

泉州百崎通道
海域使用论证报告书
(公示稿)

自然资源部第三海洋研究所

2023 年 7 月

目 录

1 概述	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	3
1.3 论证工作等级和范围	6
1.4 论证重点	7
2 项目用海基本情况	8
2.1 项目建设内容和规模	8
2.2 平面布置和主要结构、尺度	8
2.3 施工方法与进度安排	22
2.4 项目用海需求	31
2.5 项目用海必要性	34
3 项目所在海域概况	36
3.1 自然资源概况	36
3.2 海洋生态概况	38
4 项目用海资源环境影响分析	49
4.1 生态评估	49
4.2 资源影响分析	55
4.3 项目用海生态影响分析	57
5 海域开发利用协调分析	63
5.1 开发利用现状	63
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	65
5.3 利益相关者界定	66
5.4 相关利益协调分析	67
5.5 对国防安全 and 国家权益的影响	68
6 国土空间规划符合性分析	69
6.2 项目用海与海洋功能区划的符合性分析	69
6.3 项目用海与《福建省“三区三线”划定成果（报告）》的符合性分析	72

6.4 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析	73
6.5 项目用海与其他相关规划的符合性分析	73
7 项目用海合理性分析	76
7.1 用海选址合理性分析	76
7.2 用海平面布置合理性分析	79
7.3 用海方式合理性分析	80
7.4 占用岸线合理性分析	82
7.5 用海面积合理性分析	82
7.6 用海期限合理性	84
8 海域使用对策措施分析	85
8.1 生态用海对策	85
8.2 生态保护修复措施	87
9 结论	88
9.1 项目用海基本情况	88
9.2 项目用海必要性分析	92
9.3 项目用海资源环境影响分析结论	92
9.4 海域开发利用协调分析结论	92
9.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论	92
9.6 项目用海合理性分析结论	92
9.7 项目用海可行性结论	92

论证报告编制信用信息表

论证报告编号		3505032023001354	
论证报告所属项目名称		泉州百崎通道	
一、编制单位基本情况			
单位名称		自然资源部第三海洋研究所	
统一社会信用代码		12100000426603052N	
法定代表人		蔡锋	
联系人		官宝聪	
联系人手机		13696965161	
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
陈秋明	BH000256	论证项目负责人	
陈秋明	BH000256	1. 概述 2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 8. 生态用海对策措施 9. 结论	
蔡安然	BH000263	5. 海域开发利用协调分析 6. 国土空间规划符合性分析 10. 报告其他内容	
宋鹏	BH000260	3. 项目所在海域概况 4. 资源生态影响分析	
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: right;">承诺主体(公章):</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>			

1 概述

1.1 论证工作由来

1.1.1 项目名称：泉州百崎通道

1.1.2 投资主体：泉州市东海投资管理有限公司

1.1.3 地理位置

泉州百崎通道位于福建省东南沿海，起于泉州市台商投资区百东大道与洛沙大道的交叉口，沿规划百东大道向西延伸，跨越洛阳江口海域后，于滨海街处主线向南衔接丰海路，终与现状丰海路与府东路交叉口。泉州百崎通道上游距离后渚大桥约 2.7km，下游距离泉州湾大桥 5km，项目位置见图 1.1-1。

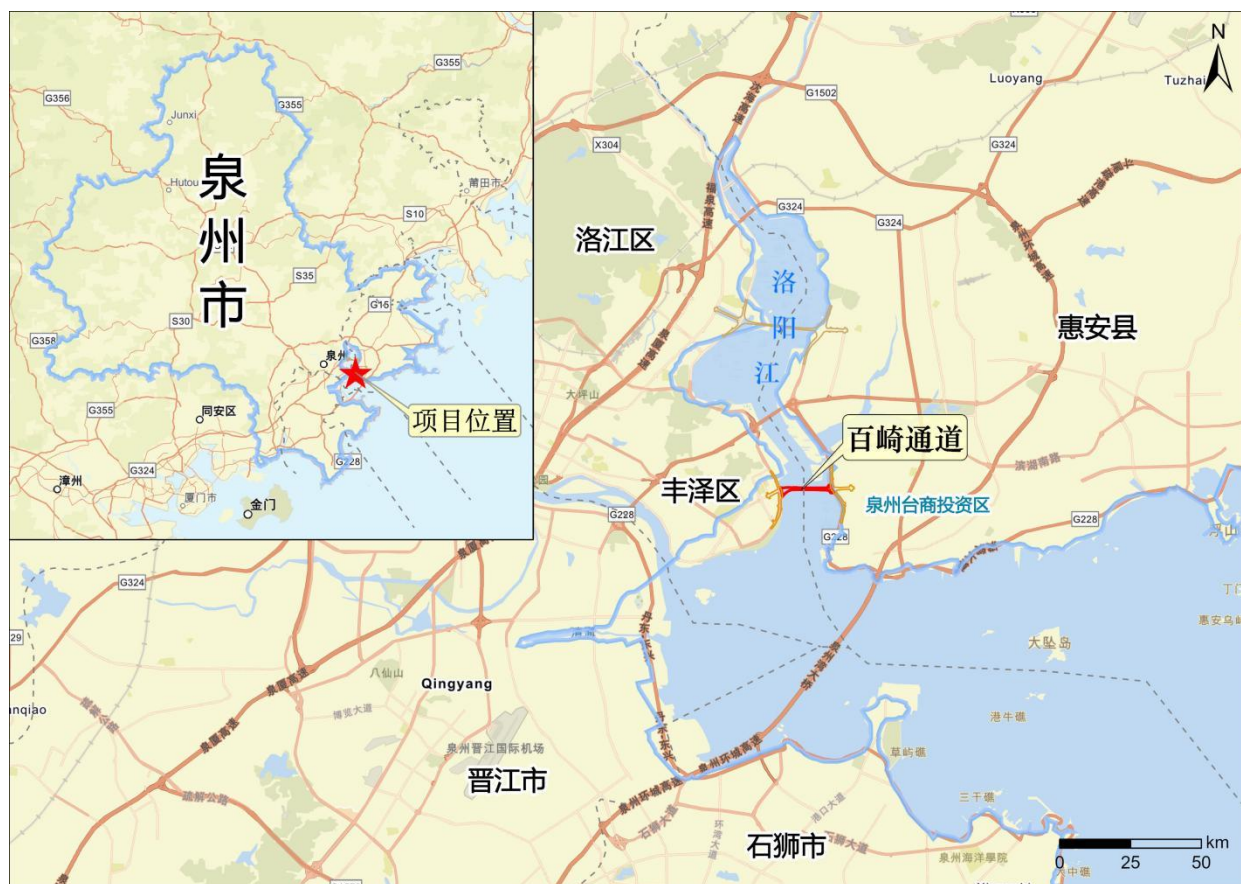


图 1.1-1 本工程在泉州市的地理区位示意图

1.1.4 论证工作由来

2009 年 4 月，国务院出台了《关于支持福建省加快建设海峡西岸经济区的若干意见》，赋予了福建对台交流合作先行先试的重任，为海峡西岸经济区提供强有力支持。泉州作为海峡西岸经济区的重要组成部分，规划沿江、向海拓展，成为海峡西岸经济区现代化工贸港口城市。以洛秀组团和张坂片区为主体组建的泉州台商投资区将成为全国最大的台商投资区。但是受洛阳江口海域天然屏障的影响，泉州市丰泽区与台商投资区之间的联系便捷

程度受到很大的限制，仅依靠中部的后渚大桥联系，南北两端均缺乏方便快捷的通道，极大地降低了组团间联系的便捷程度，直接影响着城市整体的发展进程。

《泉州市城市总体规划（2008-2030 年）》提出需强化环湾组团间交通联系，促进城市功能向环湾地区聚集，规划 4 处跨洛阳江通道。根据《泉州市综合交通规划修编（2014-2030 年）》，规划双龙路-东海大桥-滨海街-百崎大桥-滨海干道至台商投资区为区域交通性主干路，拟建设泉州百崎通道，以快速便捷地联系泉州中心城区与台商投资区，进一步拓宽泉州对外通道，提高中心城市的交通运转能力，使城市布局更合理、交通体系更完备，为建成现代化、立体式的城市基础设施体系奠定良好的基础。

2016 年 4 月 8 日，泉州百崎通道工程取得福建省发改委的批复；2018 年 2 月，列入“2018 年度福建省重点建设项目”。《泉州百崎通道工程可行性研究报告》、《泉州百崎通道工程初步设计》分别于 2022 年 7 月、2023 年 2 月通过福建省发展和改革委员会组织的专家评审。项目按一级公路兼城市主干道设计，主线设计速度 60 公里/小时，为双向六车道（跨海段双向八车道，滨海街连接线双向四车道），两侧设慢行系统，拟采用桥梁形式跨越泉州湾洛阳江口海域。根据“福建省发展和改革委员会关于印发 2023 年度省重点项目名单的通知”，泉州百崎通道列入“城乡建设与生态环保”类省预备重点项目名单。

拟建百崎通道跨海段位于“泉州湾河口湿地省级自然保护区”的实验区内。根据“自然资源部 生态环境部 国家林业与草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）”（自然资发[2022]142 号）、“自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知”（自然资发[2022]129 号）、“福建省自然资源厅关于进一步深化用地用海要素保障权利稳经济大盘的通知”（闽自然资发[2022]57 号）等相关文件精神，生态保护红线区内自然保护地核心区外，允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，其中包括“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”。泉州百崎通道作为福建省重点建设项目，已纳入泉州市国土空间规划，属于生态红线区内允许开展的线性基础设施工程。根据“自然资源部 生态环境部 国家林业与草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）”（自然资发[2022]142 号），项目在报批海域使用权时，需附省政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；项目涉及自然保护地，也应征求林业和草原主管部门或自然保护地管理机构的意见。目前，建设单位正在开展相关工作。

“泉州湾河口湿地省级自然保护区”纳入“福建省第一批省重要湿地保护名录”，根据《福建省湿地保护条例》，“禁止占用省级重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、湿地保护项目、线性基础设施建设项目，省级以上重点水利及保护设施、航道、港口或者其他水工程除外”、“经依法批准占用重要湿地的单位，应当按照国家有关规定恢复或者重建

与所占用湿地面积和质量相当的湿地；没有条件恢复重建的，应当按照国家有关规定缴纳湿地恢复费”、“建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及省级重要湿地的，应当按照管理权限，征求省人民政府授权部门的意见”。百崎通道属于“线性基础设施建设项目”，跨海桥梁用海面积 20.2127 公顷，大桥桥墩占用湿地面积 0.8472 公顷。目前，建设单位已委托开展《泉州百崎通道建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》、《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》的编制工作。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《海域使用权管理规定》，百崎通道用海必须进行海域使用论证。2023 年 5 月，项目建设单位泉州市东海投资管理有限公司委托自然资源部第三海洋研究所（以下简称“海洋三所”）承担本工程海域使用论证工作。我所接到委托后，根据用海特点，在资料收集、现场踏勘、外业调查，以及相关专题研究的基础上，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）、《宗海图编制技术规范》等技术规范要求，编制完成《泉州百崎通道工程海域使用论证报告书（送审稿）》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日起施行；
- （2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017 年 11 月 5 日起施行；
- （3）《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- （4）《中华人民共和国海上交通安全法（2021 年修订）》，2021 年 9 月 1 日起施行；
- （5）《中华人民共和国航道法》，2015 年 3 月 1 日起施行；
- （6）《中华人民共和国防治船舶污染海域管理条例》，2010 年 3 月 1 日起施行；
- （7）《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院 167 号令，2017 年 10 月 7 日起施行；
- （8）《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，中华人民共和国交通运输部，2019 年 5 月 1 日起施行；
- （9）《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月 31 日起施行；
- （10）《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2007 年 1 月 1 日起施行；
- （11）《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，2022 年 1 月 13 日；
- （12）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》，环发[2015]57 号，2015 年 5 月 6 日；

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

(14) 《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日；

(15) 《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2207号，2022年10月14日；

(16) 《生态保护红线生态环境监督办法（试行）》，国环规生态〔2022〕2号，2022年12月27日；

(17) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改），国家发展和改革委员会，2021年12月30日起施行；

(18) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函〔2022〕640号），自然资源部，2022年4月15日；

(19) 《调整海域无居民海岛使用金征收标准》的通知，财综〔2018〕15号，2018年3月；

(20) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资规〔2021〕1号，2021年1月8日；

(21) 《福建省海域使用管理条例》（2012年修订），2012年3月31日起施行；

(22) 《福建省海岸带保护与利用管理条例》，2018年1月1日起施行；

(23) 《福建省海洋环境保护条例》（2016修正），2016年4月1日起施行；

(24) 《福建省湿地保护条例》，2023年1月1日起施行；

(25) 《福建省林业厅关于进一步加强各级林业自然保护区监督管理工作的通知》闽林综〔2017〕94号，2017年10月26日；

(26) 《福建省港口条例》，2008年3月1日起施行；

(27) 《福建省航道条例》，2010年1月1日起施行。

(28) 《福建省自然资源厅关于进一步深化用地用海要素保障全力稳经济大盘的通知》，闽自然资发〔2022〕57号，2022年8月2日；

(29) 《福建省第一批省重要湿地保护名录》，福建省人民政府，2017年4月。

1.2.2 标准规范

(1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；

(2) 《海域使用分类》，HY/T-123-2009；

(3) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；

- (4) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014;
- (5) 《海洋监测规范》，GB17378-2007;
- (6) 《海洋调查规范》，GB/T12763（1-11）—2007;
- (7) 《海水水质标准》，GB 3097-1997;
- (8) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002;
- (9) 《海洋生物质量》，GB 18421-2001;
- (10) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，自然资源部，2020 年 11 月;
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110-2007;
- (12) 《宗海图编制技术规范》，HY/T 251-2018;
- (13) 《建设项目海域使用动态监视监测工作规范（试行）》，国海管字[2017]3 号;
- (14) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，海洋出版社，1986 年 3 月;
- (15) 《全国海岛资源综合调查简明规程》，海洋出版社，1993 年 1 月;
- (16) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）;
- (17) 《城市道路工程设计规范》（GJJ37-2012）（2016 年版）;
- (18) 《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）（2019 年版）;
- (19) 《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）。

1.2.3 规划、区划文件

- (1) 《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，国函[2012]164 号;
- (2) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，闽环保海[2022]1 号;
- (3) 《福建省“三区三线”划定成果》，福建省人民政府，2022 年 10 月;
- (4) 《福建省海岸带保护与利用规划（2016-2020 年）》，闽发改区域[2016]559 号;
- (5) 《泉州市城市总体规划(2008~2030)》，2009 年 9 月;
- (6) 《泉州市综合交通规划修编（2014-2030 年）》，泉州市规划局，2017 年 8 月;
- (7) 《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划（2018-2027 年）》，福建省林业勘察设计院，2018 年 12 月;
- (8) 《福建省人民政府办公厅关于调整永泰藤山等 3 处省级自然保护区的通知》，闽政办函[2018]47 号，2018 年 8 月 11 日;
- (9) 福建省环保厅关于发布永泰藤山等 3 处省级自然保护区面积、范围及功能区划的函，闽环然函[2018]35 号，2018 年 8 月 21 日;
- (10) 《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示稿），2021 年 12

月；

(11) 《泉州港总体规划（2020-2035 年）》，2021 年 1 月。

1.2.4 项目技术资料

(1) 《泉州百崎通道勘察设计 施工图设计》，中交公路规划设计院有限公司，2023 年 4 月；

(2) 《泉州百崎通道勘察设计 初步设计 基础资料：工程地质勘察报告》（送审稿），中交公路规划设计院有限公司，2023 年 2 月；

(3) 《泉州百崎通道工程航道通航条件影响评价报告 第一篇 评价报告》（送审稿），福建省港航勘察设计研究院，2022 年 12 月；

(4) 《泉州百崎通道涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》，福建省林业勘察设计院，2023 年 7 月；

(5) 《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》，福建省林业勘察设计院，2023 年 7 月；

(6) 《泉州金屿大桥工程海洋水文调查专题报告》，自然资源部第三海洋研究所，2022 年 11 月；

(7) 《泉州百崎通道建设用海项目海床稳定性分析》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 7 月；

(8) 《金屿、百崎、东海大桥工程环境影响评价海洋生物生态调查报告》，自然资源部第三海洋研究所，2022 年 11 月；

(9) 《泉州金屿、百崎、东海大桥项目项目海洋化学调查报告》，自然资源部第三海洋研究所，2022 年 10 月；

(10) 《泉州百崎通道工程海洋环境影响专题》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 7 月。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目为跨海桥梁，跨海段长约 1.7km；桥位位于泉州湾洛阳江口海域，属敏感海域，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）对论证等级的划分要求，论证工作等级定为一级。

1.3.2 论证工作范围

泉州百崎通道工程位于泉州湾洛阳江口海域，根据所在海域自然环境和项目用海特点、

周边海域开发利用现状，以及海域使用论证技术导则的要求，确定本项目的论证范围涵盖整个泉州湾河口湿地省级自然保护区，南、北侧及西侧至海岸线，东至石湖与秀涂的连线，论证海域面积约为 75km²，南北方向长约 17km，东西方向长约 8.5km。

1.4 论证重点

根据项目用海特征及所在海域自然资源和环境条件，以及周边开发情况，参照《海域使用论证技术导则》中“附录 C 海域使用论证重点参照表”，本项目论证重点为：

- （1）跨海桥梁建设选线合理性；
- （2）跨海桥梁用海面积合理性分析；
- （3） 工程建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区的影响及生态修复措施。

2 项目用海基本情况

2.1 项目建设内容和规模

泉州百崎通道全长4283.95m(其中桩号YK2+757.8~YK4+445.0为跨海段,长1687.2m),包括主桥、百崎互通、东海互通。工程起于泉州市台商投资区百东大道与洛沙大道的交叉口,沿规划百东大道向西延伸,跨越洛阳江口海域后,于滨海街处主线向南衔接丰海路,终与现状丰海路与府东路交叉口,道路等级为一级公路兼城市主干路,主线设双向六车道,跨海段双向八车道,滨海街连接线双向四车道,两侧设慢行系统。

桥梁设计基准期为100年,总投资38.35亿元。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 线路平面设计

百崎通道起于台商投资区百东大道与洛沙大道交叉口,起点桩号为YK2+091.914,道路沿规划百东大道向西延伸,上跨现状海湾大道并设百崎互通式立交连接,主桥上跨洛阳江口海域;在滨海街与丰海路交叉口处主线转向向南,与滨海街、丰海路之间设东海互通式立交连接,主线落地顺接丰海路,终于丰海路与府东路交叉口,终点桩号YK5+510.078,路线全长4.284km(含滨海街连接线0.866km)。工程设计速度60km/h,百崎互通A、B匝道设计速度60km/h,其余互通匝道设计速度采用40km/h。

其中主线桥梁起点桩号 YK2+472.500, 终点桩号 YK5+048.500, 总长 2576m, 由百崎互通主线桥、主桥、东海互通区主线桥组成,桥轴线大致呈东西方向。主线桥梁设置见表 2.2-1, 布置示意图见图 2.2-1, 线路平、纵面布置见图 2.2-2。

表 2.2-1 百崎通道桥梁设置汇总表

序号	桥名	起点桩号	终点桩号	单幅净宽/m	全长/m
1	百崎互通主线桥左幅	ZK2+472.448	ZK3+352.448	13.25-25.77	880.0
	百崎互通主线桥右幅	YK2+472.500	YK3+352.000	13.25-24.17	879.5
2	主桥	YK3+352.000	YK3+688.000	55.4	336.0
3	东海互通主线桥左幅	ZK3+688.448	ZK4+964.948	13.25-23.84	1276.5
	东海互通主线桥右幅	YK3+688.000	YK5+048.500	13.25-25.31	1360.5

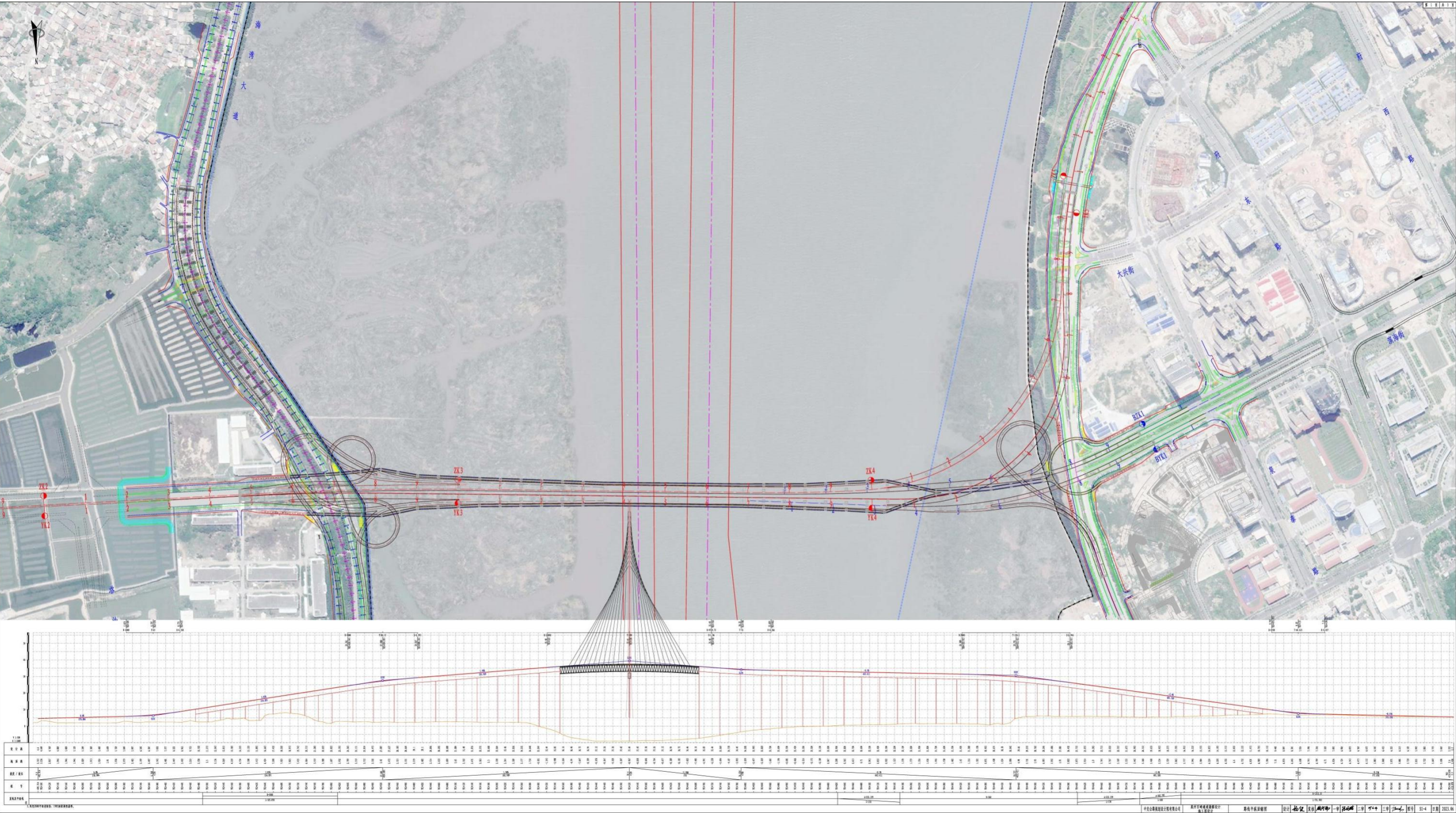


图 2.2-1 线路平、纵面布置图

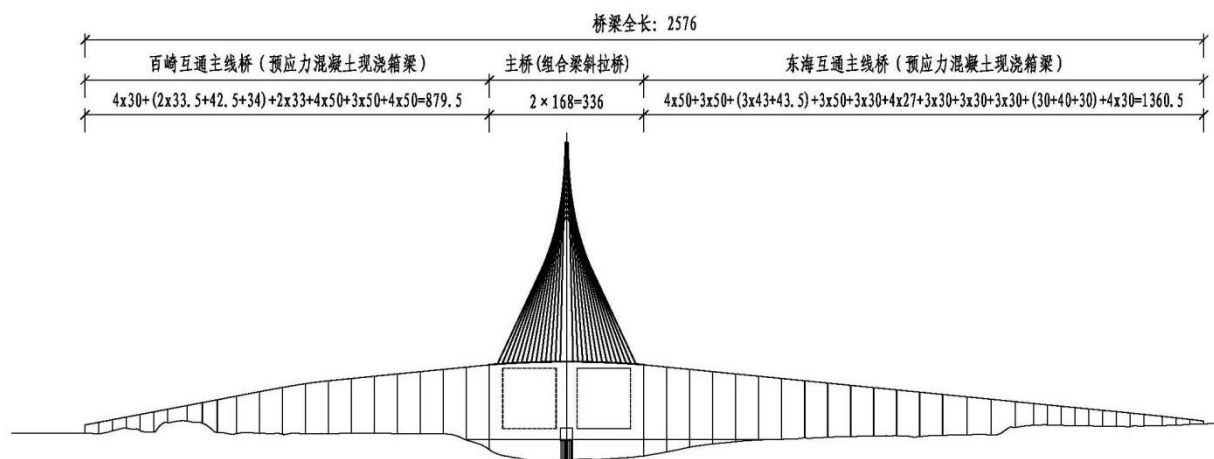


图 2.2-2 主线桥立面布置示意图（右幅）

2.2.2 线路纵断面设计

百崎通道纵断面设计原则上服从片区道路竖向规划，在符合标准情况下，尽量降低填方量，满足城市防洪排涝规划控制标高和管线布设要求。各路段纵断面设计如下：

泉州台商投资区侧尚未开发建设，地面部分纵断面设计以服从规划标高为主，局部路段根据路线及管线排放需要，对规划标高进行局部调整，并征得规划同意；主线上跨海湾大道，最大纵坡 3.85%；主桥部分桥面标高为满足桥下通航需要，并尽量降低桥面标高，同时结合景观的统筹考虑，采用 1.98%和-1.98%的人字坡；西侧引桥为满足主线上跨滨海衔接线的要求，局部路段采用 0.5%纵坡，跨越滨海街连接线后采用 3.4%纵坡接地。

总体而言，百崎通道主线最大纵坡 3.85%，最小纵坡 0.5%，最短坡长 270m，凸型竖曲线最小半径 9000m，凹型竖曲线最小半径 4000m，各项指标均能满足规范要求，行车顺适。项目平、纵面布置见图 2.2-2。

根据《泉州市人民政府专题会议纪要 东海、百崎、金屿通道前期工作推进会议纪要》，为适应泉州市总体规划及后渚码头功能调整，百崎通道按 2000T 通航标准设计。因此，本工程跨海桥梁通航标准按通航 2000T 级海轮设计，设计通航代表船型为 2000 吨级客船，总长 82m，型宽 15.1m，满载吃水 4.1m，水位线以上高 22.6m。本工程设计最高通航水位取桥址处历史最高潮位 4.64m（1985 国家高程基面，下同）。根据《海轮航道通航标准》，考虑富裕高度和海平面上升，拟建百崎通道通航孔所需最小通航净空高度为 24.75m，通航净宽范围内桥梁梁底标高最低限值为 29.39m；桥梁通航孔设计采用双孔单向通行，净宽应不小于 2×126m。

根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》，考虑桥梁基础结构所需宽度与必要的防撞设施尺寸，本工程桥梁通航孔跨度为 2×168m，设计通航净宽 2×135.1m，通航净高 26.4m，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求。

2.2.3 横断面布置

跨洛阳江口海域主桥整幅布置，设双向 8 车道，两侧设非机动车道和人行道，总宽度 57.9m。主桥路幅布置为：0.4m(桁架结构)+0.25m(人行护栏)+1.5m（人行道）+3.5（非机动车道）+0.25m(人行护栏)+1.8m(锚索区)+0.5（防撞护栏）+0.75（路缘带）+（2×3.75m+2×3.5m）（车行道）+0.75m（路缘带）+8.5m（中央分隔带）+0.75m（路缘带）+（2×3.5m+2×3.75m）（车行道）+0.75m（路缘带）+0.5m（防撞护栏）+1.8m(锚索区)+0.25m(人行护栏)+3.5（非机动车道）+1.5m（人行道）+0.25m(人行护栏)+0.4m(桁架结构)=57.9m。主桥典型横断面布置见图 2.2-3。

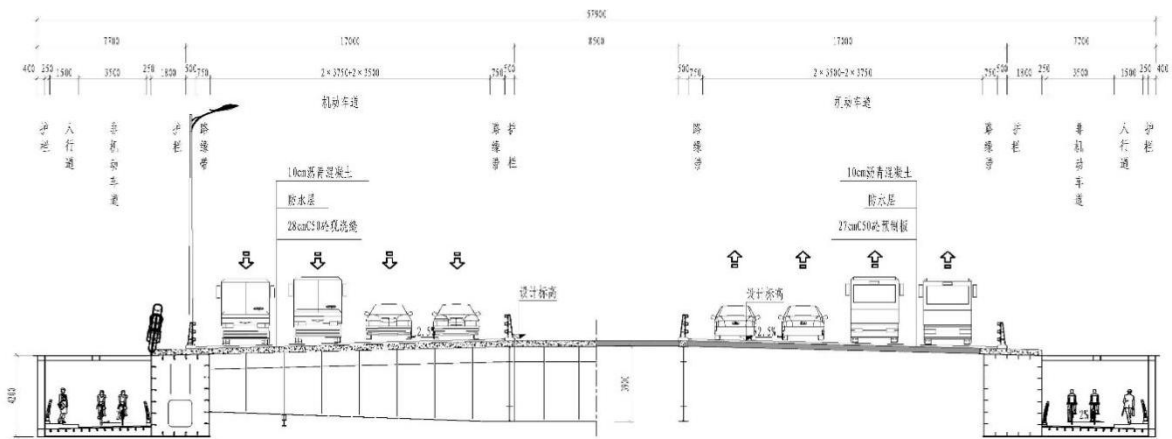


图 2.2-3 主桥横断面布置图（单位：m）

互通区主线桥设双向 8 车道，分幅布置，单幅宽均为 17.00m，两幅间距 8.5m，总宽度 42.5m。主线桥标准横断面：0.5（防撞护栏）+0.75（路缘带）+（2×3.75m+2×3.5m）（车行道）+0.75m（路缘带）+8.5m（中央分隔带）+0.75m（路缘带）+（2×3.5m+2×3.75m）（车行道）+0.75m（路缘带）+0.5m（防撞护栏）=42.5m。互通区主线桥典型横断面布置见图 2.2-4。

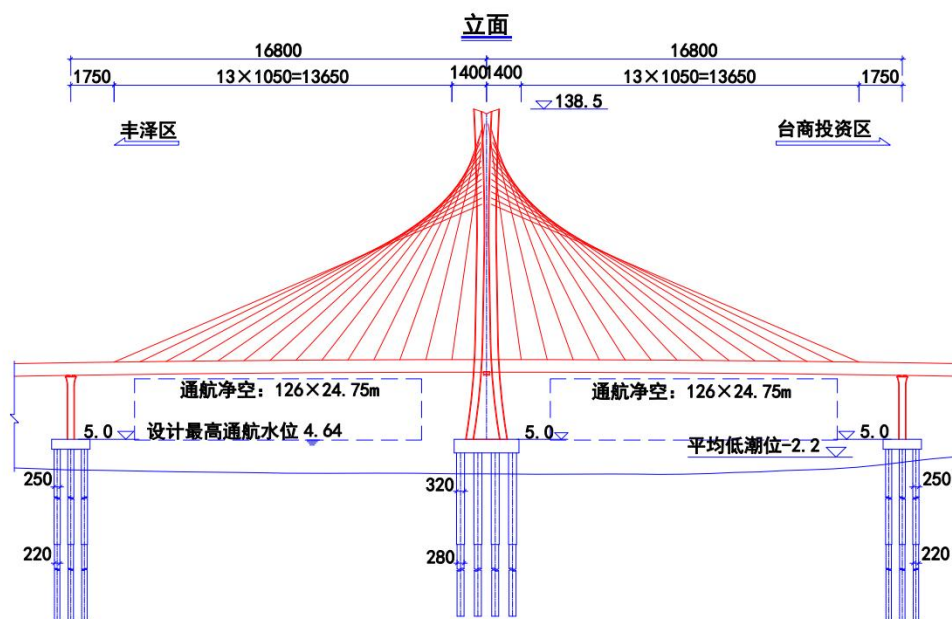


图 2.2-5 独塔斜拉桥桥跨布置

(3) 约束体系

独塔斜拉桥采用全漂浮体系，纵桥向设置粘滞阻尼器+限位挡块；索塔横向设置软钢阻尼器兼做横向抗风支座。过渡墩横向一侧设置双向活动支座+软钢阻尼器，另一侧设置单向活动支座+软钢阻尼器。

在正常使用情况下，阻尼器和软钢阻尼器不发挥作用。在 E1、E2 纵向地震作用下，粘滞阻尼器发挥作用，形成纵向耗能体系。在 E1 横向地震作用下，软钢阻尼器不发生屈服；在 E2 横向地震作用下，索塔处、过渡墩处软钢阻尼器均发生屈服，形成横向耗能体系。

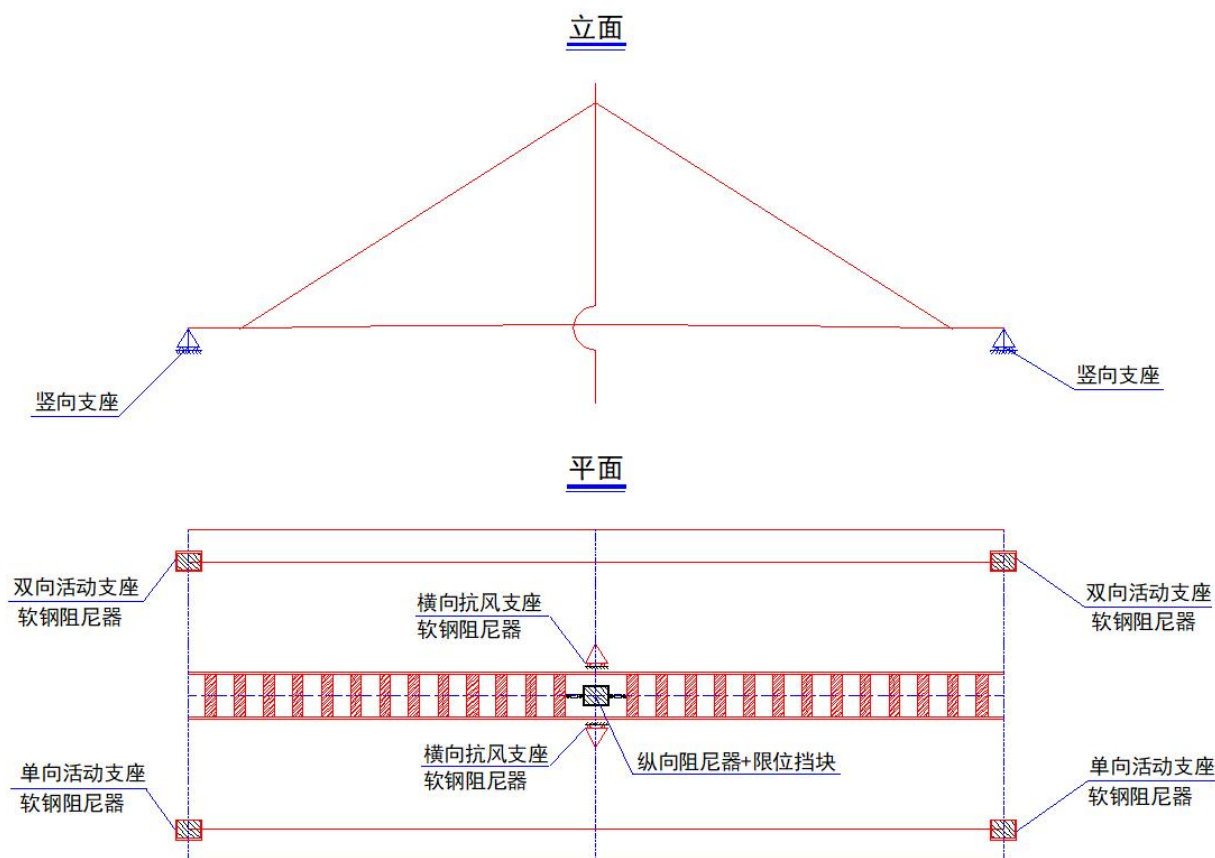


图 2.2-6 独塔斜拉桥约束体系

(4) 主梁

主梁采用机非分层布置方案，机动车道范围内为中间镂空的双边箱组合梁断面，非机动车道采用桁架系统外挂于边箱外腹板，主梁断面全宽 57.9m。

双边箱组合梁，其钢梁部分由边箱、钢纵梁、钢横梁形成稳定的钢格构体系，钢梁上放置混凝土桥面板，钢混通过连接件连接形成组合截面。双边箱组合梁断面全宽 42.5m（不包括两侧桁架宽度），标准节段长度 10.5m，主梁沿纵向每 3.5m 设置一道横梁。

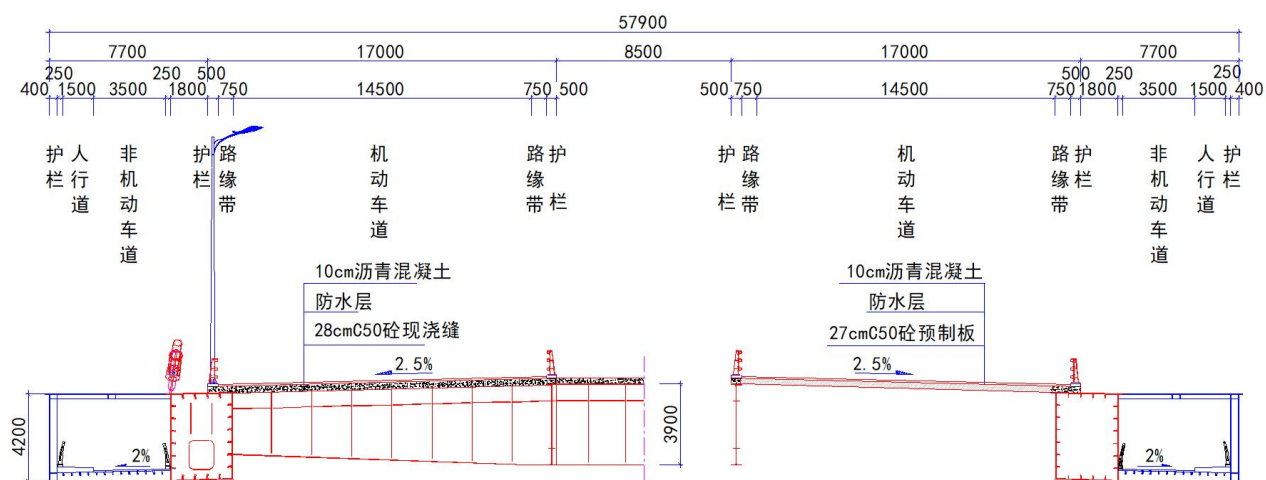


图 2.2-7 主梁标准横断面

本桥主梁钢结构采用全焊接连接,组合梁钢结构采用 Q420qD 型号钢材,外挂桁架采用 Q355D 型号钢材,标准梁段钢结构（包含外挂桁架）重约 263t。

（5）斜拉索及锚固构造

全桥共 $2 \times (14+14)$ 对斜拉索,斜拉索采用直径为 15.2mm 的预应力钢绞线斜拉索,抗拉标准强度为 1860MPa,并采用环氧涂层+HDPE 护套。梁端索距均为 10.5m。根据索力的不同,共分为 15.2-55、15.2-61、15.2-73、15.2-85、15.2-91 共五种类型,全桥共 56 根斜拉索。斜拉索最长 160.6m,单根重约 16.09 吨（A-B14、C-B14 号索,含锚具和护套重量）。斜拉索梁端锚固构造采用锚拉板,塔端锚固构造采用钢锚梁。

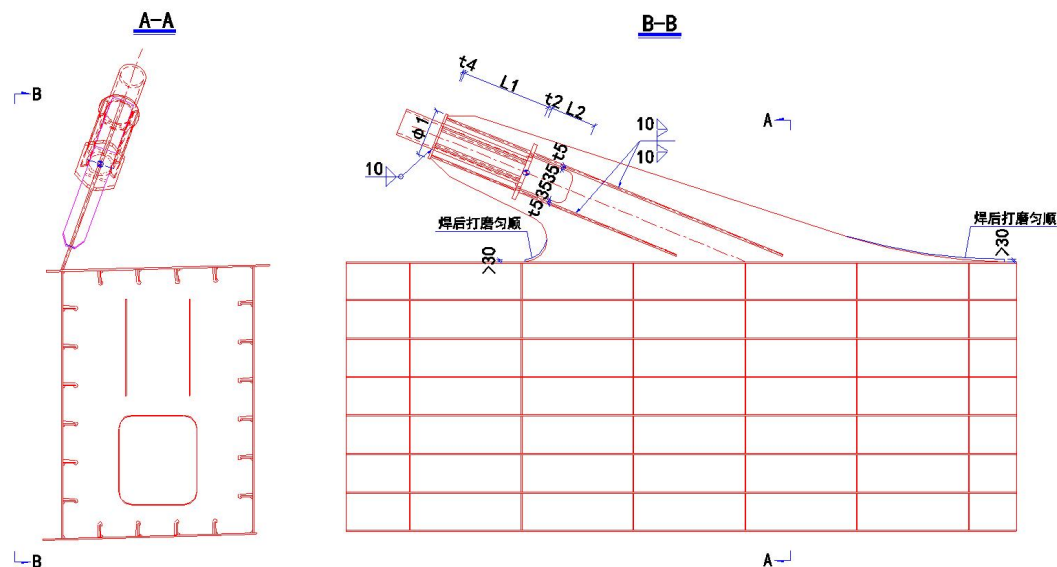


图 2.2-8 锚拉板一般构造

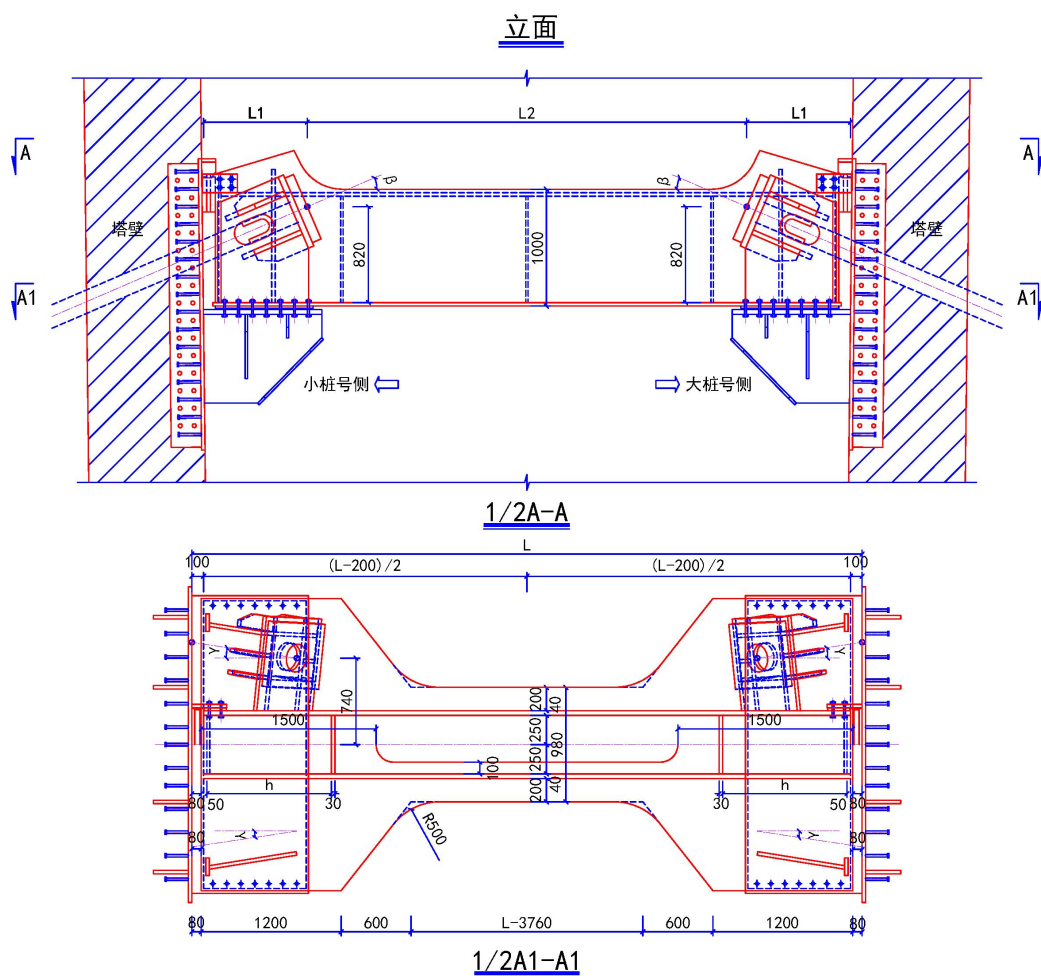


图 2.2-9 钢锚梁一般构造

(6) 索塔及基础

独塔双索面组合梁斜拉桥索塔塔高 133.5m，索塔纵桥向宽度由塔顶 10.5m 变化至塔底 17m，横桥向宽度由塔顶 8.5m 变化至塔底 14m，上塔柱截面壁厚为 1m；中塔柱截面壁厚为 1.2m，靠近上塔柱区域壁厚由 1m 变化至 1.2m；下塔柱截面壁厚为 1.5m，靠近中塔柱区域壁厚由 1.2m 变化至 1.5m，靠近塔底区域设置 10m 高倒角，壁厚变化至 2.5m，塔底设置 2m 高实心段及 10m 高隔板。索塔横桥向设置 1.5m 高牛腿，以便放置横向抗风支座。

索塔承台采用四边形承台，承台平面尺寸尺寸 33.2×26.2m，厚 5.5m。承台下设 20 根钻孔灌注桩，桩径 3.2m，桩身上部采用钢管复合桩参与受力，索塔桩基础均采用端承桩形式，嵌岩深度按照 2.5 倍桩径控制。

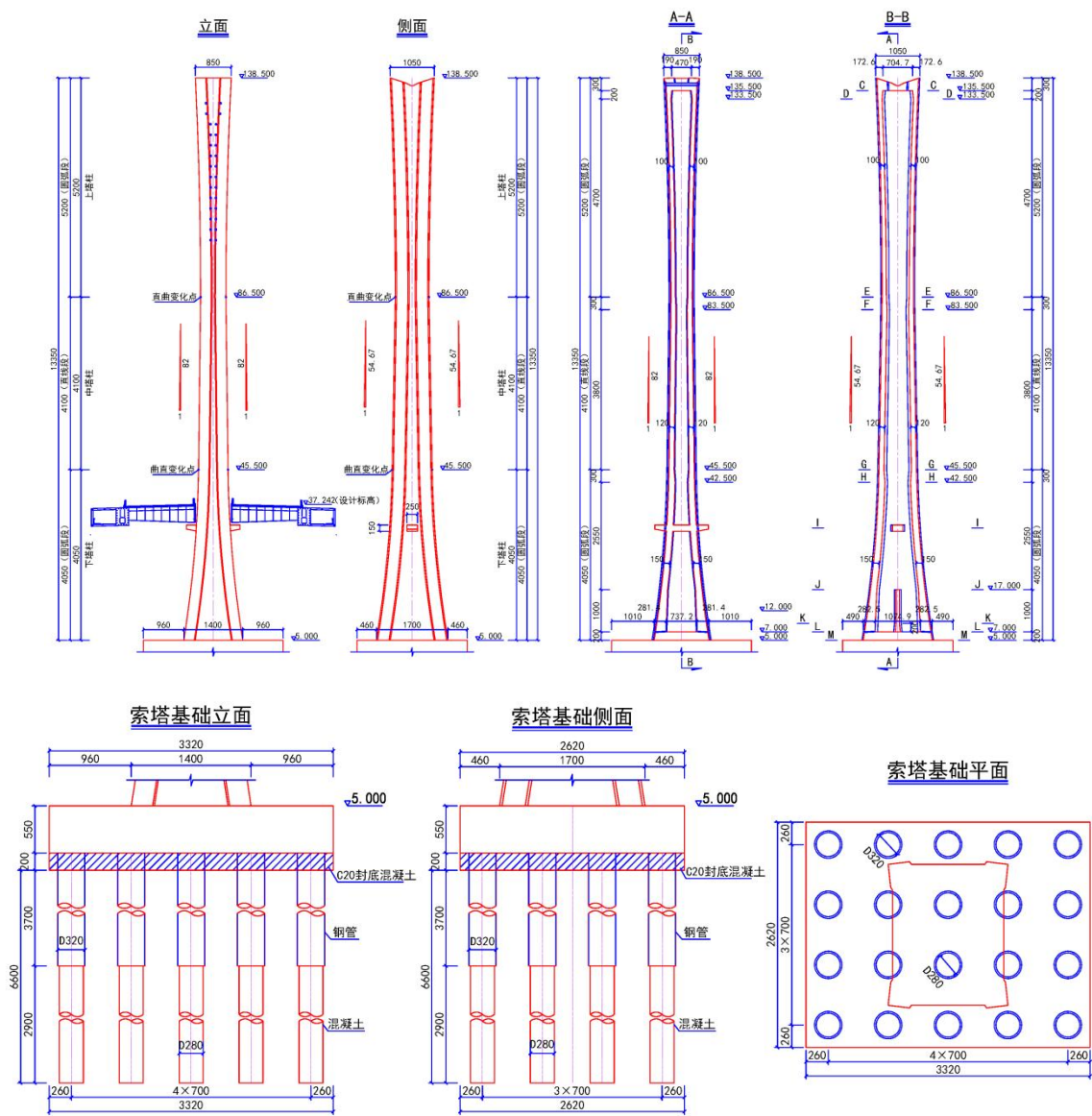


图 2.2-10 索塔基础一般构造

(7) 过渡墩及基础

主桥过渡墩造型与引桥保持一致，左右幅各设一个花瓶墩，墩底截面尺寸为 $9 \times 4.5\text{m}$ ，墩顶通预应力混凝土盖梁相连，盖梁截面尺寸为 $3.5 \times 4.5\text{m}$ 。承台采用矩形承台，平面尺寸为 $15.5 \times 15.5\text{m}$ ，厚度为 4m ，承台下设 9 根直径 2.5m 钢管复合桩，桩基均采用嵌岩桩形式。主桥过渡墩一般构造如下图所示。

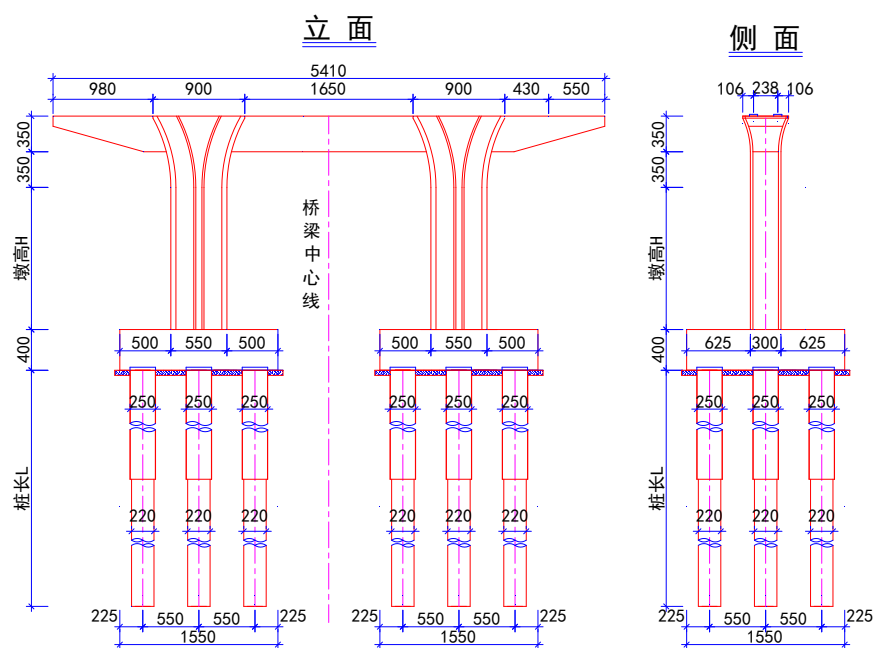


图 2.2-11 主桥过渡墩一般构造(单位: cm)

(8) 主桥桥墩防撞设施

主桥工程主桥设置通航孔, 为防止船舶碰撞主桥墩, 在墩身设置防撞设施。防撞方案采用钢覆复合材料防撞设施方案, 钢覆复合材料防撞设施由橡胶护舷和钢箱结构组合而成, 橡胶护舷与钢箱结构通过螺栓连接, 护舷通过预埋螺栓与主体结构锚固。主桥防撞设施设计见图 2.2-12。

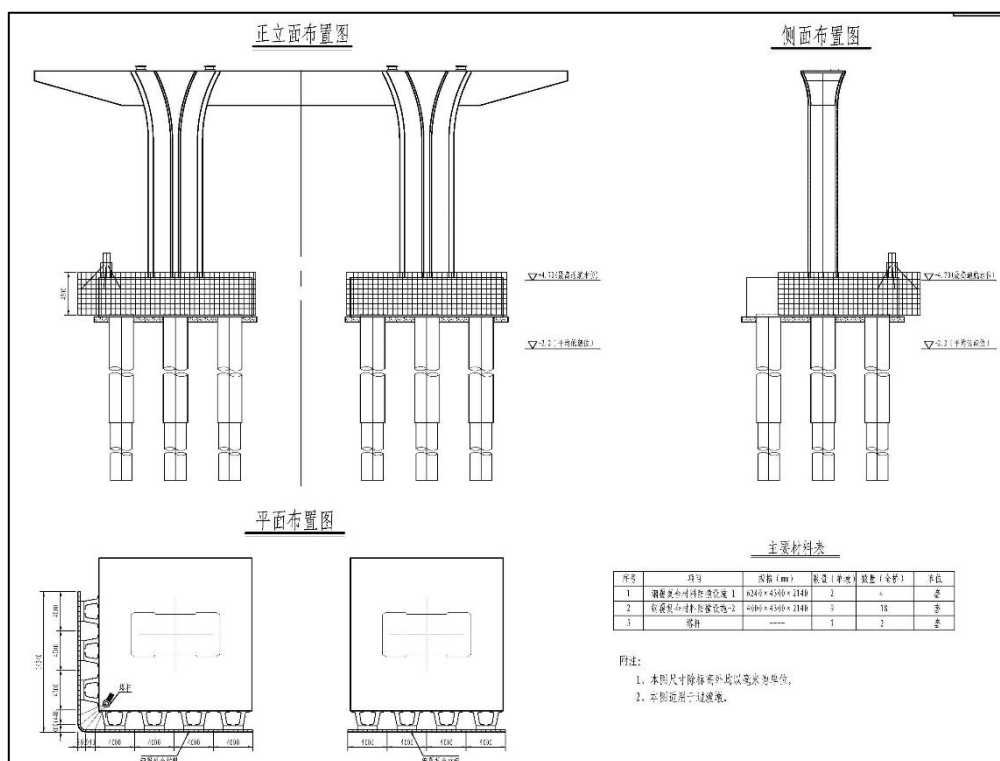


图 2.2-12 桥梁防船撞装置设计图

2.2.4.2 互通主线桥结构与尺寸

百崎互通主线桥全长 1759.5m，分幅布置，单幅宽 13.25m-25.77m。左幅跨径布置为： $(4\times 30)\text{m}+(30+30.5+42.5+35)\text{m}+(2\times 36)\text{m}+(4\times 50)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(4\times 50)\text{m}$ ，右幅跨径布置为： $(4\times 30)\text{m}+(2\times 33.5+42.5+34)\text{m}+(2\times 33)\text{m}+(4\times 50)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(4\times 50)\text{m}$ ，均为预应力砼等高度连续箱梁桥。

东海互通主线桥全长 2637.0m，分幅布置，单幅宽 13.25m-25.31m。左幅跨径布置为： $(4\times 50)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(3\times 30.5)\text{m}+(2\times 30.5+26)\text{m}+(2\times 26)\text{m}+(26+3\times 30)\text{m}+(2\times 30)\text{m}+(30+40+30)\text{m}+(4\times 30)\text{m}$ ，右幅跨径布置为： $(4\times 50)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(3\times 43+43.5)\text{m}+(3\times 50)\text{m}+(3\times 30)\text{m}+(4\times 27)\text{m}+(3\times 30)\text{m}+(3\times 30)\text{m}+(3\times 30)\text{m}+(30+40+30)\text{m}+(4\times 30)\text{m}$ ，均为预应力砼等高度连续箱梁桥。

(1) 互通主线桥上部结构

采用现浇等高度斜腹板连续箱梁，单箱单室或单箱多室，材料为 C50 砼，跨径 50m 梁高 3.0m，跨径 30m 梁高 1.8m；顶板宽度 13.25~24.1m，底板宽度 5.617~16.467m，边腹板斜率 1: 3；箱梁悬臂长 3.0m，悬臂根部高度 0.55m，悬臂端部高度 0.2m，顶板厚 0.28m，底板厚 0.25m，腹板厚 0.5m 经渐变段至 0.7m，根部隔墙处变化至 0.8m；顶板厚度经渐变段在隔墙处变化至 0.6m，底板厚度经渐变段在隔墙处变化至 0.6m。端横梁宽度 2.0m，中横梁宽度 2.4m。桥面横坡 2.5%，通过箱体绕设计高程点刚性旋转形成。主梁采用纵、横双向预应力体系。预应力束均采用标准强度 1860Mpa 的钢绞线，设计锚下张拉控制应力为 1395Mpa，钢绞线采用塑料波纹管制孔，群锚锚具锚固。典型箱梁跨中界面见图 2.2-13。

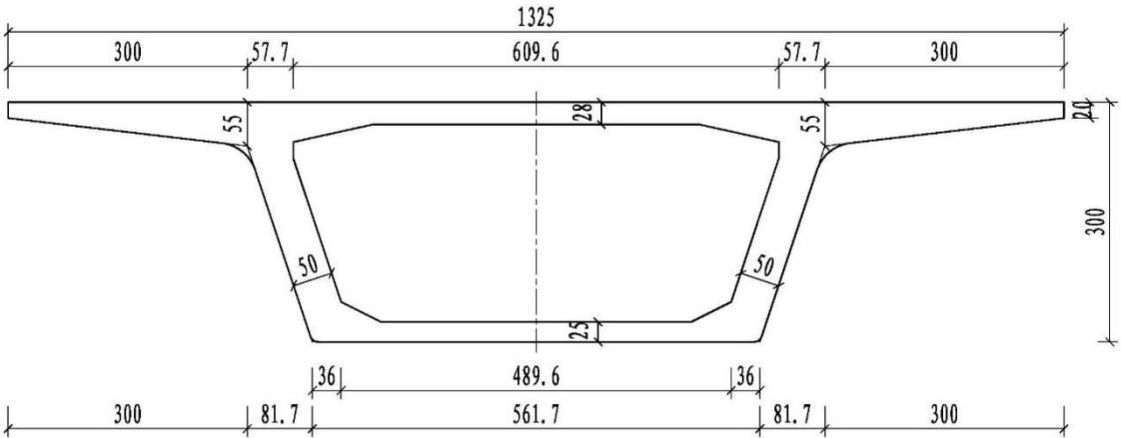


图 2.2-13 典型箱梁跨中截面（单位：cm）

(2) 互通主线桥下部结构

互通区主线桥墩身采用花瓶墩，桥墩宽度及纵向厚度根据桥宽及跨径调整。单幅基础采用 4 根 $\phi 1.8\text{m}$ （ $\phi 1.5\text{m}$ ）钢管复合桩，行列式布置，桩间距根据墩柱间距适当调整。墩

身及承台采用 C40 海工混凝土，桩基采用 C35 水下海工混凝土。互通区主线桥跨径 50m 下部结构见图 2.2-14。

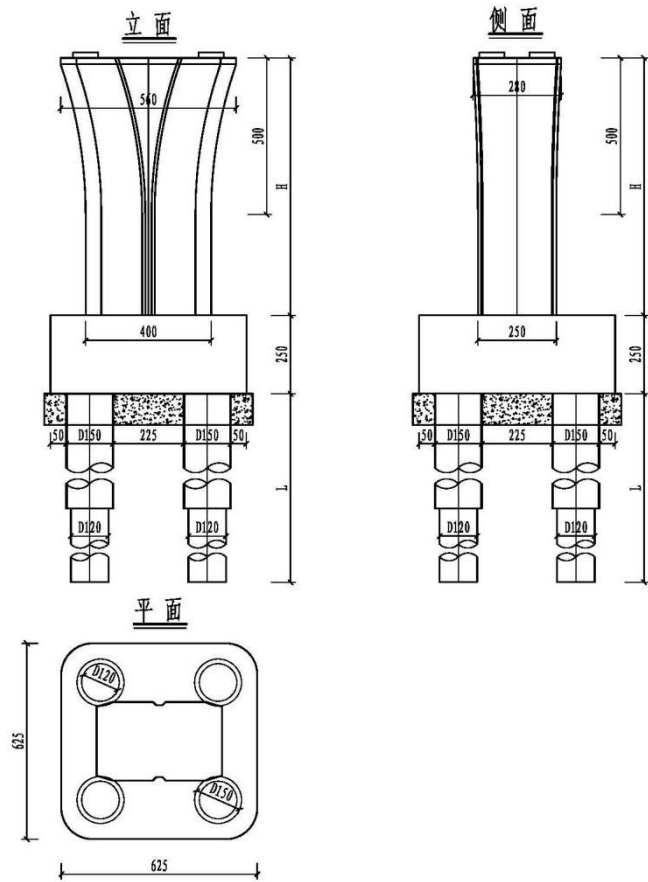


图2.2-14 互通区主线桥下部结构图

2.2.4.3 互通匝道桥结构及尺寸

为确保行车舒适性，结合桥梁美观需要，匝道平曲线半径小于 100m 时采用 20m 跨径钢筋混凝土现浇连续箱梁，匝道平曲线半径大于 100m 时采用 30~40m 跨径预应力混凝土现浇连续箱梁，个别难以跨越位置，采用钢混组合梁。对于海域段接主线鼻端附近，考虑采用 50m 跨径，保证美观性及通透性，并尽量确保在一联内现浇箱梁箱室数量维持不变。

(1) 标准跨径匝道桥上部结构

匝道桥采用经济性好的混凝土连续箱梁。为与互通主线桥外形景观风格保持一致，匝道桥采用斜腹板梁断面形式，轮廓外形流畅，构造轻盈，受力明确。跨径 30m 梁高 1.8m，边腹板斜率 1: 3；箱梁悬臂长 2.0m，悬臂根部高度 0.5m，悬臂端部高度 0.2m，顶板厚 0.25m，底板厚 0.22m，腹板厚 0.5m 经渐变段至 0.7m。桥面横坡通过箱体绕设计高程点刚性旋转形成。主梁采用纵向预应力体系。预应力束均采用标准强度 1860Mpa 的钢绞线，设计锚下张拉控制应力为 1395Mpa。跨径 20m 梁高 1.6m，边腹板斜率 1: 3；箱梁悬臂长 2.0m，悬臂根部高度 0.5m，悬臂端部高度 0.2m，顶板厚 0.25m，底板厚 0.22m，腹板厚

0.5m 经渐变段至 0.7m。桥面横坡通过箱体绕设计高程点刚性旋转形成。

(2) 标准跨径匝道桥下部和基础形式

匝道桥墩身采用花瓶墩，桥墩宽度及纵向厚度根据桥宽及跨径。单幅基础采用 2 根 $\phi 1.8\text{m}$ ($\phi 1.5\text{m}$) 钢管复合桩。墩身及承台采用 C40 海工混凝土，桩基采用 C35 水下海工混凝土。

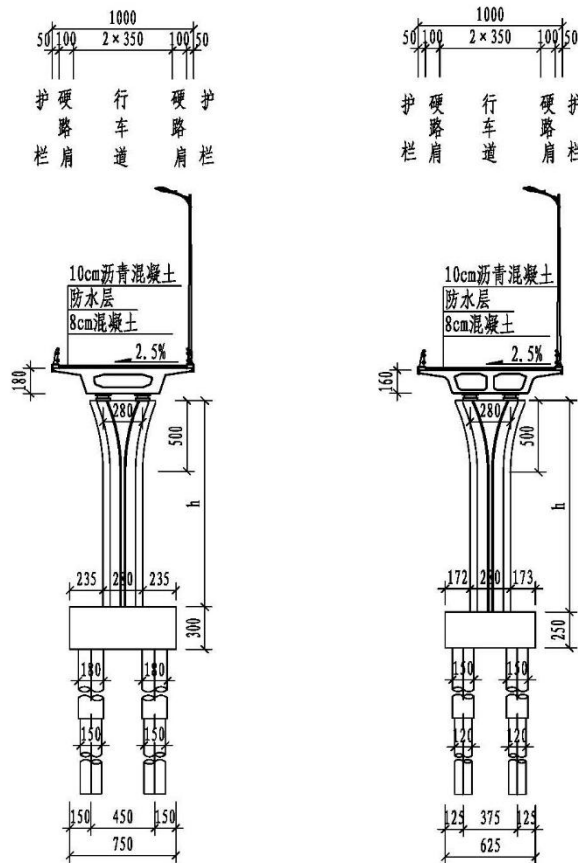


图2.2-15 互通区匝道桥结构形式

(3) 引桥桥墩防撞设计

为避免失控偏航船舶直接撞击桥梁，在通航孔两侧设置独立防撞墩，从而达到保护大桥的目的。独立防撞墩设置在桥墩上下游 20m 处。防撞墩位置示意图 2.2-16。

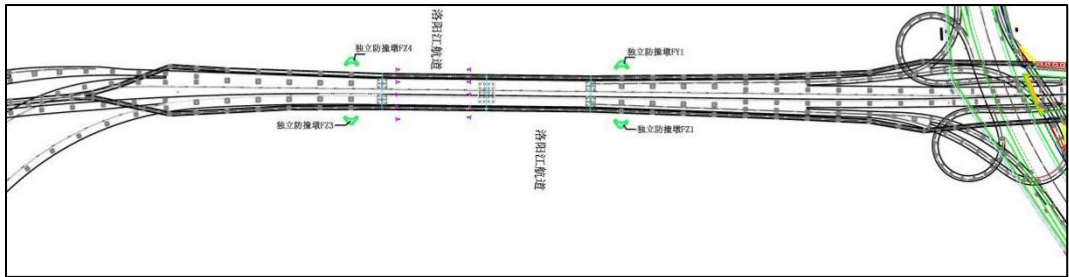


图 2.2-16 引桥防撞墩位置示意图

独立防撞墩承台为“箭头”形，顶端为半径 600cm 圆弧，可减小阻水面积，并加大保护角度。独立防撞墩承台宽 26.088m，长 13.510m，高 3.5m。承台顶标高高于设计高水

位 2cm，为 4.81m，承台顶设置警示标志。独立防撞墩设置 7 根直径 1.8m 钻孔灌注桩，钢护筒壁厚 25mm，桩端嵌入中风化岩层和微风化岩层的深度一般不小于 2.5 倍桩径和 1 倍桩径，局部部位根据桩长及覆盖层情况适当加大嵌岩深度，混凝土浇注至钢护筒底向上 6m 范围，然后填砂至距离承台底 4m，填砂压实度要求大于 96%，承台底向下 4m 范围为钢筋混凝土填芯，桩顶伸入承台 2.3m。引桥防撞墩结构见图 2.2-17。

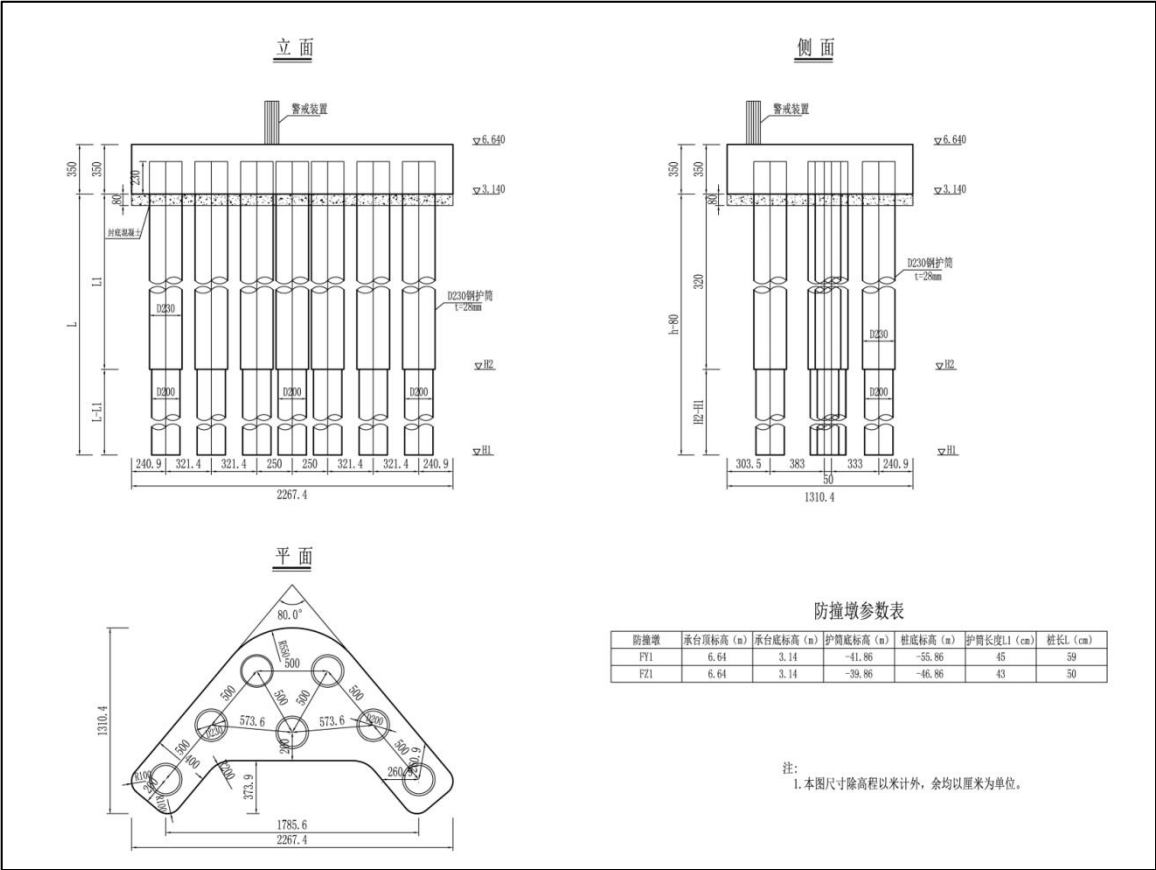


图 2.2-17 防撞桩结构示意图

2.3 施工方法与进度安排

2.3.1 施工方法

(1) 主桥施工

①主桥下部结构施工

桩基础施工程序为：搭设钻孔平台—施沉钢套筒—钻孔—清孔—下放钢筋笼—成桩。采用履带吊安装钢筋笼，导管法浇筑水下混凝土，混凝土采用岸上搅拌站搅拌，罐车通过便道及栈桥运至现场。总体施工流程见图。

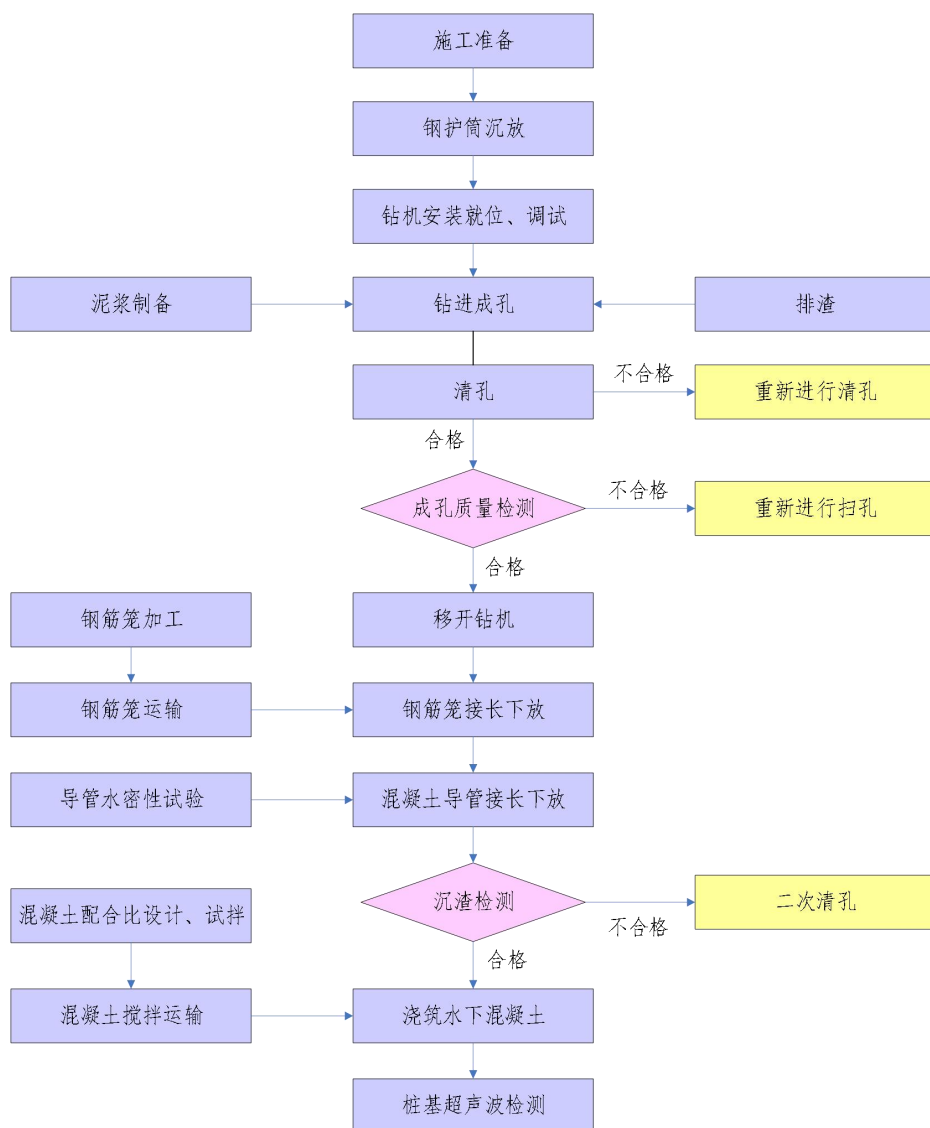


图 2.3-1 主桥钻孔桩施工流程图

桩基采用冲击钻冲击成孔，正循环钻进配合气举反循环清孔，除渣系统采用黑旋风 ZX250。桩基在钻孔过程中产生的废渣、废浆以及浇筑混凝土过程中产生的废浆利用专门设置的排浆系统集中到泥浆船上统一运到指定地点集中处理。钢筋笼在后场分节段同槽加工，单节长度不大于 12m，主筋采用机械连接，声测管在钢筋笼加工时同槽安装。钢筋笼加工完成通过验收后，利用 20t/12m 平板车转运至施工现场，为避免钢筋笼发生吊装变形，钢筋笼现场采用四点起吊，为避免钢筋笼发生吊装变形，并设置专用吊具。桩基钢筋笼采用工具式钢筋笼接至平台标高与普通可靠连接（焊接），防止其上浮。检查成桩平面位置、孔深、泥浆指标及孔底沉渣、孔径是否满足规范及设计要求，符合要求后下放钢筋笼及导管，再次检查孔底沉渣是否满足设计及规范要求，若不满足，则利用导管进行二次清孔，直至沉渣厚度满足要求后进行混凝土浇筑施工。混凝土由陆上搅拌站生产，砼罐车运输至施工桩位，用 HBT80 型拖泵或 46m 汽车泵泵送。采用大、小集料斗配合进行桩基首封混凝土浇筑，在整个浇筑过程中严格控制导管埋深在 2-6m 之间，保证混凝土灌注质量。

②主桥承台施工

主墩承台为高桩型，拟采用双壁有底钢吊箱施工，施工流程见图 2.3-2。

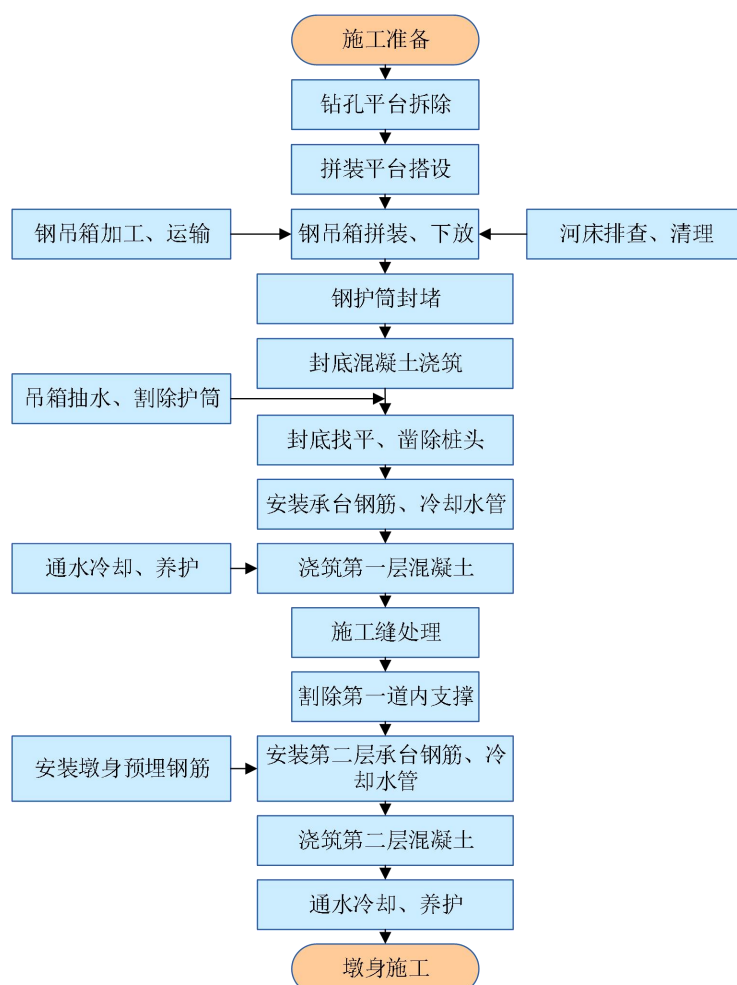


图 2.3-2 承台施工流程图

主要施工方法如下：钢套箱采用龙门吊及履带吊作为施工起重进行拼装，首先接高部分钢护筒，确保拼装过程中不受潮水影响；拼装完成后，采用千斤顶同步下放钢套箱至设计标高，并进行堵漏；然后进行封底混凝土施工，封底砼达到设计 70%以上强度后，抽水施工承台。抽水完成后割除桩头以上钢护筒，人工凿除桩头。承台钢筋在钢筋加工厂制作，通过 20t/12m 平板车运输至现场，利用 50t 履带吊作为施工起重设备绑扎承台钢筋及墩身钢筋预埋（定位准确、加固牢固防止偏位）、塔吊、支架、劲性骨架等所需预埋件，冷却水管安装并试通水，一切准备就绪后，准备浇筑混凝土。主墩承台混凝土分 2 次浇筑，其余墩承台均 1 次性浇筑。混凝土采用陆上搅拌站生产，砼罐车运输至现场，46m 汽车泵泵送入仓。混凝土终凝后顶面采用蓄淡水养护。当混凝土达到一定强度后，利用 50t 履带吊与人工配合割除双壁钢围堰内支撑，水下割除承台以上部分的双壁钢围堰。承台施工系大体积混凝土浇注，施工单位应采取综合防患措施，委托有经验的单位进行大体积温度控制设计。在承台最后一层砼浇筑前，应采用钢筋定位架精确定位墩身首节钢筋。

③索塔施工

索塔采用液压爬模施工，标准节段 6m，共划分为 25 个节段，塔吊作为施工起重设备，电梯作为人员上下通道。索塔施工流程见图。

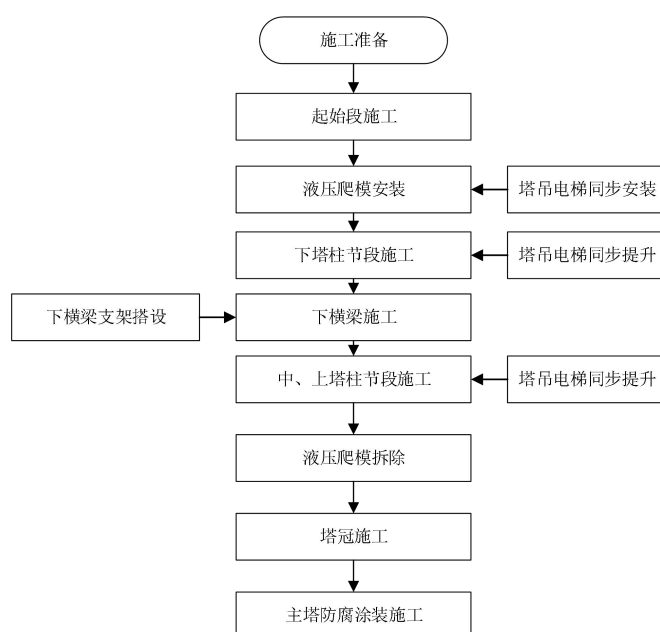


图 2.3-3 索塔施工流程图

索塔主要施工方法如下：起始节段在塔柱四周搭设施工支架，形成封闭操作平台；在爬模系统具备安装条件后，拆除起始节段支架，进行标准节段施工。钢锚梁制造完成后，进行预拼装及验收，以确定钢锚梁在运输或二次组拼两个环节上对锚梁整体安装所产生的影响。

④主桥上部结构施工

主桥叠合梁采用钢梁和混凝土桥面板结合的形式，28个标准节段（10.5m）+1个塔顶节段（15.5m）+2个边跨节段（6.95m）+2个合拢节段（5.5m），总计33个安装节段。钢梁主要由箱形纵梁与工形横梁构成，标准节段设置3道横梁；钢主梁上采用锚拉板的斜拉索锚固构造形式。混凝土桥面板支撑在由纵梁和横梁组成的梁格上，与钢主梁通过剪力钉结合后共同受力。

斜拉索呈空间扇形索面布置，采用抗拉强度1860Mpa的 Φ s15.2填充性环氧涂层平行钢绞线拉索体系，外层装双螺旋线抗风雨激振式HDPE护套管。斜拉索纵桥向标准索距为10.5m，共设28对。斜拉索采用单根穿索、单根张拉工艺。

塔区梁段通过浮吊安装就位临时支架上。东侧梁段通过西侧桥面吊机起吊后，转运至西侧桥面吊机安装；西侧梁段直接垂直起吊。由于索塔位置的冲突，东侧梁段需分成左、右两幅分别吊装。每节段钢梁吊装完成后，安装斜拉索进行第一次张拉；随后吊装混凝土

面板，并浇筑湿接缝，等强后完成第二次张拉，桥面吊机即可行走至下一节段。

(2) 引桥施工

①引桥下部结构施工

引桥水中桩基础通过搭设钻孔平台，将钢管复合桩钢管海运至临时材料码头通过栈桥运输至钻孔平台，采用履带吊和液压振动锤进行施沉。施工程序为：搭设钻孔平台—施沉钢套筒—钻孔—清孔—下放钢筋笼—成桩。引桥钻孔桩施工流程见图2.3-4。

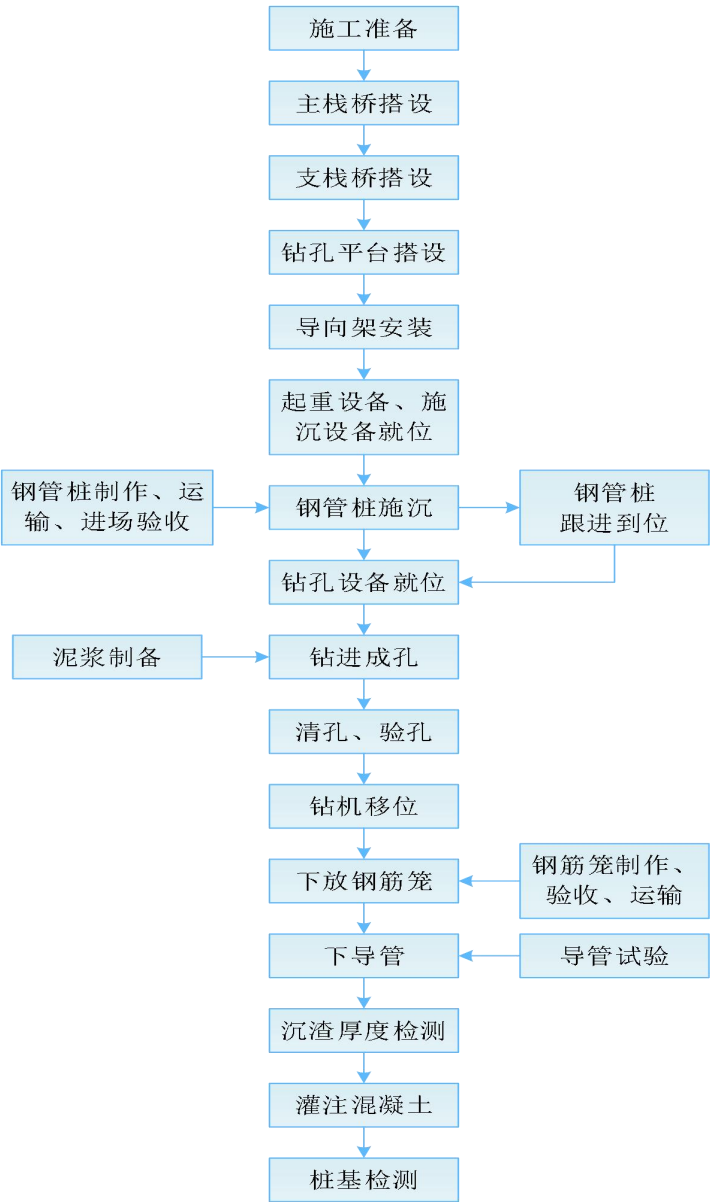


图 2.3-4 引桥钻孔桩施工流程图

桩基采用冲击钻冲击成孔，正循环钻进配合气举反循环清孔，除渣系统采用黑旋风 ZX250，在平台上放置钢箱做小泥浆池进行泥浆循环，在浇筑混凝土过程中利用泥浆船（或利用泥浆泵抽送至陆上大泥浆池）进行废浆收集，产生的废渣、废浆利用专门设置的排浆系统集中到泥浆船（或泥浆车）上统一运到指定地点集中处理。

②引桥承台施工

水中承台采用钢板桩围堰施工，墩身采用一体化装配式平台现浇、翻模施工工艺。图引桥承台施工流程见图2.3-5。

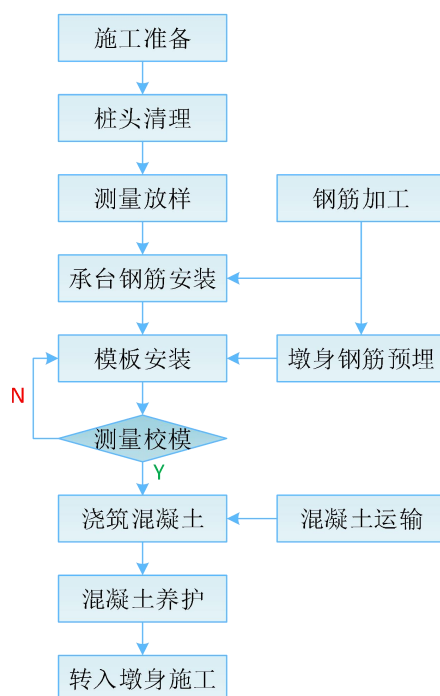


图 2.3-5 引桥承台施工流程图

③墩身施工

墩身采用一体化装配式平台现浇、翻模施工工艺,施工程序为：承台施工完成—测量放样—劲性骨架安装—钢筋施工—模板施工—混凝土施工—循环以上步骤直至施工完成。

为确保墩身外观质量，模板要求采用精制大块定型钢模，利用塔吊或履带吊施工墩身模板。混凝土采用陆上搅拌站生产，混凝土罐车运输至现场，46m汽车泵泵送，软管布料，串筒入仓。混凝土采用洒水养护并用薄膜缠绕覆盖养生。

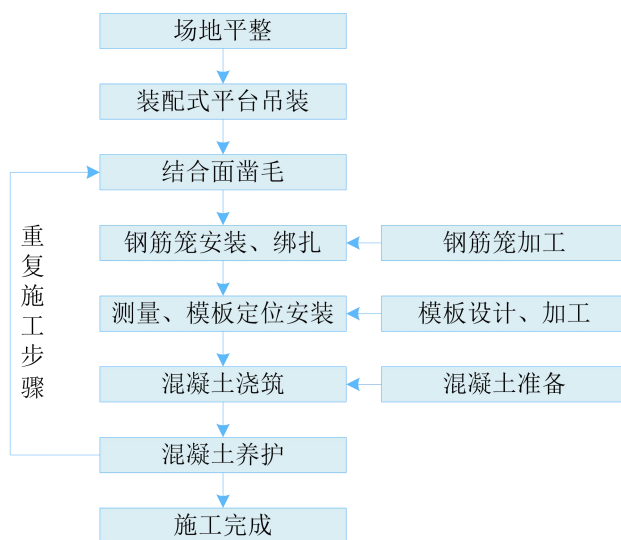


图 2.3-6 引桥墩身施工流程图

④引桥上部结构施工

引桥上部结构为现浇箱梁，主要跨径布置为30m及50m，采用少支架及满堂支架施工。满堂支架采用承插型盘扣支架，少支架采用贝雷梁+钢管桩基础。引桥上部结构施工流程见图2.3-7。

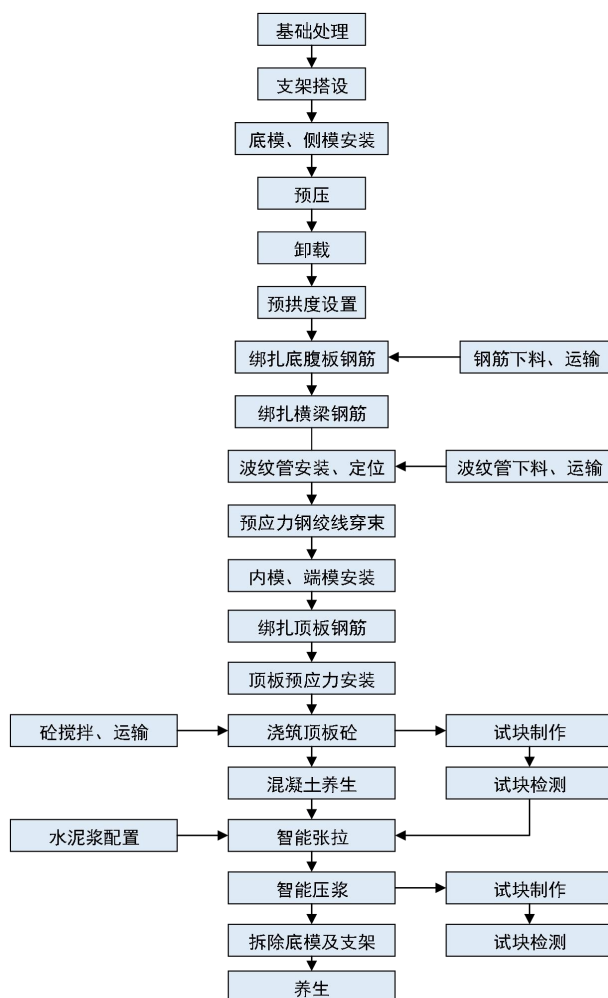


图 2.3-7 引桥上部结构施工流程图

（3）施工栈桥

为了满足海上桥梁施工需要，在丰泽侧和泉州台商投资区侧分别设置一座闭合的施工栈桥，两座施工栈桥在航道段距离约125m，留有通行空间。

施工栈桥位于桥梁两侧，距离桥梁边线约2m，并在每个墩位两侧设置支栈桥。栈桥及支栈桥桥面标高均为7.52m，桥面宽度9m，按双向两车道设计，标准跨度9m。栈桥基础采用 $\phi 800 \times 10$ 钢管桩，每排2根。钢管桩横向则根据不同水深条件设置1-2层平、斜联。纵向横梁采用2HM600 \times 200型钢，纵梁为4组“321”型贝雷片，桥面板为10cm厚花纹钢板。面板两侧设涂刷红白相间警示漆的钢护栏，并在栈桥两侧设置管线槽架。

栈桥作为跨海桥梁下部结构及上部结构施工的重要通道，设计使用年限3.5 年。

①栈桥与钻孔平台施工

栈桥施工主要由基础钢管桩振打、贝雷主桁架设、桥面铺装三部分组成。栈桥基础施工采用 80t 履带吊配合液压打桩锤施打钢管桩；栈桥主桁采用在岸边场地内拼装分组桁架，将分组桁架运至现场利用吊车组拼成整体；桥面施工采用在后方将桥面分块加工成标准化模块，由汽车运输到位后利用履带吊吊装架设，依次逐跨施工。栈桥桥面板采用型钢桥面板。在预制场内统一预制，养护完成后运至栈桥处安装。栈桥主梁采用两组（一组四排单层）贝雷片作为承重梁。贝雷梁单跨跨度为 12m，每组贝雷片设上下平联。

水上钻孔平台与栈桥相接，平台搭设按栈桥施工工艺施工，除主桥中墩和边墩两侧设置支栈桥外，其余水中墩只设置单侧支栈桥。平台采用钢管桩+贝雷梁结构形式。平台基础采用履带吊钓鱼法施工。平台倒用原则：主桥钻孔平台均考虑一次性投入，东西引桥水中平台按 1/3 投入使用，周转 3 次。振动锤插打钢护筒的施工工序为：施工准备→导向架拼装→打桩机就位→插桩→安装桩帽→安装振动锤→精确定位→通电振动沉桩→沉桩完毕、起锤、起桩帽。钢护筒施工注意事项：首先，测量放线定好钢护筒中心线。钢护筒吊装时，为保证钢护筒起吊时不变形，顶端采用四点吊装，底部采用一点吊装。钢护筒就位，调整钢护筒导向，岸上设置两台经纬仪观测护筒两个方向的倾斜度，确保平面位置偏差 $<50\text{mm}$ ，倾斜度 $<1/200$ 。

②栈桥拆除

按从水中向岸边的方向逐孔拆除，每孔拆除按从上向下的先后次序依次为：拆除栈桥桥面板—拆除横向分配梁—拆除纵向贝雷梁—拆除桩顶横梁—上拔钢管桩。

施工栈桥结构断面见图2.3-8，立面布置见图2.3-9。

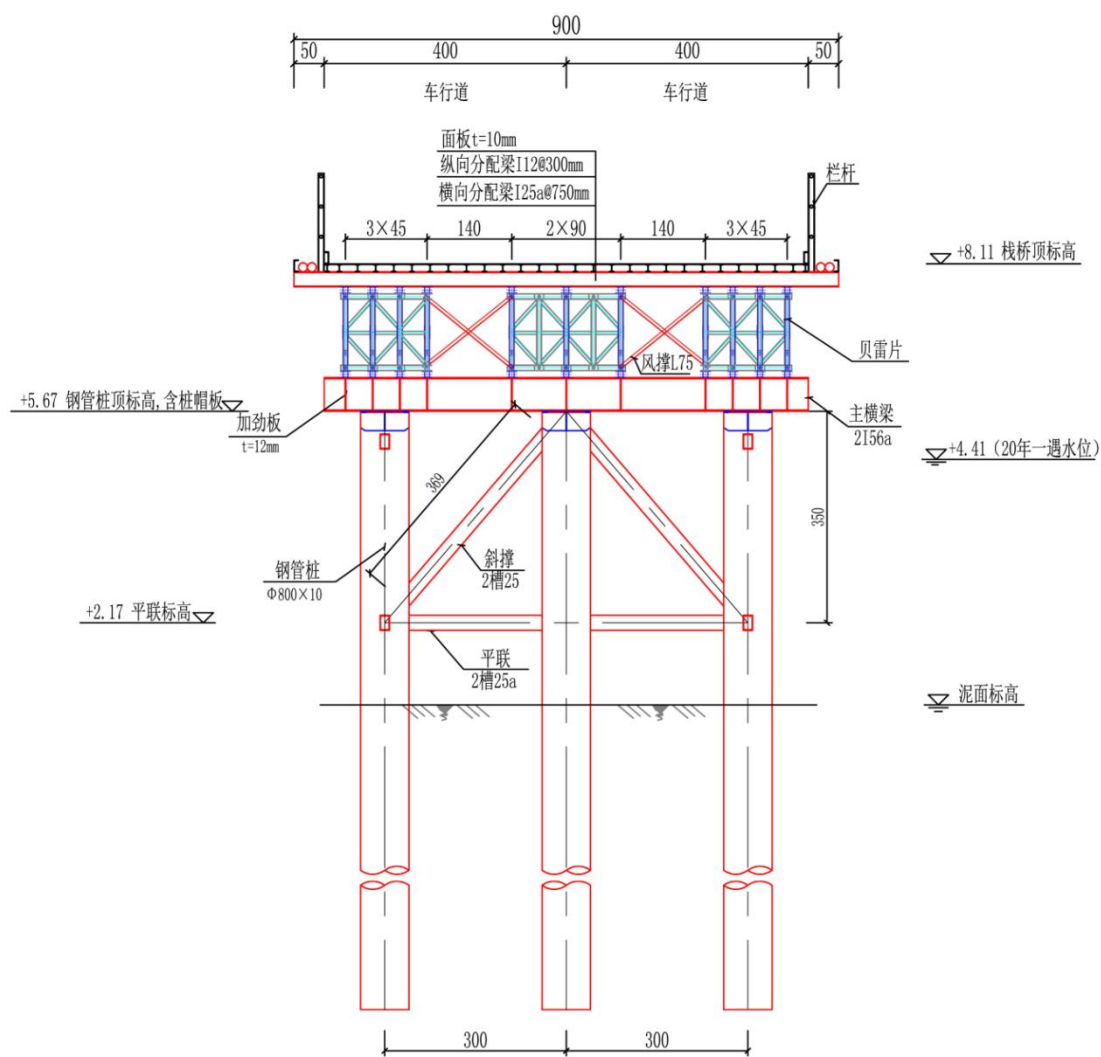


图2.3-8 施工栈桥典型结构断面图

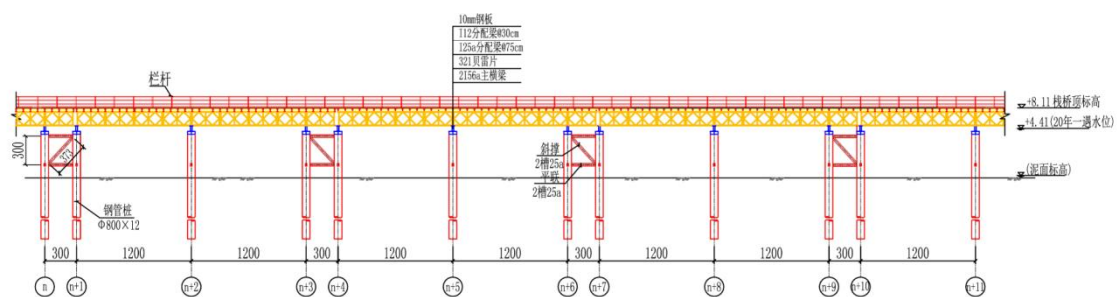


图2.3-9 跨海段施工栈桥立面布置图

2.3.2 土石方平衡

土石方分东西两岸分包统计：西岸东海互通挖方 4.6 万 m³，填方 2.8 万 m³；东岸百崎互通挖方 2.4 万 m³，填方 20 万 m³。项目弃方共 7 万 m³，拟外运。

2.3.3 施工条件与进度安排

泉州盛产花岗岩等石材，周边砂、土来源丰富，交通方便，工程所需石灰、钢筋、沥青等外购材料可直达现场。本项目所在区域基础设施完善，区域的水电、通讯等为本项目的建设提供良好的依托。

百崎通道主线桥梁长、两岸互通规模大，因此水中下部结构与主桥上部结构拟同步建设，计划建设总工期 36 个月。

表 2.3-1 施工进度计划表

序号	任务名称	时间 月	第一年												第二年												第三年												第四年																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
1	百崎通道	42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

2.4 项目用海需求

本项目为交通运输工程，根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”，用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道”用海，桥梁拟申请用海面积 20.2127 公顷，其中 10.1599 公顷位于泉州市丰泽区（二等海域），10.0528 公顷位于泉州台商投资区（海域等别参照惠安县，为四等海域）。申请用海期限为 40 年。

此外，项目施工栈桥平面布置局部超出拟申请“跨海桥梁、海底隧道”用海范围，因此，另申请施工期用海，用海方式为“透水构筑物”。施工栈桥用海面积 0.2309 公顷，其中 0.1167 公顷位于泉州市丰泽区（二等海域），0.1142 公顷位于泉州台商投资区（海域等别参照惠安县，为四等海域），考虑施工过程的不确定因素，申请用海期限为 4 年。

工程拟申请用海面积组成见表 2.4-1。

表 2.4-1 工程拟申请用海面积组成一览表

用海方式	宗海单元	用海面积 (公顷)	备注
跨海桥梁、海底隧道 (20.2127)	跨海桥梁	20.2127	其中 10.0528 位于泉州台商投资区， 10.1599 位于丰泽区
透水构筑物 (0.2309)	北侧施工栈桥 1	0.0176	位于丰泽区
	北侧施工栈桥 2	0.0176	
	北侧施工栈桥 3	0.0154	位于泉州台商投资区
	北侧施工栈桥 4	0.0071	
	南侧施工栈桥 1	0.0080	位于丰泽区
	南侧施工栈桥 2	0.0735	
	南侧施工栈桥 3	0.0732	位于泉州台商投资区
	南侧施工栈桥 4	0.0160	
	南侧施工栈桥 5	0.0025	
总用海面积		20.4436	

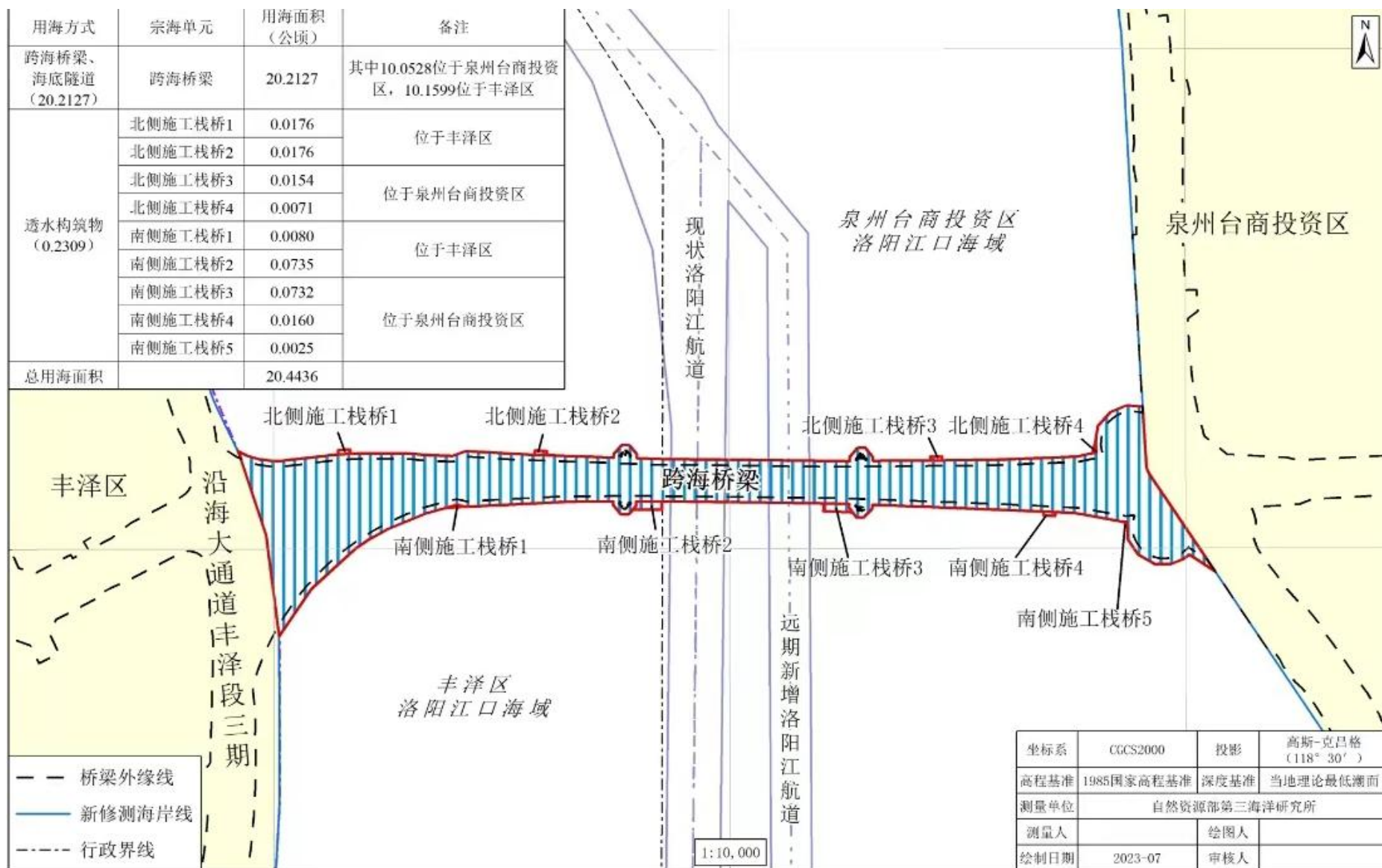


图 2.4-1 泉州百崎通道工程宗海平面布置图

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

(1) 是泉州沿江向海发展、建设滨海大都市的必然要求

《泉州市城市总体规划（2008-2030）》提出构建泉州都市区“一区、两翼、多支点”的市域空间结构，泉州中心城区将形成“多中心、组团式”的空间布局模式，城市用地主要向东、向南发展，优化北部功能，适度向西发展。向东发展地区主要包括丰泽区东海、城东、华大街道和洛江区万安街道，以及跨过洛阳江口海域向东的洛秀、张坂等东部组团。泉州市发展“东进”的主要区域为跨洛阳江口海域的滨江区域。

百崎通道是联系泉州市区东海组团和泉州台商投资区的纽带，将完善泉州市快速交通路网，加强环湾区域的交通联系，拉近了环泉州湾区域的时空距离，有助于促进两岸的土地开发建设，推动交通引导城市发展，对改善泉州市投资环境，推动城市经济发展、发挥泉州中心城市的作用具有重大意义。

(2) 是完善区域交通路网，推动泉州台商投资区开发建设的迫切要求

以洛秀组团和张坂片区为主体建立的泉州台商投资区，自 2010 年成立以来，社会经济迅速增长，预计到 2030 年，地区生产总值达到 25000 亿元，保持 8% 的增长速度。

为了保证投资区经济的长效增长，就需要完善区域交通为经济发展提供有利支撑，目前投资区对外交通主要有福厦高速、福厦公路（G324 线）、沿海大通道（G228）、通港公路、张青公路。除了公路系统以外，投资区联系其他组团和片区的城市道路相对来说比较匮乏，城市路网骨架还不完善。受洛阳江口海域天然屏障的影响，市区与台商投资区之间的联系便捷程度受到很大的限制。除了泉州湾跨海大桥以外，满足片区间联系的跨江通道仅洛阳江大桥、后渚大桥，因此，加强中心城区对投资区的辐射作用，大力发展投资区的建设，势必需要完善洛阳江两岸组团和片区间的跨江通道。

根据《泉州市综合交通规划修编（2014-2030 年）》，泉州中心城区交通规划建设以“一重环城、两重环湾、多向放射、各组团道路网络化发展”为基本结构，构筑中心城区道路网骨架。本项目拟建百崎通道定位为城市主干道，将成为泉州市环湾核心区重要的东西向快速通道，将进一步加强环泉州湾各重要功能组团的联系，推动泉州台商投资区的开发建设进程。

(3) 进一步完善泉州市城市道路和普通公路骨架，便捷联系拟建的福厦高铁台商投资区站点，是城市综合交通发展的迫切需求

本项目是连接丰泽区与拟建的福厦高铁台商投资区站点之间最直接便捷的路径，对于

方便泉州市民高铁出行，发挥高铁的集疏运作用起到极大的支撑作用。因此本项目建设将进一步完善泉州市城市道路和普通公路骨架，便捷联系拟建的福厦高铁台商投资区站点，是城市综合交通发展的迫切需求。

（4）是加速区域旅游资源开发整合，推动项目沿线旅游发展的需要

随着泉州以“古城—古港—新区—全域联动”文化旅游项目建设为核心的“海丝泉州”的全面启动，泉州市规划建成“我国重要的自然和文化旅游中心”的重要组成部分及世界“海丝”文化休闲旅游目的地。依据《泉州市“十三五”旅游业发展专项规划》，泉州市规划形成环泉州湾“海丝”文化旅游圈，推动中心城区的旅游全域化，向洛江区、石狮市、晋江市、泉州台商投资区辐射，形成半小时旅游圈，努力打造“海丝”新城，精心培育以“海丝”文化休闲旅游为主题的环泉州湾“海丝”文化旅游圈。规划形成“一城、二带、六集群”的旅游空间结构，“一城”即泉州古城；“二带”包括蓝色滨海旅游休闲带和绿色生态旅游休闲带；“时尚工旅”、“滨海雕艺”、“茶+旅”、“香+旅”、“瓷+旅”、“石+旅”等六大集群。

本项目所连接的丰泽区和台商投资区处于以泉州古城为核心，涵盖鲤城区、丰泽区全部，洛江区、泉州台商投资区、石狮与晋江部分区域，“古城—古港—新区—全域”联动发展的泉州古城休闲旅游发展核和蓝色滨海旅游休闲带上，处于环泉州湾“海丝”文化旅游圈，沿线旅游资源十分丰富。

本项目的实施构建起丰泽区—台商投资区的交通大通道，改善旅游环境与条件，促进沿线旅游资源的整合开发，增加旅游景点对外吸引力，激活旅游业发展潜力，对促进当地旅游事业以及旅游经济的发展都起到重要的作用。同时，本项目的实施填补了环泉州湾半小时旅游圈的交通短板，间接辐射蓝色滨海旅游带沿线泉港区、石狮市、晋江市、南安市、惠安县旅游业的发展，加速泉州域内旅游资源开发整合，推动项目沿线旅游业发展，进一步促进“海丝泉州”旅游产业的发展。

根据国家发改委的《产业结构调整指导目录》（2019年本），百崎通道为城市公共交通设施，属于“鼓励类”项目，符合国家产业政策。泉州百崎通道工程连接泉州市东海片区与泉州台商投资区，将强化泉州市区与台商投资区之间的联系，是完善泉州市快速交通路网，支撑环泉州湾大都市发展的需要，也泉州台商投资区开发建设的需要，同时也将促进“海丝泉州”旅游产业的发展。

因此，本项目的建设是必要的。

2.5.2 项目用海必要性

拟建泉州百崎通道工程采用桥梁形式跨越洛阳江口海域，跨海部分长约 1.7km，桥梁

建设将占用一定面积的海域空间，且具有一定的排它性，因此，本项目用海是必要的。施工栈桥是跨海桥梁建设过程必需的设施，也将占用一定海域空间，因此，施工栈桥用海也是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然资源概况

3.1.1 海岸线资源

根据新修测岸线，泉州市大陆岸线总长约 498.2km，其中自然岸线约 146.9km，人工岸线约 303.5km，其它岸线约 47.8km（河口岸线、生态恢复岸线）。泉州沿海地区人工海岸发育，主要的地貌类型有沿海大通道的海堤、后渚、石湖、祥芝等突出部的港口码头、海湾大桥等。本项目跨越洛阳江口海域，西侧靠近丰泽区滨海街，东侧靠近泉州台商投资区，周边岸线均为人工岸线。

根据新修测岸线，本工程拟建桥梁用海范围内人工岸线长 696.1m，其中桥梁垂直投影范围内岸线长 622.2m，保护带范围内岸线长 73.9m，桥梁立交上跨现有护岸，不实际占用岸线。根据设计单位提供的桩基平面布置图，丰泽侧海上桥墩与岸线最近距离约 3m，台商投资区侧海上桥墩与岸线最近距离 3.2m，施工栈桥桩基也未落在现有岸线上，因此本项目建设不影响海岸形态和生态功能。

3.1.2 滩涂资源

泉州湾面积 136.42km²，湿地面积为 131.0km²，其中大潮最低潮干出滩涂 89.8km²，低潮线以下至 6m 水深的海域 41.2km²。从秀涂至石湖连线以外称外湾，以内称内湾。本工程所在泉州内湾面积 79.51km²，湿地占 99%。

根据福建省 908 专项调查结果及近海海底地形地貌调查结果，泉州湾海岸地貌类型主要包括潮间带地貌和海底地貌，其中潮间带地貌可分为潮滩（包括河口边滩）、海滩及岩滩等三个次一级地貌类型。其中潮滩主要分布与晋江口外、洛阳江河口两侧、秀涂-垵头岸外以及大坠岛西侧海域，宽度最大可达到 5 km~7 km 左右，滩面平缓，坡度小于 0.8%。潮滩上发育互花米草滩和红树林滩，海滩主要分布于石湖—祥芝一线和湾口东北，呈带状分布，滩宽各处不等，窄者仅百米，宽者 500 m~800 m 不等，一般坡度为 0.6%~5%，沉积物为中细砂，是优良的海水浴场开发区。岩滩少，祥芝、石湖、秀涂、垵头、下洋、蚶江及大坠岛等基岩岸段的前缘海边，滩面宽窄不一，常呈礁石状岩脊滩。

工程海域以潮滩为主，西岸宽约 6.6km，东岸宽约 7.2km，滩面平缓，中上部零星生长了互花米草；中下部为光滩，沉积物以细颗粒的泥质沉积物为主。

3.1.3 岛礁资源

泉州市岛礁资源丰富，共有 128 个无居民海岛，礁群星盘棋布。其中泉州湾至深沪湾一带主要有大坠岛、马头岛、小坠岛、乌屿、白山屿、鼓尾屿、金屿、大山屿、长岭头屿、七星礁、观音礁、草屿礁、大麦礁等。本工程西端北侧约 400m 为黄屿。

3.1.4 港口航道资源

3.1.4.1 港区

根据《泉州港总体规划（2035 年）》，泉州湾规划有泉州湾港区的石湖作业区、秀涂作业区、后渚作业区和锦尚作业区。

其中，后渚作业区位于工程北侧 618m，建有 5000 吨级粮食泊位、客货泊位、3000 吨级杂货泊位、成品油泊位各一个、5000 吨级集装箱泊位、1000 吨级杂货泊位各两个。

根据《泉州港总体规划（2035 年）》，后渚作业区（后渚～上堡）岸段现状为港口岸线，为适应泉州城市发展需要，该作业区将逐步取消货运功能，岸线调整为城市旅游客运码头岸线。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（〔2022〕103 号），要求泉州港务集团于 2023 年 12 月底前正式启动后渚港区的搬迁工作。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（〔2021〕31 号），百崎通道按 2000 T 通航标准设计。因此，工程区海域将来通航 2000 吨级以下客船为主。

3.1.4.2 航道

规划泉州湾航道含小坠航道、大坠航道、秀涂航道、后湾航道、后渚航道、鸿山电厂码头进港航道、锦尚航道共 7 条航道，航道总里程约 58.3km。

其中，后渚航道位于桥区中央深槽水域，后渚通海航道由小坠航道端点接入，经过泉州湾跨海大桥，沿北向至后渚作业区。

后渚航道现状航程全长约 9.1km，航道通航宽度 100m、设计底高程-4.0m，为乘潮通航 5 千吨级海轮航道，乘潮历时 2 小时，保证率 90%。根据《泉州港总体规划（2035 年）》，规划航程约 9.3km，满足 1 万吨级杂货船全潮单线通航要求，航道通航宽度 100m，设计底高程-9.3m。

3.1.5 渔业资源

泉州湾湾内常年有淡水注入，天然饵料丰富，适宜多种水产生物的栖息、繁殖、生长，渔业资源较丰富水产品种类较多。牡蛎缢蛏等贝类养殖历史悠久，泉州湾蛏苗养殖也曾是全省四大蛏苗养殖地之一。根据有关资料记载泉州湾鱼类有 100 多种，其中主要种类组成有：鲨鱼、带鱼、鳗鱼、黄鱼、乌鲳、鳊鲈、中华须鳗、鲍鱼、石斑鱼、弹涂鱼、丁香鱼、

日本鳀、斑路、中华海鲶、尖头银鱼、小公鱼、鲍鱼和单刺鲳等 30 多种。甲壳类 20 余种，主要种类有：长毛对虾、斑节对虾、日本对虾、独角新对虾、脊尾白虾、梭子蟹、锯缘青蟹等。贝类几十种，主要种类有节江兆、文蛤、青蛤、泥蚶、毛蚶、翡翠贻贝、竹蛏、缢蛏、牡蛎、寻氏肌蛤、花蛤等。经济藻类主要有紫菜、海带、浒苔、石花菜、江蓠和鹧鸪菜等。

3.1.6 矿产资源

泉州矿产丰富，已发现矿种数占全省的 38.98%，经过地质探明还有资源储量的 22 种，能源矿有煤、地热 2 种，非金属矿有玻璃用砂、叶蜡石、高岭土、水泥用灰岩等。石英砂储量居全省首位，在石湖至永宁西岑沿海带均有分布。建筑花岗岩分布范围广，遍布全市，主要分布在宝盖山、双鬓山、五虎山、方劳山、灵秀山等地。黑粘土矿点有湖滨林边耐火黏土、莲唐郭厝砖瓦粘土和杆头坑粘土等。钾长石分布于西偏和山兜两处。水晶分布于宝盖坑东。其他矿产还有钛铁矿、锆英石等，分布于永宁外高和梅林。

3.1.7 旅游资源

泉州是国务院第一批公布的 24 个历史文化名城之一，素有“海滨邹鲁”之美誉。历史文化积淀深厚，名胜古迹星罗棋布，文物瑰宝举世瞩目，拥有开元寺、老君岩、洛阳桥、清净寺等闻名海内外历史遗迹。

泉州拥有高品质、大规模的海滨沙滩旅游资源，其中位于泉州湾东北侧的北崇武青山湾砂质海岸长达 10km，宽度超过 100m。泉州湾近湾口区有大坠岛旅游区，岛上淡水资源丰富，绿树成荫，岛屿四周海产资源丰富。本工程所在泉州湾河口湿地省级保护区是我国亚热带河口滩涂的典型代表，具有“海底森林、海上绿洲”典型性为代表的红树林，丰富的水生生物资源、鸟类资源和人文景观，是不可多得的生态旅游资源。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

泉州地区属亚热带海洋性季风气候，温暖湿润，四季不甚分明。依据晋江气象台及崇武海洋站的长期观测资料统计（1971 年～2006 年），本区气象要素特征值如下：

（1）气温多年平均气温 20.4℃，最热月出现在 8 月（月平均气温 28.2℃），最冷月出现在 1 月（月平均气温为 11.8℃），极端最高气温为 38.7℃，极端最低气温 0.1℃。

（2）降水

多年平均降水量 1096.0 毫米；累年最大降水量 2088.5 毫米。累年最小降水量 628.9 毫米；日最大降水量 239.8 毫米。全年≥25 毫米的降水日数平均 13 天。

(3) 雾

本地区每年的 2~5 月为多雾月,9~11 月份雾日较少,资料统计(能见度小于 1000m),累年最多雾日数为 27 天(1973 年),累年平均雾日数为 16 天。

(4) 湿度

本地区多年平均相对湿度为 78%,5~6 月份相对湿度较大,平均 85%,11 月份相对湿度较小,平均为 70%。

(5) 风况

本地区气候属亚热带海洋性气候,季风影响较为明显,冬季以偏北风为主,夏季盛行偏南风。根据崇武气象站 1971~2006 年的风观测统计资料:泉州湾口海区常风向为 N~NE 向,统计频率为 58%,次常风向为 SSW~SW 向,统计频率为 17%;强风向为 NW~NE 向,最大风速为 16m/s(10 分钟平均,下同),次强风向为 SW~SSW 向,最大风速 15m/s。从各月风况统计,6~8 月最多风向为 SSW 向,其它月份则以 NE、NNE 风向为多。

本海区是福建省沿海大风出现最多的地区之一。根据 1997~2006 年的测风资料统计,本海区多年平均风速>7 级(3 秒钟平均)日数为 54d,最少为 46d;多年平均风速>6 级(10 分钟平均)日数为 17d,>7 级日数为 3d。

3.2.2 海洋水文

本节内容引自海洋三所 2022 年 11 月编制的《泉州湾大桥工程项目海洋水文调查报告》。

3.2.2.1 潮汐

海洋三所于 2022 年 9 月 1 日至 2022 年 9 月 30 日开展全潮水文测验,分别在 T1-崇武、T2-浔埔、T3-金屿设立了 3 个短期潮位站进行一个月的潮位观测。

工程所在海域属于正规半日潮。

3.2.2.2 潮流

海洋三所于 2022 年 9 月 11 日 9 时~9 月 12 日 11 时(大潮)、2022 年 9 月 17 日 9 时~9 月 18 日 11 时(小潮)在工程海域布设 6 个水文站,分别在大、小潮期间各进行一次周日逐时连续观测。工程海域驻波性质明显,秋季的大、小期间,各站在高、低平潮附近时刻,流速最小,在半潮面附近时刻,流速达到最大。2#~6#站 K 值绝对值均小于 0.2,说明各站均主要受泉州湾湾内水道束缚,表现为典型的往复流性质。

3.2.2.3 波浪

泉州湾常年以 NNE—NE 向、SSW 向的风浪与 SE 向的涌浪所形成的混合浪为主。累年月平均波高多在 0.7~1.1m 之间,平均波周期在 3.7~4.2s 之间;而累年月最大波高多在 2.3~6.5m 之间,最大波周期在 7.0~9.6s 之间。累年各方向上的平均波高多在 0.7~1.2m 之

间，平均波周期在 3.4~5.1s 之间，各方向上的最大波高在 1.2~6.5m 之间。全年的强浪向为 SE 向，次强浪向为 NEN 向；而全年的常浪向为 SE 向，次常浪向为 NNE 向。

3.2.3 泥沙

3.2.3.1 泥沙来源

泉州湾泥沙来源主要包括：河流来沙、海岸侵蚀来沙和海域来沙，其中河流来沙占主导地位。泉州湾悬浮泥沙的来源是河流携沙和湾底泥沙的再悬浮。泉州湾的水深总体上不大，湾中和晋江河口都有大面积的浅滩，在泉州湾强劲的潮流和风浪作用下，湾底泥沙的再悬浮成为悬浮泥沙的一个重要来源。

工程区位于洛阳江入海口附近，附近有晋江入海，其泥沙主要来源于：洛阳江入海泥沙、晋江入海泥沙、泉州湾泥沙输入及海岸侵蚀输入等四部分。

洛阳江是一条山溪性河流，长约 39 km，自 1972 年在洛阳桥上游修建桥闸之后，只有在台风或暴雨来临之前才会开闸泄洪，由洛阳江入海的泥沙量很小。洛阳江河口周边目前均为人工海堤建设，并且岸边多盐沼植被及红树林覆盖，海岸侵蚀物质基本没有贡献。因此，工程区附近海域泥沙主要来源于泉州湾的输入。

泉州湾泥沙主要来源于晋江河流入海泥沙及周边海岸侵蚀泥沙。泉州湾周边花岗岩缓丘和红土地直逼海岸，它们的侵蚀、片蚀产物以及发育在它们之中的小冲沟，汛期携带的冲洪积物，为泉州湾增添了一些泥沙来源，但其量值不大，并且随着泉州湾周边海岸人工岸线比例逐渐增大，海岸侵蚀物质贡献逐渐减小。晋江是福建省第三大河流，统计结果表明（中国海湾志编纂委员会，1994），流域面积 5275 km²，流域土壤侵蚀模数为 423 t/km²，多年平均入海径流量为 50.9 亿 m³，多年平均含沙量为 0.438 kg/m³，多年平均入海泥沙量为 223 万 t。现场调查发现晋江河流冲淡水在进入泉州湾后主要沿西侧向外湾输运，并不能直接向洛阳江河口输运；在张潮流的作用下，部分晋江入海泥沙混合泉州湾及外海泥沙随潮流向洛阳江河口输运，导致河口区淤积较为明显。近年来，由于流域人类活动强度逐渐增大，晋江入海径流量和泥沙通量逐渐减小，如 2000 年晋江入海径流量为 66.69 亿 m³，2001 年减小至 48.16 亿 m³，到 2002 年继续减小至 38.67 亿 m³，而到 2003 年，晋江年入海径流量仅为 30.78 亿 m³。入海水沙通量的不断减小，使得晋江河口区浅滩在保持海床稳定的基础上略有冲刷，并且平均冲刷厚度约为 0.5 cm/a。

3.2.3.2 泥沙观测

泥沙的实测资料采用海洋三所于 2022 年 9 月在工程海域布设 6 个泥沙观测站的实测资料，悬浮泥沙监测站布设、观测层次和次数与海流观测一致。实测浊度与含沙量相关性较好。

3.2.3.3 底质

海洋三所于2022年10月27日~11月8日在工程周边海域布置了49个表层沉积物样品，工程海域海底表层沉积物类型主要有粘土质粉砂（YT）、粉砂（T）、砂-粉砂-粘土（STY）、砂质粉砂（ST）、粉砂质砂（TS）和砂（S）。以粘土质粉砂和粉砂2种类型为主，整体上看，表层沉积物类型比较单一，分布规律明显。

3.2.4 地形地貌与冲淤

泉州湾是晋江和洛阳江入海河口湾，是一个开敞式海湾，湾口朝东，口门宽8.9km，近口门中部有大坠岛、小坠岛，拦门沙坝横亘。

工程所在洛阳江口海域，属冲海积平原地貌单元，位于泉州湾湾顶，是海洋水动力弱能区，其携带的泥沙注入泉州湾并主要落淤于此，因而大量泥沙淤积造就了较大范围的淤泥质潮滩地貌，地形较平坦，相对高差较小。由于水下沙坝等堆积地貌的分割，多以潮汐通道的形态向河口湾顶延伸。百崎大桥桥位处水面开阔，主要地层为冲海积层，水域两侧为海淤滩地，地形平缓，略有倾斜。

3.2.5 工程地质

3.2.5.1 区域地质构造

（1）区域构造

本节引自中交公路规划设计院有限公司 2023 年 2 月编制的《泉州百崎通道项目初步设计工程地质勘察总说明》，工程场地位于东南沿海中生代岩浆带内的平潭—东山剪切构造带，东临台湾海峡沉降带。工程线路位于北东向长乐—诏安断裂带，该断裂带位于东南沿海，呈北东向平行海岸线展布，长近 430km，中部泉州一带宽达 50km，向两端收敛，在深部断裂带显示为一条规模宏大、形状清晰的重力场梯级带和莫霍面变异带，形成于中生代，在新构造运动时期，由于太平洋板块运动的改造，大陆沿海地区结束了中生代燕山运动时期大规模的火山活动、岩浆活动和变质作用的历史。长乐—诏安断裂带在第四纪已趋于稳定，本场区全新世以来无活动断裂分布，属构造基本稳定场地。

3.2.5.2 工程地质状况

根据《泉州百崎通道项目初步设计工程地质勘察总说明》，于 2022 年 10 月~2023 年 2 月，共计完成钻孔 152 个，勘察钻孔揭露，线场区主要分布第四系人工填土层（ Q_4^{me} ）、第四系全新统长乐组冲海积（ Q_{4c}^{al+u} ）淤泥、粉质黏土层、第四系上更新统龙海组冲洪积层（ Q_{3l}^{al+p1} ）、第四系残坡积层（ Q^{el+d1} ），覆盖层总厚度约 0~30m，场区下伏基岩主要为燕山期花岗闪长岩（ $\gamma\delta m_5^{2(3)}$ ），局部穿插辉绿岩脉（ β ）。

3.2.6 海洋生态现状

本节内容引自海洋三所 2022 年 11 月编制的《金屿、百崎、东海大桥工程环境影响评价海洋生物生态调查报告》。

3.2.6.1 调查时间及站位布设

海洋三所于 2022 年 5 月（春季）、2022 年 9 月（秋季）在工程区及周边海域布置了 13 个海洋生态大面调查站点，5 个游泳动物调查站点，以及 5 条潮间带底栖生物调查断面。

3.2.6.2 调查方法

①叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a 调查使用 2.5L 有机玻璃采水器采集水样。采样层次分为表层和底层。每份样取 370ml 水样，加入两滴 1%碳酸镁溶液，用 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤，滤膜用 90%丙酮萃取，定容至 10ml，放置冰箱内低温（0℃）下萃取 20-24 小时后，用 TURNER 荧光仪测定。

初级生产力的测定采用 ^{14}C 示踪法。采样和测定过程按照《海洋监测规范》（GB/T12763.6-2007）进行。

②浮游植物

采水体积 0.50L，水样用鲁格氏溶液固定带回实验室，鉴定计数前在实验室沉降 24 小时，除去上清液，浓集，再随机抽取分样样品在倒置显微镜下分析计数。

数据分析采用种类多样性指数（ H' ）、均匀度（ J' ）和种类丰富度（ d ）：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i; J = H' / \log_2 S; d = (S-1) / \log_2 N$$

式中 N 为样品中所有种类的总个体数目，S 为样品中的种类总数， P_i 为第 i 种的个体数与样品中的总个体数的比值(n_i/N)。

③浮游动物

用浅水 I 型浮游生物网（网长 145cm，网口直径 50cm，筛绢孔宽 0.505mm），从底至表垂直拖取样品，并用样品体积量 5%的中性甲醛溶液固定。

用电子天平（感量 0.001g）和真空泵（30L/min）等器具进行样品湿重测定，样品鉴定与计数则借助浮游动物计数框、体视显微镜和普通光学显微镜等。

④潮下带大型底栖生物

使用 0.05m² 抓斗式采泥器，每站连续取样不少于 4 次，每站所采泥样合并为一个样品，放入“MSB 型底栖生物漩涡分选器”中淘洗，并用网目为 1mm 的过筛器分选标本，生物样品置样品瓶中用固定液保存。标本处理以及室内分析和资料整理均按《海洋调查规范》

(GB12763.6-2007) 技术要求进行。

⑤潮间带底栖生物

每断面布设 5 个站位，用定量框等配套工具取样，每站取样面积 $0.125\sim 0.50\text{m}^2$ 。岩相定量取样按每站 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 的样方采集 2 次，软相定量取样按每站 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 的样方采集 4 次。泥滩、泥沙滩和沙滩样品经“WSB1”型底栖生物涡旋分选器”分选，并用网目为 1mm 和 0.5mm 的套筛淘洗。生物样品置样品瓶中用固定液保存，同时进行各潮区的定性取样与观察。

⑥鱼卵、仔稚鱼

鱼卵仔稚鱼调查采用大型浮游生物网（内径 80cm，长 270cm，孔径 0.505mm）水平拖曳，水平拖曳 10min，平均拖速 1.5n mile/h，网口挂流量计，以计算水量。

根据网口面积、拖速、拖网持续时间和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量，单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼分布密度按下式计算：

$$V=N/(S\times L)$$

式中：V—鱼卵、仔稚鱼分布密度（粒/ m^3 ，尾数：尾/ m^3 ）；

N—每网鱼卵、仔稚鱼数量（粒或尾数）；

S—网口面积（ m^2 ）；

L—拖网距离（m）。

⑦游泳动物

采用有翼单囊底拖网船，调查船使用框架底拖网，其网长为 15m，网口 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，最大和最小网目为 35-25mm。拖网时间和拖网速度：网具为桁杆拖网，其网口长为 16m，最大和最小网目为 120-15mm。每个试捕站，以 3kn 左右的拖速拖曳 10-30 分钟左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。样品处理按照 GB 12763.6-2007 海洋调查规范进行。采用有翼单囊底拖网船在泉港附近海域进行游泳生物调查情况，

拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）按以下公式计算：

$$D=C/(Q\times A)$$

式中：D—相对资源密度（重量：kg/ km^2 ，尾数：个/ km^2 ）；

C—每小时取样面积内的渔获量（kg）或尾数（个）

q—网具捕获率，q 取 0.5

A—为网具每小时扫海面积（ km^2 ）。

3.2.6.3 调查结果

(1) 叶绿素 *a* 和初级生产力

春季调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值 2.23mg/m^3 , 变化范围介于 $0.73\sim 4.60\text{mg/m}^3$ 之间; 底层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 1.36mg/m^3 , 略高于表层, 变化范围介于 $1.36\sim 4.858\text{mg/m}^3$ 之间, 表、底层叶绿素 *a* 的变化幅度均较小。

秋季调查海域表层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 3.16mg/m^3 , 变化范围介于 $1.83\sim 5.58\text{mg/m}^3$ 之间; 底层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 3.31mg/m^3 , 略高于表层, 变化范围介于 $1.87\sim 5.55\text{mg/m}^3$ 之间, 表、底层叶绿素 *a* 的变化幅度均较小。

(2) 浮游植物

春季调查共记录浮游植物 4 门 34 属 68 种 (类), 其中硅藻 28 属 58 种 (类), 甲藻 4 属 6 种, 金藻门 1 属 2 种, 蓝藻 1 属 2 种。5 月该监测海域优势种主要有旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 和具齿原甲藻 (*Prorocentrum dentatum*) 等。

秋季调查共记录浮游植物 2 门 34 属 70 种 (类), 其中硅藻 32 属 67 种 (类), 甲藻 2 属 3 种。秋季该调查海域优势种主要有中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、奇异菱形藻 (*Nitzschia paradoxa*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、具槽帕拉藻 (*Paralia sulcata*)、尖刺拟菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens*)、狭线形圆筛藻 (*Coscinodiscus anguste-lineatus*) 和厚辐环藻 (*Actinocyclus crassus*)。

(3) 浮游动物

春季调查共记录浮游动物 47 种, 其中以桡足类种类数最高, 水母类次之, 优势种为右突歪水蚤 (*Tortanus dextrilobatus*)、肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*)、太平洋纺锤水蚤 (*Acartia pacifica*)。

秋季调查共记录浮游动物 45 种, 其中以桡足类 22 种数量最高, 水母类 13 种次之。优势种有 8 种, 为强额孔雀哲水蚤、异体住囊虫、美丽箭虫、短角长腹剑水蚤、亨氏莹虾、太平洋纺锤水蚤、球型侧腕水母、亚强次真哲水蚤。

(4) 大型底栖生物

春季鉴定有大型底栖生物 8 门 81 科 142 种, 以环节动物、软体动物和节肢动物为主。优势种主要有不倒翁虫 (*Sternaspis* sp.)、金星蝶铰蛤 (*Trigonothracia jinxingae*) 和凸壳肌蛤 (*Musculista senhausia*)。

秋季共有大型底栖生物 7 门 58 科 93 种。其中以环节动物最多, 节肢动物和软体动物次之。秋季优势种的种类有圆锯齿吻沙蚕 (*Dentinephtys glabra*)、异蚓虫 (*Heteromastus* sp.)、巴林虫 (*Barantolla* sp.)、不倒翁虫 (*Sternaspis* sp.)。

（5）潮间带底栖生物

春季已鉴定的种类共有 9 门 56 科 90 种，其中环节动物物种数最多有 35 种，其次为软体动物 26 种，节肢动物 19 种，其他动物 10 种。优势种主要有齿吻沙蚕、异蚓虫、巴林虫、长手沙蚕、智利巢沙蚕、长吻吻沙蚕、不倒翁虫、稚齿虫、淡水泥蟹、双齿围沙蚕、日本刺沙蚕、粗糙滨螺、光滑篮蛤、内肋蛤、短拟沼螺、绿螂、黑口滨螺、平背蜆、隆背张口蟹、脊尾白虾和弧边招潮。CH1、CH2、CH3 和 CH4 断面潮间带生物物种数垂直分布特征为中潮区>低潮区>高潮区，CH5 断面潮间带生物物种数垂直分布特征为低潮区>中潮区>高潮区。秋季航次调查共采获潮间带生物 70 种，分属 8 门 49 科，节肢动物物种数最多有 23 种，其次为环节动物 22 种，软体动物 15 种，其他动物 10 种。其中节肢动物物种数最多，其次为环节动物。秋季优势种：齿吻沙蚕、双齿围沙蚕、拟突齿沙蚕、巴林虫、不倒翁虫、异蚓虫、尖锥虫、黑口滨螺、粗糙滨螺、洁小海螂、淡水泥蟹、弧边招潮、长眼对虾、拟盲蟹和弓形革囊星虫。

（6）鱼卵和仔稚鱼

春季航次调查浮性鱼卵和仔稚鱼已鉴定的种类共有 16 科 21 属 26 种（含未定种），其中鱼卵为 15 种（含未定种），仔稚鱼 19 种（含未定种）。

秋季调查，鱼卵未出现，仅出现仔稚鱼隶属 15 科 17 属 24 种（含未定种）。种类上，以鯷科和鰕虎鱼科种类最多 4 种，鲱科 3 种，其它各科仅记录 1~2 种。

（7）游泳动物

春季拖网调查鉴定游泳动物 71 种，其中鱼类 35 种，占拖网总种数的 49.30%，虾类 11 种，占 15.49%，蟹类 17 种，占 23.94%，虾蛄类 2 种，占 2.82%，头足类 6 种，占 8.45%。

秋季拖网调查鉴定游泳动物 87 种，其中鱼类 47 种，占拖网总种数的 54.02%，虾类 18 种，占 20.69%，蟹类 16 种，占 18.39%，虾蛄类 4 种，占 4.60%，头足类 2 种，占 2.30%。

3.2.7 工程区及周边湿地植物概况

（1）调查站位与调查时间

海洋三所于 2019 年 1 月在工程周边海域进行红树林现状调查，其中 T1-T4 断面设红树林内滩、中滩、外滩和林外光滩（或互花米草）4 个站位分别取样；T5-T6 断面由于植被林带窄，只设置红树林内滩站位，共计 18 个站位。

（2）调查方法

红树林植被调查主要采用样方调查和样线调查法相结合的方法。采样用样线方调查记录该区域分布的红树林分布的物种。样方调查 18 个调查站位的植被分布特征，每个站位设置 3 个重复样方（秋茄林样方为 4m×4m，桐花树林样方为 1m×1m），记录样方

内物种，测定每个物种的密度、株高及基径，采样生长异数方程估算红树群落生物量。调查方法参考行业标准《红树林生态监测技术规范》（HY/T081-2005）。

（2）调查与评价结果

根据 2019 年调查结果，本次调查共记录到秋茄（*Kandelia obovata*）、桐花树（*Aegiceras corniculatum*）、白骨壤（*Avicennia marina*）、老鼠簕（*Acanthus ilicifolius*）、苦郎树（*Clerodendrum inerme*）、芦苇（*Phragmites communis*）、互花米草（*Spartina alterniflora*）、短叶茳芏（*Cyperus malaccensis*）、海马齿（*Sesuvium portulacastrum*）、沟叶结缕草（*Zoysia matrella*）、鼠尾粟（*Sporobolus fertilis*）和碱蓬（*Suaeda glauca*）等 12 种滨海植物。调查海域以秋茄和桐花树最为常见，有少面积的白骨壤，老鼠簕较为少见。

根据 2022 年 12 月 16 日现场调查，百崎大桥跨海段桥区投影范围内没有红树林分布。

3.2.8 工程区鸟类现状调查

2019 年 3 月调查共记录水鸟 25 种 3824 只次。除洛阳江河口重点调查区外，泉州湾水鸟分步数量最多的为晋江南港水闸至石湖村沿海滩涂，每年冬季有上万的雁鸭、鸕鹚、鸥类、鹭类在该区域越冬；泉州湾东面的百崎滩涂原分布较多的水鸟，近年由于互花米草盛行，滩涂被互花米草覆盖，鸕鹚类的觅食空间被压缩，数量下降较多；百崎湖是泉州湾区域重要的游禽栖息区，冬季集聚上千的普通鸕鹚、红嘴鸥、鹭类、白骨顶和雁鸭类；后渚港南面的滩涂湿地主要分布鹭鸟、雁鸭和鸥类。

3.2.9 海洋环境质量

本节内容引自海洋三所 2022 年 10 月编制的《泉州金屿、百崎、东海大桥项目项目海洋化学调查报告》。

3.2.9.1 海水水质现状调查与评价

（1）监测时间、站位与方法

海洋三所于 2022 年 5 月 17 日-2022 年 5 月 18 日（春季）、2022 年 9 月 25 日-2022 年 9 月 26 日（秋季）大、小潮在项目附近海域设置 25 个海洋水质站位。

海水水质调查取样与分析按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）的标准方法进行。

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020 年）》，22、24 号站位执行二类海水水质标准，其他站位执行一类水质标准。水质评价采用采用单项标准指数加超标率法。

（2）监测结果与评价

2022 年春季调查海域海水中溶解氧、石油类、铜、锌、镉、铬、汞和砷含量均满足

相应海水水质标准的要求，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐和铅含量超标，超标率分别为 56%、92%、100%、44%。2022 年秋季调查海域海水中溶解氧、石油类、铜、锌、镉、铬、汞和砷含量均满足相应海水水质标准的要求，化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐和铅含量超标，超标率分别为 4%、96%、96%、20%。部分指标超标，主要与洛阳江径流以及县区农田养殖输入有关，上游有机污染物随径流进入河口区域，造成氮磷超标，有机污染在河口降解造成溶解氧含量超标。

3.2.9.2 海洋沉积物质量现状调查与评价

（1）监测时间、站位与方法

海洋三所于 2022 年 5 月（春季）在工程海域布置了 13 个海洋沉积物质量现状调查站位。

海洋沉积物取样与分析按《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）的标准方法进行。采用单因子标准指数法，执行第一类海洋沉积物质量标准。

（2）监测结果与评价

工程海域沉积物中石油类、重金属（铜、镉、铬、汞、砷）含量均符合相应海洋沉积物质量标准，铅、硫化物和锌含量均超出第一类海洋沉积物质量标准，超标率分别为 7.69%、7.69%和 23.08%。

3.2.9.3 海洋生物质量

（1）监测时间、站位与方法

海洋三所于 2022 年 5 月（春季）、2022 年 9 月（秋季）在工程海域布置了 12 个站位生物质量调查站位，春秋季航次分别采集 15 个样品。

调查及分析方法依据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB 12763-2007）等有关技术规程执行。海洋生物质量(贝类)执行《海洋生物质量》GB18421-2001 的第一类海洋生物质量标准。

（2）监测结果与评价

春季，文蛤生物质量调查因子均符合海洋生物质量一类标准。缢蛏中铜、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃含量均符合海洋生物质量第一类标准，主要超标因子为铅，最大超标倍数为 3.27 倍；僧帽牡蛎的铬、汞和石油烃均符合海洋生物质量一类标准。鱼类和甲壳类生物质量符合该海域正常水平。

3.2.10 海洋自然灾害

（1）台风与热带风暴

泉州湾位于福建沿海中部，是台风影响频繁地带。据统计资料显示，1951 年～2000 年间，登陆和影响福建的热带气旋共有 248 个，年均 5.06 个，集中于 6～9 月份。台风及其带来的暴雨、风暴潮和巨浪的袭击，常常造成巨大的经济损失，是本地区的主要灾害性天气。如：2000 年 8 月 23 日，台风“碧利斯”在晋江登陆围头登陆后横穿福建中部，台风风力大、来势凶、暴雨猛、潮位高，石狮观测到 40m/s 的瞬间风速，影响长达 6 天（8 月 22~27 日）。2004 年 8 月 25 日，台风“艾利”在石狮登陆，当地最大风速 30m/s（11 级），过程降雨量达 80 到 130mm。2016 年 14 号台风“莫兰蒂”于在泉州南侧的翔安登陆，在晋江围头、南安大佰岛风力分别达 17、18 级，降雨量达 194mm，受灾 68 万人，全市直接经济损失 39.1 亿元。

（2）风暴潮

福建沿海是台风风暴潮的多发区之一，近 10 年来，福建沿海的风暴潮灾害呈频繁趋势，全省或部分岸段的高潮位超过当地警戒水位 24 次。工程所在海区每年夏秋季受台风影响，常有风暴潮产生，据崇武海洋站多年风暴潮资料统计，台风最大增水 1.37m（发生在 1969 年 11 号台风期间），台风最大减水为-1.06m。

（3）地震

工程区附近发生过 8 次破坏性地震，其中最大的为 1604 年 12 月 29 日泉州以东海域 8 级地震。有 4 次地震对场地的影响烈度达 VI 度，即 1604 年 12 月 29 日泉州以东海域 8 级地震、1607 年 8 月泉州湾 $5\frac{1}{4}$ 级地震、1609 年 6 月 7 日泉州海外 $5\frac{3}{4}$ 级地震和 1907 年 10 月 15 日泉州 5 级地震。近场区内现今地震活动相对弱，小震主要位于东南部，与断裂构造无明显对应关系，而破坏性地震活动推测与北西向永安—晋江断裂带及北东向长乐—晋江断裂带有关联。

4 项目用海资源环境影响分析

本节主要参考海洋三所 2022 年 11 月编制的《泉州百崎通道工程海洋环境影响数值模拟专题研究报告》。

4.1 生态评估

4.1.1 项目用海对水动力环境的影响分析

4.1.1.1 潮流泥沙场数学模型及其验证

(1) 潮流数学模型建立

潮流场方程选用平面直角坐标下的二维浅水潮波方程：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(Hu) + \frac{\partial}{\partial y}(Hv) = 0 \quad (4.1-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + fv - ru + A_x \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (4.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - fu - rv + A_y \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (4.1-3)$$

其中： x 、 y 为平面直角坐标， t 为时间， H 为水深（ $H = d + \eta$ ）， d 为平均水位平面下的水深， η 为水位， u 、 v 分别为 x 、 y 方向分量， $u = (1/H) \int_{-h}^{\eta} u' dz$ 和 $v = (1/H) \int_{-h}^{\eta} v' dz$ 为沿水深平均的流速。 g 为重力加速度， f 为科氏参数， r 为底摩擦系数， $r = \frac{g \sqrt{u^2 + v^2}}{c_n^2 H}$ ， c_n 为谢才系数， $c_n = H^{1/6} / n$ ， n 为海底粗糙系数。 A_x 、 A_y 是水平运动粘性系数，采用 Smagorinsky 公式计算： $A_x = C \Delta x \Delta y \left[(\partial u / \partial x)^2 + (\partial u / \partial x + \partial u / \partial y)^2 / 2 + (\partial u / \partial y)^2 \right]^{1/2}$ ， $C \approx 0.1 \sim 0.2$ ，同理可得 A_y 。采用半隐式有限差分方法求解，采用非结构三角形或四边形正交网格，三角形（或四边形）网格每条边为另一三角形（或四边形）的邻边，相邻网格的中心点连线与邻边垂直。用欧拉—拉格朗日方法离散迁移项和水平黏性项。

(2) 计算区域和边界条件

模拟区域为泉州湾扩大海域，包含围头以东、崇武以南的海域和整个泉州湾。

海岸线为固体边界，取法向流速为零。潮滩采用变边界处理。外海流体开边界采用强制水位，其求法为利用围头、崇武一个月实测潮位资料，求得 34 个分潮的调和常数，组合协振潮水位过程，水位为时间的已知函数：

$$E = \sum_{i=1}^{34} f_i \cdot H_i \cdot \cos(\sigma_i t + v_{0i} + u_i - g_i) \quad (4.1-4)$$

其中, E 为潮位, g_i 、 H_i 分别为分潮的调和常数, σ_i 为分潮的角速率, v_{0i} 为分潮格林威治天文初相角, u_i 、 f_i 为分潮的交点订正角和交点因子。在潮位表达式中, 代入每个分潮与实测资料同步的交点因子 f_i 和格林威治天文相角 $v_{0i} + u_i$, 即可预报出与实测资料同步的各开边界控制点的潮位曲线作为潮流场开边界条件。东南 SE 控制点调和常数由台湾海峡潮波模型分析调试而得。晋江径流按平均流量 $158.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 模拟。

(3) 潮流场验证

潮位、潮流验证的实测资料采用海洋三所 2022 年 9 月秋季和 2023 年 3 月春季大、小潮测流和同步潮位实测资料, 潮位曲线实测值与计算值基本吻合; 各站计算流速流向基本吻合于实测值, 各站模拟流速大小变化趋势、量值与实测值基本接近。模拟的潮流场基本上反映计算域的水动力特征。

(4) 泉州湾扩大海域潮流场

高潮时, 泉州湾外海潮流自东北向西南流去, 泉州湾内满潮; 落急时, 湾内从洛阳江与晋江两支落潮流汇合于白屿附近, 后落潮主流分两支, 一支沿鞋沙北槽航道向东流出, 另一支主流沿石湖航道向东流出, 经大、小坠门航道, 落潮流大于涨潮流; 低潮时, 泉州湾外海潮流自西南向东北流去, 湾内石湖、鞋沙以西海域大片滩涂已经露滩, 沿晋江水流流经蟳埔前沿的潮沟, 与洛阳江南下的水流汇合于秀涂拦门沙航道, 经石湖航道流向外海, 此时, 祥芝沿岸的海流开始转向; 涨急时, 泉州湾外海西北向潮流入泉州湾, 经大、小坠门航道分别沿鞋沙南北槽流向湾内, 北槽航道涨潮流大于落潮流, 在石湖—鞋沙—秀涂断面上流速偏大, 通过鞋沙后, 潮流沿潮沟分为两支, 一支沿洛阳江北上, 一支流向晋江。

本项目百崎通道工程位于洛阳江南部海域, 主桥墩区域为主潮沟, 其两侧为浅滩滩涂水域, 工程区附近网格尺度小, 能刻画出工程区附近海域的细部流场。

(5) 工程附近海域潮流场

本项目位于洛阳江口海域, 主桥墩区域为主潮沟, 两侧为浅滩。

4.1.1.2 对水动力影响分析

(1) 工程模拟方案

数模共设置了工程前后两种方案, 工程前为现状岸线, 工程后为设计方案桥位方案。

(2) 工程后大潮潮流场变化与分析

数模结果表明, 各流速对比站位中: ①位于主桥墩间航道区的 14~18 号点落潮过程平均流速不变或增加约 0.01 m/s , 流向不变或变化 -1° , 涨潮过程平均流速不变或增加 $0.01 \sim 0.02 \text{ m/s}$, 流向基本不变; ②10~13 号点位于主桥墩前后, 落潮过程, 主桥墩南侧的

10、11 号点平均流速分别减小 0.03、0.09m/s，主桥墩北侧的 12 号点平均流速减小 0.03m/s，13 号点距桥墩较远，平均流速不变，涨潮过程，主桥墩南侧的 10、11 号点平均流速不变，主桥墩北侧的 12、13 号点平均流速分别减小 0.13、0.04m/s；③位于大桥东西侧的 1~6 号、26~31 号点处于高滩区，涨落潮平均流速基本不变；④其余各点中，落潮过程，位于左过渡墩南侧的 20 号点流速变化相对较大，平均流速减小 0.05 m/s，其他各点落潮过程平均流速变化在-0.02~0.03m/s 之间。涨潮过程，位于左过渡墩北侧的 21 号点流速变化相对较大，平均流速减小 0.09 m/s，其他各点涨潮过程平均流速变化在-0.03~0.03m/s 之间。

(3) 工程前后涨落潮量变化与分析

现状洛阳江大潮纳潮量为 8310 万 m³，建桥后（设计方案）洛阳江纳潮量为 8308 万 m³，减少 2 万 m³，减少率 0.02%，减少量不大。1~6 号水位点计算结果表明，工程前后 1~6 号点水位值最大变化不超过 1cm，说明建桥后水位变化很小。

4.1.1.3 潮流场变化小结

大桥建成后，流速变化影响范围主要在桥位线南北约 400m 范围内，涨落潮时，墩前水流流态基本不变，涨落潮流通过桥墩后流向略有偏转；主桥墩之间及其邻近桥墩之间水域涨落潮平均流速略有增加，主桥墩及其东西侧过渡墩南北侧水域涨落潮平均流速有所减小，总体而言流速变化范围内平均流速增减幅度不大，在-0.1~0.06m/s 之间。大桥建设对洛阳江湿地保护区潮流流速流向基本上无影响，主桥墩之间的航道水域涨落潮流速增加约 0.01~0.03m/s，流向变化约-1~1°。大桥建设将减少洛阳江大潮纳潮量约 2 万 m³，减少率 0.024%，减少量不大。

4.1.2 项目用海对冲於环境的影响分析

4.1.2.1 泥沙场数学模型及其验证

(1) 悬沙输运方程及海床变形方程

参照窦国仁等导出的波浪与潮流共同作用下的输沙方程，并考虑动力扩散效应，用平均粒径近似代表全范围的悬沙粒径，得二维平均悬沙输运方程和海床变形方程为：

$$\frac{\partial HS}{\partial t} + \frac{\partial HUS}{\partial x} + \frac{\partial HVS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (HD_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (HD_y \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s \quad (4.1-5)$$

$$\gamma' \frac{\partial \eta_s}{\partial t} = F_s \quad (4.1-6)$$

式中， S 为垂向平均含沙量； S_* 为波浪与潮流共同作用下的挟沙能力； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 轴方向的泥沙弥散系数； $\gamma' = 1750 d_{50}^{0.183}$ 为悬沙干容重； η_s 为悬沙造成的冲淤厚度。 F_s 为泥沙冲淤函数。晋江河口开边界含沙量取 0.2kg/m³，工程区外海东边开边界

含沙量取 0.02kg/m^3 (大潮) 和 0.012kg/m^3 (小潮), 工程区外海南边开边界含沙量取 0.02kg/m^3 (大潮) 和 0.012kg/m^3 (小潮)。悬沙絮凝团粒沉速根据经验取 0.04cm/s 。

起动临界流速 V_d 与落淤临界流速 V_e 公式:

$$V_e = k(1n11 \frac{h}{\Delta})(\frac{d'}{d_*})^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} gD + (\frac{r_0}{r_*})^{5/2} \frac{\varepsilon + g\delta h(\delta/D)^{1/2}}{D}} \quad (4.1-7)$$

$$V_d = k(1n11 \frac{h}{\Delta})(\frac{d'}{d_*})^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} gD} \quad (4.1-8)$$

式中, $k=0.41$, $g=981\text{cm/s}^2$, 当泥沙粒径 $D<0.05\text{cm}$, 床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$, $d'=0.05\text{cm}$, $d_*=1.0\text{cm}$, 泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^3/\text{s}^2$, 薄膜水厚度参数 $\delta=2.31\times 10^{-5}\text{cm}$, h 水深(cm), r_0 床面泥沙干容重(g/cm^3), r_* 床面泥沙稳定干容重(g/cm^3), 泥沙容重 $r_s=2.65\text{ g/cm}^3$, 海水容重 $r_s=1.025\text{ g/cm}^3$ 。当水深 $h=1500\text{cm}$, $r_0=0.68\text{ g/cm}^3$, $r_*=0.939\text{ g/cm}^3$ 时, 水体中的悬浮泥沙呈散体状态, 泥沙颗粒在动水中仅需克服重力对其的作用而悬浮, 上式第二项为 0。以泥沙将动未动作为落淤条件, $k=0.26$ 。

(2) 泥沙场验证

悬沙验证资料采用海洋三所 2022 年 9 月秋季、2023 年 3 月春季的水文观测资料。总体上, 晋江及其出海口平均含沙量较高, 约为 $0.1\sim 0.2\text{ kg/m}^3$, 洛阳江平均含沙量约为 $0.05\sim 0.1\text{ kg/m}^3$, 晋江、洛阳江以东、秀涂—石湖断面以西海域含沙量约为 $0.02\sim 0.1\text{ kg/m}^3$, 与实测含沙量随潮时变化特征接近, 模拟的潮流泥沙场结果是可信的。

4.1.2.3 泥沙冲淤计算结果

数模结果表明: ①大桥建成后, 泥沙冲淤增量变化主要在桥线南北侧约 200m 范围内, 部分水域淤积, 部分水域冲刷, 主桥墩及大桥东、西侧部分桥墩间水域年冲刷增量约 $-5\sim -2\text{cm/a}$, 主桥墩及其东西侧过渡墩南北前后水域年淤积增量约 $2\sim 10\text{cm/a}$, 大桥近西岸桥下局部水域年淤积增量约 $5\sim 10\text{cm/a}$ 。②大桥建设对洛阳江湿地保护区泥沙冲淤没有影响, 对航道水域泥沙冲淤影响很小。

4.1.3 海域水环境影响分析

4.1.3.1 施工期悬浮泥沙入海对海域水质环境的影响分析

(1) 悬浮物扩散预测模型

施工过程中悬沙入海后, 在海洋水动力的作用下扩散、输运和沉降, 形成悬沙浓度场, 对海域环境产生影响。悬沙在海水中的沉降、迁移、扩散过程, 可用二维对流、扩散方程表示:

$$\frac{\partial SH}{\partial t} + \frac{\partial HUS}{\partial x} + \frac{\partial HVS}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x}(HK_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(HK_y \frac{\partial S}{\partial y}) - \alpha \omega_g S + Q \quad (4.1-9)$$

式中，S 为垂线平均含沙量增量，H 为水深，Q 为源强度。 ω_g 为悬沙平均沉降速度，

取 0.0005m/s； α 为悬沙沉降机率， $\alpha = 2\varphi(\frac{\gamma' \omega_s}{\sigma}) - 1$ ，式中 $\varphi(\frac{\gamma' \omega_s}{\sigma})$ 为概率函数；

$\sigma \approx 0.033 u_*$ 为垂直脉动速度均方差， u_* 为摩阻速度， $\gamma' = \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}}$ ， ρ_s 为细颗粒泥沙

絮团容重， ρ_w 为水容重； K_x 、 K_y 为泥沙扩散系数， $K_x = \beta \cdot |u| \cdot d^{0.8333}$ ，

$K_y = \beta \cdot |v| \cdot d^{0.8333}$ ， $\beta \approx 0.3$ 。

(2) 计算工况

工程施工产生的悬浮泥沙主要为桩基施工区域产生的悬浮泥沙。根据本工程桥墩布置图，全桥涉海段桥墩包括索塔基础、过渡墩基础、独立防撞墩基础、互通区主线桥基础、互通匝道桥基础。

由于不同基础单承台下设的桩基数量不同，则单个承台可同时施工的桩基数量不同，索塔基础承台下设 20 个桩，最多同时施工 10 个桩；过渡墩基础每个承台 9 个桩，最多同时施工 3 个桩；独立防撞墩基础每个承台 7 个桩，最多同时施工 3 个桩；互通区主线桥和互通匝道桥基础，承台下设 4 个桩基，最多同时施工 2 个桩，承台下设 2 个桩基，最多同时施工 1 个桩。悬浮泥沙计算公式为：

每个承台的桩基施工产生的悬浮泥沙源强=单个桩基施工产生的悬浮泥沙源强×最多同时施工的桩基数量。

(3) 计算结果

大桥桩基施工大潮悬沙浓度增量包络线图见图 4.1-1。从图上看出，大桥桩基施工入海悬沙主要在施工点南北侧海域随涨落潮流扩散，大于 10mg/l 的悬沙包络线近似呈长方形，东西向沿桥位线分布，南北向最远距桥位线约 600m。桩基施工大潮联合影响悬沙浓度大于 10mg/l 的包络面积为 0.439km²，大于 100mg/l 的包络面积为 0.077km²，大于 150mg/l 的包络面积为 0.060km²。

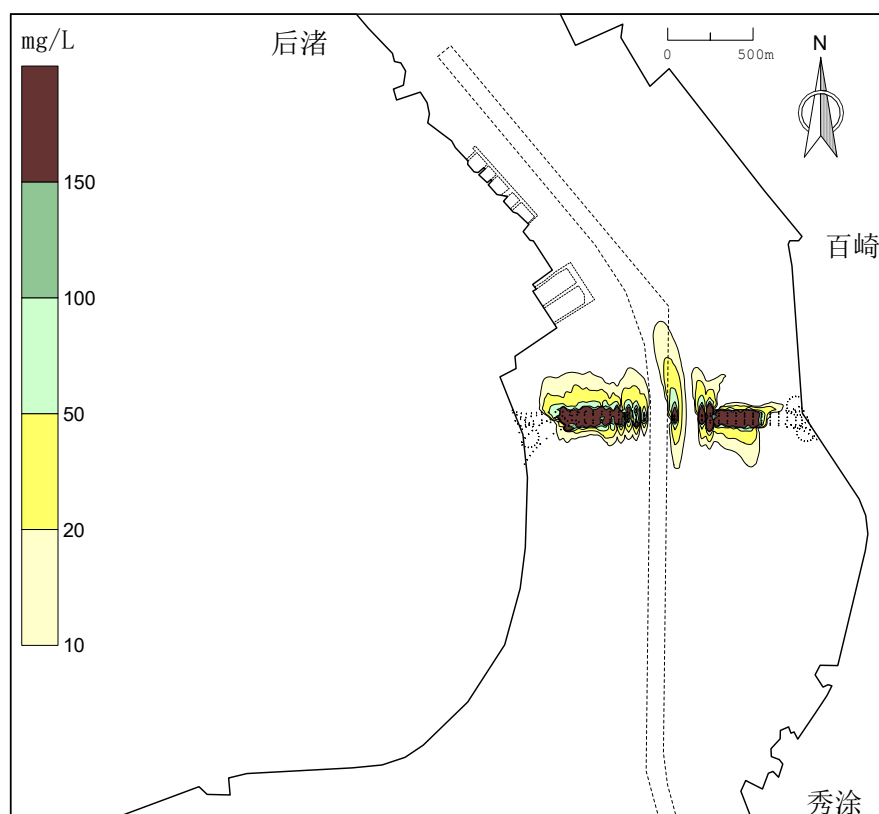


图 4.1-1 桩基施工大潮悬沙浓度增量联合影响包络线图

4.1.3.2 施工期污水对海洋生态环境的影响

施工期污水主要来自施工人员生活污水和施工废水。建议在施工现场设置移动式环保厕所，对陆域施工人员生活污水收集处理，定期由环卫部门清运。施工废水收集后，经沉淀池沉淀处理后，尽量回用，不得排海。在此前提下，施工期施工污水基本不会对工程区附近海域的海洋生态环境产生影响。

4.1.3.3 营运期桥面污水对海洋生态的影响

本工程营运期海洋污染物主要为雨水冲刷桥面产生的初期雨水，其污染特征为 SS 和油类，但含量较小。根据海洋环境影响专题分析结论，跨海段桥面排水设计采用集中排水方式，在桥面外侧设置排水横管，桥梁两侧分别设置雨水横管向东、西两岸方向排放，桥梁东、西岸分别设置一座初期雨水调节池，临时储存初期雨水，最终排入桥梁东、西岸已建的市政污水管。其他陆上引桥排水通过桥墩侧设置 DN200mm 竖向排水管将雨水引至地面雨水井。因此，桥面污水对海洋生态基本不造成影响。大桥运营后须配备专业队伍负责大桥的日常维护与管理，采用先进清扫设备对桥面实施保洁。

4.1.4 海域沉积物环境影响分析

项目施工期对沉积环境的扰动主要表现在桥梁基础施工阶段和施工栈桥搭设、拆除阶段。施工栈桥平台架设采用钢管桩，不会改变沉积物环境；钢护筒钻孔灌注桩施工时钻孔

泥浆循环使用，滤取的钻渣则经收集运送陆域；仅部分承台施工时对滩涂表层淤泥有所扰动。整个桥梁施工过程中产生的悬浮泥沙主要来源于现有海域表层沉积物本身，对现有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总体沉积环境的变化。工程建成后向海洋水体中排放的污染物数量很少，对海洋中对海洋沉积物环境造成的影响很小。

4.2 资源影响分析

4.2.1 对空间资源的影响分析

4.2.1.1 对岸线资源的影响分析

根据新修测岸线，本工程拟建桥梁用海范围内人工岸线长 696.1m，其中桥梁垂直投影范围内岸线长 622.2m，保护带范围内岸线长 73.9m，桥梁立交上跨现有护岸，不实际占用岸线。根据设计单位提供的桩基平面布置图，丰泽侧海上桥墩与岸线最近距离约 3m，台商投资区侧海上桥墩与岸线最近距离 3.2m，施工栈桥桩基也未落在现有岸线上，因此本项目建设不影响海岸形态和生态功能。

4.2.1.2 对滩涂资源的影响分析

工程中部为 U 型深槽，两岸为滩涂，以潮滩为主，西岸宽约 6.6km，东岸宽约 7.2km，滩面平缓，中上部零星生长了互花米草；中下部为光滩，沉积物以细颗粒的泥质沉积物为主。桥梁建设不影响滩涂湿地功能，但施工期悬浮泥沙入海及泥沙沉降，对潮滩底栖生物有一定影响，但影响是暂时的。

4.2.1.3 对海湾资源的影响分析

本工程用海面积共 20.4436 公顷，其中“跨海桥梁、海底隧道”用海 20.2127 公顷，施工栈桥用海 0.2309 公顷，桥墩永久占用海域面积 0.8472 公顷，工程占用海域为重要湿地，项目实施后，滩涂湿地将直接减少 0.8472 公顷。桥梁建设导致滩涂湿地生境的破碎化，但桥墩占用面积小，且具有不连续性，桥墩周围仍保持原有海涂特征和生态功能。

4.2.2 对海洋生物资源的影响分析

4.2.2.1 底栖生物损失量分析

根据底栖生物调查结果，2022 年 5 月（春季）、2022 年 9 月（秋季）的潮间带底栖生物平均生物量分别为 37.83g/m²、30.21 g/m²，两季平均生物量为 34.02 g/m²。根据工可资料，本工程桥墩占海面积约 0.8472hm²，桥墩占海造成的海洋生物损失属于长期的、不可逆的，损害年限按 20 年计算。因此桥墩占海每年造成的底栖生物损失量计算如下：

桥墩占海底栖生物损失量=桥墩占海面积×潮间带平均生物量×20 年=0.8472hm²×34.02g/m²×20 年=5.764t

本工程施工栈桥桩基占海面积约 0.0045hm²，施工栈桥占海导致底栖生物损失量属于临时的，因此损害补偿年限按施工期 4 年计算，则施工栈桥占海每年造成的底栖生物损失量计算如下：

$$\text{施工栈桥占海底栖生物损失量} = \text{桩基占海面积} \times \text{潮间带平均生物量} \times 4 \text{ 年} \\ = 0.0045 \text{ hm}^2 \times 34.02 \text{ g/m}^2 \times 4 \text{ 年} = 0.008 \text{ t}$$

综上，项目用海及施工造成的底栖生物损失量约 5.8t。

4.2.2.2 悬浮泥沙入海导致的海洋生物资源损失量

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的规定，海洋生物资源损失计算公式如下：

$$\text{一次性平均受损量} = \text{生物资源密度} \times \text{污染物增量区面积} \times \text{生物资源损失率}$$

$$\text{持续性损害受损量} = \text{一次性平均受损量} \times \text{污染物浓度增量影响的持续周期数}$$

海洋生物资源中鱼卵的受损量采用 2022 年 5 月（春季）调查得到的生物量密度进行计算（秋季调查期间鱼卵未出现），仔稚鱼、游泳动物、浮游动物、浮游植物的受损量采用 2022 年 5 月（春季）和 9 月（秋季）现状调查得到的平均生物量密度进行计算。本项目施工期海洋生物资源一次性平均受损最大量和持续性受损量见表 4.2-1。

表 4.2-1 涉海段桩基施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物资源受损量

	超标面积 (km ²)	各类生物平均损失率(%)及生物资源密度				
		鱼卵	仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
各类生物损失率 (Bi≤1)	0.1950	5%	5%	1%	5%	5%
各类生物损失率 (1<Bi≤4)	0.1230	18%	18%	6%	20%	20%
各类生物损失率 (4<Bi≤9)	0.0440	40%	40%	15%	40%	40%
各类生物损失率 (Bi≥9)	0.0770	50%	50%	20%	50%	50%
生物资源密度	——	0.24 粒/m ³	1.26 尾/m ³	340.11kg/km ²	144.31 个/m ³	23128.50 个/L
一次性平均受损量	——	2.10×10 ⁴ 粒	1.10×10 ⁵ 尾	10.45kg	1.31×10 ⁷ 个	2.09×10 ¹² 个
持续性损害受损量	——	3.36×10 ⁵ 粒	1.75×10 ⁶ 尾	167.14kg	2.09×10 ⁸ 个	3.35×10 ¹³ 个
持续性损害受损量 (以 4 年计)	——	2.01×10 ⁶ 粒	1.05×10 ⁷ 尾	1002.85kg	1.25×10 ⁹ 个	2.01×10 ¹⁴ 个

注明：Bi 为悬浮泥沙浓度超过二类《海水水质标准》的倍数，平均水深取 1.0m。污染物浓度增量实际影响天数以海上桩基施工时间 8 个月计，则持续周期数为 16。

4.2.2.3 纳潮量导致的海洋生物资源损失

根据水动力影响分析，项目用海造成的纳潮量损失约 2 万 m³，每年海洋生物损失量计算如下：

纳潮量损失引起的海洋生物损失量=纳潮量损失量×生物资源密度

海洋生物损失量估算如表 4.2-2 所示。

表 4.2-2 纳潮量损失造成的每年海洋生物损失量

	纳潮量损失 (万 m ³)	各类生物资源密度				
		鱼卵	仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
生物资源密度	2	0.24 粒/m ³	1.26 尾/m ³	340.11kg/km ²	144.31 个/m ³	23128.50 个/L
每年海洋生物受损量		4.78×10 ³ 粒	2.51×10 ⁴ 尾	6.80kg	2.89×10 ⁶ 个	4.63×10 ¹¹ 个
持续性受损量 (20 年)		9.60×10 ⁴ 粒	5.02×10 ⁵ 尾	136.04kg	5.77×10 ⁷ 个	9.25×10 ¹² 个

注明：平均水深取 1m。

综上，工程建设造成的底栖生物损失的合计为 5.8t，悬浮泥沙与纳潮量共造成海洋生物的损失量为鱼卵 9.62×10⁴ 粒、仔稚鱼 5.03×10⁵ 尾、成体 1138.89kg、浮游动物 5.78×10⁸ 个、浮游植物 9.27×10¹³ 个。

4.3 项目用海生态影响分析

4.3.1 施工期悬浮泥沙入海对海洋生态影响分析

(1) 对浮游生物的影响

施工导致水中悬浮物含量增多，增加海水的浑浊度，减弱水体的真光层厚度，从而降低海洋初级生产力，随之浮游植物生物量下降，进而影响以浮游植物为饵料的浮游动物，单位水体中的生物量也必然相应地减少。过量悬浮物质使浮游动物食物过滤系统和消化器官受到阻塞，悬浮物质含量达到 300mg/L 以上时影响特别明显；高浓度增量甚至会导致其死亡，对浮游动物生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等造成影响。

根据数模预测结果，施工产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的面积约 0.439km²，影响范围沿桥位线分布，一般距桥墩 100m 内。悬浮泥沙对此范围内的浮游生物的生长繁殖产生一定的干扰，导致生物量下降，但悬浮泥沙最多在持续 6-7 小时一个潮周期后基本落淤完毕，持续影响时间不长。每天停止作业后，由于潮汐作用，会将外海的浮游动植物带入工程区及其附近海域，使工程区浮游动植物得以补充。因此，本工程产生的入海悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。

(2) 对底栖生物的影响

施工过程扰动海床，造成周围泥沙再悬浮激起悬浮泥沙的二次沉淀也将掩埋周围的底栖生物，对部分底栖生物的繁殖和生长造成影响，但具有行动能力的底栖生物则可能主动逃窜回避从而免遭受损。按悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 包络范围内的 30% 的底栖生物受到致命伤害估算。根据底栖生物调查结果，调查期间工程海域没有发现

珍稀、濒危的底栖生物。因此本工程建设对海域底栖生物生物量、密度、种群结构等不会产生大的影响。

(3) 对鱼卵、仔鱼和游泳生物的影响

不同种类的游泳生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，对鱼类的会产生多方面影响。施工期间高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物幼体会造成伤害，主要表现为：影响胚胎发育，降低孵化率；悬浮物堵塞幼体鳃部造成窒息死亡，大量的悬浮物造成水体严重缺氧而死亡；悬浮物有害物质二次污染破坏水体正常的生物化学过程，破坏鱼类资源的自我更新机制，也使鱼卵、仔稚鱼体内的生理机制发生改变，体内残毒增多，成活率降低。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。

水中大量存在的悬浮物微粒会随鱼类的呼吸进入其鳃部，损伤鳃组织，隔断气体交换，影响鱼类的存活和生长；细颗粒也会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，从而影响鱼类的繁殖。悬浮微粒过多时，也不利于天然饵料的繁殖生长。通常认为悬浮物质含量在 200mg/L 以下及影响较短时，不会导致鱼类直接死亡，但过高的悬浮物质浓度即使未能引起鱼类死亡，其鳃部也会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。此外，悬浮物扩散场等会导致鱼类的回避反应，产生“驱散效应”。

根据数模预测结果，施工产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的面积约 0.439km²，影响范围沿桥位线分布，一般距桥墩 100m 内，影响范围和程度较小。在此水域范围内，部分鱼卵、仔鱼可能因高浓度的含沙量而死亡，成鱼虽可以回避，但部分幼体仍难逃厄运。而这种影响是暂时的，持续时间不长，随着每天停止作业而消失。因此，悬浮泥沙入海将对鱼类产生一定影响。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多数对悬浮泥沙有较强的抗性。因此，悬浮泥沙入海对虾蟹类的影响不大。

本项目施工期间施工机械噪声对施工区邻近海域中的鱼类将产生一定的影响，对噪声敏感鱼类可能会受到惊吓而远离大桥施工现场。

4.3.2 项目用海对泉州湾河口湿地省级自然保护区湿地、生物群落、主要保护对象的影响分析

本节引自福建省林业勘察设计院 2023 年 6 月编制的《泉州百崎通道建设项目涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》及《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》。

4.3.2.1 工程占用湿地对海洋生态环境的影响分析

本工程以桥梁方式跨越泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区，本工程用海面积共

20.4436 公顷，其中“跨海桥梁、海底隧道”用海 20.2127 公顷，施工栈桥用海 0.2309 公顷，桥墩永久占用海域面积 0.8472 公顷。

桥墩以外用海范围湿地仍保持原有滩涂特征和生态功能；工程对海域滩涂资源的损耗主要体现为基础结构占用，桥墩永久占用湿地面积为 0.8472 公顷，该范围内的底栖生物、浮游生物等损失，但对水生生物栖息地的连通性造成影响较小；施工栈桥桩基临时占用湿地面积约 0.0045 公顷，该范围内的底栖生物、浮游生物等将损失，但施工结束将桩基拔出后，湿地功能将慢慢恢复。

泉州湾河口湿地是重要湿地，桥墩占用范围内原有湿地的生态系统服务功能损失，但每个桥墩占用斑块面积很小，且提供了有效的竖向空间，未对生态系统斑块产生明显的分割效应，斑块数量没有变化，保证了斑块原有生态作用的持续发挥，且受项目影响的生态系统均非特有生态类型，在福建和中国华南其他沿海地区均有分布，工程建设总体上对保护区生态系统的影响较小。

4.3.2.2 对红树林的影响

百崎通道上下游沿岸泥滩地上零星分布有秋茄树，影响评价区不是红树林的主要分布区。施工期间，将对施工区周边的秋茄树造成一定的影响。根据数模计算结果，工程实施后，工程附近的流速流向基本不变，工程滩涂淤积增量约 2~10cm/a，弱淤积趋势利于湿地植物生长；桥墩施工期间，悬浮泥沙大于 10mg/l 的包络面积为 0.439km²，一般集中在桥墩附近，悬沙沉降会对保护区生物群落产生暂时性影响，不会对保护区湿地植物的生境造成较大改变。

工程桥墩永久占用湿地和栈桥桩基临时占用湿地将造成湿地植物生境面积的减少，但项目建设未占用自然保护区主要的红树林树群落面积，且红树林群落在自然保护区广泛分布，因此总体上对红树林数量不会造成较大危害。

4.3.2.3 对鸟类的影响分析

工程建设对鸟类的影响首先是工程占用湿地面积 0.8472 公顷，减少鸟类的栖息地。其次是人类活动对鸟类活动的干扰影响。工程施工期间，施工噪声、灯光等会使施工处一定范围（一般是 200m）内的环境造成干扰影响，造成鸟类在施工期间远离这一区域。大桥基础施工过程中将压缩过水断面，造成桥前局部雍水，水流减缓，而桥下水流速度加快，使得桥址处水禽等难以觅食停留。受影响的群落主要是鸬鹚类、鹭类，但不会造成保护区种群数量的减少。项目建成后，大桥往来车辆行驶噪声、车辆鸣笛声、路灯及行车灯照射等，打破了原来湿地自然、宁静的环境，导致某些生性机警、胆小的留鸟不敢返回原栖息地，对周边野生动物造成一定的干扰。

项目以桥梁形式穿越自然保护区，对原有湿地斑块造成分割，由于保护区内大部分保护动物为鸟类，具有迁徙能力，项目所占区域占自然保护区总面积比重较小，但项目施工期及运营期对鸟类的栖息和迁徙均会产生影响，故项目对鸟类的分布和栖息地连通性影响为中高度。鸟类迁移性较强，主要活动于桃花山片区，本工程距离南侧桃花山海滨水禽功能区较远，与该功能区的缓冲区、核心区最近分别约 4.1km、4.2km，工程施工不会对该鸟类集中区造成显著影响；工程建设项目对特有物种、保护物种的食物链结构及其迁移、散布和繁衍的影响较小。总体而言，百崎大桥建设对鸟类种类、数量和分布会产生一定的影响，但工程区附近记录到的鸟类在洛阳江红树林功能区均为常见种，周边湿地可容纳其继续生存，项目建设对鸟类群落结构影响有限。

综上，根据福建省林业勘察设计院 2023 年 6 月编制的《泉州百崎通道建设项目涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》及《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》，综合考虑工程建设、运行对泉州湾河口湿地省级自然保护区景观/生态系统、生物群落、物种种群、主要保护对象、生物安全及社会因素等 6 个方面的影响，通过指标分析，判断百崎大桥工程对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响属于中低度影响范围，项目建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响可以接受。

4.3.3 项目用海生态风险分析

2000 吨级客船从桥位区通航时，有碰撞桥墩船舶溢油风险，采用油粒子模型对船舶事故溢油及其影响进行预测。“油粒子”模型基于考虑风生流的潮流场，利用 Lagrange 粒子追踪法跟踪质点的轨迹，与此同时用随机走动法模拟“油粒子”的紊动扩散，这种方法根据运动对象的行为选择用确定性模型模拟环境动力条件（主要是流场），并且采用随机模型模拟溢油“油粒子”紊动扩散场，提高了溢油预报的效果。

（1）油粒子模型

叠加风生流后，质点在 t 时刻速度 $\vec{u}_3(t)$ 可按下式表示：

$$\begin{cases} u_{3x} = u_x + \varepsilon V_{wind} \sin(180 + \sigma + \theta) \\ u_{3y} = u_y + \varepsilon V_{wind} \cos(180 + \sigma + \theta) \end{cases}$$

其中 u_x 、 u_y 为质点潮流流速分量； V_{wind} 为海面 10m 处风速， ε 为风因子，取 0.02； σ 为风向， θ 为油粒子风生流的风漂移偏角， θ 按如下公式取值：
$$\theta = \begin{cases} 40 - 8\sqrt{V_{wind}} & 0 \leq V_{wind} \leq 25 \text{ m/s} \\ 0 & V_{wind} > 25 \text{ m/s} \end{cases}$$

设 $x(t)$ 即为 n 时刻质点所在位置， $x(t + \Delta t)$ 为 n+1 时刻质点所在位置为： $\frac{dx}{dt} = \vec{u}_3(t)$ ，积分

后得出： $x(t+\Delta t)=x(t)+\int_t^{t+\Delta t}\vec{u}_3(t)dt$ ， Δt 时间间隔水质点位移 $\overrightarrow{P_1P_2}$ 可求。

“油粒子”的紊动扩散属于随机运动，可用随机走动法模拟，把油膜看成大量“油粒子”组成的粒子云团，油粒子的随机走动导致粒子云团的尺度随时间而增大，粒子云团随机走动的“方差”等于粒子云团方差的时间变化： $\langle \gamma^2 \rangle = \sigma^2(t+\Delta t) - \sigma^2(t)$ ，从而得出：

$\langle \gamma^2 \rangle \approx \frac{d\sigma^2}{dt} \Delta t$ ，式中，算子 $\langle \rangle$ 表示对所有的油粒子求平均， $\sigma(t)$ 为 t 时刻粒子云团的标准

差，将油粒子云团的方差随时间的变化率定义为扩散系数： $K = \frac{1}{2} \frac{d\sigma^2}{dt}$ ，随机走动的方差

与紊动扩散系数 K 的关系为： $\langle \gamma^2 \rangle = 2K\Delta t$ ，可以得出随机走动的距离为：

$$\Delta\alpha = \eta\sqrt{2K\Delta t}$$

式中， $\Delta\alpha$ 为 α （ x 或 y ）方向 Δt 时间步长下紊动引起的油粒子扩散距离， η 为均值为 0，标准差为 1 的正态分布随机数， $K = 5.0m^2/s$ 。于是油粒子运移距离 L 为海面风场、潮流场和紊动扩散共同作用下的运移距离： $L = P_1P_2 + \alpha$ ，在潮周期内进行积分就得到每个油粒子的运动轨迹。

当油粒子漂移到岸边时会吸附在岸边，但由于水流的卷带作用，上岸的油粒子可能重新进入水体中，重新回到水体中的油量与水流流速、浓度梯度及岸边天然状况有关。

Torgrimson 建议用衰减公式计算每个时段 Δt 内返回水中的油量 dA_b 为：

$$\frac{dA_b}{A_b} = 1 - 0.5^{\Delta t/\lambda}$$

式中， A_b 为吸附在岸边的总油量， λ 为半衰期，对开阔、平整岸边取值为 1 小时。

（2）计算方案

溢油点选取主桥墩边 O1 位置，模拟静风、年主导风 NE 风 5.6m/s、夏季主导风 SW 4.7m/s 三种风况下，落急和涨急时刻发生溢油，72 小时内油膜漂移、扩展和随机扩散所造成污染范围及污染程度，考虑船型为 500 吨级海轮船，泄漏持续时间 10min，溢油量为 28T。

假设 1T 吨油品油膜由 4×10^4 个油粒子所组成，10 分钟内排放全部粒子。计算各个粒子在大潮高潮或低潮时刻启动，随潮流、风生流漂移路径，得出各瞬时刻每个网格的粒子数，根据粒子的体积转换成油膜厚度，即可得出模拟时段内各个时刻 0.02、0.1、0.3、1、5、15、20、100、1000 μm 等油膜厚度的分布。给出溢油的污染范围，并对到达并开始污染附近环境敏感目标产生所需时间进行统计。

（3）预测结果分析

从油膜漂移情况来看，油品泄漏后漂移范围受泄漏位置、初始泄漏潮时和风况影响，泄漏后初始几个小时，油膜面积较小，厚度较厚，而后油膜逐渐分散，面积增大而油膜厚度变薄。在同样泄漏位置和源强下，不同风况对油膜漂移范围影响较大。01 溢油点位于百崎大桥主桥墩边上，不同风况下，静风时溢油油膜漂移范围较大，油膜可达到泉州湾口外，而 NE、SW 风下，受风生流影响，油膜漂移范围较小，其中 SW 风溢油仅限于洛阳江水域。工况一～六中各工况 $>0.02 \mu\text{m}$ 最大扫海面积为 150.8km^2 。影响到的敏感目标主要有洛阳红树林保护区、桃花山海滨水禽功能区、埭埔枪城河口湿地生态功能区、水头滩涂藻类养殖区、水头滩涂贝类养殖区、蚶江滩涂藻类养殖区、蚶江滩涂贝类养殖区等，溢油最短响应时间为工况四（NE 风涨急时溢油）的 3 小时。

5 海域开发利用协调分析

5.1 开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

(1) 泉州市

泉州市地处福建省东南部，是福建省三大中心城市之一。北承省会福州，南接厦门特区，东望台湾宝岛，西毗漳州、龙岩、三明。

根据《2023 年泉州市政府工作报告》，2022 年泉州市生产总值 12102.97 亿元，增长 3.5%；地方一般公共预算收入 526.79 亿元，增长 8%；居民人均可支配收入 46707 元，增长 5.4%；固定资产投资 2840.31 亿元，增长 10.3%；农林牧渔业总产值 454.03 亿元，增长 3.7%；社会消费品零售总额 5982.94 亿元，增长 2.8%；进出口总额 2711.9 亿元，增长 3.6%。

(2) 泉州市丰泽区

丰泽区是泉州市中心城市核心区，区域总面积 126.5 平方公里，总人口 52.96 万人，下辖 8 个街道、74 个社区，包含泉州市中心城市规划中的东海、城东、北峰组团及中心组团部分。根据“2023 年泉州市丰泽区政府工作报告”、“2023 年泉州市洛江区国民经济和社会发展统计公报”，2022 年，丰泽区地区生产总值达 850.0 亿元、增长 3.6%，其中：第一产业增加值 1.9 亿元，增长 2.9%；第二产业增加值 156.8 亿元，增长 0.8%；第三产业增加值 691.3 亿元，增长 4.2%。全年人均地区生产总值 117567 元，比上年增长 1.8%。

(3) 泉州台商投资区

泉州台商投资区成立于 2010 年，为国家级台商投资区，也是泉州国家高新技术产业开发区的主园区，下辖隶属惠安县的洛阳镇、东园镇、张坂镇、百崎乡和省级惠南工业园区，区域面积 200 平方公里。

泉州台商投资区与泉州市新行政中心隔海相望，投资区依山、面海、环湖、沿江，区位优势明显，属泉州中心城区“一湾两翼三带”城市空间布局中的环泉州湾区域，功能定位为生态型滨水城市新区和现代化港口保税物流园区。根据泉州台商投资区科技经济发展局“泉州台商投资区 2022 年 1-12 月主要经济指标完成情况”，2022 年地区生产总值达 401.92 亿元、增长 4.8%，一般公共预算总收入达 28.89 亿元、增长 17.3%，第三产业增加值达 113.61 亿元、增长 2.5%，社会消费品零售额达 103.23 亿元、增长 5.1%。

5.1.2 海域使用现状

本工程跨海段周边主要有海洋自然保护区、交通运输用海。

5.1.2.1 交通运输用海

后渚作业区位于工程北侧 618m，建有 5000 吨级粮食泊位、客货泊位、3000 吨级杂货泊位、成品油泊位各一个、5000 吨级集装箱泊位、1000 吨级杂货泊位各两个。

后渚航道位于桥区中央深槽水域，后渚通海航道由小坠航道端点接入，经过泉州湾跨海大桥，沿北向至后渚作业区。

根据《泉州港总体规划（2035 年）》，后渚作业区（后渚～上堡）岸段现状为港口岸线，为适应泉州城市发展需要，该作业区将逐步取消货运功能，岸线调整为城市旅游客运码头岸线。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（〔2022〕103 号），要求泉州港务集团于 2023 年 12 月底前正式启动后渚港区的搬迁工作。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（〔2021〕31 号），百崎通道按 2000 T 通航标准设计。因此，工程区海域将来通航 2000 吨级以下客船为主。

5.1.2.2 泉州湾河口湿地省级自然保护区

根据《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划（2018-2027 年）》，泉州湾河口湿地省级自然保护区东至秀涂内侧与石湖内侧连线以内水域，南至蚶江水头，西至晋江大桥，北至洛阳镇陈坝村，以泉州湾河口为主体。2018 年 8 月，泉州湾河口湿地省级自然保护区调整范围获得福建省政府的同意（5-1、5-2），调整后保护区全区总面积 7065.31 公顷，其中核心区面积 1372.27hm²，缓冲区面积 653.75 公顷，实验区面积 5039.29 公顷。保护区内河口水域和浅海水域面积 2678.79 公顷，库塘面积 113.67 公顷，红树林沼泽面积 305.89 公顷，水产养殖场 454.59 公顷。自然保护区分为三个片区，分别为洛阳红树林功能区、桃花山海滨水禽功能区和埭埔枪城河口湿地生态功能区，主要保护对象为湿地、红树林、珍稀鸟类、中华白海豚和中华鲟等，即以国际湿地公约重点保护的的红树林和滨海湿地生态系统、众多珍稀濒危动物和国际候鸟保护物种。

根据《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划（2018-2027 年）》，项目用海全部位于泉州湾河口湿地省级自然保护区的实验区，项目用海面积 20.4436 公顷（含施工栈桥用海面积 0.2309 公顷），北侧与桃花山海滨水禽功能区核心区边界最近约 4.1km，南侧埭埔枪城河口湿地生态功能区核心区最近约 3.4m。

5.1.2.3 渔业养殖及捕捞

根据泉州市丰泽区人民政府 2019 年 01 月 25 日发布的《关于泉州湾河口湿地省级自然保护区丰泽区域围垦养殖清退的通告》，泉州湾河口湿地省级自然保护区围垦养殖退出截止时间为 2019 年 3 月底。根据泉州台商投资区环境与国土资源局 2022 年 8 月 4 日发布的《关于开展泉州湾（台商区段）互花米草清理的通告》，将全面开展泉州湾河口湿地互花米草清理整治，清理范围内养殖必须在 2022 年 8 月 12 日前自行清理。

根据 2023 年 4 月现场踏勘结果，工程区周边未发现海水养殖。

5.1.3 海域使用权属现状

本工程所在海域周边无确权用海项目。

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、项目用海特点及其实施对海域资源环境影响预测结果，本项目实施将主要对工程周边泉州湾河口湿地省级自然保护区、后渚航道等海域开发利用活动造成一定影响。

5.2.1 对泉州湾河口湿地省级自然保护区的影响分析

本工程以桥梁方式跨越泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区，本工程用海面积共 20.4436 公顷，其中“跨海桥梁、海底隧道”用海 20.2127 公顷，施工栈桥用海 0.2309 公顷，桥墩永久占用海域面积 0.8472 公顷。

根据福建省林业勘察设计院 2023 年 6 月编制的《泉州百崎通道建设项目涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》及《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》，桥墩以外用海范围湿地仍保持原有滩涂特征和生态功能；工程对海域滩涂资源的损耗主要体现为基础结构占用，桥墩永久占用湿地面积为 0.8472 公顷，该范围内的底栖生物、浮游生物等损失，但对水生生物栖息地的连通性造成影响较小；施工栈桥桩基临时占用湿地面积约 0.0045 公顷，该范围内的底栖生物、浮游生物等将损失，但施工结束将桩基拔出后，湿地功能将慢慢恢复。

泉州湾河口湿地是重要湿地，但每个桥墩占用斑块面积很小，且提供了有效的竖向空间，未对生态系统斑块产生明显的分割效应，斑块数量没有变化，保证了斑块原有生态作用的持续发挥，且受项目影响的生态系统均非特有生态类型，在福建和中国华南其他沿海地区均有分布，工程建设总体上对保护区生态系统的影响较小。

工程桥墩永久占用湿地和栈桥桩基临时占用湿地将造成湿地植物生境面积的减少，但项目建设未占用自然保护区主要的红树林树群落面积，且红树林群落在自然保护区广泛分布，因此总体上对红树林数量不会造成较大危害。

工程建设占用湿地面积 0.0819 公顷，减少鸟类的栖息地，施工期施工噪声、灯光等，以及营运期车辆行驶噪声、车辆鸣笛声、路灯及行车灯照射等，对周边（一般是 200m）鸟类的栖息和迁徙造成干扰，但工程离桃花山海滨水禽功能区约 4.1km，工程施工不会对该鸟类集中区造成显著影响；工程建设项目对特有物种、保护物种的食物网/食物链结构及其迁移、散布和繁衍的影响较小，对鸟类群落结构影响有限。

综合考虑工程建设、运行对泉州湾河口湿地省级自然保护区景观/生态系统、生物群落、物种种群、主要保护对象、生物安全及社会因素等 6 个方面的影响，通过指标分析，判断百崎大桥工程对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响属于中低度影响范围，项目建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响可以接受。

5.2.2 对后渚港区及航道的影响分析

工程北侧距离后渚作业区 618m，拟建桥梁跨越现有后渚航道。

根据《泉州港总体规划（2020-2035 年）》，后渚作业区共建有 8 个千吨级~五千吨级生产性泊位，形成综合通过能力达 248 万吨，包括散杂货通过能力达 129 万吨，集装箱通过能力 14 万 TEU，客运 5 万人次。为适应泉州城市发展需要，后渚作业区将逐步取消货运功能，岸线调整为城市旅游客运码头岸线。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》

（[2021]31 号），百崎通道按 2000 T 通航标准设计。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（[2022]103 号），要求泉州港务集团于 2023 年 12 月底前正式启动后渚港区的搬迁工作，并同意将秀涂港区 16 号泊位作为后渚港区货运功能转移过度场所。

根据福建省港航勘察设计研究院 2022 年 12 月编制的《泉州百崎通道工程航道通航条件影响评价报告》，拟建桥梁跨越现有后渚通海航道，拟建桥型方案通航孔跨度为 $2 \times 168\text{m}$ ，实际设计通航净宽（满足通航净高要求范围内）为 $2 \times 135.1\text{m}$ ，满足 $2 \times 126\text{m}$ 的最小通航净宽要求；通航净高为 26.4m，满足 24.75m 的最小通航净空高度要求。桥位及通航孔的设置能满足航道通航条件相关标准的要求。

5.3 利益相关者界定

根据项目用海对周边开发活动的影响分析，本项目不涉及利益相关者。利益协调部门为：①泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心；②泉州市港口、航道管理部门。项目用海利益相关者和协调部门见表 5.3-1。

表 5.3-1 项目用海利益相关者与协调部门一览表

序号	用海活动	位置	利益相关者/ 利益协调部门	影响因素与损失程度	协调情况
1	泉州湾河口湿地保护区	工程位于保护区实验区	泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心	本工程以桥梁方式跨越泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区，本工程用海面积共 20.4436 公顷，其中跨海桥梁用海 20.2127 公顷，施工栈桥用海 0.2309 公顷，桥墩永久占用海域面积 0.8472 公顷。桥墩以外用海范围湿地仍保持原有滩涂特征和生态功能；工程对海域滩涂资源的损耗主要体现为基础结构占用，桥墩范围内的底栖生物、浮游生物等损失，但对水生生物栖息地的连通性造成影响较小；施工栈桥桩基临时占用湿地面积约 0.0045 公顷，该范围内的底栖生物、浮游生物等将损失，但施工结束将桩基拔出后，湿地功能将慢慢恢复。工程未占用红树，但造成湿地植物生境面积的减少。施工期和营运期鸟类的栖息环境造成干扰，工程建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响属于中低度影响。	协调中，已开展保护区生物多样性影响、生态功能影响专题。
2	后渚航道	工程跨越航道区	泉州市港口、航道管理部门	拟建桥梁跨越现有后渚通海航道，航道桥区顺直段长度未能满足规范要求，在加大通航净宽的条件下，桥位及通航孔的设置能满足航道通航条件相关标准的要求。	协调中，已开展通航影响专题。

5.4 相关利益协调分析

（1）与泉州湾河口湿地保护区的协调

建设单位已委托开展《泉州百崎通道涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》、《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》编制工作。建设单位应在施工前将施工组织方案报送泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心、林业行政主管部门，取得其同意后方可实施。

建设单位应在工程建设前，应委托有资质的单位，合理编制项目预算，拨付相应的湿地生态修复专项资金给第三方机构进行托管，并与保护区管理处签订湿地生态修复协议，对生态修复的具体工程进行设计、施工，同时，保护区管理处对整个修复方案的实施和经费使用情况依法监督。施工期间接受泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心的监督，并加强施工管理，采取使用低噪设备、桥梁安装隔声、光屏障等措施，来减缓对保护区的影响。严禁施工油污、桥梁钻渣、废弃泥浆等污染物随意排放。总体而言，与泉州湾河口湿地保护区具备协调的途径。

（2）与港口管理部门的协调分析

根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（[2021]31 号）、《泉州市人民政府专题会议纪要》（[2022]103 号）等相关会议纪要，后渚作业区将逐步进行功能调整，工程区海域将来通航 2000 吨级以下客船为主。

根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》，考虑桥梁基础结构所需宽度与必要的防撞设施尺寸，本工程桥梁通航孔跨度为 $2 \times 168\text{m}$ ，设计通航净宽 $2 \times 135.1\text{m}$ ，通航净高 26.4m ，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求。桥梁建设方案及通航孔设置尺寸需取得港口部门和海事部门的同意，建设单位还应会同航道、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进行专项设计、建设和维护。

施工前，建设单位和施工单位应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，在施工前办理水上水下作业施工许可，提前发布施工和航行通告，并会同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，保证导助航设施及安全警示标志与工程中同步建设，施工单位应落实工程水域附近通航安全保障工作，保障施工作业及周边水域交通安全。

5.5 对国防安全 and 国家权益的影响

本项目用海位于泉州湾洛阳江口海域，地处我国内水海域，对国家权益没有影响。项目建设不占用军事用地，没有占用和破坏军事设施，不影响国防安全。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.1.1 项目用海与《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示稿）的符合性分析

根据《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示稿），以湾区为重点推进功能聚集和空间整合，推动环湾城区高品质建设特大城市，加快推进环泉州湾地区 1350 平方公里范围内高质量融合发展，并规划建设综合性交通枢纽。百崎通道是泉州东海综合大道至百崎通道项目规划中的一部分，是东海组团和泉州台商投资区的重要交通通道，位于后渚大桥下游约 2.3 公里处，是洛阳江上续洛阳江大桥、金屿大桥（在建）、后渚大桥之后的第四座大桥，建成后对完善区域路网体系、缓解过江交通压力、疏解后渚大桥拥堵问题作用明显。百崎通道横跨洛阳江下游海域，距泉州湾/洛阳江河口约 2 公里，起点与东海组团东海综合大道相接，终点与洛秀组团百东大道相接。跨海桥梁的建设对完善两岸城市组团交通干线网，百崎通道是泉州构建环湾城市的重要交通网络部分，已纳入在编的《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

6.1.2 项目用海与《泉州市城市总体规划（2008-2030）》的符合性

根据《泉州市城市总体规划（2008-2030）》，泉州中心城区将形成“多中心、组团式”的空间布局模式，城市用地主要向东、向南发展，优化北部功能，适度向西发展。向东发展地区主要包括丰泽区东海、城东、华大街道和洛江区万安街道，以及跨过洛阳江口海域向东的洛秀、张坂等东部组团。本工程拟建百崎通道是联系东海组团和洛秀组团（台商投资区）的纽带，跨海桥梁的建设对完善两岸城市组团交通干线网，减轻环湾区域交通压力，共享两岸资源，促进两岸建设发展以及洛阳江景观规划建设，有利于环湾一体化的发展，本项目的建设符合《泉州市城市总体规划（2008-2030）》。

6.2 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

6.2.1 项目所在海域海洋功能区分布

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程拟建百崎通道位于“泉州湾特殊利用区”“泉州湾河口湿地海洋保护区”、“泉州湾港口航运区”“百崎工业与城镇用海区”、周边海洋功能区主要有：“百崎特殊利用区”。

6.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

（1）对“泉州湾特殊利用区”的影响分析

项目位于“泉州湾特殊利用区”，占用功能区面积约 6.22 公顷，根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，“泉州湾特殊利用区”的用途管制要求为：“保障路桥用海，须进行专题论证确定其具体用海位置、范围，保障船舶通航安全，确保不影响毗邻海域功能区”；用海方式管理要求为：“严格限制改变海域自然属性”；海岸线整治要求为：“尽量减少对海岸地貌的影响”；海洋环境保护要求为：“海洋环境质量维持现状”。

本工程属路桥用海，工可设计单位结合地质勘查等相关专题，从片区路网布局、对红树林保护区的影响等多方面考虑，明确桥梁线位推荐方案。根据《泉州百崎通道工程可行性研究报告》、《泉州百崎通道工程初步设计》，专家组原则同意推荐的路线，可见，本工程桥梁线位走向是经专题论证后确定的。根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》本工程跨海主桥通航孔跨度为 $2 \times 168\text{m}$ ，设计通航净宽 $2 \times 135.1\text{m}$ ，通航净高 26.4m，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求，根据《泉州市人民政府专题会议纪要》，百崎通道按 2000T 通航标准设计，可以适应泉州市总体规划及后渚码头功能调整的要求。建设单位和管理单位应按有关规定要求设置导助航设置及安全警示标志，设置防撞设施，保障船舶通航安全。可见，工程建设也符合所在功能区“保障船舶通航安全”的用途管制要求。

本工程不涉及填海，不改变海域自然属性，对现有海岸地貌的影响很小，符合“泉州湾特殊利用区”的用海方式管理要求。从桥墩平面布置上看，本工程跨海桥梁西端为人工岸线，西端桥墩距离岸线的最近距离是 3m，桥墩建设不破坏现有人工海岸；跨海桥梁东端为其他岸线，东端桥墩与岸线最近距离分别为 3.2m，桥墩建设不破坏现有海岸；跨海桥梁对岸滩稳定性的影响很小，施工过程泥沙入海将致使水体悬浮物增加，但通过采用科学的施工工艺，加强施工管理可以降低影响，工程建设与所在功能区岸线整治和环境保护要求不冲突。

（2）对“泉州湾河口湿地海洋保护区”的影响分析

项目位于“泉州湾河口湿地海洋保护区”，占用功能区面积约 10.40 公顷，根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，“泉州湾河口湿地海洋保护区”的用途管制要求为：“海洋保护区用海，开展湿地生态系统修复，兼容航道、跨海桥梁、电缆管道等用海”；用海方式管理要求为：“严格限制改变海域自然属性”；海岸线整治要求为“保护自然岸线”；海洋环境保护要求为：“重点保护包括鸟类、海洋生物在内的湿地生态系统。严格执行自然保护区管理要求”。

本工程属跨海桥梁用海，与“泉州湾河口湿地海洋保护区”的用途管制要求可以兼容；本工程建设不改变海域自然属性，施工期应加强环境管理，禁止生产废水和弃渣随意排放，运营期间污水和固体废弃物应统一收集处理，并切实落实生态保护措施，则本工程建设对

湿地生态系统的影响可控。

（3）对“泉州湾港口航运区”的影响分析

项目占用“泉州湾港口航运区”面积约 0.36 公顷，根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，“泉州湾港口航运区”的用途管制要求为：“保障船舶停泊和通航海”；用海方式管理要求为：“除进行必要的航道疏浚外，禁止其他改变海域自然属性和影响航行安全的开发活动。”；海洋环境保护要求为：“保护航道、锚地资源，执行不劣于第三类海水水质标准、不劣于第二类海洋沉积物质量标准、不劣于第二类海洋生物质量标准”。

本工程属跨海桥梁用海，根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》，考虑桥梁基础结构所需宽度与必要的防撞设施尺寸，本工程桥梁通航孔跨度为 2×168m，设计通航净宽 2×135.1m，通航净高 26.4m，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求。从桥墩平面布置上看，本工程桥墩中间段为现状洛阳江航道和远期新增洛阳江航道设计约 125 米长的通道，与规划航道边界有一定距离，保障施工期桥梁建设不会影响航道功能的正常发挥，桥梁建成后航道船舶将正常停泊和通航，与“泉州湾港口航运区”的用途管制要求可以兼容。跨海桥梁不改变海域自然属性，施工期应加强环境管理，禁止生产废水和弃渣随意排放，运营期间污水和固体废弃物应统一收集处理，并切实落实生态保护措施，则本工程建设对海洋生态的影响可控，与“泉州湾港口航运区”的用海方式和海洋环境保护要求可以兼容；

（4）对“百崎工业与城镇用海区”的影响分析

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，“百崎工业与城镇用海区”的用途管制要求为：“保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海”；用海方式管理要求为：“允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度”；海岸线整治要求为“加强海岸景观建设”；海洋环境保护要求为：“维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响”。

本工程属跨海桥梁用海，桥梁东侧登陆端占用“百崎工业与城镇用海区” 3.46 公顷，本工程建设不损害工业与城镇建设功能，百崎通道通车后将缓解现有跨洛阳江通道的交通压力，加强泉州市区、台商投资区城市组团之间联系，有利于推动台商区纳入中心市区核心区等，与“百崎工业与城镇用海区”的用途管制要求可以兼容；本工程用海方式属于透水构筑物不用填海，跨海桥梁东端为其他岸线，东端桥墩与岸线最近距离分别为 3.3m，桥墩建设不破坏现有海岸与“百崎工业与城镇用海区”的用海方式要求可以兼容；本工程建设将优化海岸景观建设，建设施工期应加强环境管理，禁止生产废水和弃渣随意排放，

运营期间污水和固体废弃物应统一收集处理，并切实落实生态保护措施，则本工程建设对周围海域自然环境的影响可控。

本工程对周边其他海洋功能区没有影响。

6.2.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

本工程为交通运输用海，拟采用桥梁形式跨越泉州湾洛阳江口海域，跨海桥梁走向与“泉州湾特殊利用区”基本一致，线位布置稍有改动，桥梁东端差距最大 180 米。工可设计单位在地勘等研究的基础上明确桥梁线位推荐方案，线位走向经专题论证后确定，桥梁设计通航孔尺寸能够满足规划船型的通航需要，不影响“泉州湾港口航运区”通航用海功能的正常发挥。工程建设不改变海域自然属性，不破坏人工岸线和其他岸线的形态，对所在海域及周边的水质、水深、潮流场、冲淤变化的影响仅局限在桥墩及周边海域；根据福建省林业勘察设计院 2023 年 6 月编制的《泉州百崎通道工程建设涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》及《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》，该工程占用 7.6894 公顷的保护区内垂直投影面积，但湿地仍保持滩涂特征和生态功能。工程对海域滩涂资源损耗主要是基础结构占用，桥墩永久占用 0.4474 公顷的湿地面积，对水生生物栖息地影响较小。施工栈桥桩基临时占用 0.0273 公顷的湿地面积，但施工结束后湿地功能将逐渐恢复，通过指标分析，判断百崎大桥工程对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响属于中低度影响范围，项目建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响可以接受。总体而言，工程建设位于“泉州湾特殊利用区”，符合所在功能区“保障路桥用海，须进行专题论证确定其具体用海位置、范围，保障船舶通航安全，确保不影响毗邻海域功能区“的用途管制要求，与周边海洋功能区“泉州湾河口湿地海洋保护区”的用途管制要求可以兼容，项目用海符合所在海域的海洋功能区划。

6.3 项目用海与《福建省“三区三线”划定成果（报告）》的符合性分析

根据 2022 年 10 月获得自然资源部办公厅批复启用的福建省“三区三线”划定成果，项目用海位于海域自然保护地一般控制区，南侧与“泉州湾河口湿地省级自然保护区”海域自然保护地核心保护区的最近距离约 2.4km。

根据“自然资源部 生态环境部 国家林业与草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）”（自然资发[2022]142 号）、“自然资源部关于积极做好用地用海要素保障的通知”（自然资发[2022]129 号）、“福建省自然资源厅关于进一步深化用地用海要素保障权利稳经济大盘的通知”（闽自然资发[2022]57 号）等相关文件精神，生态保护红线区内自然保护地核心区外，允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，其中包括“必须且无法

避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”。泉州百崎通道已由福建省发展和改革委员会以《福建省发展和改革委员会关于泉州百崎通道工程项目审批有关意见的函》(闽发改交通 12019197 号) 批准建设,且属于福建省重点建设项目,纳入泉州市国土空间规划,属于生态红线区内允许开展的线性基础设施工程。百崎通道需要穿越的洛阳江口海域均为泉州湾河口湿地生态保护红线范围,通道穿越区无其他非保护空间,因此无法避让生态保护红线区域。工程建设应加强环境管理,禁止弃渣和污水入海,采取生态措施,并按规定办理相关审批手续,接受泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心的监督,在此前提下,项目建设与福建省“三区三线”划定成果不冲突。

6.4 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》,本项目所在泉州湾的重点任务措施包括:入海河流综合治理、入海排污口查测溯治、陆海养殖污染防治、港口船舶等海源污染防治、岸滩和还漂垃圾治理等海湾污染治理;岸线/海堤/沙滩生态修复、河口/滩涂湿地保护修复,典型海洋生境保护修复、关键物种及栖息地保护,红树林恢复、退养还滩等海湾生态保护修复;亲海空间环境综合整治、亲海空间拓展基础设施建设等亲海环境品质提升;以及海湾环境风险防范和应急响应。

本项目位于“泉州湾河口湿地省级自然保护区”的实验区,根据福建省林业勘察设计院 2023 年 6 月编制的《泉州百崎通道建设项目涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》及《泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地生态功能影响评价报告》,综合考虑工程建设、运行对泉州湾河口湿地省级自然保护区景观/生态系统、生物群落、物种种群、主要保护对象、生物安全及社会因素等 6 个方面的影响,通过指标分析,判断百崎大桥工程对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响属于中低度影响范围,从生物多样性的角度分析论证,认为项目建设是可行的。

总体而言,本工程建设与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的管理要求不冲突。

6.5 项目用海与其他相关规划的符合性分析

6.5.1 项目用海与产业政策符合性分析

根据国家发改委的《产业结构调整指导目录》(2019 年本),泉州百崎通道为城市公共交通设施,属于“鼓励类”项目,符合国家产业政策。

6.5.2 与《泉州市综合交通规划修编(2014-2030 年)》的符合性

根据《泉州市综合交通规划修编(2014-2030 年)》,城市内部交通系统发展目标为:

加强城市快速路系统建设，形成支持城市结构调整及发展的快速路网骨架；充分衔接各组团间现有及规划的主要道路系统，促进城市交通一体化发展；建设城市轨道交通系统，并与区域轨道系统充分衔接；通过道路及轨道系统，使机场、高速铁路站等对外客运交通与城市交通形成衔接。

中心城区交通规划建设以“一重环城、两重环湾、多向放射、各组团道路网络化发展”为基本结构，构筑中心城区道路网骨架。未来泉州市将分区域高速公路与快速通道、干线路网三个层次进行泉州市干线交通系统的规划与建设。规划形成“二环七射三连”的区域快速干线网系统。

本项目拟建百崎通道定位为城市主干道，架设于东海之滨，西侧与泉州市丰泽区的滨海街与丰海路交叉口处相连，东侧与泉州台商投资区的拟建百东大道相连，形成一条泉州台商投资区（惠安）- 东海片区 - 晋江片区的快速通道，主桥上跨洛阳江下游海域，是泉州市环湾核心区重要的东西向快速通道，对外可通往厦门，对内串联泉州市区、台商投资区，进一步加强环泉州湾各重要功能组团的联系、促进发展，切实缓解后渚大桥的拥堵状况。线路走向与规划“交通性主干道”基本一致，符合《泉州市综合交通规划修编（2014-2030 年）》。

6.5.3 与《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划》的符合性

根据 2018 年《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划》，本项目位于泉州湾河口湿地保护区的实验区内，该保护区主要保护对象为湿地、红树林、珍稀鸟类、中华白海豚和中华鲟等。

本工程采用桥梁的形式跨越洛阳江口海域，桥墩的建设将会占用动植物栖息地，施工废水含有高浓度的泥沙，可能对所在海域的鱼类动物、两栖动物和底栖生物产生影响；施工噪声及营运期交通噪声可能对保护区内的鸟类产生影响；营运期间大桥的照明设施以及车辆光源会对保护区的鸟类产生影响；汽车尾气会对空气环境质量产生不利影响，也会对附近红树植物的生长产生影响。

根据福建省林业勘察设计院 2023 年 6 月编制的《泉州百崎通道建设项目涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告》，百崎通道工程建设项目对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响，属于中低度影响范围。建设单位在严格执行环保“三同时”制度，落实生物多样性评价报告提出的保护措施和要求前提下，项目建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响是可以接受的，从生物多样性的角度分析论证，认为项目建设是可行的。

总体而言，本工程建设对泉州湾河口湿地保护区的结构与功能的影响可以接受，与《泉州

湾河口湿地省级自然保护区总体规划》不冲突。

6.5.4 与《泉州港总体规划（2020-2035 年）》的符合性

根据《泉州港总体规划（2035 年）》，泉州湾规划有泉州湾港区的石湖作业区、秀涂作业区、后渚作业区和锦尚作业区。后渚作业区位于工程北侧 618m，目前建有 5000 吨级粮食泊位、客货泊位、3000 吨级杂货泊位、成品油泊位各一个、5000 吨级集装箱泊位、1000 吨级杂货泊位各两个。

为适应泉州城市发展需要，后渚作业区将逐步取消货运功能，岸线调整为城市旅游客运码头岸线。根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（[2022]103 号），要求泉州港务集团于 2023 年 12 月底前正式启动后渚港区的搬迁工作，并同意将秀涂港区 16 号泊位作为后渚港区货运功能转移过度场所。

根据《泉州市人民政府专题会议纪要》（[2021]31 号），百崎通道按 2000 T 通航标准设计。根据《泉州百崎通道工程航道通航条件影响评价报告》，百崎通道通航孔跨度为 $2 \times 168\text{m}$ ，设计通航净宽为 $2 \times 135.1\text{m}$ ，满足 $2 \times 126\text{m}$ 的最小通航净宽要求；通航净高为 26.4m，满足 24.75m 的最小通航净空高度要求。

桥梁建设方案及通航孔设置尺寸需取得港口部门和海事部门的同意，并结合后渚港区货运功能搬迁进度，安排桥梁建设时序，妥善处理与港区及航道的关系，在此前提下，项目建设与《泉州港总体规划（2035 年）》不冲突。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 线位方案比选

设计单位提出两条道路比选线位，其中 K 线起于泉州市台商投资区百东大道与洛沙大道的交叉口，沿规划百东大道向西延伸，跨越洛阳江口海域后，于滨海街处主线向南衔接丰海路，终与现状丰海路与府东路交叉口；B 线起于滨湖南路，终于东海综合大道。结合路线走向，从跨海通道的规模、对湿地的影响、对通航条件的影响、与规划路网协调性等多方面因素考虑，方案 K 在对湿地的影响、路网布局、通航安全等方面优势明显。根据《泉州百崎通道工程可行性研究报告专家组审查意见》，《泉州百崎通道工程初步设计审查会专家组意见》，K 线方案里程短，与东海、百崎片区控规一致，更有利于通航等优势，专家组原则同意推荐的路线方案。总体而言，百崎通道选址及线位走向基本合理。

表 7.1-1 K、B 线桥位方案比较表

比选项目	K 线方案（推荐方案）	B 线方案（比选方案）
跨海桥梁规模	长约 1.69km	2.25km
对通航的影响	与洛阳江航道正交，距后渚港及航道折角均在500m 以上	距后渚港约160m，距航道折角不足60m，对航道通航不利
对水利设施的影响	对现状水利设施无影响	互通避让现状百崎五一水闸存在困难
对生态环境影响	线位路由区目前没有红树	线位路由区目前没有红树
对湿地影响	距离南侧埭埔枪城河口湿地生态功能区最近距离 4.1km，距离北侧桃花山海滨水禽功能区最近距离 3.2km。	距离南侧埭埔枪城河口湿地生态功能区最近距离 3.5km，距离北侧桃花山海滨水禽功能区最近距离 3.8km。
与规划路网协调性	与现有路网衔接性较好，规划路网一致	与规划路网较难衔接。
比选结论	推荐	不推荐

7.1.2 工程地质适宜性分析

根据中交公路规划设计有限公司 2023 年 2 月编制的《泉州百崎通道勘察设计 初步设计附件 基础资料：工程地质勘察报告》，拟建工程区附近断裂在全新统以来处于相对稳定状态，未见有明显的活动迹象，对本项目建设无不良影响。场地发育软（弱）土、存在砂土液化，拟建场地属于建筑抗震不利地段；场区不良地质作用发育，场区内存在砂土液化现象和存在风化深槽等岩土工程问题，项目区场地稳定性差。海水对混凝土结构具弱腐蚀性；按地层渗透性海水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水情况下具微腐蚀性，在干湿交替情况下具中腐蚀性。

对于这些问题，《泉州百崎通道勘察设计 初步设计附件 基础资料：工程地质勘察报

告》建议桥梁桩基在风化深槽及岩性破碎区采用摩擦桩，以碎块状强风化花岗闪长岩或强风化辉绿岩作为桩基持力层；其余区段落采用端承桩，以中风化花岗闪长岩、微风化花岗闪长岩或中风化辉绿岩作为端桩持力层。拟建场地采取合理的工程措施后，工程安全可以得到保障，适宜本工程建设。

7.1.3 地形地貌适宜性分析

本工程选址于洛阳江口海域较狭窄处，跨海距离较短，桥位处水面开阔，主要地层为冲海积层，水域两侧为海淤滩地，潮滩以下主要为水下浅滩，两侧近岸坡度较缓，现状稳定性尚好，不易发生较大规模的滑坡等坡体失稳现象，适宜本项目建设。

7.1.4 与周边用海活动可协调

本工程所在及周边海域主要用海活动包括泉州湾河口湿地保护区、以及后渚港区进港航道。根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》，考虑桥梁基础结构所需宽度与必要的防撞设施尺寸，本工程桥梁通航孔跨度为 $2 \times 168\text{m}$ ，设计通航净宽 $2 \times 135.1\text{m}$ ，通航净高 26.4m ，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求。桥梁建设方案及通航孔设置尺寸需取得港口部门和海事部门的同意，建设单位还应会同航道、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进行专项设计、建设和维护。应保证导助航设施及安全警示标志与工程中同步建设，施工单位应落实工程水域附近通航安全保障工作，保障施工作业及周边水域交通安全。

项目位于泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区内，建设单位应在施工前将施工组织方案报送泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心、林业行政主管部门，取得其同意后方可实施。应根据项目建设对保护区保护对象造成的影响程度，依照《中华人民共和国湿地保护法》、《中华人民共和国自然保护区条例》、《福建省湿地保护条例》等相关规定，落实生态补偿措施。

总体而言，工程建设与周边用海活动具备协调途径。

7.1.5 选址区位的社会条件适宜性分析

泉州作为海峡西岸经济区的重要组成部分，规划沿江、向海拓展，成为海峡西岸经济区现代化工贸港口城市。以洛秀组团和张坂片区为主体组建的泉州台商投资区将成为全国最大的台商投资区。但是受洛阳江口海域天然屏障的影响，泉州市丰泽区与台商投资区之间的联系便捷程度受到很大的限制，目前丰泽区与台商投资区跨海通道仅有后渚大桥（双向四车道），其长期承担较大的交通压力，拥堵严重；此外，洛阳江沿岸地区南北两端均缺乏方便快捷的通道，极大地降低了两岸组团间联系的便捷程度，直接影响着城市整体的

发展进程。

《泉州市城市总体规划（2008-2030 年）》提出需强化环湾组团间交通联系，促进城市功能向环湾地区聚集，规划 4 处跨洛阳江通道。根据《泉州市综合交通规划修编（2014-2030 年）》，规划“双龙路-东海大桥-滨海街-百崎大桥-滨海干道至台商投资区”为区域交通性主干路。拟建设泉州百崎通道起于台商投资区百东大道与洛沙大道交叉口，道路沿规划百东大道向西延伸，上跨现状海湾大道并设百崎互通式立交连接，主桥上跨洛阳江口海域；在滨海街与丰海路交叉口处主线转向向南，与滨海街、丰海路之间设东海互通式立交连接，主线落地顺接丰海路，终于丰海路与府东路交叉口。线位东西向连接台商投资区与泉州市丰泽区东海组团，平面设计与整体交通规划相适应。

拟建百崎通道是环泉州湾交通网的重要组成部分，与溪厝路-东海通道-东海综合大道（丰海路）-百东大道（海湾大道）-张坂路等构成连接晋江片区、东海片区、台商投资区的快捷通道，为泉州市向东发展提供交通支持，也为台商投资区开发新增对外交通出入口。本工程建成后将成为洛阳江口海域两岸片区交通联系功能的主要承担者，对疏散片区内交通，改善片区内交通环境起着重要作用。拟建泉州百崎通道北距后渚大桥约 2.7km，南距泉州湾大桥 5km，建成后可提高跨海通道对片区的服务效率。

本工程周边衔接道路有丰海路、海湾大道等，交通条件十分便捷。沿线地方性材料如石料、土料丰富，砂砾、砂料较为缺乏，水泥、沥青、钢材等外购材料在区域内、外均可方便购买；项目建设区附近通信、供电、供水等基础设施完善，能为项目的建设和生产提供保障，工程建设具有良好的外部协作条件。因此本项目建设社会条件较适宜。

百崎通道属于泉州市城市国土空间规划中的重大线性基础设施工程，工程选址已纳入国土空间规划，是中心城区城市用地“跨江东进”发展的重要支撑，是缓解跨洛阳江已建跨江通道的交通压力，满足城市空间“东进”发展，构筑城市组团间多通道联系的需要。百崎通道需要穿越的洛阳江口海域均为泉州湾河口湿地生态保护红线范围，通道穿越无其他非保护空间，因此无法避让生态保护红线区域。

总体而言，泉州百崎通道选址符合国土空间规划，符合城市总体规划和城市交通路网规划，区位和社会条件适宜；项目建设与《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划》及福建省“三区三线”划定成果不冲突，与周边利益相关者可以协调；大桥需要穿越的洛阳江口海域均为泉州湾河口湿地生态保护红线范围，通道穿越无其他非保护空间，因此无法避让生态保护红线区域。项目用海对海洋生态环境影响程度在可接受范围内，通过采取生态环境保护 and 生态补偿措施可以降低不利影响。因此，项目用海选址基本合理。

7.2 用海平面布置合理性分析

根据《公路路线设计规范》（JTG D20-2017），平曲线一般最小半径为 200m，最小长度一般值为 300m，最小长度极限值为 100m；纵断面最大纵坡 6%，最短纵坡长度 150m，竖曲线一般最小半径为 2000m（凸形）、1500m（凹形），竖曲线最小长度一般为 120m。本项目平面最小平曲线半径为 360m，平曲线最小长度 248.913m；本工程全线最大纵坡为 4%，最小纵坡长度 170m，凸形竖曲线最小半径 5500m，凹形竖曲线最小半径 2800m，竖曲线长度不小于 120m，可见断面设计的各项主要指标均符合《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）的要求。

根据《泉州市人民政府专题会议纪要》，为适应泉州市总体规划及后渚码头功能调整，百崎通道按 2000T 通航标准设计。因此，本工程跨海桥梁通航标准按通航 2000T 级海轮设计，设计通航代表船型为 2000 吨级客船，总长 82m，型宽 15.1m，满载吃水 4.1m，水位线以上高 22.6m。本工程设计最高通航水位取桥址处历史最高潮位 4.64m（1985 国家高程基面，下同）。根据《海轮航道通航标准》，考虑富裕高度和海平面上升，拟建百崎通道通航孔所需最小通航净空高度为 24.75m，通航净宽范围内桥梁梁底标高最低限值为 29.39m；桥梁通航孔设计采用双孔单向通行，净宽应不小于 2×126m。根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》，考虑桥梁基础结构所需宽度与必要的防撞设施尺寸，本工程桥梁通航孔跨度为 2×168m，设计通航净宽 2×135.1m，通航净高 26.4m，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求。

总体而言，本工程平纵面布置合理。

表 7.1 2 主要技术指标一览表

序号	指标名称	单位	规范一般值 (极限值)	主线左幅	主线右幅	滨海街连接 线左幅	滨海街连接 线右幅
1	平曲线最小半径	m/处	200(125)	500/1	360/1	600/1	1000/1
2	平曲线最小长度	m	300(100)	248.913	325.878	267.526	616.354
4	反向曲线最小直线长	m	120	669.105	1207.89 3	/	/
5	最大纵坡	%/处	6	3.85%/1	3.85%/1	3.6%/1	4%/1
6	最小坡长	m	150	170	270	602.834	643.452
7	凸形竖曲线最小半径	m/处	2000(1400)	9000/1	9000/1	9000/1	5500/1
8	凹形竖曲线最小半径	m/处	1500(1000)	4000/1	4000/1	3200/1	2800/1
9	竖曲线最小长度	m	120(50)	128.25	128.25	125.146	120.702

7.3 用海方式合理性分析

本工程拟采用桥梁形式跨越洛阳江口海域，与海堤结构相比，跨海桥梁对海洋生态环境、海域水文动力环境、冲淤环境、通航条件的影响较小，对湿地保护区生境的干扰较小，有利于维护海域基本功能，保持自然岸线和海域自然属性。但相比海底隧道，桥梁基础设施建设将占用湿地保护区，施工期悬浮泥沙入海也将对保护区的水质造成暂时性影响。

以下从交通服务功能、施工难度、对泉州湾河口湿地保护区的影响、对通航和防洪的影响、占地拆迁、造价等方面进行桥梁、隧道方案的比选分析。

①交通服务功能

跨海隧道方案的两岸交通疏解功能存在缺失，东海互通，仅设置两条接地匝道与滨海街辅道相接；百崎互通，因高差问题不具备与海湾大道互通的条件，仅能与洛沙大道设置互通，不能有效发挥本项目的功能。

跨海桥梁方案两岸设置的互通可有效完成主线之间的交通转换，交通功能优。同时，跨海桥梁方案还考虑了行人、非机动车跨海需求，而跨海隧道方案不具备这两项功能。因此桥梁方案跨海功能明显优于隧道方案。

② 施工难度

跨海桥梁方案均为国内目前设计、施工成熟的方案，具有大量的设计和施工的经验，其建设风险性较小。

隧道方案盾构直径达到 14.5m，且在较硬及软硬不均岩层中通过且明挖段有深度超过 20m 的深基坑工程，施工难度相对较高，施工风险相对较大。

③对泉州湾河口湿地保护区的影响

跨海桥梁方案上跨泉州湾河口湿地保护区，需要在泉州湾河口湿地保护区实验区内设置桥墩，且施工期间需要在湿地保护区实验区内搭设临时便桥等，对湿地保护区有一定影响。

海底隧道方案在泉州湾河口湿地保护区实验区内均盾构通过，对湿地保护区的影响很小。

④对洛阳江口海域防洪和通航环境的影响

桥梁方案由于在洛阳江口海域设立桥墩，对通航环境和河道行洪有一定影响，设计方案所采用的主孔跨径满足通航要求，水中桥墩满足防洪要求，可确保通航与防洪的安全；跨海隧道方案由于位于地表下，对通航及防洪不产生影响。

⑤施工期对交通的影响

跨海隧道方案施工期封闭丰海路，丰海路交通通过交通疏解实现，对丰海路交通运营

有一定影响。

跨海桥梁方案可在确保丰海路交通的情况下实施，对丰海路交通的影响较小。

⑥与城市总体规划的关系

跨海桥梁方案符合规划要求，跨海隧道方案于台商投资区侧无法与海湾大道进行衔接，海湾大道规划互通无法实施，需对台商投资区侧总体规划进行调整。

⑦占地及征拆

跨海隧道方案占地及征拆面积略大于跨海桥梁方案。

⑧工程规模

桥梁方案工程总造价 38.4 亿元，隧道方案总造价 55.8 亿元，比桥梁方案高 17.4 亿元。

⑨后期运营维护

跨海隧道方案由于封闭于地下，需要泵房及通风、照明设施长期处于工作状态，因此后期运营维护成本高；跨海桥梁方案后期运营成本低。

⑩防灾救灾

一旦发生灾害，跨海隧道方案由于在地下封闭空间，救灾难度及危害程度均大大超过跨海桥梁方案。

综上所述，跨海桥梁方案符合城市总体规划，交通服务功能完备，两岸疏解便捷，工期短，投资小，后期运营风险低；隧道方案不符合城市总体规划，在疏解功能方面明显不足，造价高，后期运营成本与安全风险均较大。因此，桥梁方案优势明显，尽管其对自然保护区有一定影响，但桥墩实际用海面积较小，通过采取环境保护措施，落实生态保护修复方案，可以降低不利影响，因此推荐采用桥梁方案。总体而言，百崎通道采用桥梁方案跨越洛阳江口海域的方案，基本合理。

表 7.2-1 跨海桥梁方案与隧道方案比选

方案	桥梁方案	隧道方案
交通服务功能	疏解功能强，可设置慢行系统	疏解功能弱，无慢行系统
施工难度	较小	较大
施工期对交通的影响	封闭丰海路绕行	不封闭丰海路
后期运营维护	成本低	成本高
对红树林自然保护区的影响	有一定影响	影响很小
通航及防洪影响	有影响，可采取措施	基本无影响
对规划的影响	无影响	需重新调整规划
占地及征拆	较大	较小
防灾救灾	难度小	难度大
工程造价	38.4 亿元	55.8 亿元

7.4 占用岸线合理性分析

本工程为跨海大桥，根据新修测岸线，桥址区周边均为人工岸线。桥梁丰泽侧用海范围内岸线长 352.9m，桥梁垂直投影范围内岸线长 320m；台商投资区侧用海范围内人工岸线长 343.2m，桥梁垂直投影范围内岸线长 302.3m，均不实际占用岸线。

根据设计单位提供的桩基平面布置图，丰泽侧海上桥墩与岸线最近距离约 3m，台商投资区侧海上桥墩与岸线最近距离 3.2m，施工栈桥桩基也未落在现有岸线上，因此本项目建设不影响海岸形态和生态功能。

7.5 用海面积合理性分析

(1) 符合相关设计规范，满足项目用海需要

工可设计在确定车道数时主要考虑的是选定的车道数能否满足未来交通量的发展需求。根据《公路工程技术标准》和《公路路线设计规范》的有关规定，并参考《交通工程手册》中关于服务水平的分级标准，本项目采用二级服务水平进行车道数计算，单向车道数 N 计算公式如下：

$$N=Q_d/C_d$$

式中：N---单向车道数(取整数)；

Cd-----单车道设计通行能力(pcu/h/ln)，取 1100 pcu/h/ln；

$$Q_d = \frac{DDHV}{PHF_{15} \times f_{HV} \times f_p}$$
，其中

DDHV-----单向设计小时交通量；DDHV=AADT×K×D，其中：

D---交通量方向分布系数，0.52；

AADT---年平均日交通量（标准小客车，辆/日），取 2900 veh/h；

K---设计小时交通量系数（%），取 0.08。

根据以上分析，百崎通道各路段单向车道数计算结果见表 7.3-1。

表 7.3-1 百崎通道各路段单向车道数计算结果一览表

路段	交通需求量 (Q _d)	单车道设计 通行能力 (C _d)	单方向车 道数 (N)	单方向车 道数取值
主线	2902	1100	2.6	3
滨海街连接线	1080	1100	1.0	2

据此，百崎通道主线设双向六车道，滨海街连接线设双向四车道，考虑到百崎互通、东海互通间距较小，采用辅助车道连接，因此跨海段采用双向八车道。

根据《城市道路工程设计规范（2016 年修订版）》（CJJ37-2012），主干路宜采用三幅道或四幅道，设计速度小于 60km/h 的大型车或混行车道，一条机动车道最小宽度为 3.5m；

非机动车专用道路单向不宜小于 3.5m；人行道宽度一般值为 3.0m；两侧路缘带最小宽度 0.25m。根据《城市道路交通工程项目规范》（GB55011-2021），人行道有效通行宽度不应小于 1.5m，非机动车道单向行驶的有效通行宽度不应小于 1.5m。

百崎通道跨洛阳江口海域主桥整幅布置，设双向 8 车道，两侧设非机动车道和人行道，总宽度 57.9m；互通区主线桥设双向 8 车道，分幅布置，单幅宽均为 17.00m，两幅间距 8.5m，总宽度 42.5m。各路段机动车道宽度为 3.5~3.75m，路缘带宽均为 0.75m。跨洛阳江口海域主线桥非机动车道宽 3.5m；人行道宽 1.5m。总体而言，道路路面布置、路基断面设计符合《城市道路交通工程项目规范》（GB55011-2021）、《城市道路工程设计规范（2016 年修订版）》（CJJ37-2012）的相关规定，工程断面尺寸设计合理。各路段标准横断面布置如下：

跨洛阳江口海域主桥整幅布置，设双向 8 车道，两侧设非机动车道和人行道，总宽度 57.9m。主桥路幅布置为：0.4m(桁架结构)+0.25m(人行护栏)+1.5m（人行道）+3.5（非机动车道）+0.25m(人行护栏)+1.8m(锚索区)+0.5（防撞护栏）+0.75（路缘带）+（2×3.75m+2×3.5m）（车行道）+0.75m（路缘带）+8.5m（中央分隔带）+0.75m（路缘带）+（2×3.5m+2×3.75m）（车行道）+0.75m（路缘带）+0.5m（防撞护栏）+1.8m(锚索区)+0.25m(人行护栏)+3.5（非机动车道）+1.5m（人行道）+0.25m(人行护栏)+0.4m(桁架结构)=57.9m。

互通区主线桥设双向 8 车道，分幅布置，单幅宽均为 17.00m，两幅间距 8.5m，总宽度 42.5m。主线桥标准横断面：0.5（防撞护栏）+0.75（路缘带）+（2×3.75m+2×3.5m）（车行道）+0.75m（路缘带）+8.5m（中央分隔带）+0.75m（路缘带）+（2×3.5m+2×3.75m）（车行道）+0.75m（路缘带）+0.5m（防撞护栏）=42.5m。

本项目用海范围是在桥梁平面布置图的基础上，结合《海籍调查规范》对桥梁用海范围的规定划定的，满足项目用海需要。

（2）面积界定及量算符合《海籍调查规范》

①跨海桥梁用海范围界定

根据《海籍调查规范》，“跨海桥梁及其附属设施等用海，以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”。本工程跨海桥梁桥位两侧以设计单位提供的桥面外缘线外扩 10m 为界；岸边界定至新修测海岸线；跨海桥梁包括互通区主桥及匝道桥，用海以最外侧桥梁的桥面垂直投影外扩 10m 为界。基于此，百崎通道“跨海桥梁、海底隧道”用海面积共 20.2127 公顷。

②施工栈桥用海范围界定

本工程跨海段施工栈桥桥面宽度 9m，根据设计单位提供的平面布置图，施工栈桥桥面有部分超出百崎通道桥面外沿线两侧 10 米保护范围，即超出拟申请“跨海桥梁、海底隧道”用海范围。因此，超出部分需申请施工期用海，用海方式为“透水构筑物”。为保证施工栈桥用海需求，以设计单位提供的栈桥使用边界作为用海范围划定依据。

施工栈桥用海靠近桥位区一侧与本工程拟申请“跨海桥梁、海底隧道”无缝衔接，外侧界定至设计单位提供的施工栈桥结构外沿线，岸边界定至新修测岸线。基于此，施工栈桥“透水构筑物”用海面积共 0.2309 公顷。

综上，本项目用海范围是在桥梁平面布局及断面设计基础上，结合《海籍调查规范》对路桥用海范围的规定划定的，工程设计符合《城市道路工程设计规范（2016 年修订版）》（CJJ37-2012）等相关行业规范，满足项目需求，符合《海籍调查规范》，用海面积合理。本工程用海面积共 20.4436 公顷，其中“跨海桥梁、海底隧道”用海 20.2127 公顷，施工栈桥用海 0.2309 公顷，用海面积组成见表 7.5-1。

表 7.5-1 工程拟申请用海面积组成一览表

用海方式	宗海单元	用海面积 (公顷)	备注
跨海桥梁、海底隧道 (20.2127)	跨海桥梁	20.2127	其中 10.0528 位于泉州台商投资区， 10.1599 位于丰泽区
透水构筑物 (0.2309)	北侧施工栈桥 1	0.0176	位于丰泽区
	北侧施工栈桥 2	0.0176	
	北侧施工栈桥 3	0.0154	位于泉州台商投资区
	北侧施工栈桥 4	0.0071	
	南侧施工栈桥 1	0.0080	位于丰泽区
	南侧施工栈桥 2	0.0735	
	南侧施工栈桥 3	0.0732	位于泉州台商投资区
	南侧施工栈桥 4	0.0160	
	南侧施工栈桥 5	0.0025	
总用海面积		20.4436	

7.6 用海期限合理性

本工程为交通基础设施，参照《中华人民共和国海域使用管理法》中“公益事业用海最高用海期限为四十年”的规定，界定本工程用海为 40 年。实际上，本工程设计服务年限为 100 年，工程的用海需求是长久性的，因此海域使用权期限届满时，海域使用权人应当按照《中华人民共和国海域使用管理法》第二十六条规定，至迟于期限届满前二个月向原批复用海的人民政府申请续期。

工程施工工期 36 个月，施工栈桥用海期限的界定结合施工工期，并综合考虑不确定因素，界定为 4 年，用海期限界定合理。

8 海域使用对策措施分析

8.1 生态用海对策

项目用海位于泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区，项目生态用海对策应重点关注对湿地、生物群落及其保护对象的保护及污染防治措施。

8.1.1 生态保护对策

8.1.1.1 施工期生态保护对策

（1）采用先进施工工艺

工程施工期严格按照先进环保的施工工艺进行施工，桥墩桩基施工采用钢护筒钻孔灌注桩，承台施工应采用钢围堰后进行开挖浇注，以减少施工悬浮泥沙的产生。

施工时搭设的临时施工栈桥，应在施工结束后采用钓鱼法及时拆除，以恢复海域原貌。施工结束后及时清除围堰和建筑垃圾，并将施工中产生的废浆弃土及时处理，恢复江岸。

（2）污染防治

钻孔桩作业时，在施工平台上设置泥浆槽、沉淀池和储浆池，用泥浆泵压送泥浆。钻孔桩产生的泥浆废水应得到足够时间的沉淀，上清液再回用于施工过程，利用钻机的反循环泥浆泵抽出含渣量较大的泥浆到钻孔平台上的沉淀池中，经沉淀后，比重较轻的泥浆由孔口自流入孔内进行循环利用，不外排。循环使用后的钻浆不得排入海域，在施工场地内临时设置泥浆池进行沉淀处理，沉淀处理后的钻渣尽量回用于路基工程填筑，不能回用的部分由渣土车陆路运至设置的弃渣场处置。

施工人员产生的生活污水将排入村庄的生活污水处理排放系统，依托市政生活污水处理工程进行处理。施工场地配套建设生活污水处理设施将污水处理达到一级排放标准后回用于施工场地洒水或绿化用水，严禁施工场地生活污水直接进入周边海域或水体。施工人员的就餐和洗涤采用集中管理，如集中就餐、洗涤等，尽量减少产生生活污水的数量。

加强施工期环境管理，避免施工机械设备跑、冒、滴、漏油现象，控制污染、杜绝污染事件特别是人为溢油事故的发生。施工船舶配备船舶污水收集储存设施，施工船舶生活污水和含油废水应按照海事管理部门要求，由有资质的单位进行接收处理，禁止直接排入海域。

（3）对保护区保护措施

基础施工应尽量避免鱼类(4-6月)繁殖季节；尽量缩短工期，减少由于基础施工过程对海域生态环境造成的损害。同时，应对整个施工进行合理规划，尽量缩短工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

合理规划布置施工营地以及物资运输路线等，项目占用地区尽量利用保护区外生物多样性程度低的地块。保护区内有部分珍稀鸟类属于冬候鸟，施工尽量不要安排在其越冬期间，避免夜间作业，避免灯光、振动、噪音对其产生影响。桩基施工作业时要先预警、发出较低噪声，防止对水生生物造成惊扰。

（4）避免生态风险

本工程施工需跨越台风期，台风季节作业时，应注意施工船舶的安全，并在台风来临前对未完工的水工工程进行加固防护，做好区域防台抗台工作，以保证施工安全，避免造成巨大的经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响。在建设中，要做好防台风袭击的各项应急预案和措施，如加强与气象、水利等部门的联系，注意跟踪台风动态，做好预报预警工作；加强设计施工和质量管理，将可能存在的风险减少到最低程度。构筑物的设计要充分考虑极端天气条件的影响，同时要定期进行维护、加强后期稳定观测。

8.1.1.2 运营期生态保护对策

（1）运营期桥面雨水拟采用“初期收集+直接入海”的排水方案。即设置了“低位”和“高位”两层排水泄水系统，初期雨水通过低位排水系统经纵向管收集至大桥两端污水处理设施，处理达标后排放。

（2）桥梁应采取防护加固等工程措施（如对防撞栏进行特殊设计），防止运输有毒、有害危险品车辆翻落水体；桥梁两端应设置足够容积的事故池（初期雨水池），防止危险化学品事故性泄漏直接排入水体。

（2）采用多孔性低噪声沥青铺设路面，并结合桥梁护栏设置声屏障。在鸟类集中分布区域设置明显警示牌，严格限制车辆行驶速度，禁止鸣笛和使用远光灯。限制公路两旁路灯的高度和亮度，禁止使用景观灯和强光源，结合公路护栏和绿化建设，兼顾遮挡路灯和车辆灯光，尽可能避免灯光照射到鸟类繁殖地，尽量减小运营期噪声和灯光对鸟类的影响。

（3）加强通行管理，车辆限速行驶。遇到大雾、台风等极端恶劣天气期间，建议封闭大桥，以免翻车、车辆掉落等事故发生，导致海域水环境受到污染。

（4）应按要求在通航孔两侧设置独立防撞墩，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。应定期对桥区水域的水流条件和海床进行观测。

8.1.2 生态跟踪监测

制定环境监测计划，重点做好施工期工程区周边的环境监测，根据跟踪监测结果，及时完善相应环境保护措施。根据项目的工程特征和区域环境现状、施工影响程度，动态监测计划见表 8.1-1。

表 8.1-1 海域使用动态监测计划

序号	监测时间	监测内容	监测项目	监测站位布设与监测频次	实施机构
1	施工期	海水水质	SPM、COD 石油类	桥位两侧 50m、100m、200m 处各设 1 个监测站位，共布设 6 个监测站位，施工期监测 1 次。工程区最近的养殖区设置 1 个监测站位。施工期每季监测 1 次。	委托有资质的监测机构
2		海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼	桥位两侧 100m、500m 各设 1 个监测站位，共 4 个监测站位。施工期每季监测 1 次。	
3		水鸟等鸟类监测	水鸟活动情况	桥址附近定点监测（或样线）监测，施工期每季监测 1 次	
4	运营期	地形地貌与冲淤	水深、海洋地形地貌、冲淤情况	在施工期结束后进行航道区及附近海域扫海和水深测量；工程实施后 3 年进行 1 次水深地形测量，之后根据观测情况进行频次调整	
5		水文动力环境	潮流流速、流向、断面潮通量	在工程区海域设置 1 个站位，工程实施后每 3 年监测 1 次	
6		海洋生态	潮间带底栖生物	桥址周边布设 1 条断面，运营期每年春秋各监测 1 次	
7		海水水质	SPM、COD 石油类	桥位周边布设 4 个监测站位。运营期每年春秋各监测 1 次	
8		海洋沉积物	有机碳、硫化物和石油类	桥位周边海域布设 2 个站位，运营期每 3 年监测一次。	
9		水鸟等鸟类监测	水鸟活动情况	桥址附近定点监测（或样线）监测，每季度监测 1 次	
10		红树林监测	红树林生长情况	在红树林修复区布设调查站位，每年调查 1 次	

8.2 生态保护修复措施

建设单位在工程建设前，委托有资质的单位，合理编制项目预算，拨付相应的湿地生态修复专项资金给第三方机构进行托管，并与保护区管理处签订湿地生态修复协议，对生态修复的具体工程进行设计、施工，同时，保护区管理处对整个修复方案的实施和经费使用情况依法监督。

建设单位应制定生态补偿实施方案，预留生态补偿资金，在相关管理部门的指导下实施增殖放流生态补偿措施，科学制定增殖放流方案，合理确定适宜放流物种、数量、结构和时间。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

泉州百崎通道工程起于泉州市台商投资区百东大道与洛沙大道的交叉口，沿规划百东大道向西延伸，跨越洛阳江口海域后，于滨海街处主线向南衔接丰海路，终与现状丰海路与府东路交叉口，道路等级为一级公路兼城市主干路，主线设双向六车道，跨海段双向八车道，滨海街连接线双向四车道，两侧设慢行系统。桥梁主线总长约4283.95m，跨海段长1687.2m。

工程用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”；用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道”。项目用海岸边以海岸线为界，桥梁用海宽度以桥面垂直投影外缘线向两侧各外扩10m距离为界，申请用海面积为20.2127公顷，用海期限为40年。此外，项目施工栈桥平面布置超出拟申请跨海桥梁用海范围，因此申请施工期用海，用海方式为“透水构筑物”，用海面积0.2309公顷，用海期限4年。

9.2 项目用海必要性分析

泉州百崎通道为城市公共交通设施工程，属于《产业结构调整指导目录》（2019年本）“鼓励类”项目，符合国家产业政策。百崎通道工程连接泉州市东海片区与泉州台商投资区，将强化泉州市区与台商投资区之间的联系，是完善泉州市快速交通路网，支撑环泉州湾大都市发展的需要，也泉州台商投资区开发建设的需要，同时也将促进“海丝泉州”旅游产业的发展。

拟建泉州百崎通道工程采用桥梁形式跨越洛阳江口海域，跨海部分长约1.7km，桥梁建设将占用一定面积的海域空间，且具有一定的排它性，因此，本项目用海是必要的。施工栈桥是跨海桥梁建设过程必需的设施，也将占用一定海域空间，因此，施工栈桥用海也是必要的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

百崎通道建成后，泥沙冲淤增量变化主要在桥线南北侧约200m范围内，主桥墩及大桥东、西侧部分桥墩间水域年冲刷增量约-5~-2cm/a，主桥墩及其东西侧过渡墩南北前后水域年淤积增量约2~10cm/a，大桥近西岸桥下局部水域年淤积增量约5~10cm/a。大桥建设对洛阳江湿地保护区泥沙冲淤没有影响，对航道水域泥沙冲淤影响很小。总体而言，工程建设对水动力和冲淤环境的影响较小。

施工入海悬沙影响大于10mg/l的包络面积为0.439km²，大于100mg/l的包络面积为0.077km²，大于150mg/l的包络面积为0.060km²。施工过程不会引起海域总体沉积环境的变

化。运营期在落实环保措施的前提下，对海洋环境的影响很小。

本工程以跨海大桥方式穿越泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区，桥梁用海面积 20.2127 公顷，该范围湿地仍保持原有滩涂特征和生态功能；工程对海域滩涂资源的损耗主要体现为基础结构占用，桥墩永久占用湿地面积为 0.8472 公顷，该范围内的底栖生物、浮游生物等损失，但对水生生物栖息地的连通性造成影响较小。桥区投影范围内目前没有红树林，对红树林群落和物种多样性没有影响，但工程桥墩永久占用湿地和栈桥桩基临时占用湿地将造成红树林生境面积的减少。根据福建省林业勘察设计院 2023 年编制的《泉州百崎通道建设项目涉及泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响评价报告书》，泉州百崎通道建设项目对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响，属于中低度影响范围。建设单位在严格执行环保“三同时”制度，落实生物多样性评价报告提出的保护措施和要求前提下，项目建设对泉州湾河口湿地省级自然保护区生物多样性影响是可以接受的，从生物多样性的角度分析论证，认为项目建设是可行的。

工程建设造成的底栖生物损失的合计为 5.8t，悬浮泥沙与纳潮量共造成海洋生物的损失量为鱼卵 2.01×10^5 粒、仔稚鱼 1.05×10^6 尾、成体 1002.85kg、浮游动物 1.25×10^9 个、浮游植物 2.01×10^{14} 个。

本工程为跨海大桥，根据新修测岸线，桥梁丰泽侧用海范围内人工岸线长 352.9m，台商投资区侧用海范围内人工岸线长 343.2m，均不实际占用岸线。根据设计单位提供的桩基平面布置图，丰泽侧海上桥墩与岸线最近距离约 3m，台商投资区侧海上桥墩与岸线最近距离 3.2m，施工栈桥桩基也未落在现有岸线上，因此本项目建设不影响海岸形态和生态功能。

9.4 海域开发利用协调分析结论

本工程所在及周边海域主要用海活动包括泉州湾河口湿地保护区、以及后渚港区进港航道。

根据《百崎通道航道通航条件影响评价报告》，考虑桥梁基础结构所需宽度与必要的防撞设施尺寸，本工程桥梁通航孔跨度为 $2 \times 168\text{m}$ ，设计通航净宽 $2 \times 135.1\text{m}$ ，通航净高 26.4m，满足代表船型双孔单向通航的净宽要求。桥梁建设方案及通航孔设置尺寸需取得港口部门和海事部门的同意，建设单位还应会同航道、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进行专项设计、建设和维护。应保证导助航设施及安全警示标志与工程中同步建设，施工单位应落实工程水域附近通航安全保障工作，保障施工作业及周边水域交通安全。

项目位于泉州湾河口湿地省级自然保护区实验区内，建设单位应在施工前将施工组织

方案报送泉州湾河口湿地省级自然保护区发展中心、林业行政主管部门，取得其同意后方可实施。应根据项目建设对保护区保护对象造成的影响程度，依照《中华人民共和国湿地保护法》、《中华人民共和国自然保护区条例》、《福建省湿地保护条例》等相关规定，落实生态补偿措施。

总体而言，工程建设与周边用海活动具备协调途径。

9.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

百崎通道是泉州东海综合大道至百崎通道项目规划中的一部分，是东海组团和泉州台商投资区的重要交通通道，位于后渚大桥下游约 2.3 公里处，是洛阳江上续洛阳江大桥、金屿大桥（在建）、后渚大桥之后的第四座大桥，建成后对完善区域路网体系、缓解过江交通压力、疏解后渚大桥拥堵问题作用明显。百崎通道横跨洛阳江下游海域，距泉州湾/洛阳江河口约 2 公里，起点与东海组团东海综合大道相接，终点与洛秀组团百东大道相接。跨海桥梁的建设对完善两岸城市组团交通干线网，百崎通道是泉州构建环湾城市的重要交通网络部分，已纳入在编的《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

本工程为交通运输用海，拟采用桥梁形式跨越泉州湾洛阳江口海域，跨海段线位走向与“泉州湾特殊利用区”总体一致，符合所在功能区的用途管制要求，与周边海洋功能区“泉州湾河口湿地海洋保护区”的用途管制要求可以兼容。项目实施过程应加强环境管理，禁止废水、弃渣及其他固废随意排放，并开展湿地生态补偿措施。总体而言，本项目用海符合《福建省海洋功能区划（2011~2020 年）》。

此外，本项目符合《泉州市城市总体规划（2008-2030）》、《泉州市综合交通规划修编（2014-2030）》的总体思路，符合《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，与《泉州港总体规划（2035 年）》、《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划》、《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，以及“三区三线”划定成果不冲突，符合“自然资源部 生态环境部 国家林业与草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）”的相关要求。

9.6 项目用海合理性分析结论

泉州百崎通道选址符合国土空间规划，符合城市总体规划和城市交通路网规划，区位和社会条件适宜；项目建设与《泉州湾河口湿地省级自然保护区总体规划》及福建省“三区三线”划定成果不冲突，与周边利益相关者可以协调；大桥需要穿越的洛阳江口海域均为泉州湾河口湿地生态保护红线范围，通道穿越无其他非保护空间，因此无法避让生态保护红线区域。项目用海对海洋生态环境影响程度在可接受范围内，通过采取生态环境保护和生态补偿措施可以降低不利影响。因此，项目用海选址基本合理。

工程拟采用桥梁形式跨越洛阳江口海域，桥梁平、纵断面设计的各项主要指标均符合《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）的要求，平面布置合理。与隧道方案相比，桥梁方案符合城市总体规划，在交通服务功能方面十分完备，两岸疏解便捷，工期短、造价经济，后期运营风险低，具有明显的优势。尽管其对泉州湾河口湿地保护区有一定影响，但桥墩实际用海面积较小，通过采取环境保护措施，落实生态保护修复方案，可以降低不利影响。总体而言，工程用海方式基本合理。

本工程为跨海大桥，根据新修测岸线，桥梁丰泽侧用海范围内人工岸线长 352.9m，台商投资区侧用海范围内人工岸线长 343.2m，均不实际占用岸线。根据目前施工单位提供的施工栈桥桩基布置图，丰泽侧海上桥墩距离现有岸线约 3m，台商投资区侧海上桥墩距离岸线 3.2m，施工栈桥桩基也未落在现有岸线上，因此本项目建设不影响海岸形态和生态功能。

工程道路路面布置、路基断面设计符合《城市道路交通工程项目规范》（GB55011-2021）、《城市道路工程设计规范（2016 年修订版）》（CJJ37-2012），断面尺寸设计合理。拟申请用海范围是根据总平面布置图和结构断面图，结合《海籍调查规范》相关规定进行界定，用海边界以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，满足工程用海需要，本工程用海面积合理。

本工程为交通基础设施，设计服务年限为 100 年。参照《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条“公益事业用海最高用海期限为四十年”的规定，本工程用海确定为 40 年，用海期限界定合理。工程施工工期 36 个月，施工栈桥用海期限的界定结合施工工期，并综合考虑不确定因素，界定为 4 年，用海期限界定合理。

9.7 项目用海可行性结论

泉州百崎通道位于福建省东南沿海，起于泉州市台商投资区百东大道与洛沙大道的交叉口，沿规划百东大道向西延伸，跨越洛阳江口海域后，于滨海街处主线向南衔接丰海路，终于现状丰海路与府东路交叉口。项目建设将强化泉州市区与台商投资区之间的联系，完善泉州市快速交通路网，支撑泉州沿江向海发展、建设滨海大都市，是推动泉州台商投资区开发建设，促进海峡西岸经济区现代化工贸港口城市发展的需要。

项目用海位于泉州湾河口湿地省级自然保护区的实验区，划为“三区三线”中的“海域自然保护地一般控制区”，但洛阳江口海域均为泉州湾河口湿地生态保护红线范围，周边无其他非保护空间，因此本项目无法避让生态保护红线区域。作为福建省重点建设项目，百崎通道已纳入泉州市国土空间规划，属于生态红线区内允许开展的线性基础设施工程。项目建设符合所在海域国土空间规划分区用途管制要求，与生态保护红线的管控要求不冲

突，符合《泉州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示稿）。

工程申请用海理由充分，用海面积合理，申请用海期限符合国家有关规定，与周边的社会条件和自然条件相适宜。工程建设对所在海域的生态环境影响较小，与周边其他用海活动可以协调。工程位于泉州湾河口湿地省级自然保护区的实验区，应切实落实生态环境保护措施和要求，加强施工期和运营期的生态环境跟踪监测，落实湿地占补平衡方案，按照国家有关规定恢复或者重建与所占用湿地面积和质量相当的湿地；若没有条件恢复重建的，应当按照国家有关规定缴纳湿地恢复费。桥梁建设方案及通航孔设置尺寸需取得港口部门和海事部门的同意，建设单位还应会同航道、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进行专项设计、建设和维护，保障周边水域交通安全。

综上，在严格按照给出的用海范围和内容进行工程建设，切实落实利益相关者协调关系的基础上，从海域使用管理角度，本工程用海可行。