

亭角大桥拓宽改造工程 生态环境影响专题评价

编制单位：广东三海环保科技有限公司

编制日期：2022 年 10 月 18 日

目 录

| | |
|---------------------------|----|
| 前 言 | 1 |
| 1 总 论 | 3 |
| 1.1 项目建设必要性分析 | 3 |
| 1.2 红树林有关政策文件要求 | 5 |
| 1.3 评价依据 | 6 |
| 1.4 评价等级与评价时段 | 8 |
| 1.5 评价范围和评价内容 | 8 |
| 1.6 评价技术路线 | 9 |
| 1.7 生态环境敏感区及保护目标 | 10 |
| 2 工程概况 | 12 |
| 2.1 项目基本情况 | 12 |
| 2.2 项目选址唯一性分析 | 14 |
| 2.3 项目与红树林位置关系 | 17 |
| 3 项目所在区域红树林资源概况 | 18 |
| 3.1 基本概况 | 18 |
| 3.2 生物资源 | 19 |
| 3.3 社会经济状况 | 21 |
| 4 评价区生态资源现状调查 | 22 |
| 4.1 调查时间及方法 | 22 |
| 4.2 调查范围 | 23 |
| 4.3 土地资源调查 | 24 |
| 4.4 植被与植物多样性调查 | 24 |
| 4.5 动物多样性调查 | 27 |
| 5 生态影响与预测评价 | 32 |
| 5.1 对红树林生长环境的影响 | 32 |
| 5.2 对红树林生态系统的影响 | 33 |
| 5.3 对红树林生物多样性的影响 | 36 |
| 5.4 评价区环境质量影响分析 | 40 |
| 5.5 生态环境影响评价自查表 | 45 |
| 6 生态环境保护对策措施 | 47 |
| 6.1 项目建设方案优化措施 | 47 |
| 6.2 对植被与植物多样性的保护措施 | 48 |
| 6.3 对野生动物的保护措施 | 49 |
| 6.4 对生态环境的保护措施 | 50 |
| 6.5 工程占用区域红树林生态修复措施 | 51 |
| 6.6 生态监测 | 56 |
| 7 结论与建议 | 58 |
| 7.1 结论 | 58 |
| 7.2 建议 | 58 |
| 附录 1：评价区维管植物名录 | 60 |
| 附录 2：评价区红树植物名录 | 64 |
| 附录 3：评价区动物名录 | 65 |

| | |
|--|----|
| 附录 4：评价区重点保护珍稀濒危物种名录 | 69 |
| 附件 1 关于印发南沙开发区（自贸区南沙片区）南沙区 2022 年攻城拔寨重点建设项目计划的通知 | 70 |
| 附件 2 广东省发展改革委关于下达广东省 2022 年重点建设项目计划的通知 | 76 |
| 附件 3 亭角大桥拓宽改造工程路线唯一性论证专家意见 | 82 |
| 附件 4 承诺函 | 83 |

前 言

亭角大桥拓宽改造工程属于南沙自贸区“三高三快”道路升级改造项目（穗南开管办函〔2022〕3号），根据《广东省发展改革委关于下达广东省2022年重点建设项目计划通知》（粤发改重点〔2022〕157号），“三高三快”项目被列入广州南沙新区基础设施建设项目，为广东省重大发展平台项目。项目建成后将连通东新高速实现广州城区与南沙蕉门河中心、明珠湾区的40分钟快速衔接，形成广州西翼的经济发展走廊。充分拉近自贸区与广州南站交通枢纽的时空距离，借助华南地区最大的综合交通枢纽，实现南沙自贸区与国内其他各大经济体之间资源要素的密切联系，提升自贸区的综合影响力，促进南沙社会经济的可持续健康发展，项目建设具有非常重要的意义。

亭角大桥位于广州市南沙区黄阁镇进港大道西侧，是现状省道S358上跨蕉门水道的大桥，属于规划南岗大道的其中一段，亭角大桥于1991年7月动工新建，桥址处河岸顺直、河床平坦、水流稳定，水面宽约760m，常水深6~9m。根据《S358省道（S111省道~亭角大桥）路面技术状况检测报告》和《进港大道（亭角大桥-凤凰大道）升级改造工程旧路检测报告》，亭角大桥两侧路面承载力普遍不足，尤其是北侧路面病害较严重，现状亭角大桥主体结构腹板已存在竖向裂缝及横向裂缝，整体桥梁运营状态较差，现状桥梁已不能满足交通运输及发展规划的要求，且该桥经检测鉴定为危桥，对群众出行造成安全隐患。因此，该桥急需改扩建，由于新建桥梁纵断较旧路整体抬高了2m，故旧路面不考虑利用，全部挖除重建，亭角大桥拓宽改造工程设计路线呈西南-东北走向，西南起于S385省道，东北至进港大道，道路长约1.20km。新建桥梁段设计起点里程为K0+132.960，设计终点里程为K1+104.540，总长971.58m，其地理坐标为东经*****，北纬*****，北距广州市中心区55km，东距南沙区中心区2.8km，地理位置优越，水、陆交通十分便利，亭角大桥规划为交通性主干路，规划道路红线宽60m，双向八车道（亭角大桥段为双向六车道），设计速度60km/h。

根据《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》（2018.12.29）和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021.1.1）等有关要求，项目类别为“五十二、交通运输业、管道运输业 131 城市道路（不含维护；不含支路、人行天桥、人行地道）”中“新建快速路、主干路；城市桥梁、隧道”，项目应编制环境影响评价报告表，广州市南沙区建设中

心委托广东三海环保科技有限公司承担了该工程环境影响评价工作。

根据《亭角大桥拓宽改造工程路线唯一性论证报告》，建设项目在 K0+900~K0+960 段不可避免穿越蕉门水道岸边的红树林，建设项目以施工便道（栈桥）的方式占用红树林 637.58m²。根据建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）“表 1 专项评价设置原则表”中“涉及环境敏感区的项目”，需要编制生态专题报告。本项目建设过程中需要占用到红树林，为涉及环境敏感区的项目，因此，本项目需编制生态环境影响专题报告。

接受委托后，评价单位的技术人员针对项目占用的红树林及周边生态红线进行了详细的现场踏勘和调查，收集红树林相关的资料，根据《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19—2022）等相关技术规范的要求，编制完成了《亭角大桥拓宽改造工程生态环境影响专题报告》。

1 总 论

1.1 项目建设必要性分析

(1) 是广州城市空间发展的需要

根据广州市总体规划，广州定位为国家中心城市之一，国家历史文化名城，广东省省会，我国重要的国际商贸中心、对外交往中心和综合交通枢纽，南方国际航运中心；未来广州城市空间将实施“南拓、北优、东进、西联、中调”的十字方针，城市南拓为广州城市发展的重要方向。结合总体规划，围绕建设国家中心城市的要求，支撑“一个中心城区、六个副中心”的空间布局，广州市十三五规划明确提出重点打造“三大战略枢纽”，优化提升“一江两岸三带”，形成“多点支撑”的发展格局，实现各组团之间要素的高效互联互通，联动发展。

南沙自贸区是广州城市南拓重要方向，是“多点支撑”发展格局的重要一极，但由于南沙自贸区与广州中心城区空间距离较远（55km），现状通道时效较差，不足以支撑南沙自贸区与中心城区的快捷联系，亟需构建高效快捷交通通道。结合现状和既有规划路网，东新高速位于广州西翼，是目前广州中心城区与南沙自贸区之间联系的一条重要通道，但由于南沙一侧东新高速衔接南沙港快速，缺乏直接连接通道，联系南沙蕉门河中心和明珠湾区，导致近中期通过东新高速直接大道南沙自贸区中心不便，需要多次转换；正基于此，南沙自贸区与广州政治经济文化中心之间的联系极为不便，也未能充分利用既有通道。

因此在南沙自贸区亟需高效、可持续发展的背景下，有必要积极打破交通制约瓶颈，打通衔接道路，提升地区整体景观，改善整体交通运行环境，支撑南沙快速发展。

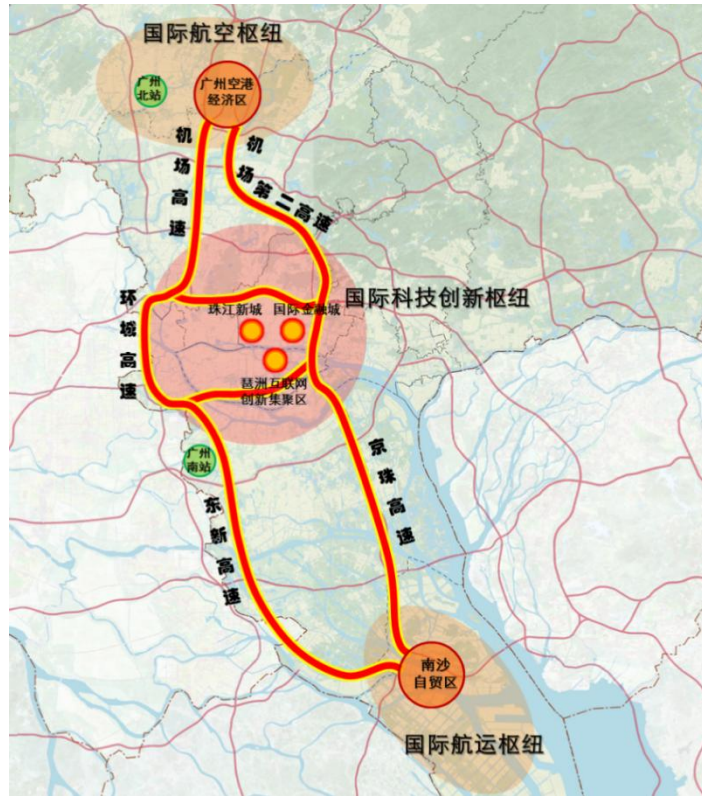


图 1.1-1 快速通道与三大战略枢纽衔接关系分析

（2）是广州建设国际航运中心的需要

建设国际航运中心是广州发挥国家中心城市功能的重要平台，是广州争当建设“21世纪海上丝绸之路”排头兵的重大举措，是广州深化改革开放、增强经济可持续发展能力，建立与国际接轨营商规则的重要支撑，也是南沙自贸试验区建设的重要抓手。在广州提高资源配置能力，强化枢纽功能，加大投入力度，打造海港、空港、铁路、高速公路和信息港等重大综合枢纽设施建设的同时如何实现港、空、铁的快速转换与连接，有必要打造新的联系通道。

（3）是南沙自贸区发展的需要

随着南沙自贸区的批复，要求南沙建设以生产性服务业为主导的现代产业新高地和具有先进水平的综合服务枢纽，强化与自主创新示范区的联动，加快各种资源要素集聚，形成创新链和产业链，以及“三中心一体系”的重要支点。

南沙作为广州全市“三中心一体系”的重要支点，也是建设国际航运中心的主要平台，在自贸区和国家级新区双重政策支持下，航运金融、物流和海洋经济等高端产业将成为未来的主导产业，广州市经济、人才、技术等资源主要集中在广州中心城区，南沙片区分布较少，现有各类资源要素尚不足以支撑相关产业发展，很长一段时期内必须依

托广州中心区的各种人才和配套资源服务带动来实现自身的起步和快速发展。南沙的发展必须首先依靠广州、主要依靠广州，充分运用广州雄厚的经济实力和丰富的社会人口资源作为坚强后盾，承接广州的发展要素，才能走得稳健、走得更远。

因此，有必要积极构建快速通道，支撑各类要素的全面高效对接和联动发展，形成南北经济发展轴，支撑南沙的快速发展，同时促进南沙自身经济、技术、人次等资源的储备发展和壮大。

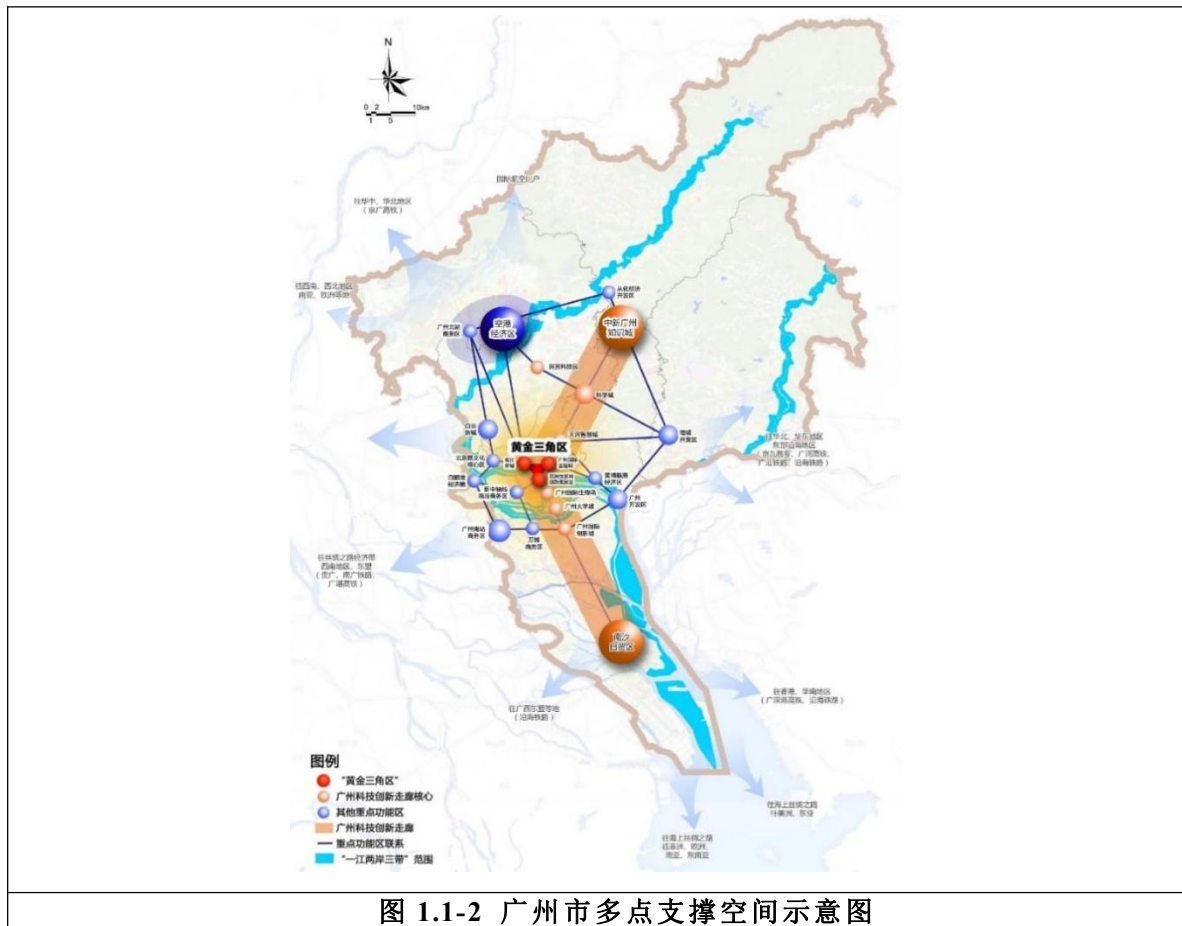


图 1.1-2 广州市多点支撑空间示意图

1.2 红树林有关政策文件要求

参照《中华人民共和国湿地保护法》及《广东省湿地保护条例》的相关规定，因科研、医药、更新、改造、抚育以及国家或者省重点项目等需要移植、采挖、采伐、采摘的，应当经地级以上市人民政府林业主管部门同意，亭角大桥拓宽改造工程属于广东省重点建设项目，且已开展路线唯一性论证工作，并征得地方政府和相关主管部门的同意。

根据建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）“表 1 专项评价设置原则表”中“涉及环境敏感区的项目”，需要编制生态专题报告。本项目建设过程中需要占用到红树林，为涉及环境敏感区的项目，因此，本项目需编制生态环境影响专题报

告。

1.3 评价依据

1.3.1 国家法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日起施行）；
- (3) 《中华人民共和国湿地保护法》（2022 年施行）；
- (4) 《中华人民共和国森林法》（2019 年修订）；
- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年施行）；
- (6) 《中华人民共和国水法》（2016 年修订）；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年修订）；
- (8) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年修订）；
- (9) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年施行）；
- (10) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年修订）；
- (11) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017 年修订）；
- (12) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013 年修订）；
- (13) 《国家重点保护野生动物名录》（2021 年）；
- (14) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订）。

1.3.2 部门规章、规定

- (1) 《国务院办公厅关于加强湿地保护管理的通知》（国办发〔2004〕50 号）；
- (2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）；
- (3) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77 号）；
- (4) 《湿地保护管理规定》（原国家林业局令第 48 号）；
- (5) 《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局令第 35 号）；
- (6) 《国务院办公厅关于印发湿地保护修复制度方案的通知》（国办发〔2016〕89 号）；
- (7) 《自然资源部国家林业和草原局办公室关于加强红树林保护修复工作的通知》（自然资办发〔2020〕2 号）；

- (8) 《红树林保护修复专项行动计划 2020-2025 年》（自然资发〔2020〕135 号）。

1.3.3 地方法律法规

- (1) 《广东省野生动物保护管理条例》（2020 年修订）；
- (2) 《广东省环境保护条例》（2019 年修订）；
- (3) 《广东省湿地保护条例》（2020 年修订）；
- (4) 《广东省水污染防治条例》（2020 年颁布）；
- (5) 《广东省建设项目环境保护管理条例》（2012 年）；
- (6) 《广州市湿地保护规定》（2018 年）。

1.3.4 技术标准与规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）
- (2) 《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2022）；
- (3) 《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2009）；
- (4) 《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ/T2.3-2018）；
- (6) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (7) 《红树林植被恢复技术指南》（HYT214-2017）；
- (8) 《野生植物资源调查技术规范》（LY/T1820-2009）；
- (9) 《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部 15 号文）；
- (10) 《国家重点保护野生动物名录》（2021 年 2 月公布）；
- (11) 《广东省重点保护野生植物名录（第一批）》（粤府函〔2018〕390 号）；
- (12) 《湿地生态风险评估技术规范》（GB/T27647-2011）；
- (13) 《广东省重点保护陆生野生动物名录》（2021 年 7 月）。

1.3.5 其他资料

- (1) 《广东省发展改革委关于下达广东省 2022 年重点建设项目计划通知》（粤发改重点〔2022〕157 号）；
- (2) 《关于印发南沙开发区（自贸区南沙片区）南沙区 2022 年攻城拔寨重点建设项目计划的通知》（穗南开管办函〔2022〕3 号）；

- (3) 《亭角大桥拓宽改造工程可研报告》；
- (4) 《亭角大桥拓宽改造工程涉及红树林生态影响评价报告》（广东如春生态集团有限公司 2022 年 8 月）；
- (5) 《亭角大桥拓宽改造工程涉及红树林生态修复方案》（广东如春生态集团有限公司 2022 年 8 月）。

1.4 评价等级与评价时段

本项目所在区域不属于生态红线区（见图 1.4-1），但现状亭角大桥北岸分布有红树林，建设项目将以桥梁的方式穿越红树林，涉及的红树林主要为施工便道（栈桥）临时占用，占用红树林面积 637.58m²，根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），判定本项目的生态环境影响评价等级为二级。

本次评价时段包括施工期（5 年）和运营初期（5 年）。

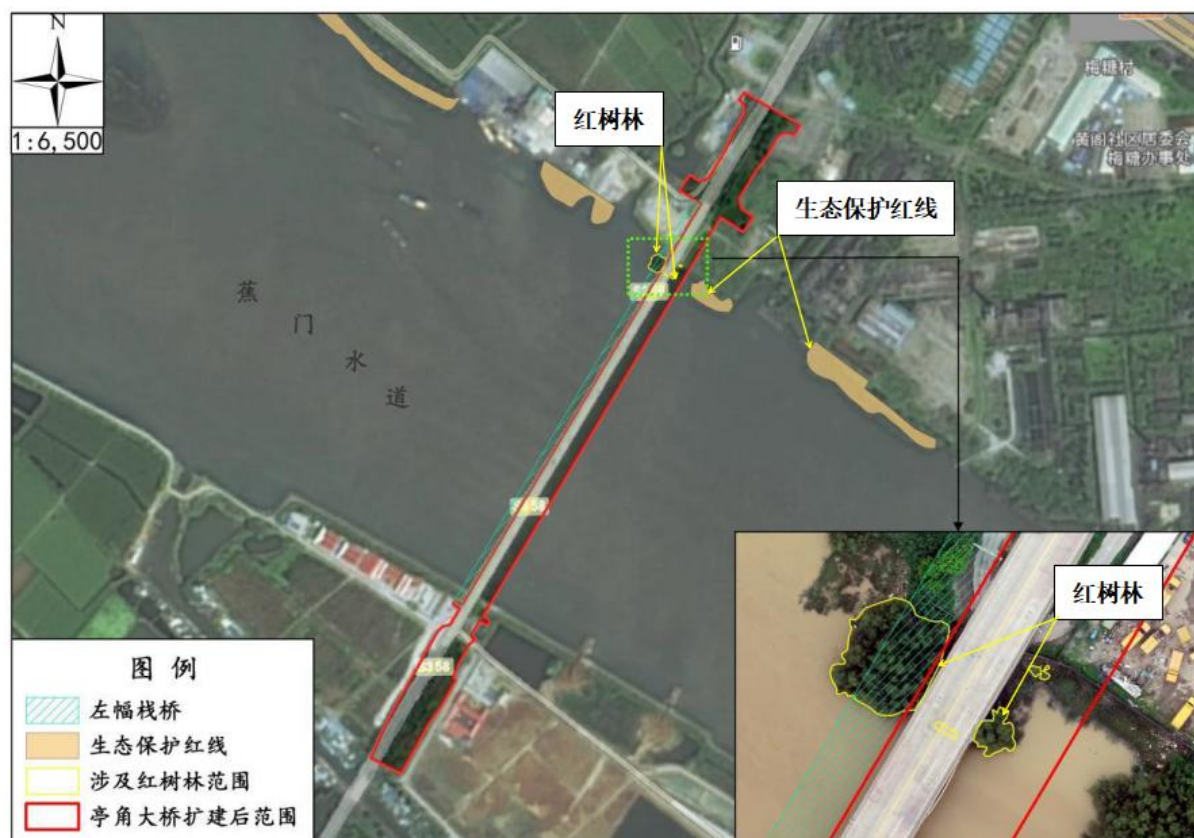
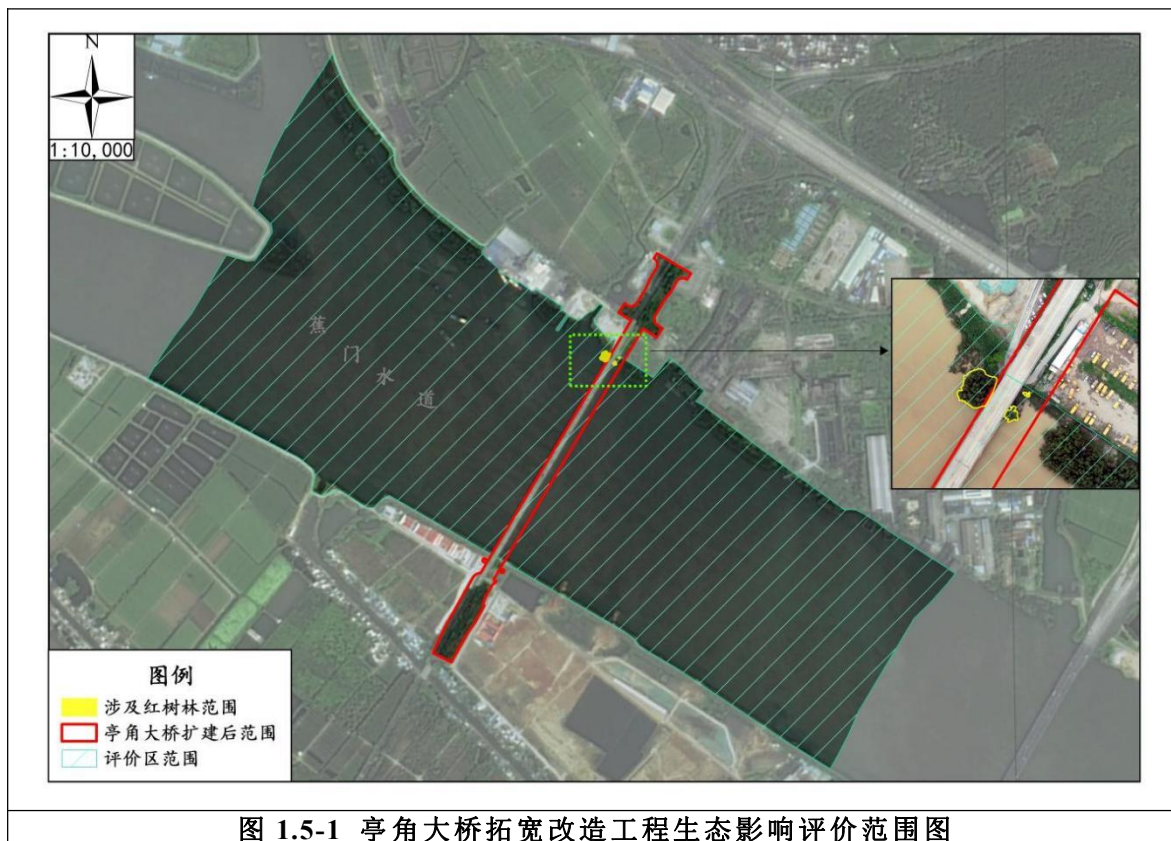


图 1.4-1 本项目与生态红线位置关系图

1.5 评价范围和评价内容

根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2022），线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1 km、线路中心线向两侧外延 1 km 为参考评价范围。以此为参照，将位于工程边界外直线距离 1000m 范围的，以河道为边界的水域、滩涂和红树林湿地，作为本项目生态影响评价范围（见图 1.5-1），评价区面积为 139.95hm²。



针对工程在施工期和运营初期对涉及红树林区域造成的生态影响，根据工程穿越方式、南沙区红树林资源特点以及《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2022）、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192）等技术标准，从对红树林生长环境的影响、红树林生态系统的影响、红树林生物多样性的影响、环境质量影响等方面进行科学评价，并提出具有针对性的对策与保护措施。

1.6 评价技术路线

本次评价工作的技术路线图如下：

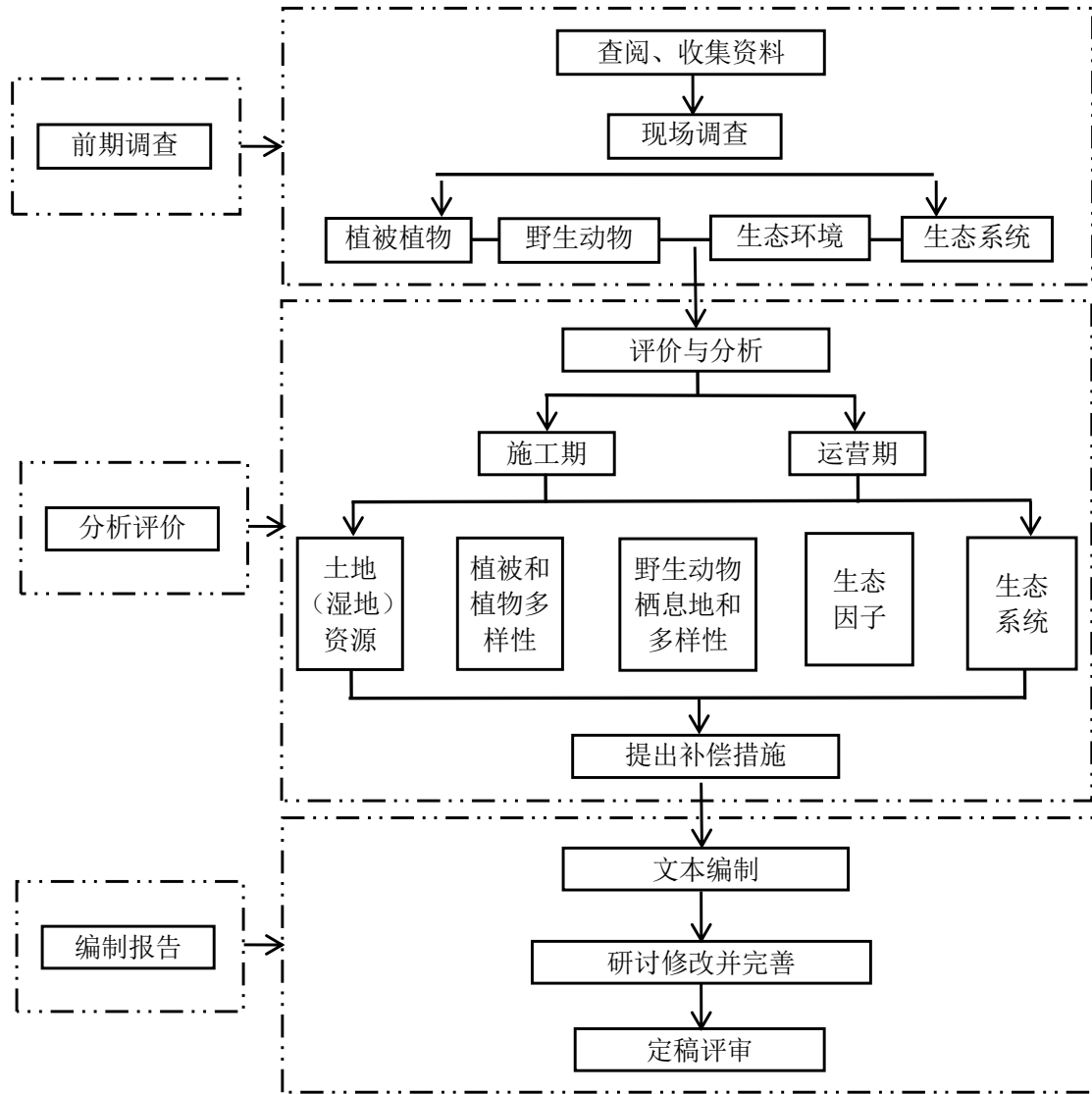


图 1.6-1 技术路线图

1.7 生态环境敏感区及保护目标

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》中对环境敏感区的定义，通过资料收集、现场踏勘和查阅等，确定本项目的生态环境保护目标主要红树林，与本项目的位关系见表1.7-1所示。

表 1.7-1 评价范围内主要生态环境保护目标

| 序号 | 环境敏感区 | 位置关系 | 最近距离 (m) | 概况 | 保护目标 |
|----|---------------|------|-------------|-----------------|-------------|
| 1 | 生态红线 (红树林) | 西侧 | 667 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |
| 2 | 生态红线 (红树林) | 西侧 | 438 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |
| 3 | 生态红线 (红树林) | 西侧 | 183 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |
| 4 | 生态红线 (红树林) | 西侧 | 113 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |
| 5 | 零星红树林 | 西侧 | 占用 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |
| 6 | 生态红线 (红树林) | 东侧 | 30 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |
| 7 | 生态红线 (红树林) | 东侧 | 230 | 群落内常见植物种类有无瓣海桑等 | 红树及其生境、水质环境 |



图 1.7-1 本项目与生态环境保护目标的位置关系示意图

2 工程概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 项目类型

亭角大桥拓宽改造工程属于南沙自贸区“三高三快”道路升级改造项目（穗南开管办函〔2022〕3号），根据《广东省发展改革委关于下达广东省2022年重点建设项目计划通知》，“三高三快”项目被列入广州南沙新区基础设施建设项目，为2022年广东省重点建设项目（粤发改重点〔2022〕157号）。

2.1.2 建设规模和投资

亭角大桥位于南沙区明珠湾区和蕉门河中心区西北侧，项目西起S358省道，东接进港大道，道路长约1.20km，其中桥梁长971.58m。规划道路红线宽60m，双向八车道（亭角大桥段为双向六车道），设计速度60km/h。

项目投资67059.98万元，其中环保投资423.8万元，占总投资的0.63%。

2.1.3 技术标准

亭角大桥拓宽改造工程建设内容主要包括道路工程、桥涵工程、排水工程、绿化工程、照明工程、交通工程、电力工程等。具体技术指标见下表2.1-1。

表 2.1-1 亭角大桥主要技术标准

| 项目 | | 单位 | 规范值 | 设计值 |
|----------------|-----|------|------------|---------|
| 道路级别 | | | 城市主干道及二级公路 | |
| 设计车速 | | km/h | 40、50、60 | 60 |
| 车道数 | | 条 | —— | 6 |
| 不设缓和曲线最小圆曲线半径 | | 米 | 1000 | 2800 |
| 不设超高圆曲线最小半径 | | 米 | 600 | 2800 |
| 设超高圆曲线 最小半径 | 一般值 | 米 | 300 | —— |
| | 极限值 | 米 | 150 | —— |
| 缓和曲线最小长度 | | 米 | 50 | —— |
| 平曲线最小长 | 一般值 | 米 | 150 | 209.633 |

| | | | | |
|----------------|-----------|---|-----------|-------------|
| 度 | 极限值 | 米 | 100 | —— |
| 圆曲线最小长度 | | 米 | 50 | 209.633 |
| 停车视距 | | 米 | 70 | >70 |
| 机动车道 | 一般值 | % | 5 | 4.0 |
| 最大纵坡 | 极限值 | % | 6 | —— |
| 机动车道纵坡坡段最小长度 | | 米 | 150 | 518.419 |
| 凸型竖曲线 | 一般值 | 米 | 1800 | 8000 |
| 最小半径 | 极限值 | 米 | 1200 | —— |
| 凹型竖曲线 | 一般值 | 米 | 1500 | 2600 |
| 最小半径 | 极限值 | 米 | 1000 | —— |
| 竖曲线 | 一般值 | 米 | 120 | 123.5 |
| 最小长度 | 极限值 | 米 | 50 | —— |
| 标准车道宽度 | | 米 | 3.5 | 3.5 |
| 桥涵设计荷载等级 | | - | 城—A | 城—A |
| 道路路面结构设计标准轴载 | | - | BZZ-100 | |
| 路面结构设计使用年限 | | 年 | 沥青路面 15 年 | |
| 道路最小净高 | 主线机动车道 | 米 | 4.5 | 4.5 |
| | 非机动车道、人行道 | | 2.5 | 2.5 |
| 地震动峰值加速度（基本烈度） | | | —— | 0.125g（VII） |

2.1.4 工期安排

在项目设计高水平、施工高质量、建设高速度的前提下，对项目建设周期和进度统一规划，初步拟定工期如下：

表 2.1-2 亭角大桥拓宽改造工程建设时间安排表

| 时间节点 | 工期安排 |
|------------------------|-----------------------------|
| 2021 年 7 月-2022 年 12 月 | 完成可行性研究报告、勘察及设计、施工及监理招标等工作 |
| 2023 年 1 月-2025 年 1 月 | 南侧半幅道路、桥梁、排水、照明等基础设施工程施工 |
| 2025 年 2 月-2026 年 7 月 | 旧桥拆除 |
| 2026 年 8 月-2028 年 1 月 | 完成北侧半幅的道路、桥梁、排水、照明等基础设施工程建设 |

2.2 项目选址唯一性分析

项目选址结合项目周边路网接线走向，对路线走廊带进行了多方案比选论证（见图 2.2-1），根据相关规划，南沙新区将在现有路网基础上，结合城市空间布局演化形成“双环+九射”主骨架道路系统，同时规划 17 个高快速路出入口，23 个转换立交，42 个简易立交。南岗大道工程规划为交通性主干路，属于外环中的一段。目前南岗大道已按规划线位施工各项工作，计划于 2025 年年底拉通右半幅道路。进港大道现状为双向六车道，目前已完成改造提升工程。本项目亭角大桥为连接南岗大道与进港大道重要组成部分，沿现状亭角大桥布设是唯一可行的走廊带。

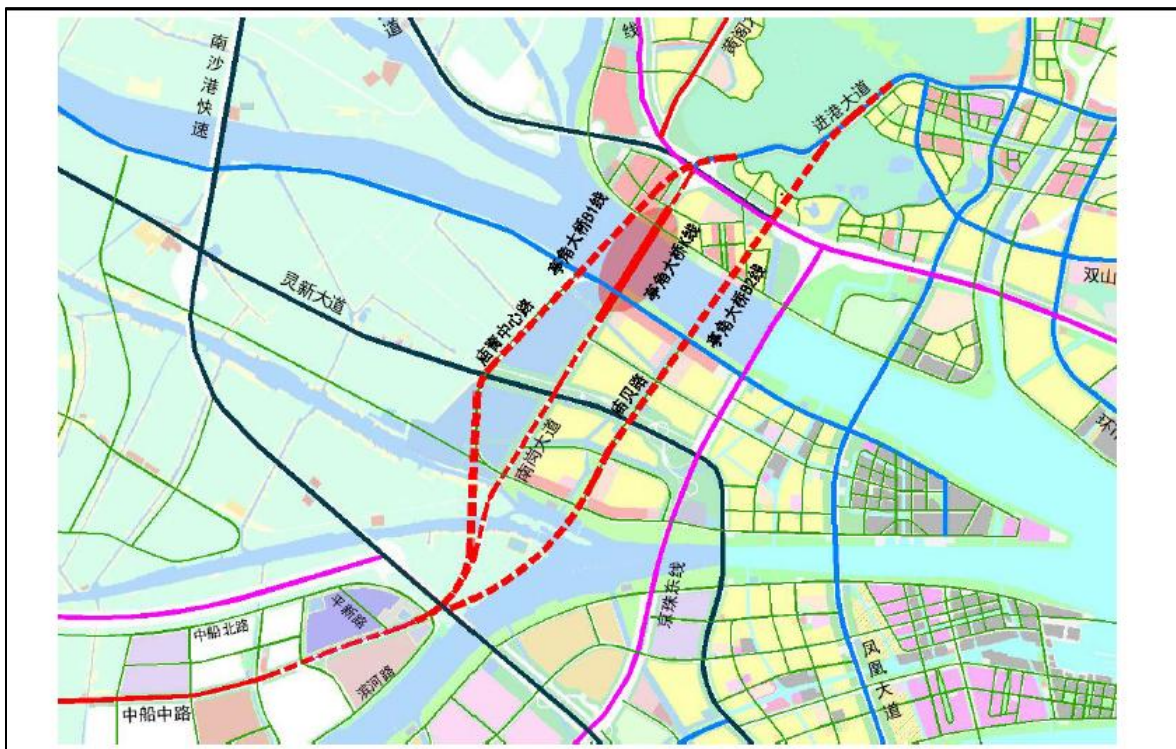


图 2.2-1 项目路线走廊带位置示意图

经调研，现状亭角大桥北岸分布有红树林，本项目需占用红树林面积 637.58m²，为合理避让红树林，拟定了两条避让方案。

2.2.1 路线比选方案

K 线方案：为设计推荐方案，路线自南向北总体呈一直线，路线全长约 1.2km，避让基本农田保护区及蕉门水道两岸已出让地块。

A 线方案：为尽量绕避既有红树林，路线向西偏移约 80m，平面最小圆曲线半径 $R=1000\text{m}$ ，路线全长约 1.55km。该方案避让基本农田保护区、蕉门水道南岸已出让地块及红树林。

C 线方案：为尽量绕避既有红树林，路线向东偏移约 160m，平面最小圆曲线半径 $R=1000\text{m}$ ，路线全长约 1.95km。该方案避让基本农田保护区、蕉门水道南岸已出让地块及红树林，但需征拆现状广大附中教学楼及学校操场。

比选方案走向见图 2.2-2。

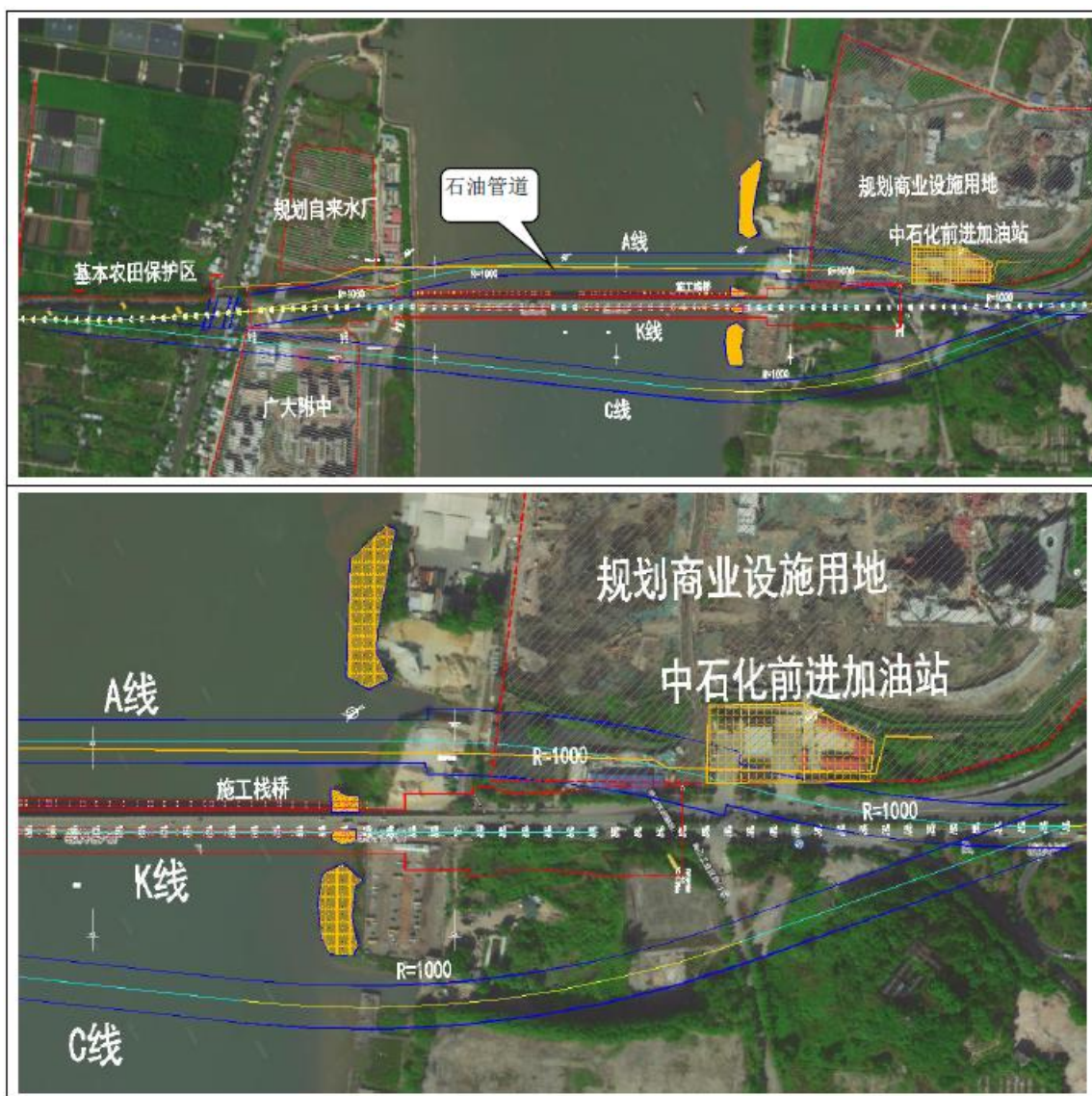


图 2.2-2 方案比选示意图

2.2.2 路线方案比选分析

综合考虑环境敏感区、路线技术指标、社会影响程度、通航条件、城市规划等因素，对两个方案进行比选分析，比选情况见表 2.2-1。

表 2.2-1 各方案比选因子分析表

| 序号 | 比选因子 | K 线方案 (推荐方案) | A 线方案 (避让方案) | C 线方案 (避让方案) |
|------|----------|--------------------------------------|---|---|
| 1 | 占用红树林 | 施工便道(栈桥)临时使用面积约 637.58m ² | 不占用 | 不占用 |
| 2 | 路线长度(m) | 1200 | 1555 | 1950 |
| 3 | 技术指标 | 平面基本为一直线,平面技术指标高 | 平面最小圆曲线半径 R=1000m,设计范围内共设 4 处平曲线,技术指标较差 | 平面最小圆曲线半径 R=1000m,设计范围内共设 1 处平曲线,技术指标较高 |
| 4 | 规划符合性 | 符合城市规划 | 需迁改石油管道,且需征用部分已出让地块,对城市规划破坏较大,地方强烈反对 | 需征用现状广大附中地块,对城市规划破坏较大,地方强烈反对 |
| 5 | 拆迁规模 | 无拆迁 | 拆迁中石化前进加油站 | 征拆现状广大附中教学楼、操场 |
| 6 | 码头岸线影响 | 无影响 | 无影响 | 无影响 |
| 7 | 对历史建筑物影响 | 无 | 无 | 无 |
| 8 | 通航影响 | 与航道正交,对通航、防洪影响较小 | 与航道斜交,不利于通航、防洪,需加大桥梁跨径。 | 与航道斜交,不利于通航、防洪,需加大桥梁跨径。 |
| 9 | 危化品安全距离 | 净距满足规范要求 | 已占用现状 DN270 石油管道及中石化前进加油站 | 净距满足规范要求 |
| 10 | 工程规模 | 工程规模适中 | 对比 K 线方案整体规模增加 30%,规模较大 | 对比 K 线方案整体规模增加 65%,规模较大 |
| 推荐方案 | | 推荐 | 不推荐 | 不推荐 |

综合以上分析，K 线方案路线技术指标较高，不拆迁加油站及占用规划商业用地，与航道正交，桥梁规模较小，能满足危险品安全距离的要求，整体与周边的地形、地物适应性较好，应作为推荐方案。

2.2.3 方案比选结论

亭角大桥拓宽改造工程路线唯一性论证主要对蕉门水道红树林段进行方案说明及论证，说明了路线走廊带的合理性和唯一性，经论证以上路段受到建设条件的限制，选择现有路线方案是唯一的，路线确认过程中，征求了地方政府和相关主管部

门的同意性意见，对于环境敏感路段均采取了相应措施，措施方案完善，具有可行性。

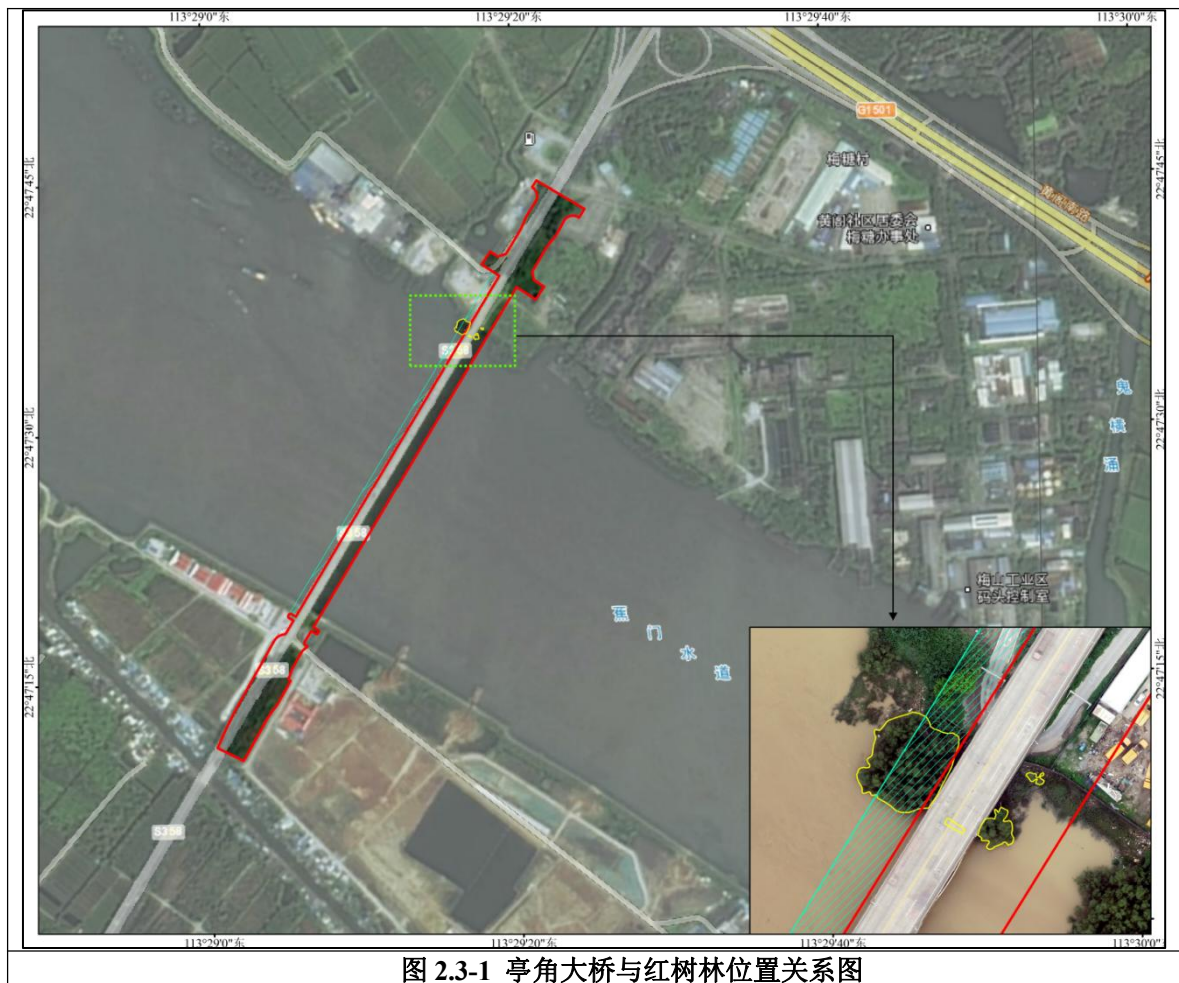
2.2.4 专家论证结论与相关批复

2022 年 8 月 11 日，广州市南沙区建设中心在南沙区组织召开了《亭角大桥拓宽改造工程路线唯一性论证报告》（简称《报告》）专家评审会。参会专家和代表听取了编制单位关于《报告》的汇报，审阅了材料，经质询和评议，专家组同意通过《报告》，建议编制单位按专家意见修改完善后作为下一步工作的依据。

2.3 项目与红树林位置关系

经过对亭角大桥沿线进行现场核查发现，项目所涉及的红树林位于现亭角大桥北岸，涉及区域面积约 637.58m²，项目不涉及生态保护红线。

亭角大桥与红树林位置关系见图 2.3-1。



3 项目所在区域红树林资源概况

3.1 基本情况

3.1.1 地理位置

南沙区位于广东省广州市最南端，东与东莞市隔江相望，西与中山市、佛山市顺德区接壤，北以沙湾水道为界与广州市番禺区隔水相连，南濒珠江出海口伶仃洋，介于北纬 $22^{\circ}26'$ ~ $23^{\circ}06'$ ，东经 $113^{\circ}13'$ ~ $113^{\circ}43'$ ，总面积 803 平方公里。

3.1.2 地形地貌

南沙区地形中间高、四周低。地貌类型有低山、丘陵、台地、平原和滩涂，其中低丘台地占总面积 47%，平原占 53%。

3.1.3 地质条件

南沙区地质基底由古生界变质岩系构成，最老的下古生界震旦系变质砂岩、板岩、片岩及硅质岩，分布在南沙街道塘坑村至南沙林场鸢鹅山一带；加里东期混合花岗岩分布在南沙街道深湾村；大面积基岩是燕山期细粒、中粒、粗粒黑云母花岗岩，分布在黄山鲁、大山岬山一带；中生代断陷盆地沉积陆相砾岩、砂砾岩、砂岩及泥质粉砂岩，分布于大虎山和小虎山一带。

3.1.4 气候

南沙区属于亚热带季风性海洋气候，温暖、多雨、湿润，夏长冬短，四季气候可概括为夏无酷热，冬无严寒，春常阴雨，秋高气爽。

南沙区年平均气温 22.6°C ，最冷月平均气温 14.3°C （1 月），最热月平均气温 28.9°C （7 月），历年极端最高气温 37.2°C （2016 年 7 月 9 日），极端最低气温 2.2°C （2016 年 1 月 24 日）。雨量充沛，分布不均，雨量相对集中在汛期，年平均雨量 1673.1mm，其中 4~9 月降雨量 1354.9mm，占全年降水量的 81%。年平均相对湿度为 77%，最小相对湿度 9%。全年日照 1651.7 小时，年平均风速为 2.1m/秒，最多风向东南偏南风。年蒸发量为 1670.8mm，年雷暴日数 72.2 天。夏秋常有热带气旋影响，

平均每年约有 3~4 个。

3.1.5 水文

南沙区位于珠江出海口虎门水道西岸，是西江、北江、东江三江汇集之处，东面是珠江，南面是珠江入海口。南沙区境内共有 5 条主要水道：洪奇沥水道、蕉门水道、沙湾水道、凫洲水道、小虎沥水道；内河涌 116 条，总长 294.8 公里。

南沙区水资源丰富，区内水域面积（未含东涌等三镇）达 188.15 平方公里，占总面积四分之一。主要有虎门、蕉门、洪奇沥三条水道，径流量 4.82 亿 m^3 ，多年平均过境流量 1377 亿 m^3 。其中虎门水道 603 亿 m^3 、蕉门水道 565 亿 m^3 、洪奇沥水道 209 亿 m^3 ，分别约占珠江年径流总量的 18%、7%、6%。

3.2 生物资源

3.2.1 红树林资源

广州市地处珠江流域的出海口，境内水网密布，河道纵横，且有漫长曲折的海岸线，加之长期的人工围垦，形成类型丰富、面积广大的湿地，红树林是其中独特而又十分重要的湿地类型。

（1）红树林的分布

南沙区的红树林主要分布在万顷沙镇和南沙街道，总面积约 83.20 hm^2 。在南沙湿地公园、洪奇沥东岸 14 涌至 17 涌滩涂、仁隆围和义隆围东部河岸、蕉西水闸、大角山海滨公园、沥心沙大桥桥脚、沙仔岛、坦头村、九王庙涌、亭角大桥桥脚、南沙港快速路 16 涌至 17 涌段等地有较大面积的红树林生长。三姓围、上湾涌、大虎岛、龙穴岛、小虎岛、12 涌东段、11 涌东段等地红树林面积较小，呈小片状分布或零星生长。

（2）红树植物种类

根据李海生等 2018-2019 年对南沙区红树林资源现状与保护情况的研究结果显示：广州市南沙区有红树植物 16 种。其中真红树植物 7 科 7 属 8 种，半红树植物 7 科 8 属 8 种。见表 3.2-1。

表 3.2-1 红树植物种类组成

| 类别 | 科名 | 种名 |
|-----------------------|--------------------|--|
| 真红树 True mangroves | 紫金牛科 Myrsinaceae | 桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i> |
| | 红树科 Rhizophoraceae | 秋茄 <i>Kandelia candel</i> 木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i> |
| | 卤蕨科 Acrostichaceae | 卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i> |
| | 爵床科 Acanthaceae | 老鼠簕 <i>Acanthus ilicifolius</i> |
| | 海桑科 Sonneratiaceae | 海桑 <i>Sonneratiacaseolaris</i> 无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i> |
| | 使君子科 Combretaceae | 拉关木 <i>Laguncularia racemosa</i> |
| | 马鞭草科 Verbenaceae | 白骨壤 <i>Avicennia marina</i> |
| 半红树 Semi-mangroves | 大戟科 Euphorbiaceae | 海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> |
| | 锦葵科 Malvaceae | 黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i> 杨叶肖槿 <i>Thespesia populnea</i> |
| | 夹竹桃科 Apocynaceae | 海芒果 <i>Cerbera manghas</i> |
| | 蝶形花科 Papilionaceae | 水黄皮 <i>Pongamia pinnata</i> |
| | 马鞭草科 Verbenaceae | 假茉莉 <i>Clerodendrum inerme</i> |
| | 菊科 Compositae | 阔苞菊 <i>Pluchea indica</i> (Linn.) Less. |
| | 梧桐科 Sterculiaceae | 银叶树 <i>Heritiera littoralis</i> |

(3) 红树林主要群落类型

根据红树植物主要优势种，广州市南沙区的红树林分为以下 15 种群落类型：无瓣海桑+桐花树群落、无瓣海桑群落、桐花树群落、老鼠簕群落、无瓣海桑+老鼠簕群落、卤蕨群落、秋茄群落、假茉莉群落、水黄皮群落、黄槿群落、桐花树+老鼠簕群落、秋茄+桐花树群落、木榄群落、银叶树群落和海芒果群落等。

3.2.2 动物资源

据文献资料显示，广州南沙地区湿地动物种类较丰富，共记录有动物(不含昆虫和浮游动物 335 种，隶属于 55 目 137 科，其中经济鱼类 116 种（隶属于 13 目、45 科），鸟类 95 种，大型底栖动物 67 种，爬行动物 28 种，哺乳动物 16 种和两栖动物 13 种。有国家重点保护动物 16 种，受国际协定或公约保护的动物 55 种，广东省

省级保护动物 18 种，“三有”动物 107 种。

其中广州南沙地区鸟类占野生动物总物种数的 30.4%，共有鸟类 95 种，隶属 15 目 34 科。其中水鸟 45 种，占鸟类总数的 47.4%，较常见的水鸟如鸬鹚类 12 种、野鸭类 9 种和小鸬鹚、普通鸬鹚、黑水鸡、骨顶鸡、苍鹭、白鹭、中白鹭、大白鹭、池鹭、夜鹭等。

大型底栖动物有 67 种，隶属于环节动物、软体动物和甲壳动物，其中软体动物种类最多（36 种），占全部底栖动物的 53.7%；其次是甲壳动物，占全部底栖动物 41.8%；环节动物 3 种，占全部底栖动物 4.5%。

3.3 社会经济状况

南沙区下辖 3 个街道、6 个镇，2021 年末全区常住人口 90.04 万人，户籍人口 51.75 万人。2021 年全区实现地区生产总值 2131.61 亿元，比上年（下同）增长 9.6%。其中，第一产业增加值为 69.96 亿元，增长 6.0%；第二产业增加值为 885.95 亿元，增长 8.3%；第三产业增加值为 1175.70 亿元，增长 10.7%。三次产业增加值的比例为 3.3：41.6：55.1。

4 评价区生态资源现状调查

本节引用《亭角大桥拓宽改造工程涉及红树林生态影响评价报告》（广东如春生态集团有限公司 2022 年 8 月）中的调查资料进行论述。

4.1 调查时间及方法

4.1.1 调查时间

项目组于 2022 年 6 月下旬对建设用地和评价区进行了实地调查。调查内容为红树林植物植被资源、动物资源、土地（湿地）资源、生态环境现状等。

不同对象的调查时间如下表：

表 4.1-1 野外调查时间

| 调查对象 | 调查时间 | 备注 |
|-------|--|--|
| 植物与植被 | 08:00~12:00; 14:00~18:00 | |
| 两栖类 | 08:00~10:00; 16:00~18:00; 20:00~22:00 | 两栖动物一般只在夜间或当天气温暖和潮湿时活动 |
| 爬行类 | 09:00~12:00; 14:00~16:00; 20:00~23:00 | 日行性种类：9 点之后阳光充足外出活动； 夜行性种类：夜间 8 点后外出捕食； |
| 鸟类 | 06:00~10:00; 15:00~19:00 | 早餐与傍晚多为鸟类觅食等活动高峰期 |
| 兽类 | 07:00~12:00; 14:00~18:00; 20:00~23:00 | 根据生活习性不同，有日行性种类和夜行性种类 |
| 鱼类 | 06:00~10:00; 16:00~18:00; 20:00~23:00 | |
| 底栖类 | 06:00~10:00; 16:00~18:00 | |

4.1.2 调查方法

（1）土地（湿地）资源调查

将地理信息技术引入土地（湿地）资源调查中，根据项目建设用地区域遥感影像，在现场使用图斑勾绘，并预估工程建设对土地（湿地）资源的影响。

（2）生态环境状况调查

主要进行评价范围内红树林资源现状、生态环境现状和湿地生态系统现状的调

查。

对评价范围的生态系统进行现状调查分为两部分，一是以评价区域的遥感影像和航拍影像为数据源，利用无人机调查；二是现场调查并结合查阅文献的方法。

（3）植物植被多样性调查方法

重点调查工程项目评价范围的植物群落组成、植物资源，工程影响范围内植被类型及其分布、典型植物群落、珍稀濒危野生植物资源、植被覆盖率。

调查方法以样线法和实地勘察为主。记录沿线所有植物的物种名，乔木植株的胸径、株冠盖径和株高，灌木植株的冠幅和株高，草本植株的株数、株高和盖度。对不同群落类型、群落外貌特征进行定性判断、定量观测和数码摄影记录；对不同群落立地条件进行记录。对于难以确定种名的植物进行标本采集，对采集到的植物标本带回室内用工具书进行鉴定形成评价范围植物名录。

（4）动物多样性及栖息地调查方法

野生动物多样性和栖息地调查方法主要以样线法为主，并结合访问调查、查阅文献，作为调查数据的补充，生态敏感点着重调查。调查时，采用目视遇测法（Visualencountersurveys），运用感官在调查区域内搜索野生动物信息，包括动物实体（活体或尸体）、痕迹（粪便、洞穴、卵），以及栖息地类型状况。

鱼类主要采用刺网和底拖网调查获得，并辅以渔民走访和市场调查等方式，调查范围包括评价区附近的水域及周边市场，对易于辨认的鱼类直接现场鉴定至种，个别野外无法辨别的种类则进行拍照，用酒精固定后带回实验室鉴定。鱼种的鉴定主要参考《珠江鱼类志》、《南海鱼类志》和《中国动物志硬骨鱼纲》。对评价区的底栖动物进行了定性调查。定性样品用拖网在水体中拖拉一段距离，将底栖动物标本挑出固定，同时使用网具、镊子等工具在监测区域潮间带附近夹取可见的底栖动物。以上调查和监测分析方法均参照《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）等标准。

4.2 调查范围

亭角大桥拓宽改造项目将以工程边界外直线距离 1000m 范围的，以河道为边界的水域、滩涂和红树林地，作为工程涉及红树林的生态影响评价区域范围，评价区面积为 139.95hm²。

4.3 土地资源调查

根据调查数据对本次评价区域的土地利用类型进行统计，结果如下表所示，

表 4.3-1 评价区土地利用类型

| 地类名称 | 面积 (hm ²) | 比例 (%) |
|-------|-----------------------|--------|
| 红树林湿地 | 5.37 | 3.84 |
| 滩涂、水域 | 134.58 | 96.16 |
| 总计 | 139.95 | 100 |

4.4 植被与植物多样性调查

4.4.1 植物多样性

据实地调查统计，评价区范围共记录到野生维管植物 57 科 120 属 138 种，其中蕨类植物 2 科 2 属 5 种，分别占评价区记录到的维管植物科属种的 3.51%、1.67%、3.55%；裸子植物 3 科 3 属 4 种，分别占评价区记录到的维管植物科属种的 5.26%、2.50%、1.42%；被子植物 52 科 115 属 129 种，分别占评价区记录到的维管植物科属种的 91.23%、95.83%、93.62%。

表 4.4-1 评价区维管植物科属种及占比统计表

| 植物类别 | 科 | 科占比 (%) | 属 | 属占比 (%) | 种 | 种占比 (%) |
|------|----|---------|-----|---------|-----|---------|
| 蕨类植物 | 2 | 3.51% | 2 | 1.67% | 5 | 3.55% |
| 裸子植物 | 3 | 5.26% | 3 | 2.50% | 4 | 1.42% |
| 被子植物 | 52 | 91.23% | 115 | 95.83% | 129 | 93.62% |
| 合计 | 57 | 100% | 120 | 100% | 138 | 100% |

评价区内植被种类相对较少，除分布有红树林外，无其他国家级和省级保护重点保护物种、珍稀濒危物种或地方特有种。据样线调查统计，评价区共有红树植物 2 科 2 属 2 种，均为真红树植物。评价区内分布最广，数量最多的为无瓣海桑。

表 4.4-2 评价区域的红树林植物名录

| 类别 | 科名 | 种名 |
|------|-------------------------|-----------------------------------|
| 红树植物 | 海桑科 <i>Sonneratia</i> | 无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i> |
| | 紫金牛科 <i>Myrsinaceae</i> | 桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i> |

4.4.2 植被类型

根据初步观察和现场调查，参考《中国湿地植被》分类系统的分类原则，中国滨海湿地植被分为植被型组、植被型、植被群系 3 个等级。对评价区域红树林植被进行分类，该区域植被类型主要分为草丛湿地植被型组与红树林湿地植被型组，包括禾草型湿地植被型、莎草型湿地植被型、红树湿地 3 个植被型，芦苇群系、短叶茳芩群系、无瓣海桑群系等 3 个群系（见图 4.4-1）。

区域内的红树植物分布最广、数量最多的红树植物主要为无瓣海桑。短叶茳芩和芦苇作为湿地中常见草本植被，广泛分布于区域内的河道、滩涂，形成单优种群落；三叶鱼藤群落分布范围较小，群落优势不明显，常与无瓣海桑、桐花树等植物群落镶嵌分布。

表 4.4-3 占用红树林区域湿地植被类型表

| 植被型组 | 植被型 | 植被群落（群系） |
|-------------|-------------|------------|
| 一、草丛湿地植被型组 | （一）禾草型湿地植被型 | I 芦苇群系 |
| | （二）莎草型湿地植被型 | II 短叶茳芩群系 |
| 二、红树林湿地植被型组 | （三）红树湿地植被型 | III 无瓣海桑群系 |

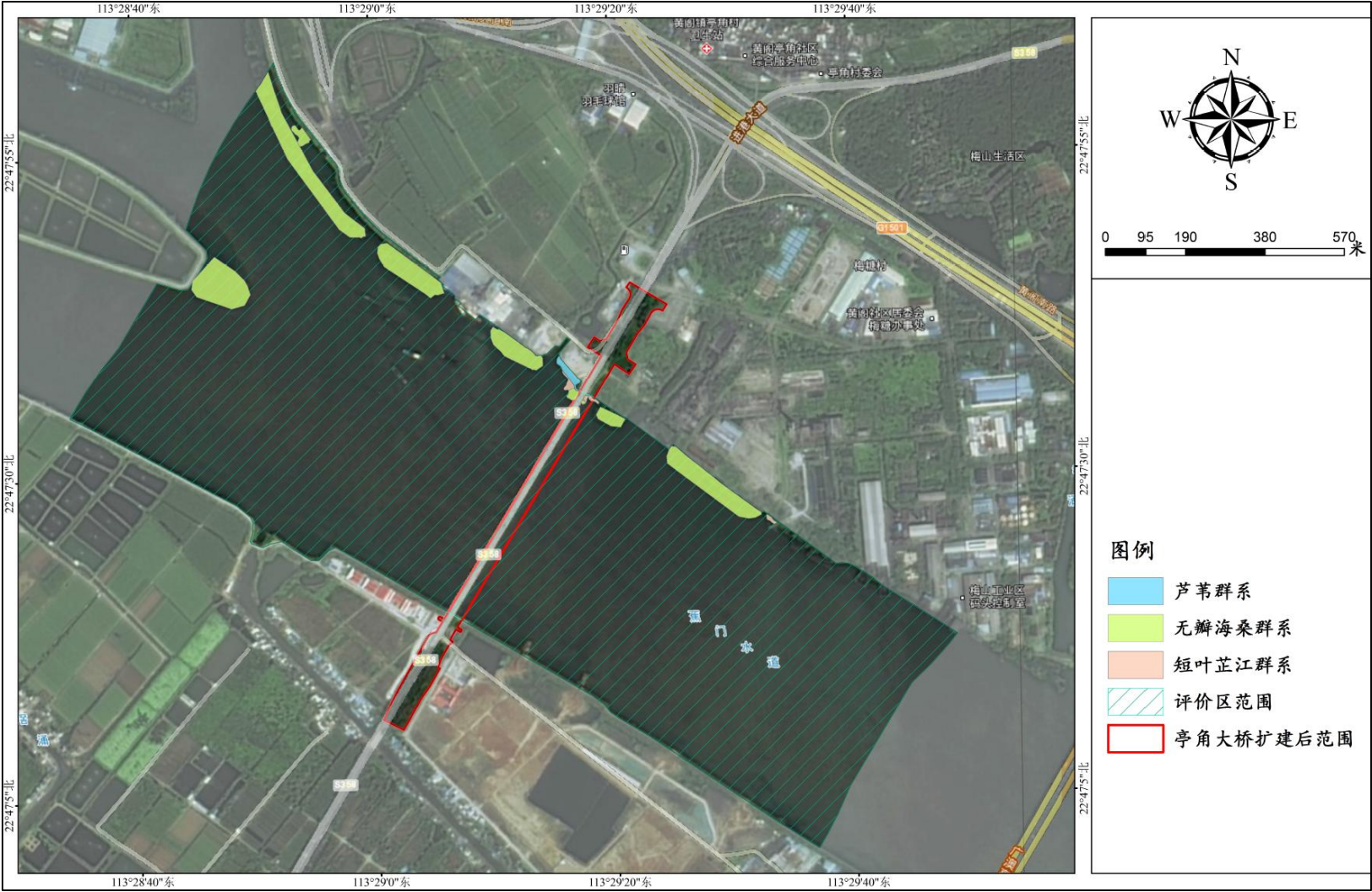


图 4.4-1 项目评价区内涉及红树林植被类型分布图

4.4.3 珍稀濒危野生植物

评价范围内未发现国家级和省级保护重点物种、珍稀濒危物种或地方特有种。

4.5 动物多样性调查

评价区共记录到陆生野生脊椎动物 10 目 27 科 39 种，包括哺乳动物 3 目 4 科 7 种，鸟类 5 目 17 科 25 种，爬行类 1 目 3 科 4 种，两栖类 1 目 3 科 3 种；另外根据调查与文献查阅记录到鱼类 4 目 9 科 19 种，底栖动物 5 目 10 科 14 种。

表 4.5-1 评价区动物物种组成

| 动物类群 | 目数 | 科数 | 种数 |
|------|----|----|----|
| 哺乳动物 | 3 | 4 | 7 |
| 鸟类 | 5 | 17 | 25 |
| 爬行类 | 1 | 3 | 4 |
| 两栖类 | 1 | 3 | 3 |
| 鱼类 | 4 | 9 | 19 |
| 底栖动物 | 5 | 10 | 14 |
| 合计 | 19 | 46 | 72 |

(1) 哺乳类

评价区记录到 7 种，哺乳类占全国已记录 673 种（蒋志刚等，2015）的 1.04%，占全省已记录 144 种（邹发生等，2016）的 4.86%，占南沙区已记录 16 种的 43.75%，隶属于 3 目 4 科，其中食虫目鼯鼠科 1 种；啮齿目鼠科 4 种，翼手目蝙蝠科 1 种。啮齿目的种类最多，有 5 种，占评价区哺乳类物种总数的 71.43%；其他各目均占 14.29%。见表 4.5-2。

在区系组成方面，东洋界物种 5 种，占评价区哺乳动物物种总数的 71.43%；广布种物种 2 种，占 28.57%；无古北界物种。动物区系明显以东洋界物种占优势，这与张荣祖对该区系的描述是相符合的。

表 4.5-2 评价区哺乳动物统计表

| 目 | 科 | 种 | 比例 (%) |
|-----|---|---|--------|
| 食虫目 | 1 | 1 | 14.29 |
| 啮齿目 | 2 | 5 | 71.43 |

| 目 | 科 | 种 | 比例 (%) |
|-----|---|---|--------|
| 翼手目 | 1 | 1 | 14.29 |
| 合计 | 4 | 7 | 100.00 |

(2) 鸟类

评价区调查共记录到鸟类 5 目 17 科 25 种，占广东省已记录鸟类 553 种（邹发生，2016）的 4.52%，占南沙区鸟类 95 种的 26.32%。

表 4.5-3 评价区鸟类调查统计表

| 序号 | 目 | 科 | 种 | 比例 (%) |
|----|-----|----|----|--------|
| 1 | 鹃形目 | 1 | 2 | 8.00 |
| 2 | 鸽形目 | 1 | 1 | 4.00 |
| 3 | 鹤形目 | 1 | 1 | 4.00 |
| 4 | 鹑形目 | 1 | 3 | 12.00 |
| 5 | 雀形目 | 13 | 16 | 64.00 |
| 合计 | 5 | 17 | 25 | 100.00 |

在这 25 种鸟类中，鹃形目 1 科 2 种，鸽形目 1 科 1 种，鹤形目 1 科 1 种，鹑形目 1 科 3 种，雀形目 13 科 16 种，雀形目鸟类占该区域调查到所有鸟类种数的 64%。其中国家 II 级重点保护野生动物 1 种：画眉（*Garrulaxcanorus*）；国家“三有”保护物种 20 种。

评价区调查到的 25 种鸟类中，东洋界物种 18 种，占调查到鸟类总数的 72%，如珠颈斑鸠（*Streptopelia chinensis*）、红耳鹎（*Pycnonotus jocosus*）；广布种 8 种，占比 28%，如大山雀（*Parus major*），无古北界物种。区系组成明显以东洋界物种占优势，与张荣祖（2011）对该区系的描述相符合。在居留型组成上，属于留鸟的有 24 种，占调查到鸟类总数的 96%；夏候鸟有 1 种，占调查到鸟类总数的 4%；与调查的季节和该区域山地、农田生境为主有关。

(3) 爬行类

评价区共记录到爬行动物 4 种，占全国 462 种《中国爬行纲校正名录》的 0.87%，占广东省已记录的 141 种爬行动物（黎振昌等，2011）的 2.84%，占南沙区已记录的 28 种的 14.29%，隶属于 3 科，有鳞目鬣蜥科 1 种；壁虎科 1 种；游蛇科 2 种。物种

以游蛇科物种最多。爬行动物由于其特殊的生活环境，要进行绝对数量的调查是十分困难的，本次调查结合相关资料仅列出相对优势度比较。

从动物区系上分析，评价区调查到的 4 种物种中，有 1 种属于华南区的物种，占该区域爬行类总种数的 25%，分别为变色树蜥（*Calotes versicolor*）；1 种属于广布种，占该区域爬行类总种数的 25%，为红脖颈槽蛇（*Rhabdophis subminiata*）；1 种属于东洋界广布种，占该区域爬行类总种数的 25%，分别为黄斑异色蛇（*Xenochrophis flavipunctatus*）。1 种属于华中-华南区的物种，占该区域爬行类总种数的 25%，为中国壁虎（*Gekko chinensis*）。

（4）两栖类

本次调查结合访问记录，在评价区共记录到两栖动物 3 种，隶属 1 目 3 科，其中两栖动物种类占全国已记录 406 种（费梁等，2010）的 0.74%；占广东省已记录的 64 种（黎振昌等，2011）的 4.69%，占南沙区已记录的 15 种的 20%。

评价区的 4 种两栖动物，都是无尾目的物种。其中蟾蜍科 1 属 1 种、蛙科 1 属 1 种，叉舌蛙科 1 属 1 种。被列入“三有”动物名录的有 3 种。两栖动物由于其特殊的生活环境，要进行绝对数量的调查是十分困难的，本次调查结仅列出两栖动物的相对优势度比较。

从动物区系上分析，评价区调查到 3 种两栖类动物中，2 种属于东洋界广布种，占该区域两栖类总种数的 66.67%，为黑眶蟾蜍（*Duttaphrynus melanostictus*）、沼蛙（*Boulengeranaguentheri*）；1 种属于广布种，占该区域两栖类总种数的 33.33%，为泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）区系组成以东洋界广布种为主。

（5）鱼类

本次调查共鉴定出鱼类 4 目 9 科 19 种，其中以鲤形目种类为最多，共 2 科 8 种，占鱼类总种数的 42.1%；其次为鲈形目，共 4 科 6 种，占鱼类总种数的 31.58%；鲱形目 2 科 3 种，占鱼类总种数的 15.79%；鲻形目 1 科 2 种，占鱼类总种数的 10.53%（Kuangetal, 2021），见表 4.5-4。

本次调查共发现 2 种外来入侵物种，分别为麦瑞加拉鲮（*Cirrhinus mrigala*）和尼罗罗非鱼（*Oreochromis niloticus*），但未发现珍稀保护鱼类。

表 4.5-4 评价区鱼类统计表

| 序号 | 目 | 科 | 种 |
|----|----------------------|---------------------|--|
| 1 | 鲤形目 CYPRINIFORMES | 鲤科 Cyprinidae | 广东鲂 <i>Megalobramat terminalis</i> |
| 2 | | | 鲫 <i>Carassius auratus</i> |
| 3 | | | 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> |
| 4 | | | 鳙 <i>Aristichthys nobilis</i> |
| 5 | | | 赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i> |
| 6 | | | 鲮 <i>Cirrhinus molitorella</i> |
| 7 | | | 麦瑞加拉鲮 <i>Cirrhinus mrigala</i> △ |
| 8 | | 鳅科 Cobitidae | 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> |
| 9 | 鲈形目 PERCIFORMES | 慈鲷科 Cichlidae | 尼罗罗非鱼 <i>Oreochromis niloticus</i> △ |
| 10 | | 虾虎鱼科 Gobiidae | 舌虾虎鱼 <i>Glossogobius giuris</i> |
| 11 | | | 拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i> |
| 12 | | 真鲈科 Lateolabracidae | 花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i> |
| 13 | | 石首鱼科 Sciaenidae | 棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i> |
| 14 | | | 皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i> |
| 15 | 鲱形目 CLUPEIFORMES | 鲱科 Clupeidae | 花鲱 <i>Clupanodon thrissa</i> |
| 16 | | 鲱科 Engraulidae | 凤鲚 <i>Coilia mystus</i> |
| 17 | | | 七丝鲚 <i>Coilia grayii</i> |
| 18 | 鲴形目 MUGILIFORMES | 鲴科 Mugilidae | 鲴 <i>Mugil cephalus</i> |
| 19 | | | 鲮 <i>Planiliza haematocheila</i> |

(6) 大型底栖动物

在评价区附近共监测到大型底栖动物 4 门 5 目 10 科 14 种，其中节肢动物 1 目 4 科 6 种，占种类总数的 42.86%；软体动物 3 目 5 科 5 种，占种类总数的 35.71%；环节动物门 1 目 1 科 2 种，占种类总数的 14.29%；纽形动物门 1 种（曾艳艺，2018；彭松耀，2019），见表 4.5-5。

表 4.5-5 大型底栖动物统计表

| 序号 | 门 | 目 | 科 | 种 |
|----|-------|-----|------|--------------------------------------|
| 1 | 节肢动物门 | 十足目 | 长臂虾科 | 脊尾白虾 <i>Palaemon carinicauda</i> |
| 2 | | | | 日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponense</i> |

| 序号 | 门 | 目 | 科 | 种 |
|----|-------|------|-----|--------------------------------------|
| 3 | | | 鼓虾科 | 鲜明鼓虾 <i>Alpheusdistinguendus</i> |
| 4 | | | 对虾科 | 刀额新对虾 <i>Metapenaeusensis</i> |
| 5 | | | 方蟹科 | 绒螯近方蟹 <i>Hemigrapsuspenicillatus</i> |
| 6 | | | | 长足长方蟹 <i>Metaplaxlongipes</i> |
| 7 | 环节动物门 | 颤蚓目 | 颤蚓科 | 无毛疣丝蚓 <i>Tectidrilusachaetus</i> |
| 8 | | | | 水丝蚓 <i>Limnodrilussp.</i> |
| 9 | 软体动物门 | 中腹足目 | 螺科 | 光滑狭口螺 <i>Stenothyraglabra</i> |
| 10 | | 贻贝目 | 贻贝科 | 凸壳肌蛤 <i>Musculussenhousei</i> |
| 11 | | 帘蛤目 | 竹蛏科 | 蛸蛏 <i>Sinonovaculaconstricta</i> |
| 12 | | | 蜆科 | 河蜆 <i>Corbiculafluminea</i> |
| 13 | | | 帘蛤科 | 文蛤 <i>Meretrixmeretrix</i> |
| 14 | 纽形动物门 | | | 纽虫 <i>Lineussp.</i> |

(7) 珍稀濒危保护动物

评价区共记录到陆生野生脊椎动物 10 目 27 科 39 种，包括哺乳 3 目 4 科 7 种，鸟类 5 目 17 科 25 种，爬行类 1 目 3 科 4 种，两栖类 1 目 3 科 3 种。调查记录到国家重点保护野生物种 1 种，为画眉；广东省重点保护陆生野生动物 4 种，为黑水鸡、白鹭、夜鹭、池鹭；被列入“三有”的物种有 31 种；被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）附录II的有 1 种：是画眉。

5 生态影响与预测评价

5.1 对红树林生长环境的影响

5.1.1 对水环境的影响

1) 对水文的影响

项目建设期间进行的钻孔灌注桩施工及钢管桩施打、桥墩浇筑以及运营期建成的永久桥墩，均会占用河道断面，导致河水流态（紊流和层流）发生变化，水流态的改变主要体现在降低水动力条件。一方面水体交换对受到污染的生态系统的恢复有非常重要的影响，水动力条件降低造成河流及进出海湾潮流流速减小，从而使水体交换能力减弱，则水体污染物降解能力下降，弱化项目区周边水环境的自净能力。

另一方面水动力条件降低，桥墩上游来的泥沙会沉着下来，使河床抬高，形成局部壅水，但在桥墩下游会形成急速的紊流，加快对河床及桥墩的淘蚀，会导致河床、滩槽地形的冲淤在短期内有明显变化，从而对项目区周边水域地形地貌发生改变。潮间带微地形的变化是造成红树林退化的关键因素之一，例如滩涂表面相对高程的变化直接导致红树林被海水淹没的深度和时间，由此改变红树林湿地的生长环境，给红树林的生存发育带来挑战。

2) 对水质的影响

①建设期间水下施工作业产生的悬浮物（SS）在水动力的作用下扩散、输运和沉降形成悬浮物浓度场，会造成项目区周边水体混浊、水质下降。

②建设期间，施工船舶舱底油污水、施工人员生活污水等污染物若管理不善排进水体，会导致水体中总氮（TN）、化学需氧量（COD）、生物需氧量（BOD）、油类等污染物有所增加，不仅有利于滋生细菌（如痢疾杆菌、霍乱弧菌）、病毒（如甲型肝炎病毒）且极大消耗水中的溶解氧含量，从而对项目区及周边的水中动、植物生长环境造成严重影响。

③建设期间，不可避免产生建筑垃圾。施工期间及工程结束后，若不及时清理堆放项目区在两岸的建筑垃圾，在遭遇雨天时，建筑垃圾会随着地表径流进入水体，可导致持续性的水体污染，进而直接或间接对红树林的生存环境造成威胁。

运营期间河道减少了人为活动，在无其他污染源干涉的情况下，工程建设对水质的影响减弱，直至平衡，河道水质能够恢复最初的水平。总体而言建设期间对水质的影响较大，运营期影响很小。

5.1.2 对基底土壤的影响

1) 水土流失

项目建设期涉及陆域部分的开挖、回填等工序，将不可避免的扰动地表，使土壤表层土抗蚀能力降低，在水力冲蚀的情况下易造成水土流失。水土流失现象不仅会导致陆地土壤的生态功能退化，更会随着地表径流流入江河影响水生动植物生存，造成二次污染。

运营期间，在各项环境修复工作落实到位的情况下，施工形成的边坡、裸露地表等水土保持敏感区将实施绿化措施或工程措施，有效降低因项目建设造成的水土流失程度。

2) 土壤结构改变

建设期间，一方面由于建筑材料运输堆放、桥墩钻孔灌注等原因，会导致施工区域两岸地表土壤被压占或挖损（对于桥墩基础施工，河床表面的淤泥层将受到扰动而使淤泥层减少），掉落的砂石嵌入土壤或落入河床边，从而改变土壤结构。另一方面，混凝土浇筑过程中的水泥、外加剂及其他化学物质（如增稠剂、增黏剂）的使用会残留在土壤中，造成土壤污染，从而改变土壤质地。土壤结构和质地的改变直接影响红树林生长基底的稳定性，给红树林的生长环境带来潜在的威胁。

运营期间，人为活动减少后，项目区土壤质地受到破坏的概率随之减少。在无其他活动干涉的情况下，土壤质地结构自然演化，项目的建设对其影响较小。

5.2 对红树林生态系统的影响

5.2.1 对红树林群落的影响

桥梁 K0+900~K0+960 桩号位于红树林片区，工程施工便道（栈桥）临时占用红树林面积约为 627.95m²，涉及的红树植物为无瓣海桑（*Sonneratia apetala*），周边分布有短叶茳茳群落及其他野生植物。

穿越区域涉及的红树林生长情况见表 5.2-1。红树林现状见图 5.2-1。

表 5.2-1 建设项目涉及红树植物调查统计表 单位：hm²、株、cm、m

| 受影响类型 | 树种 | 生活型 | 面积 | 数量 | 胸径 | 树高 | 分布 |
|----------|------|-----|--------|----|------|---------|--------|
| 施工便道临时使用 | 无瓣海桑 | 乔木 | 637.58 | 28 | 7-19 | 1.5-4.5 | 块丛状或零散 |
| 总计 | | | 637.58 | 28 | | | |



亭角大桥北岸东侧



亭角大桥北岸西侧

图 5.2-1 建设项目涉及红树植物现状图

建设期间，由于工程建设改变了区域空间分布、区域水动力条件及环境条件，极大可能破坏到这些红树林的生存环境，造成红树林数量减少，直接影响红树林群落的空间分布。由于群落的空间分布改变，群落中各物种为了适应这种空间变化而做出相应的反馈，通过本体死亡、竞争加剧、栖息地迁移等方式表现出来。

运营期间，工程建设范围内涉及占用的红树林若能采取有效保护措施，通过移植或异地补种等方式，能够极大降低工程建设对红树林的损害，对南沙区红树林保有量影响不大。

5.2.2 对生态系统完整性的影响

项目建设期间会造成红树植物种群格局的变化。钻孔灌注桩施工及钢管桩施打、桥墩浇筑以及运营期建成的永久桥墩等活动改变区域的潮流运动特性，引起泥沙冲淤和污染物迁移规律的变化，从而间接地影响生物栖息地的质量，使生境间接受损。潮位的改变还会造成潮间带面积和位置的变化，影响沿岸红树林的暴露程度和暴露时间，进而影响潮间带动植物群落的分布，导致原有生物群落结构的破坏和物种的减少。

运营期间，桥梁的建成将造成红树林面积较少，会直接影响以红树林为栖息地或依

托的动植物的保有量，也将减少食物链上的其他物种数量，从而影响红树林生态系统稳定。项目占用红树林虽然对其生态系统稳定性造成影响，但由于以本项目红树林为基础衍生出的生态子系统只是整个红树林生态系统的一小部分，因此占用的红树林减少或消失，并不足以切断整个红树林生态系统的运行，系统的完整性仍存在。

5.2.3 对群落演替的影响

项目建设期间将占用红树植物生长的滩涂，使得区域红树林数量减少，群落演替动态平衡被打破，影响自然更新，减缓了演替进程，严重的造成群落退化甚至逆向演替。建设过程应针对红树林保护方面制定合理施工方案，尽可能的减少工程对红树林的损害。

运营期间，通过落实、管理、维护建设过程中有关于红树林保护及补救的措施，能够留存项目区红树林的保有量，在无其他人为或特殊自然因素干扰的情况下，红树林群落演替将进行自然演化，则项目对红树林演替的影响较小。

5.2.4 对生态系统服务功能的影响

项目建设期间对红树林生态系统服务功能的影响主要包含以下几个方面：

1) 资源供给功能

项目建设存在直接或间接造成部分红树植物个体数量减少的可能，同时造成依附于红树林的动物失去赖以生存的环境，降低了动植物资源的食用、药用、饲用等供给功能，也使为近海鱼类提供丰富饵料红树林碎屑物减少，维持近海渔业的功能降低。红树林是科学研究、科普教育、生态旅游的理想场所，提供生物学、生态学、海洋学的研究对象和休闲娱乐的场所，红树林的减少降低了其在这些方面的资源服务功能。

2) 支持功能

红树林具有防风消浪、促淤造陆、保护土壤等护岸功能，可降低风速和海浪波能，减少灾害，减缓海水流速，加速海水颗粒物质沉积的速率，防止侵蚀，减少养分氮、磷、钾的流失，项目建设涉及占用红树林地面积 627.95m²，可能使 28 株红树林遭受损害，降低了其防护功能，使发生自然灾害的风险加大。

此外，红树林具有维护生物多样性、防治病虫害、维持海岸景观等功能，是海洋生物栖息地、避难所和产卵、繁殖的场所，也是很多候鸟越冬和迁徙的中转站。红树林鸟类对病虫害防治具有重要作用，同时绿化潮间带光滩及红树林景观是优美景观资源，红树林的破坏将降低其维护环境质量的功能。红树林区内潮沟发达，其特殊的根状结构，

使得它具有极强的防风消浪、促淤保滩、固岸护堤、净化海水等生态功能。红树林盘根错节的发达根系，能够有效地将河流输入到海洋的大量的泥沙进行有效滞留，从而减少近岸海域的泥沙含量。项目建设期间的噪声污染和夜间照明灯光，都会对附近栖息的野生动物的活动产生一定影响，会使一些动物迁移到其他区域，从而降低生态系统保护物种的功能。

3) 调节功能

红树林具有营养调节、气体调节、净化环境的功能，能制造有机物，贮存养分，促进营养循环；固定大气中的 CO_2 ，并向大气释放 O_2 ，维持大气 CO_2/O_2 平衡，减少温室效应气体；降解污染物，富集或吸附重金属，净化大气。项目建设过程将造成红树林破坏，降低这些功能。

4) 人文功能

红树林具有景观美学、文化艺术源泉、精神和宗教信仰功能，能陶冶情操，提供摄影、绘画、文学、音乐等作品的创作素材，对沿岸居民宗教、民俗文化和风土人情有着深远的影响。

红树林生态系统汇集了丰富多样的海洋和陆地生物类群，同时集有机物质“生产车间”、碎屑食物链源端、饵料场、栖息地等功能载体，提供食用型昆虫类、贝类、蟹类、虾类、鱼类等海产品，并发挥消浪护岸土壤保育、净化环境等生态功能，同时还承载着科学研究、科普教育、生态旅游等功能。

项目建设期间改变地表环境，造成微地形改变，占用一定水域面积，导致红树林生态系统脆弱性加剧，湿地生态功能（包括蓄水防洪、净化污染、水资源供给、生物多样性保育等）有所退化，并影响湿地游憩、科研教育等社会功能的发挥。

项目运营期间，由于停止人为施工活动，红树林生态系统服务功能受到破坏程度有所减缓。但要真正恢复被破坏前的功能，不能仅仅依靠停止人为活动的影响就能达到目的，而应该通过人为干涉，主动地、自发的将红树林保护起来，使其免遭破坏。另一方面，为了保障工程建设后红树林生态系统服务功能不变或变得更好，在建设期间应开始着手对可能遭到损坏的红树林进行管理，采取防护、移植、补种等措施进行恢复和补救，确保红树林的保有量不变。

5.3 对红树林生物多样性的影响

5.3.1 对浮游生物的影响

浮游植物是水生生态系统的主要生产者，是浮游动物的基础饵料，是食物网结构的基础环节，在水生生态系统的物质循环与基础能量转换过程中起着重要作用。

项目建设期间将导致水体中悬浮物的含量增高，增大了水体的消光系数，会降低水的透光率，影响浮游植物的光合作用；另一方面，由于悬浮物快速下沉，有部分浮游植物被携带而随之下沉，抑制浮游植物的生长和繁殖，降低系统的初级生产力。浮游植物生物量下降，从而影响以浮游植物为饵料的浮游动物，单位水体的浮游动物生物量必然相应地减少，进而影响整个食物链的各个环节。

水体悬浮物对浮游动物的直接影响表现在：悬浮物含量的增高对浮游动物的存活和繁殖有明显的抑制作用，过量悬浮固体使其食物过滤系统和消化器官受到阻塞而导致死亡。有研究表明，悬浮物含量增多对浮游桡足类的存活和繁殖有明显的抑制作用，当悬浮物含量达到 300 mg/L 以上时，影响特别显著。

运营期，水体环境逐步趋于稳定，水体浮游生物群落将逐渐恢复，水生生态系统形成新的动态平衡。在无其他因素持续影响的情况下，运营期项目建设对水体浮游生物群落的干扰较小。

5.3.2 对鱼类和底栖生物的影响分析

项目工程对水生生物的影响主要体现在桥墩处围堰施工占用了河道底质，使得鱼类和底栖动物的生存空间被挤压而缩小，围堰区底栖动物资源将遭到破坏而死亡，涉水施工还将使水体悬浮物浓度急剧升高，进而影响鱼类饵料生物及鱼类自身的生长发育。但由于采用了围堰施工，使影响范围降低至最小范围，且工程区域面积有限，周围适宜鱼类生存的空间较多，对鱼类影响较小；施工结束后，受破坏的底栖动物可迅速建立新的群落，鱼类也可回到工程区域附近的水域生活。根据调查和查阅资料，项目所经水域无野生国家重点保护或濒危种类水生生物分布，河流多处于入海口区域，属咸淡交汇区，评价区内河段无集中式、规模化的鱼类越冬场的分布。工程在一定范围内会对水生生物造成不利影响，但不会造成质的改变，仅在局部地区有较小的不利影响。通过采取有效的保护措施，能使其影响降低到更低的程度。因此，总体上，工程实施对鱼类等水生生物的影响较小。

项目建成后，水体污染得以改善，适宜鱼类和底栖动物的生活的空间将会恢复，随着复绿工作的开展，也会为鱼类和底栖动物提供一定的觅食场所，总体而言，项目运营期不会对鱼类和底栖动物产生较大影响。

5.3.3 对哺乳动物的生态影响分析

评价区记录到哺乳动物 3 目 3 科 6 种。其中大部分为啮齿目的鼠科动物，均为常见种。在项目工程对哺乳动物的影响主要体现在对动物栖息觅食地所在生态环境的破坏，包括对施工区植被的破坏和林木的砍伐，建设与运营所产生的噪声、光照污染，各种施工人员以及施工机械的干扰等，使评价区及其周边环境发生改变，一些迁徙和活动能力较强的动物将迁移至附近受干扰小的区域。

项目建设对野生动物的影响是不可完全避免的，但施工区域动物分布较少，而且施工范围内生境与评价区其他生境十分相似，施工区影响范围内野生动物较容易就近找到新的栖息地，种群数量不会有大的变化，但施工区周围的野生动物密度会明显降低。

桥梁建成后车辆的噪声会对两侧生活的哺乳动物产生一定影响，主要是驱赶作用，迫使哺乳动物迁徙他处。运营一段时间后，哺乳动物会慢慢适应周围环境，这种驱赶影响会慢慢减弱，哺乳动物会回迁到原来的栖息地生活。

5.3.4 对爬行动物的生态影响分析

建设项目对爬行动物的生态影响类似于其对两栖动物的生态影响，直接影响主要包括施工和捕捉等，容易导致爬行动物的个体死亡或损伤；间接影响有生境破坏等，可能造成爬行动物的分布区缩减以及种群下降。爬行动物可以活动于评价区的各种生境等，这意味着工程施工对爬行动物的生态影响范围更为广泛。由于部分爬行动物行动隐蔽迅速，且警惕性和防卫能力较强，能够较好地适应工程施工带来的环境扰动，抵御或逃避不利于其生存的生态影响。

评价区内的爬行动物为 1 目 4 科 5 种，均为常见种，无重点保护及珍稀濒危物种。工程施工期对评价区的爬行动物生态影响主要表现为影响范围广泛，但工程影响涉及到的爬行动物种类和数量较少，因此造成的影响较小。

桥梁建成后车辆的噪声会对两侧生活的爬行动物产生一定影响，主要是驱赶作用，迫使爬行动物迁徙他处。运营一段时间后，爬行动物会慢慢适应周围环境，这种驱赶影响会慢慢减弱，爬行动物会回迁到原来的栖息地生活。

5.3.5 对两栖动物的生态影响分析

两栖动物活动迟缓，生性特殊，主要在水体及其周边环境中活动，评价区内的项目施工期影响主要是栈桥临时用地，施工过程中对水体的扰动以及对湿地植被的生境干扰可能会间接造成两栖动物种群下降；另外两栖动物行动迟缓，很容易被捕捉，因此，施工人员的保护意识和行动会对当地两栖动物的续存具有重要影响。

本次调查在评价区记录到的两栖动物种类较少，共统计到两栖动物 1 目 4 科 4 种，均为常见种类。沼蛙为蛙科水蛙属的两栖动物，垦地和阔叶林为主要的栖息地，尤其在水田、池畔、溪流以及排水不畅的低洼处，白天隐伏在草丛洞穴中或石缝中，偶尔亦可见其停栖在近水边有阴影的石头上，夜间外出觅食，在评价区内外均分布广泛，种群数量相对较多。因此，工程不会导致两栖动物物种在红树林的消失或者灭绝。

项目建成后，不会对两栖动物的生存空间及活动通道产生分割，也不会影响其觅食、迁徙和基因交流，所以该工程对评价区内的两栖类动物的生态影响较小。

5.3.6 对鸟类的生态影响分析

施工便道（栈桥）的建设使得该原有植被和景观受到一定的破坏，改变了鸟类的栖息地环境，它们或暂时被迫远离，寻找新的适宜于它们生存和繁衍的生境。人员活动、机械噪音将对在河道滩涂或红树林中觅食的鸟类产生较强的干扰。由于建设工程占红树林面积不大，工程建设完成后，若周边红树林得到逐渐恢复，鸟类还会形成一定的适应性，重返其原有栖息地。若选择有动力的施工机械，且在鸟类繁殖期进行施工噪声将对繁殖期的鸟类产生直接影响。因此建议该工程项目施工阶段避开鸟类繁殖时间。施工期选择在 10 月至次年 4 月，受工程影响的鸟类主要为冬候鸟等迁徙集群；若工期选择在 3~6 月，受影响的鸟类主要为鹭科鸟类。鉴于鸟类动物的迁移能力较强，考虑到工程建设相对蕉门水道全线范围，生境损失范围较小，因此，在采取严格的生态环境保护措施的前提下，该影响程度可控。

建设项目采用连续钢构桥，改造后运营时，夜间通行的车辆灯光光线有可能会直接干扰到鸟类，因鸟类处于夜间灯光的地方时，会被困于此处，并且不会离开这种有灯光的地方。在一个球面的灯光处，鸟类可能会互相碰撞，或者撞击其它建筑物，导致个体筋疲力尽，或者被天敌捕食。另外，一些夜间活动或迁徙性鸟类，会在雨、雾等能见度不高的天气情况下受到灯光的吸引或是受到灯光的干扰而迷失方向。因此，在临近红树

林的路段可设置挡光板，有效减缓强光直射。

运营期间车辆噪声和振动将对周边湿地动物产生一定的不利影响。由于项目评价区未见有鸟类的集中活动和繁殖区域，而且水道上有船只航行以及临近的桥梁道路，此处的鸟类对于道路有关的影响已有一定的适应性。调查发现的保护物种，如白鹭、夜鹭和池鹭等在项目所处区域生境分布相对较广，周边相似生境较多，工程影响区并不是其唯一的活动与觅食地，且画眉在评价范围内为活动经过，未发现其集中栖息地，因此项目建设对其影响有限。

5.4 评价区环境质量影响分析

评价区域的生态系统类型为湿地生态系统，属近海与海岸湿地类，包括内陆滩涂、红树林地、河口水域几种湿地型。工程对评价区生态环境的影响主要包括在施工期桥梁桩基施工、施工便道（栈桥）的建设等一系列施工活动对评价区域内的生态环境造成一定的负面影响，以及运营期交通运输过程中产生的影响，主要包括对声环境、水环境、大气环境等方面的影响。

5.4.1 对水环境的影响

（1）施工期的影响

桥梁施工对水环境的污染主要来自施工作业中钻孔灌注桩施工及钢管桩施打、施工便桥钢管桩拔除会产生悬浮物和施工场地工地污水、施工船舶含油污水及施工人员的生活污水等废水。

①悬浮物：项目施工悬浮物主要为施工便桥钢管桩打桩和拔除过程中，桥梁桥墩钻孔灌注桩施工过程和旧桥桩基拆除前使用水上挖掘机对河床进行开挖均会扰动河道周边底泥，均会造成悬浮物泥沙含量的增加，对河道水质造成扰动和污染。

②施工人员生活污水：生活污水主要来源于施工人员产生的生活污水，包括餐饮废水、洗涤废水和冲洗水。类比相似工程，本工程施工高峰期时，陆上与水上施工人员高峰期可达 100 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），施工人员用水定额按 100L/人·d，排污系数按 90%计，则施工人员生活污水产生量约 9.0m³/d。施工人员生活污水进行收集后，经一体化移动式厕所预处理达到《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中二时段三级标准后，运至城市污水处理厂深度处理达标后排放。其中，厨房排放的污水含有大量的食物残渣及动植物油，需设置隔油隔渣池对其进行预处

理。施工人员生活污水不直接向项目及其附近水域排放，不会对项目及其附近河道的水质产生影响。

③施工场地工地污水：工地污水主要包括施工现场混凝土搅拌用水，浇注养护用水以及其它机械用水，根据建设单位提供的资料，污水的产生量约 $50\text{m}^3/\text{d}$ ，这些污水含有大量的悬浮物。这些污水含有大量的淤泥，将在施工场地设置污水沉淀池，不向周边环境排放。工地污水在沉淀池经充分沉淀后，上层清液体回收用于工程施工建设，对水环境基本无影响。按照《广东省用水定额》（DB44T1461-2014）中“建筑工地”，建筑施工用水 $2.9\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，桥梁总建筑面积为 36920m^2 ，本项目桥梁施工用水大约 $107\text{t}/\text{d}$ ，桥梁施工用水量大于工地污水产生量，因此，项目施工工地产生的污水能全部用于桥梁施工建设。

④含油污水：本项目含油废水主要有施工机械冲洗维修含油废水和船舶机舱含油废水，其中绝大部分为机舱含油废水。本项目含油污水每天产生量为 $1.10\text{m}^3/\text{d}$ ，处理前油污水含油浓度约，按 $10000\text{mg}/\text{L}$ 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 $11.0\text{kg}/\text{d}$ 。本项目施工船舶主要在蕉门水道水域活动，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，由施工单位交给有资质的单位进行处理。因此，含油污水不会对项目及其附近水域产生明显的影响。

（2）运营期的影响

运营期间，对水环境的影响主要是由路面径流产生，路面径流主要是雨水冲刷路面上的大气降尘、飘尘、气溶胶、汽车轮胎与地面摩擦产生的磨损物，汽车行驶泄漏物等产生的废水，主要污染物包括悬浮物、油类、有机物等。当遇到降雨时，桥面上的污染物被冲洗下来，会使径流雨水中的污染物浓度增加，经初步统计，桥梁总回水面积为 23256m^2 ，暴雨初期按前 15 分钟计算，其产生量为 $582.81\text{m}^3/\text{次}$ 。年平均初期雨水按累年平均降水量（ 1573.9mm ）计算，平均每次降雨历时取 2 小时，则年产生量为 $4118\text{m}^3/\text{a}$ 。为减小雨水径流中污染物浓度，项目在运营期应加强对桥面的日常维护与管理，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，同时还要做好排水管道设置，避免雨水直接排入蕉门水道，降低底栖生物和鱼类的生活环境。

5.4.2 对大气环境的影响

（1）施工期的影响

项目施工期对大气环境的影响主要有施工扬尘、施工机械及运输车辆尾气、沥青烟等。

①施工扬尘：施工扬尘的产生随着施工阶段的不同而不同，其造成的污染影响是局部和短期的，施工结束后就会消失。施工扬尘扩散到附近空气中，会增加空气中总悬浮颗粒物（TSP）的含量。施工扬尘浓度随距离衰减很快，建筑工地施工扬尘对大气的影响范围主要在工地围墙外 200m 以内，其污染影响程度随距离变化而不同，在扬尘点下风向 0~50m 为重污染带，50~100m 为较重污染带，100~200m 为轻污染带，200m 以外对大气影响甚微。根据其周边环境敏感点的分布情况，若不采取一定的扬尘控制措施，本项目产生的施工扬尘将对其产生一定的影响。

若项目采取对施工道路进行硬化管理、设置边界围挡、裸露地面覆盖、易扬尘物料覆盖、运输车辆密闭和设置运输车辆简易冲洗装置等措施，则项目施工期扬尘产生量约为不采取措施时的 22.0%。因此，为最大限度的减小项目施工扬尘对周边环境的影响，建议建设单位在施工场地内设置简易洗车装置、在施工边界设置围挡、严格监督进行洒水、运输车辆加盖，同时对裸露地表进行及时硬化等措施，将施工扬尘的影响降至最低。

②施工机械及运输车辆尾气：施工机械、施工船舶和运输车辆的动力燃料多为柴油，施工机械废气主要污染物为氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、碳氢化合物等，该类大气污染物属于分散的点源排放，排放量由使用船舶、车辆、机械和设备性能、数量以及作业率决定。总体来说由于其产生量少，排放点分散，其排放时间有限，因此不会对周围环境造成显著影响。但施工单位在施工过程中还是应该尽量使用符合国家现行有关标准规定的、低污染排放的船舶、车辆和设备，为燃柴油设备需安装主动再生式柴油颗粒捕集器，并注意日常设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转，以将项目施工机械及运输车辆尾气可能产生的影响降至最低。

③沥青烟：沥青是一种复杂的化学混合物，其成分随原油的来源及制造过程的不同有较大差别。沥青中含有 50 多种有机化合物，这些化合物或多或少都有毒性，其中有一部分物质有致癌性。道路建设过程中，若在现场进行沥青混凝土的制备，则加热过程产生的黑烟以及加热装置使用的燃油在燃烧时排放的 SO_2 和 NO_x 会对当地的大气环境产生影响。沥青中所含有害物质的挥发随温度的升高而增大，而一般施工过程加热沥青的操作温度一般在 120°C 。根据相关研究， 120°C 条件下的石油沥青挥发物进行的气相色谱/质谱联机分析，挥发物中有毒有害物质含量较低。因此不会有大量有毒和有害气体排出。本

项目将直接利用商品沥青砼，不在现场设立专门的沥青混凝土制备设施，则沥青废气影响将大为降低，主要的影响受体为现场工作人员，本项目沥青铺设应选择在良好的大气扩散条件进行，以将本项目可能产生的沥青烟影响降至最低。

（2）运营期的影响

本项目运营期以道路高峰车流量计算的 CO 排放源强为 0.800~1.009mg/(s·m)，NO_x 排放源强为 0.047~0.060mg/(s·m)，本项目产生的汽车尾气排放量非常小，且属分散、流动线源，预计机动车尾气对周边环境空气产生的影响较小。且随着汽车燃油技术的不断发展以及国家对汽车尾气排放的监管的越来越严格，汽车尾气中污染物排放量将能得到有效控制，不会对本项目所在地大气环境质量产生明显的影响。

5.4.3 对声环境的影响

（1）施工期的影响

本项目施工过程噪声较大的施工单元主要为用地范围内的桩基工程及路面工程，在施工期所使用的机械设备主要有：推土机、装载机、挖掘机、CFG 打桩机、压路机、夯实机、运输车、自卸汽车等，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）附录 A 中的资料，确定项目施工期各主要施工设备噪声级见表 5.4-1。

表 5.4-1 建筑施工机械的噪声级 单位：dB (A)

| 名称 | 单台噪声级 (dB (A)) | 测声距离 (m) |
|----------|----------------|----------|
| 推土机 | 83-88 | 5 |
| 装载机 | 88-90 | 5 |
| 挖掘机 | 82-90 | 5 |
| CFG 打桩机 | 90-92 | 5 |
| 各类压路机 | 80-90 | 5 |
| 运输车、自卸汽车 | 82-90 | 5 |
| 商品沥青砼搅拌车 | 85-90 | 5 |
| 夯实机 | 85-88 | 5 |

在不考虑建筑物遮挡因素、主要施工机械同时运行且未采取任何降噪措施的情况下，各施工阶段噪声影响比较大。结合周边环境敏感点分布情况，施工单位在施工时，要加强作业管理，合理设置施工屏障，并尽可能地选择低噪声设备，同时要严格计划施工时间，禁止在午间（12:00~14:00）和夜间（22:00~60:00）施工。项目在施工期少对工程两

边约 200m 内活动的鸟类及其他动物的活动有干扰性影响，若工期不在动物重要时期（如迁徙期、繁殖期）内进行，影响将只是暂时性的。

（2）运营期的影响

桥梁上行驶车辆的噪音将是营运期声环境影响的主要因素。行驶在桥梁上的车辆的噪声源为非稳态源。其交通噪声源的产生可以分为以下 5 类：①发动机噪声；②汽车的喇叭声；③轮胎与路面相互作用的噪声；④汽车车体的振动和制动噪声；⑤车身与空气相对高速运动而产生的空气动力性噪声。运营期间交通噪声是沿着道路向两侧逐渐消减，长期的噪声会使动物产生一定的适应性，运营期不会对评价区的动物产生不可逆的影响。

5.4.4 固体废弃物影响

（1）施工期的影响

项目在施工期的固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾、建筑垃圾、弃渣土等。

①生活垃圾：陆上施工人员活动过程产生的生活垃圾一般每人每天约为 1.0kg，按施工高峰期 70 人/d 估算，则每天产生约 70kg 的生活垃圾。根据《港口工程环境保护设计规范》（JTS 149-1-2007），施工船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本工程船舶施工人员最多为 30 人计算，则施工船舶工作人员每天产生约 45kg 的生活垃圾。本工程施工期生活垃圾产生量共 115kg/d。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，与陆域生活垃圾一起收集，交由环卫部门接收处理。对项目周边生态环境质量及生态系统的影响轻微。

②建筑垃圾：项目旧桥拆除会产生大量建筑垃圾，如建筑材料下脚料、断残钢筋头、包装袋、废旧设备等，均可以回收综合利用。另一部分建筑碎片、碎砖头、废水泥、石子、泥土等建筑材料废弃物按照《广州市建筑废弃物管理条例》进行管理。

③弃渣土：弃渣土包括道路工程挖方，桥梁工程产生的泥浆钻渣、清泥吸淤，旧桥拆除工程产生的清泥吸淤，总的弃渣土量为 95774.91m³。此部分弃土无法使用，在施工时按照《广州市建筑废弃物管理条例》进行管理。

④废油：施工机械设备冲洗废水经隔油、沉淀处理后，会产生少量废油，少量废油用容器收集，并定期由施工单位交给有资质的单位进行处理。

通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围生态环境影响较小。

（2）运营期的影响

项目在运营期对环境的影响主要为车辆尾气、噪声污染和桥面雨水径流对大气环境、声环境和水环境等方面的影响，运营期基本不产生固体废弃物，因此，项目运营期在固体废弃物方面，对周边环境影响较小，甚至不影响。

5.4.5 施工占地影响

施工队伍的进驻和施工便道的修筑，工程占地将破坏红树林附近原有的植被，造成植被破坏。根据现场调查，由于工程穿越的红树林处于零星分布或小斑块状分布状态，不在生态红线区内，所以工程用地范围内只有少量的无瓣海桑，在施工过程中受到影响，可采用移植或补种方式弥补有关的损失，总体上对红树林的影响较小。

5.5 生态环境影响评价自查表

本项目生态环境影响评价自查表见表5.5-1所示。

表 5.5-1 生态环境影响评价自查表

| 工作内容 | | 自查项目 |
|-----------|-----------|---|
| 生态影响识别 | 生态保护目标 | 重要物种 <input type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input type="checkbox"/> ；自然公园 <input type="checkbox"/> ；世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input type="checkbox"/> ；重要生境 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> |
| | 影响方式 | 工程占用 <input checked="" type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input checked="" type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> |
| | 评价因子 | 物种 <input checked="" type="checkbox"/> () 生境 <input checked="" type="checkbox"/> () 生物群落 <input checked="" type="checkbox"/> () 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> () 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> () 生态敏感区 <input checked="" type="checkbox"/> () 自然景观 <input type="checkbox"/> () 自然遗迹 <input type="checkbox"/> () 其他 <input type="checkbox"/> () |
| 评价等级 | | 一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input checked="" type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input type="checkbox"/> |
| 评价范围 | | 陆域面积：() km ² ；水域面积：(1.39) km ² |
| 生态现状调查与评价 | 调查方法 | 资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ；遥感调查 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查点位、断面 <input type="checkbox"/> ；专家和公众咨询法 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> |
| | 调查时间 | 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 丰水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> |
| | 所在区域的生态问题 | 水土流失 <input checked="" type="checkbox"/> ；沙漠化 <input type="checkbox"/> ；石漠化 <input type="checkbox"/> ；盐渍化 <input type="checkbox"/> ；生物入侵 <input type="checkbox"/> ；污染危害 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 评价内容 | 植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> |
| 生态影响预测与评价 | 评价方法 | 定性 <input type="checkbox"/> ；定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 评价内容 | 植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input type="checkbox"/> ；生物入侵风险 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | |
|--|--------|---|
| 生态保护对策措施 | 对策措施 | 避让 <input type="checkbox"/> ；减缓 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态修复 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态补偿 <input checked="" type="checkbox"/> ；科研 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> |
| | 生态监测计划 | 全生命周期 <input type="checkbox"/> ；长期跟踪 <input checked="" type="checkbox"/> ；常规 <input type="checkbox"/> ；无 <input type="checkbox"/> |
| | 环境管理 | 环境监理 <input type="checkbox"/> ；环境影响后评价 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/> |
| 评价结论 | 生态影响 | 可行 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可行 <input type="checkbox"/> |
| 注 “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“()”为内容填写项。 | | |

6 生态环境保护对策措施

6.1 项目建设方案优化措施

(1) 优化施工方案

在施工过程中和完工后，保护好施工地区的自然环境不被污染。制定环境保护详细措施方案，利用各种方法，最大限度地降低对周围环境的影响。

(2) 做好水土保持工作，减少水土流失

施工前，制定“水土保持方案”，重点做好施工临时占地的水土保持措施；在施工过程中，严格执行“水土保持方案”，减少施工场地的水土流失现象。尽量减少施工临时用地，临时用地施工结束后，恢复植被，做好复绿工作。施工期尽量使用现有道路，减少临时施工道路，降低施工对地表土地的影响。

(3) 严格遵守红树林相关法规制度

施工前应对施工人员进行湿地野生动植物保护方面的知识宣传和教育，提高施工人员的保护意识，严格控制施工范围，确保在施工红线范围内施工。告诫施工人员施工期间要爱护红树林资源，保护好生态环境，严禁猎杀和捕捞野生动物和鱼类，不允许毁坏工程用地以外的林木资源。

(4) 降低施工噪声

在施工期间应选用低噪声施工设备，同时注意机械保养，使机械保持在最低声级水平；对高噪声的施工设备必须封闭使用或四周加隔声屏障降低其使用时产生的噪声对野生动物栖息的影响，确保施工场界噪声值达标，从而减小噪声对野生动物的影响。禁止在夜间施工，在红树林分布区的施工时间尽量避开野生动物繁殖期（3-5月）。

(5) 做好污水处理

施工期产生的污水，按《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的要求，进行相关处理后行排放，减少对水体的影响。对施工机械经常检查，防止油料泄露，严禁将施工机械废油直接排入水体或倒进生活污水中，应交有资质单位进行处理处置。

(6) 做好生态监测工作

对红树林进行施工期生态跟踪监测。包括工程施工对评价区红树林等植物种群数量与分布的干扰现状、对自然植被及珍稀植物分布现状的破坏及干扰程度、人为活动区域

对环境的影响、临时施工场地的设置对周围植被的影响等，以便及时发现问题及时处理。

(7) 加强环保监督管理

运营期制定完备的环保监督巡护方案，并相应制定应急处置方案，减轻可能的事故对红树林的影响。

(8) 严格落实红树林保护和修复方案

巡护人员要重点关注施工区域的复绿还林和水土保持工作，并制定详细的红树林保护修复方案。严禁外来人员猎杀和捕捞野生动物和鱼类，不允许毁坏工程用地以外的林木资源、湿地资源和生态系统。

6.2 对植被与植物多样性的保护措施

6.2.1 施工期

施工范围应限定在工程设计的区域内，严禁占用制定区域外的场地，以减少红树林植被的破坏和影响；对工程弃土等要及时用车辆运送至远离红树林的位置进行处理，并及时对弃土场进行复绿。

加强桥梁施工期环境保护措施落实和施工期环境管理，应严格按照《广东省湿地保护条例》等有关文件要求，禁止在红树林地设置施工营地、施工场地等生产设施，施工营地、施工场地等应做到分布合理，远离红树林地区域；桥梁墩台施工产生的弃碴、废水均须运至河道、滩涂和红树林地之外处置。

在施工中，桥梁墩台采用钢板桩围堰施工，施工中产生的泥浆废水应在沉淀完成后进行抽出排放同时，对挖出的淤泥及时清理，堆放地点远离河道、滩涂和红树林地范围，减少淤泥淤积在红树林地及周边，以避免淤泥淹没红树林呼吸根。对桥墩周围因临时施工占用受影响和破坏的区域进行复绿和营造红树林，恢复到工程建设前的植被状况；对桥墩永久占地造成红树林的减少，应在南沙区内进行异地造林补偿，恢复工程建设破坏的植被，南沙区林业主管部门进行直接的监督，并敦促其栽种的植物保证成活。

6.2.2 运营期

亭角大桥建成运行后，应加强穿越红树林路段的环境管理和监测工作。通过环保管理，尽快消除因工程造成的湿地资源破坏，使动物种群数量和红树林生长恢复到原有的水平。

应对沿线涉及的红树林生态环境进行持续的跟踪监测，以了解建设项目对红树林的长期影响，适时的采取相应措施，减缓亭角大桥的建设及运营对红树林生态环境质量的影响。开展野生动植物资源监测，及时掌握亭角大桥对评价区的红树林和野生动植物的影响程度，并采取相应的保护措施。因为红树林监测工作专业性较强，道路的运营单位可委托具有资质且有相应技术力量的单位对重点区域的红树林资源进行监测，监测期不少于3年。

此外，运营期间交通运输对外来物种传播亦会对当地生物安全造成压力。研究表明，入侵植物传播的主要途径之一就是交通运输。车辆驶过桥梁时，易将外来物种带进该区域，造成生物入侵或病虫害的爆发。因此运营期要注意加强种苗检疫和种源把控。

6.3 对野生动物的保护措施

6.3.1 施工期

(1) 工程建设单位严格按照工程施工计划，避免涉水施工在鱼类繁殖期进行。在涉及红树林的范围，宜避免在候鸟越冬期间（11月至次年3月）进行土方施工。由于鸟类在夜间对光照敏感，项目禁止在夜间施工。

(2) 严格控制施工行为和临时占地在工程红线范围内，尽量减少对水生生境的干扰。施工中挖出的淤泥和废渣，要及时运至弃渣场，弃渣场旁设置沉淀池，淤泥渗出水在沉淀池进行处理，上清液通过明沟回排至河道水体或者用于附近农田、林地浇灌，不可自然散排。

6.3.2 运营期

在项目运营期，临近红树林路段应适当控制车辆速度与鸣笛，以免惊扰动物；设置防护网等，并设置警示牌、禁止鸣笛标志和减速标志，减少对动物的影响。控制来往车辆的噪声以及灯光等车辆污染对公路沿线的鸟类、两栖类以及爬行类等动物的影响。

运营期应积极开展野生动物保护方面的科学研究，在项目临近红树林路段建立野生动物监测、保护的站点，调查野生动物习性和生活规律，监测野生动物繁衍发展及其生境变化的动态，根据监测结果作出预测和评价，为公路建设中野生动物保护措施的选择和实施提供参考和依据，同时对野生动物的保护起到监督作用。同时积极宣传野生动物知识，提高人们对野生动物的保护意识。

6.4 对生态环境的保护措施

6.4.1 施工期

(1) 施工单位应采取必要措施防止和减缓环境污染。施工用料的堆放应远离水体，应在材料堆放场四周挖明沟，沉沙池、设挡墙等，防止被暴雨径流进入水体，影响水质，各类材料应备有防雨遮雨设施。施工区应做好水土保持措施，防止泥沙因雨水冲刷进入河道。

(2) 施工中要加强对水体环境质量的保护，防止油污、渣料、建材等产生污染；施工过程中产生的生活污水、固体废物、垃圾等须集中收集进行处理，禁止未经处理的污水、固废排入水体，避免对红树林生长区域的水质污染。同时，不得在河道、滩涂和红树林内检修施工机械，防止施工机械含油废水对红树林的影响。

(3) 加强施工期间运输扬尘污染的控制。运送易产生扬尘物质车辆应实行密闭运输，避免在运输过程产生扬尘或泄漏；对区内运输道路定期洒水，来往于各施工场地卡车上的多尘物料均应用帆布覆盖；选择对周围环境影响较小的运输路线；应限制施工区内运输车辆速度，将卡车在施工场地的车速控制在 10km/h 内。

(4) 加强施工期环境管理和监控。工程施工期内各有关单位应制定相应制度，严格控制进入施工区和红树林地内的人员、机具设备数量和作业时间，严格执行林业、水保等有关部门的相关规定，并严禁任意扩大施工作业面。

(5) 加强施工期管理，严防水土流失。施工时，尽量减少植被破坏。施工结束后迅速对弃土地区、边坡开挖区、边坡等土层裸露地带进行防护或草皮覆盖，有条件时可以先植草再种树。

(6) 噪声主要来源为施工期机械及运输车辆作业，运营期汽车行驶的鸣笛、轮胎摩擦噪声，应采取相应的措施降低噪声对周边环境的影响，如修建高围墙、设置声屏障、临路两侧密集植树绿化、建筑物设置双层窗或封闭外走廊等。在湿地鸟类觅食活动设置禁止鸣笛等标识牌。

(7) 项目建设期内，加强亭角大桥沿线的水质、土壤、大气等主要影响因素的动态监测，并制定环境应急预案。

6.4.2 运营期

1、大气环境影响保护措施

(1) 在桥梁附近多种植乔、灌木。既可以净化、吸收机动车尾气中的污染物、道路粉尘，又可以美化环境，改善路容。

(2) 严格执行车辆排放检验制度，利用收费站对汽车排放状况进行抽查，限制尾气排放严重超标的车辆上路。

2、水环境影响保护措施

(1) 设置事故池，对平时的雨水进行收集蒸发，若出现有因车辆污染物泄漏等导致的污水可进行沉降、中和等处理。针对有严重污染的污水可进行沉降、中和等处理，而一般的雨水等可在处理池自行蒸发；

(2) 定期对排水系统进行清理疏导，保证路面径流收集系统排水顺畅，事故池采用人工定期除砂；

(3) 在大雾、大雨等恶劣天气，禁止载有危险品或污染性化学品的车辆来往，以免发生交通事故而造成危险品、化学品的泄漏。

3、声环境影响保护措施

(1) 加强公路交通管理，设置限速、减少或禁止鸣笛和远光灯的警示牌等，有效控制交通噪声污染；

(2) 经常维持公路路面的平整度，避免因路况不佳造成车辆颠簸等引起交通噪声增大。

6.5 工程占用区域红树林生态修复措施

本节引用《亭角大桥拓宽改造工程涉及红树林生态修复方案》（广东如春生态集团有限公司 2022 年 8 月）进行论述。

6.5.1 原位生境修复

生境修复是在生态学理念的指导下，通过生态工程措施对受损的生境进行修复与重建，使其结构与功能恢复到干扰前的自然或生态平衡状态。工程施工对桥梁穿越区域的生态环境造成一定程度的破坏，导致原有湿地植被林带被割裂，生境破碎化，生物多样性减少，影响湿地生态系统功能完整性，因此需要在施工结束后，对工程临时占用区域的生境采取相应的修复措施。

桥梁穿越区域分布有少量的红树林以及一些常见的湿地植被群落，如短叶茳苳群落、无瓣海桑群落等，这些植被群落形成了滩涂湿地植被景观，同时为鸟类（主要为水禽）与水生动物提供栖息环境，因此桥梁穿越区域的生境修复措施应该针对植被群落恢复与栖息地修复开展。由于施工临时占用区域的面积较小，按照生态修复以自然恢复为主、人工为辅，群落恢复的树种选择遵循因地制宜、适地适树等原则，生境修复优先选用原生植物与乡土植物；综合考虑区域内的 pH 值、盐度、水位变化等环境因子，选择适宜性的植被种类，同时为了确保植被存活率，尽量选择一些耐受性、抗逆性强的草本植被，如短叶茳苳、南水葱、香蒲、石菖蒲等湿地植被等。栖息地修复主要为鸟类及水生生物营造一个赖以生存的生活环境，影响湿地鸟类栖息地生态质量的因素主要有植被群落、水体质量与人类活动干扰等。多层次的植物配置可以形成天然的鸟类避风港；考虑到工程临时占用区域的范围较小，植物种类与群落的营建是小生境尺度下生态修复的重要环节，如在浅水区域种植短叶茳苳、石菖蒲等水生植被，以吸引鸟类繁殖栖息，植物配置上以芦苇、狭叶香蒲、水葱混交为主。另外，需要开展水体、土壤环境因子监测，针对土壤、水质污染等环境问题采取相应的修复措施，可以通过种植一些净化功能的植被进行修复，如芦苇、灯心草、蔗草等。另外，需要控制人为活动的干扰，同时应该加强对鸟类、红树林保护的宣传教育，尽量减少人为因素的干扰。

6.5.2 红树林异地补种

6.5.2.1 项目占用红树林情况

根据项目设计方案，亭角大桥 K0+900~K0+960 段需穿越红树林，经调查统计，建设项目穿越红树林总面积 637.58m²，占用方式主要为施工便道临时使用，涉及的红树植物为无瓣海桑（*Sonneratia apetala*），周边分布有短叶茳苳群落及其他野生植物。

6.5.2.2 采伐红树植物方案

（1）采伐树种

由于无瓣海桑是外来速生树种（3-4 年即可成林），穿越区域的无瓣海桑树木高 4.5m 左右，胸径约 15cm 左右，移植难度大，需要投入大量的人力物力，而且高大树木的移栽成活率较低。根据《红树林保护修复专项行动计（2020-2025 年）》和《广东省湿地保护条例》规定，在红树林修复中优先使用乡土红树林树种，因此建议采伐无瓣海桑，在适宜地块补种乡土红树树种进行占补。

(2) 采伐面积、红树植物数量

对于因修建施工便道（栈桥）临时占用的外来树种无瓣海桑进行采伐。拟采伐红树植物面积 637.58m²，共 28 株无瓣海桑。

(3) 采伐清运方式

采用电锯采伐无瓣海桑。树木伐倒后采用岸上的长臂吊车全部转移到岸上，然后把枝条和尾梢全部砍下，按照陆地枯枝落叶垃圾的处理方法进行处理；树干可用作木材加以利用或者交易。

6.5.2.3 红树植物补种方案

(1) 补种地块

红树林补种地块拟定于南沙湿地沙尾垦区 18 围西（图 6.5.2-1）。

南沙湿地地处南沙区万顷沙镇十八涌和十九涌之间，总面积约 666.67hm²，南沙湿地距亭角大桥约 28km。景区内红树植物种类丰富，立地条件适于红树林生长。



图 6.5.2-1a 红树林补种地块位置示意图 1

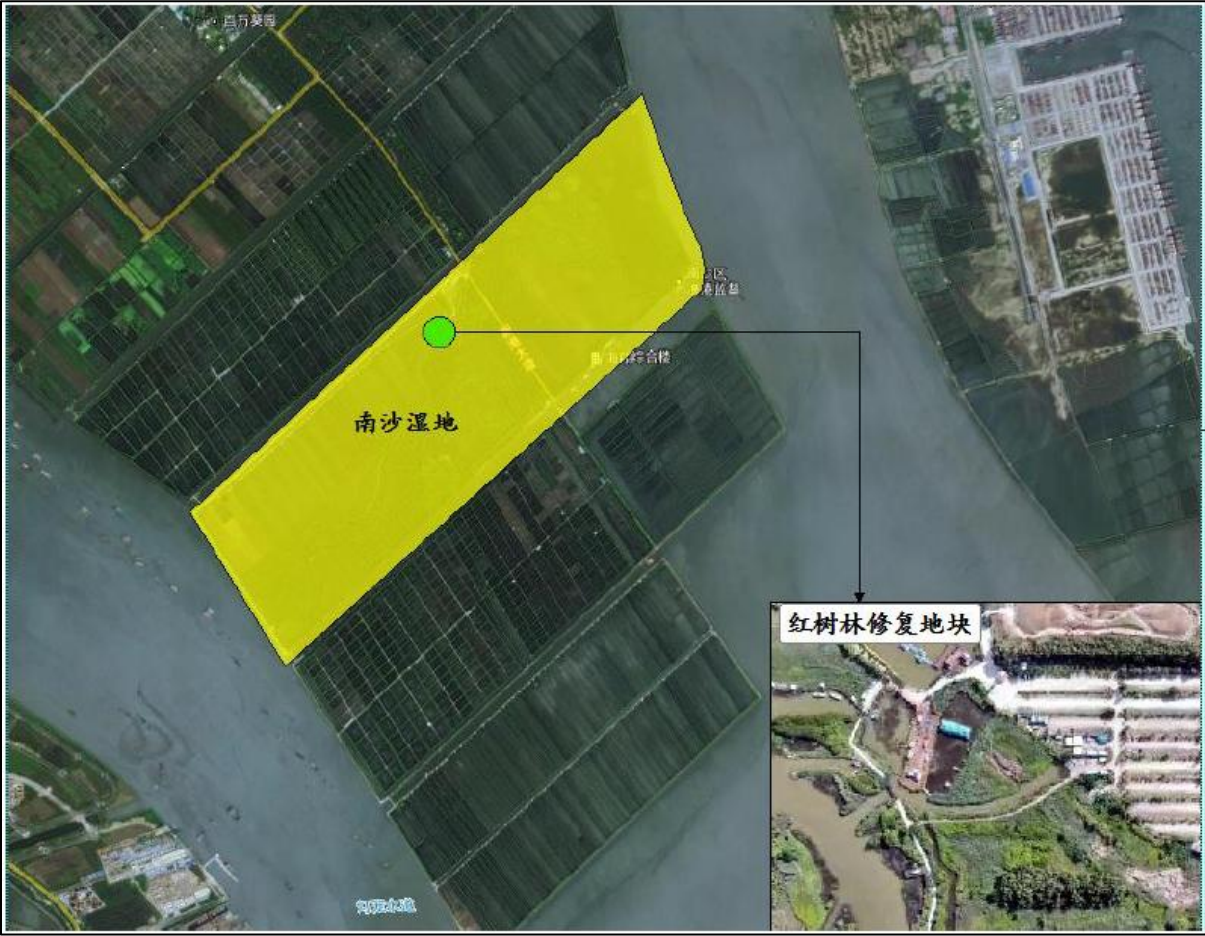


图 6.5.2-1b 红树林补种地块位置示意图 2

(2) 红树植物补种树种、数量

根据《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》，占用红树林湿地的支持通过异地补种等措施开展修复。经专家咨询，生态修复方案拟以项目占用红树植物总面积的 2 倍进行补种，补种面积为 1275.16m²。桐花树为项目所在区域常见的乡土树种，且相对耐淹，补种桐花树可以减少填土工程量，因此确定补种桐花树来平衡采伐的无瓣海桑。补种的桐花树苗木要采用营养袋全冠苗。

参考《红树林建设技术规程》（LY/T 1938-2011），规定预留 20%补苗量，则所需购苗总量为 680 株（表 6.5.2-1）。

表 6.5.2-1 表建设项目涉及的红树林生态修复方案苗木补种数量及规格

| 树种 | 补种面积（m ² ） | 数量（株） | | 苗木规格（cm） | 种植密度 | 备注 |
|-----|-----------------------|-------|-----|------------|-----------|-------------|
| 桐花树 | 1275.16 | 补种数量 | 567 | 苗高：>120 | 1.5m×1.5m | 参考低盐度苗木大苗标准 |
| | | 预留数量 | 113 | 基径：>1.5 | | |
| | | 总计 | 680 | 土球大小：20×20 | | |

（3）整地方案

①苗床选取红树林属于潮间带植物，移植地的潮间分布必须严格观测，苗床的高低尤为关键，要求淤泥深厚。适宜的苗床高度应是红树林种植后海潮高潮时刚淹过根系，退潮时根系露出部分或全部露出为宜。

②苗床平整栽种区确定后，先对栽种区进行松土，厚度 40-50cm，去除瓦砾石块，捣碎土块，平整苗床；种植密度为 1.5m×1.5m，开挖的树穴要足以放下整个土球。

③挖穴种植穴的大小应根据苗木的根系、土球直径和土壤情况而定，按规定的尺寸，先在地面用白灰画出范围再用人工往下挖。种植穴应保证苗木根系充分舒展，穴的深度一般比土球高度深 10-20cm，穴形状为圆形。

（4）苗木定植

苗木入穴时应轻拿轻放，用手扶正并轻提，填土入穴待泥土全部覆盖根系后再放手，这样能减少伤害根系。填土至土球的表面与地表平齐。栽植时必须去除包裹土球的无纺布或塑料布以及捆绑的绳子，带回岸上作为垃圾处理。定植完毕后，要设立支柱支撑苗木，防止因潮水涨落或大风吹袭而歪斜、倾倒。

（5）成活与管护

造林后三个月内对成活的幼苗进行抚育，主要包括管护、补种、防治病虫害、混入入侵植物等。对新造红树林进行封摊保育，禁止任何危害红树幼苗生长的人为活动；及时清除缠绕在幼苗、幼树上的杂物，林地内出现的污染要进行及时有效的处理；发现病虫害和入侵植物应及时防治；定期对倒伏、根部暴露等受损的幼苗、幼树进行必要的修复，对缺损的幼苗、幼树或成活率低于 90%的地块进行适当补种。

6.5.2.4 补种费用估算

经初步估算，落实本方案中红树采伐、移植、补种和后期管护等措施所需费用约为 19.45 万元。其中：采挖人工费用 2.5 万元，占总投资的 12.85%；补种苗木费用 10.20 万元，占总投资的 52.44%；苗木补植人工费用 1.42 万元，占总投资的 7.30%；生境修复费用 2.87 万元，占总投资的 14.76%；后期管护费用（3 年）0.94 万元，占总投资的 4.83%；间接费用 1.52 万元，占总投资的 7.82%。详见亭角大桥拓宽改造工程涉及红树林生态修复投资估算表 6.5.2-2。

表 6.5.2-2 亭角大桥拓宽改造工程涉及红树林生态修复投资估算表

| 支出项目 | 数量/单位 | 经费预算（万元） | 占比（%） | 备注 |
|------------------|-----------------------|----------|-------|--|
| 无瓣海桑采伐、 清运人工费 | 28 株 | 2.5 | 12.85 | |
| 苗木费（桐花树） | 680 株 | 10.20 | 52.44 | |
| 补植人工费 | 567 株 | 1.42 | 7.30 | |
| 生境修复 | 1275.16m ² | 2.87 | 14.76 | |
| 后期管护费用 | 3 年 | 0.94 | 4.83 | 参考《广东省红树林生态修复技术指南》工程造价，以退塘还林最高标准计算。见表 6-2。 |
| 其他费用（间接 费用） | 0.8 万/亩 | 1.52 | 7.82 | |
| 总计 | | 19.45 | 100 | |

注：以上仅为初步估算，不含征地费用，实际预算以南沙湿地规划设计要求及现场实际情况为准。

6.6 生态监测

项目评价区的生态环境监测，可考虑自工程完成后在每年固定时间开展监测工作。建议工程建设单位委托专业技术单位对道路两侧 1000m 的范围内，进行生态环境与野生动植物动态变化进行连续的监测，获得第一手资料，为科学保护和管理提供可靠的依据。包括以下内容：

（1）环境因子监测

桥梁运营后，车辆的高速往来将产生较大的大气、噪音、干湿沉降物以及固体垃圾等污染物的威胁，可在评价区范围内的红树林生长区分别设置环境因子监测点，定期采 3 个区域的大气质量、噪音等级、固体垃圾污染程度、大气干湿沉降物等，分析环境因子中对红树林产生的影响，以及所采用的环保措施的效果是否达到预期，为制定更好更有效的保护和恢复措施提供依据。

（2）生物多样性监测

每年进行一次评价区域内动植物物种的动态变化监测。主要包括植物种类、动物种类、动物的分布与活动范围等。摸清野生动物在项目线路两边的沟通方式、生存方式、生活习性、适应环境能力及其活动规律的不同表现与变化趋势，为野生动物资源种群的重建及其栖息地恢复提供依据。

（3）外来物种监测

工程道路的实施运营加大了项目区域与外界的联系，尤其是车辆的往来，使外来入侵植物的威胁增加，因此可在红树林设立外来物种监测点，加强对外来物种的监控，一旦发现有新的外来物种出现，应立即采取措施进行防控。

7 结论与建议

7.1 结论

(1) 亭角大桥改造工程为广东省 2022 年重点建设项目(粤发改重点(2022)157 号), 根据《亭角大桥拓宽改造工程路线唯一性论证报告》以及上位规划对亭角大桥拓宽改造工程的定位, 项目建设无法避让红树林区域。

(2) 亭角大桥改造工程项目以桥梁方式穿越红树林, 长度约为 60m, 项目占用红树林方式主要为施工便道临时使用, 占用红树林面积 637.58m²。

(3) 将工程边界外直线距离 1000m 范围内, 以河道为边界的水域、滩涂和红树林湿地作为工程涉及红树林的生态影响评价区域, 评价区面积为 139.95hm²。其中红树林湿地面积 5.37hm², 占评价区面积的 3.84%; 水域和滩涂面积共 134.58hm², 占评价区面积的 96.16%。

(5) 项目建设对生态环境的影响主要体现在施工阶段产生的施工扬尘、生活废水、施工机械噪音、固体废弃物等对大气环境、水环境、声环境等造成的影响, 以及运营期的废气污染及机械噪音。因项目施工期较长, 考虑到周边红树林的分布情况, 项目建设过程中, 要严格控制施工工艺, 并做好围堰等相关的防护措施, 并严格执行国家对大气和噪声等排放标准, 最大限度地减小对项目周边生态环境的影响。同时要做好红树林生态监测及生态恢复工作。

(6) 项目建设对红树林资源的保护、管理以及生态效益产生了一定的影响, 建设单位应主动承担社会责任, 对红树林属地主管单位广州市自然资源局南沙分局给予一定的生态补偿, 落实生态监测等工作。

综上所述, 本评价认为, 从生态环境保护的角度考虑, 在落实生态保护措施的情况下, 工程建设对评价区乃至南沙区红树林资源的影响程度在可控范围, 本工程建设基本可行。

7.2 建议

2020 年 8 月, 自然资源部、国家林业和草原局制定了《红树林保护修复专项行动计划(2020—2025 年)》, 提出了严格保护现有红树林, 科学开展红树林生态修复, 实施红树林整体保护, 严格红树林地用途管制等要求。为确保将亭角大桥改造工程涉及的红

树林资源的生态影响降至最低，提出以下建议：

（1）施工期加强对施工人员的生态环境保护宣传教育工作，包括对珍稀保护野生动物的识别与救护培训、红树植物的辨认与保护措施、相关法律法规和生态环境保护的培训等，提高施工人员生态环境保护意识。

（2）工程在施工期必须严格控制污染物的排放，并做好相应的生态管护工作。施工期间和运营后产生的污水要做好导流、预处理、处理后合理排放，污水处理站要做好备用设施的准备，以降低风险的产生。

（3）施工期间施工车辆、堆料场、施工设施等应规避红树林，落实生态保护措施，将生态影响降到最小。

（4）建议施工时间避开候鸟迁徙高峰期、兼顾植被修复期，工期可安排在4月~10月，施工时应采取严格的水土保持措施以及施工噪声控制措施，同时结合鸟类日常监测工作，如发现异常情况，应立即停止施工。

（5）施工期对工程穿越区域的红树林资源及生存环境有一定的负面影响，建议建设单位认真落实生态保护措施，接受相关主管部门的监督和检查，把工程建设对红树资源的生态影响降到最低程度。

（6）加强文明施工，施工完成后对施工场地及时清理平整和复绿工作，条件合适位置的应恢复种植红树植被。

（7）完善的红树林生态修复方案。根据施工设计，结合红树林生长条件要求等因素，按照有关规定和标准，选择采伐或移植工程占用区域的红树，制定合理可行的红树林生态修复方案，并及时落实红树林保护与补种恢复措施，保障广州市红树林资源总量不减少。

（8）加大后期管护力度。对新营造的红树林采取严格的保育措施，强化资金保障，落实管护责任，加强对红树林的后期维护工作，及时发现和制止破坏红树资源的行为，对成活率不达标或分布不均匀的地块及时进行补植。