池收集后可交由有资质单位处理，避免污染物直接入海造成海域

环境污染。

#### (5) 管材选择

雨水管道：雨水管道 $\leq$ DN600 采用污水用球墨铸铁管，其质量应符合国家现行行业标准 GB/T 26081-2010《污水用球墨铸铁管、管件和附件》的技术要求，其力学性能应满足相应的规程要求，埋深 $\leq$ 4.5m，强度等级为环刚度 $\geq$ 8KN/m<sup>2</sup>，埋深 $>$ 4.5m，强度等级为环刚度 $\geq$ 12.5KN/m<sup>2</sup>，即均不小于 S2 级别。管道基础：管底填砂厚 200 毫米。管径 $>$ 600 采用钢筋砼承插管道，III级管材，橡胶圈接口。采用砂石管基。管道基础：管底换填砂厚 200 毫米。雨水管道及检查井外壁是否需要防腐需根据地下水腐蚀情况确定。防腐采用聚氨脂类防腐涂料，二底二面，干膜厚度 $\geq$ 200 $\mu$ m。

#### (6) 检查井、井盖及支座

##### a、检查井

本工程检查井及其相关衔接井除说明外均采用混凝土检查井。

##### b、雨水口

雨水口采用砖砌偏沟式雨水口，雨水口落底 300mm。道路最低点雨水口位置不得随意移动，在道路港湾处应增设雨水口。雨水口设计图中 H=1.0m。雨水口均落底 300mm，雨水口连接支管应在路基压实后反开挖施工，管槽回填夯实。

##### c、井座井盖

检查井井盖采用双层井盖。当检查井位于车道内时应采用防沉降球墨铸铁井盖，子盖采用球墨铸铁子盖，位于车行道的检查井，应具有足够承载力和稳定性，高度宜与路面持平。

本工程检查井井盖宜采用双层井盖。当检查井位于机动车道时应采用防沉降球墨铸铁井盖。沥青路面机动车道及非机动车道的井盖具体见下图。其中井盖采用球墨铸铁井盖，承载能力不低于 400KN；子盖采用玻璃钢纤维增强塑料子盖，外压荷载应不小于 34KN；弯曲强度 $\geq$ 160MPa，弯曲弹性模量 $\geq$ 1.0 $\times$ 10Mpa。井盖防噪音井盖及子盖支座应该采用热浸沥青防腐处理。

##### d、出水口

雨水排水管道出水口采用国标图集《市政排水管道工程及附属设施（排水管道出水口）》（06MS201-9），一般采用八字式出水口（实心混凝土砌块），如

果排放口处河道坡度较陡，应采用门字式出水口（MU10 实心混凝土砌块），为防止倒灌出口端需安装拍门。

#### **2.2.2.9 道路照明工程**

##### **（1）设计原则**

现代道路照明是也应该是功能与艺术的综合品，本工程灯光照明除满足照度、亮度等功能效果，更应与本工程总体设计思路相吻合。灯具与灯杆造型、追求艺术与功能的珠联璧合，以使设置的路灯在完成夜间道路照明的同时，也能美化整条道路，达到白天观景，晚上赏灯的效果。

##### **（2）布灯方式**

本次一期照明设计分为三部分，第一部分为主线改建段，现状浪岐环岛路中央分隔带被主线桥梁占用，本次设计废除中央分隔带上的路灯，在道路两侧分隔带上新建路灯。第二、三部分为主线新建段及互通连接线，在本次新设计道路上新建道路照明设施。

本次改建段设计照明标准按城市主干道的高档值照明标准进行设计，平均亮度维持值大于 2.0，平均照度维持值大于 30lx，总均匀度不小于 0.4。

本次新建段设计照明标准按一级公路的一级照明等级标准进行设计，平均亮度维持值大于 2.0，平均照度维持值大于 30lx，总均匀度不小于 0.4。

改建段道路照明采用单臂路灯设置于侧分带，杆中心离机动车道路缘石外侧 0.75m，路灯布置间距 30m，车行道灯具安装高度为 12m，挑臂为 2.0m，光源功率均为 300W。

新建段道路照明采用双臂路灯设置于侧分带，杆中心离机动车道路缘石外侧 0.75m，路灯布置间距 30m，车行道灯具安装高度为 8m，挑臂为 1.5m，光源功率均为 200W。

#### **2.2.2.10 电力通信管线工程**

本次设计建议电力管材采用改性聚丙烯增强波纹（MPP）套管。其中位于人行道下采用环刚度 SN25，机动车道下采用环刚度 SN50，管道每隔 2m 设置一处管枕，全段用 C25 混凝土包封保护。

本次设计建议人行道下通信管材采用壁厚 5.0mmUPVC 双壁波纹管，车行道下通信管材采用镀锌钢管，壁厚为 4mm，管道每隔 2m 设置一处管枕，全段用

C25 混凝土包封保护。

由于本次设计电力、通信井均位于人行道下，建议人行道井盖使用防沉降装饰井盖，井盖颜色需同路面层颜色一致，并要求供应商在井盖上标注业主标志、执行标准和载荷等级、物理信息组合标签等信息。

## 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，以最大限度的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，社会对安全问题也是高度关注，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

本项目根据项目施工实施方案，依据本项目建设内容，本项目主要工程为壶江水道、闽江通海航道桥和互通连接线非通航孔桥。

#### 2.3.3.1 壶江水道施工工艺和方法

壶江水道按 500 吨单孔双向兼顾 3000 吨单孔单向通行规划，单孔双向需通航净宽为 117m。目前琅岐岛到壶江岛之间建有壶江大桥，为 12×30m 预制 T 梁。壶江水道桥位于壶江大桥上游，船舶可经由壶江水道进出壶江水道桥与壶江大桥之间的水域，方便壶江村村民对外水路交通。壶江水道通航孔桥平面见图 2.3-1。

结合通航要求、实地地形、被交道路和路线平面（R-600m）等因素考虑，壶江水道通航孔桥采用混合梁连接刚构桥。

壶江水道通航孔桥桥跨布置采用（88+200+88）m 变截面混合梁连续刚构桥，主梁采用变截面预应力混凝土箱梁，其中跨中 80m 采用钢箱梁；过渡墩采用花瓶型空心墩；配灌注桩基础。桥梁立面示意图见图 2.3-2。

### 2.3.3.2 闽江通海航道桥施工工艺和方法

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。根据粗芦岛渔业基地总体规划，闽江通海航道邻近国家远洋渔业基地将在粗芦岛南岸建设码头和万吨船舶泊位。根据《海轮航道通航标准》（JTS 180-3-2018）要求，泊位上、下游一定范围内为船舶回旋水域（是为船舶在靠离码头、进出港口需要转头或改换航向时而专设的水域），禁止布置桥墩（塔）等构造物。故北桥塔应当落在粗芦岛岸上，而南桥塔的位置根据实际结构的跨径进行布置，跨越闽江通海航道。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，而悬索桥跨越能力较大，是符合跨径需求的桥型。

为尽量减少桥梁对通航船舶的影响，闽江通海航道桥主跨跨径应 $\geq 850\text{m}$ ，南锚碇布置于壶江岛上，主跨跨径 1030m。闽江通海航道平面图见图 2.3-3，悬索桥方案桥位平面图见 2.3-4。

#### （1）悬索桥桥跨布置

本方案缆跨布置：（400+1030+270）m，梁跨布置：1030m，桥型布置图如图 2.3-5 所示。

#### （2）加劲梁

悬索桥加劲梁常用形式有钢箱梁、钢桁梁和组合梁等。

钢桁梁多用于对结构刚度要求大、有双层交通需求或运输条件不便的山区桥梁。一般来说，钢桁梁梁高较高、重量较大、杆件多管养工作量大。本桥位于海

洋环境，应尽可能减少加劲梁外露面积，减少管养工作量；钢桁梁重量大，所需基础规模大，占用海域面积也相对较大。因此，钢桁梁相比钢箱梁存在较多劣势。组合梁相比钢箱梁，刚度略大、梁高基本相当，但存在重量大，工序多等不足。

综合以上考虑，鉴于本项目位于台风多发区，且跨径较大，抗风性能要求较高，加劲梁推荐采用碗型闭口钢箱梁。碗型闭口钢箱横断面图见 2.3-6。

### (3) 约束体系

本桥采用重力式锚碇悬索桥。索塔与主梁之间设置竖向支座、横向抗风支座和纵向带限位功能的粘滞阻尼器。粘滞阻尼器对脉动风、刹车和地震引起的动荷载具有阻尼耗能作用，而对温度和汽车引起的缓慢位移无约束。当由静风、温度和汽车引起的塔梁相对纵向位移在阻尼器设计行程以内时，不约束主梁运动；超出行程时，对主梁运动产生固定作用。一个塔梁连接处安装 2 个粘滞阻尼器。

主梁与过渡墩及辅助墩之间设置纵向滑动支座，并限制横向相对运动。主桥约束体系概要汇总于表 2.3-1。

**表 2.3-1 加劲梁约束体系表**

约束方向	塔梁连接处
纵桥方向	动力阻尼额定行程限位
横桥方向	约束
竖向	约束

### (4) 索塔及基础

索塔是景观设计的重要载体，对塔形进行构思时，不仅单纯考虑结构受力的需要，还应在景观上加以重视，使之在功能和视觉方面都能有较出色的表现。景观方面需要给人以耳目一新的视觉效果，还要与当地的环境相适应，充分体现当地的人文特点和时代风貌。

本项目中闽江通海航道桥索塔采用门式塔，基础采用直径 2.5m 钢管复合桩，单个索塔下共 24 根桩。

### (5) 锚碇及基础

锚碇为悬索桥重要构件，本桥锚体均采用空腹式结构，南锚碇基础采用地连墙基础，北锚碇采用扩大基础。

### (6) 锚固系统

目前悬索桥锚固系统有钢框架锚固系统和预应力锚固系统两种形式，图见 2.3-7，预应力锚固具有可靠性高、工艺成熟、用钢量少、布置灵活、施工方便、

可检测、后期维护简单、成本低等优点为众多悬索桥所采用。预应力锚固体系又可分为有粘结和无粘结两种，有粘结体系在使用中存在安全状况不可监控、夹片处钢绞线易于受腐蚀、钢绞线不可更换等局限性，而无粘结体系解决了上述缺点，近年来被广泛采用。综合考虑各种因素，锚固系统推荐采用无粘结预应力和通干空气锚固系统。

## (7) 缆索系统

### ①主缆

根据本项目跨径及宽度，考虑适当提高结构刚度，主缆选用 1960Mpa 钢丝。单根主缆索股数为 145，每根索股由 91 丝、直径为 5.2mm 的高强镀锌铝钢丝组成。主缆在架设时竖向排列成尖顶的近似正六边形，紧缆后主缆为圆形。主缆在索夹内的空隙率为 18%，在索夹外的空隙率为 20%。索股两端设索股锚头，索股锚头采用热铸锚，在锚杯内浇注锌铜合金，使主缆钢丝与锚杯相连。主缆与索股断面见图 2.3-8。

### ②吊索

根据吊索受力特点，并综合考虑材料性能、制造加工、安装维护、后期更换等因素，本桥采用平行钢丝吊索，每侧吊点设 2 根吊索。吊索与索夹、钢箱梁为销轴式连接。

吊索采用预制平行钢丝索股（PWS），外包双层 PE（黑色内层彩色外层）进行防护。吊索采用直径为 $\phi 5.0\text{mm}$ 的锌铝合金镀层高强度钢丝，钢丝标准强度 $\geq 1770\text{MPa}$ ，PE 护层厚 7mm。

### ③索鞍

主索鞍鞍体采用铸焊结合的结构形式，鞍槽用铸钢铸造，底座由钢板焊成。鞍体下设不锈钢板-聚四氟乙烯板滑动副，以适应施工中的相对移动。

为增加主缆与鞍槽间的摩阻力，并方便索股定位，鞍槽内顺桥向设竖向隔板，在索股全部就位并调股后，在顶部用锌块填平，再将鞍槽侧壁用拉杆夹紧。边跨附加索股锚固于鞍顶的锚梁上。

塔顶设有格栅底座，以安装主索鞍。格栅悬出塔顶以外，以便安置控制鞍体移动的千斤顶，鞍体就位后将格栅的悬出部分割除。为减轻吊装运输重量，将鞍体分成两半，吊至塔顶后用高强螺栓拼接。半鞍体吊装重量不超过 80t。

散索鞍采用摆轴式散索鞍，由鞍体和底座组成。鞍体采用铸焊结合结构，鞍槽用铸钢铸造，鞍体由钢板焊成。为增加主缆与鞍槽间的摩阻力，并方便索股定位，鞍槽内设竖向隔板，在索股全部就位并调股后，在顶部用锌填块填平，在压紧梁下放上垫板，然后上紧压紧梁，再将鞍槽侧壁用拉杆夹紧。主索鞍构造及散索鞍构造见图 2.3-9。

### 2.3.3.3 互通连接线非通航孔桥施工工艺和方法

本线路中非通航孔桥分为海上与陆地两部分，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，为标准化设计、预制化、装配化施工创造条件；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 预制箱梁。

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：50m 预制拼装混凝土箱梁方案

非通航孔桥桩基采用栈桥加水上台法施工，现场钻孔、浇筑施工；承台采用钢套筒或钢板桩围堰止水，现浇施工；桥墩采用现浇施工。上部施工采用移动模架现浇施工。

### 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由跨域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。由于闽江通海航道桥跨境较大，采用 1030m 一跨过江方式，在航道周边不设置桥墩。因此，闽江通海航道桥不建设施工栈桥，桥体上部结构使用加劲梁利用浮吊采用逐段或大节段吊装施工，需建设施工栈桥为粗芦闽江特大桥中的壶江水道桥、龙沙一号大桥和龙沙二号大桥。

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 2.3-10

#### 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力松开，钢管桩在自重及打锤自重下插入土体一定深度后，点动打桩锤，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震动插打时间，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。施工栈桥断面构造图见 2.3-11。

### (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、系梁采用钢套筒工艺进行施工，施工顺序为：钢套筒预制安装、下沉定位→在低潮位时安装套筒底板→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。由于施工栈桥桥面宽 8.6m，位于申请用海范围内，无需申请施工期用海。施工栈桥立面见图 2.3-12，施工栈桥平面布置见图 2.3-13。

## 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，逐孔拔出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，用吊车每组贝雷梁吊置岸上，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，在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  $1.06 \times 10^6 \text{m}^3$ ，填方总量为  $4.36 \times 10^5 \text{m}^3$ ，弃方总量为  $9.20 \times 10^5 \text{m}^3$ ，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

项目工期安排见表

表 2.3-2 项目实施计划表

阶段名称	时间
初勘及初步设计	2023年11月~2024年2月
详勘及施工图设计	2024年3月~2024年6月
施工工期（一期工程）	2024年7月~2027年12月
通车时间	2028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（试行）》（自然资源办发〔2020〕51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）中表1“海域使用论证等级判据”、《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“路桥隧道用海”。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 10.8200hm<sup>2</sup>。本项目宗海位置图见图 2.4-1，宗海界址图见图 2.4-2、2.4-3 和 2.4-4。

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）宗海界址图

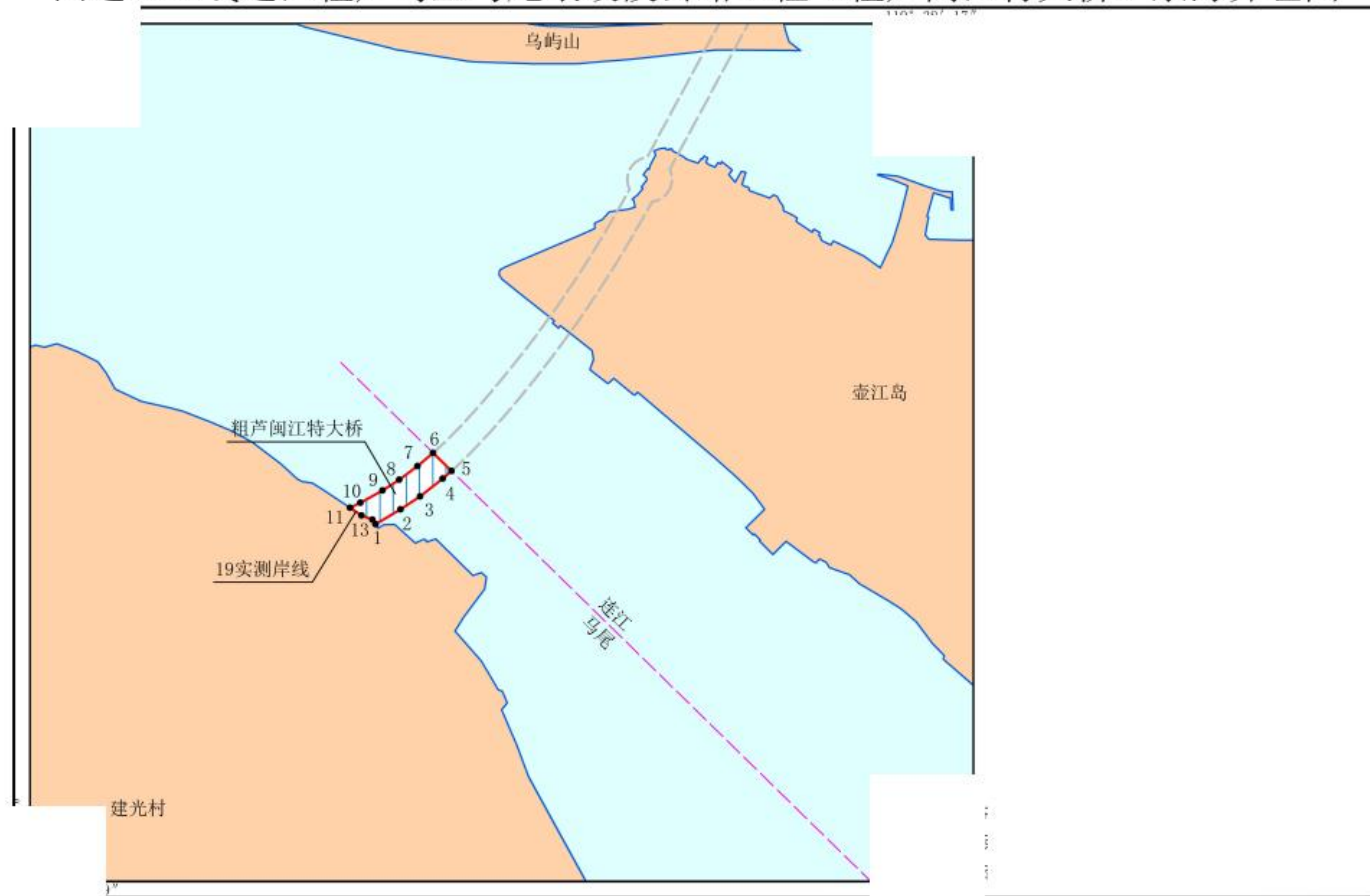


图 2.4-2 本项目宗海界址图（粗芦闽江特大桥马尾段）

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)宗海界址图

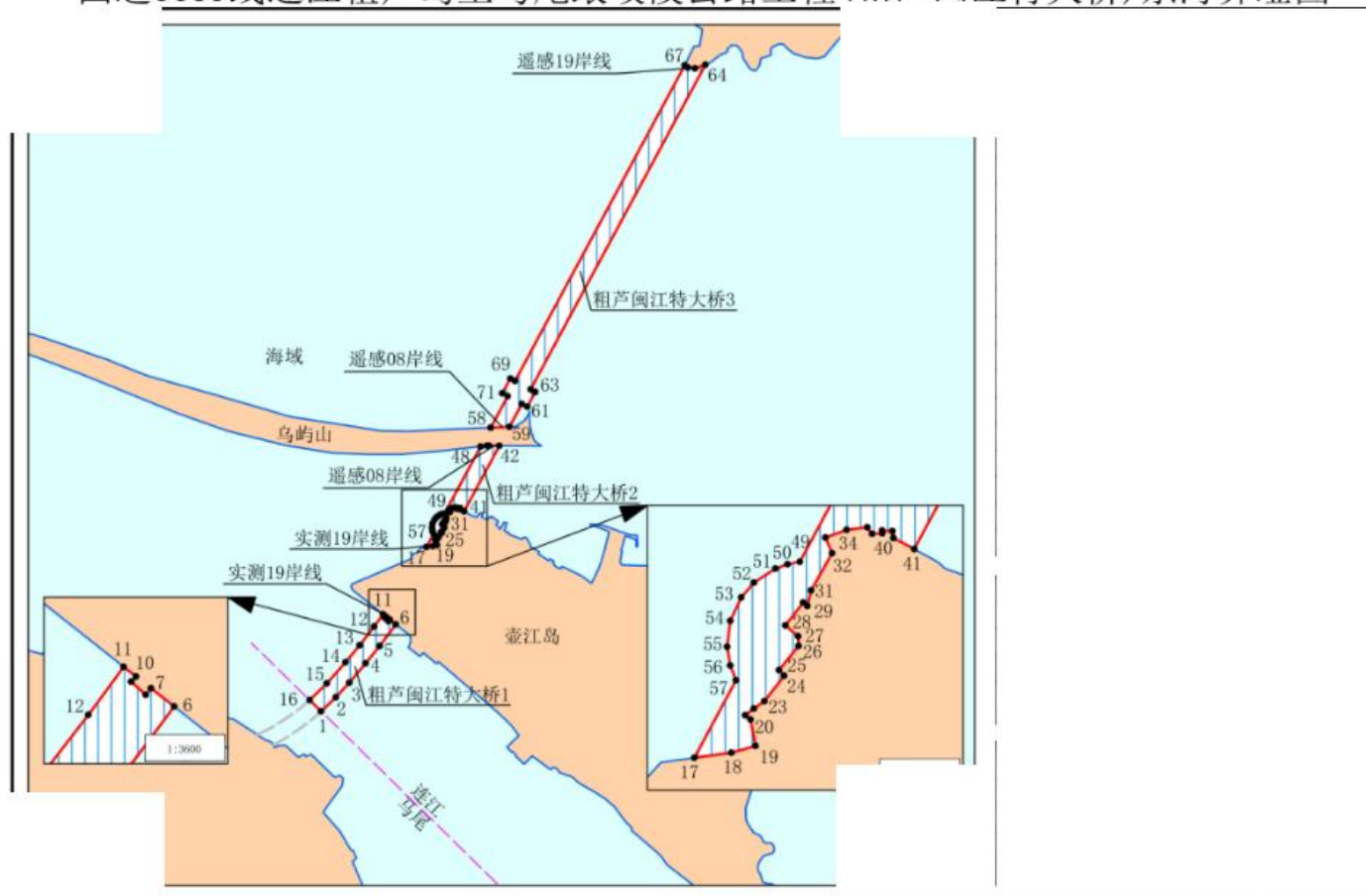


图 2.4-3 本项目宗海界址图（粗芦闽江特大桥连江段）

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

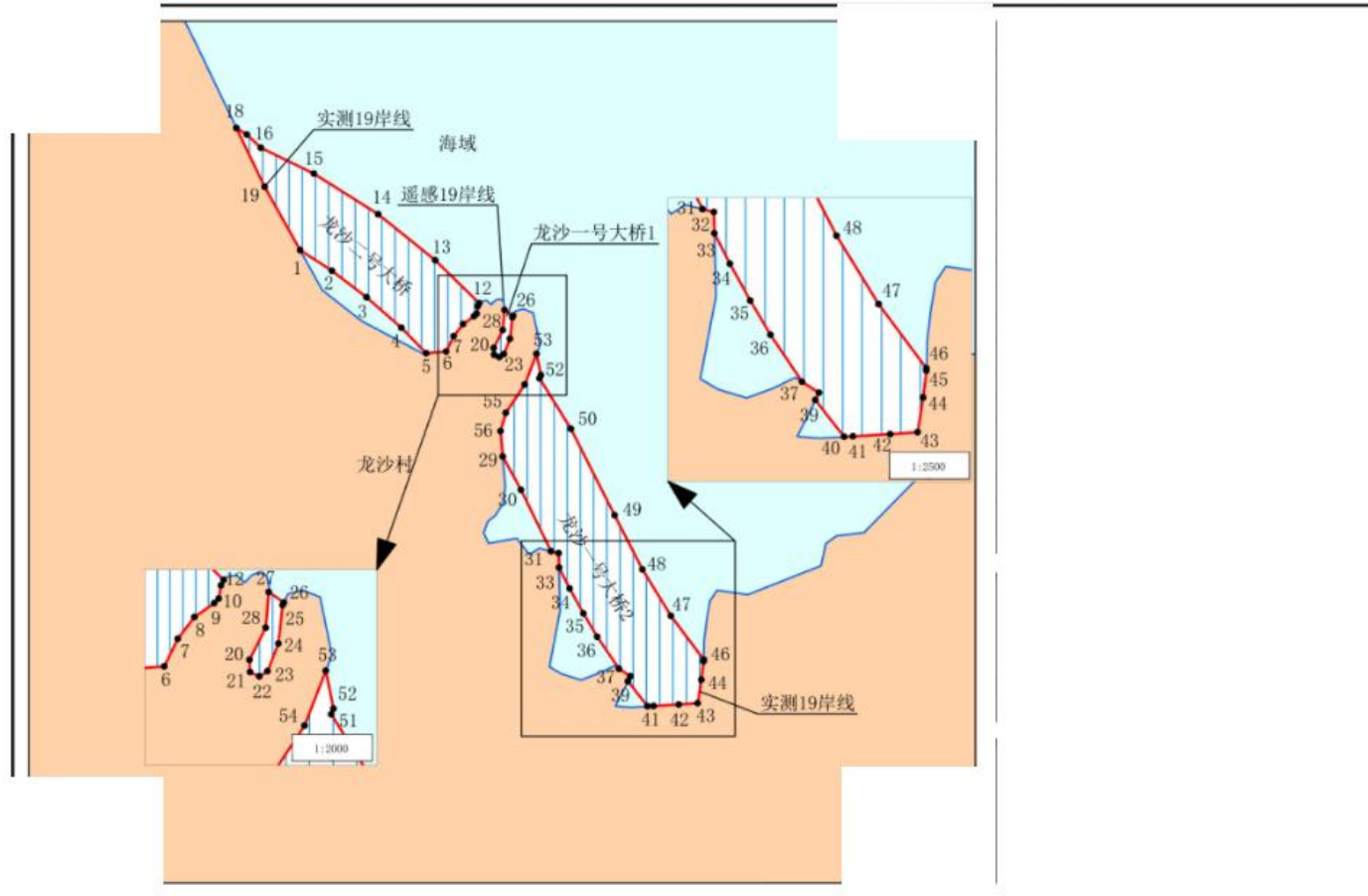


图 2.4.4 本项目宗海界址图 (龙沙一号大桥、龙沙二号大桥)

### 2.4.3 申请用海期限

本项目为路桥隧道用海建设，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

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。

本项目用海范围内涉及岸线总长832m，其中涉及人工岸线372m，自然岸线460m。本项目涉及的岸线主要为直接占用和桥梁跨越两种情况，其中直接占用的岸线长度为61m，均为人工岸线。

本项目桥梁横跨自然岸线，根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》，本项目跨越自然岸线为限制开发岸线，本项目桥墩和承台不直接占用自然岸线，项目建设不改变自然岸线原有形态、长度，不破坏岸线的连续性，不影响周边海域后续的开发利用活动。粗芦闽江特大桥锚碇实际占用人工岸线见图2.4-5，粗芦闽江特大桥横跨人工岸线见图2.4-6，粗芦闽江特大桥横跨自然岸线见图2.4-7，龙沙一号大桥横跨人工岸线见图2.4-7，龙沙二号大桥横跨自然岸线见图2.4-8。

## 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\*\*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等都具有重要的作用。

(1) 是建设交通强国，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》的普通国道 182 条联络线之一，本项目通道将实现福州与\*\*\*\*的陆上联系，促进福建与\*\*的互联互通，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\*\*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\*\*自由贸易是其最大特色。2015 年 3 月 28 日，被称为“一带一路”战略顶层设计的《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 世纪海上丝绸之路的核心区。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。

本项目的建设，为\*\*\*\*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\*\*\*\*沿海发展战略，大力推进\*\*\*\*经济区建设，实现对\*\*示范效应，进一步凸显福建作为\*\*交流往来的黄金通道作用以及在对\*\*交流中的先行先试地位，深化\*\*交流合作，积极融入“一带一路”战略大局。

(3) 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-瑄头轮渡每日往返共 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，促进城市城乡融合与发展，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\*\*\*\*的顺畅连接

### 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）项目的建设经济效益

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\*\*合作承载片区。以现代服务业和高新技术产业为主导，强化\*\*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\*\*\*\*的顺畅连接。

#### （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；并且项目在建设考虑到生态环境及航运问题，尽量减少桩基对于海域的占用，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。对于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\*\*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的意义。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线能够效的发挥经济及路网作用，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\*\*\*\*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，跨海桥梁的建设是有效的手段之一。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，极大便利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，工程用海仅涉及到桥墩桩基永久占用，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

本项目位于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，本项目连接了琅岐岛、壶江岛和粗芦岛，路线途径福州市马尾区和福州市连江县，实现了闽江口重要岛屿的串联，项目区及附近的海洋资源主要有：港口航运资源、渔业资源、旅游资源、岛礁资源、湿地资源和岸线资源。

#### 3.1.1 港口航运资源

闽江口内自然岸线长 30.8km，规划的港口岸线 19.3km。目前，闽江口内港区已建成码头泊位 74 个，自台江鳌峰洲码头至华秋山冠海 3000 吨级码头止，码头设施分布在长约 30km 的闽江口两岸的 9 个作业区，其中 2 万吨级泊位 9 个、1.5 万吨级泊位 4 个、1 万吨级泊位 10 个，货物总通过能力 2994 万吨（含集装箱 50 万 TEU）、滚装汽车 5 万辆。

闽江通海航道全长约 50km，其间包括大屿、新丰、中沙、\*\*\*、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凤石至七星礁航段加深工程已竣工验收，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加深拓宽，航道布置基本利用天然深槽及现有航道，局部航段进行合理优化调整，以满足 2~3.5 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<sup>2</sup>，底标高为-7~-10m，可锚泊 1~1.5 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（高程基准为当地理论最低潮面）**

航段	编号	起至点	航道里程（km）		航道宽（m）	底标高（m）
外沙航段	AB	闽江口外-10m 等深线至闽江口 D9 号灯浮	11.1		150	-7.7
内沙航段	BD	闽江口 D9 号灯浮至玉霞山灯桩（西风口）	8.1			-7.3
***航段	DE	玉霞山灯桩（西风口）至长门口	3.6		125	-6.3
中沙航段	EF	长门口至中沙 S 坝	1.50	3.1		-6.5
	FG	中沙 S 坝至琅岐沙灯浮	1.60			

### 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、鮟鱼、大头狗母鱼、长蛇鲻、石斑鱼、鲨鱼、黄魮、中华海鲶、真鲷、鲷鱼、花鲈、大头鱼、蓝园鲈、鲑鱼、小公鱼、乌鲳、银鲳、马鲛鱼、鳓鱼、绒纹线鳞鲀、日本鯷鱼、鲟鱼等，年产约 5~6 万吨。其中鲟鱼为珍贵经济鱼类，亲鱼 4~6 月进入江河产卵，闽江下游是中国三大鲟鱼产卵场。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、鲷鱼、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、鳐、毛虾、梭子蟹等。浅海滩涂盛产缢蛏、花蛤、泥蚶、牡蛎、文蛤等。稀珍海产有鲷鱼、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、贻贝为主导；藻类养殖品种有海带和紫菜。

根据农业部农业科学数据共享中心 2008 年更新并公开发布的数据资料，以及《东海大陆架生物资源与环境》（郑元甲等著，2003）、《东海区渔业资源调查和区划》（农牧渔业部水产局编，1987）等渔业资源调查专著文献，台湾海峡为多种鱼类如大黄鱼、竹荚鱼、蓝圆鲹、蓝点马鲛、带鱼等的产卵场、索饵场和越冬场及洄游通道。

徐兆礼利用 2009 年 4 月和 9 月闽江口外海域浮性鱼卵、仔鱼调查资料进行分析，结果显示闽江口外海域鱼卵仔鱼数量呈现出南部水域多，北部水域较少的分布特征，相较北部海域，咸淡水交汇充分的南部水域是鱼类更为理想的产卵场。

关于闽江河口段，目前尚未搜集到有效资料显示典型的较为集中的鱼类产卵场分布情况。引用《闽江通海航道三期工程环境影响报告书（报批稿）》分析结论，闽江河口段大多数鱼类在生殖季节寻找合适的水域分散产卵”，主要经济鱼类“三场一通道”分布情况简要介绍如下：

（1）花鲢、康氏小公鱼、金色小沙丁鱼在闽江口等沿岸海域索饵、育肥，在冬季到外海越冬；

（2）凤鲚为洄游性鱼类，闽江通海航道为其洄游通道，同时也为其产卵区。

（3）白姑鱼一般生活在较深的海域，繁殖期进入沿岸海区繁殖，其主要繁殖区为鸭绿江口和海州湾一带及长江口外至舟山群岛一带，闽江口不为其主要繁殖区。

(4) 棘头梅童鱼、六指马鲛常年生长于沿岸海域。

### 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；长乐市的塔坪山郑和公园，航城石龙山麓的巨石“金刚腿”，营前的白岩潭，梅花的二刘岩（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；留有明代的防倭烽火台、其观日台的“白云观日”为闽江口第一奇观。

### 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、虎榭岛、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

#### (1) 闽江河口地区湿地类型

闽江下游河口地区湿地类型多样，按闽江的咸淡水分界线，可划分为淡水湿地、滨海咸水湿地。淡水湿地由沙质岸滩、淤泥水草浅滩、江心洲湿地、河岸湿地、淡水河流湿地等组成；滨海咸水湿地又可分为芦苇潮滩湿地、高盐碱潮滩湿地、泥沙质滩涂湿地、河口离岛湿地、河口沙洲湿地等。按照淡水和咸水湿地类型划分，闽江从竹岐以下至闽江口，经过调查闽江河口湿地面积 50593.92hm<sup>2</sup>。

#### (2) 河口区主要湿地

闽江口河口区的鳝鱼滩、蝙蝠洲、长岸洲等湿地是鸟类的主要集群和分散地。

①鳝鱼滩湿地：鳝鱼滩湿地位于闽江口长乐区梅花镇至潭头镇，面积约 7200hm<sup>2</sup>。该湿地主要由沙滩、泥滩水草及中心沙洲种植的木麻黄组成，滩涂有养殖缢蛏、弹涂鱼以及天然的双壳类、甲壳类、鱼虾等底栖动物，水生动物资源十分丰富。鳝鱼滩湿地是中华鲟的栖息地，湿地生物鸟类资源也丰富。

②蝙蝠洲湿地：蝙蝠洲位于长乐区猴屿乡，面积约 500hm<sup>2</sup>。生态环境主要由沙泥滩、农田、洼地组成。由于洲上建堤、围垦、填河，生态环境受到破坏。

③长岸洲湿地：位于闽侯区竹歧乡，面积约 560hm<sup>2</sup>。

### (3) 红树林

闽江河口湿地仅有一种红树植物，即秋茄，多呈带状片段化分布。主要分布在粗芦岛后二村左湾海边沙泥质潮间带（面积约数百亩），以及长乐文岭镇的草塘至浪头的近岸泥滩。

## 3.1.6 岸线资源

闽江口内自然岸线长 30.8km，规划的港口岸线 19.3km。强化对港口岸线资源开发利用的监管，根据海洋功能区划，制定重要港口岸线的控制性规划，划定陆域和水域保护范围，协调港口、航运、围垦、养殖、防汛、排涝、旅游和临港工业等开发建设活动。严格保护深水岸线，按照深水深用、浅水浅用原则，优先保证重要港口和临港工业建设需要，严禁“圈海”和破坏岸线资源。

## 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℃（1977 年 1 月 31 日）。

#### 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（1974 年 6 月 22 日）。

#### 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**

略

### **3.2.3 泥沙**

#### **3.2.3.1 泥沙含量**

略

#### **3.2.3.2 沉积物粒度**

略

### **3.2.4 工程地质**

#### **3.2.4.1 地形地貌**

略

#### **3.2.4.2 地层岩性**

略

#### **3.2.4.3 地质构造**

略

#### **3.2.4.4 水文地质**

略

#### **3.2.4.5 地震及地震效应**

略

#### **3.2.4.6 不良地质及特殊岩土**

##### **①滑坡、崩塌**

本线路自然山坡基本稳定，但沿线采石场、现有公路开挖边坡上崩塌较发育，其规模一般较小，其主要成因是人工开挖边坡造成临空面，由于地下水引起岩土体强度降低，使得岩土体在重力作用下产生下滑或崩落。沿线滑体或崩体基本处于稳定状态，对线路的影响较小。



## ②软土

本项目沿线跨越多个地貌单元，滨海地貌、海湾地貌及冲海积平原地貌普遍分布海相软土，厚数米至 40 多米不等。大部分段落软土分布连续，厚度变化均匀，但位于岩礁、暗礁及航道影响带附近，其软土厚度易突变，变化无规律，性质差异大。属抗震不利地段。路线穿越软土段落时，应充分考虑软土的不良性质，如承载力低、饱水、高孔隙比、高压缩性、抗剪强度低、软土震陷等问题。软土的物理力学强度指标低，不能满足天然路基的要求，应对其进行处理，建议路基段采用砂井排水预压法、深层搅拌法、高压旋喷法等方法处理。桥梁段等主要构筑建议采用桩基，桩长应穿越软土层。

## ③砂土液化

本项目场区属抗震设防 7 度区，历史上曾多次受地震影响，沿线冲海（洪）积砂层较发育，地下水位较高，埋深 20m 范围内松散-稍密状的饱和砂层存在砂土液化现象，根据计算及参考沿线其它项目勘察资料，场区 20m 范围内饱和砂层多会发生中等-严重液化。

## ④花岗岩残积土及风化层

沿线场地长乐境内基岩主要以燕山期侵入花岗岩为主，局部为火山岩。花岗岩残积土及全风化层兼具粘性土和砂土的工程特性，在天然状态下它们具有较低的压缩性、较高的承载力和较大的抗剪强度，但又具泡水易软化崩解的特性，遇水后力学性质显著降低。残积土及全风化岩在动水压力作用下，易软化，产生涌泥、涌砂和塌坍现象。施工中选择该层作为基础持力层时应加强防排水措施，并进行施工监测。沿线花岗岩残积土及全风化岩层分布不广泛，仅局部分布，且厚度较小，对工程影响较小。

## ⑤不均匀风化岩核

根据福建省花岗岩地区的风化特征，球状不均匀风化较发育，应考虑孤石或不均匀风化残留体存在的可能性，属地下障碍物种类之一，对施工不利；施工期易造成基岩误判，施工中加强地质地层判别及构筑物稳定性监测，建议聘请有经验岩土工程师验桩、验槽。

### 3.2.5 海域水环境质量状况

#### （1）监测站位

本项目秋季海域现状调查根据调查方案，调查单位为福建省华海海洋工程咨询有限公司，调查时间为2022年11月，在本项目周边海区有20个调查站位（站位编号LQ01~LQ20），其中水质调查站位20个，海洋生态调查站位13个，海洋生物质量调查站位3个，以及3个潮间带调查断面（断面编号CJD1、CJD2、CJD3），详细调查信息见表3.2-10，图3.2-10。

### （2）监测项目和监测时间

秋季监测项目包括水深、水温、pH、盐度、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、汞、镉、砷、总铬，共19项。

秋季监测时间为2022年11月。

### （3）评价标准及评价方法

水质评价标准执行《海水水质标准》，评价方法采用单因子标准指数法。

### （4）评价海域水质现状监测结果

调查海域水质评价标准执行《海水水质标准》；评价方法采用单因子指标指数法。

**表 3.2-11 海水水质标准 (GB3097-1997) (mg/L)**

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的0.2pH单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH单位	
溶解氧 >	6	5	4	3
无机氮（以N计） ≤	0.20	0.30	0.40	0.50
化学需氧量 （CODMn）≤	2	3	4	5
石油类 ≤	0.05		0.30	0.50
活性磷酸盐 （以P计）≤	0.015	0.030		0.045
水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1℃，其它季节不超过2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地4℃	
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
锌 ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
镉 ≤	0.001	0.005	0.010	
总铬 ≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷 ≤	0.020	0.030	0.050	
汞 ≤	0.00005	0.0002	0.0005	
镍 ≤	0.005	0.010	0.020	0.050
硫化物(以S计) ≤	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发酚 ≤	0.005		0.010	0.050
阴离子洗涤剂(以LAS) ≤	0.03	0.10		

①水质评价方法采用单因子评价方法。每种污染物的单因子标准指数，可以反映该种污染物的环境影响程度，其计算式为：

$$S = C/C_s$$

式中：S：为标准指数；C：为某项参数的实测值；C<sub>s</sub>：为某项参数的评价标准。

②对水中的pH，其计算式为：

$$S_{pH} = |pH - pH_{SM}| / DS$$

其中：

$$pH_{SM} = \frac{pH_{Su} + pH_{Sd}}{2}; \quad DS = \frac{pH_{Su} - pH_{Sd}}{2}$$

式中：S<sub>pH</sub>：pH值的标准指数；pH：pH实测值；pH<sub>Su</sub>、pH<sub>Sd</sub>：分别为pH评价标准的上、下限值。

③水中的溶解氧，其计算式为：

$$PDO, j = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad (\text{当 } DO_j \geq DO_s \text{ 时}); \quad PDO, j = 10/9 \times \frac{DO_j}{DO_s} \quad (\text{当 } DO_j < DO_s \text{ 时}); \quad DO_f = 468 / (31.6 + T)$$

式中：PDO, j : 饱和溶解氧在第 j 取样点的标准指数；DO<sub>f</sub> : 饱和溶解氧浓度, mg/L; DO<sub>j</sub> : 第 j 取样点水样溶解氧的实测浓度值, mg/L; DO<sub>s</sub> : 溶解氧的评价标准值, mg/L; T: 现场温度, °C。

#### (5) 评价海域水质现状监测结果

2022 年秋季调查海域水质监测结果见表 3.2-12、表 3.2-13。

#### 2022 年秋季评价海域水质分析如下：

综上所述，2022 年秋季调查海域各测站海水中水温、溶解氧、化学需氧量、石油类、铜、锌、铅、汞、镉、砷、总铬站位均符合《海水水质标准》第一类要求，pH、活性磷酸盐、无机氮部分站位均符合《海水水质标准》第一类要求，LQ20（表层）站位 pH 符合《海水水质标准》第三类、第四类要求，LQ02（表层）、LQ02（底层）、LQ12（底层）站位活性磷酸盐符合《海水水质标准》第二类、第三类要求，LQ01（表层）、LQ03（表层）、LQ06（表层）、LQ07（表层）、LQ09（表层）、LQ10（表层）、LQ11（中层）、LQ11（底层）、LQ18（表层）、LQ19（表层）站位活性磷酸盐符合《海水水质标准》第四类要求，LQ01（表层）、LQ02（表层）、LQ03（表层）、LQ04（表层）、LQ05（表层）、LQ06（表层）、LQ07（表层）、LQ10（表层）、LQ11（中层）、LQ12（表层）、LQ12（底层）、LQ14（表层）、LQ15（表层）、LQ16（表层）、LQ17（表层）、LQ18（表层）、LQ19（表层）、LQ20（表层）站位无机氮符合《海水水质标准》第二类要求。LQ02（底层）、LQ13（表层）站位无机氮符合《海水水质标准》第三类要求。

### 3.2.6 海洋沉积物环境质量状况

综上，2023 年春季调查海域各测站点海洋沉积物中除 LQ12 站位的锌外，本次调查海域海洋沉积物的石油类、硫化物、有机碳、铅、铜、铬、砷、汞的含量均符合《海洋沉积物质量标准》第一类要求。

### 3.2.7 海洋生物体质量状况

综上所述，2022 年秋季调查海域各测站点中 LQ04、LQ11 的镉，LQ04、LQ11 和 LQ16 的铬、锌含量符合《海洋生物质量》第二类标准，其余监测项目均符合《海洋生物质量》第一类标准。

## 3.2.8 海洋生态概况

### 3.2.8.1 调查时间、站位与调查内容

本节海域现状调查为根据方案的秋季海域现状调查，调查单位为福建省华海海洋工程咨询有限公司，调查时间为 2022 年 11 月。

调查站位布设

秋季调查占位布设：透明度、叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮下带大型底栖生物、游泳动物、鱼卵和仔稚鱼共 13 个站点，见表 3.2-10，见图 3.2-10 中站位 LQ02、LQ03、LQ04、LQ05、LQ09、LQ11、LQ12、LQ14、LQ16、LQ17、LQ18、LQ19。潮间带底栖生物布设 3 个站点 CJD1、CJD2、CJD3。

### 3.2.8.2 叶绿素 $\alpha$ 和初级生产力

略

### 3.2.8.3 浮游植物

略

### 3.2.8.4 浮游动物

略

### 3.2.8.5 浅海大型底栖生物

略

### 3.2.8.6 潮间带底栖生物

略

### 3.2.8.7 鱼卵和仔稚鱼

略

### 3.2.8 游泳动物

略

## 4 资源生态影响分析

### 4.1 生态评估

本项目国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程由一期主线和互通连接线组成，本次申请用海总面积 10.8200hm<sup>2</sup>，涉海桥梁总长 2308m，一期主线起点位于旗山西侧，终点位于琅岐镇龙台村，路线全长 4.380km，涉海段为粗芦闽江特大桥，涉海路段长度为 1893m，路基宽度 19m，申请用海面积 8.7551hm<sup>2</sup>。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，涉海路段长度为 415m，路基宽度 24m，申请用海面积 2.0649hm<sup>2</sup>。

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；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和生活污水的影响	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

评价时段	环境影响要素	工程内容与表征	预测因子
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

本项目由一期主线和互通连接线组成，一期主线起点位于旗山西侧，终点位于琅岐镇龙台村；互通连接线起点位于塘下村，终点位于龙沙村。互通连接线中龙沙二号大桥桥墩占用部分砂质岸滩，砂质岸滩位于粗芦岛北侧，桥墩实际占用0.0066hm<sup>2</sup>。项目建成后会对周边海域的水动力及冲淤环境产生影响，根据桥梁建成后冲淤预测可知，本项目建成后，不影响沙滩的水体交换功能，没有改变大面流场结构；互通连接线所在海域首年淤积强度在0.01~0.55m，最终淤积强度为0.01~0.94m。本工程跨海桥梁采用桩基结构，对沙滩资源的损耗主要体现为桥墩基础结构占用，以桥梁桥墩承台基础面积作为沙滩占用面积。本工程桥梁水下基础结构占用的沙滩面积小，具有不连续性，在一定时间后，互通连接线涉及的砂质岸滩会重新保持稳定平衡状态，桥梁基础周围仍保持原有沙滩特征和生态功能。项目占用沙滩位置见图4.2-1。

### 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0.049065km<sup>2</sup>，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，桥梁基础施工过程加强施工管理，可减小施工期悬浮泥沙对海水养殖的影响。其余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略
- (2) 悬浮泥沙导致的海洋生物损失

略

### (3) 海洋生物资源经济损益

略

### (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为 2080 元，施工期悬浮泥沙入海造成的生物资源经济损失为 27.47 万元，本项目用海导致的海洋生物资源经济损失共计 27.68 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。

项目涉及岸线总长 832m，其中人工岸线 372m，自然岸线 460m，根据《福州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目跨越自然岸线为限制开发岸线，根据其管制要求：“严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动，预留未来发展空间，严格海域使用审批”。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，项目涉及的自然岸线均是桥梁横跨导致的占用，桥墩和承台不直接占用自然岸线，不会对自然岸线造成直接的破坏，项目在建设过程的中也尽可能保持岸线原有的形态、长度，不破坏岸线的连续性，保护岸线原有生态功能以及保持周边地形地貌稳定。因此，本项目对于岸线资源影响不大。

## 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\*\*\*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 1030m 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  $9^\circ$ ，大于规范  $5^\circ$  的要求，在通航孔跨度加大为 200m 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，且北岸桥墩位于岸上，南岸墩掩护于清屿山矾头内，对码头船舶作业没有影响；桥梁与附近其它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、分流口等的河段，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 4.2-3。

**表 4.2-3 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

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
3000 吨级	108	16.0	5.9	35.3	代表船型

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；通航 500 吨级海轮所需最小单孔双向通航净宽为 101m，通航 3000 吨级杂货船所需最小单向通航净宽为 110m。

### (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 1030m 单跨悬索桥，Z1~Z2 墩为通航孔，通航孔跨度为 1030m，其中北岸 Z2 墩位于岸上，南岸 Z1 墩掩护于清屿山矾头内，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 717.8m，通航净高（满足通航净宽要求范围内）为 57.8m，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（85+200+85）m 混合梁连续刚构桥，Z2~Z3 墩为通航孔，通航孔跨度为 200m，实际设计通航净宽（满足通航净高要求范围内）为 162.2m，通航净高（满足通航净宽要求范围内）为 40.7m，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，且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由跨域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。由于闽江通海航道桥跨境较大，采用 1030m 一跨过江方式，在航道周边不设置桥墩。因此，闽江通海航道桥不建设施工栈桥，桥体上部结构使用加劲梁利用浮吊采用逐段或大节段吊装施工，需建设施工栈桥为粗芦闽江特大桥中的壶江水道桥、龙沙一号大桥和龙沙二号大桥。

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。壶江水道建设的施工栈桥位于壶江水道处，由于壶江水道内已有建设壶江大桥，壶江大桥位于本项目下游 980m，因此船舶基本沿靠近海域偏南岸深槽习惯航线航行，项目施工栈桥位置对于船舶正常航行使用影响较小，并且壶江水道桥桥梁长度较短，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，并且本项目施工栈桥在施工期结束后会立即拆除，在施工期间，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，施工期间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间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，制订有效的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有效的通信设备。

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方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，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，本项目申请用海范围内不占用红树林，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<sup>2</sup> 和 1.4086hm<sup>2</sup>，本项目施工期间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 4.2-1，红树林现状见图 4.2-2。

## 4.3 生态影响分析

### 4.3.1 水动力环境影响分析

#### 4.3.1.1 水动力数学模型

略

#### 4.3.1.2 流场变化

略

#### 4.3.1.3 流速变化

略

### 4.3.2 冲淤环境的影响分析

略

### 4.3.3 海水水质环境影响分析

略

### 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，且此类作业时间很短，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,且施工期较短,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,要加强施工中管理,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

施工期间,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

施工期间产生的悬浮泥沙最终将沉降于海底，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，当沉降于海底时，将会使底质中重金属和其它污染物质含量增加，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

施工期间，高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物仔幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于10mg/L，会对鱼类生长造成影响。本项目施工期间，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间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，对海域生态影响较少。施工期间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，又因成鱼具有相对较强的避害能力，在施工期间海水混浊时，成鱼一般会主动避开。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

本项目在施工期间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) 施工期间含油污水排放对海洋生态的影响

施工期间，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，或漂浮在水面上随旋流漂移，油污漂浮于水面上，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粘性，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，施工期间应加强管理，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，本项目施工期间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运营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入周边海域生态环境，项目运营期应安排环卫人员加强对道路的打扫清洁，则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，径流水可有桥面汇集到路侧雨水边沟，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则经采取措施后，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露等事故风险，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，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，本项目在运营期间对海域生态环境基本不产生影响。

## 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

2021 年末，福州市全市常住人口 842 万人，全年实现地区生产总值 11324.48 亿元，比上年增长 8.4%。其中，第一产业增加值 637.03 亿元，增长 6.0%；第二产业增加值 4289.80 亿元，增长 7.3%；第三产业增加值 6397.66 亿元，增长 9.3%。2021 年，福州市农林牧渔业总产值 1122.21 亿元，比上年增长 5.6%；社会消费品零售总额 4549.41 亿元，比上年增长 7.7%；全市工业增加值 2758.62 亿元，比上年增长 9.2%；人民生活质量有较大改善，全市农村居民人均可支配收入 25201 元，比上年增长 11.2%；城镇居民人均可支配收入 53421 元，比上年增长 8.4%。

##### (2) 连江县

2021 年连江县实现地区生产总值 671.44 亿元，比增 7.2%，其中：第一产业增加值完成 173.41 亿元，比增 6.0%；第二产业增加值完成 252.95 亿元，下降 5.7%；第三产业增加值完成 245.08 亿元，比增 9.6%。三次产业结构调整为 25.5：37.1：37.4。连江县全县完成农林牧渔业总产值 309.33 亿元，增长 5.8%；全县实现社会消费品零售总额 178.06 亿元，增长 7.7%。人民生活质量有较大改善，全县农村居民人均可支配收入 22566 元，比上年增长 8.6%；城镇居民人均可支配收入 43808 元，比上年增长 7.2%。

##### (3) 马尾区

2021 年马尾区实现地区生产总值 639.84 亿元，比增 3.5%，其中：第一产业增加值完成 13.05 亿元，比增 6.4%；第二产业增加值完成 362.25 亿元，比增 2.1%；第三产业增加值完成 264.54 亿元，比增 7.4%。长乐区全区实现社会消费品零售总额 204.14 亿元，增长 9.4%。全区财政总收入 35.6 亿元，增长 12.8%。人民生活质量有较大改善，城镇居民人均可支配收入 58990 元，比上年增长 7.9%；农民人均纯收入 32375 元，比上年增长 10.4%。

#### 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；围海项目位于本项目东侧 211m，用海面积为 16.0488hm<sup>2</sup>，权属已过期；龙沙村围垦养殖池塘用海面积约为 0.5896hm<sup>2</sup>，无权属。

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的开放式养殖，养殖品种主要为蛭。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<sup>2</sup>，海域使用权人为连江县琯头镇定安村民委员会。晓澳镇道澳村海域养殖 2 区位于本项目东北侧 3.9km 处，用海面积为 13.3323hm<sup>2</sup>；晓澳镇道澳村海域养殖 3 区位于本项目东北侧 4.2km 处，用海面积为 0.8671hm<sup>2</sup>；晓澳镇道澳村海域养殖 4 区位于本项目北侧 3.6km 处，用海面积为 15.8776hm<sup>2</sup>；晓澳镇道澳村海域养殖 5 区位于本项目北侧 2.9km 处，用海面积为 18.653hm<sup>2</sup>；晓澳镇道澳村海域养殖 6 区位于本项目北侧 3.2km 处，用海面积为 26.089hm<sup>2</sup>；海域使用权人均为\*\*。晓锋红砂埕蛤场位于本项目东北侧 4.4km 处，用海面积为 15.9678hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*。赤湾村蛭埕位于本项目北侧 4.5km 处，用海面积为 2.004hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*。

### (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、\*\*\*、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加深工程已竣工验收，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，局部航段进行合理优化调整，以满足 2~3.5 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<sup>2</sup>。

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。其中项目东侧邻近金沙码头，项目北侧约 135m 处为琯福建材加工码头，琯福建材加工码头为趸船浮码头。壶江澳中客运码头位于项目东侧，用海面积为 0.258hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*；连江壶江岛陆岛交通码头工程位于本项目东侧，用海面积为 1.3892hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*；川石岛陆岛交通码头位于本项目东侧 1.5km 处，用海面积为 0.9645hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*；连江晓澳陆岛交通码头位于本项目西北侧 2.8km 处，用海面积为 2.2162hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*；粗芦岛陆岛交通码头位于本项目西侧 3.4km 处，用海面积为 0.3868hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*。

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<sup>2</sup>。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\*\*。

#### （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，申请用海总面积为 19.7558hm<sup>2</sup>，包括透水构筑物用海 4.8558hm<sup>2</sup> 和港池用海 14.9000hm<sup>2</sup>。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。用海总面积 18.4734hm<sup>2</sup>，其中建设填海造地用海为 3.1934hm<sup>2</sup>，港池用海面积为 15.2800hm<sup>2</sup>。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。其位于项目区西北侧约 3.6km 处，用海面积为 2.08hm<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*。

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<sup>2</sup>，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<sup>2</sup>，海域使用权人为\*\*。

#### （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<sup>2</sup>，用海方式为填海造地，

#### (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) 防洪堤

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<sup>2</sup>，权属已过期。

### 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。

## 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。

### 5.2.1 对养殖用海的影响

本项目所在海域及附近养殖用海主要有围垦养殖和开放式养殖，项目建设对周边渔业用海的影响主要表现在两方面：一是项目建设对围垦养殖用海区的直接占用；二是项目施工期悬浮泥沙扩散对养殖活动造成的影响。

#### ①直接占用养殖用海的影响

项目拟建桥梁桥墩直接占用部分龙沙村村委会围垦养殖区，且桥梁基础施工过程中泥沙散落将增加垦区内悬浮泥沙浓度，可能影响海产品的产量和品质，但这种影响是暂时的，会随施工结束而消失。工程拟采用钢护筒进行桥梁基础施工，通过采取环保措施，桥梁基础施工过程加强施工管理，可减小施工期悬浮泥沙对海水养殖的影响。

## ②施工悬沙对养殖用海的影响

在项目桥梁基础施工过程中会引起周边海域的悬沙扩散影响,根据数模分析桥梁基础施工引起海域水体悬浮泥沙超过 10mg/L 以上的范围为 0.049065 km<sup>2</sup>。在项目用海施工悬浮物人为增量超过 10mg/L 的最大包络范围内取水的围垦养殖将受到影响,这些围垦养殖池塘主要涉及壶江村围垦养殖区。本项目施工期的入海泥沙将对开放式养殖区造成一定影响本项目与周边开放式养殖用海最近距离为 1.2km,因此本项目造成的悬沙扩散对周边开放式养殖影响不大。

## 5.2.2 对交通运输用海的影响

### ①对航道用海的影响

本项目涉及通航的区段包括壶江水道和闽江通海航道,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,壶江水道海域按杂货船、集装箱船分别计算,设置为单孔双向通航,500 吨单孔双向兼顾 3000 吨单孔单向通行需通航净宽为 177m。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 3.5 万吨级船舶单孔双向需通航净宽为 510.38m,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 3.5 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。壶江水道桥采用 (85+220+85)=390m 的混合梁连续刚构桥,闽江通海航道桥采用 1030m 一跨过江的双塔地锚式悬索桥,能满足壶江水道和闽江通海航道的通航要求。

在施工期间,大量施工船舶会显著增加桥区水域内的船舶交通量,使得通航形势变得复杂。建设单位根据通航安全评估报告,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,并会同桥梁施工单位和航道部门共同维护桥区施工与桥区水域通航船舶的安全,依据桥梁施工进度和施工方案制定相应的措施。根据现行法律及国家和交通运输部有关文件的规定,大桥建设单位应会同航道、航标管理部门,对因大桥建设需配布航标、桥梁助航标志及灯器等助航设施以及航道基础设施进行专项设计、建设和维护。

### ②对港口用海的影响

本项目周边港口包括连江琯头华洲 3000 吨级杂货码头、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，距本项目较远，项目建设不会对其港口用海产生影响。

### 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) 项目施工及建成后，项目用海范围内原有的用海活动将不能继续进行。根据调查，用海范围涉及养殖用海为龙沙村村委会围垦养殖区。本项目用海需占用的养殖海域，将使养殖活动退出工程区，上述养殖的所有者龙沙村村民为本项目的利益相关者。

(2) 项目建设需占用部分壶江岛西侧村民自建的浮排，浮排主要作用为村民渔船停靠，本项目用海将使壶江岛西侧浮排拆除，上述养殖的所有者壶江村村民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) 在工程施工期间，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，对于周边航道的通航产生一定影响，需进行协调管理部门为福州海事局马江海事处。

(5) 项目申请用海范围内对于区域防洪设施带来的影响，及项目建设和运营期间遭遇台风与风暴潮袭击时需联系水利部门，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，需进行协调管理部门为福州市水利局。

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，责任协调单位详见表 5.2-2。

**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线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程	围垦养殖	龙沙村村委会	工程区内	桥墩占用围垦养殖区，施工过程中产生的泥沙扩散可能造成养殖区水质受到影响	建设单位应按相关的要求落实补偿标准，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	壶江村村委会	工程区内	本项目桥墩占用壶江岛西侧浮	建设单位壶江村村委会进行协调，确保



	用海			排, 需拆除	其合法权益
--	----	--	--	--------	-------

**表5.3-2 责任协调单位一览表**

工程段	周边用海活动	责任协调单位	与本项目相对位置	利益相关内容
国道G639线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程	壶江水道和闽江通海航道	福州海事局马江海事处	工程区周边	在工程施工期间, 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线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程	防洪排涝工程	福州市水利局	工程区周边	项目建设影响区域防洪排涝

## 5.4 相关利益协调分析

### (1) 与项目用海占用的养殖业主的协调分析

沿岸海域的水产养殖有较长的历史, 水产养殖已成为当地群众的谋生手段之一。本项目建设将直接占用工程用海区内的养殖用海, 使养殖活动退出工程区。工程建设可能造成原有养殖户丧失养殖海域, 如果协调安置不妥当直接关系到渔民的经济来源, 存在与当地养殖户的利益冲突和矛盾。

为了积极稳妥推进拟建项目海域使用补偿工作, 维护原海域使用人的合法权益, 根据《福建省海域使用管理条例》《福建省海域使用补偿方法》等法律法规规定, 结合本项目实际情况, 建设单位就拟建项目征用海域养殖补偿事宜与养殖户达成协议, 双方应尽早达成一致, 签订相关补偿协议(见附件8), 项目建设单位应给予养殖业主相应赔偿。

### (2) 与项目用海占用浮排业主的责任协调分析

本项目桥墩占用壶江岛西侧浮排, 对村民渔船的停靠产生一定影响, 因此需与业主进行协调, 建设单位就拟建项目对浮排影响与壶江村村委会达成协议, 双方应尽早达成一致(见附件9)。

### (3) 与福州海事局马江海事处的责任协调分析

由于项目前期的施工作业和施工船只的往来, 难免会对在习惯航路上航行的船舶产生一定影响, 因此需与福州海事局马江海事处协调, 在船舶进出频繁期间内, 禁止施工船在其附近往来, 错位避开, 以免造成事故, 并建议施工期应设置警戒区及警示标志。在船舶正常航行情况下, 习惯性航道基本满足船舶在航道内安全航行的要求, 但由于本项目的建设, 航道通航环境发生改变, 考虑到航道通航密度、风流压、船舶失控影响等影响, 建议配置较完善航标系统, 以保证通航

安全。在桥梁水上主体工程开工前，建设单位应到福州海事局马江海事处办理相关手续及行政许可，同时将大桥施工组织设计报送福州海事局马江海事处，并委托有关单位编制桥梁施工期桥区水域安全维护方案及安全应急预案，经评审报福州海事局马江海事处审批后实施，向海事部门提出书面申请，经批准并发放《中华人民共和国水上水下活动许可证》后，方可进行相应的水上水下活动。桥梁建设时应加强桥墩的防撞能力，以保障桥梁安全，在施工期与建成后，均应落实好航道与海事方面要求的监管措施，对航道布置与航标配布进行专项设计，确保大桥建设与通航两不误，航道与通航配套设施的建设应与桥梁建设同步。目建设及营运期间要采取相应的防范措施和应急预案，降低潜在的风险。

#### (4) 与福州是水利局的责任协调分析

本项目在设计初期已考虑到该区域壶江水道和闽江通海航道的通航能力，在尽量不影响航道通航的前提下，尽量减少桥墩的布设，设置采用了 1030m 横跨闽江通海航道的跨海桥梁建设方式，因此，桥墩的布设上对于闽江口行洪能力基本无影响。本项目西北侧 2km 处建有一个防洪堤，由于距离项目距离较远，项目建设对于防洪堤的正常使用基本无影响。在项目建设及运营期间需加强与水利部门联系在水利部门的指导下，严格按照项目设计要求进行施工，施工过程中应安排好工序方法，严格施工监督管理，妥善处理好工程衔接工作，防止产生局部不安全因素，从而对区域防洪排涝产生影响。工程施工中和建设后，必须及时做好废弃物清理工作，以免妨碍区域蓄洪排涝。

## 5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

### 5.5.1 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，不占用和破坏军事设施，不影响国防安全。因此，本项目不会对国防安全和军事活动造成影响。

### 5.5.2 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

国土空间规划是对国土空间开发保护在空间和时间上作出的安排，是可持续发展的空间蓝图和各类开发保护建设活动的基本依据，在国家规划体系中具有基础性作用，为发展规划的落地实施提供空间保障。《福州市国土空间总体规划（2021—2035年）》是福州面向2035年的空间发展蓝图和战略部署，是落实新发展理念、实施高效能空间治理、促进高质量发展和创造高品质生活的空间政策，是福州开展国土空间保护、开发、利用、修复和指导各类建设的行动纲领。

根据《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）加快国土空间规划审查报批相关内容：“严格落实《全国国土空间规划纲要（2021—2035年）》和“三区三线”划定成果，加快地方各级国土空间规划编制报批。在各级国土空间规划正式批准之前的过渡期，对省级国土空间规划已呈报国务院的省份，有批准权的人民政府自然资源主管部门已经组织审查通过的国土空间总体规划，可作为项目用地用海用岛组卷报批依据。”福州市国土空间规划尚未正式批准，因此本节内容主要分析项目与《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》和相关规划的符合性，作为项目用海报批依据。

### 6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的二十大精神，统筹推进“五位一体”总体布局、协调推进“四个全面”战略布局，完整、准确、全面贯彻新发展理念，服务和融入新发展格局。秉承弘扬习近平总书记在福建福州工作期间的创新理念和重大实践，坚持“3820”战略工程思想精髓，发挥省会城市优势，以建设社会主义现代化国际城市为目标，争创国家中心城市，全方位推进高质量发展超越。坚持以人民为中心的发展思想，秉承“东进南下、沿江向海”空间发展思路，将“生态优先、绿色发展”理念贯彻到国土空间保护和利用全过程，在加快建设现代化经济体系上取得更大进步，在服务和融入新发展格局上展现更大作为，在创造高品质生活上实现更大突破。

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。各海域保护利用分区要求见表6.1-1。

## 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 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程，项目建设内容中主线涉海长度 1893m，互通连接线涉海长度 415m，申请用海面积 10.8200hm<sup>2</sup>，本项目用海类型为“路桥隧道用海”，用海方式为“跨海桥梁”。

本项目涉及岸线总长 832m，其中涉及自然岸线 460m，涉及人工岸线总长 372m，桩基实际占用人工岸线 61m，其余均为桥梁横跨造成的占用，桩基和承台均不直接占用。本项目的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，实际桩基占用 0.2531hm<sup>2</sup>，占用部分对于海域水动力环境、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将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

项目周边海域国土空间总体规划分区有工矿通信用海区，位于项目所在海域东北侧。根据福州市国土空间规划对工矿通信用海区的要求见表 6.1-2。

#### (1) 与空间用途准入的符合性分析

本项目的建设符合工矿通信用海区的空间用途准入要求。

#### (2) 与用海方式控制要求的符合性分析

因此，本项目的建设不改变海域自然属性，符合工矿通信用海区中用海方式控制要求。

#### (3) 与保护要求的符合性分析

因此，本项目符合工矿通信用海区中的保护要求。

#### (4) 与其他要求的符合性分析

因此，本项目符合工矿通信用海区中的其他要求。

#### **(5) 与管制要求的符合性分析**

因此，本项目符合工矿通信用海区中的管制要求

综上所述，本项目复合工矿通信用海区要求。

### **6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析**

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。

#### **6.3.2.1 交通运输用海区**

##### **(1) 与空间用途准入的符合性分析**

因此，本项目符合交通运输用海区中的空间用途准入要求。

##### **(2) 与用海方式控制要求的符合性分析**

因此，本项目的建设不改变海域自然属性，符合交通运输用海区中用海方式控制要求。

##### **(3) 与保护要求的符合性分析**

因此，本项目符合交通运输用海区中的保护要求。

##### **(4) 与其他要求的符合性分析**

因此，本项目符合交通运输用海区中的其他要求。

##### **(5) 与管制要求的符合性分析**

符合《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》中对于交通运输用海区的的要求。

综上所述，本项目符合交通运输用海区要求

#### **6.3.2.2 海洋生态控制区**

##### **(1) 与空间用途准入的符合性分析**

因此，项目符合海洋生态控制区中的空间用途准入要求。

##### **(2) 与用海方式控制要求的符合性分析**

因此，本项目符合海洋生态控制区中的用海方式控制要求。

##### **(3) 与保护要求的符合性分析**

因此，本项目符合海洋生态控制区中的保护要求。

##### **(4) 与其他要求的符合性分析**

因此，本项目符合海洋生态控制区中的其他要求。

#### **(5) 与管制要求的符合性分析**

因此，本项目符合海洋生态控制区中的管制要求。

综上所述，本项目符合《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》中对于海洋生态控制区的要求。

### **6.3.2.3 游憩用海区**

#### **(1) 与空间用途准入的符合性分析**

因此，项目符合游憩用海区中的空间用途准入要求。

#### **(2) 与用海方式控制要求的符合性分析**

因此，项目符合游憩用海区中的用海方式控制要求。

#### **(3) 与保护要求的符合性分析**

因此，本项目符合游憩用海区中的保护要求。

#### **(4) 与其他要求的符合性分析**

因此，本项目符合游憩用海区中的其他要求。

#### **(5) 与管制要求的符合性分析**

综上所述，本项目符合《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》中对于游憩用海的要求。

## **6.4 项目用海与其他规划的符合性分析**

### **6.4.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析**

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目用海区经过琅岐特殊利用区、琅岐工业与城镇用海区、闽江口旅游休闲娱乐区、闽江口保留区、长安港口航运区、粗芦岛旅游休闲娱乐区，详见图 6.4-1。

#### **6.4.1.1 与琅岐特殊利用区符合性分析**

##### **(1) 与用途管制要求的符合性**

因此，本项目符合琅岐特殊利用区的用途管制要求

##### **(2) 与用海方式控制要求的符合性**

因此，本项目符合琅岐特殊利用区的海岸整治要求。

##### **(4) 与环境保护要求的符合性**

因此，本项目符合琅岐特殊利用区的环境保护要求。

#### **6.4.1.2 与琅岐工业与城镇用海区符合性分析**

(1) 与用途管制要求的符合性

因此，本项目符合琅岐工业与城镇用海区的用途管制要求。

(2) 与用海方式控制要求的符合性

因此，本项目符合琅岐工业与城镇用海区的用海方式控制要求。

(3) 与海岸整治要求的符合性

因此，本项目符合琅岐工业与城镇用海区的海岸整治要求。

(4) 与环境保护要求的符合性

因此，本项目符合琅岐工业与城镇用海区的环境保护要求。

#### **6.4.1.3 与闽江口旅游休闲娱乐区符合性分析**

(1) 与用途管制要求的符合性

因此，本项目符合闽江口旅游休闲娱乐区的用途管制要求。

(2) 与用海方式控制要求的符合性

因此，本项目符合闽江口旅游休闲娱乐区的用海方式控制要求。

(3) 与海岸整治要求的符合性

因此，本项目符合闽江口旅游休闲娱乐区的海岸整治要求。

(4) 与环境保护要求的符合性

因此，本项目符合闽江口旅游休闲娱乐区环境保护要求。

#### **6.4.1.4 与闽江口保留区符合性分析**

(1) 与用途管制要求的符合性

因此，本项目符合闽江口保留区的用途管制要求。

(2) 与用海方式控制要求的符合性

因此，本项目符合闽江口保留区用海方式要求。

(3) 与环境保护要求的符合性

因此，本项目符合闽江口保留区环境保护要求。

#### **6.4.1.4 与长安港口航运区符合性分析**

(1) 与用途管制要求的符合性



因此，本项目符合长安港口航运区的用途管制要求。

(2) 与用海方式控制要求的符合性

因此，本项目符合长安港口航运区的用海方式要求。

(3) 与海岸整治要求的符合性

因此，本项目符合长安港口航运区的海岸整治要求。

(4) 与环境保护要求的符合性

因此，本项目符合长安港口航运区的环境保护要求。

#### **6.4.1.5 与粗芦岛旅游休闲娱乐区符合性分析**

(1) 与用途管制要求的符合性

因此，本项目符合粗芦岛旅游休闲娱乐区的用途管制要求。

(2) 与用海方式控制要求的符合性

因此，本项目符合粗芦岛旅游休闲娱乐区的用海方式控制要求

(3) 与海岸整治要求的符合性

因此，本项目符合粗芦岛旅游休闲娱乐区的海岸整治要求。

(4) 与环境保护要求的符合性

因此，本项目符合粗芦岛旅游休闲娱乐区的环境保护要求。

综上所述，项目用海符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》。

#### **6.4.2 与《产业结构调整指导目录（2019年本）》产业政策符合性分析**

因此，本项目符合国家产业政策的要求。

#### **6.4.3 与《福建省湿地保护条例》的符合性分析**

综上，项目的建设是符合《福建省湿地保护条例》的。

#### **6.4.4 与《福州港总体规划》的符合性分析**

综上，本项目符合《福州港总体规划》相关规定。

#### **6.4.5 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**

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。

#### **6.4.6 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析**

综上，本项目符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》相关要求。

#### **6.4.7 与《福州市“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析**

综上，本项目符合《福州市“十四五”海洋生态环境保护规划》相关规定。

#### **6.4.8 与《福建省海岛保护规划》的符合性分析**

综上，本项目符合《福建省海岛保护规划》相关要求。

#### **6.4.9 与福建省“三区三线”划定成果的符合性分析**

因此，本项目符合福建省“三区三线”划定成果。

#### **6.4.10 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**

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。

## 7 项目用海合理性分析

### 7.1 用海选址合理性分析

#### 7.1.1 线路必选

##### 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\*\*\*\*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路线方案应尽量避免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	起点川石岛至琅岐海屿	11.83	比选路段
2	B 走廊	起点川石岛至琅岐海屿	12.1	比选路段
3	C 走廊	起点川石岛至琅岐海屿	15	比选路段
4	K 走廊	起点川石岛至琅岐海屿	10.8	拟为推荐

##### (1) 路线走向

起于川石岛，向西跨过闽江通海航道，直接连接至琅岐岛，设置建光互通与琅岐环岛路实现交通转换，利用琅岐环岛路至海屿。

B 走廊：起于川石岛，向西跨过闽江通海航道，直接连接至琅岐岛，设置建光互通与琅岐环岛路实现交通转换，后穿过琅岐岛中部，终于海屿。

C 走廊：起于川石岛，经粗芦岛，向南跨越壶江水道和闽江通海航道到达琅岐岛，而后穿过琅岐岛中部，终于海屿。

K 走廊：起于川石岛，经粗芦岛，向南跨越壶江水道和闽江通海航道到达琅

歧岛，落地与北侧龙台村，而后沿琅歧环岛路西侧，终于海岛。

总路线走廊见图 7.1-1 走廊比选示意图，主要工程数量见表 7.1-2。

**表 7.1-2 区域走廊论述比选一览表**

序号	工程项目	单位	A 走廊	B 走廊	C 走廊	K 走廊	备注
1	路线长度	公里	15.6	13.3	16.2	19.9	
2	利用老路	公里	3.77	1.2	1.2	9.1	
3	新建路	公里	11.83	12.1	15	10.8	
4	互通连接线	公里	3.6	3.6	0	0	同等比较
5	桥梁长度	公里	5.24	10.67	10.97	6.93	
6	跨江桥梁长度	公里	4.48	4.48	4.01	5.35	
7	跨江桥梁主跨	m	650	650	1000	1000	
8	隧道长度	公里	—	0.8	1.84	0.52	
9	互通	个	3	3	3	2	
10	建安费	万元	205526	268728	314353	251235	

(2) 走廊方案优缺点对比：

A 走廊

优点：①路线较 K 走廊短；

②可部分利用琅歧环岛路，对琅歧岛内城区影响小；

③从川石岛南侧路过，对川石岛军事驻地影响小。

缺点：①不符合 G639 的规划走向，通过琅歧环岛路绕行，里程较 B 走廊长；

②未途经粗芦岛，无法对粗芦岛产生有利影响。

③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：①路线最短；

②有利于琅歧岛人口密集区与长乐、\*\*快速连接。

缺点：①不符合 G639 的规划走向，交通流穿过琅歧主城区，对主城区干扰大；

②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。

③未途经粗芦岛，无法对粗芦岛产生有利影响。

④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。

## C 走廊

优点：①路线相较 K 走廊较短；

②有利于琅岐、粗芦、川石连片开发；

③在琅岐城区内将新规划一个走廊带，有利于路网的丰富和琅岐城区的开发。

缺点：①相较于 K 走廊工程造价较高；

②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：①更加符合 G639 的规划走向；

②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；

③部分利用琅岐环岛路，对琅岐岛内城区影响小。

缺点：①工程造价较高。

综上，K 走廊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快速的连接，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，因此城区影响，路网合理性、经济发展等方面以 K 走廊作为推荐方案，同时对琅岐建光至川石段 K、A 线进行深化比选。

### 7.1.1.2 川石岛至琅岐龙台路线走廊方案比选

#### (1) 路线走向

结合通道规划走向、跨江工程方案、分期实施可行性等，设计对大陆侧主线琅岐龙台至川石岛段 K、A 线，进一步深化比选。路线走廊一览见表 7.1-3，方案比选示意图见图 7.1-2。

表 7.1-3 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	K 走廊	主线：川石岛经粗芦至琅岐龙台	7.02	拟为推荐
2	A 走廊	主线：川石岛直接至琅岐龙台 北连接线：（川石至粗芦段）	主线 5.5, 互通连接 接线 3.6	比选

#### ①K 线方案

主线：路线起于川石岛，与拥军爱民路相接，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（1-1030 米地锚式

悬索桥），途经乌屿山、连江县琯头镇壶江村，后上跨壶江水道（80+200+80米悬浇桥），向西展线，终于琅岐岛龙台村，衔接现状琅岐岛环岛路。主线长约7.02公里；

K线对应的互通连接线：粗芦岛旗山，与主线相接，向北展线，以粗芦岛深坞为终点，路线长2.54公里。

②A线方案

主线：起于川石岛南部，向西跨闽江通海航道（100+180+650+180+100米，斜拉桥）至琅岐岛东部，避让了壶江水道，新建建光互通，连接琅岐环岛路，向北利用环岛路（利用约3.5公里），终于环岛路北段龙台村西北附近。路线长约9.0公里，利用段3.5公里，新建段5.5公里。

A线对应的北连接线：起于川石岛南侧，与主线相接，向北跨熨斗航道（165+365米自锚式悬索桥）至粗芦岛旗山，北连接线路线长3.6公里。后继续沿粗芦岛北侧，以粗芦岛深坞为终点，路线长2.54公里。

A线和K线路线方案主要工程见表7.1-4。

表 7.1-4 A线和K线路线方案主要工程对比表

名称	K线		A线	
	主线	互通连接线	主线	互通连接线
建设里程(km)	7.1	6.5	5.5	9.42
利用段(km)	0	0.7	0	0.7
总里程(km)	7.1	7.22	5.5	10.12
道路等级	一级公路	二级公路	一级公路	二级公路
设计速度(km/h)	60	40	60	40
路基宽度(m)	19	24	19	24
桥梁(米/座)	5592/3	2440/5	4640/1	1930/2
其中大跨径桥(m)	2100	/	1210	530
互通(处)	2	2	2	2
总造价(亿元)	40.8	8.7	25.7	20.3

其中，大陆侧先行实施工程（国道G639川石岛经粗芦至琅岐岛段）路线方案及对比表如图7.1-3和表7.1-5所示：

表 7.1-5 A线和K线路线方案主要工程对比表

名称	K线			A线	
	主线(一期,粗芦至琅岐段)	主线(二期,川石至粗芦)	互通连接线	主线(川石至琅岐段)	北连接线(川石至粗芦段)

名称	K 线			A 线	
路线里程	9.56			12.6	
建设总里程 (km)	9.56			12.6	
分段里程 (km)	4.38	2.64	2.54	5.5	7.1
桥梁 (米/ 座)	3843/1	1485/1	516/2	4510/1	1866/3
其中大跨径 桥梁 (m)	1406	530	/	1210	530
初估造价 (亿元)	27.5	13.3	2.65	25.5	14.45
造价合计	43.45			39.95	
方案比较	利于分期, 可先实施一期工程, 先期投入较少			需同时实施, 一次投资量大	

## (2) 桥梁布置

### ①K 线

跨越航道位置布设大跨径变截面连续刚构桥或悬索桥, 海上引桥尽量采用标准跨径布设, 非通航孔桥推荐采用 50m 预制箱梁, 陆地桥梁标准段推荐采用 30m 现浇箱梁。其中 50m 引桥由钢混组合梁方案改为混凝土梁方案, 优化下部结构, 减小工程量, 降低总造价。大陆侧 K 线纵断面见图 7.1-4。

其中, 壶江水道主桥依据通航条件要求, 减小主跨布置, 采用悬浇桥方案; 闽江通海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, 且该线位在闽江通海航道邻近国家远洋渔业基地, 根据粗芦岛渔业基地总体规划, 该基地将在粗芦岛南岸建设码头和万吨船舶泊位, 依据相关规定, 泊位上下游一定范围内为船舶回旋水域, 禁止布置桥墩(塔)等构造物; 为最大限度减少桥梁队通航船舶的影响, 降低船舶撞击桥墩的风险, 同时避免在深水区施工桥塔(墩), 拟采用“一跨过江”的形式, 闽江通海航道桥通航孔径应当在 800~1000m, 结合自然岸线位置, 本项目拟采用 1-1030m 悬索桥与主跨 880m 斜拉桥进行同深度方案比选。1-1030m 悬索桥跨越能力大, 南桥塔将落于壶江岛北边乌猪洲的乌屿山上, 实现“一跨过江”, 避免水中基础与锚碇施工, 同时使闽江通海航道处于桥跨中央, 确保行船安全与桥塔自身安全; 主跨 880m 斜拉桥跨越能力较大, 但南塔将落于水中, 闽江通海航道相当偏近于南塔, 对行船安全及塔身安全有一定的影响, 且在粗芦岛侧受互通影响, 斜拉桥边跨设置将会偏小,

边中跨比不合理，斜拉索需部分采用地锚形式，技术要求高、施工难度大；综合考虑，闽江通海航道桥推荐采用 1-1030m 悬索桥。熨斗水道主桥推荐采用（360+165=525m）的独塔-自锚式悬索桥，造型曲线柔美，与周边环境和谐一致

## ②A 线

A 线位于壶江大桥下游，在壶江水域桥孔布设上不考虑通航要求。闽江通海航道航程长、船舶密度大，桥孔布设需考虑适当加大通航孔跨径，可采用 700m 左右的主跨跨越该航道，拟采用 650m 主跨的斜拉桥，同时考虑到索塔防撞及绕流区影响，单侧需预留 70m 左右的富余宽度，综合考虑推荐斜拉桥跨径布置为（100+180+650+180+100）m，桥跨紧凑，满足通航要求，桥塔挺拔雄伟，造型美观。互通连接线，熨斗水道主桥推荐采用（165+350）=515m 的独塔-自锚式悬索桥，造型曲线柔美，与周边环境和谐一致。

综合比选，K、A 线（含互通连接线）均可串联三个岛屿，不同在于：

K 线更符合规划走向，便捷串联了三个岛屿，有利于福州、琅岐镇区的主要交通流运行，通过建光互通可有效兼顾向南往长乐滨海新区的交通。K 线需增加跨壶江水道悬浇桥（主跨 80+200+80 米）工程，闽江通海航道桥因靠近船舶回旋区及远洋渔业基地规划码头，考虑其影响，采用的跨径（主跨 1-1030 米悬索桥）较 A 线更大，造价较 A 线高。先建设粗芦岛至琅岐段，近期投资较小，即可有效发挥经济及路网作用，更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，可行性较高。

A 线总体亦符合\*\*往福州的规划走向，往长乐滨海新区距离较便捷，但往福州方向的交通较为绕行，不利于福州、琅岐镇区的主要交通流运行。路线避让壶江水道，无壶江通航悬浇桥，且闽江通海航道桥主跨较小（主跨 650 米，斜拉桥）造价较低。川石岛直接联琅岐岛，不利于分期建设，需一次性投资建设主线及北连接线，才可有效发挥经济及旅游促进作用，且作为重点发展的琅岐与粗芦岛的交通连接存在一定的绕行。

综上，K 线虽总造价较高，但在分期建设、资金投入、交通连接等方面存在优势，且在近期投资增加不多情况下，创造社会效益较有优势，故推荐 K 线方案。本项目建设就为推荐 K 线方案中的一期建设。



### 7.1.1.3 本项目路线方案比选

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4个路线方案进行比选论证。其次，确定推荐路线方案后，进行了项目一二期，分期建设方案的分析。方案见表7.1-6方案一览表。

表 7.1-6 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	K1+662~K8+682 (一期: K4+302~K8+682)	7.020 (一期 4.38)	拟为推荐方案	过江桥梁方案
比较线						
1	D 线	起点川石至龙台	DK0+000~DK7+020	7.020	论述比选	同推荐线江底隧道
	E 线	起点川石至龙台	EK0+000~EK7+290	7.29	论述比选	同走廊江底隧道
2	F 线	起点段七爷甲至龙台	K8+582~K8+682	1.900	论述比选	推荐路线起点段纵断变化
3	G 线	熨斗水道至王虾山	GK2+816.255~GK4+518.285	1.702	论述比选	粗芦岛旗山段路基

#### (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 路线走向

##### K 线

路线起于川石岛，与拥军爱民路相接，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（1-1030 米地锚式悬索桥），途经乌屿山、连江县琯头镇壶江村，后上跨壶江水道（80+200+80 米悬浇桥），向西展线，终于琅歧岛龙台村，衔接现状琅歧岛环岛路。主线长约 7.02 公里。

主要控制点：起点龙台村、壶江水道、乌屿山、闽江通海航道、熨斗水道，

终点川石岛。

#### D 线

路线走向与 K 线相同，采用隧道过江方案。路线起于川石岛，设置隧道进口，采用水下隧道通过熨斗水道，后向西南转弯采用水下隧道穿越旗山、闽江通海航道和壶江水道，于琅岐龙台处设置隧道出口，终于琅岐镇龙台村环岛路。

D 线和 K 线路线方案平面见图 7.1-5，纵断面见图 7.1-6，主要工程数量见表 7.1-7。

表 7.1-7 主要工程数量一览表

序号	工程项目	单位	K 线方案	D 线方案	K-D
1	路线长度	公里	7.02	7.02	0
2	桥梁长度	公里	6.01	—	6.01
3	跨江桥梁长度	公里	5.85	—	6.01
4	跨江桥梁主跨	m	1000	—	1000
5	隧道长度	公里	0.52	7.518	-6.998
6	江底隧道长度	公里	—	4.97	-4.97
7	建安费	万元	185350	293170	-107820
8	造价估算	万元	232810	346073	-113263

#### 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、梁施工期间对海域存在影响。

##### 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路线走向

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路线走向

K 线

路线起于川石岛，与拥军爱民路相接，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（1-1030 米地锚式悬索桥），途经乌屿山、连江县琯头镇壶江村，后上跨壶江水道（80+200+80 米悬浇桥），向西展线，终于琅岐岛龙台村，衔接现状琅岐岛环岛路。主线长约 7.02 公里。

E 线

路线起于川石岛，采用桥梁上跨熨斗水道，至粗芦旗山，设置旗山隧道，后向西南转弯穿越旗山，经规划远洋渔业基地，采用水下隧道穿过闽江通海航道和壶江水道，于琅岐龙台处设置隧道出口，终于琅岐镇龙台村环岛路。路线长度 7.29 公里。

路线平面示意图见图 7.1-7，K 路线方案平面示意图见图 7.1-8，E 线江底隧道方案纵断面示意图见图 7.1-9，路线主要工程数量见表 7.1-8。

表 7.1-8 主要工程数量一览表

序号	工程项目	单位	K 线方案			E 线方案			K-E
			一期	二期	合计	一期	二期	合计	
1									
2	路线长度	公里	5.205	1.815	7.02	4.38	2.91	7.29	-0.27
3	利用老路	公里	0	0	0	0	0	0	0
4	路基土石方	千立方米	37.33	0	37.33	2.89	0.9	3.79	+33.54
5	软基处理	米	130	0	130	700	0	700	-570
6	高级路面	千平方米	4.154	15.105	19.259	22.136	9.177	31.312	+12.053
7	特大桥	米/座	4250/1	1335/1	5585/2	0	1700/1	1700/1	+3885/1

序号	工程项目	单位	K 线方案			E 线方案			K-E
8	大桥	米/座	0	158/1	158/1	0	0	0	+158/1
9	中小桥	米/座	0	0	0	0	0	0	0
10	其中主跨	米/座	1230/2	525/1	1755/3	0	525/1	525/1	+1230/1
11	桥梁合计	米/座	4250/1	1493/2	5743/3	0	1700/1	1700/1	+4043/2
12	隧道长度	米/座	0	550/1	550/1	4860/1	0	4860/1	-4310/-1
13	其中江底隧道	米/座	0	0	0	4860/1	0	4860/1	-4860/-1
14	互通	处	1.5	0.5	2	0.5	0.5	1	-1
15	市政管线及绿化	公里	4.465	2.13	6.595	1.04	2.133	3.173	3.422
16	用地	亩	720.18	332.2	1052.4	421.5	293	714.5	337.9
17	建安费	万元	254672. 5318	97364. 0548	352036 .5866	352036 .5866	105843 .3325	530737 .9774	-178701. 6117
18	造价估算	万元	325859. 0460	11795 3.3197	443812 .3657	498425 .2080	128225 .6831	626650 .8911	-182838. 5254

## 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 0.27km；  
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，一期工程投入较少。

- 缺点：a、闽江通海航道通航桥修建完成后，闽江出海口的通航能力将无法进一步提升；  
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，一期工程投入明显较高；

f、江底隧道后期运营管养费用高；

g、二期工程穿越川石岛中部，影响较大，且岛内存在部队用地，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) 起点段建光至七爷甲：K 线与 F 线比选

本路段从道路衔接、互通设置、工程造价等方面出发，设置同线位不同纵面标高的 F 线进行比选。

#### ①路线走向

K 线（起点七爷甲至龙台村）：

路线起点壶江航道桥，后向南跨壶江水道，继续以桥梁展线，跨过琅歧环岛路，路线向西北，顺接回琅歧环岛路，终于龙台村。路线长度 1.900 公里。

F 线（起点七爷甲至龙台村）：

路线走向同 K 线，建光互通设置于 K7+270 附近。路线长度 1.900 公里。

K 线、F 线方案平面图见图 7.1-10 和图 7.1-11，线纵断面见图 7.1-12，线路主要工程数量见表 7.1-9。

表 7.1-9 主要工程数量一览表

序号	工程项目	单位	K 线方案	F 线方案	K-F	备注
1	路线长度	公里	1.900	1.900	0	
2	路基土石方	千立方米	0.3	2.36	-2.06	
4	软基处理	米	200	1047	-847	
5	桥梁	米/座	1573.5/1	1074/1	+499.5	

序号	工程项目	单位	K 线方案	F 线方案	K-F	备注
6	互通	个	1	1	0	K 线多 2 条菱形匝道
7	市政管线及绿化	米	0	0	0	仅全线布置路灯
8	用地	亩	416.8	405.9	+10.9	
9	建安费	万元	28341.0725	24283.7831	+4057.2894	
10	造价估算	万元	42009.5461	37174.0333	+4835.5128	
11	平均每公里造价	万元	21620.9707	19132.2868	2488.6839	

## ②方案比选及推荐意见

两个方案比较起终点相同，优缺点对比如下：

### K 线方案

- 优点：a、互通避让了渔船码头、建材公司，征迁影响小；  
b、互通位于高压电力线东侧，匝道与电力线无影响；  
c、互通靠东，往长乐方向绕行距离较短。

缺点：a、桥梁稍长约 500 米，匝道建安费有所高。

### F 线方案

- 优点：a、匝道长度有所减短，建安费稍有下降。  
缺点：a、互通占用了渔船码头、建材公司，征迁影响比较大；  
b、互通二次下穿高压电力线与电力线干扰较大；  
c、互通靠东，往长乐方向绕行距离稍长。

综上，K 线方案与 F 线方案路线方案形式接近，但 K 线互通避让了渔船码头、建材、高压电力线，长乐方向绕行距离较短，因此推荐 K 线。

### (4) 旗山段：K 线与 G 线比选

本路段从路基与隧道、互通设置、工程造价、环保景观等方面出发，设置不同线位的 G 线进行比选。

#### ①路线走向

K 线（起点熨斗水道至王虾山）：

路线起点王虾山（K4+164.285），采用隧道形式通过旗山，出隧道后，接熨斗航道桥（K5+751.285）。路线长度 1.587 公里。

G 线（起点熨斗水道至王虾山）：

路线起于旗山东侧，采用挖方路基形式通过旗山，接闽江通海航道桥，路线

长度 1.702 公里。

路线方案平面示意图见图 7.1-13，主要工程数量见表 7.1-10。

表 7.1-10 主要工程数量一览表

序号	工程项目	单位	K 线方案	G 线方案	K-G
1	路线长度	公里	1.587	1.702	-0.115
2	路基土石方	1000m <sup>3</sup>	969.251	3448.932	-2479.681
3	排水与防护	1000m <sup>3</sup>	30.071	111.006	-80.935
4	桥梁	m	0	0	0
5	隧道	米/座	520/1	/	520
6	用地	亩	67.21	93.71	-26.5
7	征迁房屋	平方米	827	751	76
8	投资估算	万元	37198.8	39584.6	-2385.8
9	平均每公里造价	万元	23439.7	23257.7	182

②方案比选及推荐意见

②方案比选及推荐意见

两个方案比较起终点相同，优缺点对比如下：

#### K 线方案

- 优点：a、路线里程较短，线形指标好；  
b、对生态环境影响较小；  
c、以桥隧道为主，开挖量很小，景观破坏小。  
d、征地较少；  
e、工程造价较低。

- 缺点：a、后期的运营管养费用较高；  
b、无法布置全互通。

#### G 线方案

- 优点：a、挖方路基利于全互通的布设。  
b、后期的运营管养费用较低。

- 缺点：a、路线里程稍长，线形指标较低；  
b、挖方量巨大，工程造价高。  
c、长距离路堑挖方，生态景观破坏明显较大，与粗芦岛规划理念不符。

综上，K 线方案比 G 线方案路线里程较短，线性指标好，对生态环境的影响小，且工程造价较低，K 线优势较明显，故推荐 K 线。

#### 7.1.1.4 互通连接线龙沙路段方案比选

##### (1) 路线走向

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，龙沙路段路线方案平面示意图见图 7.1-14。

##### ①对应 LK 线（LK2+300~LK3+150）

对应 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（307 米）、龙沙二号大桥（207 米）后绕回龙沙村尾，终点桩号 K3+150，路线长 0.85 公里。

##### ②LA 线（LAK2+300~LAK3+157.835）

LA 线起于 LK 线 K2+300 后，往北展线，穿过龙沙村，终于主线 LK3+150，终点桩号为 AK3+157.835，比较 LA 线路线长 0.858 公里。

##### (2) 主要技术指标对比

主要技术指标对比见表 7.1-11。

**表 7.1-11 主要工技术指标比较表**

序号	指标名称	单位	对应 LK 线方案 (LK2+300~ LK3+150)	LA 线方案 (LAK2+300~ LAK3+157.835)
1	路线长度	公里	0.85	0.857
2	路线增长系数	/	1.046	1.056
3	平均每公里交点 数	个	2.353	3.497
4	平曲线最小半径	米/个	431.395/1	152.932/1
5	平曲线长占路线 总长	%	93.764	74.607
6	直线最大长度	米		195.730
7	最大纵坡	%/处	1.55/1	2.5/1
8	最短坡长	米	120	145
9	平均每公里纵坡 变更次数	次	3.529	3.497
10	竖曲线最小半径	/	/	/



序号	指标名称	单位	对应 LK 线方案 (LK2+300~ LK3+150)	LA 线方案 (LAK2+300~ LAK3+157.835)
11	凸形	米/个	6000/1	9200/1
12	凹形	米/个	12000/1	5100/1
13	竖曲线长占路线 总长	%	33.059	28.170

从上述比较表可看出，2 个方案平纵指标两段路相差不大，都能满足主干路 40km/h 时速的设计要求。其中推荐 LK 线路长度 0.85 公里，平曲线最小半径 431.395 米，最大纵坡 1.55%；而比较 LA 线路长度 0.857 公里，平曲线最小半径 152.932 米，最大纵坡 2.5%。

### (3) 各方案主要工程数量

推荐 LK 线路和比较 LA 线路方案主要工程数量见表 7.1-12。

**表 7.1-12 主要工技术指标比较表**

序号	工程名称	单位	LK 线	LA 线	K 比 A 增 (+) 减 (-)
1	里程长度	公里	0.85	0.858	-0.008
2	路基土石方	千立方米	81.953	83.873	-1.92
3	路基排水及防护	千立方米	1.661	3.744	-2.083
4	不良地质处理	公里	0	0.08	-0.08
5	沥青砼路面	千平方米	8.064	20.588	-12.524
6	桥梁合计	米/座	514/2	0/0	+514/+2
7	涵 洞	道	1	3	-2
8	拆迁房屋	平方米	2660	3908	-1248
9	征用土地	亩	70.02	76.19	-6.17
10	建安造价	万元	9270.63	3692.32	+5578.31
11	工程造价	万元	12066.83	6772.04	+5294.79
12	平均每公里造价	万元	14196.27	7894.34	+6301.93

### (4) 各方案主要优缺点

#### LK 线

优点：a、两个方案平纵指标相差不大，其中 LK 线最大纵坡 1.55%，较 A 线 2.5%小；

- b、征用土地较 LA 线少 6.17 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 线方案构造物多两座大桥，共 514 米；

b、建安费比 A 线高 5578.31 万元，总造价比 A 线高 5294.79 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、构造物比 LK 线少两座大桥，共 514 米；

b、建安费比 LK 线少 5578.31 万元，总造价比 LK 线 5294.79 万元。

缺点：a、LA 比较线征地多 6.17 亩，拆迁房屋多 1248 平方米；

b、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。

#### 7.1.1.5 推荐方案概况

本项目作为 G639 大陆侧工程的一部分，分期实施。本次建设规模为一期工程，由主线（一期）及互通连接线组成。

主线：本项目为先行建设的一期工程，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，设置处理互通与互通连接线衔接，并连接与粗芦环岛路。之后主线为二期工程继续向东，终于川石岛。本次实施一期主线工程，里程 4.380 公里。

主线：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。

本项目主线建设路线见图 7.1-15，项目总体方案路线见图 7.1-16。

#### 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\*\*合作承载片区。以现代服务业和高新技术产业为主导，强化\*\*在大数据、商务、金融、科教、动漫等领域合作，新区与\*\*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与发展；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\*\*\*\*的顺畅连接。

搭建对\*\*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\*\*农业合作示范区，预留对\*\*合作战略留白空间，将新区建设成为继\*\*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\*\*“共同家园”。建设对\*\*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\*\*航运中心；以福州空港改扩建为契机，建设\*\*\*\*的联程中转航线，打造对\*\*航空联系枢纽；建设福州邮政物流中心，打造对\*\*信息交流中心；预留京\*\*高速铁路、货运铁路等\*\*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，岩性以深灰色砂、淤泥、淤泥质粘土为主夹粉质粘土等。

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，路线穿越软土段落是行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，桥梁分别跨越了闽江通海航道和壶江水道。

##### **(1) 壶江水道桥**

壶江水道桥梁的建设采用（85+200+85）m 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，为减小桥墩对于航道的占用和影响，桥梁采用 1030m 单跨悬索桥，通航跨度已达到 1030m，一孔跨过通航水域，设计通航净高为 57.8m，能够满足航道代表船型正常通航需求。因此，本项目的建设对于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，并且在项目施工期间采取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，能够保障施工期间航道的通航及安全。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，本项目的建设对于航道的航运活动基本无影响，项目的建设 with 航道航运相适应。

## 7.1.5 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。项目在施工期间会使用到施工船舶，及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，已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少，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。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 线不在具有深入研究的关键点，本项目在粗芦闽江特大桥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) 本项目桥面宽度设如下：

主桥： $2 \times [117.5 (\text{风嘴}) + 150 (\text{水管}) + 100 (\text{索区}) + 50 (\text{护栏}) + 75 (\text{硬路肩}) + 2 \times 350 (\text{行车道}) + 50 (\text{路缘带}) + 25 (\text{C 值}) + 65/2 (\text{护栏}) ] = 2600\text{cm}$

引桥： $2 \times [150 (\text{水管}) + 50 (\text{护栏}) + 75 (\text{硬路肩}) + 2 \times 350 (\text{行车道}) + 50 (\text{路缘带}) + 25 (\text{C 值}) + 65/2 (\text{护栏}) ] = 2165\text{cm}$

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“路桥隧道用海”，用海方式为“构筑物”之“跨海桥梁”。

本项目主体采用“跨海桥梁”的用海方式，不会改变海域的自然属性，符合工程所在功能区的用海方式要求。工程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，大大缩短了岛屿之间交通运输距离，是对海域空间的充分利用。

本项目采用“跨海桥梁”的用海方式占用的面积有限，对工程区附近海域的水动力及冲淤环境影响较小，施工期间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

本项目涉及岸线总长 832m，其中人工岸线 372m，自然岸线 460m，桥墩直接占用的岸线均为人工岸线，占用 61m。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。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，本项目占用的自然岸线均是桥梁横跨导致的占用，桥墩和承台不直接占用自然岸线，项目跨越的自然岸线为限制开发岸线，根据其管制要求：“严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动，预留未来发展空间，严格海域使用审批”。本项目桥墩和承台不直接占用自然岸线，项目建设不改变自然岸线原有形态、长度，不破坏岸线的连续性，不影响周边海域后续的开发利用活动。不会对自然岸线造成直接的破坏，项目在建设过程的中也尽可能保持岸线原有的形态、长度，不破坏岸线的连续性，保护岸线原有生态功能以及保持周边地形地貌稳定。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 用海面积合理性

本项目国道 G639 线连江粗芦岛段至马尾琅岐段公路工程，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须的，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，本项目海域使用总面积为 10.8200hm<sup>2</sup>，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 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 世界大地坐标系，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 2.4-1，宗海界址图见图 2.4-2、2.4-3 和 2.4-4。

### 7.5.3 用海面积量算

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：

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

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 10.8200hm<sup>2</sup>。

本项目用海界址点的界定及面积的量算是在本项目设计和实际测量的基础上，依据《海籍调查规范》的用海范围适度原则“宗海界址界定应有利于维护国家的海域所有权，有利于海洋经济可持续发展，应确保国家海域的合理利用，防止海域空间资源的浪费”及节约岸线原则“宗海界址界定应有利于岸线和近岸水



域的节约利用。在界定宗海范围时应将实际无需占用的岸线和近岸水域排除在外”，构筑物的水下外缘线基础上向两侧外扩 10m 作为界址线，能有效防止海域空间资源浪费且将实际无需占用的岸线排除在外。本项目不会对相邻用海造成影响，无海域使用权属争议。

因此，本项目用海范围界定符合海籍调查规范的要求。

## 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\*\*\*\*沿海发展战略的作用，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\*\*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

本项目拟建跨海桥梁，跨海桥梁涉海长度 2308m，其中主线的粗芦闽江跨海大桥涉海长度 1893m，互通连接线龙沙一号大桥涉海长度为 248m，龙沙二号大桥涉海长度 167m，用以串联闽江口之间岛屿的交通，本项目海域使用类型为“路桥隧道用海”，用海方式为“跨海桥梁”。

本项目涉及岸线总长 832m，其中涉及自然岸线 460m，人工岸线 372m，桥墩实际占用岸线均为人工岸线，实际占用 61m，项目建设不改变自然岸线原有岸线形态、长度，不破坏岸线的连续性，本项目在建设过程中采取了相应了环保措施，悬浮泥沙扩散范围较为有限，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。本项目桩基和承台直接占用的海域，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，影响的范围较为有限，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。

本项目对海洋生态资源损害的评估主要为污染物扩散造成的海洋生物损失和桩基占用造成的底栖生物损失，经上文分析，桩基占海造成的生物资源经济损失为 103.974kg，生态资源损失金额为 2080 元，污染物扩散造成的生物资源顺势为鱼卵  $2.66 \times 10^7$ ind，仔稚鱼  $3.78 \times 10^6$ ind，游泳动物 961.2kg，浮游植物  $9.612 \times 10^{12}$ cel，浮游动物 1836kg，生态资源损失金额为 27.47 万元。本项目造成的海洋生物资源损失共计 27.68 万元。

### 8.1 生态用海对策

#### 8.1.1 生态保护对策

##### 8.1.1.1 施工期环境保护措施

项目施工期对海域生态系统产生一定的影响，施工过程仍需采取以下措施，以减小和防范项目用海对海域生态环境的影响。

(1) 严格按照审批的用海范围进行规范设计、施工，减少对自然岸线及周边其它用海活动和生态环境的影响。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 施工结束后，及时进行现场清理，

(5) 建设单位应投入生态环保专项经费，主要用于项目管理等。

(6) 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的放流品种的习性以及项目附近海域的环境特征来确定。

#### **8.1.1.2 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。

### **8.1.2 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间的环境问题，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订的计划进行监测。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 施工期和运营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，施工期间、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	施工期间 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) 施工期间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，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部令第20号，2009）、《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T9401-2010）和《农业部

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《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见（农渔发〔2022〕1号）》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、贝类及虾类的生物习性、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。

本项目建设的生态补偿和增殖放流的具体方案为：

①放流经费：根据本项目生态补偿经费来进行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放流为主。

**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	工程量	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27.68万元	分3年实施	建设单位	每年5-6月实施

## 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（试行）》（自然资源办发〔2020〕51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”。据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）中表1“海域使用论证等级判据”、《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10.8200hm<sup>2</sup>，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\*\*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，能够最大程度的起到串联闽江口周边重要岛屿，促进环闽江口及\*\*\*\*沿海发展战略，大力推进\*\*\*\*旅游经济区建设。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须的，项目建设涉及海域也是必须的，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，且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

根据项目用海对周边海域开发活动的影响分析结果，本项目的利益相关者为

龙沙村村委会和壶江村村委会，协调单位为福州海事局马江海事处、福州市水利局项目业主单位应做好相关安全施工工作，处理好与利益相关者的协调关系，避免纠纷。

## 9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划的符合性分析结论

本项目用海满足《福州市国土空间总体规划（2018-2035年）》的要求，同时分析相关规划，项目的建设符合《福建省海洋环境保护规划（2011~2020年）》《产业结构调整指导目录（2019年本）》《福建省湿地保护条例》《福州港总体规划》《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》《福州市“十四五”海洋生态环境保护规划》《福建省海岛保护规划》，福建省“三区三线”划定成果、《福州新区琅岐岛控制性详细规划》等要求。

## 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线最为本项目推荐路线，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，尽最大可能的维护海域基本功能，最大程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及相关规划；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，本项目建设是必须的，项目用海是可行的。