

什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程

# 环境影响报告书

建设单位： 海南省交通投资控股有限公司

环评单位： 交科院科技集团有限公司

二〇二三年二月

## 目 录

第 1 章 总则 .....	5
1.1 项目建设背景及评价过程	5
1.2 评价目的及原则	5
1.3 环评依据	6
1.4 环境影响因素识别及评价因子筛选	10
1.5 评价内容、等级和范围	14
1.6 项目区环境功能区划	17
1.7 评价标准	19
1.8 评价方法、重点及时段	24
1.9 主要环境保护目标	24
第 2 章 建设项目工程分析 .....	34
2.1 项目地理位置及基本情况	34
2.2 项目建设的意义	35
2.3 路线走向及主要控制点	37
2.4 交通量预测	38
2.5 主要技术指标	39
2.6 建设规模与主要工程概况	40
2.7 筑路材料及运输条件	62
2.8 投资估算及资金筹措	63
2.9 施工组织	63
2.10 施工工艺及产污环节	65
2.11 工程环境影响及污染源强分析	76
2.12 相关政策或规划符合性分析	96
2.13 工程方案比选	111
第 3 章 环境现状调查与评价 .....	119
3.1 自然环境概况	119
3.2 生态环境现状评价	126
3.3 沿线生态敏感区调查	143
3.4 地表水水环境现状	149
3.5 声环境现状评价	152
3.6 环境空气现状评价	161
第 4 章 环境影响预测与评价 .....	164
4.1 生态环境影响评价	164
4.2 声环境影响评价	205
4.3 地表水环境影响评价	223
4.4 地下水环境影响分析	230
4.5 环境空气影响评价	234
4.6 固体废物环境影响评价	240
4.7 景观环境影响评价	241
4.8 环境风险评价	244
第 5 章 环保措施及技术经济论证 .....	249

5.1	生态环境保护措施	249
5.2	生态敏感区的环境保护措施	258
5.3	声环境保护措施	261
5.4	声环境保护措施	261
5.5	地表水环境保护措施	264
5.6	地下水环境保护措施	272
5.7	环境空气保护措施	274
5.8	固体废物环境保护措施	277
5.9	景观环境保护措施	279
5.10	施工管理对策与建议	281
5.11	环境风险防范及应急措施	284
5.12	危险品运输事故应急预案	293
第6章	环境管理与环境监控计划	300
6.1	环境管理计划	300
6.2	环境监测计划	305
6.3	环境监理计划	307
6.4	工程竣工环保验收	312
第7章	环境经济损益分析	316
7.1	环境经济效益分析	316
7.2	环境影响损失分析	316
7.3	环境经济损益性分析	317
7.4	环保投资估算	318
第8章	评价结论及建议	320
8.1	工程概况	320
8.2	与相关法律法规及规划的符合性	320
8.3	环境现状评价	323
8.4	项目环境影响评价	326
8.5	主要环保对策措施	334
8.6	环保投资估算	343
8.7	项目环境影响评价结论	343

## 概述

### 1、建设项目特点

#### (1) 项目建设背景

什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程地处海南省中部山区，连接经济欠发达、少数民族聚集的琼中黎族苗族自治县、白沙黎族自治县及五指山市。本项目是落实习近平总书记考察海南系列讲话与指示的重点项目，也是落实中央财经委第十一次会议“关于全面加强基础设施建设”会议精神的重要举措，是海南省国省道路网中的重要组成部分，也是进一步巩固新时代脱贫攻坚、全面建成小康社会成果的生态+景观路、旅游+交通路、幸福+致富路。

#### (2) 项目前期工作进展

2023年12月30日，项目工程可行性研究报告取得海南省发展和改革委员会批复；2023年1月20日，项目初步设计文件取得海南省发展和改革委员会批复；2023年1月20日，项目施工图设计文件通过海南省交通运输厅组织的专家评审；2023年1月29日，工程先导段施工图设计文件取得海南省交通运输厅批复。环境影响评价以施工图设计文件为依据开展。

#### (3) 项目整体建设内容

项目由主线、牙叉连接线、水满连接线共三部分组成。

主线起点位于琼中县什运乡北侧，接G9811中线高速公路，终点位于白沙县元门乡南侧，与既有G361国道相接，路线全长15.777km。设置桥梁7座（含互通区主线桥），涵洞16道，隧道1座（特长隧道），互通式立交1处，通道2处，天桥1座，服务区1处（合建养护工区1处、隧道管理站1处）。

牙叉连接线起点位于白沙县牙叉镇道埠村附近，与既有G361国道相接，终点位于白沙县牙叉镇西北侧，接儋白高速，全长3.084km。设置桥梁4座，涵洞4道，互通式立交1处，通道4处。

水满连接线起点位于琼中县什运乡牙训村附近，与国道G224海榆中线相接，终点位于五指山水满乡永训村附近，与县道X583相接，全长19.382km。设置涵洞83道。

### 2、环境影响评价的工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境影响评价分类管理名

录》的有关要求，本项目建设内容包含新建高速公路项目，涉及环境敏感区，需编制环境影响报告书。

交科院科技集团有限公司作为该项目环境影响评价工作单位，在项目选线阶段就开展工作，前后三次对全线进行了详细的调研和资料收集，2023年1月委托海南方圆监测有限公司对沿线地表水环境、声环境进行了现状监测，并于2023年11月和1月对沿线生态环境现状进行了调查。在海南省交通投资控股有限公司、海南省交通工程建设局、中交第一公路勘察设计研究院有限公司及沿线有关部门的积极配合与支持下，编制完成了本报告。

### 3、分析判定相关情况

项目符合国家现行的产业政策，且是海南省“十四五”综合交通运输规划重点建设项目之一。项目经过海南热带雨林国家公园一般控制区；涉及生态保护红线其他区域，隧道进口区域占用生态保护红线内的自然保护地核心保护区；占用天然林；评价范围共有声环境敏感点10个；项目跨越和南叉河、什龙溪和伴行的牙训河，均为II类水体。项目的建设将会对沿线生态环境、水环境、声环境产生一定的不利影响

项目线路方案符合沿线城镇总体规划，是工程可行、生态环境能接受的方案，所涉及的环境问题可以通过采取一定的措施予以解决，从环境角度分析项目选线合理。

### 4、关注的主要环境问题及环境影响

#### (1) 穿越的生态敏感区

项目路线方案穿越的生态敏感区为海南热带雨林国家公园。

项目主线和水满连接线涉及海南热带雨林国家公园，占用分区包括鹦哥岭分区、黎母山分区和五指山分区的一般控制区。其中主线占用国家公园路段的总长度为11438m，占用总面积为21.4774hm<sup>2</sup>；水满连接线占用长度为19770m，占用总面积为39.2737hm<sup>2</sup>，牙叉连接线不占用；即本次论证范围为主线和水满连接线，总计占用长度31208m，面积60.7511hm<sup>2</sup>。

项目主线K0+470~K2+505、K2+805~K11+625和水满连接线位于海南热带雨林国家公园一般控制区（其中K4+070~K11+625以隧道形式穿越，K6+490右侧120m处设置斜井出口及135m施工便道，K8+865右侧167m处设置竖井出口及460m施工便道）。

建设单位已组织编制国家公园生物多样性影响评价报告和不可避免性论证报告，正在办理主管部门的意见。

## (2) 生态保护红线

根据自然资源部同意启用的海南省“三区三线”划定成果，项目主线K0+470~K2+505、K2+805~K14+095和水满连接线穿越生态保护红线（其中K4+070~K11+625以隧道形式穿越，K6+490右侧120m处设置斜井出口，K8+865右侧167m处设置竖井出口）。

项目占用生态保护红线面积83.291hm<sup>2</sup>，其中自然保护地核心保护区0.7021hm<sup>2</sup>（均位于隧道进口附近，包括进洞口30m路基和洞口仰坡、原有农村公路155m改路工程）。

本项目在设计过程中已考虑了生态保护红线保护要求，但由于路网整体需求制约，难以避免占用生态红线。尤其是隧道进口占用生态保护红线内的自然保护地核心保护区，也是受到隧道选址制约，虽然在环评阶段取消了占用核心保护区的隧道高位消防水池和350m输水管道，减少了占用面积0.12hm<sup>2</sup>，但隧道洞口仰坡及用地范围内现有农村公路和水沟改造工程仍占用了0.7021hm<sup>2</sup>，作为省重点项目，不符合相关国家重大项目方可占用生态红线内自然保护地核心保护区的要求。

因此，对于占用生态保护红线其他区域的路段，作为海南省重点项目，符合市县总体规划调整条件，因此项目占用生态保护红线其他区域符合相关规定中关于加强人为活动管控的要求。但是由于占用生态保护红线内自然保护地核心保护区，应申请列入国家重大建设项目规划；或协调主管部门办理生态保护红线调整手续。

## (3) 水环境

路线以桥梁形式跨越南叉河及其支沟、什隆溪及其支沟，伴行牙训河等地表水体，均为I、II类水体。项目建设过程中生产废水、生活污水以及营运期桥面径流或事故废水不经收集处理直接排放会对沿线水体水质产生不利影响，将通过设置隔油沉淀池、加强施工管理、规范施工行为、设置桥面径流收集系统等措施将影响降至最小。

## (4) 声环境

拟建公路评价范围内有10处村庄声环境敏感点。通过预测分析，结合敏感点分布情况，对施工期超标的敏感点采取移动式声屏障，营运远期超标的敏感点采取声屏障降噪措施。

## 5、环境影响报告书主要结论

什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程符合产业政策，已列入《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》，项目连接海南省中部山区的白沙县、琼中县和五指山市，是完善中部欠发达、少数民族聚集地区公路网络、改善通行条件的重要通道。项目涉及海南热带雨林国家公园一般控制区和生态保护红线，工程施工和营运期间对沿线生态环境、声环境和水环境等会产生一定不利影响。通过认真落实报告书所提出的保护和减缓措施，履行国家公园总体规划、国土空间总体规划合规和生态敏感区相关合法手续，落实环保措施与主体工程建设“三同时”制度，项目主线及交叉连接线所产生的负面影响可以得到有效控制和减缓，建设可行。水满连接线应进一步优化路线走向和建设方案，提高现有土路利用率，以减少对国家公园生态环境的不利影响。

## 第1章 总则

### 1.1 项目建设背景及评价过程

#### 1.1.1 项目建设背景

什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程（以下简称“本项目”）地处海南省中部山区，连接经济欠发达、少数民族聚集的琼中黎族苗族自治县、白沙黎族自治县及五指山市。本项目是落实习近平总书记考察海南系列讲话与指示的重点项目，也是落实中央财经委第十一次会议“关于全面加强基础设施建设”会议精神的重要举措，是海南省国省道路网中的重要组成部分，也是进一步巩固新时代脱贫攻坚、全面建成小康社会成果的生态+景观路规范，旅游+交通路，幸福+致富路。

### 1.2 评价目的及原则

#### 1.2.1 评价目的

在坚持可持续发展、实现人与自然和谐发展战略思想指导下，通过对公路沿线环境现状调查、监测，分析项目区环境质量现状、生态环境特点与功能，结合公路工程建设特点，筛选出项目主要环境影响要素，选择沿线环境影响突出的路段和敏感点进行重点评价；明确工程建设可能对环境产生的影响性质和程度；在预测结果的基础上，确定工程建设的主要环境保护目标和重要敏感点；同时对工程设计中拟采取的环保措施进行分析、论证，结合工程所在区域发展规划和环境保护要求，提出工程在设计期、施工期、运营期的环保要求和措施；为建设单位工程设计、施工及环境保护管理部门提供项目建设环境管理依据。

#### 1.2.2 评价原则

(1) 紧紧抓住公路沿线生态环境特征，结合工程建设特点，根据生态学和生态保护基本原理，阐明工程建设对生态环境影响的特点、过程、性质、强度和可能的后果，研究制定有效的保护与恢复措施，充分体现“预防为主、保护优先，开发与保护并重及环评成果指导设计、施工、环境管理”的原则。

(2) 在充分调查、了解、掌握项目区环境现状及重要环境保护目标的基础上，针对工程建设活动，对环境敏感问题进行重点评价。

(3) 充分借鉴海南省内其它公路工程建设环境影响评价以及施工期生态环境保护与

恢复的研究、实践经验与成果，了解主体工程、取弃土场施工等对生态环境的破坏及施工后的恢复情况，作为本项目生态恢复对策的参考。

(4) 以国家生态环境保护战略、海南省生态环境地位为出发点，紧密结合当地社会经济发展规划、环境保护规划及相关法规、政策，突出生态影响评价及环保对策措施。

(5) 生态环境影响评价及环保对策、措施为本项目的工作重点。

## 1.3 环评依据

### 1.3.1 国家法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015.1.1；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018.12.29；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018.10.26；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018.1.1；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022.6.5；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020.9.1；
- (7) 《中华人民共和国农业法》，2013.3.1；
- (8) 《中华人民共和国公路法》，2017.11.5；
- (9) 《中华人民共和国防洪法》，2016.7.2；
- (10) 《中华人民共和国水法》，2016.7.2；
- (11) 《中华人民共和国土地管理法》，2020.1.1；
- (12) 《中华人民共和国水土保持法》，2011.3.1；
- (13) 《中华人民共和国森林法》，2020.7.1；
- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018.10.26；
- (15) 《中华人民共和国渔业法》，2013.12.28；
- (16) 《中华人民共和国城乡规划法》，2019.4.23；
- (17) 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007.11.1；
- (18) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022.4.21；
- (19) 《基本农田保护条例》，2011.1.8；
- (20) 《中华人民共和国森林法实施条例》，2020.7.1；
- (21) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021.9.1；

- (22) 《土地复垦条例》，2011.3.5;
- (23) 《建设项目环境保护管理条例》，2017.10.1;
- (24) 《规划环境影响评价条例》，2009.10.1;
- (25) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》，2011.1.8;
- (26) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016.2.6;
- (27) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017.10.7;
- (28) 《突发公共卫生事件应急条例》，2011.1.8;
- (29) 《危险化学品安全管理条例》，2013.12.7;
- (30) 《地质灾害防治条例》，2004.3.1;
- (31) 《中华人民共和国河道管理条例》，2018.3.19;
- (32) 《中华人民共和国自然保护区条例》，2017.10.7;
- (33) 《风景名胜区条例》，2016.2.6。

### 1.3.2 地方法规

- (34) 《海南省环境保护条例》，2018.1.1;
- (35) 《海南省大气污染防治条例》，2019.3.1;
- (36) 《海南省水污染防治条例》，2018.1.1;
- (37) 《海南省饮用水水源保护条例》，2018.1.1;
- (38) 《海南国际旅游岛建设发展条例》，2011.2.1;
- (39) 《海南经济特区林地管理条例》，2018.4.3;
- (40) 《海南省森林保护管理条例》，2004.9.1;
- (41) 《海南经济特区土地管理条例》，2014.11.1;
- (42) 《海南经济特区水条例》，2018.1.1;
- (43) 《海南省自然保护区条例》，2014.12.1;
- (44) 《海南省湿地保护条例》，2018.7.1;
- (45) 《海南省生态保护补偿条例》，2021.1.1;
- (46) 《海南省公路条例》，2014.1.1;
- (47) 《海南热带雨林国家公园条例（试行）》，2020.10.1;

### 1.3.3 部门规章及规范性文件

- (48) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，生态环境部令第16号，2020.11.30;

- (49) 《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》，2017.2.7;
- (50) 《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，2022.8.16;
- (51) 《环境影响评价公众参与办法》，2019.1.1;
- (52) 《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》，2015.12;
- (53) 《公路建设项目水土保持工作规定》，水保〔2001〕12号文;
- (54) 《关于加强公路规划和建设项目环境影响评价工作的通知》，国家环保总局、国家发展和改革委员会、交通运输部，环发〔2007〕184号，2007.12.1;
- (55) 《关于进一步加强公路水路交通运输规划环境影响评价工作的通知》，环发〔2012〕49号，2012.4;
- (56) 《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;
- (57) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，环发〔2012〕98号;
- (58) 《国家级公益林管理办法》林资发〔2013〕71号，2013.4.27;
- (59) 《海南省重点公益林管理办法》，2006.9.29;
- (60) 《海南省公益林保护建设规划实施办法》，2013.1.28;
- (61) 《海南省林地占补平衡管理办法》，2018.1.8;
- (62) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》，国家发展和改革委员会令第29号;
- (63) 《关于公路、铁路（含轻轨）等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》，环发〔2003〕94号，2003.05.27;
- (64) 《关于在公路建设中实行最严格的耕地保护制度的若干意见》，交公路发〔2004〕164号，2004.4.6;
- (65) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，2010.12.22;
- (66) 《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》，自然资规〔2021〕2号;
- (67) 《危险货物道路运输安全管理办法》，2020.1.1;
- (68) 《海南省人民政府关于公布海南省省级重点保护陆生野生动物名录和野生植物名录的通告》，2006.12.18;
- (69) 《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》，琼办发〔2021〕

7号, 2021.2.10;

(70) 《海南省生态环境厅关于印发海南省“十四五”水生态环境保护规划及省控地表水、城镇内河湖、入海河流断面水质目标和达标年限及 2021 年地表水优良率目标的通知》，琼环水字〔2021〕4号；

(71) 《海南省人民政府关于公布全省一级保护古树和名木名录的通告》，琼府〔2020〕29号, 2020.7.7;

(72) 《海南省全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战行动方案》的通知, 琼发〔2019〕6号;

(73) 《海南省永久基本农田保护规定》，2020.3.1;

(74) 《海南省古树名木保护管理规定》，2022.5.31;

(75) 《海南省人民政府办公厅关于印发海南省林地占补平衡管理办法的通知》，2017.11.27;

(76) 《海南省人民政府关于支持产业项目发展规划和用地保障的意见》，琼府〔2021〕44号;

(77) 《海南省省和县总体规划实施管理办法》，琼府〔2022〕8号;

(78) 关于印发《海南省建设项目环境影响评价文件分级审批管理规定》、《海南省建设项目环境影响评价文件分级审批目录（2021年本）》的通知, 2021.12.31;

(79) 《海南省生态保护红线管理规定》，2022.5.31;

(80) 《海南省生态保护红线准入管理目录（修订）》，2023.2.17;

(81) 《海南省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》，2015.7.31;

(82) 《中国（海南）自由贸易试验区总体方案》，2018.10.16;

(83) 《国家生态文明试验区（海南）实施方案》；2019.5.12;

(84) 《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》，海南省人民政府, 2015.9;

(85) 《海南省主体功能区规划》，海南省人民政府, 2013.12;

(86) 《海南省水土保持规划（2016-2030年）》，琼府办函〔2017〕375号;

(87) 《海南省“十四五”生态环境保护规划》，琼府办〔2021〕36号。

#### 1.3.4 技术标准及规范

(88) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，HJ2.1-2016;

(89) 《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ2.2-2018;

(90) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ2.3-2018;

- (91) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》，HJ610-2016;
- (92) 《环境影响评价技术导则 生态影响》，HJ19-2022;
- (93) 《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ2.4-2021;
- (94) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ169-2018;
- (95) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》，HJ964-2018;
- (96) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》，HJ2034-2013;
- (97) 《公路环境保护设计规范》，JTGB04-2010;
- (98) 《生产建设项目水土保持技术标准》，GB50433-2018;
- (99) 《水泥工业污染控制标准》，DB46/524-2021;
- (100) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》，GB12523-2011;
- (101) 《声环境功能区划分技术规范》，GB/T15190-2014;
- (102) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018;
- (103) 《污染源源强核算技术指南准则》，HJ884-2018;
- (104) 《饮食业环境保护技术规范》，HJ554-2010;
- (105) 《危险化学品单位应急救援物质配备标准》，GB30077-2013;
- (106) 《声屏障声学设计和测量规范》，HJ/T90-2004。

### 1.3.5 技术资料

- (107) 《什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程可行性研究报告》，中交第一公路勘察设计研究院有限公司，2022.12;
- (108) 《什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程初步设计》》，中交第一公路勘察设计研究院有限公司，2023.1;
- (109) 《什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程施工图设计》，中交第一公路勘察设计研究院有限公司，2023.2;
- (110) 《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》，2022.7;
- (111) 《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》。

## 1.4 环境影响因素识别及评价因子筛选

### 1.4.1 环境影响因素识别

根据本项目环境影响特点，进行主要环境影响因素识别。

#### (1) 施工期

施工期影响识别见表 1.4-1。

表 1.4-1 施工期主要环境影响因素识别

环评因素	主要影响因素	影响性质	影响简析
声环境	施工噪声	短期可逆不利	①施工机械产生的突发性非稳态噪声，对周围居民点和学校的声环境产生影响； ②施工运输车辆交通噪声将影响沿线声环境。
	施工运输车辆噪声		
环境空气	扬尘	短期可逆不利	① 粉状物料的装卸、运输、堆放、拌和过程粉尘散逸； ②施工运输车辆在施工便道行驶导致的扬尘； ③沥青搅拌机出口和出料过程产生的沥青烟气。
	沥青烟气		
水环境	施工人员生活污水	短期可逆不利	①施工人员生活污水经化粪池收集处理后作为农肥，对环境影响小； ②施工废水经沉淀处理后回用于生产或用于洒水抑尘，对水环境影响小。
	施工废水		
生态环境	永久占地	长期、不利、不可逆	①工程占用生态敏感区、生态保护红线，对生态敏感保护目标和功能造成不利影响； ②工程永久和临时占地减少了当地耕地、林地，尤其是公益林； ③施工管理不当，将破坏征地范围外的植被，对生态造成影响； ④开挖、弃渣时易造成地表植被受损，增加区域水土流失量； ⑤工程永久占地、临时占地对野生动物特别是重点保护野生动物的生境可能造成阻隔破坏等影响，施工活动及车辆运行噪声、灯光等可能会对重点保护野生动物造成惊扰等。
	临时占地	短期、可逆、不利	
	水土流失		
固体废弃物	施工活动	短期、可逆	生活垃圾分类收集，委托当地环卫部门定期清运，对环境影响较小。 综合利用后剩余部分及时运至弃土场，对环境影响较小。 放置在工棚或露天堆放，与周围环境不协调，造成视觉污染。 危险废物需单独收集贮存，委托有资质单位处置，对环境影响较小。
	施工人员生活垃圾		
	废弃土石方		
	建筑废料		
	废机油、废活性炭		

(2) 营运期

运营期的影响识别见表 1.4-2。

表 1.4-2 营运期主要环境影响因素识别

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
声环境	交通噪声	长期、不可逆、不利	影响沿线评价范围内居民正常的生产和生活。
环境空气	汽车尾气	长期、不可逆、不利	①汽车尾气对沿线空气质量造成影响； ②附属设施油烟废气对环境的影响； ③营运车辆产生的路面扬尘对环境的影响。
	附属设施的油烟废气		
	路面扬尘		
水环境	初期路面径流	长期不可逆不利	①下雨初期，降雨冲刷产生的道路径流污水造成敏感水体水质污染； ②服务设施产生的污水经处理后回用，不外排，对水环境影响很小； ③装载危险品的车辆因交通事故泄漏污染水体。
	辅助设施污水		
	危险品运输		
生态环境	交通阻隔、生境切割等	长期、不可逆、不利	①交通噪声破坏原有环境质量，影响沿线野生动物； ②对野生动物活动区间的阻隔限制影响；

固体废物	生活垃圾及洒落物	长期、影响较小	生活垃圾及运输车辆洒落的固体废物等，定期清理，对环境影响较小。
------	----------	---------	---------------------------------

1.4.2 评价因子筛选

根据对拟建工程的特点、沿线环境特征、工程的环境影响因素分析和识别，筛选出主要的环境影响评价因子，见表 1.4-3 和表 1.4-4。

表1.4-3 环境因素和评价因子筛选

环境要素	施工期		运营期	
	影响因素	评价因子	影响因素	评价因子
水环境	施工人员生活污水	COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、SS、动植物油	沿线附属设施产生的生活污水	COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、SS、石油类
	施工生产废水	石油类、SS、水源保护区水质		
	桥梁下部结构施工废水	SS	路桥面雨水	COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、SS、石油类
声环境	施工噪声	L <sub>Aeq</sub>	交通噪声	L <sub>Aeq</sub>
大气环境	施工扬尘	颗粒物	汽车尾气	NO <sub>x</sub> 、CO
	路面铺设	沥青烟气		
	施工机械	尾气	沿线附属设施的	油烟
	项目部	油烟	油烟废气	

表 1.4-4 生态影响评价因子筛选

环境要素	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
施工期					
生态环境	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	施工占地对生境的破坏，施工行为对生境的干扰，施工造成区域保护动物趋避引起的种群数量减少等； 施工占地对植被破坏，对区域植被总体数量造成减少，区域种群结构的影响在可接受范围。项目未占压古树名木和重点保护野生植物。	施工活动对生境的占用为长期、不可逆；施工行为对动物驱离是短期、可逆； 施工占地对植被破坏为长期、不可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生境	生境面积、质量、连通性	公路施工占用生境面积、影响生境质量和生境连通性。	公路施工直接占用生境面积为长期、不可逆；施工行为影响生境质量和生境连通性是短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	公路施工占地造成一定数量植被损失，进而直接影响到陆生脊椎动物群落组成。	公路施工占地造成植被损失长期、不可逆；对于区域内陆生脊椎动物群落影响是短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生态系统	植被覆盖	施工占地造成一定数量植被损	公路施工占地对植被覆盖	落实生态保

环境要素	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
	统	度、生产力、生物量、生态系统功能等	失，对局部植被覆盖度、生产力和生物量产生一定影响，对生态系统功能影响较小。	度、生产力、生物量影响为长期、不可逆；对区域生态系统功能影响短期、可逆。	护措施后影响弱
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工占地会导致植被的损失和生境的丧失，也会干扰影响到占地区域陆生脊椎动物群落组成，影响到物种的丰富度、均匀度和优势度。	公路施工占地对生物多样性为长期、不可逆；对区域生物多样性而言影响为短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	施工清表、土方开挖等行为对生态保护红线、国家公园内的植被造成一定数量破坏，对施工现场周边一定距离的野生动物有一定的驱离影响。	公路施工占地对生态保护红线、国家公园内的生态功能造成影响为长期、不可逆；对于生态敏感区整体影响是短期、可逆	落实生态保护措施后影响弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	施工期施工行为会造成部分景观的割裂，但对景观多样性影响不大。	施工占地对景观多样性影响是短期、可逆的，对景观完整性的影响是长期、不可逆的；对区域景观多样性无影响	落实生态保护措施后影响弱
运营期					
生态环境	物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	工程运营后不会对植物物种分布范围、种群数量、种群结构等产生影响；鸟类、爬行类、小型兽类等施工期间暂时被驱离，运营期逐渐适应公路环境迁回生活，桥梁涵洞等构筑物提供动物通行通道；公路运营可能会出现碾压和冲撞陆生脊椎动物的情况，进而会对动物分布范围、种群数量、种群结构、行为等产生影响。	公路运营期对于公路占地线内的物种影响是长期、不可逆；评价范围内的物种分布、种群数量、种群结构和行为等影响为短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生境	生境面积、质量、连通性	运营期公路对陆生脊椎动物部分种会具有一定的影响。	公路占用生境面积为长期、不可逆；占用面积相对区域环境较小，对于评价范围内的生境质量和生境连通性是短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生物群落	物种组成、群落结构等	公路运营期绿化采用乡土物种，不会对物种组成、群落结构造成影响。公路运营噪声及车辆灯光对于陆生脊椎动物群落会有一定影响。	公路占地范围内物种组成、群落结构等影响是长期、不可逆；对于评价范围内的生物群落影响为短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能	公路永久占地造成一定数量植被损失，对局部植被覆盖度、生产力和生物量产生一定影响，对生态系统功能影响总体可以接受。	公路占地范围内植被覆盖度、生产力、生物量影响为长期、不可逆；对评价范围内生态系统功能影响短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱

环境要素	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
		等			
	生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	公路永久占地造成一定数量植被损失，物种丰富度、均匀度、优势度等影响总体可接受。 公路运营噪声及车辆灯光对于陆生脊椎动物会有一定影响。	公路占地范围内的生物多样性影响为长期、不可逆；对于评价范围内的生物多样性影响为短期、可逆。	落实生态保护措施后影响弱
	生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	公路永久占地对海南热带雨林国家公园、生态保护红线内的植被造成一定数量破坏，但落实环保措施后对主要保护对象及生态功能影响可以接受。	公路占地对海南热带雨林国家公园、生态保护红线的生态功能造成影响为长期、不可逆	落实生态保护措施后影响弱
	自然景观	景观多样性、完整性等	公路运营期形成公路景观，会造成原有部分景观的割裂，但对景观多样性影响不大。	公路建设成后在区域内增加了公路景观，同时切割了现有局部景观，影响是长期、不可逆的；区域内已存在多条公路景观，景观多样性无影响。	落实生态保护措施后影响弱

## 1.5 评价内容、等级和范围

### 1.5.1 评价内容

根据拟建公路工程特点及对路线方案的现场调研成果，确定该项目环境影响评价工作的主要内容如下：

#### (1) 工程分析

根据主体工程前期工作成果，结合现场勘察，综述工程概况，进行工程环境影响因素分析，并对施工期及运营期主要环境污染排放源强进行估算，分析工程与相关政策及规划的符合性，并对局部路段从环境可接受性的角度进行方案比选。

#### (2) 生态环境影响评价

分析公路建设对海南热带雨林国家公园、生态保护红线、公益林、土地利用、农业生态、野生动植物等的影响，公路建设对项目沿线水生生态的影响，预测影响的可接受水平并提出相应的保护和恢复措施。

#### (3) 地表水环境影响评价

通过现状监测，对沿线跨越河流进行现状评价，预测工程运营期污水排放对沿线水体的影响并提出保护措施。

#### (4) 地下水环境影响分析

依据 HJ610-2016，本项目对拟建的 3 处服务区仅进行了初步选址，但服务区内部加油站尚未明确建设规模，本次评价不包含加油站建设内容，加油站在建设时应另报环境影响文件。综上，本项目属于 HJ610-2016 中界定的IV类（加油站以外的区域）项目，按导则要求不进行地下水环境影响评价。

(5) 声环境影响评价

在现状监测和评价的基础上，按相应的国家声环境质量标准分别进行影响预测评价和对比分析，预测项目施工期和运营期对声环境和声敏感目标的影响程度，提出针对性的影响防护措施。

(6) 环境空气影响评价

按相关规范和环境空气质量标准要求，分析工程建设对沿线环境空气质量的影响范围和程度，为环境管理提供依据。

除以上内容外，本次评价还包括方案比选、环境风险评价、景观评价、环境保护措施及其技术经济论证、环保管理计划和监测计划、环境经济损益分析等内容。

1.5.2 评价等级

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目建设内容包含新建高速公路，应当编制环境影响报告书，对项目产生的污染和环境影响进行全面、详细评价。

按照《环境影响评价技术导则》（HJ2.3-2018，HJ2.4-2021，HJ19-2022，HT2.2-2018，HJ610-2016，HJ964-2018、HJ169-2018），确定本项目各专题的评价等级，见表 1.5-1。

表 1.5-1 环境影响工作等级表

环境因素	环评等级	环评等级划分依据
生态环境		项目为线性工程，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）“6.1.4 建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。”“6.1.6 线性工程可分段确定评价等级。”本项目生态评价分段确定评价等级。
	一级	项目主线 K0+470~K2+505、K2+805~K11+625 和丰满连接线位于海南热带雨林国家公园一般控制区（其中 K4+070~K11+625 以隧道形式穿越，K4+070~K4+360 设置高位水池、低位水池及输水管道，K6+490 右侧 120m 处设置斜井出口及 135m 施工便道，K8+865 右侧 167m 处设置竖井出口及 460m 施工便道）。 根据 HJ19-2022 “6.1.2 a）涉及国家公园、自然保护区世界遗产、重要生境时，评价等级为一级”，本项目主线 K0+470~K2+505、K2+805~K4+360、K6+490 斜井出口及其施工便道、K8+865 竖井及其施工便道和丰满连接线的陆生生态判定评价等级为一级。
	二级	根据 HJ19-2022 “6.1.6 线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或

		<p>地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。”</p> <p>判定 K4+360~K11+625（除斜井、竖井洞口永久占地外）评价等级为二级。</p> <p>项目穿越国家公园的路段均穿越生态保护红线，其评价等级按照上述国家公园要求确定；</p> <p>在国家公园范围之外，主线 K0~K0+470、K2+505~K2+805 周边为国家公园，K11+625~K14+095 路段穿越生态保护红线其他区域（其中 K11+625~K12+330 以隧道形式穿越，无永久和临时占地）。</p> <p>根据 HJ19-2022 “涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”要求，判定主线 K0~K0+470、K2+505~K2+805、K12+330~K14+095 段评价等级为二级</p>
	三级	<p>主线 K11+625~K12+330 以隧道穿越生态保护红线。根据 HJ19-2022 “6.1.6 线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级”，K11+625~K12+330 段评价等级为三级；</p> <p>主线 K14+905~K15+563 和牙叉连接线不涉及生态敏感区、生态保护红线和重要生境，评价等级为三级。</p>
环境噪声	一级	<p>项目施工期为短期性噪声，营运期以交通噪声为主。敏感目标涉及《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 1、2 类声环境功能区，建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量达 5dB 以上，确定项目声环境评价为一级评价。</p>
地表水环境	水污染影响型三级 B	<p>项目为复合影响型建设项目，根据导则应按类别分别确定评价等级。本项目施工期生产废水经隔油沉淀处理后回用于施工场地、临时便道洒水抑尘，生活污水经化粪池收集处理后用作周边农田的肥料；运营期污水主要来自沿线服务区等服务设施产生的生活污水，经 A<sup>2</sup>/O+MBR 一体化处理设施处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站区绿化。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》，水污染影响型的评价等级为三级 B。</p>
	水文要素影响型二级	<p>根据水文要素影响型建设项目评价等级判定表，项目新建涉水桥墩桥梁 1 座，共有涉水桥墩 2 组，工程扰动水底面积主要为桥墩围堰面积，围堰在桥墩范围基础上向外扩大 1.5m，形成封闭的围堰，工程垂直投影面积及外扩范围 A<sub>1</sub> 约 6.336×10<sup>-5</sup>km<sup>2</sup>&lt;0.05km<sup>2</sup>；扰动水底面积 A<sub>2</sub> 约 1.016×10<sup>-5</sup>km<sup>2</sup>&lt;0.2km<sup>2</sup>；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R 为 3&lt;5；根据导则要求，评价等级为三级。</p>
地下水环境	影响分析	<p>根据 HJ610-2016，本项目属于IV类项目，按导则要求不进行地下水评价，仅对地下水环境进行简单的影响分析。</p>
环境空气	三级	<p>依据 HJ2.2-2018，本项目设置有服务区等服务设施，采用清洁能源，沿线无废气集中排放源，对大气环境影响较小，因此评价等级确定为三级。</p>
风险评价	简单分析	<p>本项目为交通运输类建设项目，环境风险主要为公路上行驶的车辆（特别是运输危险物质的车辆）发生交通事故导致危险物质泄漏。参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目危险物质数量与临界量比值 Q&lt;1，评价工作等级为简单分析。</p>
土壤环境	-	<p>依据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），项目属于交通运输仓储邮政业中的“其他”，即IV类项目，不需开展土壤评价。</p>

表 1.5-2 本项目涉水桥墩扰动水底情况统计表

序号	中心桩号	桥名	桥梁全长(m)	跨径(孔数-孔径)	执行标准	工程扰动水底形式	工程垂直投影面积及外扩范围 A <sub>1</sub> (km <sup>2</sup> )	工程扰动水底面积 A <sub>2</sub> (km <sup>2</sup> )	过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R (%)
1	L1K2+085	南叉河大桥	156.4	5×30	II	2组4个桥墩	6.336×10 <sup>-5</sup>	1.016×10 <sup>-5</sup>	3.00

### 1.5.3 评价范围

根据公路沿线环境特征，本次环境影响评价的范围见表 1.5-3。

表 1.5-3 环境影响评价范围

评价内容	评价范围
生态环境	公路穿越海南热带雨林国家公园路段主线 K0+470~K2+505、K2+805~K11+625 和水满连接线评价范围扩大到所在国家公园片区范围； K2+505~K2+805 涉及重要生境、K4+360~K11+625 隧道穿越国家公园段、K12+330~K14+905 穿越生态保护红线段以线路穿越段向两端外延 1km、线路中线向两侧外延 1km 为评价范围； 主线 K0~K0+470、K11+625~K12+330、K14+905~K15+563 和牙叉连接线不涉及生态敏感区，评价范围以线路中心线向两侧外延 300m 为评价范围，局部路段根据地形地貌适当调整； 隧道斜井和竖井洞口、施工生产生活区、弃土场等以扰动范围外 300m 为评价范围。
地表水	公路中心线两侧各 200m 范围内的地表水体，其中公路跨越河流处，地表水评价范围扩大至跨越点上游 500m 至下游 1000m 的河段。
地下水	路中心线两侧各 200m 以内的水井，拟建服务区所在的水文地质单元。
环境噪声	路中心线两侧各 200m 以内居民住宅、学校等，临时工程周边 200m 以内区域。
环境空气	根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ.2.2-2018）5.4.3 三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。
风险评价	跨河桥梁上游500m至下游1000m河段；公路沿线两侧居住区。

## 1.6 项目区环境功能区划

### 1.6.1 生态功能区划

根据海南省生态功能区划，本项目穿越 1 个生态区（海南中部山地生态区）、1 个生态亚区（中部山地雨林生态亚区）和 3 个生态功能区（五指山-吊罗山生物多样性保护生态功能区、霸王岭-黎母山生物多样性保护与水源涵养生态功能区和松涛水库水源保护生态功能区），具体生态功能区详见表 1.6-1。

表 1.6-1 项目区主要生态功能区划

生态区	生态亚区	生态功能区	主要环境问题	主要生态系统服务功能	生态环境敏感性	主要生态保护措施	产业方向	分布路段
III 海南中部山地生态区	III-1 中部山地雨林生态亚区	III-1-4 五指山-吊罗山生物多样性保护生态功能区	生物多样性减少，生态服务功能下降，水源涵养能力降低	地形对水土流失极为敏感，植被对水土流失为中度敏感，生物多样性（生境）、地质灾害	水源涵养和生物多样性保护	自然保护区建设，对热带天然林进行封山管护，防治森林生态系统退化	以花卉种植为主的热带高效农业，以热带雨林观光为主的旅游业	主线 K0~K4+135、水满连接线

生态区	生态亚区	生态功能区	主要环境问题	主要生态系统服务功能	生态环境敏感性	主要生态保护措施	产业方向	分布路段
		III-1-2 霸王岭-黎母山生物多样性保护与水源涵养生态功能区	生物多样性减少, 水源涵养能力降低、水土流失和水土流失加剧	地形对水土流失极为敏感、地质灾害中度敏感	水源涵养和生物多样性保护	加强自然保护区建设, 对热带天然林进行封山管护, 实施退耕还林, 防止水土流失	以花卉种植为主的热带高效农业, 以热带雨林观光为主的旅游业	主线 K4+135~K15+563
		III-1-1 松涛水库水源保护生态功能区	生物多样性减少, 水源涵养能力降低、水土流失和水土流失加剧	植被对水土流失敏感、洪涝灾害和地质灾害中度敏感	水资源保护和水源涵养	对热带天然林进行封山管护, 实施退耕还林, 防止水土流失	以热带水果、经济作物、花卉种植为主的热带高效农业和观光旅游业	牙叉连接线

1.6.2 水环境功能区划

路线主线以桥梁形式跨越昌化江支流什隆溪及其支沟、牙叉连接线以桥梁形式跨越南叉河及其支流什卒沟、南架沟, 水满连接线 L2K0+000~L2K4+900 段伴行昌化江支流牙训河。沿线主要水体环境功能区划见表 1.6-2 所示。

表 1.6-2 项目沿线主要水体水环境功能区划

序号	中心桩号	桥梁名称	水体名称	现状水质类别	规划水体功能	水质目标	备注
什运互通	K0+358	什运互通主线桥	什隆溪	I	/	I	无区划, 汇入昌化江, 参照昌化江区划
	AK0+360	A 匝道桥					
	BK0+594	B 匝道桥					
	CK0+945	C 匝道桥					
主线	ZK2+611	什龙 1 号大桥	无名河沟	/	/	I	无区划, 汇入什隆溪, 参照什隆溪区划
	K2+626						
	ZK3+210	什龙 2 号大桥	无名河沟	/	/	I	无区划, 汇入什隆溪, 参照什隆溪区划
	K3+300						
	ZK3+630	鹦哥岭 1 号大桥	什隆溪	I	/	I	无区划, 汇入昌化江, 参照昌化江功能区划
	K3+624						
ZK3+998	鹦哥岭 2 号大桥	无名河沟	/	/	I	无区划, 汇入什隆溪, 参照什隆溪区划	
牙叉连接线	L1K0+282	牙叉中桥	什卒沟 (南叉河支流)	/	/	II	无区划, 汇入南叉河, 参照南叉河区划
	L1K2+085	南叉河大桥	南叉河	II	/	II	《海南省水功能区划》(修编)

序号	中心桩号	桥梁名称	水体名称	现状水质类别	规划水体功能	水质目标	备注
牙叉互通	L1K2+700	右线海旺中桥	南架沟	/	/	II	无区划，汇入南叉河，参照南叉河区划
	L1ZK2+917.5	牙叉大桥	无名河沟	/	/	II	无区划，汇入南叉河，参照南叉河区划
	L1K2+917.5						
	DK0+297	D 匝道桥	南架沟	/	/	II	无区划，汇入南叉河，参照南叉河区划
	FK0+272	F 匝道桥					
DBZK35+841.24 2	主线跨 G361 大桥拼宽						
水满连接线	L2K0+900~L2K4+900 段伴行		牙训河	I	/	I	无区划，汇入昌化江，参照昌化江区划

### 1.6.3 声环境功能区划

拟建公路沿线区域尚未划定声环境功能区划。

### 1.6.4 环境空气功能区划

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012），一类区为自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。因此本项目沿线穿越海南热带雨林国家公园、自然保护区和风景名胜区等区域的路段执行一类区标准，其余路段执行二类区标准。

## 1.7 评价标准

根据沿线环境功能区划，拟建公路环境影响评价执行标准如下：

### 1.7.1 环境质量标准

#### 1.7.1.1 声环境

现状评价：本项目所在区域为乡村。参照《声环境质量标准》（GB 3096-2008），一般村庄现状噪声执行 1 类标准；有交通干线经过的村庄执行 2 类标准。交通干线穿过的村庄，距公路边界 35m 内执行 4a 类标准，35m 外执行 2 类标准。

影响评价：项目主线及牙叉连接线为高速公路，参照《声环境质量标准》（GB 3096-2008）、《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190-2014），项目主线、牙叉连接线及其他交通干线两侧边界外 35m 内执行 4a 类标准，35m 外执行 2 类标准。水满连接线为单车道四级公路，不属于交通干线，两侧执行 1 类标准。

标准值详见下表。

**表 1.7-1 环境噪声执行标准 (GB3096-2008) 单位: LAeq(dB)**

评价时段	敏感目标	昼间	夜间	标准
现状评价	无交通干线通过的村庄、学校、医院	55	45	1 类
	现状公路交通干线红线外 35m 内的居民住宅	70	55	4a 类
	现状公路交通干线红线外 35m 外的居民住宅	60	50	2 类
影响评价	主线、牙叉连接线及其他交通干线红线外 35m 内的居民住宅	70	55	4a 类
	主线、牙叉连接线及其他交通干线红线外 35m 外的居民住宅	60	50	2 类
	水满连接线两侧	55	45	1 类

**1.7.1.2 地表水环境**

路线以桥梁形式跨越昌化江支流什隆溪及其支沟、南叉河及其支流什卒沟、南架沟，水满连接线 L2K0+000~L2K4+900 段伴行昌化江支流牙训河。根据《海南省水功能区划》（修编），南叉河路线跨越处执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II 类标准，什隆溪及其支沟、南叉河支流什卒沟和南架沟、牙训河未划分功能区划和保护目标，什隆溪及其支沟和牙训河根据昌化江水环境功能区划参照执行 I 类标准，南叉河支流什卒沟和南架沟参照执行 II 类标准。相关水质标准数值见表 1.7-2。

**表 1.7-2 地表水环境质量相关水质标准 (摘录)**

项目	pH(无量纲)	COD (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	石油类 (mg/L)	氨氮 (mg/L)
I 类标准值	6~9	≤15	≤3	≤0.05	≤0.15
II 类标准值	6~9	≤15	≤3	≤0.05	≤0.5

**1.7.1.3 环境空气**

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012），一类区为自然保护区、风景名胜区和 其他需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。因此本项目涉及海南热带雨林国家公园、自然保护区、风景名胜区等敏感区域的路段执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，其余路段执行二级标准，见表 1.7-3。

**表 1.7-3 环境空气质量标准 (GB3095-2012)**

污染物项目	平均时间	浓度限值(一级)	浓度限值(二级)	单位
SO <sub>2</sub>	24 小时平均	50	150	μg/m <sup>3</sup>
	1 小时平均	150	500	μg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	24 小时平均	80	80	μg/m <sup>3</sup>
	1 小时平均	200	200	μg/m <sup>3</sup>
TSP	24 小时平均	120	300	μg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	24 小时平均	50	150	μg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	24 小时平均	15	75	μg/m <sup>3</sup>
CO	24 小时平均	4	4	mg/m <sup>3</sup>
	1 小时平均	10	10	

**1.7.2 污染物排放标准**

**1.7.2.1 噪声排放标准**

施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），见表1.7-4。

**表 1.7-4 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011） 单位：LAeq(dB)**

施工阶段	昼间	夜间
施工活动	70	55

注：夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

本项目白沙服务区（与隧道管理站、养护工区合建）200m 范围内有村庄敏感点，排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），见表 1.7-5。

**表 1.7-5 工业企业厂界环境噪声排放限值 单位：dB(A)**

厂界外声 环境功能区类别	时段	昼间	夜间
	2	60	50
4	70	55	

注：夜间频发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 10dB(A)；夜间偶发噪声的最大声级超过限值的幅度不得高于 10dB(A)。

**1.7.2.2 污水排放标准**

施工期施工人员的粪便经化粪池收集处理后用作周边农田的肥料；食堂废水经隔油沉淀处理后回用于绿化及洒水抑尘；施工废水和食堂废水经隔油沉淀处理后回用于绿化及洒水抑尘。施工期无废水外排。

运营期服务区等附属设施生活污水经 A<sup>2</sup>/O+MBR 一体化处理设施处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站区绿化。相关水质标准数值见表 1.7-6。

**表 1.7-6 城市杂用水水质基本控制项目及限值**

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0-9.0	6.0-9.0
2	色度，铂钴色度单位	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU	5	10
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）/（mg/L）	10	10
6	氨氮/（mg/L）	5	8
7	阴离子表面活性剂/（mg/L）	0.5	0.5
8	铁/(mg/L)	0.3	—
9	锰/（mg/L）	0.1	—
10	溶解性总固体/（mg/L）	1000（2000） <sup>a</sup>	1000（2000） <sup>a</sup>

11	溶解氧/ (mg/L)	2.0	2.0
12	总氯 (mg/L)	1.0 (出厂) , 0.2 (管网末端)	1.0 (出厂) , 0.2 <sup>b</sup> (管网末端)
13	大肠埃希氏菌/ (MPN/100mL 或 CFU/100mL)	无 <sup>c</sup>	无 <sup>c</sup>
注：“—”表示对此项无要求。 a 括号内标准值为沿海及本地水源中溶解性总固体含量较高的区域的指标。 b 用于城市绿化时，不应超过 2.5mg/L。 c 大肠埃希氏菌不应检出。			

**1.7.2.3 大气污染物排放标准**

基层拌和站、混凝土拌和站和构件预制场生产设备废气粉尘排放标准采用《水泥工业污染控制标准》(DB46/524-2021)表 1 中的标准，见表 1.7-7；基层拌和站、混凝土拌和站、构件预制场生产设备大气污染物无组织排放监控点浓度限值执行《水泥工业污染控制标准》(DB46/524-2021)表 3 中的标准，见表 1.7-8；道路、桥涵施工扬尘、汽车尾气无组织排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 新污染源中无组织排放监控浓度限值，见表 1.7-9；沥青拌和站苯并[a]芘、沥青烟执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中最高允许排放浓度和排气筒高度 15m 的排放速率限值，生产设备不得有明显的沥青烟无组织排放存在，见表 1.7-10；沥青拌和站矿粉筒仓仓顶布袋除尘器尘粉颗粒物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中最高允许排放浓度、排气筒高度 15m 的排放标准限值，见表 1.7-10；项目施工期压路机、挖掘机、装载机和摊铺机等非道路移动机械及其装用的柴油机排气烟度执行《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法(GB 36886-2018)》，见表 1.7-11。

运营期服务设施饮食业油烟排放执行《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)，见表 1.7-12。

**表 1.7-7 现有与新建企业大气污染物排放限值 单位：mg/m<sup>3</sup>**

生产过程	生产设备	颗粒物
		最高允许排放浓度 mg/m <sup>3</sup>
水泥储存及水泥制品生产	水泥库(仓)及其他通风生产设备	10

**表 1.7-8 大气污染物无组织排放限值 单位：mg/m<sup>3</sup>**

污染物项目	限值	限值含义	无组织排放监控位置
颗粒物	0.5	监控点与参照点总悬浮颗粒物(TSP) 1 小时浓度值的差值	厂界外 20m 处上风向设参照点，下风向设监控点

**表 1.7-9 大气污染物排放限值 单位：mg/m<sup>3</sup>**

污染物	最高允许排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	无组织排放监控浓度限值	
		监控点	浓度 (mg/m <sup>3</sup> )
颗粒物	120	周界外浓度最高点	1.0
氮氧化物	240	周界外浓度最高点	0.12
二氧化硫	550	周界外浓度最高点	0.40

\*周界外浓度最高点一般应设置於无组织排放源下风向的单位周界外10m范围内，若预计无组织排放的最大落地浓度点超出10m范围，可将监控点移至该预计浓度最高点。

**表 1.7-10 大气污染物综合排放标准**

污染物名称	最高允许排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	最高允许排放速率 (kg/h)		无组织排放监控浓度限值	
		排气筒高度	二级	监控点	浓度
苯并[a]芘	0.30×10 <sup>-3</sup>	15	0.050×10 <sup>-3</sup>	周界外浓度最高点	0.008ug/m <sup>3</sup>
沥青烟	75 (搅拌)	15	0.18	生产设备不得有明显的无组织排放存在	
颗粒物	120	15	3.5	周界外浓度最高点	1.0mg/m <sup>3</sup>
氮氧化物	240	15	0.77	周界外浓度最高点	0.12mg/m <sup>3</sup>

**表 1.7-11 排气烟度限值**

类别	额定净功率 P <sub>max</sub> (kW)	光吸收系数 (m <sup>-1</sup> )	林格曼黑度级数
I	P <sub>max</sub> <19	3.00	1
	19≤P <sub>max</sub> <37	2.00	
	37≤P <sub>max</sub> ≤560	1.61	
II	P <sub>max</sub> <19	2.00	1 (不能有可见烟)
	19≤P <sub>max</sub> <37	1.00	
	37≤P <sub>max</sub>	0.80	

注：GB20891-2007 第二及以前阶段排放标准的非道路柴油移动机械，执行 I 类限值；  
GB20891-2014 第三及以后阶段排放标准的非道路柴油移动机械，执行 II 类限值。

**表 1.7-12 饮食业油烟最高允许排放浓度和油烟净化设施最低去除效率**

规模	小型	中型	大型
基准灶头数	≥1, <3	≥3, <6	≥6
最高允许排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.0		
净化设施最低去除率 (%)	60	75	85

**1.7.2.4 固体废物污染控制标准**

一般固体废物贮存执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；生活垃圾执行《海南省生活垃圾转运及处理设施运行监管标准》(DBJ46-056-2020)；危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单。

## 1.8 评价方法、重点及时段

### 1.8.1 评价方法

公路建设为大型线性开发项目，具有线路长和影响面广等特点。本评价各路段采用“点线结合、以点代段、全线反馈”的评价原则。各专题具体评价方法见表 1.8-1。

表 1.8-1 评价方法一览表

专题	现状评价	影响评价
生态环境	现场调查法、资料收集法、专家和公众咨询法	列表清单法、生态机理分析法、图形叠置法、类比分析法等
声环境	现状监测	模式计算和现场监测相结合
水环境	现状监测	模式计算、类比分析
环境空气	资料收集	模式计算、类比分析

### 1.8.2 评价重点

本项目穿越国家公园、生态保护红线，占压公益林。项目施工期的路基填挖方、桥梁工程、隧道工程、临时占地等工程行为会造成植被破坏、占用湿地，减少耕地、林地面积，影响沿线地表水水质，破坏动植物生境，对沿线生态环境产生影响。项目建成营运后随着交通量的增大，交通噪声对沿线距离较近的居民住宅、学校等敏感目标的正常生活、学习、工作会造成干扰。

因此本项目以项目建设对国家公园以及重要保护动植物的影响以及营运期声环境影响及相应的保护措施为评价重点。

### 1.8.3 评价时段

评价时段分为施工期和运营期。施工期为 3 年；营运近、中、远期分别以 2026、2032、2040 年为评价代表年。

## 1.9 主要环境保护目标

### 1.9.1 生态环境保护目标

本项目生态环境保护目标主要是公路评价范围内受影响的生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等，详见表 1.9-1。

表 1.9-1 生态环境保护目标

保护目标	敏感目标特征	重要保护对象	相关关系	敏感目标保护要求	相关法律法规要求
永久基本农田	根据“三区三线”划定成果，项目占用永久基本农田 1.2173hm <sup>2</sup> 。		项目沿线	①履行占地手续，确保耕地占补平衡； ②通过拉线、立桩等措施防止越界施工； ③表土层剥离后用于工程后期土地复垦或景观绿化用土； ④临时占用耕地，施工结束后，恢复为耕地。	根据《海南省人民政府办公厅关于做好省重点（重大）项目土地要素保障的通知》（琼府办〔2022〕7号），公路等重点基础设施项目用地选址难以避让永久基本农田，但符合建设占用永久基本农田调整补划以及规划调整的相关规定范围的，纳入省重点（重大）项目清单后按相关规定办理永久基本农田调整补划及规划调整审批手续。
植被及野生保护植物、古树	永久及临时占用林地	生态公益林、天然林、古树，国家保护野生植物	占用生态公益林 52.8239hm <sup>2</sup> ，天然林 46.3678hm <sup>2</sup> 。 项目用地范围内有 2 株高山榕挂牌二级古树，1 株位于主线和服务区匝道之间区域，项目不占压；另 1 株位于边坡范围内，应予以保留； 评价范围内分布有国家一级保护植物海南苏铁、坡垒，二级保护植物 15 种：长尾观音座莲、白桫欏、黑桫欏、大叶黑桫欏、桫欏、金毛狗、野龙眼、野荔枝、青梅、海南风吹楠、海南红豆、软荚红豆、油楠、海南大风子、硬叶兰。项目用地范围内有海南苏铁、长尾观音座莲、软荚红豆、野龙眼、硬叶兰 5 种国家保护野生植物	公益林占一补一； 加强天然林保护，对占用较多的水满连接线路优化线路走向和建设方式，减少占用； 古树设置围栏和挂牌保护； 避让保护植物，确无法避让的，按照法律法规办理手续，在征得主管部门同意后，采取近地移植保护	《国家级公益林管理办法》规定确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，按照规定实行占补平衡。 《海南省重点公益林管理办法》严格控制征占用重点公益林林地。确因国家建设需要征占用的，确因国家建设需要征占用的，必须坚持“占一补一”的原则，经同级人民政府审核，签订新的区划界定书后，报原批准机关审批，并依法办理用地审核、林木采伐手续。 《天然林保护修复制度方案》(厅字[2019] 39 号)规定，除国防建设、国家重大工程项目建设特殊需求外，禁止占用保护重点区域的天然林地，建议将项目列入国家重大项目建设计划，按规定办理征占用审核审批手续。 《海南省古树名木保护管理规定》禁止砍伐、擅自移植、剥损树皮、掘根；禁止在树冠垂直投影向外 5m 范围挖坑取土、倾倒废水废渣等有害物质。 《中华人民共和国野生植物保护条例》第九条 国家保护野生植物及其生长环境。禁止任何单位和个人非法采集野生植物或者破坏其生长环境。第十三条 建设项目对国

保护目标	敏感目标特征	重要保护对象	相关关系	敏感目标保护要求	相关法律法规要求
					家重点保护野生植物和地方重点保护野生植物的生长环境产生不利影响的，建设单位提交的环境影响报告书中必须对此作出评价；环境保护部门在审批环境影响报告书时，应当征求野生植物行政主管部门的意见。
沿线野生动物	评价范围内野生动物	国家和海南省重点保护野生动物	<p>国家 II 级重点保护陆生脊椎动物 15 种，分别为脆皮大头蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、黑耳鸢、褐耳鹰、蛇雕、原鸡、山皇鸠、褐翅鸦鹃、白胸翡翠、红头咬鹃、蓝须夜蜂虎、银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛、豹猫；</p> <p>海南省级重点保护陆生脊椎动物 19 种：细刺蛙、大绿臭蛙、海南溪树蛙、斑飞蜥、舟山眼镜蛇、池鹭、白鹭、鸕鹚、珠颈斑鸠、山斑鸠、绿翅金鸠、白头鹎、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺、鼬獾、倭花鼠、赤腹松鼠。</p>	合理安排施工时序和时间，高噪声施工环节避开野生动物和鸟类繁殖季节和觅食时间，宣传教育和普及野生动物保护法。	《中华人民共和国野生动物保护法》任何组织和个人都有保护野生动物及其栖息地的义务。禁止违法猎捕野生动物、破坏野生动物栖息地；避让相关自然保护区域、野生动物迁徙洄游通道；无法避让的，应当采取修建野生动物通道、过鱼设施等措施，消除或者减少对野生动物的不利影响。
生态保护红线	<p>根据自然资源部同意启用的海南省“三区三线”划定成果，K0+470~K2+505、K2+805~K14+095 和水满连接线穿越生态保护红线（其中 K4+070~K11+625 以隧道形式穿越，K6+490 右侧 120m 处设置斜井出口，K8+865 右侧 167m 处设置竖井出口）。</p> <p>项目占用生态保护红线面积 83.291hm<sup>2</sup>，其中自然保护地核心区 0.7021hm<sup>2</sup>（均位于隧道进口附近，包括进洞口 30m 路基和洞口仰坡、原有农村公路 155m 改路工程）。</p>		<p>生态保护红线内自然保护地核心区原则上禁止人为活动；其他区域禁止开发性、生产性建设活动。</p> <p>项目占用生态红线，应根据占用生态红线功能，办理相应手续，采取相应生态保护措施</p>	<p>1、《中共中央办公厅 国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》：红线相应调整。生态保护红线内，自然保护地核心区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：.....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建设.....</p> <p>2、《关于加强生态保护红线管理的通知》（试行）生态保护红线内自然保护地核心区外，禁止开发性、生产</p>	

保护目标	敏感目标特征	重要保护对象	相关关系	敏感目标保护要求	相关法律法规要求
					<p>性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，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.....等活动。</p> <p>上述允许的有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目，按照以下规定办理用地用海用岛审批。党中央、国务院发布文件或批准规划中明确具体名称的项目和国务院批准的项目；国家级规划（指国务院及其有关部门正式颁布）明确的交通、水利项目；为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，国务院投资主管部门或国务院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目；按照国家重大项目用地保障工作机制要求，国家发展改革委会同有关部门确认的需中央加大建设用地保障力度，确实难以避让的国家重大项目。</p> <p>3、《海南省生态保护红线管理规定》对于确需建设且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施以及防洪、供水设施建设与运行维护允许在其他区域建设。</p> <p>《海南省生态保护红线准入管理目录》海南省生态保护红线内其他区域准入目录包括确需建设且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施。</p> <p><b>本项目难以避免占用生态红线，需在将项目纳入市县规划的前提下方可占用生态红线其他区域；占用生态保护红线内自然保护地核心区，应申请列入国家重大项目；或协调主管部门办理生态保护红线调整手续。</b></p>
海南热带雨林国家公园	2021年9月30日，国务院同意设立海南热带雨林	热带雨林生态系统及生物多样性资	主线 K0+470~K2+505、K2+805~K11+625 和水满连接线位于国家公园一般控制区（其	进一步优化水满连接线选线，减少对天然林的破坏；绿化生态	第十六条 海南热带雨林国家公园一般控制区原则上禁止开发性、生产性项目建设，但下列项目除外：(三)确需建设且无法避让、符合国家公园规划和县级以上国土空

保护目标	敏感目标特征	重要保护对象	相关关系	敏感目标保护要求	相关法律法规要求
	国家公园	源	中 K4+070~K11+625 以隧道形式穿越, K6+490 右侧 120m 处设置斜井出口, K8+865 右侧 167m 处设置竖井出口)	恢复设计风格应当与周边自然和人文景观相协调。项目施工过程中, 建设单位、施工单位应当采取有效措施, 维护植被、水体、野生动植物资源和地形地貌, 不得违规排放废水、废气和倾倒废弃物。施工结束后, 应当及时清理场地, 造成环境破坏的, 应当同步进行生态修复。	间规划的线性基础设施以及防火、防洪、供水设施建设与运行维护; 第十七条 在海南热带雨林国家公园内建设项目, 应当符合国家公园规划, 并征得国家公园管理机构同意后, 依法审批, 禁止未批先建。 第十八条 海南热带雨林国家公园内经批准的建设项目, 在选址、规模、风格等方面应当与周边自然和人文景观相协调。项目施工过程中, 建设单位、施工单位应当采取有效措施, 维护植被、水体、野生动植物资源和地形地貌, 不得违规排放废水、废气和倾倒废弃物。施工结束后, 应当及时清理场地, 造成环境破坏的, 应当同步进行生态修复。 本项目为省重点建设项目, 建设单位已组织编制《什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程对海南热带雨林国家公园生物多样性影响评价报告》, 正在办理审批手续。主管部门同意前, 禁止开工建设。
鹦哥岭国家级自然保护区	1981 年建立, 2004 年 7 月成为省级自然保护区, 2014 年 12 月成为国家级自然保护区。 根据《海南热带雨林国家公园总体规划 (2019-2030 年)》, 鹦哥岭国家级自然保护区纳入国家公园管理。海南省林业局复函项目仅涉及国家公园	珍稀动植物资源及其栖息地、复杂的森林类型和热带雨林生态系统、独特的热带雨林景观。	鹦哥岭隧道 ZK6+750~ZK6+860、ZK7+062~ZK7+292 以隧道形式穿越实验区。 按国家公园管理, 隧道穿越一般控制区	项目以隧道形式穿越自然保护区, 无其他永久性、临时性工程	鹦哥岭国家级自然保护区纳入海南热带雨林国家公园管理, 应依法办法国家公园相关准入手续。主管部门同意前, 禁止开工建设。

保护目标	敏感目标特征	重要保护对象	相关关系	敏感目标保护要求	相关法律法规要求
	1个自然保护地				
五指山省级风景名胜区	《五指山风景名胜区总体规划》正在修编，根据《海南热带雨林国家公园总体规划（2019-2030年）》，路线涉及的五指山风景名胜区片区纳入国家公园管理。海南省林业局复函项目仅涉及国家公园1个自然保护地	风景名胜资源	水满连接线全部位于风景名胜区的生态保育区内。按国家公园管理，穿越一般控制区	加强设施建设的开发强度控制、建设引导以及景观特色营造。按规划有序开展各项建设，严格控制建设范围、开发强度和景观风貌，加强详细设计和景观分析。	项目穿越的风景名胜区片区纳入海南热带雨林国家公园管理，应依法办法国家公园相关准入手续。主管部门同意前，禁止开工建设。

### 1.9.2 水环境保护目标

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），水环境保护目标为：饮用水水源保护区、饮用水取水口，涉水的自然保护区、风景名胜区，重要湿地、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道，天然渔场等渔业水体，以及水产种质资源保护区等。

项目经过地表水环境保护目标共 9 处，包含昌化江支流牙训河、什隆溪及其支沟、南叉河及其支流什卒沟、南架沟。

本项目水环境保护目标见表 1.9-2。

表 1.9-2 项目区地表水环境保护目标一览表

序号	中心桩号	桥梁名称	敏感目标	水体功能	备注
主线	K0+358	什运互通主线桥	什隆溪	I	无区划，参照干流昌化江区划
	AK0+360	什运互通 A 匝道桥			
	BK0+594	什运互通 B 匝道桥			
	CK0+945	什运互通 C 匝道桥			
	ZK2+611	什龙 1 号大桥	无名河沟	I	无区划，参照干流什隆溪区划
	K2+626				
	ZK3+210	什龙 2 号大桥	无名河沟	I	无区划，参照干流什隆溪区划
	K3+300				
	ZK3+630	鹦哥岭 1 号大桥	什隆溪	I	无区划，参照干流昌化江区划
	K3+624				
ZK3+998	鹦哥岭 2 号大桥	无名河沟	I	无区划，参照干流什隆溪区划	
牙叉连接线	L1K0+282	牙叉中桥	什卒沟（南叉河支流）	II	无区划，参照干流南叉河区划
	L1K2+085	南叉河大桥	南叉河	II	《海南省水功能区划》（修编）
	L1K2+700	右线海旺中桥	南架沟	II	无区划，参照干流南叉河区划
	L1ZK2+917.5	牙叉大桥	无名河沟	II	无区划，参照干流南叉河区划
	L1K2+917.5				
	DK0+297	牙叉互通 D 匝道桥	南架沟	II	无区划，参照干流南叉河区划
	FK0+272	牙叉互通 F 匝道桥			
DBZK35+841.242	主线跨 G361 大桥拼宽				
水满连接线	L2K0~L2K4+900 段伴行		牙训河	I	无区划，参照干流昌化江区划

拟建公路沿线村庄基本采用自来水，部分村庄采用集体水井供水。根据调查，评价范围内 K13+900 路左 86m 分布有 1 处水塔—高案村水塔，位于项目征地红线以外，见表 1.9-3。

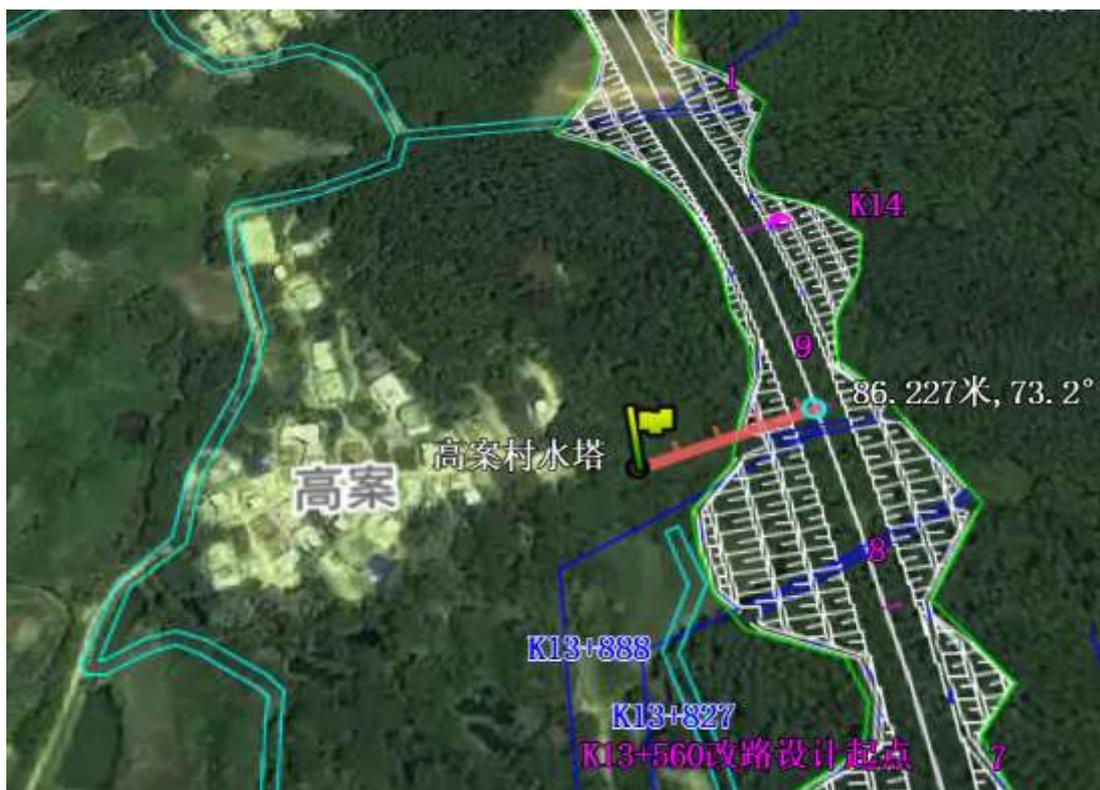


表 1.9-3 高案村水塔与项目位置关系示意图

### 1.9.3 声环境、环境空气保护目标

经现场调查，拟建公路评价范围内噪声和大气敏感保护目标共 13 处，均为居民区。。

沿线辅助设施 200m 范围内共 2 处村庄敏感点。

表 1.9-4 声环境敏感点统计表

序号	声环境保护目标名称	县镇	所在路段	里程范围	线路形式	方位	路基或桥梁高度/m	与现有路的位置关系				现状声环境标准		声环境保护目标地面与路面高差/m	距道路边界距离/m	距道路中心线距离/m	建成后各功能区受影响户数/户		环境特征	
								路名	等级	方位	距离/m	标准	户数				4a类	2类		
1	什龙村	琼中县什运乡	主线段	K2+600-K2+650	桥梁	路右	38	G361	二级公路	路北	42	2类	1	-56	183	196	0	1	位于现有G361公路北侧，正对现有公路，侧对拟建公路，1-2层砖混结构房屋，主要为G361交通噪声和社会生活噪声。	
2	高案村	白沙县元门乡		K13+820-K14+100	路基	路右	13	/	/	/	/	1类	22	-20	89	109	0	22	农村安静村庄，房屋正对拟建公路，1-2层砖混结构房屋，主要为社会生活噪声。	
3	志口村	白沙县元门乡		K14+200-K14+300	路堑	路左	-18	/	/	/	/	1类	11	-12	73	99	0	11	农村安静村庄，房屋正对拟建公路，1-2层砖混结构房屋，主要为社会生活噪声。村庄所在路段为路堑段，村庄与拟建公路间有地形遮挡。主要为社会生活噪声。	
4	鹦哥道班	白沙县元门乡		K14+950-K15+000	路基	路右	0	G361	二级公路	路南	48	2类	10	2	14	64	10人	0	0	鹦哥道班为3层砖混结构房屋，位于现有G361公路南侧，侧对现有公路，正对拟建公路，约有工作人员10名。主要为G361交通噪声和社会生活噪声。
				服务区匝道DK0+850~DK0+900	路基	路右	0							2	14	29				
5	黑榄村	白沙县元门乡	主线终点G361改线段GLK0+050- GLK0+253	路基	两侧	0	G361	二级公路	两侧	11	4a类	15	0	6	20	15	32	位于拟建公路终点，与现有G361相接的改线路段，大部分分布在路左，路右仅有1户，路左背对公路，路右正对公路。1-2层砖混结构房屋为主，与现有G361之间有树木相隔。主要为G361交通噪声和社会生活噪声。		
2类	32																			
6	牙叉一队居民小组	白沙县牙叉镇	牙叉连接线段	L1K0+000-L1K0+180	路基	路左	-1	G361	二级公路	路西	13	4a类	8	1	35	58	8	32	位于现有G361国道和拟建牙叉连接线起点的交叉路口西南角，大部分房屋均为3-4层砖混结构房屋，正对G361，侧对本项目，一层基本为商铺。主要为G361交通噪声和社会生活噪声。	
2类	32																			
7	碧绿小区	白沙县牙叉镇		L1K0+380-L1K0+520	路基	路右	4	/	/	/	/	1类	84	1	155	178	0	84	碧绿小区为牙叉镇的大型居民小区，主要是6层楼房，正对本项目，距离较远，有密林相隔，位于评价范围内有3栋6层楼房，共计84户。主要为社会生活噪声。	
8	鱼塘散户	白沙县牙叉镇	L1K0+700-L1K0+800	路基	路右	6	/	/	/	/	1类	3	0	12	44	2	1	农村安静村庄，房屋侧对或正对拟建牙叉连接线，1层砖混平房，主要为社会生活噪声。		
9	牙训村	琼中县什运乡	水满连接线段	L2K0+000-L2K0+030、L2K0+250-L2K0+750	路基	两侧	0	S224	二级公路	路南	2	4a类	2	0	2	8	2	46	牙训村分为两部分，一小部分位于拟建水满连接线起点，与S224交叉位置，为简易平房，兼做商铺，大部分远离S224，位于既有村道两侧，以1-2层砖混结构房屋为主，正对拟建水满连接线。主要为S224及既有村道的交通噪声和社会生活噪声。	
								既有村道	/	两侧	2	1类	46							
10	南流村	琼中县什运乡		L2K3+020~ L2K3+620	路基	两侧	1	既有村道	/	两侧	2	1类	52	0	2	9	0	52	位于既有村道两侧，以1-2层砖混结构房屋为主，正对拟建水满连接线。主要为既有村道的交通噪声和社会生活噪声。	
11	什老高散户	五指山市水满乡		L2K15+030-L2K15+080	路基	路左	-6	/	/	/	/	1类	2	-9	32	43	0	2	山林中散户，拆迁后仅有2户。1层砖混平房，侧对拟建水满连接线，主要为社会生活噪声。	
				L2K15+250-L2K15+300																2类
12	永训村	五指山市水满乡	L2K19+150-L2K19+400	路堑	路右	-2	X583	二级公路	路北	12	4a类	8	-18	67	71	8	45	位于现有X583公路北侧，正对现有公路，侧对水满连接线，1-2层砖混结构房屋，主要为X583交通噪声和社会生活噪声。		
2类	45																			
13	永训村散户	五指山市水满乡	L2K19+600-L2K19+682	路堑	路左	-3	X583	二级公路	路北	16	4a类	2	0	116	126	2	3	位于现有X583公路北侧，正对现有公路，侧对水满连接线，1-2层砖混结构房屋，主要为X583交通噪声和社会生活噪声。		
											2类	3								

注：“-”表示村庄房屋比路面低。

表 1.9-5 辅助设施 200m 范围内敏感点统计表

序号	声环境保护目标名称	辅助设施名称及桩号	方位	距离/m	户数/户
1	新村	K15+400 白沙服务区	南侧	189	6
2	黑榄村	K15+400 白沙服务区	西北侧	67	24

### 1.10 环境影响评价工作程序

本项目环境影响评价工作程序见表 1.10-1 所示。

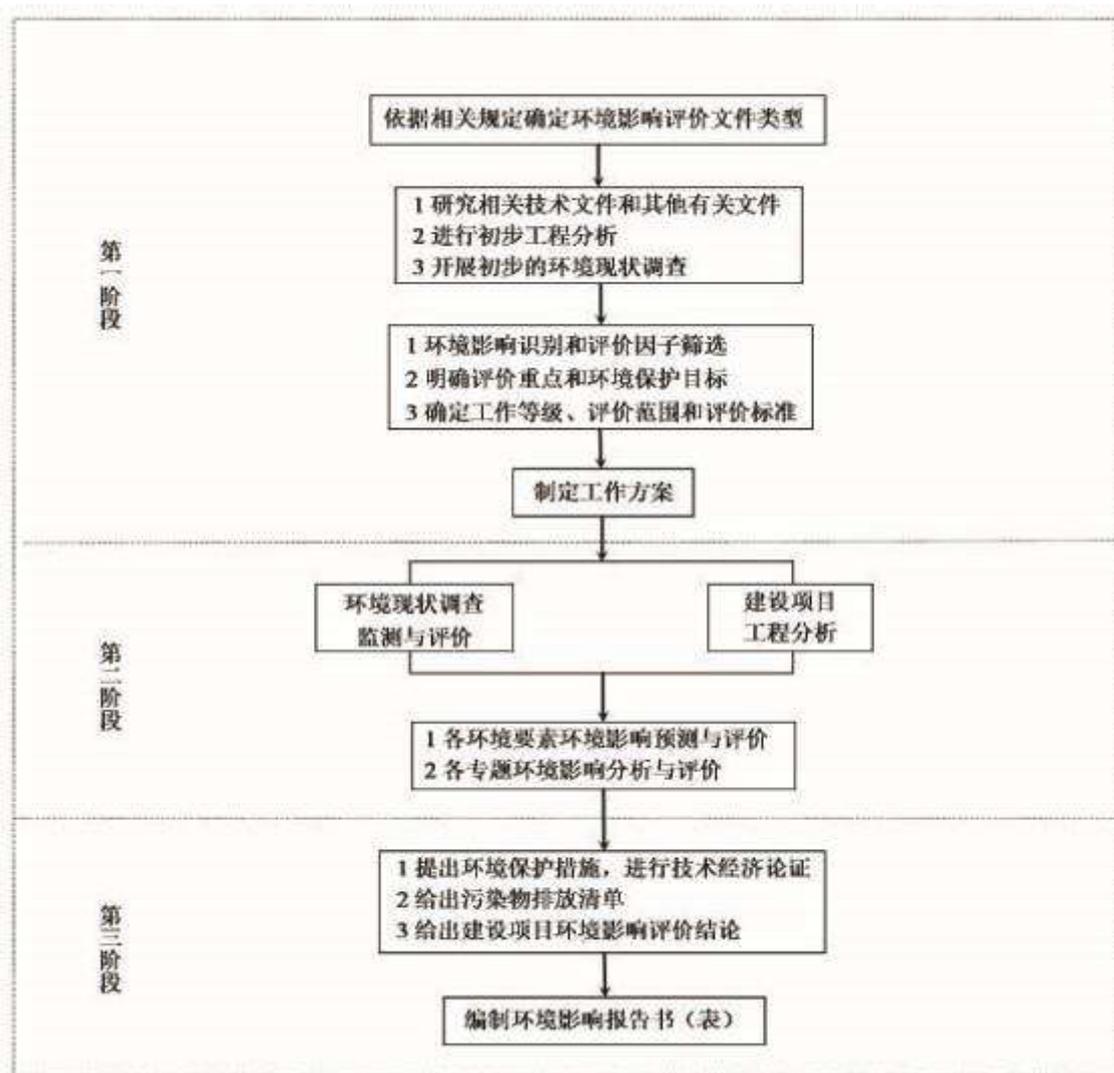


表 1.10-1 拟建公路环境评价工作程序图

## 第2章 建设项目工程分析

### 2.1 项目地理位置及基本情况

#### 2.1.1 项目地理位置

项目主线位于琼中县什运乡、白沙县元门乡。起点位于东经 109°35'56.0"、北纬 19°00'15.34"，终点位于东经 109°33'2.73"、北纬 19°6'35.45"，全长 15.563km。

牙叉连接线位于白沙县牙叉镇西侧，起点位于 G361 什邦线道埠村附近，从牙叉镇西侧向北展线，经改造的牙叉互通与儋白高速相接。起点坐标东经 109°26'30.78"、北纬 19°12'25.72"，终点东经 109°25'32.36"、北纬 19°13'40.54"，路线全长 3.083km。

水满连接线位于琼中县什运乡和五指山市水满乡，起点位于琼中县什运乡牙训村附近，与国道 G224 海榆中线相接，向南延伸，终点于水满乡永训村附近接入县道 X583。起点坐标东经 109°35'46.39"、北纬 18°59'17.66"，终点东经 109°38'3.95"、北纬 18°54'17.21"，路线全长 19.770km。

项目地理位置参见图 1。



表 2.1-1 项目地理位置图

### 2.1.2 项目基本情况

◆项目名称：什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程。

◆建设地址：琼中县什运乡，白沙县元门乡、牙叉镇，五指山市水满乡。

◆建设性质：新建。

◆建设单位：海南省交通投资控股有限公司。

◆技术指标：主线和牙叉连接线按四车道高速公路标准建设，主线和牙叉连接线设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m；水满连接线设计速度 20km/h，路基宽度 5.5m。

◆建设规模：

主线全长 15.563km，设桥梁 1561.2m/7 座（含互通主线桥 546.4m/1 座），均为大桥，主线桥梁占主线总长度比例约为 10.03%，扣除隧道长度后约为 21.41%；设置特长隧道 8271m/1 座，隧道长度占主线总长度比例约为 53.15%；合计主线桥隧比约 63.2%。涵洞 14 道，平均每公里设涵洞 2.44 道（扣除桥隧长度）；互通式立交 1 处，天桥 1 座，通道 5 道，服务区 1 处（与养护工区、隧道管理站合建，服务区设置加油站，需另行立项，本次评价不包含加油站）。

牙叉连接线全长 3.083km，设桥梁 367.4m/4 座（含互通主线桥 174.6m/2 座），其中大桥 282.8m/2 座、中桥 84.6m/2 座，桥梁长度占牙叉连接线长度比例约 11.9%；涵洞 4 道，平均每公里设涵洞 1.47 道（扣除桥梁长度）；通道 4 道。

水满连接线全长 19.770km，共设涵洞 75 道（其中 21 道涵洞为旧涵利用），平均每公里设涵洞 3.79 道。

◆项目投资：本项目总投资约 32.99 亿元。其中主线投资约为 29.03 亿元，每公里约 1.84 亿元；牙叉连接线投资约为 2.99 亿元，每公里约 0.97 亿元；水满连接线工程金额为 1.96 亿元，每公里约 0.1 亿元。

◆施工工期：项目施工期 3 年，2023 年 3 月至 2026 年 2 月。

## 2.2 项目建设的意义

**（1）是完善海南中部地区路网结构，解决交通问题，增强海口、洋浦、三亚等中心城区对海南中部地区的经济辐射和带动作用的需要**

白沙县位于海南岛中部偏西，是以黎族为主的少数民族聚居山区县。儋白高速是高速路网的断头路，仅与北侧横线高速相接，与东、南、西三侧高速均不连接，实现白沙与中线高速、海棠湾至五指山高速等道路连接，减少白沙至三亚的高速绕行距离

60公里。交通不便一直制约着当地经济社会发展，打通交通瓶颈，构建快捷、便利的交通网络一直是当地群众的心愿。

本项目通过对儋白高速和海三高速的快速连接，将洋浦国家自贸港和三亚市紧密相连，增强海口、洋浦、三亚等中心城区对海南中部地区的经济辐射和带动作用，完善海南中部地区路网，打通洋浦至三亚大通道，改善白沙、琼中等县市的交通条件，增强海口、洋浦、三亚等中心城区对海南中部地区的经济辐射和带动作用。

### **(2) 是推动乡村振兴、促进共同富裕、增进民族团结的需要**

儋州至白沙高速公路的建设大大改善了白沙县对外交通条件，随着白沙区位优势进一步凸显，白沙县与中线高速之间的连接通道较为迫切。从增强片区城乡发展引力，加强沿线乡镇间的经济社会联系，推动区域一体化发展的角度看，白沙县亟需改善对外出行条件，为沿线乡镇经济腾飞提供强有力的保证。

本项目在白沙县和琼中县之间构筑起一条高速通道，极大方便当地农副产品和旅游特色产品的输出，缩短其与经济发达地区的经济交通联系，对促进少数民族地区和革命老区的经济社会发展具有先导性的重要作用。同时项目对于落实“全省一盘棋、全岛同城化”的理念，加快建设一体衔接的城际交通运输网络，促进以农业产业化发展为支撑的热带山地高效特色农业发展，推动白沙、琼中两地交通和经济发展具有十分重要的意义。

### **(3) 是促进山海旅游资源互动发展和整合开发，打造海南旅游精品线路的需要**

目前海南省正在建设国际旅游岛，旅游业提出全面与国际接轨，把海南建设成为“旅游开放之岛、欢乐阳光之岛、休闲度假之岛、生态和谐之岛、服务文明之岛”。本项目可完善海南中部区域路网结构、提高区域路网服务水平，有利于促进山海旅游资源互动发展和整合开发，可以将沿线旅游景点串联起来，将海南热带雨林国家公园与三亚、博鳌、五指山等景区串联为一条旅游热线，加快发展以建设热带雨林国家公园为核心的旅游主导产业。

本项目的建设打通海南中部生态旅游的旅游通道，有利地支撑白沙生态旅游百里长廊和海南省国际旅游岛的建设发展，推进“山海互动”、助推“大三亚”旅游经济圈和全域旅游示范省建设，打造海南旅游精品路线，有利于白沙与外界联系，实现打造与海口、三亚等2小时旅游交通圈的目标。

### **(4) 是对海南省巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接的迫切需要**

本项目是贯彻落实习近平总书记指示批示精神的重要项目，也是省政协七届五次

会议第 0238 号重点提案，为海南省国省道路网中的重要组成部分，也是进一步巩固新时代脱贫攻坚、全面建成小康社会成果的生态+景观路，旅游+交通路，幸福+致富路。项目已纳入《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》。2022 年 9 月 7 日下午，省政府“两重一大”专题会议审议通过了《海南省交通运输厅关于审定什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程建设方案的请示》。会议指出，交通基础设施是先导性工程，本项目连接了海南省 4 个原国定贫困县，项目的建设对海南省巩固拓展脱贫攻坚成果、实现乡村振兴具有重大意义。

本项目是响应国家精准扶贫政策，加强扶持少数民族地区力度的需要，也是海南当地巩固拓展脱贫攻坚成果、全面建设小康社会和实现现代化的迫切需要。

### **(5) 是促进五指山景区旅游发展和激活什运乡经济发展的需要**

水满乡是海南岛海拔最高的乡镇，获全国特色景观旅游名镇、海南十大最美乡镇、全省文明乡镇等殊荣。水满乡境内有五指山国家级自然保护区、五指山热带雨林风景区、五指山大峡谷漂流、黎峒文化园等旅游景点，是集登山探奇、避暑避寒、休闲度假、领略古朴民风为一体的综合性热带雨林山地旅游胜地。目前水满乡距五指山市约 28 公里，距离三亚市约为 110 公里，距离海三高速公路毛阳互通为 34 公里。本项目水满连接线直接连接海三高速和白沙至什运高速，是水满乡连接高速公路重要对外通道，加强了水满乡旅游发展基础设施的建设，为促进当地少数民族乡镇旅游业和经济社会跨越式发展具有重要意义。

什运乡和水满乡现状只有一条土路连接沿线村庄，出行条件差，沿线村民无法便捷进入高速公路，两个乡之间是通过县道 X583、国道 G224 连接，里程约为 43 公里，绕行距离远。本项目水满连接线里程为 19 公里，使两个乡之间的连接更加便捷，减少绕行距离 14 公里，解决沿线村民出行难问题，加强两个乡之间城镇之间的经济联系，增强城乡发展引力，推动乡村振兴，带动沿线乡镇区域一体化发展。

## **2.3 路线走向及主要控制点**

### **2.3.1 主线**

#### **(1) 路线走向**

本项目主线起点位于琼中县什运乡昌化江北岸与 G9811 海三高速什运互通相接，起点桩号为 K0+000，然后利用地形向北展线，设置鹦哥岭特长隧道，出隧道后继续利用地形展线，于白沙县元门乡黑榄村附近与既有 G361 国道什邦线相接，至此，主

线结束。主线全长 15.563km。

与国道 G361 相接后，原路利用现有国道 17.926km，在牙叉镇道埠村附近设置平交与拟建的牙叉连接线相接，通过牙叉连接线向北展线经改造的牙叉互通与建成的儋白高速相接。

### (2) 主要控制点

海三高速、军事设施、海南热带雨林国家森林公园、鹦哥岭水库、海南鹦哥岭动植物博物馆、罗帅村、黑榄村、昌化江、南叉河、儋白高速等。

## 2.3.2 连接线

### (1) 牙叉连接线

牙叉连接线位于白沙县牙叉镇西侧，里程 3.083km，双向四车道高速公路，设计速度 80km/h，从牙叉镇西侧向北展线，经改造的牙叉互通与儋白高速相接。

### (2) 水满连接线

水满连接线连接琼中县什运乡与五指山市水满乡，里程 19.770km，四级公路，设计速度 20km/h，整体呈南北走向，起点位于琼中县什运乡牙训村附近，与国道 G224 海榆中线相接，向南沿既有农村水泥路改造 5km，新建近 15km，终点于水满乡永训村附近接入县道 X583。

## 2.4 交通量预测

主线及连接线各特征年交通量预测值和各特征年车型比见下表。

表 2.4-1 各特征年交通量预测 (单位: pcu/d)

路段		年份		
		2026年	2032年	2040年
1	主线	7641	12426	22913
2	牙叉连接线	7259	12033	21767
3	水满连接线	143	202	255

表 2.4-2 各区域车型比预测

年份	中小客车	大客车	小货车	中货车	大货车	特大货	集装箱
2026	81.0%	4.2%	5.9%	2.5%	3.1%	2.1%	1.1%
2032	85.2%	3.8%	4.6%	1.7%	2.3%	2.4%	1.2%
2040	88.3%	3.4%	3.6%	1.2%	1.7%	2.5%	1.4%
折算系数	1	1.5	1	1.5	2.5	4.0	4.0

注：中小客车、小货车为小型车，大客车、中货车为中型车，大货车、特大货和集装箱为大型车。

## 2.5 主要技术指标

根据拟建项目区域路网现状、规划，使用任务、性质和功能，及交通量调查与预测结果，结合社会经济特点、沿线地形条件，本项目主线及牙叉连接线采用双向四车道高速公路标准建设，水满连接线采用四级公路标准建设。主线和牙叉连接线设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m；水满连接线设计速度 20km/h，路基宽度 5.5m。其余技术指标按部颁《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）中相应的规定值进行选取。

主要技术指标详见表 2.5-1。

表 2.5-1 主线、牙叉连接线主要技术指标表

序号	项目		单位	指标
1	桩号范围			主线 K0+000- K15+563.143; 牙叉连接线 L1K0+000- L1K3+086.839。
2	公路等级			高速公路（双向四车道）
3	设计速度		km/h	80
4	行车道宽度		m	3.75×2×2
5	硬路肩宽度		m	3.00×2
6	中央分隔带宽度		m	2
7	不设超高最小平曲线半径		m	2500
8	一般最小平曲线半径		m	400
9	最大纵坡		%	5
10	竖曲线半径	凸型	m	4500（一般值）
		凹型	m	3000（一般值）
11	停车视距		m	110
12	桥涵设计荷载			公路—I级
13	桥涵设计洪水频率			特大桥 1/300，中、小桥、涵洞 1/100

表 2.5-2 水满连接线主要技术指标表

序号	项目		单位	指标
1	桩号范围			L2K0+000- L2K19+682.214
2	公路等级			四级公路（单向单车道）
3	设计速度		km/h	20
4	行车道宽度		m	4.5
5	土路肩宽度		m	0.5×2
6	中央分隔带宽度		m	/
7	不设超高最小平曲线半径		m	150
8	一般最小平曲线半径		m	30
9	最大纵坡		%	9
10	竖曲线半径	凸型	m	200（一般值）
		凹型	m	200（一般值）
11	停车视距		m	20
12	桥涵设计荷载			公路—II级
13	桥涵设计洪水频率			中、小桥、涵洞 1/25

## 2.6 建设规模与主要工程概况

### 2.6.1 建设规模

本项目全线总里程 38.420km，共设桥梁 1928.6m/11 座（含互通区主线桥），其中大桥 1844m/9 座、中小桥 84.6m/2 座，隧道 8271m，互通式立交 2 处，服务区 1 处（与隧道管理所、养护工区合建），天桥 1 座，涵洞 93 道，通道 9 道。

#### (1) 主线

主线全长 15.563km，全线共设桥梁 1561.2m/7 座（含互通主线桥 546.4m/1 座），均为大桥，隧道 8271m/1 座，桥隧比 63.2%，涵洞 14 道，平均每公里设涵洞 2.44 道（扣除桥隧长度）。互通式立交 1 处，天桥 1 座，通道 5 道，服务区 1 处。

#### (2) 牙叉连接线

牙叉连接线路线全长 3.083km，共设置桥梁 367.4m/4 座（含互通主线桥 174.6m/2 座），其中大桥 282.8m/2 座、中桥 84.6m/2 座，桥梁比 11.9%；涵洞 4 道，平均每公里设涵洞 1.47 道（扣除桥梁长度）。通道 4 道。

#### (3) 水满连接线

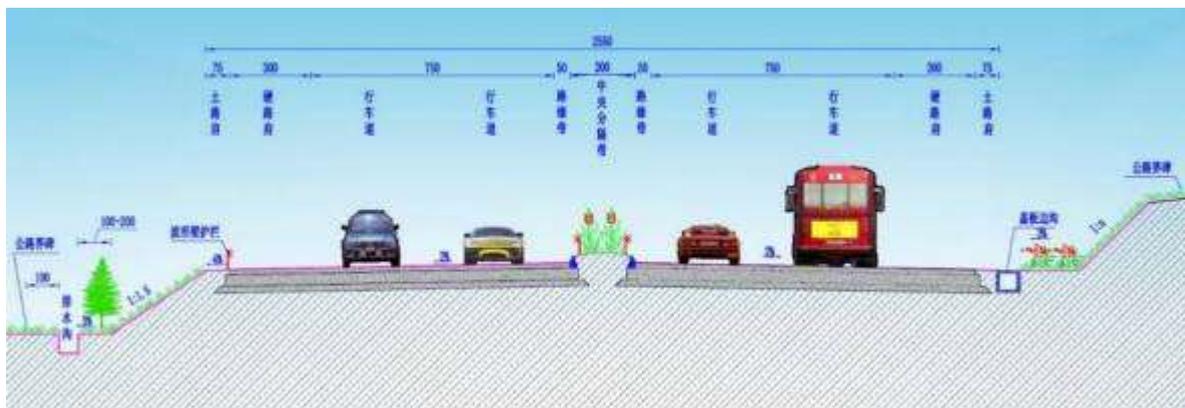
水满连接线路线全长 19.770km，共设涵洞 75 道（其中 21 道涵洞为旧涵利用），平均每公里设涵洞 3.81 道。

### 2.6.2 路基工程

#### 2.6.2.1 路基横断面

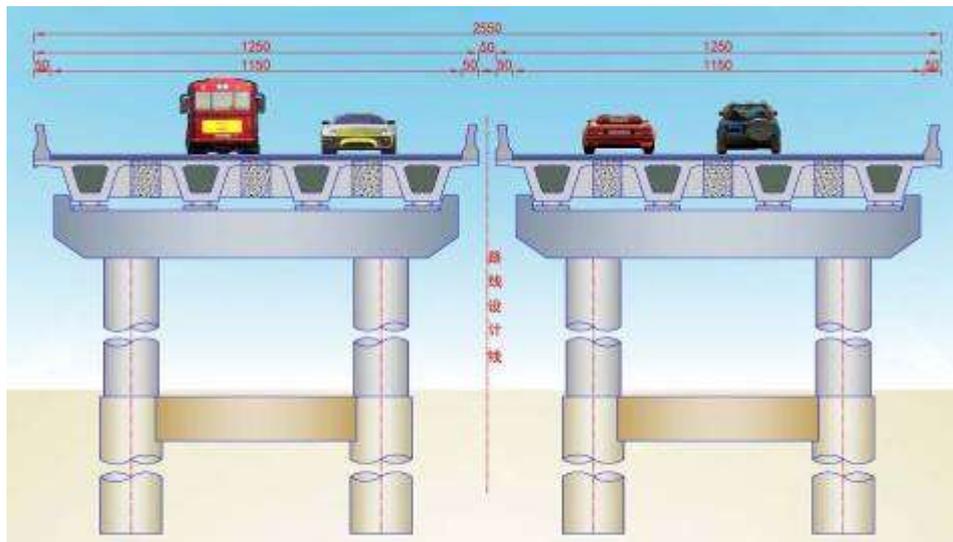
##### (1) 主线及牙叉连接线路基标准横断面

主线及牙叉连接线采用整体式路基，全线断面宽度采用 25.5m：中间带宽度 3m（含中央分隔带 2.0m 和左侧路缘带 2×0.5m），行车道宽度 2×2×3.75m，右侧硬路肩 2×3.0m（含右侧路缘带 2×0.5m），土路肩 2×0.75m。



主线及牙叉连接线路基标准横断面图

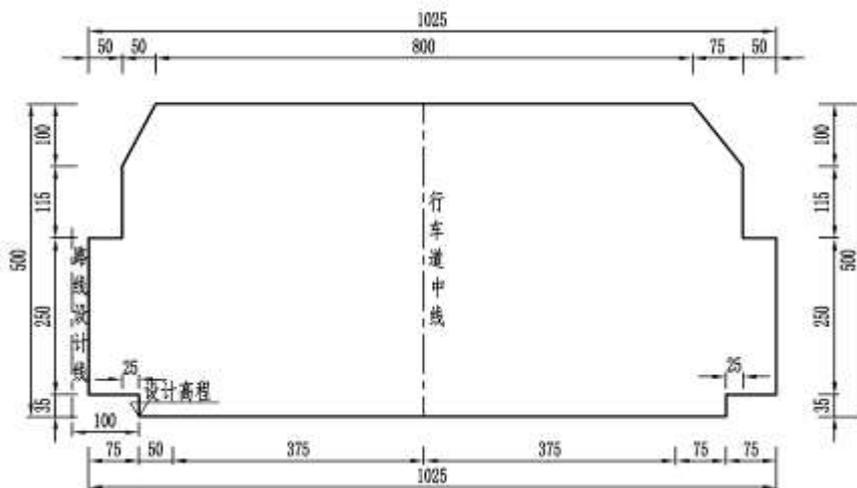
整体式、分离式路段单幅桥梁断面宽度均为 12.5m。桥宽组成：0.5m（护栏）+11.5（净宽）+0.5m（护栏）=12.5m。



主线桥梁标准横断面图（主线、牙叉连接线）

主洞隧道建筑限界单洞净宽 10.25m，横断面组成为：

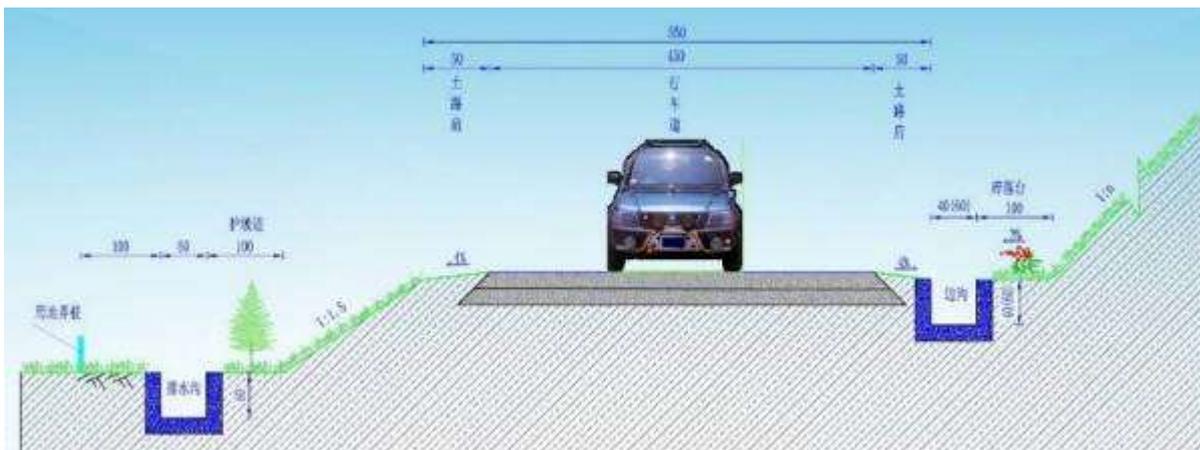
$(0.75+0.50+3.75 \times 2 + 0.75+0.75)$  m，建筑限界高度 5.0m；隧道设双侧检修道。



隧道主洞建筑限界示意图

(2) 水满连接线路基标准横断面

水满连接线拟按单车道四级公路标准建设，设计速度 20km/h，路基宽度 5.5m。



水满连接线路基标准横断面图

### 2.6.2.2 路基边坡

(1) 一般填方路段的边坡坡率

表 2.6-1 填方路基边坡设计表

路段	边坡高度 H	边坡坡率
主线	$H \leq 12.0m$	1:1.5(不分级)
	$12.0m < H \leq 20.0m$	边坡分为两级，上部 8.0m 为第一级，边坡坡率采用 1:1.5，8.0m 以下为第二级，边坡坡率采用 1:1.75，并在两级边坡之间设置 2.0m 的平台。
互通立交匝道	按照上述边坡设计参数执行，并可视情况适当放缓边坡，匝道圈内边坡配合景观绿化需要，圈内边坡坡率缓于 1:3。	

两级边坡间设 2m 宽平台，填土路基平台上设置排水沟，平台剩余部分进行绿化。

(2) 一般挖方路基的设计坡率

- ① 对于土质、全风化岩石路段的边坡坡率按 1:1.25~1:1.5 设计；
- ② 对于强风化砂岩路段的边坡坡率按 1:1.25 设计；
- ③ 对于中风化砂岩、砂砾岩路段的边坡坡率按 1:1.25 设计（挖方高度小，挖方段落少）；

对边坡按 8m 分级设置，为了使边坡美观圆顺，边坡开口线采用圆弧过渡（ $R=2.0m$ 、反坡段  $R=4.0m$ ），与自然山坡衔接处理，采用绿化植草锁边，避免边坡生硬形态，增强美观效果。同时为公路景观与地形及自然景观更好的协调，在有条件时边坡将设计成曲面或抛物线形。

边坡原则上每 8m 一级，每级之间设 2m 宽边坡平台；单级和最后一级边坡高度不大于 12m；碎落台+边沟宽度 2.6m；护坡道宽度 1-2m。

### 2.6.2.3 路基其他设计指标

路拱坡度：主线及牙叉连接线一般路段行车道、硬路肩及路缘带路拱横坡采用2%，土路肩采用4%的横坡。水满连接线一般路段行车道、路拱横坡采用1.5%，土路肩采用4%的横坡。

碎落台：一般路段填方边坡坡脚均设置护坡道，高度小于6m段或基本农田段落护坡道宽度采用1m，高度大于6m时护坡道宽度采用2m。护坡道设置外倾4%的横坡。一般挖方路段路堑坡脚至边沟外缘均设置碎落台，碎落台+边沟宽度2.6m，均以4%的横坡向边沟倾斜。

公路用地范围：公路用地宽度界限：填方地段为排水沟外缘1.0m，无排水沟地段为护坡道外缘处；挖方路段为路堑边坡坡口外2m或截水沟外缘1m。桥梁均以上部结构外缘垂直投影内范围作为公路用地范围。取弃土、不良地质及高填深挖路段，应根据具体设计计算用地面积。互通立交、服务区、管理中心、停车区、改路改渠及改沟等应根据规模、型式和具体设计计算用地面积。

超高设计及超高方式：主线及牙叉连接线本路段平曲线小于2500m时，在曲线上设置超高。超高旋转轴：整体式路基以中央分隔带外边缘为超高旋转轴，分离式路基，以离设计线1.0m位置（设计高程位置）为超高旋转轴。超高旋转方式：先将外侧车道绕中央分隔带（保持水平）外边缘线旋转，待达到与内侧车道构成单向横坡后，整个断面再一同绕中央分隔带（保持水平）外边缘线旋转，直至超高横坡值。

加宽设计：主线和牙叉连接线不加宽，水满连接线肩宽根据交通部部颁《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）规定设置加宽。

#### 2.6.2.4 边坡防护

结合本地区路基填料及气候特点，为避免填方边坡受雨水冲刷，确保路基边坡稳定，保证行车安全，提高公路舒适性，恢复自然植被，减少水土流失，使之与自然景观相协调，路基边坡采用以生物防护为主，辅以生物与工程防护相结合的防护形式。

##### （1）填方路堤防护

本地区属南方暖湿气候，降雨量较为充沛，存在有利于植物生长的先决条件，夏秋季易受台风影响。从沿线调查来看，路线经过地区植被非常茂密，为与周围自然景观充分融合，将工程对环境的影响降低到最小程度，在保证路基稳定的前提下，首先考虑植物防护。边坡防护设计如下：

1) 对于一般填土方路基边坡，边坡防护型式以边坡高度6m为界。边坡填土高度 $H \leq 6.0\text{m}$ 时，采用三维网植草防护；边坡填土高度 $H > 6.0\text{m}$ 时，采用人字形骨架植草防

护。

2) 土石混填路基采用三维网植草防护。

3) 对于边坡平台、护坡道、排水沟外边缘至用地边界的范围内采用喷播植草防护。土路肩培采用 10cm 厚混凝土硬化。

4) 对于沿线圪工挡土墙路段，在护坡道处按一定间距种植攀藤植物和常绿树木。对于挡土墙外的自然边坡，根据实际情况对其加强绿化防护。

5) 当路堤通过较大的水（塘）、水库时，设计水位以下及其以上 50cm 采用混凝土护坡防护。

6) 桥头锥坡采用等边六角砼块植草防护，存在防冲刷需求的锥坡及台后区域使用浆砌片石护坡，其数量计入桥梁设计图表中，挡墙锥坡采用等边六角砼块植草防护，数量计入挡墙工程数量表中。

7) 沿河浸水路堤及跨河流或沿河流纵向布置的桥头路段，水位线+50cm 位置到底部采用 C20 片石混凝土护坡防护，基础埋置深度应满足冲刷的要求；

#### (2) 挖方路基边坡防护

防护的作用和目的有两个：一是控制边坡表层的风化速率；二是防止地表雨水冲刷。对残坡积层及全风化岩地层的边坡，这些边坡的地层呈土或风化呈土状，在连续降雨或暴雨条件下，边坡往往产生冲沟、冲槽、流土及流泥等病害。为了防止坡面受雨水冲刷并兼顾美观，一般采用植物防护，如植树、植草，形成一个隔离坡面的防护层，以减少雨水下渗和缓冲径流条件而保护坡面。也采用分割受水面积、减缓雨水流速和及时引排的措施，如各种类型骨架、框架等。对石质边坡，岩性主要为砂岩及玄武岩，防护以防风化剥落为主。

#### (3) 支挡工程

当路基边坡受地形、地物限制需收缩坡脚时，为节约用地，根据边高度及地形地质情况等分别设置了挡土墙、护肩、护脚。

山岭段以衡重式路肩墙为主，减少主线对原杨迈村村道及灌溉渠的影响以及主线避让导致的拆迁。

#### (4) 其它防护

中央分隔带、护坡道、碎落台、挖方平台、路堑坡顶至截水沟之间、高架桥下等位置，均采用草灌结合绿化，将公路用地范围内复绿，保护环境。

### 2.6.2.5 高填深挖

根据《公路路基设计规范》(JTG D30-2015)，路堤填土边坡高度大于20m、土质挖方边坡高度大于20m 或岩石挖方边坡高度大于30m 路段为高填深挖路段。根据设计，深挖路段见表2.6-2，高填路段见表2.6-3。

表 2.6-2 全线深挖路段统计表

序号	起讫桩号	工程名称	长度(m)	最大高度(m)	平均高度(m)
<b>主线</b>					
1	K1+280~K1+580	右侧高边坡	300	33.1	18.2
2	ZK3+440~ZK3+575	左侧高边坡	135	48.4	26.5
3	K3+760~K3+975	右侧高边坡	215	60.4	33.6
4	K13+330~K13+430	右侧高边坡	100	34.7	20.6
<b>牙叉连接线</b>					
5	L1K2+400~L1K2+500	右侧高边坡	100	35.9	19.2
6	L1ZK2+500~L1ZK2+680	左侧高边坡	180	58.6	32.5
7	L1K2+500~L1K2+630	右侧高边坡	130	35.9	19.4
<b>水满连接线</b>					
8	L2K12+640~L2K12+770	右侧高边坡	130	30	16.5

表 2.6-3 全线高填路段统计表

序号	起讫桩号	工程名称	长度(m)	平均高度(m)	左填土高度(m)	中填土高度(m)	右填土高度(m)
<b>主线</b>							
1	K0+760~K1+000	高填	240	18.9	0~19.8	0~24.8	2~28.0
2	K1+000~K1+120	高填	120	10.5	1.1~9.7	6.5~26.9	5.0~16.9
3	K2+060~K2+140	高陡	80	9.0	0~22.3	0~7.5	0~5.8
4	K2+200~K2+330	高填	130	13.0	1.8~18.4	1.7~23.4	7.8~26.6
5	K2+840~K3+010	高填	170	12.6	0.6~13.5	0.6~13.8	3.3~24.0
6	ZK12+400~ZK12+900	高填	500	23.5	0~43.6	14.8~34.6	8.1~25.6
7	K12+875~K13+170	高填	295	22.5	1.2~38	1.2~34.6	4.3~29.9
8	K13+200~K13+320	高陡	120	11.6	1.6~28	2.1~20.1	1.4~11
9	K13+435~K13+600	高陡	165	10.5	5.3~29.7	0~26.5	0~16.5
10	K13+600~K13+740	高填	140	16.0	2.6~23.4	0~23	0~16.7
11	K13+780~K13+925	高填	145	15.4	0~26.4	0~24.8	2.1~20
12	K14+020~K14+140	高填	120	10.9	1~23.0	0.5~21.3	0~19.3
<b>水满连接线</b>							
13	L2K7+750~L2K7+800	高陡	50	11.2	0.3~4.8	1.6~11.6	5.4~26.9

#### 2.6.2.6 路基排水

用于路基地表排水的主要设施有：边沟、排水沟、截水沟、平台排水沟、急流槽。地下排水的主要设施有纵向渗沟。

各排水设施设计使用条件如下：

- (1) 边沟：边沟用于排泄路面及路堑坡面雨水，根据不同情况分别采用不同形

式的边沟。本设计采用矩形边沟。

(2) 排水沟：用于将边沟、截水沟、取土坑、边坡和路基附近积水引入桥涵或路基以外的地方。排水沟一般设置于路堤护坡道外侧。一般路段排水沟采用矩形断面，并根据排水流量的大小调整排水沟的宽度和深度。对于立交、服务区范围内，尽可能地做成土质排水沟。

(3) 平台排水沟：用于拦截坡面或路面水。一般设置在填挖方地段边坡平台上。对于土质边坡或软质岩边坡，应设置平台排水沟。挖方平台排水沟汇水一般引入旁侧的截水沟，当无截水沟或挖方较短时，可将汇水引入路堑边坡急流槽由边沟排走。

(4) 截水沟：用于拦截堑顶边坡外地表水，以减轻路堑边沟的泄水负担，降低水流对路堑边坡的冲刷影响。一般设置在路堑坡口 3-5m 以外。路堑顶汇水面积小及反坡时可不设置截水沟。截水沟开挖后多余的土方应整平夯实，并注意施工范围内植被的保护。

(5) 急流槽：急流槽主要用于边沟与排水沟、排水沟与排水沟、截水沟与边沟、超高路段横向排水管与排水沟的衔接以及路面集中排水至排水沟。

路面集中排水及超高路段路面集中排水横向排水管连接 A 式急流槽；平台截水沟与排水沟连接路段设置 B 式急流槽；路基边沟汇集雨水进入排水沟时，设置 C 式急流槽衔接；踏步兼排水采用 D 式急流槽。

(6) 桥下排水沟：桥下排水沟沿路线纵向布设，当与路基排水沟、边沟、天然沟渠、人工沟相遇时，与之对接。桥下排水沟一般采用 60x60cm 的排水沟，当与路基排水沟、边沟相接时，桥下排水沟尺寸应根据沟底纵坡、排水路径确定。

(7) 线外排水沟：当排水沟等排水构造物泄水至天然沟渠、人工沟时，部分位置需设置线外排水沟，线外排水沟尺寸应与相应泄水构造物（如排水沟、急流槽等）的尺寸相适应。

(8) 纵向渗沟：纵向渗沟设置在挖方路段的边沟下部。盲沟由透水性良好级配碎石组成，底部设有  $\Phi 15\text{cm}$  PE 盲管。施工时应使盲沟与路面碎石层联通，以排除路面结构内部的渗水。

(9) 水满连接线为四级道路，路基宽度仅 5.5m，本次设计的排水系统较简单，主要设计边沟及排水沟，局部危险路段设置截水沟。

### 2.6.3 路面工程

#### 2.6.3.1 路面结构

### (1) 主线、互通匝道及牙叉连接线路面结构

上面层：4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）（改性）

粘层：SBS 改性乳化沥青（PCR）

中面层：6cm 中粒式 SBS 改性沥青混凝土（AC-20C）

粘层：SBS 改性乳化沥青（PCR）

下面层：8cm 粗式沥青混凝土（AC-25C）

封层：SBS 改性沥青+碎石

透层：高渗透性阳离子乳化沥青（PC-2）

上基层：18cm 水泥稳定级配碎石

下基层：18cm 水泥稳定级配碎石

底基层：20cm 级配碎石

总计：74cm

### (2) 桥面铺装结构

上面层：4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）（改性）

粘层：SBS 改性乳化沥青（PCR）

下面层：6cm 中粒式 SBS 改性沥青混凝土（AC-20C）

防水粘结层：改性热沥青+沥青预拌碎石

底油：改性乳化沥青（PCR）

总计：10cm

桥面应进行精铣刨处理，桥面铺装层下设置桥面防水粘结层。上、下面层间铺洒粘层油。

### (3) 水满连接线路面结构

水满连接线选用本地区该等级道路常用的水泥混凝土路面，总厚度 42cm。由 22cm 水泥混凝土面板和 20cm 未筛分碎石组成。

#### 2.6.3.2 路面排水

##### (1) 正常路段和超高段内侧路面排水

一般路段采用分散排水的形式排除路表水。对凹曲线底部填方路段采用设置拦水路缘石结合边坡急流槽的集中排水方式。

##### (2) 超高路段外侧路面排水

超高路段在中央分隔带护栏外侧路缘带内设置矩形排水方沟汇集超高路段外侧路

面水，方沟顶部设混凝土盖板，每隔一定距离设雨水井，每个雨水井通过横向排水管和急流槽将路面水排至路侧排水沟或边沟中；横向排水管设置间距通过水文计算确定，横向排水管采用 $\phi 30$ HPDE双壁波纹管。

### （3）中央分隔带排水

在非超高段存在长挖方无法排水或凹型竖曲线纵坡较大时，在挖方边坡两端、凹曲线底部的中央分隔带须设置集水井。除此情况以外的非超高段，中央分隔带排水仅考虑排泄路缘石背后渗水，其量较小，通过盲沟排除。

中央分隔带内排水主要是排除顶面下渗雨水，通过在路缘石后填土底部设置碎石盲沟，每隔50m设置一个集水井和横向排水管，横向排水管设2%的向路侧横坡，最终将渗水排至边沟下渗沟或路基坡面排走。

### （4）路面结构层排水

为排除通过路面接缝、裂缝或空隙、路肩或路基渗入并滞留在路面结构内的自由水，设置路面盲沟排水系统。水泥稳定基层上铺设沥青封层，在土路肩内设置碎石盲沟，汇聚路面结构层内的下渗水，并通过横向排水管及时将水引出。

## 2.6.4 桥涵工程

### 2.6.4.1 桥梁

#### （1）桥梁概况

主线共设桥梁1561.2m/7座（含互通主线桥546.4m/1座），均为大桥，主线桥梁占主线总长度比例约为10.03%，扣除隧道长度后约为21.41%；

牙叉连接线设置桥梁367.4m/4座（含互通主线桥174.6m/2座），其中大桥282.8m/2座、中桥84.6m/2座，桥梁长度占牙叉连接线长度比例约11.9%。

拟建公路桥梁设置情况见表2.6-4。

#### （2）技术标准

- ①设计荷载：高速主线（新建）、牙叉连接线公路-I级；水满连接线公路-II级。
- ②设计洪水频率：特大桥为1/300，大、中、小桥及涵洞为1/100。
- ③设计使用年限：特大、大、中桥为100年，小桥涵洞为50年。
- ④桥梁基准宽度：整体式、分离式路段单幅桥梁断面宽度均为12.5m。桥宽组成： $0.5\text{m}$ （护栏）+ $11.5$ （净宽）+ $0.5\text{m}$ （护栏）= $12.5\text{m}$

表 2.6-4 主线桥梁设置一览表

序号	中心桩号	河名及桥名	孔数及孔径 (孔-m)	交角 (度)	桥梁 全长(m)	桥梁 宽度 (m)	最大墩 高 (m)	结构类型			跨越水体
								上部构造	下部结构		
									桥墩	桥台	
1	K1+639.0	左幅海三高速跨线桥	1×30+3×40	90	142.6	2×12.5	26	预应力砼简支小箱梁	柱式墩桩基础	柱式台桩基础	
	K1+646.0	右幅海三高速跨线桥	3×40	90				26.5	预应力砼简支小箱梁	柱式墩桩基础	
2	K2+611.0	左幅什龙1号大桥	14×30	90	411.4	2×12.5	40	预应力砼简支小箱梁	柱式墩/方柱墩桩基础	柱式台桩基础	
	K2+626.0	右幅什龙1号大桥	13×30	90				40	预应力砼简支小箱梁	柱式墩/方柱墩桩基础	
3	ZK3+210.0	左线什龙2号大桥	4×30	90	216.4	12.5	22	预应力砼简支小箱梁	柱式墩桩基础	柱式台桩基础	
	K3+300.0	右线什龙2号大桥	10×30	90				12.5	30	预应力砼简支小箱梁	
4	ZK3+380.0	左线什龙3号大桥	4×30	90	126.4	12.5	21	预应力砼简支小箱梁	柱式墩桩基础	柱式台桩基础	
5	ZK3+630.0	左线鹦哥岭1号大桥	35+40+35	90	118	12.5	31	预应力砼简支小箱梁	柱式墩桩基础	柱式台桩基础	什隆溪
	K3+624.0	右线鹦哥岭1号大桥	35+40+35	90				12.5	28.5	预应力砼简支小箱梁	
6	ZK3+998.0	左线鹦哥岭2号大桥	4×30	90	126.4	12.5	16.5	预应力砼简支小箱梁	柱式墩桩基础	柱式台/肋板台桩基础	

表 2.6-5 主线什运互通桥梁

序号	中心桩号	河名及桥名	孔数及孔径 (孔-m)	交角 (度)	桥梁 全长(m)	桥梁宽度 (m)	最大墩 高 (m)	结构类型			跨越水 体
								上部构造	下部结构		
									桥墩	桥台	
1	K0+360.4	左幅什运互通主线桥	4×30+(30+3×40)+ 9×30	90	546.4	桥面变宽	25.7	预应力砼简支小 箱梁+现浇箱梁	柱式墩 桩基础	柱式台 桩基础	什隆溪
	K0+360.4	右幅什运互通主线桥	4×30+(41+43+ 36+30)+9×30	90				预应力砼简支小 箱梁+现浇箱梁	柱式墩 桩基础	柱式台 桩基础	
2	AK0+337.6	A 匝道桥	2×30+2×38.5+ 6×30	90	320.2	桥面变宽	29	预应力砼简支小 箱梁	柱式墩、门架墩 桩基础	肋板台 桩基础	
3	BK0+505.1	B 匝道桥	20×30	90	603.2	桥面变宽	26.5	预应力砼简支小 箱梁	柱式墩 桩基础	肋板台 桩基础	
4	CK0+937.270	C 匝道桥	8×30+11×18	90	441.2	桥面变宽	17	预应力砼简支小 箱梁+钢筋砼现 浇箱梁	柱式墩 桩基础	柱式台 桩基础	
5	DK0+078.30	D 匝道桥	9×17.4	90	156.6	桥面变宽	18.5	钢筋砼现浇箱梁	柱式墩桩基础	/	
6	EK0+216.4	E 匝道桥	2×18	90	38.5	9.0	12.5	钢筋砼现浇箱梁	柱式墩桩基础	肋板台 桩基础	
7	XDK0+265.0	拼宽桥	2×30	90	63.2	桥面变宽	16.5	预应力砼简支小 箱梁	柱式墩桩基础	柱式台 桩基础	

表 2.6-6 牙叉连接线桥梁设置一览表

序号	中心桩号	河名及桥名	孔数及孔径 (孔-m)	交角 (度)	桥梁 全长(m)	桥梁宽度 (m)	最大墩高 (m)	结构类型			跨越水 体
								上部构造	下部结构		
									桥墩	桥台	
1	L1K0+282.0	牙叉中桥	1×30	90	36.4	2×12.5	/	预应力砼简支小箱梁	/	柱式台桩基础	
2	L1ZK2+085.0	左线南叉河大桥	5×30	60	156.4	12.5	9	预应力砼连续小箱梁	柱式墩桩基 础	肋板台桩基础	南叉河
	L1K2+085.0	右线南叉河大桥	5×30	60		12.5	9	预应力砼连续小箱梁	柱式墩 桩基础	肋板台桩基础	南叉河

表 2.6-7 牙叉互通桥梁

序号	中心桩号	河名及桥名	孔数及孔径 (孔-m)	交角 (度)	桥梁 全长(m)	桥梁宽度 (m)	最大墩 高 (m)	结构类型		
								上部构造	下部结构	
									桥墩	桥台
1	L1K2+700.0	右线海旺中桥	3×30	90	96.4	桥面变宽	13.2	预应力砼简支小箱梁	柱式墩 桩基础	柱式台 桩基础
2	L1ZK2+917.5	左线牙叉大桥	4×30	90	126.4	桥面变宽	11.8	预应力砼简支小箱梁	柱式墩 桩基础	肋板台/柱 式台 桩基础
	L1K2+917.5	右线牙叉大桥	4×30	90	126.4	12.5	11.8	预应力砼简支小箱梁	柱式墩 桩基础	肋板台/柱 式台 桩基础
3	FK0+260.197	F 匝道桥	9×20+(30.44+25.5)+3×20	90	298.44	桥面变宽	9.7	预应力砼现浇箱梁	柱式墩 桩基础	柱式台 桩基础
4	DK0+284.5	D 匝道桥拼宽桥	5×25	90	127.8	桥面变宽	10.4	预应力砼简支小箱梁	柱式墩 桩基础	肋板台 桩基础
5	DBZK35+856.242	主线跨 G361 大桥拼宽桥	2×30+ (38+40+22)	90	163.2	桥面变宽	15.5	预应力砼简支小箱梁+现浇箱梁	柱式墩 桩基础	肋板台 桩基础

### 2.6.4.2 涵洞

主线设涵洞 14 道，平均每公里设涵洞 1 道（扣除桥梁长度）；牙叉连接线设涵洞 4 道，平均每公里设涵洞 1.47 道（扣除桥梁长度）；水满连接线共设涵洞 75 道（其中 21 道涵洞为旧涵利用），平均每公里设涵洞 3.79 道。

涵洞与路基同宽，主要结构形式有：钢筋混凝土圆管涵、钢筋混凝土盖板涵。进出口型式：八字墙洞口、一字墙洞口。

### 2.6.5 隧道工程

#### 2.6.5.1 隧道概况

主线设置特长隧道 8271m/1 座，隧道长度占主线总长度的 53.15%。隧道工程包含主线隧道、斜井（长度 1275m）、竖井（长度 190.865m）、进口消防水池。隧道及斜、竖井布置情况如下表：

表 2.6-8 隧道设置一览表

序号	隧道名称	里程桩号	长度 (m)	坡度 (%) / 坡长 (m)	结构形式
1	鹦哥岭隧道	左线 ZK4+070~ ZK12+352	8282	1.25/4110 -1.25/4172	分离式/小净距
		右线 K4+070~ K12+330		8260	

表 2.6-9 斜井设置一览表

序号	名称	接入主线桩号	斜井出口对应主线桩号	斜井里程桩号	长度 (m)	坡度 (%) / 坡长 (m)	斜井横截面积 (m <sup>2</sup> )	斜井出口占地 (m <sup>2</sup> )
1	鹦哥岭隧道斜井	K7+700	K6+490	XJK0+045 ~ XJK1+320	1275	0.5/25, -10.15/340, -3.0/50, -10.15/340, -3.0/50, -10.15/340, -5.0/130	42.80	3750

表 2.6-10 竖井设置一览表

序号	名称	接入主线桩号	长度 (m)	竖井规格	竖井出口占地 (m <sup>2</sup> )
1	鹦哥岭隧道竖井	K8+865	190.865	直径 6.5m, 竖井横截面积 33.18m <sup>2</sup>	3650

隧道通风采用斜井左线分段纵向通风兼右线排烟+竖井右线分段纵向通风兼左线排烟方案。通风井的首要功能是作为运营通风风道，其次作为施工期间的辅助通道。

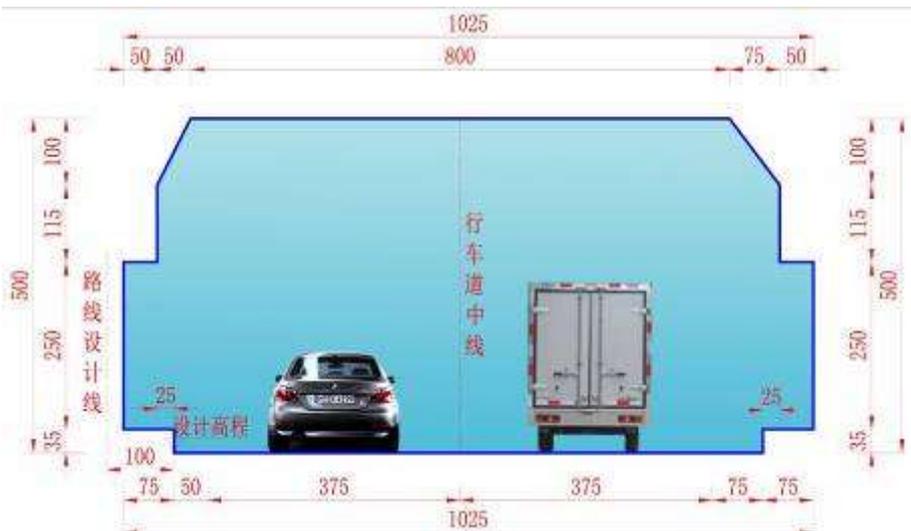
隧道 ZK4+070 进口左侧设消防水池（容积 300m<sup>3</sup>），洞口打深水井取水作为地下水源，以供隧道消防用水。

### 2.6.5.2 隧道建筑限界及内轮廓设计

#### (1) 主洞

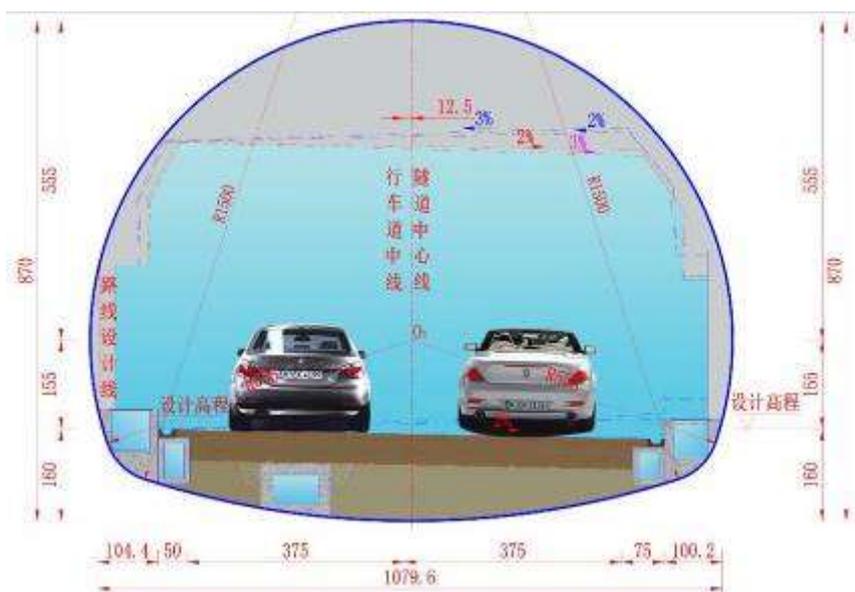
依据《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)、《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》(JTG 3370.1-2018), 拟定建筑限界如下:

建筑限界宽度:  $0.75+0.50+3.75\times 2+0.75+0.75=10.25\text{m}$ , 建筑限界高度:  $5.0\text{m}$ 。



主洞隧道建筑限界

隧道内轮廓断面的确定不仅要满足隧道建筑限界的要求, 还要满足隧道的照明、通风、运营管理设施、装饰等所占空间及施工误差; 考虑经济性及结构受力的特点, 隧道主洞采用  $R=555\text{cm}$  的圆, 仰拱与侧墙间用半径  $R=100\text{cm}$  的小半径圆弧连接, 仰拱半径  $R=1500$ 。



主洞隧道内轮廓

### 2.6.5.3 洞口设计

洞门设计以“早进洞，晚出洞”为原则，最大限度地降低洞口边坡仰坡的开挖高度，洞口段侧坡及仰坡均应避免大挖大刷，以保证山体的稳定，同时减小对洞口自然景观的破坏。结合本项目地形地貌，鹦哥岭隧道进出口均采用削竹式洞门。

隧道进口边仰坡采用喷 C25 混凝土 10cm， $\phi 8$  钢筋网，网格间距  $20 \times 20 \text{cm}$ ，350cm 长  $\Phi 22$  砂浆锚杆临时防护；施工时可根据地质情况做适当调整。削竹式洞门回填后表面采用人字形骨架植草防护。

### 2.6.6 交叉工程

全线共设互通式立交 2 处，分别为主线起点的什运互通、牙叉连接线终点的牙叉互通。其中什运互通改造现状一般互通为复合型互通，使其兼顾枢纽互通与一般互通的功能。

表 2.6-11 项目拟建通道一览表

序号	中心桩号	结构类型	使用性质	被交路类型	孔数-孔径(孔-m)
<b>主线</b>					
1	K2+296.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	汽车通道	水泥路	1-6.0×5.1
1	K13+220.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	人行通道	土路	1-4.0×4.6
2	K13+657.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	人行通道	土路	1-4.0×4.6
3	K13+888.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	人行通道	土路	1-4.0×4.0
4	K14+344.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	人行通道	土路	1-4.0×4.6
<b>牙叉连接线</b>					
1	L1K0+758.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	机耕通道	土路	1-4.0×4.6
2	L1K1+121.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	汽车通道	水泥路	1-6.0×5.1
3	L1K2+330.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	机耕通道	/	1-4.0×4.6
4	L1K2+380.0	钢筋混凝土盖板涵式通道	汽车通道	水泥路	1-6.0×4.5

表 2.6-12 项目拟建天桥一览表

序号	中心桩号	桥名	被交叉道	孔数及孔径(孔-m)	桥梁全长(m)	最大墩高(m)	桥面宽度(m)
1	什运互通 GLK0+112.5	K2+197.6 车行天桥	主线	25+35+25	93	10.5	8.5

### 2.6.7 交通工程及沿线设施

本项目全线交通工程及沿线设施采用A级。

#### (1) 交通安全设施

全线设置完善的交通安全设施，包括标志、标线、护栏、隔离栅、防落物网、视线诱导设施、防眩设施等。

#### (2) 服务设施

全线拟设服务区1处（与养护工区、隧道管理站同址建设），详见表2.6-13。

表 2.6-13 项目沿线服务设施一览表

序号	中心桩号	设施名称	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	建设内容	备注
1	K15+350	白沙服务区	服务区 98 亩、养护工区 38 亩、隧道管理站 8 亩	综合楼、停车场、卫生间、修理车库等	养护工区、隧道管理站同址建设

环评针对拟建的服务区从服务规模及产排污、选址环境合理性进行分析，并在对服务区的总体产污进行类比预估的基础上提出环保措施总体要求；但服务区内部加油站尚未明确建设规模，本次评价不包含加油站建设内容，加油站在建设时另报环境影响文件。

### 2.6.8 临时工程

临时工程包括弃土（渣）场、施工生产生活区、临时堆土场和施工便道。项目不设取土场。

全线新增临时占地共 32.63hm<sup>2</sup>，其中弃土场新增占地 2.33hm<sup>2</sup>、施工生产生活区 26hm<sup>2</sup>、临时堆土场 1.36hm<sup>2</sup>、施工便道 2.94hm<sup>2</sup>。部分临时工程设置在永久占地范围内，共占地 6.91hm<sup>2</sup>，不计入新增占地。

新增临时占地统计见表 2.6-14。

表 2.6-14 新增临时占地一览表

序号	临时占地类型	新增占地面积 (hm <sup>2</sup> )	主要占地类型	
			林地 (hm <sup>2</sup> )	未利用地 (hm <sup>2</sup> )
1	弃土场	2.33		2.33
2	临时表土堆放场	1.36	0.43	0.93
3	施工生产生活区	26	25.5	0.5
4	施工便道	2.94	2.94	
合计		32.63	28.87	3.76

#### 2.6.8.1 弃渣场

项目地处山区，设有特长隧道，挖方量较大，经全线统筹土石调配平衡，隧道出渣基本用于项目自身所需填方和碎石加工利用，项目设计弃土量 44.5 万 m<sup>3</sup>。

全线共设计弃渣场 3 处，主线、牙叉连接线和水满连接线各 1 处，其中主线弃土场设于永久占地内用于地形改造、不计新增占地，牙叉连接线弃土场位于互通立交区内用于地形改造、不计新增占地，水满连接线弃土场利用废弃采矿坑回填。

弃渣场新增临时占地面积 2.33hm<sup>2</sup>，占用废弃矿坑。

弃渣场布置一览表见表 2.6-15。

表 2.6-15 弃渣场设置一览表

序号	名称	上路桩号	位置 (m)		新增占地面积 (hm <sup>2</sup> )	占地类型	容量 (万 m <sup>3</sup> )	弃渣量 (万 m <sup>3</sup> )	平均堆高 (m)	地形	备注
			左	右							
1	1#弃土场	K12+900		20	/	林地	5	3.5	10.5	坡面	面积 0.33hm <sup>2</sup> (永久占地内, 不计新增面积)
2	3#弃土场	L1K2+950	0	0	/	林地	8	6	7	沟道	面积 0.86hm <sup>2</sup> (永久占地内, 不计新增面积)
3	4#弃土场	L2K6+500		65	2.33	未利用地	45	35	15	采矿坑	
合计					2.33			44.5			

### 2.6.8.2 临时表土堆放场

施工期间受施工时序影响, 需设置临时表土堆放场。项目沿线临时表土堆放场共设 4 处, 其中 2 处 (面积 1.88hm<sup>2</sup>、不计新增用地) 利用项目互通立交区等永久占地设置, 另外 2 处新增占地 1.36hm<sup>2</sup>, 均为林地。临时堆土场设置一览表见表 2.6-16。

表 2.6-16 临时堆土场设置一览表

序号	名称	桩号	位置 (m)	新增占地面积 (hm <sup>2</sup> )	类型	堆放量 (万 m <sup>3</sup> )	平均堆高 (m)	备注
1	1 标表土堆放场	K0+200	路右 25	/	林地			面积 0.95hm <sup>2</sup> (永久占地内, 不计新增面积)
2	1#表土堆放场	K12+900	路右 50	/	林地	9.6	10.3	面积 0.93hm <sup>2</sup> (永久占地内, 不计新增面积)
3	3#表土堆放场	L1K2+900	路左 80	0.43	林地	5	11.6	
4	4#表土堆放场	L2K2+500	路右 65	0.93	未利用地	5	5.4	利用采矿坑
合计				1.36				

### 2.6.8.3 施工生产生活区

工程沿线共设置施工生产生活区 13 处, 主要包括混凝土拌和站、预制场、项目部、路面基层拌和站、沥青拌和站等。施工生产生活区总占地 29.84hm<sup>2</sup>, 其中完全设置在永久征地范围内 3 处, 部分利用永久占地 1 处, 新增临时占地 26hm<sup>2</sup>。占地类型以林地为主。项目拟设 4 个项目部驻地, 位置待定, 环评建议租房。

施工生产生活区布置详见表 2.6-17。

### 2.6.8.4 施工便道

项目所在区域内有 G9811 中线高速、海榆中线 G224、G361 什邦线等干线公路网

及地方道路等，运输条件比较理想。沿线筑路材料均可利用现有的高速公路、二级公路或沿线县乡道路进行汽车运输，对现有路况不好的县乡道路可进行必要的维修养护。本项目优先利用原有道路，在需要新建施工便道的路段优先在永久征地范围内。全线新建施工便道约 6.54km，新增临时占地面积 2.94hm<sup>2</sup>。

施工便道设置见表 2.6-18。

表 2.6-17 施工生产生活区布置一览表

序号	上路桩号	位置 (m)		名称	占地类型	新增临时占地 (hm <sup>2</sup> )	备注
		左	右				
1	K0+000		80	1 标混凝土拌和站	林地	0.53	
2	K0+000		5500	1 标碎石加工场	林地	5.53	
3	K0+000		20	4 标混凝土拌和站、小构件预制场	林地	1.12	
4	K15+300	160		沥青拌和站、路面基层拌和站	林地	5.33	另外利用服务区 B 广场 1.34hm <sup>2</sup>
5	K15+350		25	2 号混凝土拌和站、小构件预制场，5 号混凝土拌和站	林地	0	利用服务区 A 广场 1.5hm <sup>2</sup> ，不计新增占地
6	K15+563		5000	2#碎石场	林地	6.99	
7	L1K3+100		35	3#混凝土拌和站	林地	0	牙叉互通内 0.5hm <sup>2</sup> ，不计新增占地
8	L1K3+100	35		3#小构件预制场	林地	0	牙叉互通内 0.5hm <sup>2</sup> ，不计新增占地
9	L2K6+400		20	4#混凝土拌和站	未利用地	0.5	利用废弃采矿区
10				1 标项目部		1.5	位置待定
11				2 标项目部		1.5	位置待定
12				3 标项目部		1.5	位置待定
13				4 标项目部		1.5	位置待定
合计						26	

表 2.6-18 施工便道设置一览表

序号	起讫桩号	长度 (km)	占地 (hm <sup>2</sup> )	
			类型	面积
1	K0+600~K7+800	1.66	林地	0.75
2	K7+800~K15+563	2.09	林地	0.94
3	L1K0+000~L1K3+087	2.79	林地	1.26
合计		6.54		2.94

### 2.6.9 土石方工程

本工程总挖方 370.94 万 m<sup>3</sup>，总填方 347.09 万 m<sup>3</sup>，弃方 44.5 万 m<sup>3</sup>，主要为挖方路基及不良地质换填土，运至弃土场处置。隧道弃渣均用作路基回填或碎石加工。

### 2.6.10 占地拆迁

### 2.6.10.1 永久占地

本项目永久占地 145.67hm<sup>2</sup>，其中主线占地 82.26hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 56.47%；牙叉连接线占地 24.13hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 16.57%；水满连接线占地 39.27hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 26.96%，见表 2.6-19。

从占地类型来看，由表 2.6-19 可知，线路占用林地最多，69.22hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 47.52%；园地占用 26.31hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 18.06%；耕地 12.09hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 8.3%。

表 2.6-19 工程沿线永久占地情况一览表 (单位: hm<sup>2</sup>)

路段	起讫桩号	所属区域	耕地	园地	林地	草地	水域及水利设施用地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	其他土地	合计	占比 (%)	备注	
主线	路基段	主线隧道前路段 (K0+000-K4+070)	琼中县什运乡	5.07	1.38	21.26		0.07	1.60	6.65	36.03	24.74%		
	隧道段	K4+070-K12+330	琼中县什运乡											隧道主体
		K6+425.426-K6+566.676	琼中县什运乡								0.37	0.37	0.25%	隧道斜井
		K4+000-K4+349.526	琼中县什运乡	0.41								0.41	0.28%	低位水池、消防泵房、水池联络管道、高位水池
		K8+757.627-K8+989.92	琼中县什运乡	0.38								0.38	0.26%	隧道竖井
		隧道小计		0.78							0.37	1.15	0.79%	
	路基段	主线隧道后路段 (K12+330-K15+563.145)	白沙县元门乡	2.35	15.77	22.23		1.56		0.08		3.10	2.13%	
	主线合计			8.20	17.15	43.49			0.14	3.16	10.12	82.26	56.47%	
牙叉连接线	L1K0+000-L1K3+086.839	白沙县牙叉镇	2.37	6.38	12.61		0.87	0.09	1.54	0.28	24.13	16.57%		
水满连接线	L2K0+000-L2K14+538.775	琼中县什运乡	1.52	1.44	11.67		0.03	0.35	2.87	13.38	31.24	21.44%		
	L2K14+538.775-L2K19+682.214	五指山市水满乡		1.35	1.46				0.13	5.08	8.04	5.52%		
	水满连接线小计		1.52	2.79	13.13		0.03	0.35	3.00	18.46	39.27	26.96%		
项目总计			12.09	26.31	69.22		0.90	0.59	7.69	28.85	145.67	100%		

路段	起讫桩号	所属区域	耕地	园地	林地	草地	水域及水利设施用地	城镇村及工矿用地	交通运输用地	其他土地	合计	占比 (%)	备注
占比 (%)			8.30%	18.06%	47.52%		0.62%	0.40%	5.28%	19.81%	100.00%	0.69%	

注：1、表中占地类型按照《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）划分；

2、耕地为水浇地、旱地和水田，园地为果园、橡胶园和其他园地，林地为乔木林地、竹林地、灌木林地等；城镇村及工矿用地为采矿用地、城镇住宅用地、农村宅基地等，交通运输用地主要指沿线公路用地、铁路用地和农村机耕路等，水域及水利设施用地指坑塘、沟道、水库及河流，其他土地为裸露荒地。

**表 2.6-20 主线 1 标土石方数量表**

路段	挖方 (m³)						填方 (m³)			本桩利用		远运利用		废方		弃方	
	总体积	土方		石方			总数量 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)								
		普通土	硬土	软石	次坚石	坚石											
K0+000-K7+800	1101848	44343	295483	252392	478989	30641	653090	339826	321700	22353	10809	317473	310891		440322	0	0

注：1、本表除填方总量为压实方、其余为自然方。

2、石松方系数分别为土方 1.12，石方 0.92。

3、本标段鹦哥岭隧道弃渣总数量：土方 56418 方，石方 812281 方。其中隧道弃渣土 56418，石 281642 调入主线（K7+800-K13+000）段，其余弃石全部调入本标段自建石场。

4、主线 K3+000 处改路（GL3K0+000~GL3K0+916.938）弃石均调入主线（K7+800-K15+563.145）段自建石场。

5、主线（K0+000-K7+800）段台背回填碎石总量为 76157.9 方。

**表 2.6-21 主线 2 标土石方数量表**

路段	挖方 (m³)				填方 (m³)			本桩利用		远运利用		借方		弃方	
	总体积	土方		石方	总数量 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)								
		普通土	硬土												
K7+800-K15+563.145	1211274	423954	479401	307919	2215103	1143678	1098445	61135	2101	891786	726328	190757	370015	9001	

注：1、本表除填方总量为压实方、其余为自然方。

2、石松方系数分别为土方 1.12，石方 0.92。

3、本标段鹦哥岭隧道弃渣总数量：土方 58566 方，石方 902973 方。其中路基填筑利用本标段隧道弃渣土方 49565，石方 420511，其余弃渣土废弃至弃土场，弃石全部调入本标段自建石场。

4、从主线（K0+000-K7+800）隧道弃渣中调入隧道弃渣土 56418，石 281642,在本表格中计列为借方。

5、从牙叉连接线及牙叉互通调入石 88373.6 土 134339.3，在本表格中计列为借方。

6、主线（K7+800-K15+563.145）段台背回填碎石总量为 36851.8 方。

**表 2.6-22 牙叉连接线土石方数量表**

路段	挖方 (m³)					填方(m³)			本桩利用		远运利用		废方		弃方	
	总体积	土方		石方			总数量 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	
		普通土	硬土	软石	次坚石											
全线	634721	212272	238295	80167	103987	386150	315471	96121	7328	490	308144	95686	135096	88033		

注：1、本表除填方总量为压实方、其余为自然方。

2、石松方系数分别为土 1.12，石 0.92。

3、本项目废方中 135096 方土方全部调运至主线，运距 25km，石方 88033 全部调运至主线，运距 25 km。

**表 2.6-23 水满连接线土石方数量表**

路段	挖方 (m³)					填方(m³)			本桩利用		远运利用		废方		弃方	
	总体积	土方		石方			总数量 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	土方 (m³)	石方 (m³)	
		普通土	硬土	软石	次坚石											
全线	761526	55347	445659	206405	54114	216588	194686	36081	17023	1851	177664	34229	306320	224438	219479	111279

注：1、本表除填方总量为压实方、其余为自然方。

2、松方系数分别为松土 1.23；普通土 1.16，硬土 1.09；石 0.92。

3、K9+380 反压护道利用废方土 86841 方，石 113159 方

### 2.6.10.2 拆迁

全线拆迁房屋面积 2231m<sup>2</sup>，其中砖混房 1447m<sup>2</sup>，砖瓦房 784 m<sup>2</sup>。

表 2.6-24 项目拆迁统计表

路段	行政区	砖混房 (m <sup>2</sup> )	砖瓦房 (m <sup>2</sup> )
主线 (K0+000-K3+765)	琼中县什运乡	374	216
主线 (K12+330-K15+563.145)	白沙县元门乡	700	
主线小计		<b>1074</b>	<b>216</b>
牙叉连接线	白沙县牙叉镇	<b>373</b>	<b>436</b>
水滴连接线	琼中县什运乡		<b>132</b>
合计		<b>1447</b>	<b>784</b>

## 2.7 筑路材料及运输条件

### 2.7.1 筑路材料

沿线砂石料、水、钢筋、水泥等筑路材料分布情况如下。

#### (1) 砂料

本合同段沿线砂场较少，周边在定安县、乐东调查到 2 处正规砂场，砂质纯净，能满足工程需求，产量与供需关系较紧张，因此需要提前和砂场联系、调配。

#### (2) 石料

沿线石料储量丰富，主要为整体性好、抗压强度高、材质良好的花岗岩及砂岩，能满足工程用石料的大部分需要。因此本次设计自建石场，利用项目挖方石方进行碎石加工，仅部分要求较高的部分材料采用外购；上面层石料选用外购文昌市蓬莱镇的优质玄武岩，中下面层、基层、底基层以及构造物可采用自建石场的花岗岩及砂岩石料。

#### (3) 工程用水以及工程用电

沿线自然沟渠分布较多且较均匀，水资源丰富，水质纯净，无污染，工程用水可就近解决；生活用水可采用打井解决或与当地水管部门联系，接通自来水管道路。

沿线电力供应充足，工程用电可直接与当地供电部门协商解决。

#### (4) 钢筋、水泥、木材、沥青

本合同段水泥，钢筋、木材等外购材料可与当地物资管理部门联系购买，沥青可采用优质进口 AH-70 重交通道路石油沥青，为保证工程质量，主要材料建议由建设单位统一购买。

#### (5) 拌和场

根据沿线筑路材料的分布情况以及交通状况，本项目设有 5 处混凝土拌和站，1 处路面面层拌和站、2 处基层、底基层拌和场。

### 2.7.2 运输条件

本项目途经琼中县什运乡，白沙县元门乡、牙叉镇及五指山市水满乡，沿线有中线高速 G9811、儋白高速、国道 G224，国道 G361 及多条县乡道，地方道路路网发达，工程材料采购运输条件便利。

## 2.8 投资估算及资金筹措

### 2.8.1 投资估算

本项目总投资约 32.99 亿元。其中主线投资约为 29.03 亿元，每公里约 1.84 亿元；牙叉连接线投资约为 2.99 亿元，每公里约 0.97 亿元；水满连接线工程金额为 1.96 亿元，每公里约 0.1 亿元。

### 2.8.2 资金筹措

该项目建设资金来自政府投资，出资比例为 100%。

## 2.9 施工组织

### 2.9.1 施工准备

施工准备工作包括组建施工项目部、征用土地、房屋拆迁、办理施工手续、收集公路、桥梁施工的相关技术规范、设计交底、准备施工材料、平整场地及部分临时工程等。

### 2.9.2 施工方案

施工组织以施工过程中的连续、平行、协调、均衡为基本原则，主要考虑以下几个方面：①合理且最底限度地配置施工现场，既保证施工生产的需要，又避免频繁调动；②机械设备、工具、周转性消耗材料等尽可能的重复使用，以节约费用；③尽量减少因施工组织不当而引起的停工、待料；④合理减少临时设施和现场管理费用。

#### (1) 路基工程

路基土石方工程应避免海南雨季进行施工，以机械化施工为主，适当配合人工施工的方案。对土方路段施工，控制填土最佳含水量，以确保路基压实度符合规定要求。对于岩石路段施工，爆破的选择，应充分考虑移挖作填的石料粒径限制，对填挖

过渡段，应按规定的要求，采取必要的施工措施，以防止通车后产生错台致使路面破坏。

### （2）路面工程

路面工程施工应采用全机械化施工方案，实现全集中拌和与机械化摊铺，严格控制材料用量和材料组成，实行严格的工序管理，做好现场监理和工序检测，正式施工前，应先进行试铺，确保施工质量。

### （3）桥涵施工

对于标准跨径的中、小桥梁及涵洞，其上部结构主要为钢筋混凝土梁（板）或预应力混凝土梁（板），施工工艺以预制安装为主，可根据地形地势及各工点的交通条件分别采用架桥机、吊车进行架设。

### （4）隧道工程

隧道进出口明洞采用分层小切口明挖，开挖时注意洞口外边、仰坡稳定性，并根据设计进行锚喷混凝土的加固。洞室开挖过渡至暗洞时，根据围岩级别进行初期支护安全进洞。隧道暗洞施工作业应在明洞施工后进行，初期支护及时封闭。要加强对隧道围岩级别的监控测量，合理变更设计与施工方法，保障安全施工和工程进度。

### （5）排水防护工程

路基防护工程及排水工程，石砌圻工可采用人工安砌，在工程技术人员的指导下合理进行。

### （6）临时工程

路线沿线路网发达，沿线土石方调配、材料运输、施工机械设备进出场都较为方便，项目施工在充分利用现有道路条件的基础上设置便道，纵向主便道利用什邦线 G361，根据需要设置横向和纵向支便道。对于大桥、互通式立交内的常规桥等可以采用集中预制安装的构件设置集中预制场，节省施工临时用地，同时方便。根据预制场地条件部分设置了构件运输轨道和桥上架设轨道，并设置混凝土搅拌站。临时场地施工前，先将表层熟土剥离堆置临时堆土场，待施工完成后，平整土地，再将熟土堆回摊平，恢复地表植被。

### （7）其他注意事项

本项目施工纵向贯通主便道为什邦线 G361，支便道为利用部分村道及生产道路或新建便道，工程施工中，材料运输、施工机械设备均需通过便道进出场，同时这些道路也是当地百姓日常出入的主要道路，因此施工期间应采取必要的措施，确保各道

路畅通。

施工单位进场后应按照国家规范及设计要求，编制施工组织并在施工组织中应编写环保事项，确保工程质量、工程进度的同时减少环境破坏。

### 2.9.3 施工过程

(1) 注意合理安排各分项工程的施工顺序和时间，路基、路面等可分层（块）流水作业，提高工作效率，确保工程质量及施工、营运安全。

(2) 工程建设中应切实采取有效措施，谨防施工废水无序排放污染周边地表水体。施工期应注意避免施工扰民现象发生，邻近居民区的路段中午和夜间应停止高噪声施工。由于项目大部处在热带雨林国家公园内，为减少对野生动物的干扰，应严格遵守有关规定，除由于工序需要，必须连续作业外，晨昏、中午、夜间应停止高噪声作业，夜间应对灯光照明加以遮挡。同时居民点路段施工场地边界设置高 1.8m 以上硬质围挡，减少施工期间施工噪音和扬尘对周围环境的影响。

(3) 施工期应加强水土保持工作，采取绿化、护坡、截排水沟等工程措施，防止水土流失。

### 2.9.4 工期安排

本项目施工计划为 2023 年 3 月~2026 年 2 月，施工期 36 个月。

## 2.10 施工工艺及产污环节

工程施工按照先桥涵、隧道，后路基、路面，最后沿线设施的程序进行；施工采用机械化作业，个别不适宜机械施工的情况使用人工施工；主要材料集中供应，混合料和稳定料集中厂拌。

### 2.10.1 路基工程施工工艺及产污环节

路基工程主要包括土石方、路基压实、特殊路基处理、防护、排水、中小型构造物建设等。路基工程土石方施工主要采用机械化作业，路基防护和排水在路基土石方工程后期进行。

本着永临结合的原则在路基两侧红线范围内沿线开挖临时排水设施，也可永临排水相结合，以保证施工期间场地处于良好的排水状态。路堤填筑完成后，整平坡面，及时进行坡面防护工程施工。路堤填筑施工经过雨季时，对路堤边坡进行苫盖，以防止边坡随降雨径流冲刷。



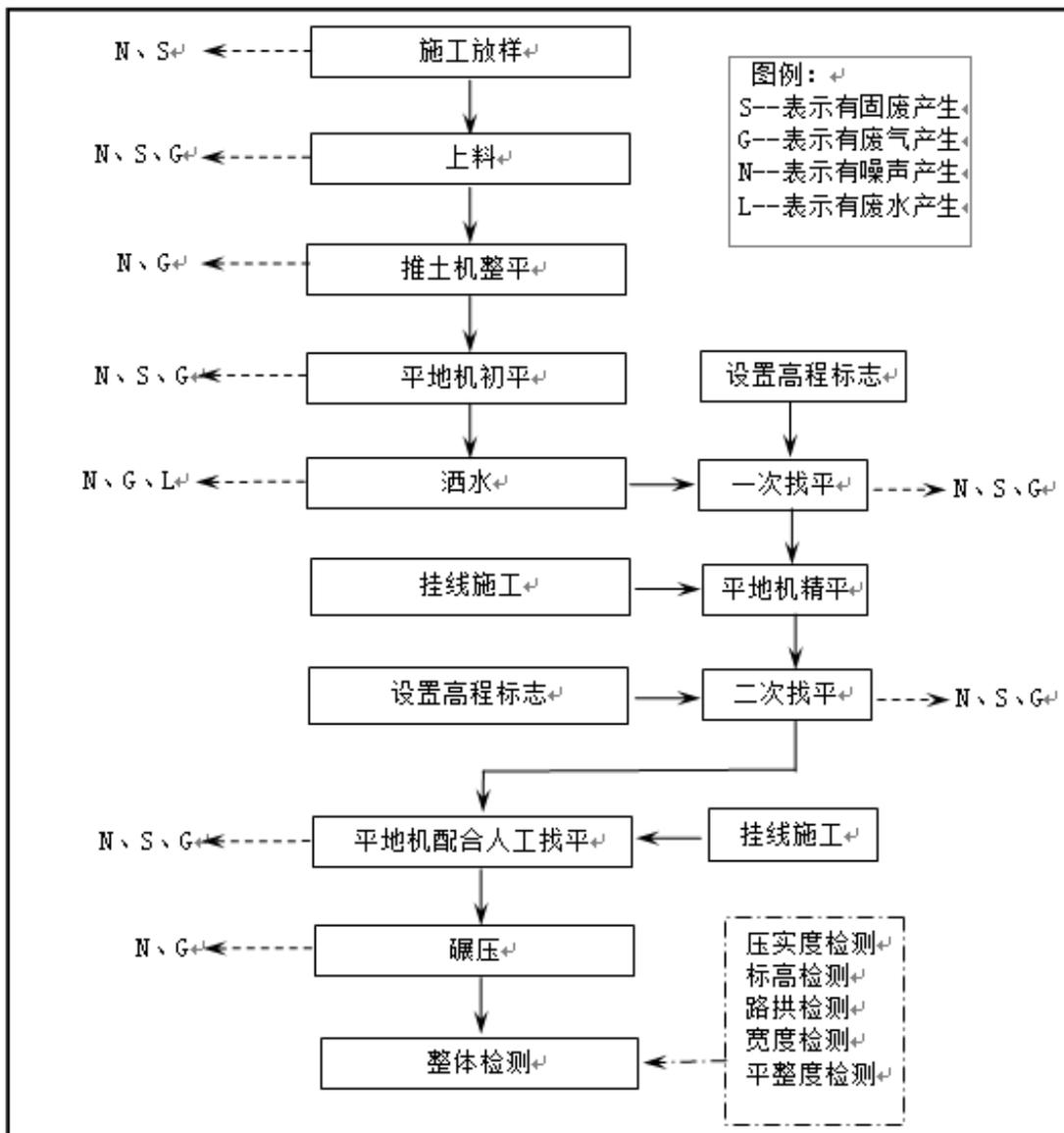


表 2.10-2 本项目路基找平施工工艺流程及产污环节框图

2.10.2 路面工程施工工艺及产污环节

路面工程包括底基层、基层、面层铺设。路面工程在路基土石方、中小型构造物工程完成后立即开工，但应注意施工温度等规定，合理安排施工时间。本项目采用沥青混凝土路面，汽车运输、摊铺机摊铺。路面施工工艺流程及产物分析见下图。

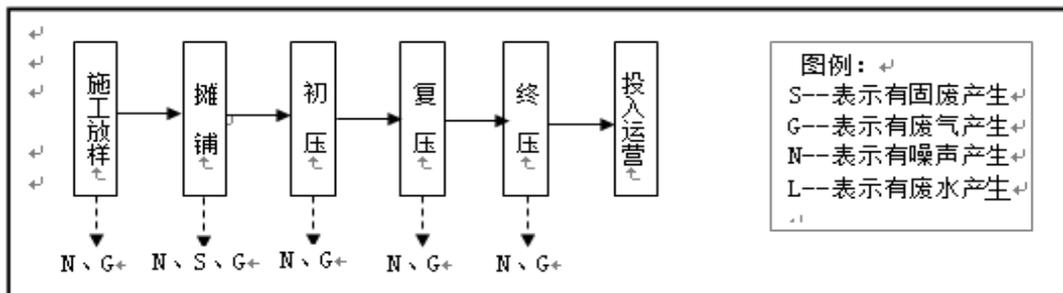


表 2.10-3 路面施工工艺流程及产污环节框图

2.10.3 桥梁、交叉工程施工工艺及产污环节

项目主线设置桥梁40805.66m/93座，陵水连接线桥梁747m/6座，英州连接线桥梁381m/3座，吉阳连接线桥梁217m/1座，亚龙湾北连接线桥梁381m/3座，南山连接线桥梁1260m/4座。除望楼河大桥采用连续刚构+预应力砼先简支后连续小箱梁外，其余桥梁上部结构均采用预应力砼先简支后连续小箱梁、预应力砼现浇箱梁、装配式预应力混凝土连续箱梁，下部结构采用柱式墩、柱式台、肋板台为主，基础以钻孔灌注桩基础为主，桥梁施工工序见表 2.10-4表2.10-5。

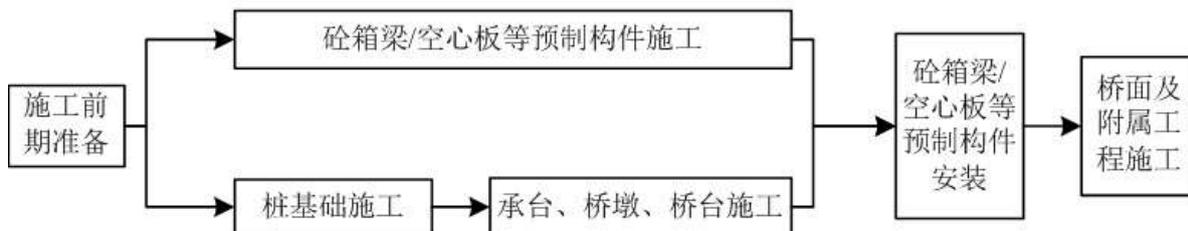


表 2.10-4 表 2.10-5 桥梁总体施工工序图

桥梁施工方式为：桥梁工程两侧路基先期开工，避免在雨天及大风天气施工；并要求施工单位尽快完工，以便利于其作为桥梁的施工场地堆放材料、预制构件等。本项目桥梁各结构单元施工工艺过程分述如下：

(1) 桥梁下部结构施工工艺

① 钢板桩围堰施工工艺流程图

桥梁下部结构施工安排在枯水期进行，为减轻对地表水体的影响，涉水部位均采用钢板围堰法进行施工，桩基钻孔及承台施工均在围堰内进行，桩基、承台和桥墩等下部结构施工完毕后，将围堰拆除，见表 2.10-6 表 2.10-7。

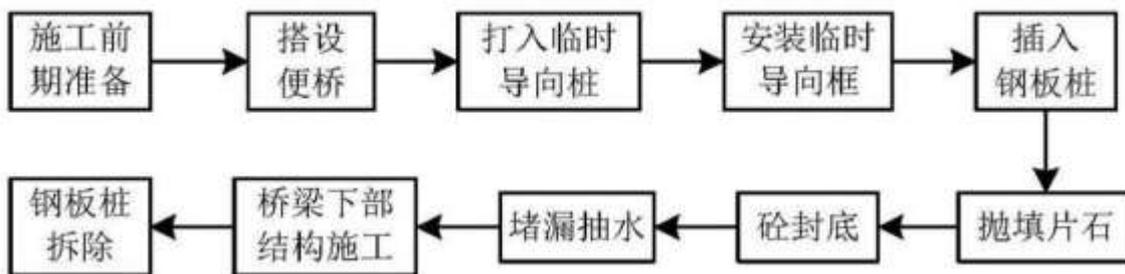


表 2.10-6 表 2.10-7 钢板桩围堰施工工艺流程图

② 桩基础施工

拟建公路新建桥梁基础形式均为钻孔灌注桩，涉水桥梁在桥墩基础周围设置钢板桩围堰后，将施工区域与周围水体隔离，其余工序均与旱桥相同，见表 2.10-8表 2.10-9。钻孔灌注桩基础施工过程中，在桩位6~8m处设泥浆二级沉淀池，每个沉淀池

尺寸不小于7m×5m，深度2.5m。钻渣晾晒后运至弃渣场处置或用于路基段填方。

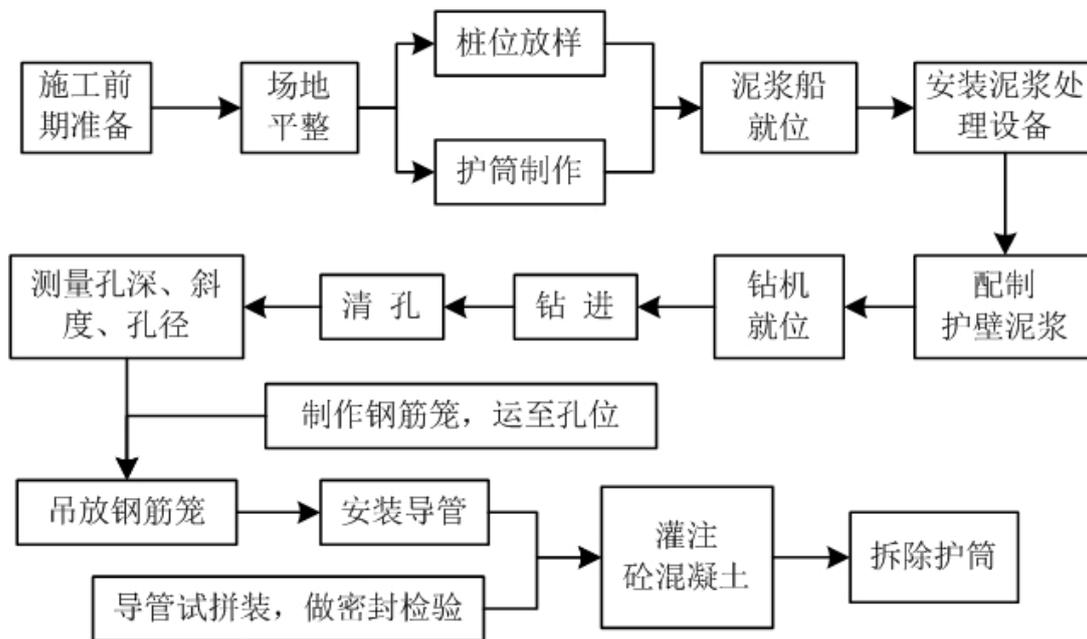


表 2.10-8 表 2.10-9 钻孔灌注桩基础施工工序流程图

③ 桥墩施工

拟建公路桥墩均采用翻板模板法分段施工，砼混凝土由拟建公路砼拌和站供给，现场不设拌和设施。施工工序如下：准备工作→测量放样→承台顶面凿毛→搭设脚手架→绑扎钢筋→安装第一节模板→砼浇筑→安装施工平台→绑扎钢筋→安装第二节模板→砼浇筑→施工平台提升→桥墩成型→砼养生→模板、脚手架拆除。

桥墩柱钢筋、模板安装均采用吊车起吊安装，墩柱施工示意图见表 2.10-10 表 2.10-11，墩柱施工工艺流程见表 2.10-12 表 2.10-13。

④ 桥梁构件预制

桥梁混凝土构件预制场设在施工生产生活区内或桥梁前后路基路段用地范围内，预制步骤：平整场地→安装模板→绑扎钢筋架笼→预埋波纹管→砼浇筑→砼体养护。

⑤ 桥梁构件安装

预制构件制作完成后，将预制梁吊装在自行式运梁平车上，运至跨墩架桥机机腹下，由运梁天车将梁提起，运到待架梁跨，通过横移，使梁达到预定位置，并下落就位。桥梁吊装基本工序如下：施工准备→支座安装→架桥机拼装、调试、就位→预制梁移运至桥头→提梁→预制梁过孔→横向移梁→落梁就位→架桥机复位→梁板验收。

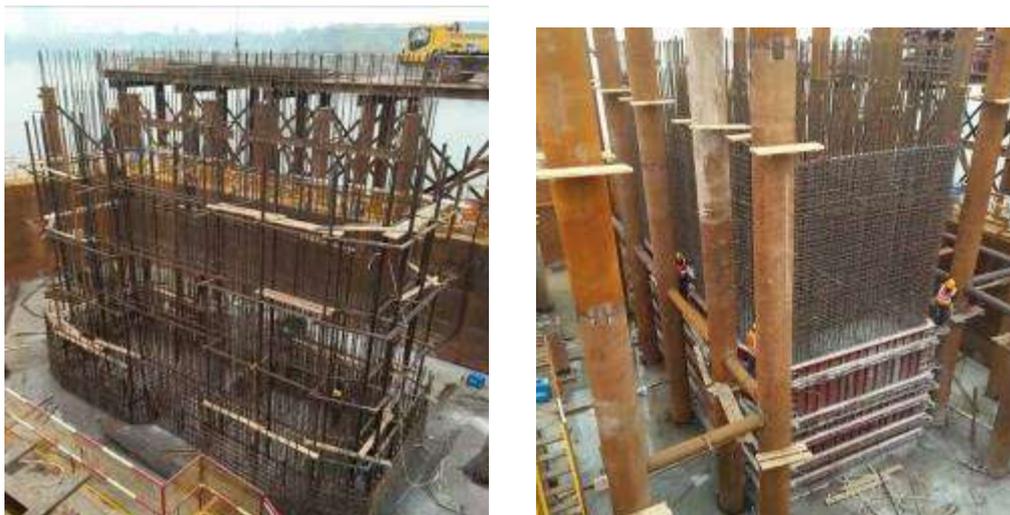


表 2.10-10 表 2.10-11 模板吊装和钢筋吊装示意图

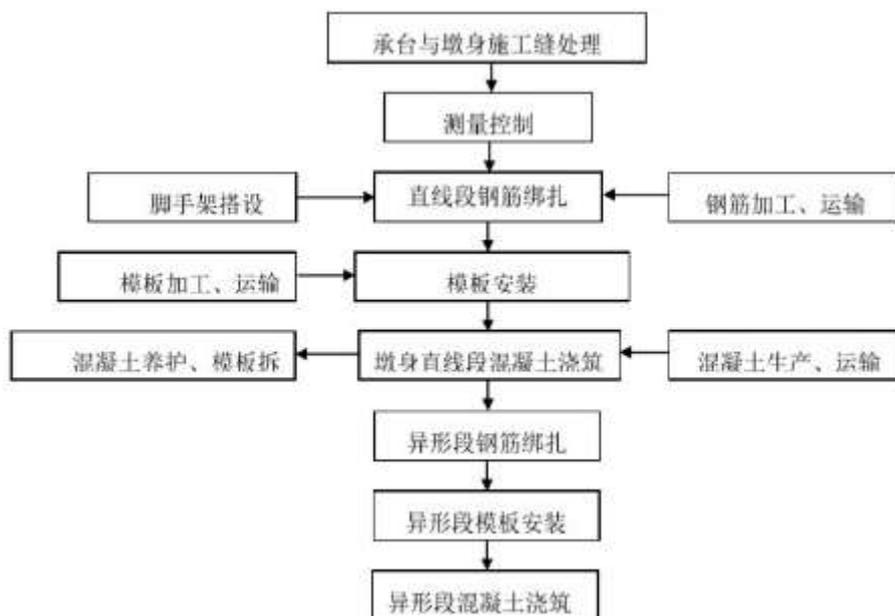


表 2.10-12 表 2.10-13 墩柱施工工艺流程图

本项目桥梁下部结构施工工艺流程及产污环节见表 2.10-14 表 2.10-15。

### (2) 桥梁上部结构施工工艺

根据工程施工方案，本项目桥梁上部结构主要采用预应力混凝土小箱梁或空心板。施工时混凝土小箱梁或空心板采用预制场预制，运至现场起吊安装、逐孔架设，先简支，后浇筑湿接缝、端横隔梁混凝土，再张拉墩顶负弯矩钢束，完成由简支到结构连续的体系转换，最后进行桥面附属设施施工。

本项目桥梁上部结构预制安装工艺流程及产污环节见表 2.10-16 表 2.10-17。

### (3) 桥面铺装

本项目桥面铺装施工工艺流程及产污环节见表 2.10-18 表 2.10-19。

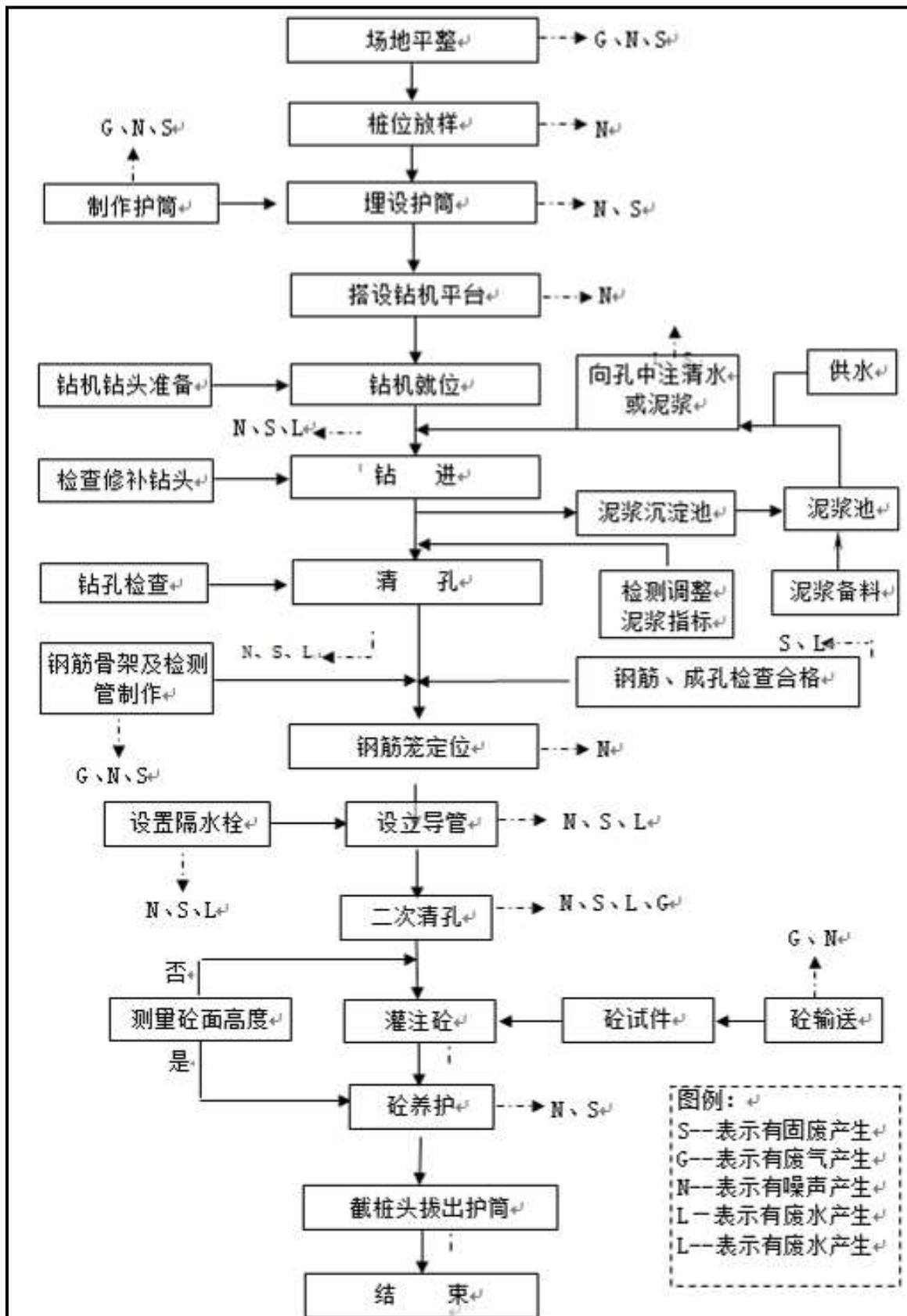


表 2.10-14 表 2.10-15 本项目桥梁下部结构施工工艺流程及产污环节示意图

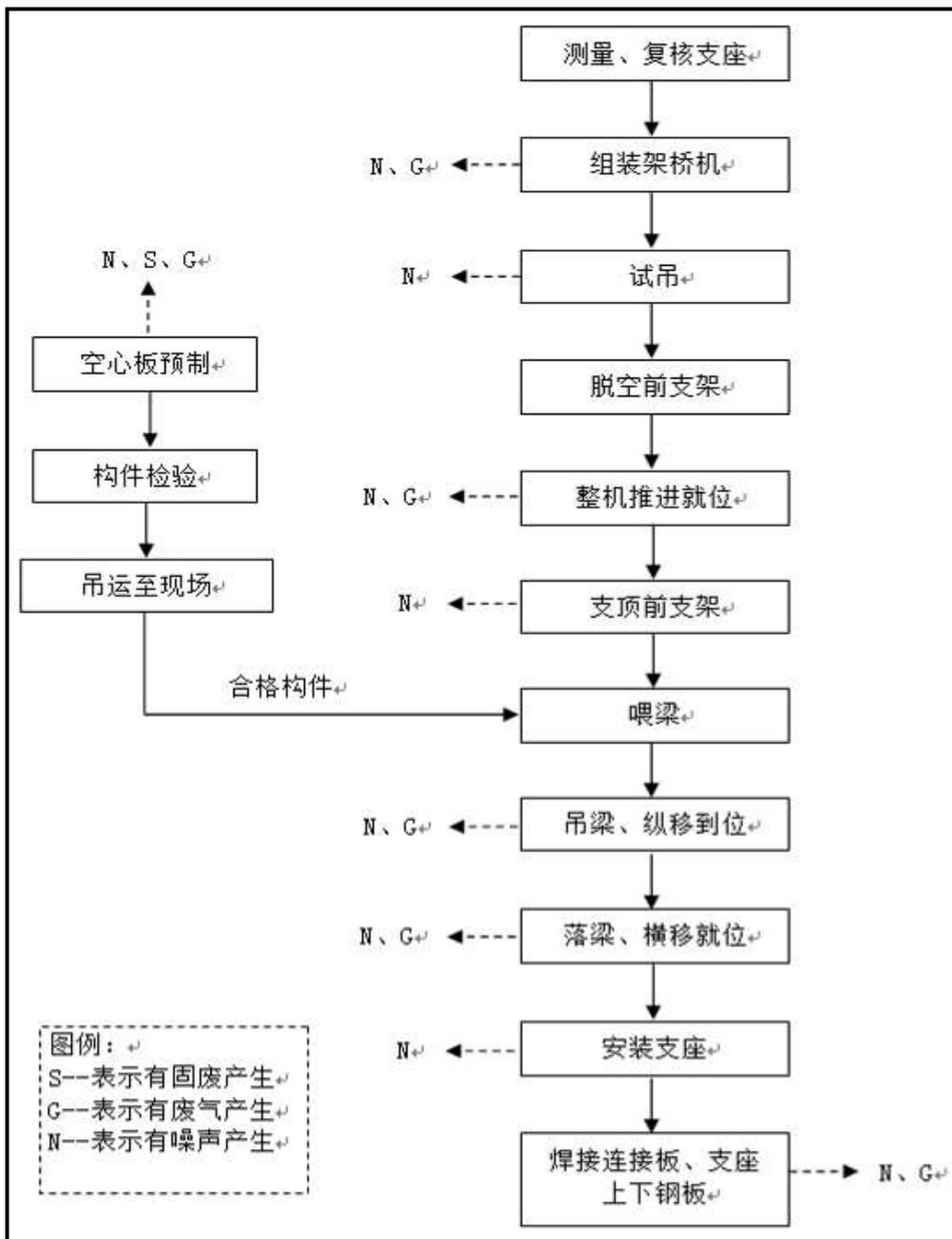


表 2.10-16 表 2.10-17 本项目桥梁上部结构预制安装工艺流程及产污环节示意图

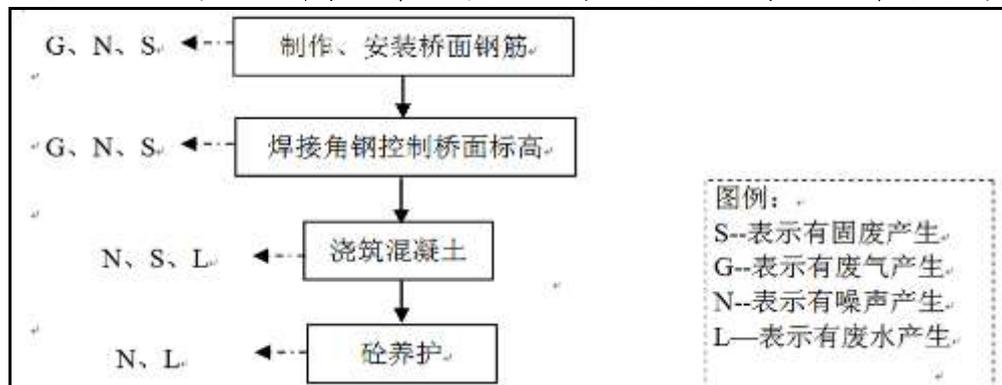


表 2.10-18 表 2.10-19 本项目桥面施工工艺流程及产污环节示意图

(4) 施工便桥、平台施工工艺

本项目南林河、宁远河和龙潭河特大桥施工时配有临时施工便桥，且有涉水桥墩 16 个，水源保护区内跨河桥梁较短，无需设置施工便桥。

① 施工便桥施工工艺

施工便桥的施工顺序为：钢管桩振沉→钢管剪刀撑焊接→墩顶垫梁安装→贝雷桁架纵梁分段拼装→吊装贝雷桁架纵梁就位→桥面分配梁安装→桥面板槽钢安装→护栏安装。

② 施工便桥的拆除

在大桥工程完成后进行施工便桥拆除工作。施工便桥的拆除工作同搭设工作顺序基本相反，依次拆除桥面附属设施、桥面板、型钢分配梁、贝雷、桩顶分配梁及钢管桩，拆除方法基本与搭设方法相同，但同时要注意的是在钢管桩基础拆除时，采用汽车吊机配合振动沉拔机拆除。

拆除施工便桥时，可采用一个工作面，从施工便桥的终点位置处开始，后退到起点的拔出方式进行拆除，边拆除，边利用原施工便桥运行材料到岸上指定的位置。在拆除过程中要注意对周围水域的保护，防止造成过度污染。

2.10.4 涵洞施工工艺及产污环节

项目主线共设置涵洞 116 道，陵水连接线 25 道，英州连接线 12 道，吉阳连接线 7 道，亚龙湾北连接线 19 道，火车站连接线涵洞 3 道，南山连接线 20 道。涵洞基坑开挖应在干燥状态下进行，基础开挖根据具体地形地貌和开挖断面形式，采用人工配合反铲挖掘机，自上而下开挖。

涵洞施工工艺流程见表 2.10-20 表 2.10-21 所示。

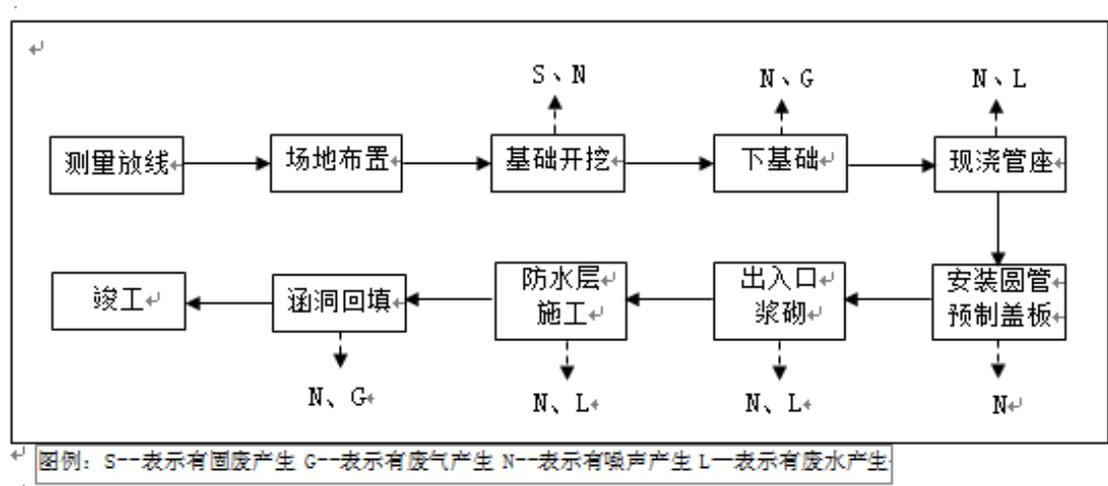


表 2.10-20 表 2.10-21 涵洞施工工艺流程及产污环节示意图

2.10.5 隧道施工工艺及产污环节

本工程主线共设置隧道 19542.5m/10 座，火车连接线设置特长隧道 4363m/1 座。

隧道均采用复合式衬砌，按新奥法原理组织施工。施工方法简括为“先拱后墙”，即施工中在洞口开挖时先对上拱体部分岩体进行小面积开挖，紧接着立即对已开挖的上拱体进行支撑与防护，然后再进行整个洞口的开挖与侧墙墙体防护，重复上述施工方式渐进的对洞身进行开挖与防护。

施工开挖岩体时因岩体是隧道结构体系中的主要承载单元，为充分保护岩体，减少对岩体的扰动，避免过度破坏其强度，采用光面爆破、预裂爆破或机械掘进等方式。

长度超过 100m 的隧道采用双口掘进，长度小于 100m 的隧道采用单口掘进。洞内采用机械开挖，洞渣清出采用汽车运输方式。隧道掘进作业时间预定为：双车道断面单口平均成洞 5m/d；1000m 以下的短隧道 1~2 年内完成。

所有隧道采用自然通风或机械通风，不设置通风竖井。

隧道施工工艺流程见表 2.10-22 表 2.10-23 所示。

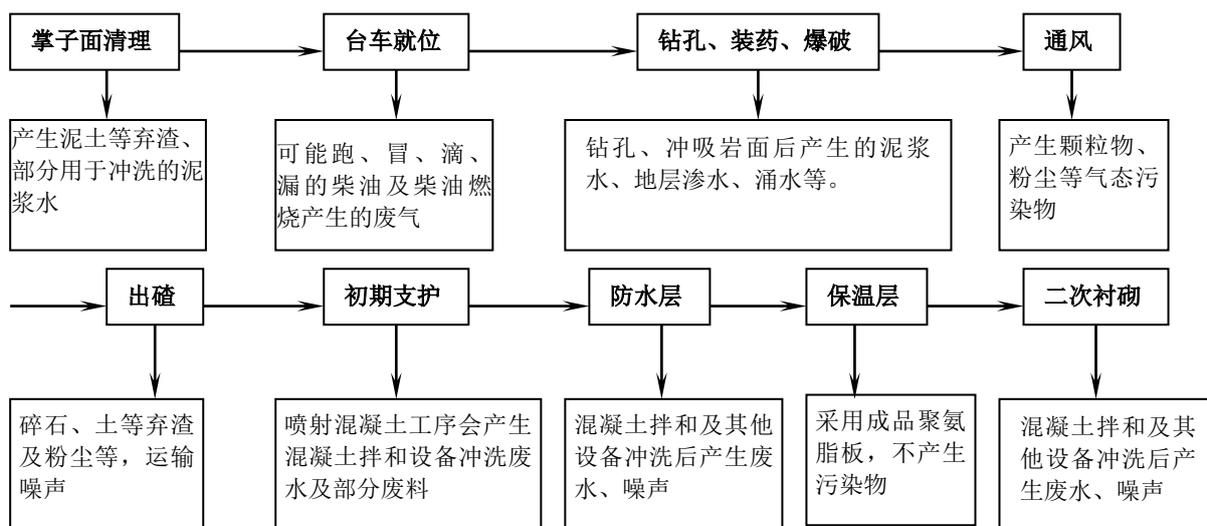


表 2.10-22 表 2.10-23 隧道施工工艺流程及产污环节示意图

### 2.10.6 服务设施施工工艺及产污环节

服务设施施工时先将表层熟土剥离集中堆置于下风侧并临时防护，主体施工结束时作为服务设施植物防护的覆土源。服务设施地下管线及管道施工采用分区分段自上而下，且相邻、相同埋深管、沟及临近的地下设施尽量一次开挖施工，同时保持基坑边坡土体稳定、基面不受扰动，从而减少施工过程中的水土流失。

服务设施施工工艺及产污环节见图 2.10-14。

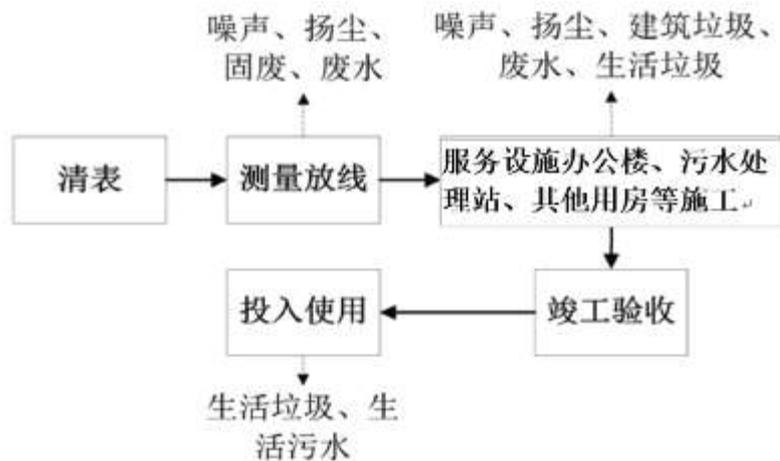


表 2.10-24 表 2.10-25 服务设施施工工艺流程及产污环节示意图

2.10.7 取、弃土场施工工艺及产污环节

取弃土前，先将表层熟土剥离堆置在取土场和弃土坑下风侧，待取弃土施工完成后，再将熟土堆回摊平，恢复植被。弃土场在堆弃过程中分块堆放，达到设计标高后，再进行下一块堆弃。其产污环节主要是清表、使用及后期恢复时产生扬尘、固废和机械噪声，见表 2.10-26 表 2.10-27。

2.10.8 施工场地施工及产污环节

施工场地进行平整时，采用机械结合人工的施工方法。施工场地设置围栏或其它边界设施，严格限制施工活动范围，施工进驻前对表土进行必要的剥离，集中堆放，并采取挡护措施，施工结束后，用于场地植被恢复。设计利用原地形的自然地势移挖作填，既可减少施工开挖和回填量，也能减少对地面的扰动。

其产污环节主要是在清表、使用及后期恢复时产生扬尘、固废和噪声，见表 2.10-26 表 2.10-27。

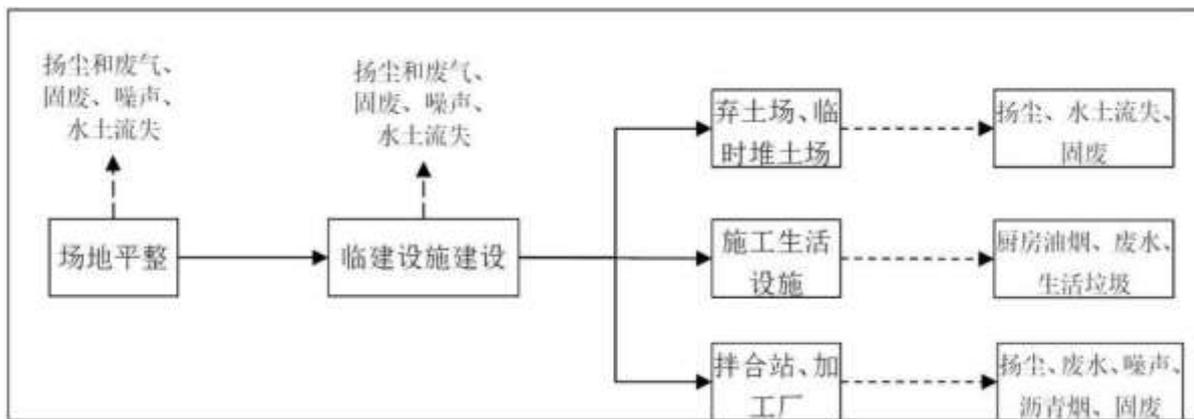


表 2.10-26 表 2.10-27 临时工程施工工艺及产污环节

### 2.10.9 施工便道施工工艺及产污环节

新建施工便道采用推土机将路面整平，然后进行局部低洼区域回填，回填土来自路基废弃土方，待整平后进行压实。

工程施工临时道路主要包括利用现有道路和新建道路两种型式，新建填筑工艺与公路路基工程基本相似，填方路基施工采用逐层填筑，分层压实的方法施工。新建道路结合地形地貌，尽量做到挖填平衡。其产污环节见 2.10.1 路基工程产污环节。

### 2.10.10 拆迁工程施工及产污环节

本项目建设涉及到的拆迁活动均为工程拆迁，全部由当地人民政府负责组织实施；本项目施工过程中涉及拆迁电讯、电力设施，拆迁之前施工单位必须与地方电讯、电力相关管理部门联系，共同协商拆迁事宜，避免通讯中断和停电现象等的发生。拆迁产生的主要污染物就是固体废物和扬尘。

## 2.11 工程环境影响及污染源强分析

### 2.11.1 工程主要环境影响概述

本项目属典型的非污染生态影响类建设项目。工程的设计、建设及运行过程中均会对环境产生不同性质和不同程度的影响，以下就工程对环境的作用因素与影响进行识别和分析，并对项目环境污染的源强进行估算。根据公路建设项目的特点，拟建项目对环境的影响范围、程度与工程所处阶段紧密相关，不同的工程行为对环境各要素的影响是不同的。根据工程项目的进展程序，环境影响分析可分为项目设计期、施工期和营运期三个阶段进行。

#### (1) 设计期

公路项目设计期主要进行路线方案的比选和技术标准的确定，选线过程决定了项目是否会涉及自然保护区、饮用水源保护区、国家园等各类生态敏感区，决定了工程拆迁量、占地类型和数量、阻隔影响等。项目设计阶段主要考虑的环境因素如下：

- ① 项目穿越海南热带雨林国家公园，这是制约项目选线的主要环境因素。
- ② 受地形条件的限制，选线过程中经过10处村庄，公路建设将会对沿线居民产生噪声干扰。
- ③ 工程主要占用林地，对沿线林业生态造成一定损失。
- ④ 路线以挖方为主，工程上已考虑对挖方的充分利用，进行纵向调配，减缓了大量借方和弃方对生态环境造成的不良影响。

⑤ 为减少占地，公路在满足桥涵标高的前提下尽量降低了路基高度。

## (2) 施工期

① 在施工期，项目永久占地对沿线生态环境造成一定破坏。

② 受地形条件所限，本项目有大量的开挖及隧道工程。工程各类填、挖作业对沿线自然植被及野生动物的生境形成破坏，并可能导致野生保护植物被砍伐或野生保护动物因生境破坏而迁移他处。另外，路基工程开挖与填筑会破坏地表原有植被，形成的裸露松散的地表和边坡，在雨水的作用下极易形成水土流失，从而影响生态环境，在河道附近还可能造成河道淤积，影响泄洪能力；在天气干旱时，又容易引起扬尘，对附近区域环境空气质量产生影响。

③ 大桥施工产生一定量的生产废水（主要污染因子为SS和石油类）和钻孔灌注桩产生的废弃泥浆和泄漏的混凝土，都会对沿线水体的水质和沿线农田产生影响。涉水桥墩施工期围堰建设、拆除，均会造成下游SS浓度升高，对水环境及水生生态产生一定影响。

④ 隧道施工中产生的废水可能含有SS，对沿线水体水质会产生一定影响；洞口的开挖会破坏原有植被，在风雨的作用下，极易形成水土流失。

⑤ 本工程全线跨越地表水体，其中1座桥梁有涉水桥墩，共2涉水桥墩。工程的修建改变了天然河道情势，对河势、水文要素等造成一定的影响。此外，路基、废弃土石侵占河道，改变河道形态和流向，改变水环境。

⑥ 路面工程底基层施工过程中，石灰稳定土拌和与摊铺容易产生粉尘污染，沥青熬制与拌和设施排放出的沥青烟会对环境空气质量产生影响。混凝土拌和站或工厂、各种构件预制场及运输散体建材或废渣，以及施工驻地管理不当，会对水环境产生负面影响。

⑦ 施工机械的运转会产生噪声和废气污染，从而对周围环境敏感保护目标的声环境质量和环境空气质量产生影响。工程施工会影响正常的公路交通环境，对沿线居民正常生产和生活产生一定的影响。

⑧ 工程会破坏自然地貌、当地植被、动物栖息地，降低环境美。

⑨ 施工期河道开挖、围堰、驳坎等作业都可使河水混浊，作业设备油污水的任意排放影响水质。该类废水中污染物主要为SS、石油类，其排放量较难定量估算。施工期生产废水无毒有害物质，但废水中悬浮物含量较大，施工期主要安排在枯水期，水量不大。施工期的生产废水直接排放将增加河流水体悬浮物对水质可能造成一定影

响。

### (3) 营运期

① 交通量的增长与项目影响区社会经济发展状况、旅游、居民生活质量密切相关。

② 随着交通量的增加，交通噪声会影响邻近公路的居民和学校的正常工作、学习和休息环境；汽车尾气中所含的多种污染物，如CO、NO<sub>2</sub>和石油类物质，会污染环境空气。

③ 养护和服务设施排放的生活污水，路面径流污水可能会污染水体，从而危害公众健康。

④ 桥梁修建后，桥墩迎水面有涌浪、下游可能出现漩涡、紊流外，对桥墩水域水文情势产生影响。桥墩附近流速会略有增加，河床可能会发生一定的冲刷，桥轴线以上局部区域流速略有减小，河床可能会发生一定淤积，但由于流速增减较小，故河床冲淤变化不大。由于工程河段的岸坡抗冲能力较强，不存在河岸坍塌、变迁等河势改变的水动力条件和河岸边界条件出现。工程施工会影响原有水利排灌系统、防洪设施。

⑤ 突发性交通事故会影响公路的正常运营和安全，危险品运输车辆事故易引发水污染、环境空气、土壤污染等事件。

⑥ 隧道洞口排放出的高浓度大气污染物，会对洞口附近的环境空气质量产生影响。

⑦ 由于局部工程防护稳定和植被恢复均需一定的时间，水土流失在工程营运近期可能存在。

⑧ 各类环境工程和土地复垦工程的实施将恢复植被、改善被破坏的生态环境，减少水土流失，减轻汽车尾气、交通噪声、生活污水和洗车污水、固体废物等对周围环境的污染，以及对居民生活质量的负面影响。

⑨ 公路运营后，对野生动物通行产生一定切割效应，车辆运营噪声及灯光等对野生动物将产生一定影响。

#### 2.11.2 主体工程设计具有环境保护功能工程的评价

主体工程设计中具有环境保护功能的工程包括表土剥离及利用、路基防护、路基排水、桥涵围堰、道路绿化及服务区内水回用等。

##### (1) 表土剥离及利用工程

主体设计将道路清基产生的表土作为后期道路中心绿化带、互通立交绿化区和填挖边坡的绿化覆土使用，这样既有效利用了珍贵的表土资源，又减少了后期绿化时的投入。

#### (2) 路基排水工程

主体工程设计的公路主线路基、交叉工程、沿线设施等区域的排水系统由路堤边沟、平台截水沟、堑顶截水沟、路堑跌水、路堑边沟及河沟等排水口连接的排水沟组成，由填挖交界急流槽引导路堑边沟以及堑顶截水沟水流进入路堤边沟或河沟等排水出口。排水工程使降水能尽快排出路基路面，保证道路排水畅通，有效减少或降低了水土流失的发生。

#### (3) 路基防护工程

主体工程设计对填方路基边坡采用三维网喷植草、浆砌片石衬砌拱植草、浆砌片石进行防护。路基边坡防护可以掩盖裸露的边坡，给通行人员良好的视觉享受，同时将人工干预与周围的环境和谐的联结起来，不仅可以改善景观效果，还具有良好的水土保持功能。

#### (4) 围堰工程

主体设计在桥梁基础跨河沟处采用土袋围堰的导流方式，迎水面采用编织袋装土堆筑，以防止水流的冲刷，围堰布置在建筑物基础四周，堰体高度小于 3m，堰顶宽度 2m，内外坡均为 1:1，围堰填筑料使用邻近路基段开挖土方，编织袋填土由人工在现场装袋填筑，施工结束后，将围堰拆除，土方运往弃渣场。围堰工程不仅能预防水土流失，还能有效降低对沿线水环境的影响。

#### (5) 道路绿化工程

主体工程通过绿化设计营造出一条“绿色林荫走廊”，创造出生态、旅游具有热带气息的公路环境。以行道树、中心分隔带构成三道绿带，绿地下层以低矮小乔木、花灌木、地被植物为主适量适地点缀种植，下层空间丰富又不失通透，既保证了植物空间的丰满，又能让车行者感受到美丽和谐的林荫效果。

绿化工程措施可以美化道路，为人们创造良好的行车环境，不仅能有效防止水土流失，还具有良好的生态防护效果。

#### (6) 服务设施污水处理和中水回用工程

本项目服务设施采用污水处理和中水回用工程，将服务设施排放的污水进行有效处理后用于浇洒绿地，不仅可以节约水资源，还可以避免对周围水环境的污染。

### (7) 野生动物通行及保护工程

项目主线全线桥隧比达 63.2%，此外项目主线设置涵洞 14 道、通道 5 处，水满连接线设置涵洞 75 道，均可作为野生动物在该区域的觅食饮水通道。项目绿化采用专项设计，优化绿化树种选择。

## 2.11.3 污染源强估算

### 2.11.3.1 施工期

#### (一) 污染源

##### (1) 噪声污染源强

在道路施工期间，作业机械类型较多，如地基处理时有液压挖掘机、轮式装载机等；路基、路面施工时有振动夯锤、静力压装机等。另外还有风镐、商砼搅拌车及各种运输车辆等。

施工期噪声影响主要表现为道路施工时产生的交通噪声、施工机械噪声对两侧居民的干扰。除移动式发电机外，最大噪声源为轮式装载机。由于工程施工期道路运输车辆的不连续性，其造成的影响有限。上述噪声影响均会随着施工过程的结束而消失。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013），主要施工机械污染源强见表 2.11-1。

表 2.11-1 公路工程施工机械噪声值

机械名称	5m	10m
液压挖掘机	82-90	78-86
电动挖掘机	80-86	75-83
轮式装载机	90-95	85-91
推土机	83-88	80-85
移动式发电机	95-102	90-98
各类压路机	80-90	76-86
重型运输车	82-90	78-86
振动夯锤	92-100	86-94
静力压装机	70-75	68-73
风镐	88-92	83-87
商砼搅拌车	85-90	82-84
混凝土振捣器	80-88	75-84
空压机	88-92	83-88

##### (2) 环境空气污染源强

施工期大气污染源包括施工现场开挖产生的扬尘、路面铺设、沙石灰料装卸及运输过程中产生的扬尘，堆场扬尘，非机动车道路面摊铺产生的沥青烟以及施工机械、

运输车辆排放的废气、沥青拌和站废气、水泥混凝土搅拌站、基层搅拌站和构件预制场产生的粉尘等。

### ① 施工作业扬尘

施工期间土方开挖、回填以及土方、物料装卸、堆放、运输等产生大量扬尘。场区现场浮土、渣土较多，土方工程阶段产生的扬尘是施工期最主要的大气污染源，此外在土方、物料运输过程中，由于沿路散落、风吹起尘及运输车辆车身、轮胎携带的泥土风干后将场区内和道路上造成严重的扬尘，污染环境。

在一般气象，平均风速 2.5m/s 的情况下，建筑工地内扬尘处 TSP 浓度为上风向对照点在 2.0-2.5 倍，即下风向 10-200m 范围内施工扬尘的浓度为 1.843-0.3972mg/m<sup>3</sup>。

### ② 堆场扬尘

项目施工期较长，为了便于施工，临时堆土场和临时堆料场布置在施工区空地。堆场物料的种类、性质及风速与起尘量有很大关系，比重小的物料容易受扰动而起尘，物料中小颗粒比例大时起尘量相应也大。堆场的扬尘包括料堆的风吹扬尘，装卸扬尘和过往车辆引起路面积尘二次扬尘等，会对周围环境带来一定的影响，但施工方通过洒水、及时清运可以有效地抑制扬尘量，使扬尘量大大减少。

### ③ 施工运输扬尘

本次评价参考《建筑施工扬尘排放因子定量模型研究及应用》（赵普生，中国气象局北京城市气象研究所，南开大学环境科学与工程学院，国家环境保护城市空气颗粒物污染防治重点实验室；冯银厂；张裕芬；朱坦；金晶）研究结果。在施工过程中，车辆行驶产生的扬尘占总扬尘的60%以上。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式计算：

$$Q=0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85} (P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m<sup>2</sup>。

表2.11-2为一辆10t卡车，通过一段长度为1km的路面时，不同路面清洁程度，不同行驶速度情况下的扬尘量，从表中可以看出，相同质量的车辆，粉尘产生量随着车速的增加而增大。

表 2.11-2 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位: kg/km·量

车速 (km/h)	粉尘量 P (kg/m <sup>2</sup> )					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0511	0.0859	0.1164	0.1444	0.1707	0.2871
10	0.1021	0.1717	0.2328	0.2888	0.3414	0.5742
15	0.1532	0.2576	0.3491	0.4332	0.5121	0.8613
20	0.2553	0.4293	0.5819	0.7222	0.8536	1.4355

类比同类工程施工期情况，运输车辆产生的扬尘：下风向50m、100m、150m处分别为11.625mg/m<sup>3</sup>、9.694mg/m<sup>3</sup>、5.093mg/m<sup>3</sup>，超过了《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的无组织排放监控浓度限值标准。鉴于工程沿线两侧分布有居民点，应加强对施工期的环境空气监测和运输道路的车辆管理工作，减轻车辆行驶造成的空气污染。

#### ④ 沥青烟气

拟建公路主线及牙叉连接线采用沥青混凝土路面，全线设置沥青拌和站1处。拟建公路所使用的沥青原料外购，在沥青拌和站集中加工后密闭运输到施工现场，采用高效沥青摊铺机施工的方式。沥青拌和站熬炼和搅拌过程会产生沥青烟污染，且在摊铺沥青路面时也将产生少量的沥青烟气。沥青加热及搅拌、铺设过程中产生的沥青烟气含有THC、酚和苯并[a]芘等有毒有害物质，对操作人员和周围居民的身体健康将造成一定的损害。

拟建公路所使用的沥青原料外购，沥青混凝土需在施工生产生活区集中拌和，初步设定的29处施工生产生活区中涉及沥青拌和站的有1处，规模尚未确定。

根据京珠公路南段沿线沥青拌和站及京津塘大洋坊沥青拌和站的沥青烟污染监测结果，不同型号的拌和设备源强见表2.11-3。

表 2.11-3 京珠公路沿线及京津塘大洋坊沥青拌和站的沥青烟污染监测结果一览表

序号	采用设备类型	沥青烟排放浓度范围 (mg/m <sup>3</sup> )	沥青烟排放浓度均值 (mg/m <sup>3</sup> )
1	西安筑路机械厂 M3000 型	12.5~15.5	15.2
2	德国维宝 WKC100 型	12.0~16.8	13.9
3	英国帕克公司 M356 型	13.4~17.0	14.2

目前，公路建设采用设有除尘设备的封闭式场拌工艺，沥青拌和过程中采用布袋除尘器和沥青烟气处理装置（“冷凝+电捕集+活性炭吸附”），可使沥青烟、苯并[a]芘、粉尘达标排放，用无热源或高温容器将沥青运至铺浇工地，沥青烟气的排放浓度较低，类比现在公路施工中常用沥青拌和设备的排放源强：封闭式站拌工艺周围污染

物浓度在下风向100m 分别为：THC 浓度为 $0.057\text{mg}/\text{m}^3$ （低于《大气污染综合排放标准》标准值 $4\text{mg}/\text{m}^3$ ）；3, 4-苯并芘的平均值 $0.15\times 10^{-2}\text{mg}/\text{m}^3$ （低于《大气污染物综合排放标准》标准值 $0.8\times 10^{-2}\text{mg}/\text{m}^3$ ）；酚 $<0.01\text{mg}/\text{m}^3$ （低于《大气污染物综合排放标准》标准值 $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ ）。

沥青路面铺设过程中也会产生沥青烟气，对操作人员和周围居民的身体健康将造成一定的损害。根据有关资料，沥青摊铺碾压温度约在 $150\sim 160^\circ\text{C}$ ，摊铺完成后温度约 $130^\circ\text{C}$ ，沥青烟的挥发主要集中在 $130^\circ\text{C}$ 以上温度时，在下风向60m左右，热料气体中逸散酚 $\leq 0.01\text{mg}/\text{m}^3$ 、THC $\leq 0.16\text{mg}/\text{m}^3$ ，即路面沥青摊铺作业沥青烟的影响范围可达60m；摊铺完成10~20min后，经自然冷却沥青混合料温度降至 $82^\circ\text{C}$ 以下，沥青烟污染明显减弱，待沥青凝固后，沥青烟也随即消失。项目沥青摊铺采用机械化作业，速度较快，影响有限。

#### ⑤ 施工机械燃油废气

本项目施工机械主要为挖掘机、推土机及运输车辆，燃料使用以柴油和汽油为主。施工机械作业时因燃油燃烧产生含THC、CO、NO<sub>x</sub>等污染物的废气，且均为无组织排放。本类废气排放强度主要取决于项目施工进度，随机性大，本评价很难定量分析，类比同类工程，如耗油100t计，排放CO约0.4t、NO<sub>x</sub>约0.5t；浓度CO约 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 、NO<sub>x</sub>约 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

#### ⑥ 基层拌和站、构件预制场和水泥混凝土搅拌站废气

##### a. 水泥、砂石等原料输送及储运粉尘

本项目水泥原料储存于筒库料仓中，筒库料仓顶部配置袋式除尘器，水泥通过槽罐车运输进入预制场，由槽罐车自带的空压机打入筒库，此时产生的含尘废气由筒库顶部的自带袋式除尘器净化处理后通过15m高的排放口排放，处理后的粉尘进行回收利用。根据《未纳入排污许可管理行业适用的排污系数、物料衡算方法（试行）》中水泥制品制造业（含混凝土结构构件、其他水泥制品业）产排污系数表，各种水泥制品物料输送储存工序工业粉尘产排污系数为2.09千克/吨-水泥，工业废气量为460标立方米/吨-水泥。参考《水泥工业污染防治可行技术指南》（试行），袋式除尘技术除尘效率可达99.80%~99.99%，本项目以99.80%计，经袋式除尘器处理后，本项目构件预制场和水泥混凝土搅拌站水泥、砂石输送及储运粉尘废气污染物排放浓度为 $9.08\text{mg}/\text{m}^3$ ，可满足《水泥工业污染控制标准》（DB46/524-2021）中表1的大气污染物有组织源最高允许排放浓度限值（ $10\text{mg}/\text{m}^3$ ）要求。

### b.物料混合搅拌粉尘

各种原辅材料计量完成后将一并进入搅拌主机搅拌均匀，物料在搅拌混合时会产生大量粉尘，根据《未纳入排污许可管理行业适用的排污系数、物料衡算方法（试行）》中水泥制品制造业（含混凝土结构构件、其他水泥制品业）产排污系数表，各种水泥制品在物料混合搅拌工序中粉尘产污系数为5.57千克/吨-水泥，工业废气产生量为1419 标立方米/吨-水泥，物料混合搅拌粉尘经袋式除尘器净化后15m排放口排放，袋式除尘器除尘效率以99.80%计，则施工期产生粉尘排放浓度为7.86mg/m<sup>3</sup>，可满足《水泥工业污染控制标准》（DB46/524-2021）中表1的大气污染物有组织源最高允许排放浓度限值（10mg/m<sup>3</sup>）要求。

#### ⑦ 施工驻地的油烟废气

本项目高速公路的施工驻地设置食堂，参照《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010）快餐类饮食单位建筑面积与油烟排风量关系进行考虑。施工驻地的食堂建筑面积一般在 100m<sup>2</sup> 以内，油烟排风量选取 4000Nm<sup>3</sup>/h，按每个炉头排气量为 2000Nm<sup>3</sup>/h 计，设计炉头数为 2 个，每天运行 8h，烟气中油烟初始浓度约为 12mg/m<sup>3</sup>。

### （3）地表水环境污染源强

#### ① 施工驻地人员的生活污水

施工驻地的污水排放量计算公式：

$$Q_s = \frac{K \cdot q_i \cdot V_i}{1000}$$

式中：Q<sub>s</sub>——生活污水排放量，t/d；

q<sub>i</sub>——每人每天用水定额，L/（人·d）；

V<sub>i</sub>——工区人数，人；

K——生活污水排放系数，一般为0.6~0.9，本项目取0.8。

由于施工驻地设置位置基本属于农村地区，每人每天用水定额参照《海南省用水定额》（DB46/T 449-2021）中关于农村居民生活用水定额110L/（人·d）。

类比同类高速公路工程的施工经验，每个施工驻地的施工人员一般在100人左右，则每个施工驻地每天产生约8.8t生活污水。项目施工期施工驻地的生活污水污染特性及污染物产生情况见表2.11-4。

表 2.11-4 项目施工期施工驻地的生活污水污染特性及排放情况表

指标	水量	COD( mg/L)	BOD <sub>5</sub> ( mg/L)	氨氮( mg/L)	SS( mg/L)	动植物油( mg/L)
浓度	/	250	110	20	100	50
日发生量 (t/d)	8.8	0.0022	0.00097	0.00017	0.00088	0.00044

### ② 施工场地的作业废水

施工场地主要包括施工期间搭建的临时房屋、临时设施、材料堆放场地、加工预制场、拌和站等。

在加工预制场对砂石料进行湿法筛分冲洗时，通常毛料中的泥浆和小于0.15mm的细砂将被水流带走。类比其它公路建设项目，每个施工驻地的砂石料冲洗废水量约20m<sup>3</sup>/d，其砂石料冲洗废水的特征污染物为悬浮物，浓度可以达到25000mg/L。

拌和站在每天作业结束后一般进行清洁冲洗，冲洗量每次约2m<sup>3</sup>，主要特征污染物为悬浮物，浓度可以达到5000mg/L。

另外，对施工机械、运输车辆轮胎进行冲洗时，也会产生不少的冲洗废水。类比其它公路建设项目，每个施工驻地的施工机械和运输车辆冲洗废水量约10m<sup>3</sup>/d，主要特征污染物为悬浮物和石油类，浓度分别达到500mg/L和15mg/L。

经类比同类项目施工场地作业废水产生情况，项目每个施工场地作业时产生的废水量约32m<sup>3</sup>/d，其特征污染物主要为悬浮物和石油类。

### ③ 桥梁工程施工废水

根据工程沿线调查，项目跨河桥梁共计9座，其中有1座桥梁有涉水桥墩，共计涉水桥墩2组。桥梁施工废水主要为钻孔及清孔过程中产生的泥浆水，根据厦蓉高速羊甲大桥的类比调查，采用泥浆分离机回收泥浆，含泥浆污水的SS浓度为1690mg/L。

### ④ 隧道施工废水

隧道施工过程中的废水来源主要有以下几种：隧道穿越不良地质单元时产生的涌水，施工设备如钻机产生的废水，隧道爆破后用于降尘的水，喷射水泥砂浆从中渗出的水以及基岩裂隙水等。根据类比同类道路隧道的调查结果，隧道外排的废水流量变化比较大，范围在3m<sup>3</sup>/h~4000m<sup>3</sup>/h，主要是不良地质、隧道施工挖掘进度等诸多因素的影响所致。根据《某隧道施工废水对地表水环境的影响》（《中国科技信息》，任伟等）资料显示（见表2.11-5），隧道施工废水中主要污染物是SS、石油类。

表 2.11-5 某隧道施工废水水质实测情况表

序号	废水流量 (m <sup>3</sup> /h)	pH	COD( mg/L)	SS( mg/L)	氨氮( mg/L)	TN( mg/L)	石油类 ( mg/L)
1	220	9.18	54.7	341	2.89	6.15	9.52
2	400	10.13	63.4	513	3.47	7.32	10.12

3	280	9.84	57.3	445	3.35	6.58	9.87
4	14	8.68	23.9	19	1.34	2.65	5.84
5	3	8.55	17.8	12	1.25	2.04	2.31

注：1、2、3号样品为隧道正常施工时的废水水质，4号为隧道内发生岩爆，施工停止时隧道排水系统的出水，5号样品是施工完全停止2天后的监测结果。

#### (4) 固体废物污染源强

项目施工期固体废物主要来自废弃土方、桥梁桩基钻渣、拆迁建筑垃圾、施工人员的生活垃圾和施工机械使用过程中产生的废矿物油。

##### ① 废弃土石方

本项目废弃土石方主要为路基、隧道以及桥梁桩基钻渣等路基回填或利用后剩余的土石方。根据本项目土石方工程量一览表，本项目弃方约43.5万m<sup>3</sup>，本项目产生的废弃土石方运至本项目弃土场处置。

##### ② 建筑垃圾

建筑垃圾主要来源于房屋拆迁过程，主要有废砖瓦、废木料、玻璃、塑料、金属等，拆迁建筑垃圾用于路基填筑，不能回用的就近运至弃渣场或政府指定的垃圾消纳场处理，不得随意堆放。

##### ③ 生活垃圾

施工期间施工人员生活垃圾按人均1.0kg/人·日计，每个施工驻地大约100人，则每个施工驻地生活垃圾日产生量为100kg/d。施工人员的生活垃圾，通过设置专门垃圾桶进行集中收集，再委托当地环卫部门定期清运，对环境的影响较小。

##### ④ 危险废物

施工期间的危险废物主要来自于施工机械维修产生的废矿物油和沥青拌和站产生的危险废物。施工期间施工机械大修一般送至指定维修点维修，施工现场产生的危险废物很少。沥青拌和站产生的危险废物类比广西丰麒沥青混凝土有限公司沥青拌和站。

##### a. 机修固废

项目机械设备运行、维修将产生少量废机油，根据《国家危险废物名录》（2021版），分类编号为HW08，危险废物代码：900-249-08；其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及沾染矿物油的废弃包装物。本项目年工作按300天计，全年机修约3次，每次废机油产生量约为100kg，则年产生量约为0.3t/a。本项目危险废物应暂存于站区内危废暂存间，定期交由有资质的单位进行处理。危废暂存间应贴有危废标志，做好防雨措施，并对地面进行防渗防漏处理。

### b.废导热油

导热油在导热油炉中循环使用，5年将导热油全部更换一次，项目施工过程中按更换量为1t/年。废导热油属于危险废物，根据《国家危险废物名录》（2021版），分类编号为HW08，危险废物代码：900-249-08；其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油及沾染矿物油的废弃包装物。按照国家有关规定交由有资质的单位集中处理。

### c.废弃活性炭

项目采用活性炭吸附处理含苯并[a]芘、非甲烷总烃、沥青烟气，活性炭达到饱和后需要进行更换。更换出来的废活性炭属于《国家危险废物名录》（2021年）中分类编号为HW49，危险废物代码为900-039-49，收集后应交由有相关危废资质单位处置。

### d.隔油沉淀池产生的废油

项目设置隔油沉淀池产生的废油，废油渣将其收集后存放于塑料桶内，密封好，单独存放，经收集后暂存在危废间后交由有资质单位处理。

## （5）地下水污染源

施工期主要是含油污水、建筑材料堆放期间的淋漓水等对地下水环境的影响。

## （6）振动污染源分析

隧道工程和高边坡施工开挖掘进需进行爆破作业，根据相关资料，突发性爆破瞬间声级可达130dB(A)，对周边声环境的瞬时影响较大；炸药爆破时，炸药的量通过地面传播，当能量大到一定程度时，就可能会对附近的建筑物造成破坏。因爆破噪声和振动也是本项目施工噪声污染的主要来源。

## （二）生态影响源

### （1）主体工程施工期影响分析

主体工程施工期生态影响源见表2.11-6。

表 2.11-6 主体工程施工期生态影响分析一览表

序号	工程项目	生态影响分析	影响性质和程度
1	路基	林地破坏，耕地占用，路基裸露引发水土流失；工程区野生动物远离，植被破坏。	影响较大且不可逆。
	填方	填压植被，对局部天然径流产生阻隔影响，也易产生水土流失和塌陷。	边坡区域可恢复植被，水土流失可控制，但高填路段影响较大。
	挖方	破坏地貌和植被，产生水土流失、塌方、地下水涌出等地质灾害，影响植物生长。	局部深挖路段水土流失发生隐患大，对植被破坏大。
2	路面	地表硬化导致动植物生境减小，土壤交换	影响在路基的基础上积累，不额

		被破坏。	外产生影响。
3	桥梁	桥墩占用湿地，桥身破坏河岸植被，也易产生水土流失及地质灾害。	较小
4	隧道	隧道口植被和植物破坏，产生的弃渣易发生水土流失，施工中可能引发局部地质灾害。	对隧道口破坏不可逆，但影响较小，渣场可恢复；采取相应措施，地质灾害可控。
5	涵洞	可能导致水土流失。	较小
6	不良地质	易产生水土流失。	较小
7	互通立交	集中占地面积大，对征地范围内植被破坏显著，易发生大面积水土流失。	大部分用地可进行植被生态恢复，影响较小。

(2) 临时工程施工期影响分析

主体工程施工期生态影响源见表2.11-7。

表 2.11-7 临时工程施工期生态影响分析一览表

序号	工程项目	生态影响分析	影响性质和程度
1	施工道路	植被和植物遭到破坏，农田侵占，水土流失。	结束后可恢复植被，水土流失可控制，影响不大。
2	弃土场	破坏、填压植被，易产生水土流失。	结束后可恢复植被，水土流失可控制，影响不大。
3	施工生产生活区	用地范围的植被和植物遭到破坏，易产生水土流失	结束后可恢复植被，水土流失可控制，影响不大。

(3) 水生生态施工期影响

项目施工期对水生生态的影响，主要来源于跨河桥梁施工活动扰动河床、改变水文情势，以及施工污水排放造成的水环境污染和施工人员活动造成的影响。

(三) 风险源

- (1) 施工期中易燃、易爆和有毒物品的堆放如果管理不善存在环境风险。
- (2) 高边坡路堑作业风险，容易引发山体滑坡等地质灾害。

2.11.3.2 营运期

(一) 污染源

(1) 噪声源强

参照《公路建设项目环境影响评价规范》(JTG B03—2006)，车辆在参照点(7.5m处)的平均辐射噪声级(dB)  $L_{0i}$ 按下式计算：

小型车  $L_{0s} = 34.73lgV_S + 12.6$

中型车  $L_{0M} = 40.48lgV_M + 8.8$

大型车  $L_{0l} = 36.32lgV_L + 22$

式中：S、M、L——分别表示小、中、大型车；

$V_i$ ——该车型车辆的平均行驶速度，km/h。

本项目主线、牙叉连接线设计车速均为 80km/h，小型车平均车速直接采用设计车速，中型车、大型车平均车速分别采用设计车速的 90%、80%，即 72km/h，64km/h。

本项目水满连接线及匝道设计车速较低，水满连接线设计车速 20km/h，匝道设计车速 40km/h，直接以设计车速作为平均车速进行计算。考虑 JTG B03—2006 中的平均辐射噪声级计算公式不适用于 48km/h 以下的较低车速，本次环评采用《公路建设项目环境影响评价规范（试行）》（JTJ 005-1996）中的平均辐射噪声级计算公式（适用车辆平均行驶速度在 20~100km/h）计算水满连接线、匝道的平均辐射噪声级，如下：

$$\text{小型车 } L_{os} = 59.3 + 0.23V_S$$

$$\text{中型车 } L_{oM} = 62.6 + 0.32V_M$$

$$\text{大型车 } L_{ol} = 77.2 + 0.18V_L$$

式中：S、M、L——分别表示小、中、大型车；

$V_i$ ——该车型车辆的平均行驶速度，km/h。

根据设计资料，项目所在区域路车流量的昼夜比（昼间为 6:00-22:00，夜间为 22:00-6:00）为：89.3%：10.7%，根据昼夜比及上述平均辐射噪声级计算公式，根据公式计算，计算得到本项目噪声源强见表 2.11-8。

## （2）环境空气污染源

项目运营后环境空气污染源主要是汽车尾气及沿线服务设施的食堂油烟废气。

### ① 汽车尾气

公路建成通车后，汽车尾气成为影响沿线环境空气质量的主要污染物，尾气的主要污染物为  $\text{NO}_x$ 、CO。汽车尾气污染源可模拟为一条连续排放的线性污染源。污染物排放量的大小与交通量的大小密切相关，同时又取决于车辆类型和运行车辆车况。

#### 1) 单车排放因子

根据《海南省人民政府办公厅关于轻型汽车执行国家第六阶段机动车排放标准的通告》（琼府办〔2018〕76号），2019年7月1日起，在海南省行政区域内注册登记的轻型汽车，须符合“国六标准”要求。2019年，海南省出台《海南省清洁能源汽车发展规划》（琼府〔2019〕11号），海南成为全国首个提出2030年全域禁售燃油车目标的省份。截至2020年底，海南新能源汽车保有量超6.4万辆，保有量占比达4.3%。“十四五”期间，海南将继续聚焦新能源汽车应用环境改善和产业布局，从基础

设施建设、产业发展、宣传推广等方面综合发力，其中，公共服务领域力争 2020 年实现清洁能源化；社会运营领域力争 2025 年实现清洁能源化；私人领域车辆以增量严控、存量引导更替为主线，2030 年起新增和更换全面实现新能源电动化。

表 2.11-8 道路噪声源强调查清单

路段名称	车型	车流量/ (辆/h)								车速/ (km/h)						源强/dB					
		小型车		中型车		大型车		合计		小型车		中型车		大型车		小型车		中型车		大型车	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
主线段	近期	315	76	24	6	23	5	363	87	80.0	80.0	72.0	72.0	64.0	64.0	78.7	78.7	84.0	84.0	87.6	87.6
	中期	527	126	32	8	35	8	594	142	80.0	80.0	72.0	72.0	64.0	64.0	78.7	78.7	84.0	84.0	87.6	87.6
	远期	991	237	50	12	60	14	1100	264	80.0	80.0	72.0	72.0	64.0	64.0	78.7	78.7	84.0	84.0	87.6	87.6
牙叉连接线	近期	300	72	23	6	22	5	344	83	80.0	80.0	72.0	72.0	64.0	64.0	78.7	78.7	84.0	84.0	87.6	87.6
	中期	510	122	31	7	34	8	575	138	80.0	80.0	72.0	72.0	64.0	64.0	78.7	78.7	84.0	84.0	87.6	87.6
	远期	941	225	47	11	57	14	1045	251	80.0	80.0	72.0	72.0	64.0	64.0	78.7	78.7	84.0	84.0	87.6	87.6
水满连接线	近期	6	1	0	0	0	0	7	2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	63.9	63.9	69.0	69.0	80.8	80.8
	中期	9	2	1	0	1	0	10	2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	63.9	63.9	69.0	69.0	80.8	80.8
	远期	11	3	1	0	1	0	12	3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	63.9	63.9	69.0	69.0	80.8	80.8
白沙服务区 D 匝道	近期	44	11	3	1	3	1	51	12	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	68.5	68.5	75.4	75.4	84.4	84.4
	中期	60	14	4	1	4	1	68	16	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	68.5	68.5	75.4	75.4	84.4	84.4
	远期	71	17	4	1	4	1	79	19	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	68.5	68.5	75.4	75.4	84.4	84.4

本项目投入运营时间为 2026 年，根据上述清洁能源汽车发展规划，预计运营期清洁能源车辆比例逐年增加，燃油车比例逐年降低，按 2026 年清洁能源车小型车占比达到 10%、中型车 7%、大型车 5%；2032 年清洁能源车小型车占比达到 30%、中型车 20%、大型车 15% 占比；2040 年清洁能源车小型车占比达到 60%、中型车 50%、大型车 40% 计。燃油车执行《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》（GB18352.6-2016）中的第六阶段排放限值，即执行国 VI(b)标准，其单车 NO<sub>x</sub>、CO 排放平均限值见表 2.11-9。

表 2.11-9 单车污染物排放平均限值 单位:g/km.辆

车型	国VI阶段	
	CO	NO <sub>x</sub>
小型车	0.5	0.035
中型车	0.63	0.045
大型车	0.74	0.050

运营期预测特征年为近期 2026 年、中期 2032 年、远期 2040 年。根据上述计算模式、排放系数，取 NO<sub>x</sub>:NO<sub>2</sub>=1:0.8，估算运营期各特征年昼间、夜间 NO<sub>2</sub> 的排放源强，PM<sub>2.5</sub> 源强引用《环境影响评价技术导则 大气环境》推荐的进一步预测模式—ADMS（大气扩散模式系统）内的 DMRB 交通排污数据库中的源强，见表 2.11-10。

表 2.11-10 本项目采用的单车排放系数（单位：g/km·辆）

车型	2026 年			2032 年			2040 年		
	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>
小型车	0.45	0.0315	0.1476	0.35	0.0245	0.1148	0.2	0.014	0.0656
中型车	0.5859	0.04185	0.22506	0.504	0.036	0.1936	0.315	0.0225	0.121
大型车	0.703	0.0475	0.7258	0.629	0.0425	0.6494	0.444	0.03	0.4584

2) 污染物源强计算式

根据《大气环境影响评价技术导则》要求，道路上行驶汽车排放的尾气产生的污染可作为线源处理，源强Q可由下式计算：

$$Q_i = \sum_{i=1}^3 3600^{-1} A_{in} E_{ijn}$$

式中：Q—第 n 年、单位时间、长度，车辆运行时 j 类排放物的质量（mg/m·s）；

A<sub>in</sub>—i 型车评价年的小时交通量（Veh/h），其中扣除相应比例清洁能源汽车；

E<sub>ijn</sub>—i 型车 j 类排放物在评价年 n 的单车排放因子（mg/Veh·m）

根据上述计算模式、排放系数，结合清洁能源汽车占比趋势，估算本项目运营期各特征年日均小时车流量情况下 CO、NO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub> 的排放源强见表 2.11-11。

表 2.11-11 机动车尾气 CO、NO<sub>2</sub> 排放源强

路段	2026						2032						2040					
	CO		NO <sub>2</sub>		PM <sub>2.5</sub>		CO		NO <sub>2</sub>		PM <sub>2.5</sub>		CO		NO <sub>2</sub>		PM <sub>2.5</sub>	
	日均	小时	日均	小时	日均	小时	日均	小时	日均	小时	日均	小时	日均	小时	日均	小时	日均	小时
主线	0.0945	0.1185	0.0039	0.0052	0.0171	0.0229	0.1446	0.1938	0.0068	0.0092	0.0271	0.0363	0.2293	0.3070	0.0107	0.0144	0.0550	0.0737
牙叉连接线	0.0926	0.1239	0.0041	0.0054	0.0178	0.0239	0.1512	0.2025	0.0071	0.0095	0.0283	0.0379	0.2395	0.3208	0.0111	0.0150	0.0575	0.0769
水满连接线	0.0086	0.0117	0.0004	0.0005	0.0017	0.0023	0.0143	0.0192	0.0007	0.0009	0.0027	0.0036	0.0227	0.0303	0.0011	0.0014	0.0054	0.0073

### ② 服务设施大气污染源

拟建公路附属设施的洗浴、饮水、餐饮一般使用电能、太阳能或液化石油气，电能或太阳能属于清洁能源不会污染大气环境，液化石油气主要成分为碳氢化合物，燃烧产物主要为水和二氧化碳，对周边环境空气质量的影响相对较小。

服务设施营运期间的废气主要来自服务区、养护工区、隧道管理站使用液化石油气产生的废气以及烹饪油烟。根据饮食业油烟排放标准，结合类比同类现有高速公路服务区设置的灶头数，沿线服务区和养护工区餐饮油烟产生情况见表2.11-12。

表 2.11-12 沿线设施餐饮油烟产生情况一览表

设施名称	灶头数	灶头排风量	油烟浓度	油烟产生量	备注
单个服务区	5	2000m <sup>3</sup> /h.个	8.0mg/m <sup>3</sup>	0.0292t/a	服务于工作人员和过往旅客
单个养护工区	1	2000m <sup>3</sup> /h.个	6.0mg/m <sup>3</sup>	0.0043t/a	服务于工作人员。
单个隧道管理站	1	2000m <sup>3</sup> /h.个	6.0mg/m <sup>3</sup>	0.0043t/a	服务于工作人员。

### (3) 地表水环境污染源强

#### ① 沿线设施生活污水

沿线设施的生活污水主要考虑工作人员和流动旅客产生的生活污水。

全线新建服务区1处（与养护工区和隧道管理站合并建设）。根据海南已建高速公路服务设施的类比资料，结合《公路劳动定员》（JT/T772-2010）、《海南省用水定额》（DB46/T 449-2021），公路营运期沿线设施人员用水情况如下：

**服务区：**每处服务区劳动定员按100人计、隧道管理所按10人计，养护工区按20人计，工作人员全部安排食宿，生活用水量按住宿人员110L/（人·d）；另外服务区过往车辆司乘人员按2000人次/d计，过往司乘人员用水量按平均10L/人次计；则服务设施用水量约34.3m<sup>3</sup>/d。

拟建公路营运期沿线服务设施规模、用水定额及污水排放量见表2.11-13。

由表2.11-13的计算可知，沿线服务设施营运期生活污水产生量为27.44t/d。根据《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006）附录D，高速公路沿线服务设施产生的生活污水中主要污染物及其浓度见表2.11-14。

表 2.11-13 运营期公路沿线服务设施规模及污水排放量一览表

位置	污水来源	给水			排水		排放去向	污水处理措施
		用水定额 (L/人)	人数	用水总量 (m <sup>3</sup> /d)	排放系数	污水排放量 (m <sup>3</sup> /d)		
白沙服务区	工作人员 (住宿)	110	130	14.3	0.8	11.44	出水经处理达到《城市污水再生利用 城市	地埋式一体化

过往人员	10	2000	20.0	0.8	16	杂用水水质》 (GB/T18920-2020) 绿化标准后,用于站 区绿化。	污水处理 设施 备。
合计	/	/	34.3	/	27.44	/	/

由表2.11-13的计算可知, 沿线服务设施营运期生活污水产生量为27.44t/d。根据《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB03-2006)附录D, 高速公路沿线服务设施产生的生活污水中主要污染物及其浓度见表2.11-14。

表 2.11-14 公路服务、管理设施污水浓度 单位: mg/L

污水类型	COD	BOD <sub>5</sub>	SS	氨氮	石油类
养护工区、隧道管理站	400~500	200~250	500~600	40~140	2~10
服务区	800~1200	400~600	500~600	40~140	2~10

② 路桥面径流污染源

公路建成营运后, 随着交通量逐年增多, 沉落在路面上的机动车尾气排放物及车辆油类, 以及散落在路面上其它有害物质也会逐年增加。上述污染物一旦随径流进入水体, 将会对水环境的水质产生一定的影响。

公路桥面径流污染物主要是悬浮物、石油类和有机物, 污染物浓度受限于多种因素, 如车流量、车辆类型、降雨强度、灰尘沉降量和前期干旱时间等, 因此具有一定程度的不确定性。根据环保部华南环科所以往对公路路面径流污染物的实际监测数据、多年来同类项目环评经验以及类比研究资料, 在路面污染负荷比较一致的情况下, 在降雨初期到形成地面径流的 30 分钟内, 路面径流中的悬浮物和油类物质等污染物的浓度比较高, 半小时之后, 其浓度随着降雨历时的延长下降较快, 降雨历时 60 分钟之后, 路面基本被冲洗干净, 测定结果见表 2.11-15。

表 2.11-15 路面径流中污染物浓度测定值

径流时间	5~20min	20~40min	40~60min	平均值	一级标准
pH (无量纲)	7.0~7.8	7.0~7.8	7.0~7.8	7.4	6~9
SS (mg/l)	231.42~158.22	158~90.36	90.36~18.71	100	60
COD (mg/l)	87~55	55~20	20~4.0	45.5	90
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	7.34~7.30	7.30~4.15	4.15~1.26	5.08	20
石油类 (mg/l)	22.30~19.74	18.74~3.12	3.12~0.21	11.25	5.0

从表2.11-15可知, 降雨对公路附近河流造成的影响主要是降雨初期1h内形成的路面径流。降雨初期到形成桥面径流的20-40分钟内, 雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高, 40分钟后, 其浓度随降雨历时的延长下降较快, 雨水中生化需氧量随降雨历时的延长下降速度稍慢, pH值相对较稳定, 降雨历时60分钟后, 桥(路)面基本被冲

洗干净。所以，降雨对公路附近河流造成影响的主要是降雨初期1h内形成的路面径流。

#### (4) 地下水污染源

营运期地下水污染源主要是路（桥）面径流以及服务区、养护工区、隧道管理站排放的污水对地下水水质的影响。

#### (5) 固体废弃物

营运期固体废弃物主要为服务区、养护工区、隧道管理站产生的生活垃圾，分别按照住宿工作人员 1.0kg/d、非住宿工作人员 0.5kg/d、过往人员 0.2kg/d 计算，营运期全线共产生生活垃圾的量为 1585kg/d(表 2.11-16)，营运时间按 365 天计，每年生活垃圾约为 578.525t/a。营运期的生活垃圾在各服务设施点集中分类收集后，委托当地环卫部门定期清运。

表 2.11-16 辅助设施生活垃圾产生量估算表

位置	污水来源	人数	产物系数 (kg/人.d)	生活垃圾产生量	
				kg/d	t/a
白沙服务区（养护工区、隧道管理站合建）	工作人员(住宿)	130	1.0	130	47.45
	过往人员	2000	0.2	400	146
合计		/	/	530	193.45

### (二) 生态影响源

对陆域生态而言，高速公路作为带状结构物，且为全封闭设计，运营后，在路侧产生明显的廊道生态效应，并使外来物种入侵成为可能；同时对路侧生境产生分割影响，局部生境片段化，对部分动物活动产生阻隔影响。对水域生态而言，桥梁建成后不对水生生境造成大的改变，对水生生态影响不大。

### (三) 风险源

拟建项目营运期间装载有毒、有害物质车辆通过河流路段时，因交通事故导致危险化学品泄漏，对河流水质安全构成一定的环境风险，具体分析见环境风险评价。

## 2.12 相关政策或规划符合性分析

### 2.12.1 与产业政策符合性分析

本项目的建设主要是在现有 G361 线的基础上，通过实施隧道建设改善通行条

件，建设白沙至中线高速的快捷通道，可以视为 G361 的改造升级，属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》“鼓励类”的第二十四条第一款“国省干线改造升级”项目。因此，本项目符合国家现行的产业政策。

根据《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年版）》，本项目不属于禁止和限制类项目，符合《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年版）》要求。

### 2.12.2 与《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》的符合性分析

《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》适用于高速公路建设项目环境影响评价文件的审批，本项目与此文件要求的符合性分析见表 2.12-1。

表 2.12-1 与《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》的符合性分析一览表

《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	本项目落实情况	符合情况
<b>第二条</b> 项目符合环境保护相关法律法规和政策要求，符合相关公路网规划、规划环评及审查意见要求。	本项目符合相关法律法规和政策要求，符合《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》和相关环保要求。	符合
<b>第三条</b> 项目选址选线及施工布置不得占用自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、永久基本农田等依法划定禁止开发建设的环境敏感区。	项目选址选线及施工布置不占用饮用水水源保护区，项目占用国家公园及永久基本农田，经比选论证，确实无法避让，在开工前依法办理相关手续。	依法办理相关手续且采取相关措施后符合
<b>第四条</b> 项目经过声环境敏感目标路段，优化线位，分情况采取降噪措施，有效控制噪声影响。	设计阶段对经过声环境敏感目标路段局部优化线位，减轻噪声影响。 同时根据噪声预测结果分情况采取了声屏障、降噪路面降噪措施。	符合
施工期应合理安排施工时段，选用低噪声施工机械以及隔声降噪措施，避免噪声扰民。	施工期应合理安排施工时段，选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声的施工机械和工艺。	符合
结合实际情况采用合理工程形式，采取低噪声路面技术、设置减速禁鸣标志等措施降低噪声源强。对预测超标的声环境敏感目标采取设置声屏障、安装隔声窗、搬迁或功能置换等措施。	根据营运远期不同路段的超标情况，结合超敏感点与路的距离及周围的环境状况，采取声屏障降噪措施。	符合
声环境质量达标的，项目实施后声环境质量原则上仍须达标；声环境质量不达标的，须强化噪声防治措施，确保项目实施后声环境质量不恶化。	本报告措施原则是不降低声环境质量，在采取降噪措施后，全线声环境敏感点噪声达标。	符合
项目经过规划的居民住宅、教育科研、医疗卫生等噪声敏感建筑物用地路段，预留声屏障等噪声治理措施实施条件。结合噪声预测结果，对后续规划控制提出建议。	项目加强管理，严格执行公路两侧土地使用规划，严格控制公路两侧新建各种民用建筑物、学校；地方政府在新批民用建筑时，可根据公路交通噪声达标距离规划土地使用权限。路线两侧在首排建设仓储、商业金融等非敏感建筑物，以降低对后排敏感建筑物的噪声影响。如果一定要在噪声超标范围新建居民区、学校、医院等敏感建筑物，则其声环境保护措施应由其建设单位自行解决。	符合
<b>第五条</b> 项目经过耕地、林地集中路段，结合	本项目主线桥隧比 63.2%，已通过提高桥隧	符合

《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	本项目落实情况	符合情况
工程技术经济条件采取增大桥隧比、降低路基、收缩边坡等措施。合理控制取弃土场数量。对取弃土场、临时施工场地、施工便道等采取防治水土流失和生态恢复措施，有效减缓生态影响。	比、降低路基、收缩边坡等措施减少对耕地、林地的占用。对弃土场、临时施工场地、施工便道等均采取了相应的水土流失防治和生态恢复措施。	符合
涉及自然保护区、风景名胜区、重要湿地等生态敏感区的，应优化线位、工程形式和施工方案，结合生态敏感区的类型、保护对象及保护要求，采取有针对性的保护措施，减缓不利环境影响。	项目穿越热带雨林国家公园路段主线以隧道为主，水满连接线为四级公路、等级较低、规模较小，尽量减少了对国家公园的生态破坏；水满连接线穿越五指山省级风景名胜区生态保育区，不涉及核心景区；经比选论证，确实无法避让上述敏感区，对穿越敏感区路段优化施工工艺、划定工作区和活动范围，分别采取有针对性的动物、植物、景观等保护措施，如禁鸣标志牌、桥面径流收集、监控设施、防撞护栏等措施减缓不利环境影响。	符合
对重点保护及珍稀濒危野生动物重要生境、迁徙行为造成影响的，采取优化工程形式和施工方案、合理安排工期、设置野生动物通道、运营期灯光及噪声控制以及栖息地恢复、生态补偿等措施；对古树名木、重点保护及珍稀濒危植物造成影响的，采取避让、工程防护、异地移栽等措施，减缓对受影响动植物的不利影响。	通过合理安排施工时序和时间，高噪声施工环节避开野生动物和鸟类繁殖季节和觅食时间，宣传教育和普及野生动物保护法加强对野生动物的保护；对古树名木采取修建围栏，并挂牌保护，严格控制施工作业等措施。	符合
<b>第六条</b> 项目涉及饮用水水源保护区或I类、II类敏感水体时，优化工程设计和施工方案，施工期和运营期废水、废渣不得排入上述敏感水体。沿线产生的污水经处理满足标准后回用或排放。	本项目不涉及饮用水水源保护区，以桥梁形式跨越南叉河、什龙溪，伴行牙训河等II类水体。对这些敏感水体严禁施工废水、废渣排入，对跨越路段设置了桥（路）面径流收集系统。服务设施产生的生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化标准后，用于站区绿化，不外排。	符合
隧道工程涉及生态敏感区、居民取水井、泉或暗河的，采取优化施工工艺、开展地下水环境监控、制定应急预案等措施，减缓对地表植被和居民饮水造成的不利影响。	项目隧道工程所经区域地下水埋深较深，基本不会影响地下水水质。	符合
<b>第七条</b> 隧道进出口或通风竖井以及排风塔临近居民区或环境敏感区的，应采用优化布局或采取大气污染治理措施，减缓环境影响。	本项目隧道通风竖井和进出口离居民区均在300m以外，隧道大气污染对居民区影响较小。隧道出口位于国家公园之外，进口和竖井、斜井位于国家公园一般控制区，	不涉及
沿线供暖设备排放大气污染物的，应采取污染防治措施，确保各项污染物达标排放。沿线产生的固体废物分类妥善处置。	沿线无废气集中排放源。服务设施产生的垃圾分类收集，定期清运至附近城镇垃圾处理场集中处置。	符合
<b>第八条</b> 对于存在环境污染风险路段，在确保安全和可行的前提下，采取加装防撞护栏、设置桥（路）面径流收集系统和收集池等环境风险防范措施。提出环境风险防范应急预案的编制要求，建立与当地政府和受影响单位的应急联动机制。	对经过水源保护区和敏感水体路段采取加装防撞护栏、设置桥（路）面径流收集系统、设置标识牌、安装监控等环境风险防范措施，同时制定应急预案，与当地当地政府部门建立联动机制。	符合
<b>第九条</b> 改、扩建项目应全面梳理现有工程存在的环保问题，提出整改措施。	本项目主线和牙叉连接为新建项目。水满连接线为四级公路，部分利用现有农村公	符合

《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》要求	本项目落实情况	符合情况
	路，报告对现有环保问题进行了梳理，提出了整改措施	
<b>第十条</b> 按导则及相关规定要求制定生态、噪声、水环境等的监测计划，根据监测结果完善环境保护措施。明确施工期环境监理、运营期环境管理的要求。	报告提出了生态、噪声、水环境等的监测计划，要求根据监测结果完善环境保护措施。明确了施工期环境监理、运营期环境管理的要求。	符合
<b>第十一条</b> 对环境保护措施进行深入论证，确保其科学有效、切实可行，合理估算环保投资，明确了措施实施的责任主体、实施时间、实施效果。	报告书对环保措施进行了比选，确保其科学有效、切实可行，也明确了投资估算。	符合
<b>第十二条</b> 按相关规定开展信息公开和公众参与。	本项目按要求开展了公众参与	符合
<b>第十三条</b> 环评文件编制规范，符合资质管理规定和环评技术标准要求。	本报告严格按照相关技术导则和标准编制。	符合

经分析，本项目符合《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的相关要求。

### 2.12.3 与《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》的符合性分析

#### 2.12.3.1 规划概况及相符性分析

**总体目标：**到2025年，公路水路交通运输体系更加完善，有力支撑全省基本建成内通外畅、服务优质、功能完备、智慧低碳的现代综合交通运输体系框架，对外枢纽通道更加高效，岛内交通网络更加畅达，运输服务效率和品质明显提升，创新发展和可持续发展能力显著增强，现代治理体系和治理能力进一步增强，交通强国建设先行区建设取得重要突破，综合交通运输体系对海南自贸港建设的引领支撑作用得到有效发挥。

——公路网络实现更高质量的互联互通。“丰”字型+环线综合运输通道布局加快构建，与岛内主要客货运枢纽衔接顺畅、通道便捷，公路网总里程达到42000公里，高速公路里程1500公里，普通国省干线公路二级及以上公路比例达到2480%以上，力争县级行政中心基本实现10分钟上高速，具备条件的重点乡镇基本实现15分钟上高速。

——港口全球竞争力显著增强。形成“四方五港”现代港口群，沿海港口万吨级及以上泊位数达到80个，港口综合通过能力达到3.5亿吨，集装箱通过能力达到750万TEU，基本形成覆盖全国沿海各主要港口的内贸航线网络及连接东南亚、辐射亚欧的外贸航线布局。

——综合运输服务体系更加便捷舒适、经济高效。基本构建形成“四小时八小时飞行经济圈”6，实现全岛3小时通达，海口经济圈、三亚经济圈内实现1小时通勤，儋州洋浦交通运输一体化发展取得积极成效，旅客“一站式”出行广泛应用。现代货运

物流服务体系更加完善，多式联运、共同配送等先进运输组织方式快速发展，货运组织化水平和运行效率显著提升。

拟建公路为“十四五”时期新开工高速公路项目之一，见表 2.12-2。本项目选线规模、走向与规划基本一致，符合规划要求。

表 2.12-2 “十四五”高速公路建设项目

专栏 6: “十四五”高速公路建设项目
<p><b>1.实施类高速公路项目</b></p> <p><b>(1) 续建高速公路主线项目</b></p> <p>海口绕城公路美兰机场至演丰段公路、国道 G360 文昌至临高公路、G15 沈海高速公路海口段工程、G98 环岛高速公路三亚崖州湾科技城段改建工程。</p> <p><b>(2) “十四五”新开工项目</b></p> <p>高速公路主线项目: G98 环岛高速公路大三亚段扩容工程、G9812 高速公路延长线工程、洋浦疏港高速公路、G98 环岛高速海口至博鳌段改扩建工程、新海港片区“二线口岸”集中查验区专用通道新建工程、G98 环岛高速白马井互通至白莲互通改扩建工程、G15 沈海高速公路海口段地面市政道路部分项目、<u>什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程</u>、G98 环岛高速大茅隧道改造工程、海口美兰机场快速通道工程（桂林洋互通至美兰互通段）。</p>

2.12.3.2 规划环保要求及相符性分析

与环保要求的符合性分析见表 2.12-3。

表 2.12-3 规划环评对项目的要求及落实情况

规划环境影响评价篇章的要求	项目落实情况	符合情况
加强生态保护。将绿色发展理念融入交通发展的各方面和全过程，坚持科学布局，严格落实规划和建设项目环境影响评价制度。坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，严格生态保护红线，避让以国家公园为主体的自然保护地。严格执行“三同时”制度，加强环境监测工作，做好水土保持和生态恢复工作。	项目坚持生态保护优先原则，开展项目环境影响评价，落实生态环境保护要求和生态保护红线管理办法。线路穿越海南热带雨林国家公园一般控制区，避让了核心保护区；在经过生态敏感区时，在路线走向多方案比选的基础上进一步优化建设方式，设计了路面径流收集系统等保护措施。同时，报告书提出了环境监测计划，对国家公园重点保护植物分布路段提出了生态监测计划，对临时占地提出了生态恢复要求。	符合
节约集约利用土地、岸线等资源。坚持源头控制，	本项目主线桥隧比 63.2%，已通过提高	符合

<p>做到土地复垦与交通项目建设统一规划。保护耕地，优先利用存量用地，高效实施土地综合开发利用。严格项目审批和土地准入，严格控制建设规模和用地、用林、用海规模，减少土地占用和资源消耗。线性交通工程建设尽量共用交通廊道，适当提高桥隧比例；当涉及无法避让且必须穿越自然保护区核心区或一般管控区时，应根据相关法律法规充分科学论证其无法避让性，并按法定程序申请报批。</p>	<p>桥隧比、降低路基、收缩边坡等措施减少占地；对项目经过海南热带雨林国家公园正在开展专题论证，对占用国家公园进行了不可避让性分析论证。</p>	
<p>强化能源节约利用。采取综合节能与效能管理措施，提高交通基础设施建设标准和技术装备现代化水平，发展先进适用的节能减排技术，加强新型智能、节能环保技术装备的研发和应用。淘汰能耗高、污染重、技术落后的施工和生产装备，积极推广“油改电”、“油改气”、节能照明等低碳技术应用，提高太阳能光伏、风能、潮汐能、天然气及核电等清洁能源在交通行业中的使用比重。加快推进清洁能源车辆的应用，完善配套基础设施规划和建设，推动包括智慧交通、智慧能源、新能源汽车在内的全产业链发展，助力构建现代化、高质量的综合交通运输体系。</p>	<p>项目沿线服务区设置充电桩，为电动汽车提供动力保障，引导公众绿色出行，降低交通化石能源消费比例，可以有助于实现绿色低碳发展指标。</p>	符合
<p>做好污染物排放控制。线性交通工程应采用综合措施有效减缓沿线噪声和振动影响，严格控制污水和固体污染物排放。</p>	<p>对沿线声环境采取了声屏障等防治措施；生活垃圾分类收集后定期清运；施工期间施工场地采取洒水抑尘措施；项目施工废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘，不外排；施工生活污水经化粪池收集处理后，由当地村民抽运用作农肥，不外排；服务设施设置 A2/O+MBR 一体化污水处理装置，处理出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化标准后回用于站区绿化，不外排。</p>	符合

总体来说，本项目按照《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》生态环保要求，进行了具体设计，落实了各项生态环保措施，可有效保护生态环境。

#### 2.12.4 与海南省和沿线各市县总体规划的符合性分析

根据 2017 年 8 月发布的《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》，规划在基础设施方面确定了路网、电网、光网、气网和水网等“五网”建设方案。其中路网建设的任务目标是推动全省“海陆空立体化交通系统”的一体化互联互通，形成以“田字型”高速公路为主骨架、“三纵四横”国省道为主干线、环岛滨海旅游公路及其它国省道为补充的干线公路网络。

本公路即为《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》高速公路网重要组成部分，

符合规划要求。

由《琼中黎族苗族自治县总体规划（空间类 2015-2030）》、《白沙黎族自治县总体规划（空间类 2015-2030 年）》、《五指山市总体规划（空间类 2015-2030）》可知，本项目用地尚未完全纳入沿线各市县总体规划，项目占用规划的耕地（包括永久基本农田）、林地（包括 II 级保护林地、III 级保护林地和 IV 级保护林地）等。根据“三区三线”划定成果，本项目占用永久基本农田 1.2173hm<sup>2</sup>，作为海南省“十四五”交通运输（公路水路）规划确定的项目，为省重点项目，根据《海南省人民政府办公厅关于做好省重点（重大）项目土地要素保障的通知》（琼府办〔2022〕7 号），公路等重点基础设施项目用地选址难以避让永久基本农田，但符合建设占用永久基本农田调整补划以及规划调整的相关规定范围的，纳入省重点（重大）项目清单后按相关规定办理永久基本农田调整补划及规划调整审批手续。

根据《中华人民共和国土地管理法》，任何单位和个人进行建设，需要使用土地的，必须依法申请使用国有土地；涉及农用地转为建设用地的，应当办理农用地转用审批手续，项目开工前应办理农用地转用审批手续。根据《中华人民共和国森林法》第三十七条 矿藏勘查、开采以及其他各类工程建设，应当不占或者少占林地；确需占用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意，依法办理建设用地审批手续。占用林地的单位应当缴纳森林植被恢复费。森林植被恢复费征收使用管理办法由国务院财政部门会同林业主管部门制定。县级以上人民政府林业主管部门应当按照规定安排植树造林，恢复森林植被，植树造林面积不得少于因占用林地而减少的森林植被面积。上级林业主管部门应当定期督促下级林业主管部门组织植树造林、恢复森林植被，并进行检查。第三十八条 需要临时使用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门批准；临时使用林地的期限一般不超过二年，并不得在临时使用的林地上修建永久性建筑物。临时使用林地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复植被和林业生产条件。因此，项目永久占用的林地主要是 II 级保护林地、III 级保护林地和 IV 级保护林地，在开工前应依法办理建设用地审批手续，临时使用林地的应当经县级以上人民政府林业主管部门批准，使用结束后及时恢复原植被条件。

#### 2.12.5 与沿线城镇规划的协调性分析

本项目主要经过白沙县牙叉镇、白沙县元门乡、琼中县什运乡、五指山市水满乡。除牙叉镇从城镇规划区边缘通过外，其余路段与城镇规划区较远。

本项目从牙叉镇规划城区外围经过，利用城区规划道路走廊，对牙叉镇的总体规

划没有影响，同时又贴近城镇规划区，近城而不进城，便于城区交通出行利用。

### 2.12.6 与《海南省“十四五”生态环境保护规划》的符合性分析

《海南省“十四五”生态环境保护规划》（以下本节内简称《规划》）作为全省生态文明建设和生态环境保护的路线图，提出六大战略定位：一是结合海南全面深化改革开放，加快建设自由贸易港的总体要求，提出打造“生态文明建设样板区”；二是结合海南经济社会发展全面绿色转型，高水平建设国家生态文明试验区的要求，提出打造“绿色低碳循环发展先行区”；三是结合建设生态环境质量世界一流自由贸易港的要求，建立完善的生态环境质量巩固提升机制，提出打造“生态环境质量标杆区”；四是结合海南“多规合一”改革实践和海南资源优势，立足海洋大省地位，提出打造“陆海统筹保护发展实践区”；五是结合海南生态环境资源优势，贯彻落实“绿水青山就是金山银山”理念，提出打造“‘两山’转化实践试验区”；六是结合构建与自由贸易港建设相适应的制度体系要求，提出打造“生态环境治理能力现代化示范区”。

#### （1）海南省“十四五”生态环境保护规划主要指标的符合性

根据《规划》，海南省“十四五”生态环境保护规划主要指标分为绿色低碳发展、优美生态环境、良好生态系统和环境安全保障四个方面共 26 项指标。

##### ① 绿色低碳发展

项目沿线服务区设置充电桩，为电能汽车提供动力保障，引导公众绿色出行，降低交通化石能源消费比例，可以有助于实现绿色低碳发展指标。

##### ② 优美生态环境

项目施工期间施工废水经沉淀后回用于施工或用于场地洒水降尘，不外排；施工生活污水经化粪池收集处理后，由当地村民抽运用作农肥，不外排。施工期生产及生活污水均不外排，对项目沿线水环境影响较小。施工期间施工场地配备洒水车及雾炮，定期洒水防止扬尘；混凝土拌和站、混凝土拌和站配备袋式除尘器，沥青拌和站配备冷凝回收器+活性炭吸附系统，布袋除尘器等设备，可以使施工废气达标排放，对项目区域环境空气质量影响较小。

项目运营期养护工区及服务区设置 A2/O+MBR 一体化污水处理装置，处理出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化标准后回用于站区绿化，不外排。运营期项目对水环境影响较小。

同时，本项目还进行了专项景观规划和设计，努力营造沿线优美生态环境。

##### ③ 良好生态系统

项目建设全面践行绿水青山就是金山银山的理念，贯彻山、水、林、田、湖、草是生命共同体的思想，项目在选择阶段坚持人与自然和谐共生，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，合理结合地形进行线型设计，做到与自然环境融为一体。尽量做到不开山、不填湖、不改变天然水系的自然流态，不破坏景区景观，在河口、湿地、山谷、山脊线等区域采取依山就势、路桥结合、线路分与合灵活变化等手法进行科学设计。虽然线路穿越了国家公园，且占用了生态公益林和生态保护红线。经过这些敏感区时，通过优化路线方案和建设方式、专项景观设计以及采取相应的补偿和恢复等措施后，项目区仍可保持良好的生态系统。

#### ④ 环境安全保障

拟建项目设计了由路堤边沟、平台截水沟、堑顶截水沟、路堑跌水、路堑边沟及河沟等排水口连接的防排水系统；对边坡采用三维网喷植草、浆砌片石衬砌拱植草、浆砌片石等防护措施；对沿线服务区、养护工区生活污水通过 A2/O+MBR 一体化污水处理装置处理后达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）标准，回用于站区绿化，不外排；营运期生活垃圾分类收集定期清运；对沿线噪声超标敏感点采取了设置降噪路面、声屏障噪声防护措施；对经过敏感水体路段设置了防撞栏、桥（路）面径流收集系统以及警示标牌等应急防护措施。通过这一系列的防排水措施、边坡防护措施以及生活污水、噪声、生活垃圾处理措施，保障了项目沿线环境安全。

#### （2）与全面提高能源利用效率符合性

本项目设计充分考虑节约集约利用土地资源，部分路段以桥代路或采取收缩边坡等形式节约用地。

项目沿线服务区设置充电桩，为通行车辆使用新能源、节约能耗提供了便利。

综合以上分析，项目设计已考虑了节约集约用地，在落实本次环评提出的各项措施后，项目建设符合《海南省“十四五”生态环境保护规划》。

#### 2.12.7 与生态保护红线相关规定的符合性分析

##### 2.12.7.1 《关于加强生态保护红线管理的通知》要求

为贯彻落实《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》《中共中央办公厅 国务院办公厅关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》《中共中央办公厅 国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，加强生态保护红线管理，严守自然生态安全边界，依据相关法

律法规，2022年8月16日，自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局发布了《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》。

《通知》中关于加强人为活动管控中明确提出，规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。其中允许的人为活动中第6条为：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、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

#### 2.12.7.2 《海南省生态保护红线管理规定》要求

根据《海南省生态保护红线管理规定》（2022年5月31日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修正），第十五条 生态保护红线内自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，经依法批准的科学研究观测、调查监测、生态修复等法律、法规和国家有关规定允许的活动除外。其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的下列人为活动：

（一）零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；（二）因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；（三）自然资源、生态环境监测和执法活动，灾害防治和应急抢险活动；（四）经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；（五）经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；（六）适度的参观旅游和相关的必要公共设施建设；（七）确需建设且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施以及防洪、供水设施建设与运行维护；（八）重要生态修复工程；（九）法律、法规和国家有关规定允许开展的其他活动。

《海南省生态保护红线准入管理目录（修订）》（2023.2.17）对生态保护红线核心保护区的准入要求与上述规定一致；对其他区域的准入目录包括“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、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。包括：公路……”。

### 2.12.7.3 《海南省生态保护红线准入管理目录》要求

为加强生态保护红线管理，规范生态保护红线内除国家重大战略项目外的有限人为活动，根据《海南省生态保护红线管理规定》和中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，

海南省生态保护红线内其他区域准入目录第5项明确，确需建设且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施以及防洪、供水设施建设与运行维护，具体项目包括（1）公路（含城镇路网及农村道路）、铁路、防洪（潮）堤、桥梁、隧道，电网、光网、气网，供水和排水设施（含饮用水取水口、水产养殖取水口、达标尾水排放口及其相关设施），农业灌溉设施，海底管线，航道基础设施；（2）输变电、电视塔台、雷达、通讯（信）基站等点状附属设施；（3）河湖水库、潟湖海湾的堤坝和

根据《中共中央办公厅 国务院办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，生态保护红线内，自然保护区核心区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：……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建设……。

根据《关于加强生态保护红线管理的通知》（试行），生态保护红线内自然保护区核心区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，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……等活动。上述允许的有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目，按照以下规定办理用地用海用岛审批。党中央、国务院发布文件或批准规划中明确具体名称的项目和国务院批准的项目；国家级规划（指国务院及其有关部门正式颁布）明确的交通、水利项目；为贯彻落实党中央、国务院重大决策部署，国务院投资主管部门或国务院投资主管部门会同有关部门确认的交通、能源、水利等基础设施项目；按照国家重大项目用地保障工作机制要求，国家发展改革委会同有关部门确认的需中央加大建设用地保障力度，确实难以避让的国家重大项目。

根据《海南省生态保护红线管理规定》，对于确需建设且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施以及防洪、供水设施建设与运行维护允许在其他区域建设。《海南省生态保护红线准入管理目录》要求海南省生态保护红线内其他区域准入目录包括确需建设且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施。

#### 2.12.7.4 与生态保护红线相关管理规定的符合性分析

根据自然资源部同意启用的海南省“三区三线”划定成果，项目主线K0+470~K2+505、K2+805~K14+095和水满连接线穿越生态保护红线（其中K4+070~K11+625以隧道形式穿越，K6+490右侧120m处设置斜井出口，K8+865右侧167m处设置竖井出口）。

项目占用生态保护红线面积83.291hm<sup>2</sup>，其中自然保护区核心保护区0.7021hm<sup>2</sup>（均位于隧道进口附近，包括进洞口30m路基和洞口仰坡、原有农村公路155m改路工程）。

本项目在设计过程中已考虑了生态保护红线保护要求，但由于路网整体需求制约，难以避免占用生态红线。尤其是隧道进口占用生态保护红线内的自然保护区，也是受到隧道选址制约，虽然在环评阶段取消了占用核心保护区的隧道高位消防水池和350m输水管道，减少了占用面积0.12hm<sup>2</sup>，但隧道洞口仰坡及用地范围内现有农村公路和水沟改造工程仍占用了0.7021hm<sup>2</sup>，作为省重点项目，不符合相关国家重大项目方可占用生态红线内自然保护区的要求。

因此，对于占用生态保护红线其他区域的路段，作为海南省重点项目，符合市县总体规划调整条件，因此项目占用生态保护红线其他区域符合相关规定中关于加强人为活动管控的要求。但是由于占用生态保护红线内自然保护区，应申请列入国家重大建设项目规划；或协调主管部门办理生态保护红线调整手续。

#### 2.12.8 与《海南省古树名木保护管理规定》的符合性分析

《海南省古树名木保护管理规定》（2022）对古树名木作出了具体保护要求，第二十一条：“禁止下列损害古树名木的行为：（一）砍伐；（二）擅自移植；（三）剥损树皮、掘根；（四）在古树名木树冠垂直投影向外五米范围内修建建筑物或者构筑物、敷设管线、架设电线、硬化地面、挖坑取土、淹渍或者封死地面、使用明火、倾倒废渣废水等有害物质；（五）刻划钉钉、缠绕绳索铁丝、攀树折枝、使用树干作支撑物或者悬挂物体；（六）其它损害古树名木的行为。”

第二十二条：“县级以上古树名木主管部门应当将古树名木的分布情况，提供给同级城乡规划主管部门。对可能影响到古树名木生长的建设项目，城乡规划部门在实施规划许可时，应当书面征求同级古树名木主管部门的意见。

新建、改建、扩建的建设工程影响古树名木生长的，建设单位应当提出并采取避让和保护措施，并报县级以上古树名木主管部门备案。日常养护责任人认为施工可能

影响古树名木正常生长的，应当及时向县级以上古树名木主管部门报告。

县级以上古树名木主管部门可以根据古树名木保护的需要，向建设单位提出相应的保护要求，并加强监督检查。”

第二十三条：“有下列情形之一的，可以采取移植古树名木的措施：(一)生长环境已不适宜古树名木继续生长，可能导致古树名木死亡的；(二)省级以上重点工程项目或者大型基础设施建设项目无法避让的；(三)科学研究等特殊需要的。”

第二十四条：“移植古树名木，按照下列规定向古树名木主管部门提出申请：(一)移植名木和一级保护古树的，向市、县、自治县古树名木主管部门提出申请，由市、县、自治县古树名木主管部门提出初审意见，报省古树名木主管部门审查，并经省人民政府绿化委员会审核，报省人民政府批准；(二)移植二级保护古树的，向市、县、自治县古树名木主管部门提出申请，由市、县、自治县古树名木主管部门提出初审意见，经市、县、自治县人民政府绿化委员会审核，报市、县、自治县人民政府批准，并报省古树名木主管部门备案。”

本工程评价范围内分布有古树3株，在用地范围内有2株，其中1株180年古树高山榕位于K主线和服务区匝道之间空地，项目不占压；另1株高山榕位于ZK12+650左侧88m处，边坡范围内，应予以保留。通过采取围栏保护，加强施工人员管理等措施，项目对古树的影响可得到有效控制，符合《海南省古树名木保护管理规定》。

## 2.12.9 与“三区三线”的符合性分析

### 2.12.9.1 与生态保护红线的符合性分析

本项目占用生态保护红线内的自然保护地核心保护区和一般控制区，前述 2.12.7 章节已分析了与生态保护红线的相符性。本项目应依法依规纳入国家重大项目建设规划，并办理市县总体规划和国土空间规划等合规手续，以符合生态保护红线管理要求。

### 2.12.9.2 与永久基本农田保护红线的符合性分析

根据“三区三线”划定成果，本项目占用永久基本农田 1.2173hm<sup>2</sup>，占用区域集中在什运互通、隧道出口和牙叉连接线工程。因为路网衔接制约和隧道选址的制约因素，加之基本农田的分布，路线难以完全避让。项目未在永久基本农田保护红线内挖砂、采石、取土、堆放固体废弃物。根据相关规定，本项目作为《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》确定的省级高速公路项目，符合自然资源部《关于积极做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2022〕129号）要求。同时，项目应

按照《基本农田保护条例》和《海南省永久基本农田保护规定》要求，办理相关手续。

项目为海南省重点项目，项目用地未完全纳入现行沿线各市县总体规划。根据《海南省人民政府办公厅关于做好省重点（重大）项目土地要素保障的通知》（琼府办〔2022〕7号），省重点（重大）项目用地选址位于城镇开发边界外、不符合市县总体规划（国土空间规划），但符合《海南省省和县总体规划实施管理办法》等相关规定的规划调整条件和项目准入条件的，可以按照法定条件、程序、审批权限等办理规划调整审批手续。其中，公路等重点基础设施项目用地选址难以避让永久基本农田，但符合建设占用永久基本农田调整补划以及规划调整的相关规定范围的，纳入省重点（重大）项目清单后按相关规定办理永久基本农田调整补划及规划调整审批手续。

表 2.12-4 与永久基本农田保护相关规定的符合性分析表

法规	相关规定	项目落实情况	相符性
基本农田保护条例	第十五条 基本农田保护区经依法划定后，任何单位和个人不得改变或者占用。国家能源、交通、水利、军事设施等重点建设项目选址确实无法避开基本农田保护区，需要占用基本农田，涉及农用地转用或者征用土地的，必须经国务院批准。	根据“三区三线”划定成果，本项目占用永久基本农田 1.2173hm <sup>2</sup> 。	应依法办理相关占用基本农田手续后方可实施
	第十七条 禁止任何单位和个人在基本农田保护区内建窑、建房、建坟、挖砂、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏基本农田的活动。 禁止任何单位和个人占用基本农田发展林果业和挖塘养鱼。	项目未在永久基本农田内设置取弃土场及拌和站、制梁场等大临工程。项目施工严格禁止非法挖砂、采石、取土、随意倾倒废渣等固体废弃物。	符合
海南省永久基本农田保护规定	第十九条 禁止下列破坏永久基本农田的行为： （一）建坟、建窑、建房； （二）挖砂、采石、采矿、取土； （三）排放造成污染的废水、废气及堆放固体废弃物； （四）人为造成海水浸渍使永久基本农田盐碱化； （五）侵占或者损坏永久基本农田基础设施； （六）其他破坏永久基本农田的行为。	本项目未在永久基本农田内设置取弃土场及拌和站、制梁场等大临工程。项目施工严格禁止非法挖砂、采石、取土、随意倾倒废渣等固体废弃物。	符合
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	13. 严格占用永久基本农田的重大建设项目范围。 （5）省级公路网规划的省级高速公路和连接原深度贫困地区直接为该地区服务的省级公路项目；	本项目已纳入《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》	符合

### 2.12.10“三线一单”符合性分析

#### (1) 概述

根据琼办发〔2021〕7号《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》，到2025年，海南省建立较为完善的生态环境分区管控体系，生态文明制度体系更加健全，生态环境治理体系和治理能力现代化水平明显提高，生态环境质量继续保持全国领先水平。到2035年，形成完善的生态环境分区管控体系，生态环境质量和资源利用效率居于世界领先水平，海南成为展示美丽中国建设的靓丽名片，基本实现生态环境治理体系和治理能力现代化。

全省共划定环境管控单元871个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分区管控。

——优先保护单元，指以生态环境保护为主的区域。主要包括生态保护红线(陆域、海洋)、饮用水水源保护区、自然保护地等生态功能重要区和生态环境敏感区。全省划分优先保护单元582个，其中陆域462个、海域120个。优先保护单元严格按照国家生态保护红线、饮用水水源保护区、自然保护地等相关规定进行管控；依法禁止或限制开发建设活动，确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变；优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

——重点管控单元，指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括重要产业园区、重要港区、机场以及城镇建设集中区域、现有和规划的工业或城镇建设用海区、港口区、倾废区、排污混合区等开发利用强度较高的海域，以及水动力条件较差、水质超标、生态破坏较重和存在重大风险源的海域。全省划分重点管控单元172个，其中陆域109个、海域63个。重点管控单元主要推进产业布局优化、转型升级，不断提高资源利用效率，加强污染物排放控制和环境风险管控，解决突出生态环境问题。

——一般管控单元，指除优先保护单元、重点管控单元以外的其他区域，衔接乡镇区边界形成管控单元。全省划分一般管控单元117个，其中陆域24个、海域93个。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，加强生活污水和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

#### (2) 片区管控要求符合性分析

在全省总体生态环境管控要求的基础上，根据五大片区的区域特征、发展定位、

生态环境现状、未来环境压力等，确定各片区的生态环境管控要求。通过分析（见表 2.12-5），本项目主线和牙叉连接线通过落实各项生态保护和恢复措施及环境污染防治后，总体符合片区管控要求；但水满连接线大部分路段为新建公路，对天然林、野生动物会造成一定的不利影响，应进一步优化路线走向和建设方式，提高现有土路利用率，以减轻对生态环境的不利影响。

表 2.12-5 与各片区生态环境管控要求符合性分析

区域	片区生态环境管控要求	项目情况	符合性
中部片区 (包括五指山、保亭、琼中、白沙 4 市县)	合理控制建设活动，引导发展生态经济，禁止明显破坏生态环境的建设活动。严格控制工业发展，引导槟榔加工产业规模化集聚化发展和绿色转型升级。扎实推进热带雨林国家公园建设，强化“三大江河”源头区管控，强化中部山区国家重点生态功能区的保护和管理。强化山洪灾害防治、水土流失综合治理。适当拆除、改造影响生态环境的小水电项目。积极开展生活垃圾分类试点，到 2022 年所辖范围内全面推行生活垃圾分类。	项目位于五指山市、琼中县和白沙县，全部在中部片区。项目为公路建设项目，主线以隧道为主穿越热带雨林国家公园一般控制区，建设过程中严格落实各项环境保护和水土保持措施，占用林地依法履行审批手续；施工结束及时进行边坡绿化和临时占地生态恢复，减缓项目建设对生态环境的影响。服务区设置一体化污水处理设施，进行集中收集处理，不外排，确保运营后环境质量不恶化；垃圾集中分类收集定期清运，满足推行生活垃圾分类的要求。总体来说，主线在落实生态环境保护措施、水土流失防治措施、污水处理、生活垃圾处置等各项措施后符合中部片区生态环境管控要求。 牙叉连接线不涉及生态保护红线，在落实各项生态环境保护措施、水土流失防治措施后符合中部片区生态环境管控要求。 水满连接线全部位于热带雨林国家公园一般控制区内，部分路段利用现有农村公路改建，有利于减轻对生态环境的影响；但大部分路段为新建公路，对天然林、野生动物会造成一定的不利影响，应进一步优化路线走向和建设方式，提高现有土路利用率，以减轻对生态环境的不利影响	主线和牙叉连接线符合；水满连接线应进一步优化路线走向和建设方式

### 2.13 工程方案比选

从区域生态环境特点考虑，本次环评主要针对路线涉及热带雨林国家公园的路段进行总体路线走廊带和局部路段比选分析，对于一般区域的路段不再叙述。

#### 2.13.1 路线总体走廊带方案比选

现状什运乡与白沙县主要通过国道 G361 什邦线连接。国道 G361 什邦线起点位于琼中黎族苗族自治县什运乡，经白沙黎族自治县元门乡、牙叉镇、打安镇、七坊镇，终点位于邦溪镇，全长 90.176km，现状道路为对向双车道二级公路。国道 G361 除翻越鹦哥岭段线性指标较差外，其他段落整体指标较好，路面使用状况良好。

本项目与国道 G361 位于同一廊道，国道 G361 主要承担沿线城镇、景区的集散功能，本项目通过对儋白高速和 G9811 海三高速的快速连接，主要承担高速公路网高质量互联互通及环热带雨林森林公园入口等通道功能。差异化服务可有效加快提升海南省公路网络整体的通达性，推动全岛同城化，建设一体化交通网络设施。

本次研究综合考虑项目所在区域路网结构、城镇分布、环境敏感点分布等因素，对主线拟定中、北、西、东线四个路线走廊带，相对应的水满连接线拟定中、西、东三个路线走廊带。

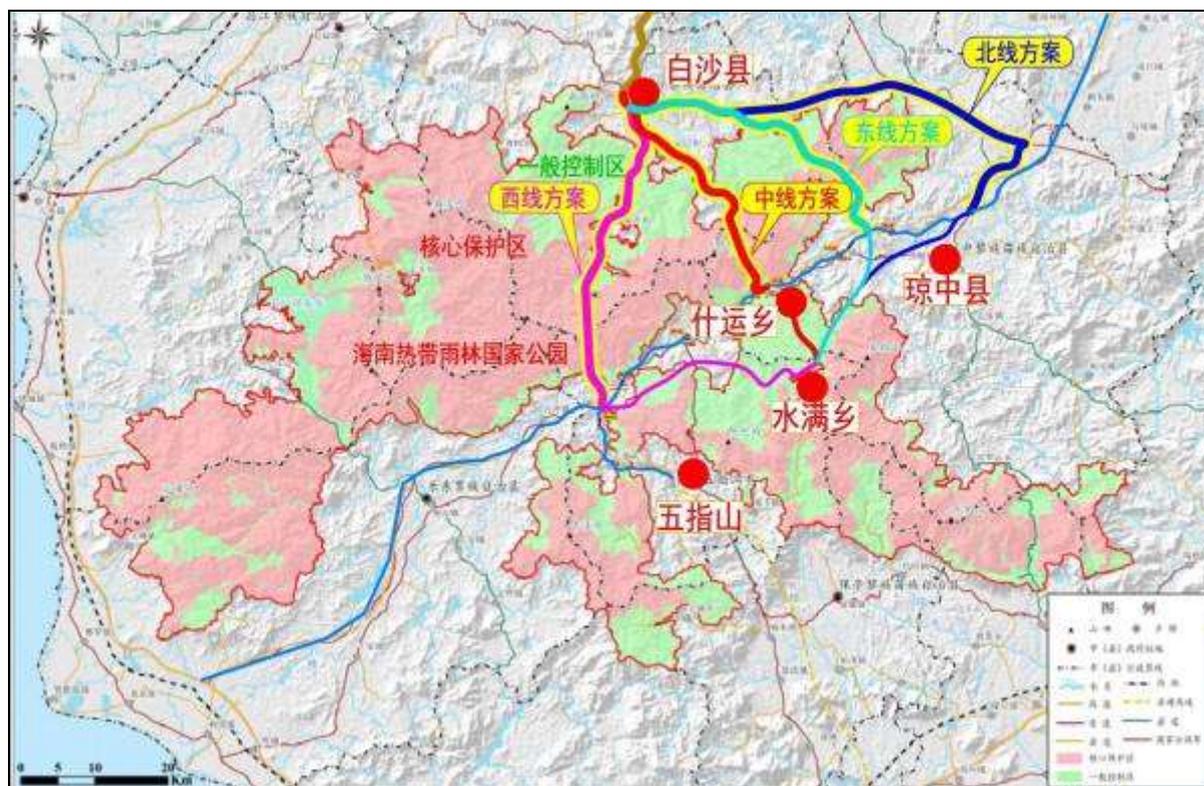


表 2.13-1 路线走廊带比选示意图

(1) 中线走廊

主线起点位于琼中县什运乡昌化江北岸与 G9811 海三高速什运互通相接，途经琼中县什运乡、白沙县元门乡、白沙县牙叉镇，终点接儋白高速终点。路线从国家公园中间唯一的一般控制区走廊穿过，全长 37km，隧道工程规模适中，长 8.140km/1 处，对于三亚主流方向略有绕行，不穿越国家公园核心保护区。

水满连接线整体为南北走向，起点位于牙训村北侧省道 S224，利用既有村道和巡

林路展线，自北向南穿越海南热带雨林国家公园，终点位于水满乡永训村东侧县道 X583。

### (2) 北线走廊

**主线**起点位于琼中县琼中互通处，利用海三高速转万洋高速，与黎母山互通沿西南防线展线，途经琼中县乌石镇、琼中县湾岭镇、白沙县细水乡、白沙县牙叉镇，终点接儋白高速终点。路线全长 76.9km，路线避绕穿越国家公园，但是路线绕行过远，需向东绕行至琼中县城北侧的中线高速琼中互通附近方可与中线高速相连，失去了建设白沙县城与中线高速快速通达的意义，北线走廊仅作为定性方案，不做深入研究。

### (3) 西线走廊

**主线**起点位于五指山市番阳镇合口枢纽处，与 S10 山海高速衔接，和 G9811 海三高速行成十字形枢纽，途经五指山市番阳镇、白沙县南开乡、白沙县牙叉镇，终点接儋白高速终点。路线全长 44.9km，往三亚主流方向最为顺直便捷，但隧道工程规模最大，长 17.5km/3 处，其中最长的一处隧道约 14km，且路线穿越国家公园核心保护区。

**水满连接线**东西走向，起于番阳镇，目前可以经海三高速或者国道 G540 至毛阳镇，转县道 X583 至水满乡，里程约 47km，受核心保护区范围限制和地形高差影响，里程没有缩短，新建连接线指标较低，行驶时间更长，因此不具备新建连接线条件，因此只做定性分析，不再深入研究。

### (4) 东线走廊

**主线**起点位于琼中县红毛镇西北侧，与 G9811 海三高速 T 形交叉，途经琼中县红毛镇、白沙县细水乡、白沙县牙叉镇，终点接儋白高速终点。路线全长 36.5km，隧道工程规模最小，6.5km/1 处，但往三亚主流方向最为绕行，穿越国家公园核心保护区。

**水满连接线**为南北走向，起于红毛镇，沿昌化江既有道路布设线位，接入现状五指山路，里程长约 27km。

4 条走廊带比选情况如下表所示：

表 2.13-2 路线总体走廊带比选表

项目	中线走廊	西线走廊	东线走廊	北线方案
路网关系	起点位于琼中县什运乡昌化江北岸与 G9811 海三高速什运互通相接，对于三亚主流方向略有绕行。	起点与 S10 山海高速衔接，和 G9811 海三高速形成十字形枢纽，往三亚主流方向最为顺直便捷	起点与 G9811 海三高速 T 形交叉，往三亚主流方向绕行最远	起点位于琼中县琼中互通处，利用海三高速转万洋高速，与黎母山互通沿西南方向展线，终点接儋白高速
工程规模	中线方案长 37km	西线方案新建	东线方案新建	北线方案路线全长

项目	中线走廊	西线走廊	东线走廊	北线方案
	(含旧路利用段 18km), 隧道工程规模适中, 长 8.271km/1 处。	44.9km, 隧道工程规模最大, 长 17.5km/3 处, 其中最长的处隧道约 14km。	36.5km, 隧道工程规模最小, 6.5km/1 处。	76.9km (含旧路利用段 30km), 绕行最远。隧道长 7.2km/1 处。
环境敏感	穿越海南热带雨林国家公园一般控制区	穿越海南热带雨林国家公园核心保护区	穿越海南热带雨林国家公园核心保护区	绕避海南热带雨林国家公园
穿越一般区长度 (km)	10.4	20.8	8.5	0
穿越核心区长度 (km)	0	9.8	7.2	0
基本农田 (亩)	22.51	20.75	56.68	31.79
土石方量 (万 m <sup>3</sup> )	489	638	502	782
I 级林地 (公顷)	0	57.72	18.39	0
II 级林地 (公顷)	48.26	111.73	30.01	46.90
III/IV 级林地 (公顷)	65.06	42.43	84.95	88.79
生态保护红线 (公顷)	78.18	169.77	55.68	79.28
造价 (亿元)	33.7	70.8	60.8	62.6
比选结果	<p>(1) 西线方案优点是往返三亚便捷便利, 但是西线穿越海南热带雨林国家公园一般控制区约 20.8km, 核心保护区约 9.8km, 是对热带雨林国家公园影响最大的方案, 方案沿线植被茂密, 占用林地面积较大, 其中占用 I 级林地 57.72 公顷, 对生态环境影响最大, 总造价最大。</p> <p>(2) 东线方案优点是往返琼中和海口便捷便利, 但是东线方案穿越海南热带雨林国家公园一般控制区约 8.5km, 核心保护区约 7.2km, 对热带雨林国家公园存在一定影响, 但是方案占用基本农田较多, 占用面积约 56.68 亩, 占用 I 级林地 18.39 公顷。</p> <p>(3) 北线方案主要优点是不占用海南热带雨林国家公园一般控制区和核心保护区, 需要利用万洋高速和海三高速实现白沙-什运交通往返, 白沙至什运里程约 95km, 运行时间约 60 分钟; 目前白沙至什运通过现状国道 G361 运行时间约 60 分钟, 因此北线方案没有建设意义。</p> <p>(4) 中线方案优点是可以最快满足白沙至海三高速交通需求, 兼顾海口与三亚往返, 并且可以利用水满连接线, 串联白沙县-什运乡-水满乡, 并最大限度利用现状 G361, 总投资最小。本方案穿越海南热带雨林国家公园一般控制区约 10.6km, 其中隧道穿越 7.56km, 桥梁穿越 0.51km, 路基穿越 2.33km, 对热带雨林国家公园影响较小。</p>			

综合考虑, 由于什运乡和水满乡位于热带雨林国家公园腹地, 受中部山区路网结构与项目的功能定位制约, 建设从什运乡至白沙县城的高速公路主线和什运乡至水满乡的连接线均无法避让热带雨林国家公园。

本次评价推荐中线走廊，该走廊方案隧道规模适中，同时可避免对海南热带雨林国家公园核心保护区的穿越。项目路线穿越一般控制区，避开了核心保护区，同时主线设置了特长隧道，水满连接线部分利用现有农村公路、部分沿现有巡林路走廊，尽量减少了对生态的不利影响。

### 2.13.2 穿越国家公园局部线路方案比选

本项目路线在总体走向选择中线走廊带的基础上，根据沿线地形、地物、地质及水文条件、海南热带雨林国家公园、军事设施，路网、互通式立交位置、基本农田、人文景观等多种因素综合拟定局部路段比选方案，力求减少对国家公园生态环境的不利影响。

表 2.13-3 局部路线方案比选方案一览表

序号	路线方案	桩号范围	方案比选	比选结论	里程(km)
1	K	K0+000~K15+563.145	推荐方案	15.563.145	15.716
2	B	BK2+000.409~BK12+448	与对应 K 线比较	10.448	10.448
3	D	D0+000-D5+262	与对应 K 线比较	5.262	5.262
4	E	EK0+000-EK4+007	与对应 K 线比较	4.007	4.007

#### 3.3.3.1 什龙大桥至鹦哥岭隧道段 (K2+500 ~ K12+500) (K 线, B 线)

本段路线方案主要控制因素为国道 G361，现状 G361 布设于地形陡峻段落，西侧为山包，东侧为沟谷，B 线方案采用工可的推荐方案，线位布设于 G361 西侧。

##### 1. 方案概述

**B 线：**位于 G361 西侧。存在一段长 290 米、最高为 8 级（75 米）的高挖方边坡。

本段位于海南热带雨林国家公园一般控制区内，高边坡对自然生态环境破坏较大。为减少弃方，减小环境影响，提出 K 线方案。

**K 线：**沿 G361 东侧布设，通过设置桥梁来避免高挖方边坡。

。

##### 2. 方案比选

本次评价从环境及工程技术经济等方面进行比选分析，见表 3.3-3。

表 2.13-4 表 3.3-3 K 线和 B 线方案比选表

比较项目	单位	K 线	B 线	优势方案
起讫点桩号	/	K2+500~K12+500	BK2+500~BK12+448	/
路线长度	km	10.500	10.448	K
桥梁	m/座	845/4	830/2	B 规模小
隧道	m/座	8271/1	8271/1	相当
挖方边坡高度	m	38	75	K 线优
挖方边坡长度	m	114	290	K 线优

占用热带雨林国家公园一般区面积	亩	236	256	K 线优	
生态环境	重要、特殊生态敏感区	/	海南热带雨林国家公园一般控制区	海南热带雨林国家公园一般控制区	K 线优
	土石方	万 m <sup>3</sup>	66	157	K
水环境	敏感水体	处	1	1	相当
	声环境	处	1	1	相当
建安费	亿元	19.24	19.32	K 线优	
地方政府意见		推荐			
比选意见		<p>(1) B 线主要优点有平面指标高，工程规模小，但是高边坡对生态环境破坏较大，景观性差，弃方较大，占用土地面积较大，对热带雨林国家公园影响较大。</p> <p>(2) K 线主要优点是挖方边坡长度及高度均大幅减小，土石方量小，有利于保护生态环境，且占地减少 20 亩，对热带雨林国家公园影响较小。</p>			

综合考虑工程因素、环境因素和地方政府意见，K 线方案挖方边坡较低、弃方量小，能最大程度减小对海南热带雨林国家公园一般控制区生态景观的影响，因此推荐 K 线方案。

### 3.3.3.2 起点至鹦哥岭隧道段 (K0+000-K4+270) (K 线, D 线, E 线)

本段路线方案主要研究起点接线方案。

#### 1. 方案概述

K 方案 (K0+000~K4+270) 为推荐方案，推荐方案主要设计思路是保留现状互通的形式及功能不变，通过新建或改建部分匝道，实现本项目与海三高速的交通转换及落地功能。

K 线方案存在两个问题：(1) 与沿线重要设施距离较近，可能造成影响；(2) 主交通流方向为白沙往返三亚方向，略有绕行问题。

针对 K 线第一个问题，提出 D 线方案 (DK0+000~DK5+262)，什运互通向东展线，上跨海三高速后沿北侧山坡向西展线接入鹦哥岭隧道。改造什运互通实现高接高交通转换以及什运乡地方交通流上下两条高速。该方案完全避开重要设施，里程最长，但展线段平纵指标较低，主交通流绕行最远。

针对第二个问题，提出 E 线方案 (EK0+000~EK4+007)，在现状什运互通西南约 3km 处新建什运南枢纽互通，直接与海三高速相接，之后向东北展线接入鹦哥岭隧道。白沙往返什运车流通过枢纽互通转换至海三高速，在通过什运互通实现上下。该

方案里程最短，三亚方向主流交通虽较为便捷不需绕行，但白沙往返海口以及白沙往返什运交通流绕行严重。

表 2.13-5 主线起点段方案比选

比较项目	单位	K 线	D 线	E 线
里程长度	Km	4.070	5.262	4.007
桥梁长度 (km)	m/座	1.408/4	2.245/3	0.36/1
土石方	万 m <sup>3</sup>	232	380	240
主交通流是否绕行		有绕行 (4.4km)	绕行最远 (6.1km)	无绕行
生态环境	重要、特殊生态敏感区	/	海南热带雨林国家公园一般控制区	海南热带雨林国家公园一般控制区
穿越一般区长度	Km	2.84	3.8	3.2
基本农田	公顷	6.8	5.4	5.8
总造价	亿元	5.6	6.7	5.9
地方政府意见		推荐		
比选情况		(1) D 线方案优点是避开重要设施，但是相比 K 线方案，绕行较远，其穿越热带雨林国家公园一般控制区长度较长，总造价较高。 (2) E 线方案优点是往返三亚便捷便利，但是其穿越热带雨林国家公园一般控制区长度较长，总造价最高。 (3) K 线方案充分利用现有什运互通，但是穿越热带雨林国家公园一般控制区长度最短，总造价最低。		

综合考虑工程因素、环境因素和地方政府意见，推荐 K 线方案。

### 3.3.3.3 水满连接线 (L2K0+000-L2K19+770) (K 线, A 线)

本段主要研究水满连接线方案。原水满连接线方案为 A 线方案，其分为两段，前 5km 为水泥路面，道路宽度 5.5，后 9.5km 为土路，宽度最窄处为 2.5m。

原旧路平纵面指标较低：(1) 平曲线总计 208 处，其中平曲线半径不满足规范（规范极限半径 15 米）的有 33 处，不满足平曲线最小长度（规范最小长度 40 米）的有 161 处；纵坡 (2) 纵坡 227 处，其中纵坡超过规范值（规范最大纵坡 9%）140 处，最大纵坡 66%，K5+910-K14+630 段平均纵坡均大于 5.5%，尤其 L2K13+043.275~L2K13+707.379 段平均纵坡为 20.93%，远远超出规范值平均纵坡 5.5% 的规定，难以保障行驶交通安全。

根据工可批复和初步设计批复文件，水满连接线为四级公路。根据旧路情况，前 5km 可以满足四级公路标准，后 9.5km 无法满足四级公路标准，因此提出前 5km 利用旧路，后 9.5km 旧路对应在同一走廊带内另行展线的 K 线方案。

表 2.13-6 水满连接线方案比选

比较项目	单位	K 线	A 线	优势方案
起讫点桩号	/	K0+000~K19+770.209	AK0+000~AK14+637.243	A

路线长度	km	19.770	14.637	A	
最小圆曲线半径	m	20	5	K	
最大纵坡	%	9	67	K	
生态环境	重要、特殊生态敏感区	/	海南热带雨林国家公园 一般控制区	海南热带雨林国家公园 一般控制区	相当
	穿越一般区长度	Km	14.770	9.637	A
	新增占用一般区面积	公顷	29.9	3.85	A
	土石方	万 m <sup>3</sup>	76	5	A
水环境	敏感水体	处	1	1	相当
	声环境	处	1	1	相当
建安费	亿元	1.2	0.5	A 线优	
地方政府意见		推荐			

K 线主要优点有：（1）满足四级公路设计指标（2）行车安全。主要缺点有：（1）利用现有道路程度较低，新增天然林占用较多，新辟路线对生态环境影响相对 A 线较大；（2）造价高。

A 线主要优点有：（1）最大限度利用旧路，对生态环境影响较小；（2）造价低。主要缺点有：（1）不满足四级公路设计指标（2）线形指标差，行车安全性差。

综合考虑各项因素，从生态环境角度，并结合行车安全角度考虑，本次评价建议对水满连接线线位走向进一步进行论证分析，增加现有道路利用率，同时优化工程建设方式，保证行车安全。

## 第3章 环境现状调查与评价

### 3.1 自然环境概况

#### 3.1.1 地形、地貌

拟建项目位于海南岛中部山区，整体呈西北—东南走向。海南岛四周低平，中间高耸，呈穹隆山地形，以五指山、鹦哥岭为隆起核心，向外围逐级下降，由山地、丘陵、台地、平原构成环形层状地貌，梯级结构明显。山地和丘陵是海南岛地貌的主要特征，占全岛面积的 38.7%。山地主要分布在岛中部偏南地区，山地中散布着丘陵性盆地，丘陵主要分布在岛内陆和西北、西南部等地区。在山地丘陵周围，广泛分布着宽窄不一的台地和阶地，占全岛总面积的 49.5%。环岛多为滨海平原，占全岛总面积的 11.2%。



项目主线路线横穿鹦哥岭，牙叉连接线位于白沙盆地，地形起伏大，总体东南高西北低，地貌类型总体可分为中低山地貌、丘陵地貌和剥蚀残丘和剥蚀准平原地貌等。

主线路线经过的琼中西北部、白沙东南部区域为中低山地貌单元，地面高程 400~800 m，相对高差 200~500m，自然坡度  $20^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；旧路利用段及牙叉连接线所处的元门乡至白沙县城段在长期的剥蚀过程中，大部分被作用为准平原，剥蚀残

丘，局部夹河谷等，总体地势相对平缓，自然地面高程 70~210m。

水满连接线翻越白石岭、田头岭，地形起伏大，连接琼中县什运乡与五指山市水满乡，整体呈中间高两边低的态势，地面高程 300~900 m，相对高差大，自然坡度  $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。

项目区典型地貌图片见下图。



中低山地貌



谷地地貌



剥蚀残丘地貌



剥蚀准平原地貌

表 3.1-1 项目区地形、地貌现状照片

### 3.1.2 区域地质条件

#### (1) 地层岩性

##### 3.1.2.1 地层岩性

项目区内地层主要有第四系人工填土层、冲洪积层、坡残积，白垩系沉积岩组、二叠纪-三叠纪(P-T)花岗岩和海西~印支期侵入岩。现分述如下：

#### 1、第四系(Q)：

##### 1) 全新统冲洪积 (Q4al+pl)

主要分布于近代河流两侧，组成河流I级阶地及河床，为河流冲洪积层。

近代河床及河漫滩堆积物，多为砂、粉土、砾石，河漫滩下部为砂、砾石层，上

部为粉土夹透镜状砾石层。

#### 2) 全新统残坡积 (Q4el+dl)、崩坡积 (Q4col+dl)

主要分布于山坡及山脚。其岩性为粉质黏土、角砾、碎石等，杂色，松散，分选性差。

#### 3) 全新统坡洪积 (Q4dl+pl)

主要分布于坡体冲沟附近，其岩性主要为粉质黏土、粉土及碎石等。

### 2、白垩系 (K) :

#### 1) 晚世花岗岩 (K2γπ)

主要分布在水满连接线LK9+400~LK13+70段，以岩基状产出，岩性为花岗斑岩，呈肉红色、灰色，斑状结构，块状构造，显著特征为长石斑晶定向排列。本期岩体抗风化能力较弱，一般形成剥蚀丘陵、山间盆地地貌单元

#### 2) 早世鹿母湾组 (K11)

岩性主要为砂砾岩、长石石英砂岩、粉砂岩、泥岩、安山-英安质火山岩。项目区分布广泛，主要分布于K2+830-K6+600、K7+510-K10+300、K11+800-K15+656。

### 3、侏罗系(J2γ):

主要分布在K0+000-K2+830段，岩性为花岗岩，以中粗粒（中细粒）为主，局部有中粒巨斑状角闪黑云二长花岗岩，块状构造，颜色以灰白色为主，局部风化为灰黑色，岩体较硬，锤击声脆。

### 4、二叠系-三叠系(P-T):

主要分布在K6+600-K7+510及K10+300- K11+800段，主要岩性为花岗岩，呈肉红色、灰色，块状构造，显著特征为长石斑晶定向排列，岩体抗风化能力较弱，岩体表层风化强烈，风化残积层较厚，一般大于5m；岩性主要为粉质粘土、砂和砾石等，松散、未固结，易滑塌。

### 5、长城系抱板群变质岩 (ChB) :

主要分布在水满连接线LK2+800-LK9+380及LK13+750-LK19+252段，主要岩性为花岗片麻岩和斜长片麻岩，岩层时代老，受构造多次作用及多期次岩浆侵入作用，岩石具等粒变晶结构，块状构造。

#### 3.1.2.2 地质构造

项目区经历了多期（次）构造运动，形成了东西向、北东向、北西向构造带。具有代表性的为项目北侧发育东西向昌江-琼海深大断层、项目南部发育尖锋-万宁断

层。此外，北东向和北西向次级断层十分发育。

由于调查区风化残积层较厚，野外能够看到的构造痕迹不多。调查区内第四系构造活动比较活跃，其运动方式以间歇性上升为主，主要表现为河流阶地遭受侵蚀、切割和剥蚀，形成各种山地地貌景观。在河谷内形成河流冲积层，第四系沉积厚度约5-10m。

拟建线路穿越的主要断层构造特征如下：

**F1断层：**与拟建路线K1+885、K2+550、K5+600和K11+770小角度相交，为正断层，走向NNW340°，倾向NE，倾角约40-60°，影响带宽度约50-100m，沿断层出现硅化碎裂岩、糜棱岩等，并有石英脉贯入并扭曲，岩体破碎。根据收集资料和现场地质调绘成果，F1断层与拟建路线K5+600、K11+850呈小角度相交，通过采取合理的措施后可进行隧道建设。

**F2断层：**构造破碎带位于二叠系-三叠系（P-T $\gamma$ ）、白垩系（K11）岩性接触带位置。与推荐线K10+300大角度相交，路线以隧道形式通过，通过采取合理的措施后可进行隧道建设。

**F3断层：**构造破碎带位于二叠系-三叠系（P-T $\gamma$ ）、白垩系（K11）岩性接触带位置。与推荐线K8+150大角度相交，路线以隧道形式通过，通过采取合理的措施后可实施隧道建设。

**F4断层：**构造破碎带位于二叠系-三叠系（P-T $\gamma$ ）、白垩系（K11）岩性接触带位置。与推荐线K7+250大角度相交，路线以隧道形式通过，通过采取合理的措施后可实施隧道建设。

**F5断层：**构造破碎带位于侏罗纪（J2 $\gamma$ ）、白垩纪（K11）岩性接触带位置，为推测断层。与推荐线K0+300、K2+830大角度相交，路线以桥梁形式通过。对路线影响小。

### 3.1.2.3 地震

根海南岛地震活动呈“北强南弱”的特点，大致以王五-文教断裂为界，北部的地震强度可以在6级以上，南部则小于6级。北部发生最大的地震为7.5级（1605年），中强地震活动相对密集于琼州海峡附近，在王五-文教断裂以南与尖峰-吊罗断裂之间为相对平静区，再往南地震活动有所增强，与北部地区相比活动性弱。本项目区地震活动较弱，基本没有大的地震活动。

### 3.1.3 气候、气象

海南岛属热带季风海洋性气候。基本特征为：四季不分明，夏无酷热，冬无严寒，气温年较差小，年平均气温高；干季、雨季明显，冬春干旱，夏秋多雨，多热带气旋；光、热、水资源丰富，风、旱、寒等气候灾害频繁。年平均气温 22.5-25.6℃，年日照时数 1780-2600h，太阳总辐射量 4500-5800 兆焦耳/平方米，年降水量 1500-2500mm（西部沿海约 1000mm）。每年 5~10 月是多雨季，总降雨量 1500mm 左右，占全年降雨量的 70%~90%，雨源主要有锋面雨、热雷雨和台风雨；每年 11 月至翌年 4 月为少雨季，仅占全年降雨量的 10%-30%，少雨季干旱常常发生。

#### 3.1.3.1 琼中县

琼中黎族苗族自治县位于热带海洋季风区北缘，雨水充沛，气温温和，四周群山环抱，有独特的山区气候特点。年平均气温 22℃，1 月份平均气温 16℃，绝对最低气温为-6℃；7 月份平均气温 26℃，绝对最高温度 38℃。年平均日照时间 1600~2000 小时，太阳总辐射为 4579 兆焦耳/平方米。年平均相对湿度为 80~85%。年平均降水量为 2200~2444mm，最大年降水量为 1964 年的 5525mm，最小年降水量为 1969 年的 1018mm，年平均蒸发量为 1824.1mm。

#### 3.1.3.2 白沙县

白沙黎族自治县山高云雾多，日照时数虽比岛内大部分县少些，但年平均还达 2000h 以上，日照率 45~47%，日照变化小，最长 13.17h，最短 10.59h。年平均最大降雨量约 1800mm，山区气候特点突出。由于境内地形复杂，东南部多雨，西北部少雨。雨量主要集中在每年的 5 至 10 月份，全年降雨量的 85%。每年 1 月份至翌年 4 月为旱季，雨量仅占全年雨量的 15%。

#### 3.1.3.3 五指山市

五指山市海拔高、纬度低、森林密布、气候温和，属热带山区气候。年平均气温 22.4℃，1 月平均气温 17℃，7 月平均气温 26℃，极端最高气温 35.9℃。年平均降雨量为 1690mm，极端最大年降雨量为 2810.4mm，极端最少年降雨量为 1055.5mm，年平均相对湿度为 84%，年平均日照为 2000h 左右。

### 3.1.4 水文

#### 3.1.4.1 地表水

项目区地表水系以鹦哥岭为分水岭，北侧为南渡江流域，南侧为昌化江流域。

路线主线以桥梁形式跨越昌化江支流什隆溪及其支沟、牙叉连接线以桥梁形式跨越南叉河及其支流什卒沟、南架沟，水满连接线 L2K0+000~L2K4+900 段伴行昌化江

支流牙训河。鹦哥岭隧道洞身顶部（K6+500~K7+100）段分布有鹦哥岭水库。项目区水系分布见附图2。

南叉河：南叉河属南渡江水系，是南渡江一级支流，发源于海南省白沙县牙叉镇志道村旁，河源坐标为东经 109°19'32.16"，北纬 19°12'10.48"，流经牙叉镇。南叉河全长 25km，流域面积 93.4km<sup>2</sup>，河道平均坡降 6.47%，年均径流量 9210 万 m<sup>3</sup>。河口为白沙县牙叉镇南仲村旁，坐标为东经 109°28'17.76"，北纬 19°14'28.21"。牙叉连接线 L1K2+085 处以南叉大桥的形式跨越，路线与南叉河右夹角约为 60°。桥位处河流两侧河岸经过人工修整，河宽约 62m，水深 0.5~1.0m，常水位时水深较浅，水流清澈，无通航要求，有 2 组涉水桥墩。

什卒沟为南叉河一级支流，全长 6.71km，流域面积 5.47km<sup>2</sup>，河道平均坡降 20.6%。牙叉连接线 L1K0+282 处以牙叉中桥的形式跨越，无涉水桥墩。什卒沟河槽顶宽约 11m，常水位水面宽度 3m，水深 1.5m，水流较为缓慢。

南架沟为南叉河一级支流。全长 7.39km，流域面积 11.43km<sup>2</sup>，河道平均坡降 20.2%。牙叉互通 L1K2+700 处以海旺中桥的形式跨越，无涉水桥墩。

部分河流现场照片见表 3.1-2。



南叉河



什卒沟



什隆溪



鹦哥岭水库

表 3.1-2 项目区河流现状照片

项目主线设置特长隧道 8270m/1 座，隧道洞身顶部（K6+500~K7+100）段分布有鹦哥岭水库，集雨面积 17.1km<sup>2</sup>，总库容 342.8 万 m<sup>3</sup>，正常蓄水位 576.5m，正常库容 242 万 m<sup>3</sup>，校核洪水位 580.55m，是一座灌溉为主的小（一）型水库。路线与水库得位置关系见图表 3.1-3。

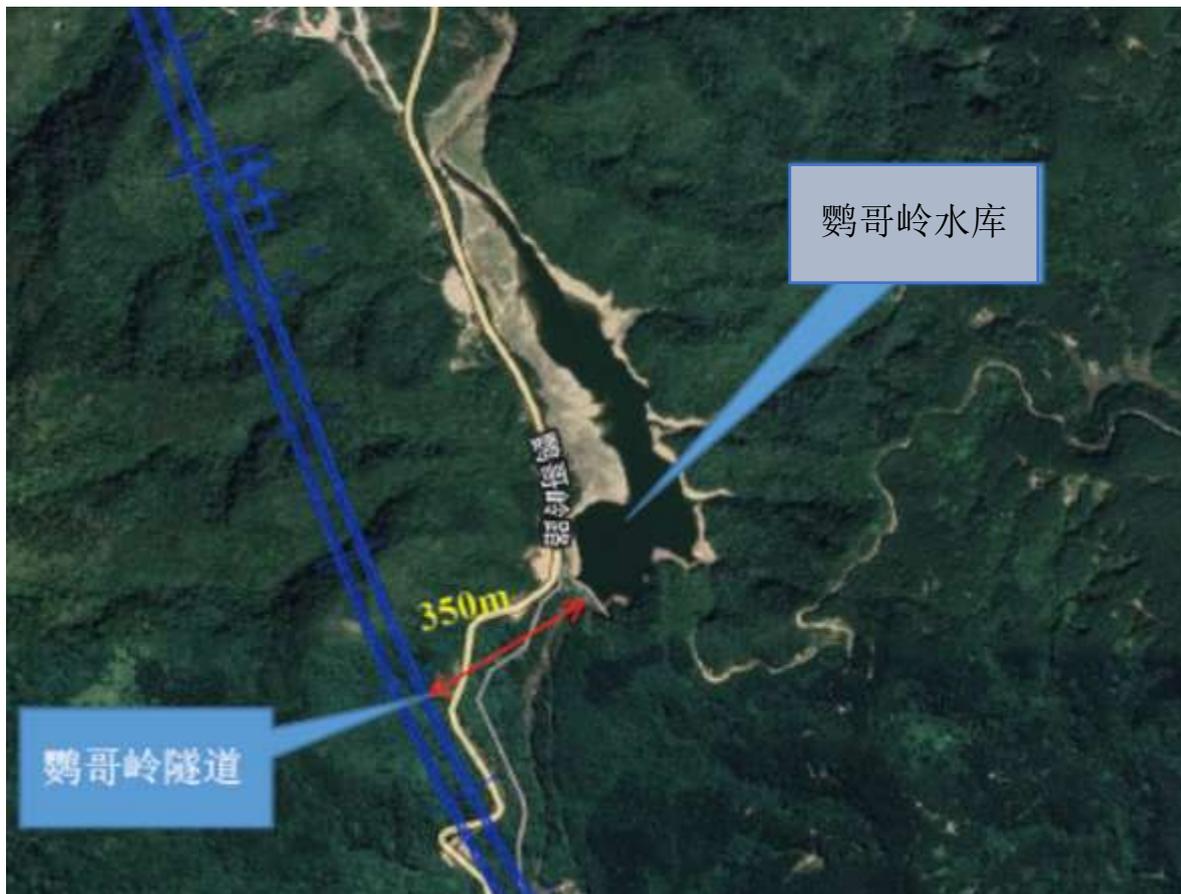


表 3.1-3 项目与鹦哥岭水库位置关系示意图

#### 3.1.4.2 地下水

地下水的分布及埋藏特点与地形、地貌、岩性、构造条件密切相关。根据地下水的赋存条件、水理性质和水力特征等综合因素，沿线地下水的类型主要为第四系松散孔隙水和基岩裂隙水。

##### (1) 第四系松散孔隙水

零星分布于线路北部罗帅村、鹦哥岭水库沿岸及南渡江、昌化江等较大河流的两岸阶地，含水层厚度、渗透性、富水性变化较大。第四系松散层孔隙潜水主要接受大气降雨和河水的入渗补给，迳流途径较短，且受地形控制，以泉或片流方式排泄于河床、沟谷、山塘等地。

##### (2) 基岩裂隙水

是本项目主要地下水类型，包括块状基岩裂隙水和层状基岩裂隙水，赋存于不同时期的花岗岩和沉积岩中，赋水性不均一，受断层构造控制，富水性变化大；其中基岩的强风化带裂隙水平面上广泛分布，剖面上为坚硬基岩与风化坡残积层的夹层，其赋水性随季节性变化大，在平、枯水期为潜水或不含水；在丰水期饱和或微承压，导致基岩与风化坡残积层之间的磨阻力降低，是滑坡、崩塌等地质灾害的诱发要素之一。基岩裂隙水主要接受大气降水的入渗补给，其次为山塘、水库和河溪水的入渗补给，迳流受地形、断层构造控制，由高向低或沿破碎带方向迳流，以泉水或片流方式排泄于山区沟谷、小溪、河流。

## 3.2 生态环境现状评价

### 3.2.1 生态环境现状调查方法与内容

公路穿越热带雨林国家公园和生态保护红线路段向两端外延 1km、线路中线向两侧外延 1km 为调查范围，根据地形适当扩大；其余路段穿越非生态敏感区，以线路中心线向两侧外延 300m 为调查范围，局部路段根据地形地貌适当调整；施工生产生活区、取土场、弃土场等临时占地以动土范围外 300m 为调查范围。水生动物调查主要集中在项目沿线跨越水体。

评价方法主要采用基础资料收集和野外考察法。

#### 3.2.1.1 基础资料收集

收集整理项目涉及区域现有生物多样性资料，参考《中国植被》《中国植被图集》《中国动物地理》《海南植物图志》《海南植物名录》《海南植被志》等专著，公开发表的论文《海南植被分类体系与植被分布图》（杨小波等），重大项目环境影响报告书、水土保持方案报告书以及沿线水土流失遥感调查数据等。

#### 3.2.1.2 生态系统完整性评价

本次评价采用景观生态学的理论及相关研究方法对评价区生态系统完整性进行评价，将评价区范围内提取得到的土地利用类型作为景观单元，利用景观生态学的方法对各景观单元的结构、功能及稳定性等方面进行分析、比较，为项目的宏观、整体评价提供依据。

目前，人们多采用传统生态学中计算植被重要值的方法来确定某一斑块类型在景观中的优势，也称优势度值（ $Do$ ）。优势度值由密度（ $Rd$ ）、频率（ $Rf$ ）和景观比例（ $Lp$ ）三个参数计算得出。密度与景观比例可综合反映某一类斑块在景观体系中的

联通程度，而频率可反映某一类斑块在景观体系中的均匀程度，当某一类斑块优势值明显大于其他各类斑块的优势度值时，可以认为景观体系中的生态特征是由此类斑块的生态特征所主导。

景观生态计算公式如下：

斑块密度  $Rd=(\text{斑块 } i \text{ 的数目}/\text{斑块总数})\times 100\%$

斑块样方频率  $Rf=(\text{斑块 } i \text{ 出现的样方数}/\text{总样方数})\times 100\%$

景观比例  $Lp=(\text{斑块 } i \text{ 的面积}/\text{样地总面积})\times 100\%$

优势度值  $Do=0.5\times[0.5\times(Rd+Rf)+Lp]\times 100\%$

上述分析同时反映自然组分在区域生态系统中的数量和分布，因此能较准确地表示生态系统的整体性。

### 3.2.1.3 植被调查方法

本次野外工作开展时间为 2023 年 1 月 1-4 日、7-10 日、12-15 日，同时利用项目组近几年在该区域不同季节调查到的植被和植物资源调查数据（如什运乡植被科考、鹦哥岭保护区植被科考、五指山保护区及水满乡等植被科考等）；在上述工作基础上，粗略判断评价区周围土地利用、植被、敏感目标状况，从中找出分辨困难的点位；然后进行现场调查与定位实测，进一步明确评价区内土地利用类型、植被类型、敏感目标保护状况等生态质量现状；在对评价区进行现场踏勘的过程中，选取典型影像特征点进行实地核实，同时选取该区域典型植被进行了样方调查，共设置 60 个典型样方。

本项目样方设置原则：

- ①点线结合的原则：在全线调研基础上，根据植被类型分布情况确定样方点；
- ②均匀性和代表性原则：样方点在全线尽量均匀分布，覆盖主要植被类型；
- ③一级评价范围内重点调查，生态敏感区内布设样方点；
- ④重点保护植物处布设代表性样方点；
- ⑤次生林布设代表性样方点。

每种类型至少在 5 个或以上样方。其中，植物典型群落的样方面积大小设置为：乔木林样方数量为 50 个，样方面积为 10 m×10 m，其中的山地雨林、低地雨林及其次生林样方 22 个、加勒比松林样方 5 个、橡胶林样方 7 个、槟榔林样方 6 个、马占相思林样方 5 个、桉树林样方 5 个；灌丛和其他园地样方数量各 5 个，样方面积为 5m×5 m，按 Braun-Blanquet 多优度—群聚度记分（王伯荪和余世孝，1996）。在样方内进

行每木调查，记录株数、树高、胸径和冠幅等指标；同时对样方内记录高<50cm 木本植物和草本植物种类、高度和盖度。以上植被群落的选择及样方的数量、制图均满足生态导则(HJ19-2022)的规范和要求。

植物多样性的计算方法采用非污染环境评价导则要求的 Shannon-wiener 生物多样性指数法。本报告中的 Shannon-Weiner 指数的测定主要参考《生物多样性测度》(Anne E.Magurran(张峰 译). 生物多样性测度, 科学出版社, 2011)。生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活动有机体的重量, 以  $t/hm^2$  (或  $kg/m^2$ ) 表示。它又称现有量。本报告中生物量的估算主要参考《我国森林植被的生物量和净生产量》(方精云等. 我国森林植被的生物量和净生产量, 生态学报, 1996) 和《中国森林生态系统生物量及其分配研究》(罗云建. 中国森林生态系统生物量及其分配研究, 中国林业出版社, 2013)。

#### 3.2.1.4 动物调查方法

##### (1) 样线调查

陆栖脊椎动物调查主要依据现场调查为主, 并辅以文献资料调查方法进行。现场调查以样点和样线结合方法进行。依据国家林业局野生动植物保护与自然保护区管理司和国家林业局调查规划设计院编制的《全国第二次陆生野生动物资源调查技术规程(20110406)》《生物多样性观测技术导则 两栖动物(HJ 710.6-2014)》《生物多样性观测技术导则 爬行动物(HJ 710.5-2014)》《生物多样性观测技术导则 鸟类(HJ 710.4-2014)》《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物(HJ 710.3-2014)》《环境影响评价技术导则 生态影响(HJ19-2022)》作为抽样和调查标准, 对非海南热带雨林国家公园评价区以道路外扩 300m (三级评价) 作为项目评价区、而涉及到海南雨林国家公园区域以道路外扩 1000m (一级评价) 作为评价范围, 结合评价区地形地势等地貌特征、陆生脊椎动物生境类型, 依托项目评价区道路、便道、巡护道路等, 对所在评价范围内的热带雨林、人工林(马占相思、加勒比松、桉树、橡胶)、果园旱地、坑塘河流水田湿地、灌草丛、建筑和道路等陆生脊椎动物生境类型分布位置, 进行抽样和调查, 共设置样线 44 条, 保证抽样强度在 1~3%。

2022年12月20-28日; 2023年1月10-18日, 采用实地路线调查和访问调查相结合的方法, 对项目评价区陆生脊椎动物进行了调查和生态影响评价。采取样点、样带和样线法相结合的方式进行调查, 依靠巡护便道、道路为依托, 设置样点, 并以样点作为样线或样带起点, 样带或样线设置为300~2500m长, 单侧宽为10~100m。

(1) 两栖动物：依靠调查抽样区域不同，侧重以水环境生境为调查样带或样线，包括次生林溪流、坑塘、河流等生境类型为主，主要以实际路线样带或样线调查为主；

(4) 爬行动物：对于水生爬行动物侧重坑塘、河流和溪流为调查重点，而对于陆地爬行动物则依据样带或样线实体调查为主，并结合访问调查；

(5) 鸟类：依据不同抽样区域样带或样线，通过样点、样带和样线结合的方式进行调查，以实体调查为主，并结合鸟类鸣叫声音调查，并辅以一定的访问调查；

(6) 哺乳动物：依据现场样带和样线法对不同抽样区域进行路线调查，结合痕迹（粪便、啃咬、毛发、足迹）和访问调查方法进行。

调查分白天（6:00-11:00、15:00-18:00）和夜晚（20:00-22:00）时间段进行，对所调查样点、样线或样带匀速进行调查，即1km/h速度，记录样带或样线内陆栖脊椎动物物种种类、数量、生境及致危因素进行记录，并利用Canon 5D Mark III、EOS 100-400mm长变焦镜头配以1.4X增倍镜进行拍照、辅助利用手机奥维互动地图软件和手持GPS Magellan eXplorist 510进行定位。

## (2) 陆生脊椎动物资源评价方法

为表示各类动物种类数量的丰富度，采用了估计数量等级方法。

数量等级：数量多用“+++”表示，该种群为当地优势种；数量较多，用“++”表示，该动物种为当地普通种；数量少，用“+”表示，该物种为当地稀有种。估计数量等级评价标准见表1。

表 3.2-1 陆生脊椎动物估计数量等级评价标准

种群状况	表示符号	数量标准
当地优势种	+++	20 只以上
当地普通种	++	10-210 只
当地稀有种	+	10 只以下

统计分析调查所记录的陆生脊椎动物物种组成、优势度、区系组成、多样性和均匀性指数。物种多样性指数采用 Shannon-Wiener 多样性指数计算，即：

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

优势度  $P_i$  为物种  $i$  的个体数所占总物种数的比率；

均匀性指数采用  $E = H/H_{max}$ ， $H_{max} = \log_2 S$ 。

## (4) 水生生物调查

调查方法为参考文献、访问当地渔民、调查当地水产品市场和资料查询等。重点

了解鱼类区系组成、种类组成；主要鱼类生态习性、生物量及优势种、种群特点、分布、生活习性、产卵场、越冬场等生态条件；重要鱼类的生长、食性、繁殖习性、洄游性等生物学特性，掌握鱼类产卵场、越冬场、索饵场分布。

### 3.2.1.5 生态制图

采用图形叠置法制作植被类型图、土地利用现状图、生态保护目标空间分布图、生态保护措施平面布置图等图件。

## 3.2.2 植被调查

### 3.2.2.1 植物资源现状

对评价区的植物种类进行野外路线调查及典型样方设置，共调查和统计记录有维管束植物 150 科 902（含变种亚种及变型），蕨类植物 19 科 57 种，裸子植物 5 科 7 种，被子植物 126 科 838 种（双子叶 110 科 724 种，单子叶 16 科 114 种）；木本植物 572 种，草本植物 250 种，藤本植物 80 种。

### 3.2.2.2 沿线植被类型及分布

参考《中国植被》和《海南植被志》（杨小波 2019），结合对评价区内现状植被中群落组成的建群种与优势种的外貌，以及群落的环境生态与地理分布特征等分析可知：这一区域的植被由自然植被与人工植被组成，自然植被有热带雨林（山地雨林、低地雨林）及其次生林、灌草丛、竹林植被等组成；人工植被由村庄周边植被、加勒比松林、桉树林、马占相思林、经济林园和其他园地和农田作物等组成。具体分类如下：

#### I. 自然植被

1. 热带雨林及其次生林
2. 灌丛
3. 竹林
4. 草地

#### II. 人工植被

1. 村庄植被
2. 用材或防护林
3. 经济林园或其他园地
4. 果园和农田作物

### 3.2.2.3 评价区各类型植被总体现状特征

整个评价区域自然植被相对复杂，主要由 11 个群落类型组成，分布在海南热带雨林国家公园内的自然群落结构复杂、物种多样性高；分布在海南热带雨林国家公园外的自然群落组成与结构具有一定的次生性；人工植被主要为橡胶、加勒比松、槟榔等。由表 2.4-2 可知：评价范围（线路外扩 1km）的总面积为 7114.3793hm<sup>2</sup>，其中有植被的总面积为 6710.7647 hm<sup>2</sup>。植被类型主要为低地雨林次生林、橡胶林、加勒比松林和槟榔园等，分别占评价区域总面积比例的 42.76 %、16.39 %、7.11 %和 4.72 %；其他如水田、桉树林、灌丛、马占相思林、山地雨林、竹林、草地、旱地植被的分布面积相对较小，均不足 4%；其余植被如村庄周边植被、果园（香蕉园、杧果园、菠萝蜜园、龙眼园、荔枝园、椰子园、柑橘园）或其他园地（油茶园、茶园、桑叶园、花梨木、咖啡园）等分布面积更小，均不足 1%。

总体上，评价区内海南热带雨林国家公园的关键植被主要是由原生的热带山地雨林、低地雨林和组成的森林植被。项目区及周边的自然森林植被依据不同的小区域其森林的组成与结构上的差异，森林群落优势组成有所差异。目前典型的自然森林群落主要位于项目的上坡和中坡位、主要以上坡及山脊区域的低地雨林为典型代表、坡度多数在 5-20 度的缓坡和斜坡、典型的群落主要分布海拔 400 米以上的区域、群落的覆盖率在 80%-90% 之间。

#### 3.2.2.4 项目用地范围直接涉及植被和其他情况

##### （1）项目占用植被概况

整个项目用地红线涉及的土地总面积为 151.4107 hm<sup>2</sup>（含临时占地 4.8610 hm<sup>2</sup>，永久占地 146.5496 hm<sup>2</sup>），涉及的植被总面积为 135.4594 hm<sup>2</sup>（永久用地的植被面积约 131.4451 hm<sup>2</sup>，临时用地的植被面积约 4.0142 hm<sup>2</sup>）。另外，还有隧道线路地下穿越的面积为 20.8619 hm<sup>2</sup>，不涉及占用地表土地和其他植被。

##### 1) 临时占地植被情况

牙叉连接线占用土地面积 1.5018 hm<sup>2</sup>（植被面积为 1.3274 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被为橡胶园、少量旱地、竹林、水田等；鹦哥岭路段占用土地面积 3.3592 hm<sup>2</sup>（植被面积为 2.6868 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被为橡胶园、低地雨林次生林、马占相思林、槟榔园等。

##### 2) 永久占地植被情况

不同路段中：水满连接线占用土地面积 39.2899（植被面积为 33.8696 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被为低地雨林次生林、桉树林、加勒比松林、茶园、灌丛、橡胶园、草

地、槟榔园等；牙叉连接线占用土地面积 24.9293（植被面积为 21.7490  $\text{hm}^2$ ），主要涉及的植被为橡胶园、竹林、水田、草地、旱地等；鹦哥岭路段占用土地面积 82.3303（植被面积为 75.8267  $\text{hm}^2$ ），主要涉及的植被为橡胶园、低地雨林次生林、灌丛、马占相思林、槟榔园、水田、竹林等。

不同工程中：桥梁跨越的土地面积为 7.3655 $\text{hm}^2$ （植被面积 6.4033  $\text{hm}^2$ ），主要涉及的植被面积大小依次为低地雨林次生林、水田、灌丛、橡胶园、竹林等；路基和其他（边坡、构造物等）工程直接占用土地面积为 139.1842  $\text{hm}^2$ （植被面积 125.0419  $\text{hm}^2$ ），主要涉及的植被面积大小依次为橡胶园、低地雨林次生林、马占相思林、灌丛、槟榔园、竹林等。

## （2）项目占用植被类型

### I. 自然、半自然植被

**A 山地雨林：**评价区内的山地雨林主要分布在鹦哥岭片区，本植被类型是鹦哥岭热带山地垂直自然带的代表性植被类型之一，主要分布在什运乡北部鹦哥岭 700-1000m 的山坡与沟谷中，植物群落覆盖率为 80%左右。该地段土壤多为黄壤，其次为山地黄红壤。由于地处中海拔或较高海拔的山地，气温较低，年变化不大，雨量丰富且年分布均匀，相对湿度大。评价范围的植被主要为长圆叶新木姜+南岛青冈群落，本群落结构复杂，平均 100 $\text{m}^2$ 内大于 1.5m 高的乔木达 28 种，乔木分三层，第一层乔木高 20-30m，胸径 18-90cm，植物种类主要有长圆叶新木姜、南岛青冈、景烈樟等，第二层乔木高 13-18m，胸径 12-42cm，分布植物有长圆叶新木姜、南岛青冈、大果木姜子、白花含笑、海南杨桐等，海南山地雨林特征种之一的大叶蒲葵也出现在该层，第三层乔木高 8-11m，胸径 5-25cm，分布植物有红鳞蒲桃、乌柿、变叶榕等。灌木层主要是上层乔木的小苗，还出现有柏拉木、药用狗牙花、鸭脚木等植物。山沟边以高大蕨类植物黑桫欏、白桫欏等形成较为典型的雨林景观。草本层植物极为稀少，仅有大叶仙茅、假益智等。该群落的生物量总体约为 120-130  $\text{t}/\text{hm}^2$ ，Shannon-wiener 生物多样性指数高，在 4.5-4.8 之间。

### B 低地雨林及其次生林

评价区内的低地雨林主要分布在海拔400-700m地段。该群落是海南热带雨林国家公园评价区内森林植被中发育较好的典型类型，森林群落稠密，常绿，为热带低地雨林的地带性植被，分布有代表亚洲雨林的典型树种，如龙脑香科的青梅、金莲木科的金莲木等在该地时有发现，群落中的板根及老茎生花现象较为明显，藤本及附生植物

种类十分丰富，常常见到具有滴水叶尖的草本植物，绞杀现象也时有发生，植物种类组成丰富。

### C 灌丛

灌丛也是该地区的主要自然植被类型之一，主要分布在河道岸边、河滩地内、道路两旁、弃荒地上和人工林林缘地段。这些灌丛群落是由于热带雨林受到人类的强烈干扰后形成的次生灌丛类型，不同的地段优势种有一定的差异。该植被也是生态环境改良的关键，可为未来项目周边的生态修复、绿化和植被恢复提供可选择的灌丛树种。

### D 竹林

该植被主要分布在河流岸边，这一地段的竹林以粉丹竹、甲竹等为主，也种有少量的箬竹，分布于河流两边，覆盖率达 70-75%。竹林发育情况良好，林相整齐，各地段树龄和株行距不一样。估算地上竹材蓄积量为  $20.0\text{m}^3/\text{hm}^2$ - $40.0\text{m}^3/\text{hm}^2$  不等。林中常见的植物种类有多种禾本科植物和胡椒科植物，另外可见有越南悬钩子、海金沙、火索麻等。不计算竹子的个体数，林下植物的 Shannon-wiener 生物多样性指数较低，在 1.0-1.2 之间。

### E 草地

该草本群落主要分布在荒地、空地或人工林带的前沿，群落覆盖率较小，约在 45-55% 之间。群落植物组成以禾本科植物的斑茅、芒、白茅等为优势。调查估算植被覆盖率一般为 65% 左右。常见的草本植物还有禾本科的褐毛狗尾草、地毯草等多种；菊科的革命菜、飞机草、白花地胆头、艾纳香和加拿大蓬等，蝶形花科的葫芦茶、千斤拔等；常见的灌木有野牡丹、桃金娘、余甘子、叶披木、土花椒等多种；乔木种类主要枫香、黄杞等。群落的生物量小于  $5\text{t}/\text{hm}^2$ ，Shannon-wiener 生物多样性小，在 1.0 以下。

## II. 人工植被

评价区内的人工植被主要有村庄周边植被、加勒比松林、桉树林、马占相思林、经济林园（橡胶林、槟榔林）、果园（柑橘、椰子、荔枝、菠萝蜜、芒果、龙眼、香蕉）和其他园地（如花梨木、桑叶园、油茶园、茶园、咖啡园）和农田作物（旱地、水田）等构成。

### A. 村庄防护植被（村庄植被）

这一植被类型较为特殊，分布于居民点周边。该植被类型主要由荔枝、花梨母、黄皮、菠萝蜜、芒果和棕榈科的椰子和槟榔为优势的群落构成。该植被类型植物群落连续性小，多显斑块状镶嵌分布。群落外貌终年常绿，群落覆盖率仍达 70% 以上，叶子以全缘叶和中型叶占多数。分布在村庄边缘的植物群落结构可分为四层，其中乔木有二层，灌木层一层和草本层一层；虽然乔木树生长较稀疏，但是树冠互相重叠。林下灌木层植物分布较紧密，但草本植物分布较为分散。植物群落高度一般在 10-15m 之间。其他常见植物还有：粉单竹、青皮竹、甲竹、柚木、刺桐、苦楝、龙眼、阳桃、倒吊笔、海芋、麒麟叶、大菅、香蕉、高山榕、对叶榕、榕树等多种。生物量为 8-10 t/hm<sup>2</sup>，生物多样性指数为 2.2-2.5。

## B. 用材林

### 1) 桉树林

桉树林，分布面积较小。株行距为 2m×3m 等，林木胸径为 5-10cm，平均胸径为 8cm，树高为 8-12m，平均树高 10m。林下植物发达，林中常见的植物种类有小叶海金沙、山猪菜属、银柴、粪箕笃、槌果藤、锡叶藤、鸡眼藤、叶被木、筋欏花椒、刺篱木、刺柊、细叶谷木、黑面神、破布叶、潺槁木姜、土蜜树、大菅、鸦胆子、土坛树、厚皮树、牛筋果、赤才、飞机草、粗毛玉叶金花、铁芒萁、越南悬钩子等。不计算桉树个体，估算林下生物量约为 30-40t/hm<sup>2</sup>，林下植物的 Shannon-wiener 生物多样性指数中等，在 2.0-2.2 之间。

### 2) 马占相思林

马占相思林是在评价区内分布也较小，零散分布在路边或山区路段的坡面上。总体上说，林木个体发育比橡胶林好。株行距为 4m×3m。林木个体发育较好，个体间变化不大，林木胸径多为 10-15cm；树高为 5-10m，林下植物较丰富，常见的有潺槁木姜、鸦胆子、破布叶、黑面神、九节、大管、大青、银柴、乌毛蕨、黄花稔、海芋、火炭母、马樱丹、粗毛玉叶金花、野葛、草豆蔻、对叶榕、三叉苦、地胆头、飞机草、含羞草、青葙等。不计算马占相思的个体数，估算林下生物量约为 40-50t/hm<sup>2</sup>，Shannon-wiener 生物多样性指数中等，在 2.5-2.8 之间。

### 3) 加勒比松林

加勒比松林分布面积相对桉树和马占相思较大，林木发育较好。覆盖度为 50-60%。株行距为 2m×3m，林木胸径为 10-30cm，平均胸径为 16cm，树高为 10-15m，平均树高为 12 m，地上木材蓄积量为 180 m<sup>3</sup>/ha。林下植物种类较少，常见的有：桃

金娘、野牡丹、银柴、飞机草、叶下珠、黑面神等多种植物。不计算加勒比松的个体数，估算林下生物量约为 30-40t/hm<sup>2</sup>，Shannon-wiener 生物多样性指数中等，在 2.2-2.5 之间。

### c. 经济林园或其他园地

经济林园或其他园地是本评价区内的主要人工植被类型之一，是人们为获取经济利益为人工种植的各种木本植物，本区域主要有橡胶林和槟榔园等。

#### 1) 橡胶林

该植被广泛分布，也是调查范围内主要的人工经济林之一。在项目区内分布面积大，有幼林到 25 年树龄不等，与次生雨林、槟榔园等其它林地镶嵌分布在多座山坡和平地上。总体上说，橡胶树发育正常，该地区属于海南的宜胶地区。目前，在割胶的橡胶林林下植物适中，主要是山麻杆、飞机草及一些亚灌木、禾本科植物所覆盖，林下植物覆盖率为 30%-40%。除橡胶树外，调查估算林下植物生物量为 15-20t/hm<sup>2</sup>，含橡胶树，生物量约 100-120t/hm<sup>2</sup>；Shannon-wiener 生物多样性指数为 1.0-1.2 之间；停止割胶的类型，其林下植物较丰富，主要是银柴、赤才、破布叶、九节、海金沙、飞机草及一些亚灌木、禾本科植物所覆盖，林下植物覆盖率为 60%-70%。除橡胶树外，调查估算林下植物生物量为 25-30t/hm<sup>2</sup>，含橡胶树，生物量约 120-140t/hm<sup>2</sup>；Shannon-wiener 生物多样性指数为 2.0-3.0 之间变化。估算若放弃不经营橡胶园，让其自然恢复成自然林，在橡胶树衰老和次生林发育的过程中，约 20-30 年，生物量不会发生较大的变化，但生物多样性会增加到接近现在的次生林一半的水平。

#### 2) 槟榔林

槟榔林为次于橡胶林的人工经济植被类型，也广泛分布多个区域。多为 5-15 年生，其林下灌丛较为稀疏，主要有林下草本层覆盖度较高，达 50%左右，主要物种为含羞草、野芋、飞机草、地胆头、弓果黍、牛筋草等。除槟榔植株外，林下植物生物量约为 10-15 t/hm<sup>2</sup>，Shannon-wiener 生物多样性指数小于 1.0。

#### 3) 其他园地

其他园地如花梨木、桑叶园、油茶园、茶园、咖啡园，镶嵌分布在不同人工林斑块间，分布面积较小，零散分布在多个区域。株行距多为 2m×2m，多为 5-15 年生，其林下灌丛较为稀疏，主要有林下草本层覆盖度较高，达 50%左右，主要物种为野葛、潺稿木姜子、银柴、花椒筋、华南毛蕨、飞机草、三叉苦等。林下植物生物量约为 8-10t/hm<sup>2</sup>，Shannon-wiener 生物多样性指数小于 1.0。

#### D. 果园

果园零散分布在个别山头或平地分布，主要是柑橘、椰子、荔枝、菠萝蜜、芒果、龙眼、香蕉等。总的来看，果园内常见的其他植物有马樱丹、黑面神、鸦胆子、飞机草、葵叶、野芋等，总的生物量约为 20-30 t/hm<sup>2</sup>，Shannon-wiener 生物多样性指数小于 1.0。

#### E. 农田作物

农田作物主要分布在平地，其中的水田作物主要是水稻，旱地作物有木薯园和甘蔗园等组成，还有小面积的瓜果蔬菜、番薯等农作物。农作物内及周边主要分布有牛筋草、金纽扣、夜香牛等禾本科和菊科等植物，生物量和生物多样性指数较低，可以忽略不计。

### 3.2.2.5 植被生态质量评价

#### (1) 植被分布特点

调查结果表明，评价区内关键植被主要是由原生的热带山地雨林、低地雨林及其次生林组成的森林植被。项目区及周边的自然森林植被依据不同的小区域其森林的组成与结构上的差异，森林群落优势组成有所差异。目前典型的自然森林群落主要位于项目周边海拔较高的区域，多以海拔 400m 以上的区域的低地雨林及其次生林为典型代表、坡度多数在 5-20 度的缓坡和斜坡、群落的覆盖率多在 80%-90%之间。而低海拔区域（400m 以下）的植被自然规律遭受的破坏较大，主要表现为丘陵地区未开发区域或河流溪边仍保留有一些结构相当稀疏的次生林或灌木丛；其他区域多是种植园、人工用材或防护林植被分布，以园地、农田作物为主，间或有一些荒地等。总体上，评价区内的自然生态系统及其重要保护对象主要分布在海南热带雨林国家公园内鹦歌岭片区、黎母山片区和五指山片区内。这些区域的总体植被生态质量处于中高等水平。

#### (2) 植物种类质量和物种资源分析

由于海南热带雨林国家公园和周边保护区的存在，这一地区的自然森林植被生态系统被保护的较好，虽然自然植被外围或局部区域被部分人工经济林园或果园、农田和防护林等所包围，但保留下来的这些自然植被的群落结构仍较复杂，特别是在海边较高区域的植被组成复杂，植物多样性较高。

评价范围内的植物资源较丰富，有 902 种高等植物，绝大多数种类集中分布在海南热带雨林国家公园内的山地雨林、低地雨林及其次生林中，植物种类较丰富，多数

为热带雨林演替中后期的物种，如分布有典型的热带低地雨林演替中后期植物，如青梅、油楠、海南暗罗、华润楠、厚壳桂属、大果木姜子、白花含笑、厚皮香八角、大头茶、五列木、黄叶树、显脉杜英、栲属、柯属、白颜树、割舌树、野荔枝、海南山龙眼、蒲桃属等植物；而分布在国家公园外的次生林（为低地雨林次生林）的植物种类多为热带雨林演替初中期的物种，其中构树、山麻树、山黄麻、黄豆树、岭南酸枣、禾串树、中平树、大果榕等个体数量较多，分布较广。总体上，该地区的次生林发育较好，受到人类影响程度较低，特别是分布在海南热带雨林国家公园内的自然植被（如山地雨林或低地雨林）的林相和群落发育等都较好，物种资源更丰富。

另外，本次用地范围内及周边发现有较多的珍稀保护植物和古树的分布，这些重要保护物种也主要分布在低地雨林次生林内。只要这些次生林生态系统得到有效保护，分布在其中的国家级、省级重点保护植物自然而然得到了保护。因此项目建设过程要加强自然生态系统及其次生林的保护或工程避让。

### （3）生态系统稳定性分析

由于该区域的自然植被多分布在保护地内，自然植被分布较连续，面积大，植物群落完整性较好，景观破碎程度较低，植物种类组成丰富等，结构复杂性高，表现出较高的生产力水平，如果没有人类的干扰植物群落生态系统较为稳定，恢复稳定性较好，但由于次生林内的土壤仍较贫瘠、土层较薄，水土流失也较容易发生，如果次生林破坏较大的情况下，其抗干扰能力将变低，阻抗稳定性变弱。

另外，在保护地外的橡胶园和人工混交林的分布面积较大，常集中连片分布，特别是人工混交林生态系统，其植物的个体发育良好，产量较高，林下植物多样性适中，林下植被覆盖率适中，不仅便于管理，水土流失也较轻微，而且构成一个较为稳定的人工生态系统，恢复稳定性较高。

#### 3.2.2.6 重点保护植物、古树名木

在本次典型植被样方、路线调查以及评价区共发现野生珍稀保护植物有 28 种，其中国家 I 级重点保护植物 2 种：海南苏铁、坡垒；国家 II 级重点保护植物 15 种：长尾观音座莲、白桫欏、黑桫欏、大叶黑桫欏、桫欏、金毛狗、野龙眼、野荔枝、青梅、海南风吹楠、海南红豆、软荚红豆、油楠、海南大风子、硬叶兰；海南省级重点保护植物 11 种：分别为白桂木、海南韶子、红花天料木（母生）、幌伞枫、陆均松、琼崖柯、秋枫、越南榆、长花龙血树、大序隔距兰、大叶寄树兰。另外还有 2 种古树植物：分别为华榿（1 株，年龄约 100 年）、高山榕（2 株，年龄分别约 120 和

180年)。

### 3.2.3 陆生动物调查

评价区位于海南岛中部山区，依据张荣祖（1999）《中国动物地理》划分，该区在动物地理区系上属于华南区（VII）海南岛亚区（VII C）中部山地省的热带林灌动物群（VII C1），因此评价区陆生脊椎动物群落组成上具有明显的中部山地陆生脊椎动物群特征。

通过现场调查和资料查询，评价区共记录陆生脊椎动物 4 纲 19 目 59 科 145 种，其中两栖纲 1 目 5 科 18 种、爬行纲 1 目 9 科 33 种、鸟纲 12 目 35 科 78 种、哺乳纲 5 目 10 科 16 种。其中共记录海南特有种 7 种，分别为小湍蛙、细刺蛙、脆皮大头蛙、海南溪树蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、海南柳莺；国家 II 级重点保护陆生脊椎动物 15 种，分别为脆皮大头蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、黑耳鸢、褐耳鹰、蛇雕、原鸡、山皇鸠、褐翅鸦鹃、白胸翡翠、红头咬鹃、蓝须夜蜂虎、银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛、豹猫；海南省级重点保护陆生脊椎动物 19 种，分别为细刺蛙、大绿臭蛙、海南溪树蛙、斑飞蜥、舟山眼镜蛇、池鹭、白鹭、鹳、鸬、珠颈斑鸠、山斑鸠、绿翅金鸠、白头鹎、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺、鼬獾、倭花鼠、赤腹松鼠。黑眶蟾蜍等 117 种隶属于《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》物种。

#### 3.2.3.1 两栖动物现状

项目评价区共有两栖动物 1 目 5 科 18 种，占海南两栖动物物种数的 39.1%，由于评价区位于海南中部山地地带，两栖动物生境不仅具有人为干扰较小的低地雨林、溪流生境，同时也具有人为干扰较大、组成类型简单人工林、果园旱地、坑塘河流水田湿地、灌草丛等构成，因此具有明显的中部山地两栖动物物种组成成分，同时山区的溪流两栖动物种类也相对较为丰富。虽然黑眶蟾蜍、泽陆蛙、花姬蛙为项目评价区优势物种，即静水型两栖动物相对丰富，但次生林和溪流两栖动物种类比较丰富。

#### 3.2.3.2 爬行动物现状

项目评价区共有爬行动物 1 目 9 科 33 种，占海南爬行动物种类的 28.2%。爬行动物与两栖动物物种组成基本相似，项目评价区爬行动物具有明显的次生雨林物种，同时也具有沿海人为干扰生境相对较大的物种组成，包括次生低地雨林、人工林、灌草丛、旱地、村落等物种组成，具有一定的适应人为干扰能力较弱的次生低地雨林物

种，同时也具有适应人为干扰能力较强的沿海低地物种构成。项目评价区以疣尾蜥虎、变色树蜥、长尾南蜥为优势物种。

### 3.2.3.3 鸟类现状

项目评价区鸟类 12 目 35 科 78 种，占海南鸟类物种数的 17.1%，非雀形目鸟类种类 28 种、占 35.9%，而雀形目鸟类物种 50 种、占 64.1%。其中国家Ⅱ级重点保护鸟类有 11 种，即黑耳鸢、褐耳鹰、蛇雕、原鸡、山皇鸠、褐翅鸦鹃、白胸翡翠、红头咬鹃、蓝须夜蜂虎、银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛；海南省省级重点保护鸟类 11 种，分别为池鹭、白鹭、鸕鹚、矶鹬、珠颈斑鸠、山斑鸠、绿翅金鸠、白头鹎、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺。项目评价区共记录重点保护鸟类 22 种、占评价区鸟类种数的 28.2%。评价区以珠颈斑鸠、小白腰雨燕、家燕、赤红山椒鸟、灰喉山椒鸟、白头鹎、棕背伯劳、鸕鹚、红头穗鹛、灰眶雀鹛、黄腹花蜜鸟、暗绿绣眼鸟、白腰文鸟为当地优势物种，以雀形目鸟类为主要优势类群，并夹杂其他目鸟类优势物种，具有明显的次生林、人工林、灌草丛及村落群落的特征。

### 3.2.3.4 哺乳动物现状

项目评价区共有兽类 5 目 10 科 16 种，占海南陆栖兽类种类的 21.1%。其中豹猫为国家Ⅱ级重点保护兽类，而鼬獾、倭花鼠、赤腹松鼠为海南省级重点保护动物。具有明显的次生林、人工林、灌草丛和村落兽类组成特点，评价区由于具有次生低地雨林生境，因此也具有明显的中部山地物种成分，项目评价区以臭鼬、普通伏翼、黄胸鼠、针毛鼠为当地优势物种。

### 3.2.3.5 重点保护陆生脊椎动物现状

评价区共记录重点保护陆生脊椎动物 34 种，占评价区物种数的 23.4%，其中国家Ⅱ级重点保护陆生脊椎动物 15 种，分别为脆皮大头蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、黑耳鸢、褐耳鹰、蛇雕、原鸡、山皇鸠、褐翅鸦鹃、白胸翡翠、红头咬鹃、蓝须夜蜂虎、银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛、豹猫；海南省级重点保护陆生脊椎动物 19 种，分别为细刺蛙、大绿臭蛙、海南溪树蛙、斑飞蜥、舟山眼镜蛇、池鹭、白鹭、鸕鹚、珠颈斑鸠、山斑鸠、绿翅金鸠、白头鹎、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺、鼬獾、倭花鼠、赤腹松鼠。

## 3.2.4 水生生态现状

### (1) 产卵场

海南岛土著鱼类产卵类型主要分为两大类型，一是产粘沉性卵鱼类，如鲤形目野

鲮亚科、鲃亚科，鲇形目、鲈形目等鱼类，二是产漂流性卵鱼类，如大鳞鲢、鲢、鳙、草鱼、赤眼鳟、鮡亚科的一些种类等。

#### ① 产粘沉性卵鱼类产卵场

产粘沉性卵鱼类，其受精卵密度大于水，一般粘附于水草和砾石或沉于砾石缝中孵化。总体来讲，产粘沉性卵的鱼类对产卵场要求并不严格，一般在砾石、沙砾底质，流水浅滩处产卵，鱼类产卵后，受精卵落入石砾缝中，在河流流水的冲动中顺利孵化，有些种类，如鳢科鱼类在河滩的掘沙砾成浅坑，产卵其中孵化。符合这些鱼类繁殖的生境条件较为普遍，相应地这些鱼类产卵场也较为分散，一般规模不大。通过生境调查并结合鱼类资源调查结果来看，产粘沉性卵鱼类的产卵场主要分布于流速0.5~1.5m的浅滩、支流等处。

#### ② 漂流性卵鱼类产卵场

产漂流性卵鱼类繁殖需要湍急的水流条件，通常在汛期洪峰发生后在洪水刺激下产卵繁殖，受精卵比重略大于水，但卵膜吸水膨胀后，在水流的外力作用下，鱼卵悬浮在水层中顺水漂流，一般流速要求在0.2m/s以上，否则受精卵会沉入水底死亡。因此，产漂流性卵鱼类的产卵场要求比较严格，一是需要有一定的洪峰刺激和较大流量的紊流环境，二是需要有足够长的流水河段提供受精卵的漂流孵化流程。

根据文献资料及专家咨询，拟建项目经过河流路段评价范围内无重要水生生物产卵场分布。

### (2) 索饵场

鱼类索饵、育幼是鱼类生活史中一个非常关键的阶段，由于仔幼鱼期间，游泳能力差，主动摄食能力不强，抗逆性弱，因此，适宜的索饵、育幼环境是鱼类种群增长的必要条件。鱼类索饵、育幼场一般分布在宽谷河段，水流较平缓，水草丰茂，营养物质丰富的区域。总体上看，海南岛由于地处热带，生物生产力高，饵料资源丰富，鱼类索饵场即是其分布区域，十分分散。

根据文献资料及专家咨询，拟建项目经过河流路段评价范围内无重要水生生物索饵场分布。

### (3) 越冬场

海南岛地处热带北部边缘，具有丰富的雨量、阳光和热能，年均气温22.5-25.6℃，年变差普遍较小，多数地区为8~10℃，因此拟建项目经过河流路段评价范围内无重要水生生物越冬场分布。

### 3.2.5 土地利用现状

项目所在地林业发达，土地利用度中等。根据本次遥感解译结果，路线沿线评价区（两侧各 1km）范围内，土地利用类型以林地为主，其次为园地，其他用地类型相对较少。

评价区面积约为 7114.3793 hm<sup>2</sup>，其中的林地占评价区总面积的 65.49%，主要为乔木林地（61.31%）；园地占评价区总面积的 22.68%，包括橡胶园和其他园地等，其中橡胶园所占比例较大（16.39%），其他园地占评价区总面积的 5.32%；其他占比较小。

### 3.2.6 水土流失现状

根据《全国水土保持规划（2015-2030）》（国函[2015]160 号）和《海南省人民政府办公厅关于海南省水土保持规划（2016-2030 年）的复函》（琼府办函[2017]375 号）中的海南省水土流失重点防治区划分方案，路线所经琼中县、白沙县和五指山市位于国家级水土流失重点预防区即海南岛中部山区国家级水土流失重点预防区。

根据《海南省水土保持公报》（2021 年）可知，琼中县水土流失面积为 163.12km<sup>2</sup>，占土地面积的 6.03%，其中轻度侵蚀面积占 84.84%；白沙县水土流失面积为 127.35km<sup>2</sup>，占土地面积的 6.02%，其中轻度侵蚀面积占 84.35%；五指山市水土流失面积为 75.46km<sup>2</sup>，占土地面积的 6.685%，其中轻度侵蚀面积占 88.22%。各市县侵蚀状况均以轻度侵蚀为主，且均比 2020 年面积减少 1%以上。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），项目所在区域属南方红壤丘陵区，容许土壤流失量为 500t/（km<sup>2</sup>•a）。土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，土壤侵蚀形式以面蚀为主。

项目建设区占地类型为耕地、园地、林地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、工矿仓储用地、其他土地。根据现场调查，林地、园地和草地，地表植被覆盖度高，水土流失较轻微；硬化水泥路面和坑塘水面基本无水土流失；土路和空地地表裸露，水土流失相对较剧烈。针对项目建设区地形、地貌、降雨、土壤、植被等水土流失影响因子的特性及预测对象受扰动情况，确定项目建设区原生地貌土壤侵蚀模数为 540t/（km<sup>2</sup>•a），属轻度侵蚀。

### 3.2.7 生态系统现状

#### （1）生态系统类型及完整性评价

在 Google earth、评价区地形图、植被类型图的基础上，运用景观法进行卫片解译（解译方法为实地调查结合目视解译。流程：1.实地调查；2.目视解译；3.再次实地调查修正），即以植被作为主导因素，结合土壤、地貌等因子进行综合分析对土地进行分类，将景观生态的拼块类型分为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统、其他生态系统等7种类型。

评价区面积为 7114.3793 hm<sup>2</sup>，图斑总数为 2340 个；图斑数最多的为农田生态系统，为 943 个斑块，面积为 1924.6693 hm<sup>2</sup>，占用比例较大为 27.06%；另外，面积最大的是森林生态系统，有 4490.4098hm<sup>2</sup>，占用比例为 63.12%，图斑数量也较多为 536 个；其余类型的面积占比和图斑数量较小。因此，整体评价区以森林生态系统/景观为主。评价区单个斑块平均面积较大（3.04 公顷/每个斑块），说明评价区景观破碎化程度较低。其中森林生态系统/景观的平均斑块面积最大，是斑块连通性和均质性最好的景观类型。

区域内现状生态系统完整性评价可依据不同景观生态类型的分布格局与植被特征来分析。本次评价利用 Gis 软件，以路由两侧缓冲 1000m 区域为范围，设置随机样方 50 个，大小为 300m\*300m，进行全覆盖等分，分别统计景观生态类型斑块出现的样方数，并计算得出各指标数据。

从斑块密度（Rd）和景观比例（Lp）来看：森林（次生林）生态系统和农田生态系统的景观比例（Lp）、斑块密度（Rd）均较大，说明森林（次生林）生态系统和农田生态系统在评价区范围内面积均较大，常连片分布于路线评价区内，连通程度较高；从斑块样方出现频度（Rf）来看，森林（次生林）生态系统和农田生态系统的景观频率较高，在 60%及以上，说明这 2 种生态系统类型在景观样方中出现的几率较高，较其他生态系统的均匀程度较好，说明拟建路由所在区域自然生态系统和人工生态系统镶嵌分布在整个评价区域内。

对优势度值（Do）进一步比较，森林生态系统的景观优势度值最大，其次为农田生态系统。以上进一步说明森林（次生林）、农田等生态系统为评价区基质构成，该区域生态特征是由这 2 种生态景观类型主导。

综合来看，评价区内系统的完整性虽然已经受到人类干预的影响，生态系统层级结构发生部分变化，但从整体看，评价区域多数仍为自然生态系统（次生林）占主导，项目的建设需要充分考虑自然生态系统的分布区域及项目建设对其可能产生的负面影响。

表 3.2-2 评价区生态系统类型（景观）优势度分析

地类	斑块数量	密度 Rd (%)	频度 Rf (%)	景观比例 Lp (%)	优势度 Do (%)
森林生态系统	139	34.49	100	64.61	65.93
灌丛生态系统	18	4.47	26	2.92	9.08
草地生态系统	23	5.71	30	1.84	9.84
湿地生态系统	28	6.95	38	3.95	13.21
农田生态系统	131	32.51	60	23.89	35.07
城镇生态系统	57	14.14	44	2.35	15.71
其他	7	1.74	4	0.44	1.65
总计	403	100.00		100.00	

### (2) 生态系统存在的问题及变化趋势

评价区段的生态系统主要由森林生态系统（次生林）、农田生态系统等构成，其中以森林（次生林）生态系统为主。评价区域的次生林生态系统均是原始植被被破坏后处于不同演替时期的次生植被类型。这些次生植被受人为因素干扰大，部分次生林被破坏后长时期停留在草丛或灌丛阶段，对群落恢复造成很大障碍，特别是周边的人工林植被，如橡胶林、桉树林、马占相思林等的不断扩大，对于整个评价区域的自然植被也造成了较大的威胁。同时，评价区内的次生林植被是海南热带雨林国家公园内鹦哥岭片区、五指山片区和黎母山片区的重要区域，也是海南重要的水源涵养林之一，同时还起着联系海南东、西、南、北不同区域天然林的纽带作用，具有重要的生态保护意义。因此项目建设过程要加强这一区域自然植被的保护。

项目途经段时，还涉及到基本农田、公益林地等，项目在施工建设期间对沿线生态系统或土地、植被造成严重的扰动和破坏，如不加强防护会导致自然生态系统、生物多样性的破坏和水土流失的加剧。应首先进行上述重点区域的保护和预防，并控制自然生态系统或生物多样性的破坏、防止路线铺设造成水土流失现象的发生，特别是在施工期应做好相应的生态避让措施和保护措施，采取有效工程防护和生态修复等措施降低生态系统或生物多样性的破坏和水土流失程度和危害。

## 3.3 沿线生态敏感区调查

### 3.3.1 海南热带雨林国家公园

海南热带雨林是我国分布最集中、类型最多样、保存最完好、连片面积最大的大陆性岛屿型热带雨林，是岛屿型热带雨林的典型代表、热带生物多样性和遗传资源的宝库和海南岛生态安全屏障，具有国家代表性和全球保护意义。

2021年9月30日，国务院批准设立海南热带雨林国家公园。

海南热带雨林国家公园东起万宁市南桥镇，西至东方市板桥镇，南至保亭黎族苗族自治县毛感乡，北至白沙黎族自治县青松乡，范围涉及五指山、琼中、白沙、东方、陵水、昌江、乐东、保亭、万宁等9个市县，总面积4269km<sup>2</sup>。

### 3.3.1.1 管控分区

雨林国家公园以实现雨林生态系统原真性、完整性保护为目标，实行分区管控，划分为核心保护区和一般控制区。

核心保护区。核心保护区基本涵盖了现有自然保护区的核心区、缓冲区，还包括部分自然保护区实验区、森林公园的生态保育区，其他天然林分布区、珍稀濒危物种重要栖息地及关键生态廊道等区域，以及海南岛主要江河源头和重要水源涵养区。该区域实行最严格保护，维护自然生态系统功能。包括低地雨林、山地雨林和云雾林，以及海南长臂猿等关键物种集中分布区和重要廊道，是水源涵养、土壤保持、固碳等生态功能的重要区。面积为2331 km<sup>2</sup>，占雨林国家公园总面积的54.6%。

一般控制区。一般控制区是国家公园范围内核心保护区以外的其他区域，主要包括国家公园基础设施建设集中的区域、居民传统生活和生产的区域、需要通过工程措施进行生态修复的区域，以及为公众提供亲近自然、体验自然的环境教育场所和开展相关生态旅游等活动的区域，为国家公园与区外的缓冲和承接转移地带。对现有穿越核心保护区的国道、省道两侧各100m范围内，按照一般控制区的管控要求管理。一般控制区可进行动态调整，经评估生态状况恢复达标的地块可调入核心保护区。包括海南热带雨林散布区与雨林恢复区，海南长臂猿等关键物种种群扩散区，人工林、经济林、零星耕地与居民点，以及开展生态体验的区域。面积为1938 km<sup>2</sup>，占雨林国家公园总面积的45.4%。

根据《海南热带雨林国家公园总体规划（2022-2035年）》，将20个自然保护地原则上整体纳入国家公园范围，核心保护区管控原则上核心保护区内禁止人为活动；一般控制区管控范围是对现有穿越核心保护区的国道、省道两侧各100m范围内，其要求除国家重大战略项目外，允许必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设。

### 3.3.1.2 保护对象

国家公园建设的核心是保护森林生态系统、湿地生态系统、野生动植物、自然景观和文化遗产。其内容是从次生林雨林保护、人工林分类处置和人类干扰地生态恢复

三个方面对国家公园的森林生态系统进行保护；从水源地保护、退化湿地治理、恢复自然水系和加强湿地生态管理四个方面对国家公园湿地生态系统进行保护；重点保护珍稀濒危野生植物，特有种及其原始群落、物种多样性；明确重点保护野生动物分布区与种群数量，严格保护其栖息地等。

### 3.3.1.3 建设布局

海南热带雨林国家公园划分为霸王岭、五指山、尖峰岭、鹦哥岭、黎母山和毛瑞7个管护分区，同时按照核心保护区、一般控制区实行差别化管控。

### 3.3.1.4 自然条件

#### (1) 地质地貌

热带雨林国家公园位于我国海南岛中南部穹窿构造山区，包括中南部山脉东支五指山山脉和西支黎母岭山脉（黎母山-鹦哥岭-尖峰岭、霸王岭-雅加大岭）的大部分区域。雨林国家公园地貌包括山地、丘陵和台地，最高点为五指山，海拔1867m，也是海南岛的最高峰；最低点位于吊罗山区域都总河流出雨林国家公园处，海拔仅45m。

#### (2) 气候

雨林国家公园地处热带北缘，属于热带海洋性季风气候，光照充足气温高，雨水充沛，干湿季明显。年均气温22.5℃-26.0℃，多年平均降雨量为1759mm。台风活动频数多、强度大，伴随有强风、暴雨和风暴潮等极端天气。

#### (3) 土壤

雨林国家公园的土壤类型有9土类11亚类，基带土壤为砖红壤，随海拔升高，土壤垂直带谱为砖红壤-赤红壤-黄壤-草甸土，其中砖红壤主要分布在海拔400m以下的丘陵地带，赤红壤在海拔400~750m的低山丘陵，黄壤在海拔750m以上的山地中，草甸土仅少量分布在海拔1600m以上的山地。

#### (4) 水文

雨林国家公园是南渡江、万泉河、昌化江等海南岛主要水系的发源地，雨林国家公园发育的水系大部分汇入南渡江、万泉河、昌化江等。吊罗山南面水系汇入陵水河注入南海，尖峰岭西面和南面水系直接入南海。

### 3.3.1.5 自然资源

特殊的气候、地质过程与地理条件，孕育了独特的热带生态系统、动植物物种、丰富的水资源等自然资源。

#### (1) 生态系统

雨林国家公园以森林生态系统为主体，森林覆盖率为 95.86%，其中热带低地雨林、山地雨林和云雾林等雨林总面积为 3154km<sup>2</sup>，约占雨林国家公园面积的 73.89%。其次为湿地和草地生态系统。湿地生态系统包括河流、沼泽和库塘；草地生态系统为次生性以禾草植物为主的草地。

### （2）动植物资源

雨林国家公园野生动植物丰富，其中野生维管束植物 3653 种，包括海南特有 419 种、国家重点保护野生植物 149 种；野生脊椎动物 540 种，包括国家重点保护野生动物 145 种。是我国生物多样性保护的重点地区，也是全球生物多样性保护的热点地区。

### （3）水资源

雨林国家公园是南渡江、昌化江、万泉河等海南岛主要江河的发源地和汇水区，为海南省 86% 的饮用水源地提供稳定安全的饮用水源。是海南岛主要的水源地，是海南岛的“水塔”。

#### 3.3.1.6 核心价值

##### （1）世界热带雨林的独特类型

海南热带雨林位于亚洲热带雨林北缘，雨林中分布有青梅、坡垒等龙脑香科植物，是世界热带雨林的独特类型。雨林国家公园以五指山为中心向吊罗山、尖峰岭、霸王岭和黎母山辐射，沿海拔梯度分布有较为完整的低地雨林、山地雨林和云雾林等最具代表的海南热带雨林，有丰富的附生植物资源形成了壮观的“雨林空中花园”。雨林国家公园保护了我国分布最集中、类型最多样、连片面积最大、保存最完好的大陆性热带雨林。

##### （2）热带生物多样性和遗传资源的宝库

雨林国家公园生态系统类型多样，物种丰富度高，有野生维管束植物 3653 种，野生脊椎动物 540 种，其中，特有维管束植物 419 种、特有陆生脊椎动物 23 种，是中国生物多样性最富集区域之一，是全球生物多样性保护的热点地区。雨林国家公园也是海南长臂猿全球唯一分布地，目前该物种仅存 36 只，是全球最濒危灵长类动物，具有极高的保护价值。

##### （3）海南岛生态安全屏障

雨林国家公园位于海南岛中部山区，热带雨林面积大，原真性高，是南渡江、昌化江、万泉河等海南岛主要江河的发源地，具有重要的涵养水源、固碳释氧、土壤保

持、气候调节和灾害防护等功能。是海南岛的“碳库”和“水库”，是海南的“钱库”“粮库”、全国冬季“菜篮子”的重要保障。

### 3.3.1.7 国家公园规划建设要求

根据《海南热带雨林国家公园条例（试行）》（海南省第六届人民代表大会常务委员会第二十二次会议于2020年9月3日通过，自2020年10月1日起施行）规定，海南热带雨林国家公园核心保护区禁止项目建设。

第十五条 海南热带雨林国家公园核心保护区禁止项目建设，但国家重大战略项目和国家有关规定允许开展的项目建设除外。

第十六条 海南热带雨林国家公园一般控制区原则上禁止开发性、生产性项目建设，但下列项目除外：

- (一)核心保护区允许开展的建设项目；
- (二)与参观、旅游活动相关的必要公共设施建设；
- (三)确需建设且无法避让、符合国家公园规划和县级以上国土空间规划的线性基础设施以及防火、防洪、供水设施建设与运行维护；
- (四)国家有关规定允许开展的其他建设项目。

### 3.3.1.8 项目占用海南热带雨林国家公园情况

项目主线和水满连接线涉及海南热带雨林国家公园，占用分区包括鹦哥岭分区、黎母山分区和五指山分区的一般控制区。其中主线占用国家公园路段的总长度为11438m，占用总面积为21.4774hm<sup>2</sup>；水满连接线占用长度为19770m，占用总面积为39.2737hm<sup>2</sup>，牙叉连接线不占用；即本次论证范围为主线和水满连接线，总计占用长度31208m，面积60.7511hm<sup>2</sup>。

项目主线K0+470~K2+505、K2+805~K11+625和水满连接线位于海南热带雨林国家公园一般控制区（其中K4+070~K11+625以隧道形式穿越，K6+490右侧120m处设置斜井出口及135m施工便道，K8+865右侧167m处设置竖井出口及460m施工便道）。

其中主线占用海南热带雨林国家公园路段的总长度为10850m，占用总面积为22.45hm<sup>2</sup>；水满连接线全线19.77km均在国家公园内，占用面积为39.27hm<sup>2</sup>。总计占用长度30682m，面积53.59hm<sup>2</sup>。详见图3.3-1。

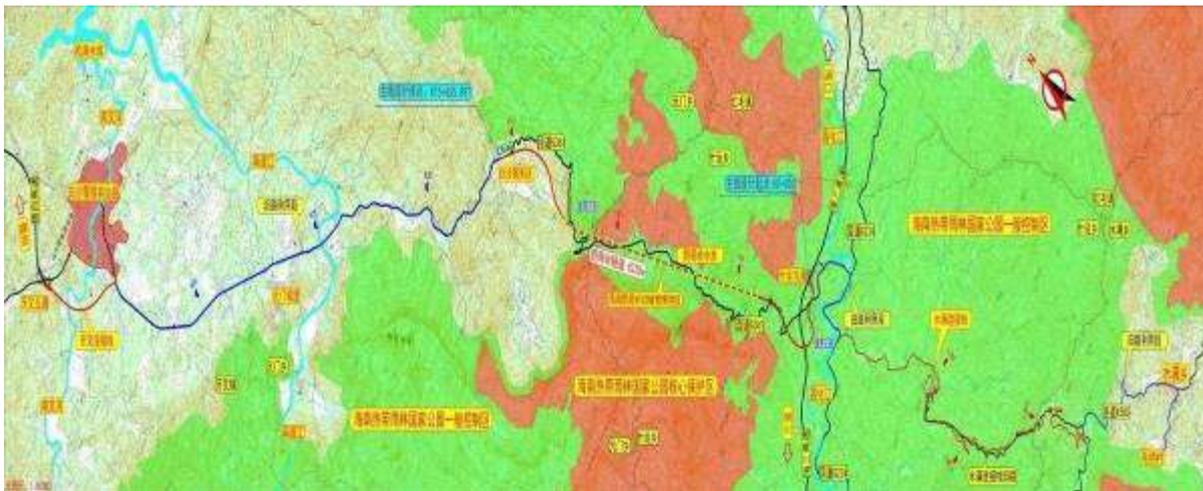


图 3.3-1 拟建项目与海南热带雨林国家公园位置关系示意图

### 3.3.2 海南鹦哥岭国家级自然保护区

#### (1) 自然保护区概况

海南鹦哥岭国家级自然保护区位于海南省中南部，南北宽约 33km，东西长约 39km，跨白沙县、五指山市、乐东县、琼中县等 4 市县，地理坐标东经  $109^{\circ}11'29''\sim 109^{\circ}34'15''$ ，北纬  $18^{\circ}49'13''\sim 19^{\circ}08'37''$ ，总面积  $50464\text{hm}^2$ 。地势中高周低，海拔范围为 200~1812m。

鹦哥岭自然保护区于 1981 年建立，2004 年 7 月成为海南省级自然保护区，2014 年 12 月成为国家级自然保护区。鹦哥岭自然保护区属于“自然生态系统类别”中的“森林生态系统类型”的自然保护区，其保护对象包括：珍稀动植物资源及其栖息地、复杂的森林类型和热带雨林生态系统、独特的热带雨林景观。

#### (2) 路线与自然保护区位置关系

鹦哥岭隧道 ZK6+750~ZK6+860、ZK7+062~ZK7+292 以隧道形式从实验区东部边缘穿越。

根据《海南热带雨林国家公园总体规划》（2019-2025 年），鹦哥岭自然保护区纳入海南热带雨林国家公园。根据海南省林业局复函，项目仅涉及海南热带雨林国家公园 1 个自然保护地，不涉及其他自然保护地。因此，本次评价统一按国家公园进行评价分析，不再单独对鹦哥岭国家级自然保护区进行评价。

### 3.3.3 五指山省级风景名胜区

#### (1) 风景名胜区概况

五指山省级风景名胜区是以热带雨林观光游览和黎苗民族文化展示为特色，融山地度假、体育休闲、避暑疗养为一体的海南中部生态旅游区的核心风景区。海南省人

民政府于 2011 年 9 月批复同意《五指山风景名胜区总体规划（2010-2020 年）》（琼府函[2011]156 号）。

根据《五指山风景名胜区规划（2010-2020 年）》，按照保持风景资源和环境的完整性，保护、利用、管理的必要性和可能性以及尽量与行政区划相吻合的原则，规划确定五指山风景名胜区由自然保护区、东区和西区组成，总面积约 887km<sup>2</sup>。

五指山风景名胜区规划目前正在调整，本项目水满连接线所在的风景区片区拟纳入海南热带雨林国家公园。根据海南省林业局复函，项目仅涉及海南热带雨林国家公园 1 个自然保护地，不涉及其他自然保护地。因此，本次评价统一按国家公园进行评价分析，不再单独对五指山风景名胜区进行评价。

#### （2）路线与五指山风景名胜区位置关系

拟建水满连接线全部在五指山风景名胜区内，位于生态保育区。

### 3.4 地表水水环境现状

#### 3.4.1 地表水概况

路线主线以桥梁形式跨越昌化江支流什隆溪及其支沟、牙叉连接线以桥梁形式跨越南叉河及其支流什卒沟、南架沟，水满连接线 L2K0+000~L2K4+900 段伴行昌化江支流牙训河。根据调查，项目区内地表水污染源主要来源于区内农业面源污染、沿线居民生活污染等。

#### 3.4.2 项目区饮用水源保护区调查

根据调查，本项目沿线分布的饮用水源地主要为琼中黎族苗族自治县什运乡什龙村鹦哥岭冲山沟饮用水源保护区，水源保护区位于项目路线西侧上游地带，最近370m（ZK5+180）项目在该段以隧道方式通过，不占用鹦哥岭冲山沟水源保护区。

什运乡什龙村鹦哥岭冲山沟饮用水水源保护区划分为一级保护区和二级保护区，面积为0.8488km<sup>2</sup>，其中水域面积0.00516km<sup>2</sup>，陆域面积0.8436km<sup>2</sup>。

一级保护区：面积0.1081km<sup>2</sup>。水域范围为取水口至上游1000m范围的河道水域，宽度为整个河道宽，面积0.0025km<sup>2</sup>，水质保护目标为《地表水环境质量标准》的Ⅱ类标准，陆域范围为以及保护区水域向沿岸纵深 50m 区域，周长 2299m，面积 0.1056km<sup>2</sup>。

二级保护区：面积0.7407km<sup>2</sup>。水域范围为一级水保护区水域上边界上游整个河道水域，宽度为整个河道宽，长度 1065m，面积0.00266km<sup>2</sup>，水质保护目标为《地表

水环境质量标准》的Ⅲ类标准。陆域范围为一级保护区陆域边界向两侧扩展150m的区域，遇到山脊线的以山脊线为界，长度为一级保护区陆域为向上游上溯至山顶，下游至公路（310省道），周长5086m，面积0.738km<sup>2</sup>。

项目邻近路段为隧道，隧道进口位于水源地下游约1km处，且有什隆溪相隔，不在同一水文单元，隧道施工和运营对水源保护区没有影响。

### 3.4.3 水环境质量现状

#### (1) 海南省

根据《2022年第四季度海南省生态环境质量公报》，全省地表水水质总体为优，193个省控监测断面（点位）的水质优良（Ⅰ~Ⅲ类）比例为95.9%，同比持平；劣Ⅴ类比例为0.5%，同比下降0.5个百分点。19个市县中，文昌市水质轻度污染，东方市和儋州市水质良好，其余市县水质为优。

#### (2) 白沙县

根据《白沙黎族自治县环境质量月报》（2022年12月）：2022年12月，国控监测断面南溪河取水口水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准，符合水质保护目标；5个省控监测断面的监测，松涛水库牙叉农场、松涛水库牙叉库心和石碌水库入口水质均符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅱ类标准，符合水质保护目标；大溪桥水质符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类标准，不符合Ⅱ类水质保护目标；珠碧江水库出口水质符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅳ类标准，不符合Ⅲ类水质保护目标。城镇内河中南叉河位于牙叉桥下游监测断面水质符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅱ类标准。

### 3.4.4 现状监测

#### 3.4.4.1 监测方法及结果

现状调查采用现场监测方式，在项目跨越的南叉河、什隆溪以及水满连接线伴行的牙训河各设置一个监测断面，由方圆检测技术（海南）有限公司于2023年1月29日-31日完成。水质监测项目为pH、COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮和石油类。样品的采集和样品分析方法按《环境监测分析方法》执行。

表 3.4-1 地表水质监测点位、项目及频率

序号	市县	河流名称	桩号	监测项目
1	白沙县牙叉镇	南叉河	牙叉连接线 LK2+090	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、石油类、氨氮。

2	琼中县什运乡	什隆溪	主线 K3+800	连续 3 天采样，每天各 1 次。
3	琼中县什运乡	牙训河	水满连接线 L2K0+050	

表 3.4-2 监测项目分析方法一览表

检测项目	检测方法与方法来源	仪器型号/编号	检出限
pH (无量纲)	水质 pH 值的测定 电极法 HJ 1147-2020	pH 计 PHS-3C/FYJC-0104	/
化学需氧量	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法 HJ 828-2017	COD 回流自动消解仪 KN-COD12K/FYJC-0106	4mg/L
五日生化需氧量	水质 五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> ) 的测定 稀释与接种法 HJ 505-2009	便捷式溶解氧仪 JPB-607A/FYJC-0089 生化培养箱 LRH-250F/FYJC-0093	0.5mg/L
氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	双光束紫外可见分光光度计 TU-1901/FYJC-0009	0.025mg/L
石油类	水质 石油类的测定 紫外分光光度法 HJ 970-2018	双光束紫外可见分光光度计 TU-1950/FYJC-0090	0.01mg/L

表 3.4-3 地表水质监测结果

监测点位	监测时间	pH(无量纲)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	COD (mg/L)	氨氮(mg/L)	石油类(mg/L)
南叉河	2023.1.29	7.4	2.2	7	0.265	0.01L
	2023.1.30	7.4	2.9	9	0.190	0.01L
	2023.1.31	7.4	2.0	7	0.222	0.01L
	平均值	/	2.4	8	0.226	0.01L
什隆溪	2023.1.29	7.6	3.7	12	0.153	0.01L
	2023.1.30	7.5	1.8	6	0.156	0.01L
	2023.1.31	7.4	2.3	8	0.192	0.01L
	平均值	/	2.6	9	0.167	0.01L
牙训河	2023.1.29	7.6	2.4	8	0.199	0.01L
	2023.1.30	7.5	2.4	8	0.109	0.01L
	2023.1.31	7.5	3.8	10	0.186	0.01L
	平均值	/	2.9	9	0.165	0.01L

3.4.4.2 评价方法

本评价采用单因子评价法。

COD、BOD<sub>5</sub>、氨氮和石油类等污染物单因子计算公式：

$$Pi = \frac{Ci}{Cg}$$

式中：Pi----评价指数；Ci----实测值；Cg----标准值

pH 单因子计算公式：

$$PpH = (pHj - 7.0) / (pHsu - 7.0) \quad pHj > 7.0$$

$$PpH = (7.0 - pHj) / (7.0 - pHsd) \quad pHj \leq 7.0$$

式中：pHj—第 j 取样点的 pH 值；pHsu—标准上限值；pHsd—标准下限值。

3.4.4.3 评价结果与分析

根据现状监测结果进行计算，超标情况见下表。

表 3.4-4 地表水质现状评价 单位：mg/L

监测点位	指标	监测平均值	标准值	单因子指数	超标情况
南叉河	pH	-	6~9	-	达标
	COD	8	15	0.53	达标
	BOD <sub>5</sub>	2.4	3	0.8	达标
	石油类	0.01L	0.05	0.1	达标
	氨氮	0.226	0.5	0.452	达标
什隆溪	pH	-	6~9	-	达标
	COD	9	15	0.6	达标
	BOD <sub>5</sub>	2.6	3	0.87	达标
	石油类	0.01L	0.05	0.1	达标
	氨氮	0.167	0.15	1.11	超标
牙训河	pH	-	6~9	-	达标
	COD	9	15	0.6	达标
	BOD <sub>5</sub>	2.9	3	0.97	达标
	石油类	0.01L	0.05	0.1	达标
	氨氮	0.165	0.15	1.1	超标

除了什隆溪和牙训河氨氮超标外，其余指标均满足相应水质标准。什隆溪和牙训河氨氮超标主要是区域农村面源污染导致。

### 3.5 声环境现状评价

拟建公路所在区域基本为乡村地区，沿线等级较高的公路有与主线、牙叉连接线部分伴行交叉的 G361（二级公路），与水满连接线交叉的 S224（二级公路）、X583（二级公路）。目前主要噪声源为村庄居民生产、生活噪声及现有道路的交通噪声。

拟建公路评价范围内有 13 处声环境保护目标，均为居民区（村庄或小区）。

#### 3.5.1 敏感点噪声现状监测

##### (1) 布点原则

本次环评通过“以点代面，反馈全线”的监测方式全面了解拟建项目沿线的声环境质量，现状监测原则如下：

- ① 受现有 G361、S224、X583 交通噪声影响的敏感点；
- ② 有代表性的安静村庄；
- ③ 3 层以上建筑分层监测；
- ④ 水满连接线部分路段有现状乡道，对现状乡道选择典型断面进行 24h 交通噪声监测及衰减断面监测。

##### (2) 监测因子

等效连续 A 声级  $L_{Aeq}$ 。

**(3) 监测时间**

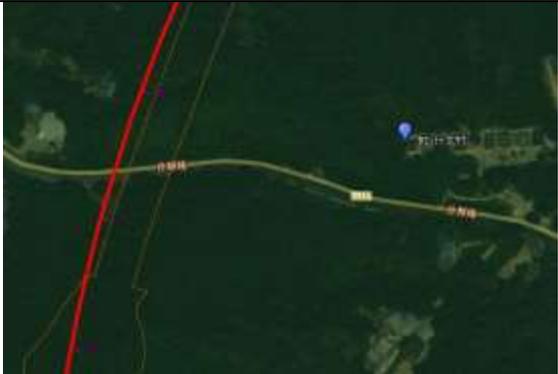
敏感点常规监测连续监测2天，昼间（8：00～22：00）监测1次，夜间（22：00～06：00）监测1次，每次监测20分钟，临现状道路的敏感点同步记录车流量。

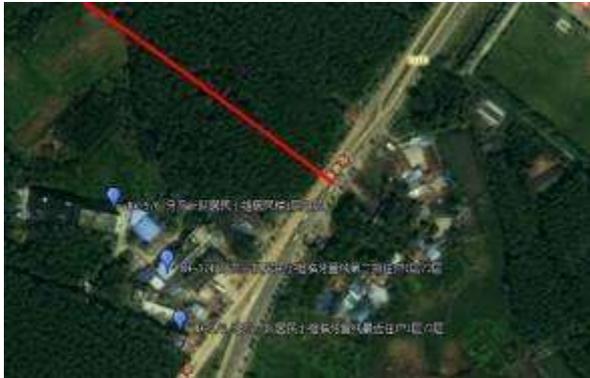
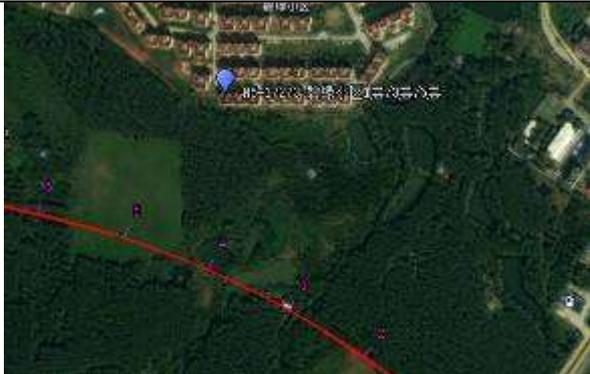
水满连接线衰减断面（距路20m、40m、60m、80m、120m）连续监测2天，昼间（8：00～22：00）监测1次，夜间（22：00～06：00）监测1次，每次监测20分钟，同步记录车流量。水满连接线24h连续监测1天，同步记录车流量（按照大、中、小车）。

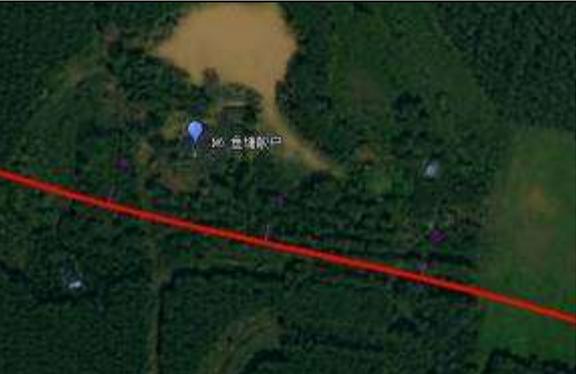
**(4) 监测点设置**

根据拟建项目所经线路的环境特征、噪声敏感目标和噪声污染源现状，选择拟建道路沿线10处居民区进行声环境质量现状监测。监测点均布设在房屋窗前1m，距地面或楼层高1.2m处。敏感点声环境监测点位设置情况见下表。

**表 3.5-1 声环境现状监测点位表**

编号	敏感点名称	位置	图示
N1	什龙村	N1:村庄一层窗前 1m 同步记录 G361 什邦线的车流量。	
N2	高案村	N2: 村庄一层窗前 1m	

<p>N3</p>	<p>鹦哥道班</p>	<p>N3-1: 鹦哥道班办公楼 1层窗前 1m                      N3-2: 鹦哥道班办公楼 3层窗前 1m                       同步记录 G361 什邦线的车流量</p>	
<p>N4</p>	<p>牙叉一队居民小组</p>	<p>N4-1: 牙叉一队居民小组距牙营线最近住户 1层窗前 1m                      N4-2: 牙叉一队居民小组距牙营线最近住户 3层窗前 1m                      N4-3: 牙叉一队居民小组临牙营线第二排住户 1层窗前 1m                      N4-4: 牙叉一队居民小组临牙营线第二排住户 3层窗前 1m                      N4-5: 牙叉一队居民小组后排居民楼 1层窗前 1m                      N4-6: 牙叉一队居民小组后排居民楼 4层窗前 1m                       同步记录 G361 牙营线的车流量</p>	
<p>5</p>	<p>碧绿小区</p>	<p>N5-1: 碧绿小区 1层窗前 1m                      N5-2: 碧绿小区 3层窗前 1m                      N5-3: 碧绿小区 6层窗前 1m</p>	

6	鱼塘散户	N6: 鱼塘散户一层窗前 1m	
7	牙训村	N7-1: 牙训村临 G224 海榆中线最近住户窗前 1m; 同步记录 S224 海榆中线的车流量 N7-2: 牙训村临现状道路最近住户窗前 1m; 同步记录现状道路的车流量	
8	南流村	N8-1: 南流村临现状道路最近住户窗前 1m; N8-1: 南流村远离现状道路最近住户窗前 1m; 同步记录现状道路的车流量	
9	永训村	N9-1: 永训村距离县道中五线最近住户窗前 1m; N9-2: 永训村距离县道中五线第二排住户窗前 1m; N9-2: 永训村远离县道中五线住户窗前 1m; 同步记录 X583 县道中五线的车流量	

选择水满连接线L2K1+040现状道路，进行24h连续监测和衰减断面监测。其中24h连续监测的断面设置在衰减断面的距公路中心线20m处。监测点位见表3.5-2。

表 3.5-2 衰减监测断面及 24h 连续监测点位

路段	点位设置	衰减断面点位图
----	------	---------

水满连接 接线 L2K1+0 40处的 现状道 路	N10-1: 路右距路中心线 20m; N10-2: 路右距路中心线 40m; N10-3: 路右距路中心线 60m; N10-4: 路右距路中心线 80m; N10-5: 路右距路中心线 120m;	
--	--	--

注：N11-1 同时是 24h 连续监测点位。

**(4) 监测方法**

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）的有关技术规定执行。

监测单位为方圆检测技术（海南）有限公司。

**3.5.2 声环境现状监测结果**

**(1) 敏感点噪声监测结果**

沿线噪声监测结果见下表。由表可知，项目沿线敏感点现状声环境均能满足其相应标准，声环境质量良好。

表 3.5-3 声环境监测结果一览表 单位: dB(A)

序号	监测点位	监测位置	监测时段	监测结果		监测均值	标准值	超标值	车流量(如有) 辆/20min						备注
				2023.1.29	2023.1.30				2021.1.29			2023.1.30			
									大	中	小	大	中	小	
N1	什龙村	村庄一层	昼间	48	48	48	60	/	/	1	15	/	/	12	
			夜间	42	40	41	50	/	/	/	6	/	/	5	
N2	高案村	村庄一层	昼间	47	49	48	55	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	42	40	41	45	/	/	/	/	/	/	/	
N3-1	鹦哥道班	办公楼1层	昼间	47	50	49	60	/	/	/	4	/	/	4	
			夜间	43	41	42	50	/	/	/	2	/	/	2	
N3-2	鹦哥道班	办公楼3层	昼间	47	51	49	60	/	/	/	4	/	/	5	
			夜间	43	41	42	50	/	/	/	1	/	/	1	
N4-1	牙叉一队居民小组	距牙营线最近住户一层	昼间	48	51	50	70	/	/	2	6	1	1	7	
			夜间	43	41	42	55	/	/	/	3	/	/	3	
N4-2	牙叉一队居民小组	距牙营线最近住户三层	昼间	49	51	50	70	/	/	1	7	/	2	5	
			夜间	43	40	42	55	/	/	/	2	/	/	2	
N4-3	牙叉一队居民小组	临牙营线第二排住户一层	昼间	45	50	48	60	/	/	2	5	/	/	5	
			夜间	42	41	42	50	/	/	/	2	/	/	1	
N4-4	牙叉一队居民小组	临牙营线第二排住户三层	昼间	48	50	49	60	/	/	1	5	/	/	5	
			夜间	38	43	41	50	/	/	/	1	/	/	2	
N4-5	牙叉一队居民小组	后排居民楼一层	昼间	49	50	50	60	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	42	41	42	50	/	/	/	/	/	/	/	
N4-6	牙叉一队居民小组	后排居民楼四层	昼间	49	50	50	60	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	42	40	41	50	/	/	/	/	/	/	/	
N5-1	碧绿小区	一层	昼间	49	50	50	55	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	42	42	42	45	/	/	/	/	/	/	/	
N5-2	碧绿小区	三层	昼间	50	50	50	55	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	41	42	42	45	/	/	/	/	/	/	/	
N5-3	碧绿小区	六层	昼间	49	49	49	55	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	40	42	41	45	/	/	/	/	/	/	/	

N6	鱼塘散户	一层	昼间	49	48	49	55	/	/	/	/	/	/	/	
			夜间	40	41	41	45	/	/	/	/	/	/	/	
N7-1	牙训村	临 G224 海榆中线最近住户一层	昼间	52	53	53	70	/	1	2	14	/	1	8	
			夜间	40	44	42	55	/	/	1	6	/	/	3	
N7-2	牙训村	临现状道路最近住户一层	昼间	50	52	51	55	/	/	1	4	/	1	5	
			夜间	42	42	42	45	/	/	/	2	/	/	2	
N8-1	南流村	临现状道路最近住户一层	昼间	54	55	55	55	/	/	/	5	/	1	4	
			夜间	44	44	44	45	/	/	/	2	/	/	2	
N8-2	南流村	远离现状道路最近住户一层	昼间	48	50	49	55	/	/	/	3	/	/	4	
			夜间	42	41	42	45	/	/	/	1	/	/	1	
N9-1	永训村	距离县道中五线最近住户一层	昼间	50	49	50	70	/	/	/	7	/	/	5	
			夜间	44	42	43	55	/	/	/	3	/	/	1	
N9-2	永训村	距离县道中五线第二排住户一层	昼间	48	49	49	60	/	/	/	8	/	/	5	
			夜间	40	42	41	50	/	/	/	3	/	/	2	
N9-3	永训村	远离县道中五线住户一层	昼间	44	47	46	60	/	/	/	9	/	1	6	
			夜间	39	43	41	50	/	/	/	2	/	/	2	

(2) 衰减断面及 24h 监测结果

水满连接线 L2K1+040 处的现状道路的衰减断面监测结果见表 3.5-4，由表可知，随着距路中心线距离的由近而远，噪声监测值基本呈衰减趋势。所有监测值均能满足 1 类标准。

表 3.5-4 现状道路衰减断面监测结果

序号	断面	监测位置	监测时间		监测值 dB (A)	车流量 辆/20min		
						大型车	中型车	小型车
N10	水满 连接 线 L2 K1+ 040 处 的 现 状 道 路	N10-1: 路右距路中 心线 20m	昼间	1.29 13:04	50	/	/	5
			夜间	1.29 22:09	44	/	/	2
		N10-2: 路右距路中 心线 40m	昼间	1.29 13:04	48	/	/	5
			夜间	1.29 22:09	43	/	/	2
		N10-3: 路右距路中 心线 60m	昼间	1.29 13:04	47	/	/	5
			夜间	1.29 22:09	43	/	/	2
		N10-4: 路右距路中 心线 80m	昼间	1.29 13:04	45	/	/	5
			夜间	1.29 22:09	41	/	/	2
		N10-5: 路右距路中 心线 120m	昼间	1.29 13:05	44	/	/	5
			夜间	1.29 22:08	39	/	/	2
		N10-1: 路右距路中 心线 20m	昼间	1.30 19:22	51	/	/	6
			夜间	1.30 22:03	44	/	/	2
		N10-2: 路右距路中 心线 40m	昼间	1.30 19:22	48	/	/	6
			夜间	1.30 20:03	43	/	/	2
		N10-3: 路右距路中 心线 60m	昼间	1.30 19:22	47	/	/	6
			夜间	1.30 22:03	43	/	/	2
		N10-4: 路右距路中 心线 80m	昼间	1.30 19:22	45	/	/	6
			夜间	1.30 22:03	43	/	/	2
		N10-5: 路右距路中 心线 120m	昼间	1.30 19:22	42	/	/	6
			夜间	1.30 22:03	40	/	/	2

水满连接线 L2K1+040 处距路中心线 20m 处的 24h 噪声监测数据见表 3.5-5，由表可知，在现有车流量条件下，水满连接线 L2K1+040 处的现状道路距路中心线 20m 处，昼夜间噪声均满足 1 类区标准。噪声基本随车流量变化正向增减，即车流量越大，噪声值越高，车流量越低，噪声值越低。

表 3.5-5 现状道路 24h 连续监测结果

路段	监测 点位	监测日期: 2023.01.29			车流量 (辆/时)			
		时间 段	监测 时间	检测 结果 Leq dB	大型车	中型车	小型车	pcu

			(A)					
水满连接线 L2K1+040处的现状道路	N10-1: 路右距路中心线20m	24小时	15:00	52	0	0	8	8
			16:00	53	0	0	14	14
			17:00	54	0	1	17	19
			18:00	53	0	0	15	15
			19:00	46	0	0	8	8
			20:00	46	0	0	9	9
			21:00	43	0	0	4	4
			22:00	46	0	0	5	5
			23:00	41	0	0	3	3
			0:00	38	0	0	0	0
			1:00	38	0	0	2	2
			2:00	37	0	0	3	3
			3:00	37	0	0	2	2
			4:00	38	0	0	0	0
			5:00	40	0	0	0	0
			6:00	41	0	0	1	1
			7:00	44	0	0	5	5
			8:00	53	0	0	11	11
			9:00	59	0	0	9	9
			10:00	51	0	0	12	12
11:00	52	0	0	8	8			
12:00	52	0	0	15	15			
13:00	57	0	1	13	15			
14:00	54	0	0	11	11			
统计	Ld: 52.9dB (A) Ln: 40.6dB			0	2	175	178	

### 3.5.3 代表性说明及分析评价

现状声环境监测选取有代表性的点，对没有监测的敏感点，根据环境的相似性进行了类比。

表 3.5-6 声环境质量现状类比一览表

序号	敏感点	路段	可代表敏感点	类比说明
1	什龙村	主线	/	均为农村安静村庄，声源为社会生活噪声。
2	高案村	主线	志口村	位于同一路段，距离近，均为农村安静村庄，声源为社会生活噪声。
3	鹦哥道班	主线	黑榄村	位于同一路段，距离近，均受G361交通噪声影响。
4	牙叉一队居民小组	牙叉连接线	/	/
5	碧绿小区	牙叉连接线	/	/
6	鱼塘散户	牙叉连接线	/	/

7	牙训村	水满连接线	/	/
8	南流村	水满连接线	什老高散户（远离现状道路的监测点）	均为农村安静村庄，声源为社会生活噪声。
9	永训村	水满连接线	永训村散户	位于同一路段，距离近，均受X583交通噪声影响。

### 3.5.4 声环境结论

项目区主要位于农村地区，周边无大型固定噪声源。由现状监测结果可知，项目所在所有监测点位均满足相应声环境质量标准，项目区声环境质量良好。

## 3.6 环境空气现状评价

### 3.6.1 环境空气现状调查

根据现场调查，本项目所经居民区、村庄周围基本为林地和耕地，环境空气质量基本保持自然状况，大气污染源很少，主要以现有道路上行驶的车辆尾气排放、扬尘及当地居民生活生产污染源为主。

### 3.6.2 项目区环境空气质量达标情况

本次环境空气为三级评价，只需调查项目区环境质量达标情况。

#### (1) 全省环境空气质量现状

根据《2021年海南省生态环境状况公报》，2021年，全省环境空气质量总体优良，优良天数比例为99.4%，其中优级天数比例为83.1%，良级天数比例为16.3%，轻度污染天数比例为0.6%，无中度及以上污染天。六项污染物细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、臭氧(O<sub>3</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)和一氧化碳(CO)浓度分别为13ug/m<sup>3</sup>、25ug/m<sup>3</sup>、111ug/m<sup>3</sup>、5ug/m<sup>3</sup>、7ug/m<sup>3</sup>和0.7mg/m<sup>3</sup>。PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO五项污染物浓度均符合国家一级标准，O<sub>3</sub>接近国家一级标准。与2020年相比，优良天数比例下降0.1个百分点，其中优级天数比例下降2.9个百分点，良级天数比例上升2.8个百分点；PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>浓度持平，O<sub>3</sub>浓度上升6ug/m<sup>3</sup>，CO浓度下降0.1mg/m<sup>3</sup>。

19个市县中，三沙、五指山、琼中等3个市县环境空气质量达到国家一级标准，其余市县均达到国家二级标准。各市县优良天数比例介于98.0%~100%之间，超标污染物除临高1天为PM<sub>2.5</sub>超标外，其余均为O<sub>3</sub>。与2020年相比，三亚、儋州、五指山、陵水、琼中等5个市县优良天数比例持平；东方、保亭、乐东、昌江等4个市县优良天数比例略有上升，上升幅度介于0.5个百分点(东方)~0.8个百分点(昌江)；其余市县优良天数比例略有下降，下降幅度介于0.2个百分点(海口)~1.1个百分点(屯昌)。

全省 18 个市县（不含三沙市）降水 pH 年均值为 5.93，酸雨 pH 年均值为 5.08。与 2020 年相比，降水 pH 年均值上升 0.15，酸雨 pH 年均值上升 0.16。

海口、东方、琼中、屯昌、定安、陵水、澄迈、乐东等 8 个市县监测到酸雨，其余市县未监测到酸雨。

### （2）白沙县

根据《白沙黎族自治县环境质量月报》（2022 年 12 月）：2022 年 12 月，按《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及修改单和《环境空气质量评价技术规范（试行）》（HJ663-2013）评价，白沙县城镇环境空气质量总体优良，有效监测天数为 29 天，优良天数比例为 100%。其中，优级天数为 21 天，良级天数为 8 天，优级天数比例为 72.4%。与去年同期相比，优级天数比例上升 7.9 个百分点。2022 年 12 月，白沙县环境空气质量综合指数为 2.188。其中，二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）、细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）月均浓度分别为 3、8、30、20 微克/立方米，臭氧（O<sub>3</sub>）第 90 百分位数浓度为 118 微克/立方米，一氧化碳（CO）第 95 百分位数浓度为 0.8 毫克/立方米。与去年同期相比，SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 和 CO 浓度持平；NO<sub>2</sub> 和 O<sub>3</sub> 浓度分别下降 20.00% 和 12.59%；PM<sub>2.5</sub> 浓度上升 5.26%。

### （3）琼中县

根据《琼中黎族苗族自治县环境质量月报》（2022 年 10 月）：2022 年 10 月应监测天数为 31 天，监测有效天数为 31 天，优良天数为 30 天，轻度污染天数为 1 天，优良天数比例为 96.8%，环比下降 3.2%。

SO<sub>2</sub> 平均浓度为 6μg/m<sup>3</sup>，环比上升 2μg/m<sup>3</sup>，同比持平；NO<sub>2</sub> 平均浓度为 8μg/m<sup>3</sup>，环比上升 2μg/m<sup>3</sup>，同比上升 1μg/m<sup>3</sup>；PM<sub>10</sub> 平均浓度为 27μg/m<sup>3</sup>，环比持平，同比上升 13μg/m<sup>3</sup>；PM<sub>2.5</sub> 平均浓度为 16μg/m<sup>3</sup>，环比持平，同比上升 8μg/m<sup>3</sup>；CO 日均值第 95 百分位浓度平均为 0.7mg/m<sup>3</sup>，环比下降 0.1mg/m<sup>3</sup>，同比持平；O<sub>3</sub> 日最大 8 小时平均第 90 百分位浓度平均为 149μg/m<sup>3</sup>，环比上升 33μg/m<sup>3</sup>，同比上升 61μg/m<sup>3</sup>。AQI 日平均值 50。。

### 3.6.3 拌和站特征污染物排放情况

#### （1）基层拌和站和沥青拌和站特征污染物监测数据

根据《省道 S315 白洋线西培农场至白马井段改建工程环境影响报告表》，基层拌和站下风向 50m 设置 1 个监测点 G1，监测项目为 TSP，在综合站（沥青拌和站、

基层搅拌站、水泥混凝土搅拌站和构件预制场)主导风向下风向50m布置1个监测点,监测项目为苯并[a]芘(24小时评价)、TSP,监测结果见表表3.6-1。

表 3.6-1 苯并[a]芘监测结果统计表

监测点位	监测项目	监测时间	监测结果 (ug/m <sup>3</sup> )	标准限值 (ug/m <sup>3</sup> )	最大浓度占 标率(%)	最大超标倍数
G1	TSP	2021.12.02	87	300	29	/
		2021.12.03	84		28	/
		2021.12.04	91		30	/
G2	苯并[a]芘	2021.12.02	<0.0010	0.0025	/	/
		2021.12.03	<0.0010		/	/
		2021.12.04	<0.0010		/	/
	TSP	2021.12.02	101	300	34	/
		2021.12.03	113		38	/
		2021.12.04	108		36	/

由监测结果可知,基层拌和站和综合拌和站((沥青拌和站、基层搅拌站、水泥混凝土搅拌站和构件预制场)主导风向下风向50m处 TSP、苯并[a]芘满足《环境空气质量》(GB3095-2012)及修改单中的二级标准限值要求。本项目所在区域主导风向与监测点位相似,且敏感点均位于灰土拌和站200m、沥青拌和站300m以外。

(2)海南蓝岛环保产业股份有限公司为儋州市一家混凝土生产企业,根据海南省污染源监测数据管理系统发布的该企业2022年6月28日例行监测数据,厂界和排放口颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>均达标。

## 第4章 环境影响预测与评价

由于本项目主线大部分路段和水满连接线全部位于海南热带雨林国家公园内，项目整体约 80%路段在海南热带雨林国家公园内，为便于分析，不再将项目对国家公园的影响单列一章。

### 4.1 生态环境影响评价

#### 4.1.1 永久占地合理性分析

项目位于山区及低山丘陵，主线和牙叉连接线采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m，其中主线永久占地 82.26 hm<sup>2</sup>（包括路线占地 67.4216 hm<sup>2</sup>、什运互通占地 14.8374 hm<sup>2</sup>）、牙叉连接线永久占地 24.13 hm<sup>2</sup>（包括路线占地 67.4216 hm<sup>2</sup>、牙叉互通占地 6.7536 hm<sup>2</sup>）；水满连接线采用四级公路标准建设，设计速度为 20km/h，路基宽度 5.5m，永久占地 39.27hm<sup>2</sup>。合计永久占地 145.67hm<sup>2</sup>。

在地形分类上，主线途经区域为Ⅲ类地形区，牙叉连接线途经区域为Ⅱ类地形区，水满连接线途经区域为Ⅲ类地形区。

##### （1）用地总体指标

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124号），Ⅱ类、Ⅲ类地形区高速公路工程建设用地总体指标值如表 9.4-1、表 9.4-2 所示。

表 4.1-1 高速公路工程建设项目用地总体指标

参数项	单位	四车道高速公路		四级公路	
路基宽度	m	26	24.5	6.5	4.5
Ⅱ类地形区指标值	hm <sup>2</sup> /km	7.4141	7.2275		
Ⅲ类地形区指标值		7.8227	7.6543	2.2819	1.9274

当项目的路基宽度与指标编制采用的值不同时，可按表 9.4-4 调整。

表 4.1-2 路基宽度调整指标 (hm<sup>2</sup>/km)

地形类别	路基宽度每增减1m		
	高速公路	一级公路	二级公路
Ⅱ类	0.1304	0.1173	0.1186
Ⅲ类	0.1660	0.1591	0.1202

根据《公路工程项目建设用地指标》（建标[2011]124号）3.0.15规定，当公路工程涉及用地界外的改路、改河、改沟、改渠、改移输电、通信线路和专业管道等

改移工程的用地，以及经技术、经济论证必须设置取弃土场时,应按实际需要单独计列，并应在设计说明中予以专门叙述。

### (2) 主线推荐线及连接线

按照《公路工程项目建设用地指标》相应规定（上述表 9.4-1），本项目高速公路路基宽度为 25.5m，通过调整计算（调整指标见表 9.4-4），项目用地指标值为 7.8203hm<sup>2</sup>/km（III类地形区）和 7.3579hm<sup>2</sup>/km（II类地形区）；四级公路路基宽度为 5.5m，取路基宽度为 6.5m 和 4.5m 的平均值，故项目用地指标值为 2.1047hm<sup>2</sup>/km（III类地形区）。此外，项目主线改路占用 14.25hm<sup>2</sup>，在计算用地指标相符性时不计入此部分用地。

表 4.1-3 路线永久占地合理性分析表

序号	项目	实际用地指标 hm <sup>2</sup> /km	规范用地指标 hm <sup>2</sup> / km	合理性
1	主线	7.2912	7.8203	合理
2	牙叉连接线	5.6374	7.8203	合理
3	水满连接线	1.9865	2.1047	合理

因此，本项目用地数量在《公路工程项目建设用地指标》（2011年版）的控制范围之内，符合公路建设项目用地总体指标要求。

### (3) 项目互通立交占地指标评价

项目什运互通占地 14.8374 hm<sup>2</sup>，牙叉互通占用 6.7536 hm<sup>2</sup>。根据《公路工程项目建设用地指标》中相应标准进行评价，见表 4.1-4。

表 4.1-4 立交永久占地合理性分析表

序号	项目	型式	实际用地指标 hm <sup>2</sup> / (座)	规范用地指标 hm <sup>2</sup> / (座)	合理性
1	什运互通	单喇叭	14.8374	19.667	合理
2	牙叉互通	单喇叭	6.7536	19.667	合理

由此可见，拟建公路总体占地指标均低于《公路工程项目建设用地指标》相关占地指标值。因此本项目各工程单元永久占地均合理。

## 4.1.2 临时占地合理性分析

### 4.1.2.1 弃土（渣）场选址分析

#### (1) 弃土（渣）场设置原则

- ① 尽量布设在山凹地或上游来水较少沟谷中，在场址可行的基础上，便于拦挡。
- ② 禁止设置在国家公园、自然保护区、饮用水水源保护区、风景名胜区、森林公园和永久基本农田范围内，尽量不占用耕地，充分利用采矿坑、荒坡、荒沟。渣场不得影响河道及排灌沟渠的行洪和灌溉功能，确保不危害到下游农田及建筑物的安全。

③ 弃渣场周围影响范围内不得有村庄及重要公共设施。

④ 弃渣场不在可视范围内，减少对景观的影响。

⑤ 加强弃渣综合利用，有条件时应尽量将工程弃方与环境整治、河道改造、地质灾害治理相结合进行综合利用；为减少弃渣，设计尽量将挖方在相邻标段间调运利用，达到挖方综合利用、提高土石方利用率、减少弃方的目的。

⑥ 加强弃渣场截排水和拦挡设施设计，减少水土流失和防范次生灾害。

## (2) 弃土（渣）场合理性分析

本环评阶段设置弃土（渣）场 3 处，用地类型为废弃矿坑、林地。弃渣场类型包括填坑、沟道型和坡地型等，堆渣量 43.5 万 m<sup>3</sup>。弃土（渣）场均不涉及河道，且未设置在流量较大的沟道；在国家公园范围内的弃渣场利用废弃矿坑，有利于矿坑生态恢复；其他 2 处弃土场均在公路永久占地范围内；上游汇水面积小、过水量小、无大量松散堆积物、地质结构稳定，没有产生崩塌、滑坡及泥石流等次生灾害的条件；渣场周边无环境敏感点，周边来水及防洪排水对基础设施、人民群众生命财产安全、行洪安全无重大影响。弃渣场设置合理。

### 4.1.2.2 施工生产生活区合理性分析

#### (1) 施工生产生活区设置原则

① 禁止在生态保护红线、国家公园、饮用水源保护区、森林公园、永久基本农田保护区、饮用水源保护区和重点生态公益林范围内设置施工生产生活区；

② 施工场地（拌和站、预制场）及施工营地尽量选择在互通立交占地范围之内，尽量减少占地；

③ 施工场地（拌和站、预制场）及施工营地尽量选用荒坡和劣质地，远离村庄、学校、医院等敏感目标，水泥混凝土拌和站宜设置在距敏感目标下风向 200m 以外，沥青拌和站宜设置在距敏感目标下风向 300m 以外；

④ 工程结束后，对施工场地进行地表清理，清除硬化混凝土，堆放于选定的弃渣场，同时做好水土保持，进行土壤改良后，进行植被恢复；

⑤ 施工营地（住宿点），有村庄的地方尽量进行租赁，无租赁条件的应选择荒坡、灌丛地和劣质地，工程结束后，进行植被恢复。

#### (2) 合理性分析

本次评价阶段施工场地共 13 处，4 处为公路永久征地范围内，新增占地 9 处，占地类型包括林地。

施工生产生活区不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线、水源保护区等敏感区，不占用基本农田，且混凝土拌和站距居民区大于 200m，沥青拌和站拌和设施距居民区大于 300m 且不位于主导风向上风向，选址合理可行。

施工场地对生态环境的影响主要通过占地、机械碾压及人员活动等，破坏地表植被和土壤结构，降低生态系统功能。不利影响主要集中在施工期间，施工结束后，对施工场地进行地表清理，清除硬化混凝土，堆放于选定的弃渣场，同时做好水土保持，进行土壤改良后，进行植被恢复，可减轻和弥补施工造成的不利影响。

施工前剥离表层熟土，在施工结束后，及时拆除临时建筑，清除地坪，将生活垃圾集中堆放及时清运，对临时用地采取平整，覆盖表层土，进行植被恢复。通过以上有效的管理措施和工程措施后，可将施工场地和施工营地等临时用地对周围生态环境的影响降低到环境可接受程度。

#### 4.1.2.3 施工便道生态影响分析

##### (1) 施工便道设置

项目所在区域内有 G9811 海三高速、G361 什邦线、海榆中线 G224 等干线公路网及地方道路等，运输条件比较理想。沿线筑路材料均可利用现有的高速公路、二级公路或沿线县乡道路进行汽车运输，对现有路况不好的县乡道路可进行必要的维修养护。本项目需在利用原有道路的基础上新修部分施工便道；另有通往弃渣场、施工生产生活区的施工便道。

施工便道占地以人工林地为主。国家公园、生态保护红线范围内的施工便道优先利用现有道路，不得不修建施工便道时，便道方案应征得主管部门同意，优先设置在公路征地红线内，跨越水域范围时以便桥形式跨过，严禁截堵河道；南山洞中山省级森林公园范围严禁设置施工便道。施工结束后进行植被恢复，施工结束后进行植被恢复。

##### (2) 对生态环境的影响分析

对生态环境的主要影响包括两个方面，一是施工临时占地对地表植被和地表表层土壤的侵蚀，加剧水土流失；二是施工便道使用过程中，工程材料和渣料的运输形成的粉尘、噪声对施工便道两侧区域的声环境和环境空气的污染。

施工期间及施工便道使用期间必须制定严格的生态环保施工组织方案，并且结合气象条件，对施工便道定期洒水。新建施工便道在使用寿命完成后，结合地方政府规划，需要留作地方道路的留作地方道路，其余的主要进行复垦和植被恢复。

### 4.1.3 对植被的影响分析

#### 4.1.3.1 施工期对植物资源的影响分析

施工期对植被的影响主要表现在以下几个方面：一是永久占地造成的植被永久性损失；二是临时占地如取弃土场、施工场地、施工便道等造成地表植被的暂时性破坏；三是施工扬尘降落在植物叶片，造成叶片上的气孔被阻塞，影响植物光合作用，对沿线的经济林和农作物会造成一定影响，导致生物产量下降；四是森林内部小气候相对稳定，公路施工期清表将永久占地范围的植被清除，形成“天窗”，形成新的边缘，小气候发生剧烈变化，很多生活在森林内部的植物不能适应新形成的边缘多变的小气候从群落的消失，并且这种影响还会沿边缘向森林内部扩散，造成更大的影响，这种影响主要发生在次生林路段；五是新建公路沿线形成的裸露地面可能成为外来物种的入侵通道，可能导致本土植物的退化和衰减，对路域生态系统产生影响。

#### 4.1.3.2 对植被生物损失量的影响

通过利用 GIS 技术将道路两侧评价范围与植被类型图进行叠加处理，得出道路工程建设对植被的永久和临时破坏情况。沿线天然植被及人工经济林等植被类型单位面积生物量参考《中国主要森林类型生物生产力格局及其数学模型》、《中国森林生态系统的生物量和生产力》等文献。

##### (1) 永久占地建设的植被生态影响分析

永久占地的土地面积为 146.5496  $\text{hm}^2$ ，涉及植被面积约 131.4451  $\text{hm}^2$ ，将对植被造成永久性的破坏，其中的桥梁和互通立交跨越的土地面积为 7.3655  $\text{hm}^2$ （植被面积 6.4033  $\text{hm}^2$ ），主要涉及的植被面积大小依次为低地雨林次生林、水田、灌丛、橡胶园、竹林等；路基和其他（边坡、构造物等）工程直接占用土地面积为 139.1842  $\text{hm}^2$ （植被面积 125.0419  $\text{hm}^2$ ），主要涉及的植被面积大小依次为橡胶园、低地雨林次生林、马占相思林、灌丛、槟榔园、竹林等。特别是路基和其他（边坡、构造物等）工程将使植被生境破坏，生物个体失去生长环境，影响的程度是不可逆的。

从生物量损失看，永久工程建设将造成永久性生物量损失约为 10430.2261 t。生物量损失较大的主要为低地雨林次生林、橡胶园、马占相思林、槟榔园、灌丛等植被。其中的人工的橡胶园、马占相思林等不同于自然植被，植被生长和恢复周期相对灌丛和草地较长，当植被损失后，可采用人工种植补偿原有物种的方式，促进顺向演替的方式进行，缩短植被恢复的周期。

表 4.1-5 永久占地的生物量损失情况

序号	植被类型	面积(hm <sup>2</sup> )	平均生物量(t/hm <sup>2</sup> )	永久损失量(t)	占比%
1	低地雨林	1.4796	115	170.1540	1.63
2	低地雨林次生林	42.3907	110	4662.9770	44.71
3	桉树林	1.7501	60	105.0060	1.01
4	草地	2.6125	8.5	22.2063	0.21
5	马占相思林	5.7062	82	467.9084	4.49
6	水田	6.0554	9	54.4986	0.52
7	旱地	1.5171	8	12.1368	0.12
8	竹林	6.4752	45	291.3840	2.79
9	槟榔园	7.0291	60	421.7460	4.04
10	灌丛	8.608	55	473.4400	4.54
11	橡胶园	43.4677	80	3477.4160	33.34
12	桑叶园	0.0024	35	0.0840	0.00
13	花梨木	0.0186	65	1.2090	0.01
14	龙眼园	0.0228	35	0.7980	0.01
15	香蕉园	0.1545	35	5.4075	0.05
16	荔枝园	0.3454	35	12.0890	0.12
17	村庄周边植被	1.1305	80	90.4400	0.87
18	茶园	1.3283	35	46.4905	0.45
19	加勒比松林	1.351	85	114.8350	1.10
	合计	131.4451		10430.2261	100.00

项目施工过程中，运输车辆产生的扬尘，施工过程挥洒的石灰和水泥，也会对周围植物的生长带来直接影响。这些灰尘降落到植物的叶片上，会堵塞植物气孔，遮蔽植物叶片表面对光照的吸收，影响植物光合作用，长期影响有可能导致植物生长缓慢直至死亡。石灰和水泥若被雨水冲刷渗入地下，会导致土壤板结，影响植物根系对水分与矿物质的吸收。另外，原材料的堆放、沥青和车辆漏油、车辆尾气的排放还会污染空气和土壤，从而间接影响植物的生长。虽说随着施工的结束扬尘量大幅减小，情况有所好转，但这些对于植物的破坏性影响并不会随施工结束而得到解决，它们的影响将持续较长的一段时间。

## (2) 临时占地对植被的影响

本项目临时占用土地面积 4.8610 hm<sup>2</sup>，植被面积约 4.0142 hm<sup>2</sup>。其中，牙叉连接线占用土地面积 1.5018 hm<sup>2</sup>（植被面积为 1.3274 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被为橡胶园、少量旱地、竹林、水田等；鹦哥岭路段占用土地面积 3.3592 hm<sup>2</sup>（植被面积为 2.6868 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被为橡胶园、低地雨林次生林、马占相思林、槟榔园等。工程对植被造成暂时性的破坏，从生物量损失看，道路建设将造成一次性生物量损失约为

274.5589 t, 生物量损失较大的主要为橡胶园、低地雨林次生林、马占相思林、槟榔园、村庄周边植被、竹林等。

表 4.1-6 临时占地的生物量损失情况

序号	植被类型	面积(hm <sup>2</sup> )	平均生物量(t/hm <sup>2</sup> )	永久损失量(t)	占比%
1	桉树林	0.0085	60	0.5100	0.19
2	草地	0.0391	8.5	0.3324	0.12
3	低地雨林	0.0774	115	8.9010	3.24
4	油茶园	0.0862	35	3.0170	1.10
5	灌丛	0.092	55	5.0600	1.84
6	旱地	0.166	8	1.3280	0.48
7	村庄周边植被	0.2013	80	16.1040	5.87
8	竹林	0.2824	45	12.7080	4.63
9	水田	0.3517	9	3.1653	1.15
10	槟榔园	0.4071	60	24.4260	8.90
11	马占相思林	0.4241	82	34.7762	12.67
12	低地雨林次生林	0.4653	110	51.1830	18.64
13	橡胶园	1.4131	80	113.0480	41.17
合计		4.0142	747.5	274.5589	100.00

除占用的部分低地雨林及其次生林外, 其他临时占地区域的原生植被大多已不存在, 如, 临时占地的用地范围的植被类型占比较大的橡胶林、马占相思林等, 橡胶林的林下植物主要有: 鬼针草、野葛、梵天花、飞机草等; 马占相思林的林下植物个体主要有: 光荚含羞草、对叶榕、山黄麻、荔枝、龙眼、厚皮、白背叶、破布叶、海芋、南美蟛蜞菊、梵天花、玉叶金花、鬼针草、飞机草、斑茅、含羞草等, 以上植物种类为海南各地常见种。总体上, 除低地雨林及其次生林外, 其他临时用地场的植被多样性较差, 生产力也较低, 因此, 临时占地的征用对评价区内的植物资源的影响在可控范围内, 且施工结束后通过植被恢复与绿化可以得到一定恢复。只要处理好原材料和废弃渣的处理, 对于运输车辆, 也要尽量走固定路线, 就可将有害影响降低到最小范围。

另外, 由于临时占地在工程中采用表土剥离后用于绿化回填的措施, 剥离表土中留存有大量的植物根系和种子, 当用于绿化回填后植被会在较短时间内恢复。拟建公路临时占地主要的影响在于临时用地施工和使用过程中造成的水土流失问题, 所以临时用地的选址至关重要, 临时用地的另一个生态影响问题在于施工过程的粉尘和污染影响, 施工会有大量的人流和车流进入, 如果施工管理不善, 对灌木层、草本层的破

坏较大，甚至导致其消失，造成林地群落的层次缺失，使林地的垂直结构发生较大改变，群落稳定性和抗干扰性下降。因此，必须严格控制施工临时站地范围，避免干扰、破坏用地范围外的植被，减小对当地植被群落（特别是次生林）的影响。

#### 4.1.3.3 主要工程单元对植被生态影响分析

##### (1) 路基工程建设对陆生植被的影响

本工程的路基和其他（边坡、构造物等）建设直接占用土地面积为139.1842 hm<sup>2</sup>（植被面积125.0419 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被面积大小依次为橡胶园43.0203hm<sup>2</sup>、低地雨林次生林40.6938 hm<sup>2</sup>、灌丛7.6453 hm<sup>2</sup>、槟榔园6.8203 hm<sup>2</sup>、马占相思林5.4431 hm<sup>2</sup>等。

其中，水满连接线的路基和其他（边坡、构造物等）主要涉及的植被面积为低地雨林次生林24.8483 hm<sup>2</sup>、桉树林1.747 hm<sup>2</sup>、加勒比松林1.351 hm<sup>2</sup>、茶园1.3283 hm<sup>2</sup>、灌丛1.1918 hm<sup>2</sup>、橡胶园1.0915 hm<sup>2</sup>等；牙叉连接线的路基和其他（边坡、构造物等）主要涉及的植被面积依次为橡胶园13.049 hm<sup>2</sup>、竹林1.9913 hm<sup>2</sup>、水田1.556 hm<sup>2</sup>、旱地1.3742 hm<sup>2</sup>、草地1.1923 hm<sup>2</sup>等；鹦哥岭路段的路基和其他（边坡、构造物等）主要涉及的植被面积依次为橡胶园28.8798 hm<sup>2</sup>、低地雨林次生林15.8455 hm<sup>2</sup>、灌丛6.2029 hm<sup>2</sup>、马占相思林5.2623 hm<sup>2</sup>、槟榔园5.2792 hm<sup>2</sup>、水田2.8396 hm<sup>2</sup>等。

从以上数据可以看出：路基和其他（边坡、构造物等）工程建设将直接破坏较大面积的低地雨林次生林，且影响主要在什运到水满的连接线上。因此，在水满的连接线上，项目对该区域的热带雨林次生林的破坏为严重影响，其他路段的影响相对低一些，其中影响最大的次生林群落为枫香+海南栲+银柴群落，该群落在评价区内主要是在海拔400-600米的山腰上。群落中分布有较多的热带雨林代表植物和演替中前期的雨林物种，其中的多数次生林植物资源虽然在其他的区域也有分布，但同一个物种，不同地区的遗传多样性是有区别的，所以项目建设工程将直接影响到这些植物个体，对热带雨林的物种遗传资源也存在一定的影响，工程建设过程应尽可能不破坏到这些雨林植物个体，能全部移出去就移，如果不得不破坏，又移不了的情况需要做好植被补偿或赔偿等措施；特别是在低地雨林次生林中还分布有重要的保护植物：海南苏铁（水满连接线内估算2株/每250平方米，道路红线外围估算8株/每100平方米），本种为国家一级重点保护野生植物，受工程直接影响，需要移植或避让，本工程的建设将直接降低重要物种的遗传资源，对重要物种的遗传资源有较大的影响。

##### (2) 桥涵和互通立交建设对陆生植被的影响

桥梁跨越和互通立交间接占用的土地面积为7.3655hm<sup>2</sup>（植被面积6.4033 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被面积大小依次为低地雨林次生林1.6969 hm<sup>2</sup>、水田1.6467 hm<sup>2</sup>、灌丛0.9627 hm<sup>2</sup>、橡胶园0.4474 hm<sup>2</sup>、竹林0.3905 hm<sup>2</sup>等。不同路段中，牙叉连接线设置的桥梁和互通立交间接涉及的植被面积主要为橡胶园0.4181 hm<sup>2</sup>、竹林0.3058 hm<sup>2</sup>、草地0.1849 hm<sup>2</sup>等；鹦哥岭路段的桥梁和互通立交间接涉及的植被面积主要为低地雨林次生林1.6969 hm<sup>2</sup>、水田1.5304 hm<sup>2</sup>、灌丛0.8565 hm<sup>2</sup>等。

桥梁跨越和互通立交等工程不直接占用桥面下方的植物群落，对植被群落覆盖和分布的影响较低，对热带雨林植被也不会产生较大影响。另外，根据现场调查，受桥涵和互通立交建设占地影响的植被类型及植物种类在评价区较广泛分布，工程施工工程可能扰动或使这些植物的数量和分布情况发生少量变化，但不会造成植物种类大量减少或消失。但由于桥梁的修建，在部分路段内（如什运乡周边）会使河床过水断面受到压缩形成桥前局部壅水，水流速度减缓，泥沙下沉。施工期间基坑开挖、筑岛钻孔、打桩，致使下游局部河段水质变差。因此，在施工期间还应开展水土保持工作，工程完工后对施工临时占地进行植被恢复，并在桥梁的建设时尽量不破坏原有水系和排灌网络，尽量避免改河、改沟等工程。沿线管线设施、灌溉沟渠、水塘等，根据现场情况设置涵洞；对于一般沟渠，采用中小桥跨越与改造相结合的方法，同时尽量考虑两侧通行条件的需要，尽可能做到一桥多用。桥梁采用零清场施工，尽量保持当地自然植被的原生态。同时，互通立交施工后还应做好植被恢复与绿化工作，互通立交区绿化以地被植草为主，适量配置灌木、乔木，以既不影响视线又对视线又诱导作用为原则。图案的设计简洁明快，以形成大色块。

### （3）隧道建设对陆生植被的影响

隧道线路地下穿越的面积为 20.8619 hm<sup>2</sup>，不涉及占用地表土地和其他植被。隧道上方位置的植被主要为次生雨林、人工橡胶林等，在鹦哥岭路段经过次生雨林的地方基本上是通过隧道施工的方式进行，而上述的次生雨林主要分布在坡度较大和海拔稍高的坡面或山顶（脊）上，而对次生雨林的影响不是很大，隧道工程基本不会对隧道线路上方的天然林植被群落的覆盖和重要物种的分布产生不利影响。如评价区的隧道线路上方的次生低地雨林分布有海南栲、海南大头茶、海南韶子、琼崖柯等海南特有植物，工程以隧洞形式地下穿越评价区，不会对以上特有植物的迁移、散布和繁衍产生影响，但隧洞口开挖会局部破坏植被及其部分植物资源，隧洞口的植被主要为人工橡胶林和少量次生林或灌草群落，特别是在鹦哥岭西侧的隧洞口内还分布有国家

二级保护植物：长尾观音座莲（隧洞口，估算 7 丛/100m<sup>2</sup>），受工程直接影响，需要移植或避让。

另外，隧道的施工也可能会影响到山体的水位下降，影响植被的正常生长，但这一地区的降雨量较大，水分较多，土壤含水量较高，隧道施工对山坡上的植被影响不大，而隧洞口的崩塌有可能造成较大的生态影响，对隧洞口植被的影响较大。总体上，隧道的施工不影响区域内的植被及植物资源，同时对隧道洞口段可实行“早进洞，晚出洞”，“零埋深、零开挖”，降低中心挖深及开挖边仰坡高度，减少对山体的扰动与破坏，保护原有自然生态环境。施工中应保护原有山林，尽量减少砍伐，工后植树，加快生态恢复。充分做好开挖边仰坡、弃渣场地的植被恢复与绿化、临时施工场地的复耕还田工作，达到保护生态，美化环境的目的。

综上所述，路基工程、隧洞口等地段的永久占地工程的生态环境保护工作尤为重要。由于上述工程永久占用的一些林地是难以恢复的，因此施工后要尽快恢复植被，减少水土流失。应根据立地条件和外围景观的特色，采取林带和草带相结合的方式行绿化建设恢复。工程建设后期应恢复（建议将工程涉及到的全部野生植物进行假植，并重新用于其他路段的植被恢复）一些本地特色和典型的植物种类，要注意多样化和特色化相结合。

#### 4.1.3.4 对生态系统结构和稳定性的影响分析

工程施工期对植被的影响主要来源于工程占地及各种施工活动，将直接对植物生物量带来损失，从而致使研究区总生物量减少，施工对植物、植被的清除，使陆生动物迁离生境遭受破坏，被迫迁离工程影响区，从而造成种群布局的变化。工程建成后，各种土地类型也将发生较大的变化，特别是林地面积变化较大，破碎化更加严重，对沿线森林生态系统的景观影响较大，其中的水满连接线工程对热带雨林次生林的破坏较为严重，对该区域的森林生态系统的影响较大，进而对该区域的景观/生态系统完整性和稳定性都有较大的负面影响。虽然从整个评价区来说，由于项目建设主要为狭带状分布，但涉及的植被主要是热带雨林次生林。因此，工程建设对评价区的植被结构完整性存在较大的负面影响。

表 4.1-7 项目建设前后各生态类型斑块数量变化表

生态类型	建设前（斑块数）	建设后（斑块数）	变化（+/-）	变幅（%）
	a	b	b-a	(b-a)/a
森林生态系统	283	421	138	49
灌丛生态系统	105	115	10	10

草地生态系统	117	131	14	12
湿地生态系统	35	40	5	14
农田生态系统	520	549	29	6
城镇生态系统	141	263	122	87
其他生态系统	10	11	1	10
总计	1211	1530	319	26

## (2) 临时占地对植被的影响

### ① 植被生物量损失

拟建公路临时用地273.16hm<sup>2</sup>，主要占用果园、人工桉树林地、旱地。项目临时占地对植被造成暂时性的破坏，造成植被生物量损失18578.27 t，占评价范围内生物量的7.17%。其中损失量最大的是芒果果园，损失量为16019.45t，占总损失量的86.23%；橡胶林损失量2249.08t，占总损失量的12.11%；桉树林生物损失量为70.27t，占总损失量的0.38%；农田作物损失量28.69t，占总损失量的0.15%，占评价范围内农田作物总生物量的0.77%。

临时占地在使用完成后进行覆土，并根据原用地类型进行恢复，由于项目区域水热条件良好，植被恢复速度较快。

表 4.1-8 拟建公路临时占地生物量损失估算表

植被类型	评价范围面积 (hm <sup>2</sup> )	临时占用面积 (hm <sup>2</sup> )	单位面积生物量(t/hm <sup>2</sup> )	评价范围总量 (t)	生物量损失 (t)	占总损失比例 (%)	占评价范围比例 (%)
桉树林	574.8449	1.081	65	37364.92	70.27	0.38	0.19
橡胶林	324.3736	37.4846	60	19462.42	2249.08	12.11	11.56
槟榔园	24.3015	3.8323	55	1336.58	210.78	1.13	15.77
芒果	2817.546	228.8493	70	197228.22	16019.45	86.23	8.12
农田作物	249.0463	1.9128	15	3735.69	28.69	0.15	0.77
合计	3990.1123	295.08		259127.83	18578.27	100	7.17

### ② 施工扬尘对植被的影响

临时用地的另一个生态影响在于施工过程的粉尘和污染影响。特别是大桥施工会有大量的人流和车流进入，如果施工管理不善，对灌草丛的破坏较大，甚至导致其消失，造成林地群落的层次缺失，使林地的垂直结构发生较大改变，群落稳定性和抗干扰性下降。因此，必须严格控制施工临时占地范围，避免干扰、破坏用地范围外的植被，减小对当地植被群落的影响。项目施工过程中，运输车辆产生的扬尘，施工过程挥洒的石灰和水泥，会对周围植物的生长带来直接影响。石灰和水泥若被雨水冲刷渗入地下，会导致土壤板结，影响植物根系对水分与矿物质的吸收。另外，原材料的堆放、沥青和车辆漏油、车辆尾气的排放还会污染空气和土壤，从而间接影响植物的生

长。因此施工过程中，一定要处理好原材料和废弃渣的处理，对于运输车辆，也要尽量走固定路线，将有害影响降低到最小范围。

### (3) 对生态结构质量和稳定性的影响

工程建成后，林地、耕地和水域面积减少，建筑面积（主要是公路占地）增加，对沿线景观有一定影响，但项目占用林地和耕地进行“占一补一”补偿，区域内各种植被类型的面积和比例与现状基本相当，生态系统保持稳定。工程建设造成评价区生态系统生物量减少，公路建成后林地、耕地和水域面积减少将使评价范围生物量减少，生产力降低，但工程建设前后相差不大，因此，工程引起的干扰是可以承受的，生态系统的稳定性不会发生较大的改变。

### (4) 对生态公益林的影响

根据林业主管部门提供的公益林分布资料分析，本项目评价范围内存在一定数量的生态公益林，拟建公路在设计过程中经过充分论证避让公益林的可能性，但受到地形条件的限制，不可避免地将穿越部分生态公益林，项目共占用公益林 41.4849hm<sup>2</sup>，其中 II 级公益林 14.1720hm<sup>2</sup>，III 级公益林 27.3129hm<sup>2</sup>。在项目穿过公益林集中路段设计优先考虑采用隧道或桥梁形式穿越，项目的建设仅对沿线生态公益林造成了较小的条状破坏，通过“占一补一”以及加强路基边坡绿化，可使区域内生态功能不降低。

根据《国家级公益林管理办法》第十五条：“对国家级公益林实行总量控制、区域稳定、动态管理、增减平衡的管理机制”。第十九条：“国家级公益林的调出和补进，由林权权利人征得林地所有权所属村民委员会同意后，向县级林业主管部门提出申请。县级林业主管部门对调出补进申请进行审核，并组织对调出国家级公益林开展生态影响评价，提供生态影响评价报告。县级林业主管部门审核材料和结果报经县级人民政府同意后，按程序上报省级林业主管部门”。

根据《海南省重点公益林管理办法》（琼林[2006]2015 号）第十五条规定：严格控制征占用重点公益林林地，确需征占用的，必须坚持“占一补一”的原则，经同级人民政府审核，签订新的区划界定书后，报原批准机关审批，并依法办理用地审核、林木采伐手续。

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（2016 年 9 月 22 日国家林业局令 第 42 号修改）第四条规定，占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：

（一）各类建设项目不得使用 I 级保护林地。（二）国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设

项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

本项目作为省重点项目，占用的林地保护等级符合上述规定。在占用林地前应按照《中华人民共和国森林法实施条例》的有关规定执行，《海南经济特区林地管理条例》对项目占用林地的审核权限作出了相同规定，即“占用或者征收、征用防护林林地或者特种用途林林地面积 10 公顷以上的，用材林、经济林、薪炭林林地及其采伐迹地面积 35 公顷以上的，其他林地面积 70 公顷以上的，由国务院林业主管部门审核；占用或者征收、征用林地面积低于上述规定数量的，由省、自治区、直辖市人民政府林业主管部门审核。”

经叠图分析，本项目占用的公益林无国家一级公益林，为经济林或防护林。项目开工建设前应按照《中华人民共和国森林法实施条例》和《海南经济特区林地管理条例》的相关规定即前述占用林地的审核权限办理审核手续。

#### (5) 对保护林地的影响分析

项目共占用Ⅱ级保护林地 38.9219hm<sup>2</sup>，Ⅲ级保护林地 44.8090hm<sup>2</sup>，Ⅳ级保护林地 737.5519 hm<sup>2</sup>。

根据《建设项目使用林地审核审批管理办法》（2016年9月22日国家林业局令 第42号修改）第四条规定，占用林地的建设项目应当遵守林地分级管理的规定：

（一）各类建设项目不得使用Ⅰ级保护林地。（二）国务院批准、同意的建设项目，国务院有关部门和省级人民政府及其有关部门批准的基础设施、公共事业、民生建设项目，可以使用Ⅱ级及其以下保护林地。

本项目作为省重点项目，占用的林地保护等级符合上述规定。根据《中华人民共和国森林法》第三十七条 矿藏勘查、开采以及其他各类工程建设，应当不占或者少占林地；确需占用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门审核同意，依法办理建设用地审批手续。占用林地的单位应当缴纳森林植被恢复费。森林植被恢复费征收使用管理办法由国务院财政部门会同林业主管部门制定。县级以上人民政府林业主管部门应当按照规定安排植树造林，恢复森林植被，植树造林面积不得少于因占用林地而减少的森林植被面积。上级林业主管部门应当定期督促下级林业主管部门组织植树造林、恢复森林植被，并进行检查。第三十八条 需要临时使用林地的，应当经县级以上人民政府林业主管部门批准；临时使用林地的期限一般不超过二年，并不得在临时使用的林地上修建永久性建筑物。临时使用林地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复植被和林业生产条件。项目永久占用的林地主要是Ⅱ级保护林地、Ⅲ级保

护林地和 IV 级保护林地，在开工前应依法办理建设用地审批手续，临时使用林地的应当经县级以上人民政府林业主管部门批准，使用结束后及时恢复原植被条件。

#### 4.1.3.5 营运期对植物资源的影响分析

##### (1) 边缘效应的影响分析

公路建成后，永久占地内的植被将完全被破坏，取而代之的是路面及其辅助设施，形成建设用地类型。这种土地利用方式的改变，在丘陵路段边缘效应相对明显。从林边缘向林内，光辐射、温度、湿度、风等因素都会发生改变，而这种小气候的变化会导致边缘的植物、动物和微生物等沿林缘~林内发生不同程度的变化。

从工程沿线植被分布情况来看，这种生态效应主要在线路占用林地较多的区域比较明显。可以预见：由于林地边缘效应，在公路隔离栅外大约 60m 范围的林地内，群落物种组成和结构产生一定的变化，林下耐荫的灌木以及草本将会逐渐被阳生或半阳生植物所替代，而林缘外侧的空地将会被强阳生的灌木和杂草占据。

##### (2) 沿线植物资源和植被生态结构的影响

根据区域植被分布，整个公路占地涉及的植被主要是橡胶园、热带雨林次生林、马占相思等植被。其中的人工林植被，易受到干扰（病，虫害），自我调节能力差，功能不够完善，研究表明，人工林的土壤饱和持水量，土壤肥力都比天然林低，而土壤侵蚀量大于天然林，因此对生态环境的改善作用有限，工程建成和运行后，整个评价区总体林地覆盖率将不再变化，因此，运营期的总体生态效益不会发生大的改变。

然而，工程完成初期，公路沿线的植被将受到严重破坏，众多生态问题将会出现，公路沿线和植被恢复等工作需要及时实施。公路绿化及其防护工作的设计和植物种类的选取，将对沿线植被的景观结构产生较大的影响。因此，需要及时合理地做好公路绿化及工程影响范围内植被恢复工作。

##### (3) 外来入侵物种的影响分析

运输建筑材料或者种植绿化物种，有可能会将外来物种带进该区域，外来入侵物种比当地物种更好的适应和利用被干扰的环境，将导致当地生存的物种数量减少、树木逐渐衰退。

在林地砍伐迹地，这些植物最先侵入并形成单优势群落，影响植物群落的自然演替，降低区域的生物多样性。因此植物措施应以乡土植物为主，禁止使用光荚含羞草、银合欢、南美蟛蜞菊和多花山猪菜等入侵物种作为绿化树种。

##### (3) 对生态系统完整性的影响

工程运营期后，大量的施工期影响因素消失，随着植被恢复等措施的展开，研究区内动、植物生境趋向更加良好的方向发展，部分动物还可能返回原来的栖息地生存，因此运营期不会对生态系统造成太大影响。

#### 4.1.3.6 对重点保护野生植物及古树名木影响分析

在本次典型植被样方、路线调查以及工程占地的外围共发现的野生珍稀保护植物有 28 种，其中国家 I 级重点保护植物 2 种：为海南苏铁、坡垒；国家 II 级重点保护植物 15 种：分布为长尾观音座莲、白桫欏、黑桫欏、大叶黑桫欏、桫欏、金毛狗、野龙眼、野荔枝、青梅、海南风吹楠、海南红豆、软荚红豆、油楠、海南大风子、硬叶兰；海南省级重点保护植物 11 种：分别为白桂木、海南韶子、红花天料木（母生）、幌伞枫、陆均松、琼崖柯、秋枫、越南榆、长花龙血树、大序隔距兰、大叶寄树兰。另外还有 2 种古树植物：分别为华榿（1 株，年龄约 100 年）、高山榕（2 株，年龄分别约 120 和 180 年）。

其中，4 种保护植物（秋枫、白桂木、长尾观音座莲、海南风吹楠）和 2 种古树植物（华榿、高山榕）分布在海南热带雨林国家公园外，其余 24 种保护植物分布在海南热带雨林国家公园内。野外调查发现，临时便道全部在鹦哥岭路段，涉及的植被有低地雨林及其次生林、马占相思林和油茶园，以上临时占地的植被调查中未发现有珍稀保护植物的分布；但永久占地内，如项目占地周边分布有较多的白桫欏、海南苏铁（鹦哥岭路段主路线外）、海南红豆、软荚红豆、野荔枝、野龙眼、硬叶兰、长花龙血树、大序隔距兰距项目较近（离线路约 1-50 米）需挂牌保护；但长尾观音座莲（隧洞口，7 丛/每 100 平方米）、海南苏铁（水满连接线内估算 2 株/每 250 平方米，道路红线外围估算 8 株/每 100 平方米）、高山榕（鹦哥岭主路线，180 年古树，1 株），软荚红豆、野龙眼、硬叶兰，这 6 种植物受工程直接影响，需要移植或避让。如移植，需要养护成活后在国家公园内找到合适地方种回去。其他工程区域的保护植物距离较远，或在隧道线路的上方，或在桥梁工程的下方，隧道和桥梁工程对它们没有影响；这些工程的建设最大可能是破坏边缘的少量乔木或灌丛植物个体。但路基工程及周边存在较多的保护植物种类和保护植物个体，故项目建设工程会对保护植物和古树植物产生较大的负面影响。

#### 4.1.4 对海南热带雨林国家公园的植被生态影响分析

##### 4.1.4.1 海南热带雨林国家公园生态现状、保护现状和存在的问题

项目所在区域涉及的海南热带雨林国家公园的生态系统主要由森林生态系统（次生林）等构成。这些次生林生态系统均是原始植被被破坏后处于不同演替时期的次生植被类型。这些次生植被受人为因素干扰大，部分次生林被破坏后长时期停留在草丛或灌丛阶段，对群落恢复造成很大障碍，特别是周边的人工林植被，如橡胶林、桉树林、马占相思林等的不断扩大，对于该区域的自然植被也造成了较大的威胁。同时，该区域内的次生林植被是海南热带雨林国家公园内鹦哥岭片区、五指山片区和黎母山片区的重要区域，也是海南重要的水源涵养林之一，同时还起着联系海南东、西、南、北不同区域天然林的纽带作用，具有重要的生态保护意义。

#### 4.1.4.2 海南热带雨林国家公园主要保护对象与工程的位置关系

工程占地及周边共发现海南热带雨林国家公园内的野生珍稀保护植物有 23 种，其中国家 I 级重点保护植物 2 种：为海南苏铁、坡垒；国家 II 级重点保护植物 12 种：分布为白桫欏、黑桫欏、大叶黑桫欏、金毛狗、野龙眼、野荔枝、青梅、海南红豆、软荚红豆、油楠、海南大风子、硬叶兰；海南省级重点保护植物 9 种：分别为海南韶子、红花天料木（母生）、幌伞枫、陆均松、琼崖柯、越南榆、长花龙血树、大序隔距兰、大叶寄树兰，具体分布见附图（保护植物分布图）。其中，白桫欏、海南苏铁（鹦哥岭路段外围）、海南红豆、软荚红豆、野荔枝、野龙眼、硬叶兰、长花龙血树、大序隔距兰距项目较近（离线路约 1-50 米）需挂牌保护，特别是海南苏铁（水满连接线内估算 2 株/每 250 平方米，道路红线外围估算 8 株/每 100 平方米），本种为国家一级重点保护植物，受工程直接影响，需要移植或避让。

#### 4.1.4.3 对海南热带雨林国家公园生态系统完整性和功能的影响

项目区建设在一定程度上将对海南热带雨林国家公园野生动植物、地质、地貌和水文等产生影响，从而直接影响到海南热带雨林国家公园结构完整性，同时也将间接地影响分布于该区域内各种动物的栖息、觅食等活动区域和生态习性，虽然从整个海南热带雨林国家公园来说，由于项目建设主要为狭带状分布，但涉及的植被主要是热带雨林次生林，特别是路基工程建设对动物的栖息、觅食、迁徙影响轻大，总体上工程建设对海南热带雨林国家公园结构完整性存在较大的负面影响。

海南热带雨林国家公园的保护功能主要体现在海南热带雨林国家公园的面积大小、生物生产力、结构完整性、水源涵养能力、水土保持功能等方面。特别是水满连接线项目建设新占用了一部分国家公园内的土地，特别是占用了较大面积的热带雨林次生林，虽然对海南热带雨林国家公园总面积影响较小，项目区仅涉及到海南热带雨

林国家公园的一般控制区。但项目的实施，对该海南热带雨林国家公园的生物生产力、结构完整性、水源涵养能力、水土保持等保护功能方面的影响均较大，路线需要进一步避让天然林。

#### 4.1.4.4 对海南热带雨林国家公园植被群落分布的影响

施工期，工程临时占地区的植被被彻底破坏，对自然植被覆盖度产生一定的短期影响；占地以部分次生雨林和人工植被为主，运行期将进行植被恢复，要求业主在热带雨林分布区恢复热带雨林，大部分区域第二年即可恢复到施工前的覆盖度水平。但工程永久占地区的植被被彻底破坏，对自然植被覆盖度产生不可逆的影响，特别是路基和其他工程等直接占用公园的植被面积为 54.4378 hm<sup>2</sup>，主要涉及的植被面积大小依次为低地雨林次生林、马占相思林、橡胶园、桉树林、灌丛等，对局部的热带雨林及其演替初期阶段的灌丛等自然植被覆盖度会产生较大的负面影响；其他相关工程建设过程也会导致评价区内的部分植物个体失去生长环境，必须严格控制施工占地范围，避免干扰、破坏用地范围外的植被，减小对当地自然植被群落的影响。

#### 4.1.4.5 小结

拟建公路项目建设后将占用植被面积 1136.6002hm<sup>2</sup>，施工活动将对项目占地区植被造成一定破坏，但不会造成区域植物群落种类降低，对区域群落结构影响可接受；施工活动占用园地为主，局部占用人工林、次生林边缘，公路占地区域植被将被破坏，植被覆盖度降低。公路不占用重点保护植物分区域土地，项目建设不会对重点保护野生植物分布造成影响，不会对重点保护野生植物生境造成破坏。随着公路建成，公路边坡绿化完成后，公路路基、边坡等区域植被覆盖度将恢复。同时，落实林地“占一补一”措施后，项目区域生态功能基本可以保持。项目运营后，加强对路基边坡植被养护工作，不会对区域植物群落、植被覆盖度造成影响。项目运营不会对重点保护野生植物分布与生境产生不利影响。

#### 4.1.5 对陆生野生动物的影响

公路项目对野生动物的影响主要是生境破碎化、通道阻隔、施工噪声和夜间车辆灯光等。本项目实施对动物的影响按施工期和营运期两个阶段分析。评价方法主要采用生态机理法，根据工程影响因子和动物种群分布现状，结合主要物种的生态习性，应用生态学的原理和方法进行分析。

##### 4.1.5.1 施工期对陆生脊椎动物的影响预测和分析

由于公路项目性质决定，公路施工期对项目评价区内的陆生脊椎动物影响主要为道路施工占地、清表、平整等机械干扰和施工人员活动、以及公路运输等干扰因素，这些变化会导致该区陆生脊椎动物生境具有一定的丧失，并且产生较大的施工干扰，影响了此范围内的陆生脊椎动物的活动区域、迁移途径、栖息和繁殖区域、觅食范围等，从而对当地陆栖脊椎动物产生影响。

### (1) 适应人为干扰能力不同受到影响不同

不同的陆生脊椎动物对于生境要求不同，其对人为干扰的适应能力也有不同，因此可以分为适应人为干扰能力较弱的陆生脊椎动物物种和适应人为干扰能力较强的陆生脊椎动物物种。

#### 1) 适应人为干扰能力较弱的陆生脊椎动物物种

这类物种要求具有人为干扰相对较小、保持相对完整或面积较大的生境，生境能为其提供食物、隐蔽等生存条件，对生境质量要求相对严格，受到生境丧失、人为干扰后容易引起这些物种在生境中的消失或远离该生境而进入到邻近干扰相对较小的相似生境。项目评价区具有一定适应人为干扰能力较弱的陆生脊椎动物物种，主要为仅记录于次生低地雨林、人工林缘、或坑塘河流溪流湿地的物种，包括两栖动物中的小湍蛙、细刺蛙、大绿臭蛙、脆皮大头蛙；爬行动物中的斑飞蜥、丽棘蜥、霸王岭睑虎、海南睑虎、四线石龙子、铜蜓蜥、古氏草蜥、坡普腹链蛇、繁花林蛇等。其中两栖爬行动物对施工噪音敏感性较差，50m 内施工所带来的噪音和影像干扰基本上对其没有明显的影响和干扰，只要施工没有破坏或污染其栖息生境，导致溪流次生林或生境受到施工污染影响，且大多数夜行性两栖爬行动物基本上不会受到明显的干扰影响，且大多数次生林两栖爬行动物都远离项目道路附近，因此施工所导致的直接伤害或影响也相对较小。对于适应人为干扰能力较弱的鸟类而言，次生林适应人为干扰能力较弱的鸟类比较敏感，一般在施工距离 100m 范围内就会引起逃离，而具有明显较大活动范围的鹰隼类和容易随着鸟浪进行觅食的类群就容易受到施工所产生的噪音和影像的干扰影响，而远离项目施工线路的湿地鸟类基本上不会受到施工干扰的影响，所以对于适应人为干扰能力较弱的鸟类而言，主要体现在鹰隼类、形成鸟浪觅食的迁移类群上比较明显。对于适应人为干扰能力较弱的哺乳动物而言，基本都是夜行性类群为主，施工在白天进行，基本上对其产生的干扰不明显，基本上也不会对其活动产生较为明显的影响，对于晨昏性和近晨昏昼行性的类群，基本上也远离道路线路

100m 以上，次生林地具有对施工噪音和影像的阻隔和削弱作用，因此影响也不那么明显和直接。

## 2) 适应人为干扰能力较强的陆生脊椎动物物种

除上述适应人为干扰能力较弱的陆生脊椎动物物种外，项目评价区记录的其他物种都属于适应人为干扰能力较强的物种，这些物种要求生境质量相对不严格，且在人为干扰生境可以正常生存和繁殖的类群，在生活史周期中经常受到人为干扰的影响，其具有较强的适应人为干扰能力，甚至部分物种喜好在人为干扰生境中获得食物或隐蔽资源。且这些物种基本以人工林、灌草丛、果园旱地、村落等生境为主要活动或取食生境，如两栖类黑眶蟾蜍、泽陆蛙、沼蛙、斑腿泛树蛙、花姬蛙；爬行类中国壁虎、疣尾蜥虎、截趾虎、变色树蜥、长尾南蜥、南滑蜥、钩盲蛇；鸟类中的珠颈斑鸠、山斑鸠、四声杜鹃、普通夜鹰、棕雨燕；哺乳动物中的小缺齿鼯、臭鼯、中菊头蝠、小菊头蝠、中蹄蝠、普通伏翼、倭花鼠、小家鼠等。这些适应人为干扰能力较强的物种基本都分布于人工林、灌草丛、村落、旱地等生境，这些物种可在人为干扰生境较为严重的生境进行分布、取食和繁殖，在非近距离（<50m）直接干扰和接触情况下，施工不会对这些物种产生明显的影响，但由于施工机械的清表、平整、占地和建设干扰较大，且施工具有明显的近距离干扰，因此也会对这些动物产生相对较大的影响，但这些物种还会在评价区范围内其他非直接近距离人为干扰区域进行栖息、取食等正常活动，不会直接导致评价区范围内这些动物种类和数量明显的降低或消失。

## (2) 不同路段不同施工区域陆生脊椎动物类群受到施工影响不同

施工期，路段所途径的陆生脊椎动物生境类型不同，施工所带来的施工干扰和影响也有差异，同时不同路段采取的施工方式不同也会对当地陆生脊椎动物产生不同的影响结果。

### 1) 牙叉连接线区域

对于牙叉连接线附近的道路施工区域，陆生脊椎动物生境基本都是人为干扰较为严重的人工林、灌草丛、坑塘河流湿地、村落建筑、农田旱地等生境构成，陆生脊椎动物组成都是以适应人为干扰能力较强的物种和保护动物构成，缺乏适应人为干扰能力较弱的物种，且都是常见的物种构成，因此施工道路 50m 内会具有一定的直接近距离干扰，会导致部分生境的丧失和扰动，但只会影响到道路施工区两侧 50m 内的陆生脊椎动物组成，不会改变评价区陆生脊椎动物组成和性质，对于陆生脊椎动物物种、群落组成、生境连通性和阻隔性基本上所产生的影响也相对较小，道路施工可能会具

对两栖爬行动物具有一定的阻隔作用，但由于该区河流采取桥梁方式进行，因此基本上也不会对两栖爬行动物产生明显的阻隔作用。

## 2) 主线工程区域

起点什运互通 K0~K4+070 段，路线桥梁较多，且占用的陆生脊椎动物生境主要为人工林生境，陆生脊椎动物组成相对简单，缺乏适应人为干扰能力较弱的物种和保护动物，因此，施工基本上只对道路两侧 50m 范围内具有一定的扰动和影响，不会对评价区陆生脊椎动物组成和性质具有明显的影响。

对于 K4+070 隧道进口区域，主要为次生低地雨林生境，附近具有次生林溪流生境，但具有一定的距离（80m 左右），隧道进口区域施工会带来施工噪音和影像的扰动，但对于附近的两栖爬行动物和重点保护两栖爬行动物而言，其对噪音和影像干扰不敏感，且具有林地相阻隔，因此只要防治水污染就不会对其产生明显影响；对于隧道进口附近的适应人为干扰能力较弱的鸟类而言，大多数远离施工隧道口区域相对较远，且距离有 400m 左右距离，基本也不会远离其活动范围，因此受到施工干扰影响相对较小；但对于活动范围较大的黑耳鸢而言，需要在空中进行觅食活动，施工会带来影像上的干扰和阻隔，而使其活动范围受到一定的限制，但隧道口占地面积较小，基本上也不会对其生境面积、连通性和适宜性生境产生明显的影响，只是施工期限限制其活动范围；对于豹猫等适应人为干扰能力较弱的哺乳动物而言，夜行性，白天隐蔽，因此夜间停止施工也不会具有明显的噪音和扰动，白天隐蔽也不会受到较为明显的影响。

K4+070 ~K12+330 隧道段，其施工方式采取隧道方式进行，隧道施工方式基本上仅在隧道出入口具有明显的施工扰动和影响，隧道上方陆生脊椎动物生境基本以次生低地雨林为主，并包括次生林溪流生境和少量的人工林生境，隧道基本上对陆生脊椎动物生境没有产生破坏和干扰，且隧道施工作业由于具有一定的深度，岩层及地被植被具有一定的施工噪音削弱作用，因此对地面陆生脊椎动物生境基本上没有影响和扰动，且传递到地面的噪音也不会明显，因此对隧道上方的陆生脊椎动物不会产生明显的影响，即便该区具有很多适应人为干扰能力较弱的陆生脊椎动物物种和重点保护动物构成。

从 K12+330 隧道出口至终点 K15+563 区域：沿线基本为人工林、旱地、村落等陆生脊椎动物生境，因此陆生脊椎动物群构成上基本也是以适应人为干扰能力较强的物种和保护动物构成，偶见灌草丛褐翅鸦鹃、坑塘湿地白鹭、人工林缘活动的褐耳鹰

等适应人为干扰能力较弱的物种构成，褐翅鸦鹃和白鹭都远离道路施工区域相对较远（200m 以上），且具有人工林对施工噪音和影像的阻隔和削弱作用，因此施工期基本上也不会对褐翅鸦鹃和白鹭等适应人为干扰能力较弱的物种具有明显的影响，且施工道路和隧道口两侧也没有相似生境从而形成生境的阻隔作用，因此基本上对它们影响较小；但对于褐耳鹰而言，其活动范围相对较大，其在热带雨林国家公园生境内主要活动区域，由于要在空中进行觅食活动，因此施工所带来的影像会具有一定的干扰作用，而对其在周边觅食活动范围具有一定的干扰作用，但对其生境面积、生境适宜性和生境连通性影响不大。

### 3) 水满连接线段

从起点 L2K0~L2K5 段基本利用原有水泥路进行改建，L2K5~L2K6 段基本位于废弃采矿区，且周边大多数陆生脊椎动物生境以人工林为主，受到的人为干扰相对较为明显，且公路占地相对较小，改建内容相对较少，产生的施工噪音和影像干扰也就相对较小，且陆生脊椎动物群组成基本上是适应人为干扰能力较强的物种和保护动物为主，因此该段施工所带来的影响和扰动相对较小，基本上不会改变道路两侧 50m 范围内的陆生脊椎动物组成，除 L2K1 附近具有活动范围较大的褐耳鹰会受到施工噪音和影像的干扰而限制其活动范围外，基本上不会对当地陆生脊椎动物组成产生明显的影响。

而 L2K6 段~L2K19 段，基本上偏离了原有土路，而是新建公路，且所途经的路域范围的陆生脊椎动物生境主要以次生低地雨林为主（L2K13 附近具有少量的人工林生境），原有土路已经对次生低地雨林产生了切割和片段化作用，新建道路又对次生低地雨林生境产生了新的切割和片段化，因此施工在该段会加剧次生低地雨林生境的破碎化、片段化和隔离性，次生低地雨林生境的完整性、生态性和功能性都会受到较为明显的影响，其生态过程也会受到较为明显的影响。同时该段具有相对较多的适应人为干扰能力较弱的陆生脊椎动物群和重点保护物种，包括绿翅金鸠、蓝须夜蜂虎、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、蛇雕、原鸡、豹猫、山皇鸠、黑耳鸢、鹧鸪等重点保护物种，因此受到施工干扰和影响也较为明显。不仅新建公路破坏了陆生脊椎动物生境，关键是加剧了生境的片段化和切割，导致了连续生境出现了隔离和阻隔，导致了其迁移的阻隔，同时原有道路和新建公路的累积效应也会更加突出，因此会较为明显的影响该区次生低地雨林栖息的适应人为干扰能力较弱的物种和保护动物在附近的觅食和迁移，同时新建公路会改变公路两侧陆生脊椎动物群的组成和性质，使开阔地

带的适应人为干扰能力较强的物种得以入侵并与当地适应人为干扰能力较弱的物种产生竞争和相互影响。

#### 4.1.5.2 营运期对陆生脊椎动物的影响预测和分析

公路施工期结束后进入恢复期，施工期时的机械的噪音和施工人员干扰消失，公路施工时间的车辆运输也会终止而恢复到施工前的水平，因此伴随大规模的干扰消失，项目评价区进入到陆生脊椎动物群落和动物生境恢复期。

对于非隧道建设区域，恢复期主要体现在道路养护及绿化带绿化上，恢复期时，由于绿化洒水浇水等作用，对于亲水性的两栖动物而言具有一定的吸引作用，泽蛙、黑眶蟾蜍、花姬蛙等会慢慢从评价区湿地附近扩散进入绿化带草地及林地中，喜欢开阔地带生活的爬行动物如变色树蜥、长尾南蜥也会受到新辟生境的吸引而扩大分布区域，在道路绿化区域进行活动和栖息，对于施工期直接干扰产生近距离影响的鸟和哺乳动物而言，恢复期伴随着施工等人为干扰的消失，适应能力较强的物种或重点保护动物如小白腰雨燕、戴胜、家燕、黄胸鼠等会很快扩散，并由于绿化带潮湿和新增空格生态位而受到吸引，重新进入原有分布区，种类和数量很快能恢复到原有水平，因此在道路附近绿化带周围的动物群落、种类和数量得以有效的恢复。

项目经过短暂的恢复期后，绿化已经营造完毕、道路设施及养护已经达到通车标准，此时公路开通通车，因此进入到项目营运期。项目进入营运期，对陆生脊椎动物的干扰影响主要体现在公路的生境阻隔作用、车辆的影像、车辆鸣笛、车辆灯光、车辆车速及对动物的碾压和冲撞上。

#### 4.2.1 不同陆生脊椎动物类群营运期受到影响不同

##### (1) 公路产生的阻隔作用

隧道区域基本上在地下，地被生境保持连续和完整性，因此不会在营运期产生生境阻隔作用。但非隧道区域路段，会形成两侧陆生脊椎动物生境的阻隔和不连续性，且营运期道路的阻隔作用对于不同动物产生的影响不一致。

而对于适应人为干扰能力较强的部分鸟类和兽类而言，道路阻隔作用相对较小，在项目进入恢复期时就能分布至道路绿化带附近，虽然营运期初期车辆的通行会暂时性对其在绿化带附近的栖息和活动产生一定的近距离干扰影响，但经过一段时间适应之后，这种车辆通行就不会对适应人为干扰能力较强的鸟兽产生明显的影响，只要车辆正常通行未出现临时性停车的人员停歇，都不会导致绿化带附近停歇的鸟兽受到明显的影响；

但对于适应人为干扰能力较弱的部分鸟类和兽类而言，道路的阻隔作用和生境的不连续性会产生明显的危险性，因此就道路阻隔作用就非常明显，很难在道路之间形成穿越，同时车辆通行也对其形成较为明显的阻隔作用，因此次生林生境道路阻隔作用就显现的更为突出和明显。

### **(2) 车辆的影像影响**

隧道区域由于在地下，因此车辆影像不会对地面产生影响。而非隧道区域车辆的影像影响对于鸟类相对突出，对于其他陆生脊椎动物基本影响相对较小，适应人为干扰能力较强的鸟类能够相对较快的适应周围环境中出现的车辆影像，绿化带附近栖息和活动的种类基本不会受到明显的影响；而对于褐耳鹰、黑耳鸢、蛇雕而言，营运期初期，车流影像影响会相对明显，导致其在取食飞翔过程中会远离道路附近，在相对较远距离范围外进行活动。

### **(3) 车辆的鸣笛和噪音影响**

对于不同陆生脊椎动物影响不一致，对于两栖爬行动物而言，由于其声音敏感性相对较差，更多的接受声音是来自于地面的震动干扰，但车辆通行时间相对短暂，持续影响时间相对较小，因此车辆鸣笛基本不会干扰到两栖爬行动物在绿化带附近的栖息和活动；对于鸟类和兽类而言，声音干扰基本来自于空气传播，因此相对影响较大，尤其是对适应人为干扰能力较弱的次生低地雨林物种而言，车辆鸣笛和人员噪音干扰就显得更为明显和突出，非隧道路面道路在人工林区域段，基本上都是适应人为干扰能力较强的鸟兽，因此影响较小；但非隧道次生低地雨林生境区域的道路，车辆鸣笛和人员噪音就会影响较为明显，主要是对适应人为干扰能力较弱的鸟兽影响较为突出，尤其是突然的鸣笛会产生惊吓和非条件反射，甚至会形成累积影响效应而导致次生低地雨林生境附近的适应人为干扰能力较弱的物种受到惊吓，甚至导致道路两侧次生林很多物种的缺失和真空分布状态。

### **(4) 道路和车辆灯光影响**

隧道路段照明和车辆灯光基本都处于地下，因此不会对地面陆生脊椎动物产生影响。

而非隧道路段车辆在夜间行驶会开启远光或近光灯进行照明行车。在营运期主要体现在车辆夜行灯光所产生的影响。对于两栖爬行动物而言，相对影响较小，由于具有道路两侧绿化带的阻隔，基本不会对其绿化带附近分布产生明显负面作用；对于昼行性的鸟类和兽类而言，由于其似昼夜节律的存在，夜间道路照明灯和车辆灯光的存

在，在一定程度上会使道路两侧光线和亮度增加，会在一定程度上缩短其昼夜活动节律，使其在道路两侧的活动时间具有一定程度的降低；对于夜行性和晨昏性的臭鼬、普通伏翼等，灯光会使其昼夜活动节律延长，增加其活动时间，但由于外源性和内源性共同影像，基本不会对昼夜节律产生较大的影响。

#### **(5) 车辆车速及对动物的碾压和冲撞影响**

非隧道区域道路在营运期可能潜在影响相对较大，由于道路建设本身就存在一定的生境阻隔作用，使得分布于道路两侧相似生境的陆生脊椎动物进行迁移受到一定的限制性作用，同时绿化带建设有时候会具有一定吸引当地灌丛动物群落及人工林动物群落的作用。

因此在营运期时，会在一定程度上存在动物迁移受阻而进行穿越道路的现象发生，如两栖爬行动物和小型兽类会直接选择在路基相对低平地进入道路，鸟类尤其是灌草丛鸟类容易受到低矮绿化带吸引而分布或活动于附近，且这些鸟类特别喜欢在低矮绿化带附近进行道路穿越，因此就会在营运期受到车辆车速影响而产生一定的碾压、碰撞等现象的发生。

#### **4.1.5.3 对非国家公园范围重点保护陆生脊椎动物的生态影响预测和分析**

项目评价区所记录的重点保护陆生脊椎动物中，只有银胸丝冠鸟、黑领噪鹛、小黑领噪鹛、黑喉噪鹛具有小群聚集现象，其他重点保护物种没有发现聚集成群进行取食、聚集繁殖、聚集越冬或聚集停留的生境，即便是处于数量优势种的珠颈斑鸠、白头鹎也是在评价区零星分布。

##### **(1) 施工期对非国家公园重点保护陆生脊椎动物的生态影响预测与分析**

由于只有褐翅鸦鹃、白鹭、珠颈斑鸠、山斑鸠、白头鹎、倭花鼠、赤腹松鼠等7种重点保护物种记录于非海南热带雨林国家公园范围，这些重点保护陆生脊椎动物生境类型基本以人工林缘、村落和灌草丛生境为主，除褐翅鸦鹃适应人为干扰能力较弱外，基本都是适应人为干扰能力较强的重点保护物种，且仅发现褐翅鸦鹃、珠颈斑鸠、白头鹎和倭花鼠在项目评价区具有零星的繁殖，而白鹭和山斑鸠并没有发现繁殖现象。

对于褐翅鸦鹃而言，其喜好生境为灌草丛生境，记录位点远离道路K14南侧线路200m以上，且之间具有人工林隔离，因此施工期所产生的噪音和影像干扰基本都会受到人工林的阻隔和削弱作用不会对褐翅鸦鹃的正常活动产生明显的影响，且道路东侧区域没有灌草丛生境，因此基本上施工期也不会对其迁移产生阻隔影响。

对于白鹭而言，位于 K14 和 BK1 之间的西侧坑塘湿地，其活动生境距离线路 380m 以上，之间具有村落和林地等生境阻隔，且项目评价范围东侧区域没有湿地生境，因此施工期所产生的噪音和影像基本上对白鹭没有干扰和影响。

对于山斑鸠而言，其位于 K14 与 K13 之间的西侧区域，记录于农田旱地生境，距离线路 300m 左右直线距离，之间具有人工林阻隔，其主要喜好农田旱地、人工林缘活动，且线路东侧基本都是连续的人工林而缺乏农田旱地生境，因此施工基本上也不会对山斑鸠产生明显的影响。

对于珠颈斑鸠、白头鹎而言，主要分布区域为非热带雨林国家公园的农田旱地、村落、林缘等生境，且在非热带雨林国家公园范围分布个体相对较多，适应人为干扰能力较强。对于牙叉连接线路段、K3、互通匝道 DK1、BK1 而言，会具有施工期线路的直接近距离干扰影响，但影响范围基本在 50-100m 内，施工近距离会导致其远离干扰进入到邻近相似生境进行栖息或停留，但施工所带来的项目永久占地面积较小，且其飞行具有一定的高度，施工基本上不会对其产生明显的生境阻隔，且这 2 种生境并非单一，村落、林缘、旱地农田等基本都是其喜好取食和停留的生境，因此施工期基本上仅对近距离产生扰动影响，在村落城市人员流动的情况下基本也能适应的类群。

对于倭花鼠见于 K15 与 G361 什邦线之间建筑林地、BK1 和 K14 西侧村落林地、K13 (ZK13) 隧道口南侧林地，仅 K15 与 G361 什邦线之间建筑林地的倭花鼠会受到施工的近距离直接干扰影响，其他位点距离线路都在 100m 以上，施工基本上不会对其产生干扰影响，但 K15 与 G361 什邦线之间的建筑林地基本上不会受到施工影响和破坏，虽然近距离施工会导致其远离干扰而进行隐蔽，但其近晨昏性昼行性节律，基本上施工对其影响也相对较小。

对于赤腹松鼠而言位于 K14 与西南侧的村落林地，距离线路 200m 以上，其线路西侧都是人工林生境，因此施工距离相对较远，且具有人工林阻隔作用，因此施工基本上不会对其产生阻隔影响。

## (2) 营运期对非国家公园重点保护陆生脊椎动物的生态影响预测与分析

### 1) 道路产生的阻隔作用

由于白鹭、褐翅鸦鹃、山斑鸠、倭花鼠、赤腹松鼠主要分布于项目线路西侧区域生境，而线路东侧缺乏其喜好生境，且基本都远离项目线路区域，因此不存在道路对其生境之间迁移的阻隔作用。而对于珠颈斑鸠、白头鹎而言，虽然线路两侧都是相似

生境，但其迁飞能力较强且飞行高度较高，因此基本上道路营运也不会对其在两侧生境之间迁移产生阻隔作用，且已建很多道路两侧能自由穿越并未在高速路或公路运营过程中出现过阻隔、冲撞等现象发生。

## 2) 车辆的影像影响

由于褐翅鸦鹃和白鹭属于适应人为干扰能力较弱的物种，但其分布生境距离线路相对较远，且有人工林的阻隔作用，因此营运期道路车辆产生的影像基本上对其不会产生负面影响。山斑鸠、赤腹松鼠和倭花鼠适应人为干扰能力较强，且多数距离道路较远，也不会受到车辆营运产生的影像所影响。对于珠颈斑鸠、白头鹎而言，已经适应了人居生境和道路两侧绿化带等生境，也是城市和村落道路生境常见物种，营运期非人员近距离停留基本上不会对其产生明显的扰动影响。

## 3) 车辆的鸣笛和噪音影响

车辆鸣笛和噪音基本上仅对适应人为干扰能力较弱的重点保护物种产生影响，但褐翅鸦鹃和白鹭 2 种适应人为干扰能力较弱的保护物种基本都分布于道路线路西侧区域距离线路 200m 以上的距离，且与线路之间具有人工林的阻隔，人工林对车辆鸣笛和噪音具有一定的削弱作用，且也没有影像的交互影响，因此基本上对褐翅鸦鹃和白鹭没有影响。对于山斑鸠、赤腹松鼠和倭花鼠而言，适应人为干扰能力相对较强，且相对远离道路线路，因此影响也相对较小。但对于珠颈斑鸠和白头鹎而言，营运期会靠近道路线路区域两侧生境，车辆运营噪音对其影响较小，但车辆近距离的突然鸣笛会产生一定的惊扰作用，但基本上不具有持续性影响。

## 4) 道路和车辆灯光影响

由于褐翅鸦鹃、白鹭、赤腹松鼠、山斑鸠等距离道路线路区域较远，且与项目线路道路之间具有人工林阻隔，因此道路和车辆的灯光基本上对其没有任何影响。对于珠颈斑鸠、白头鹎、倭花鼠而言，虽然有部分个体距离道路线路较近，但因其野外隐蔽休息，道路灯光和车辆灯光基本上对其影响不大，虽然在一定程度上影响了其昼夜活动节律，但由于似昼夜活动节律的存在，因此基本上也不会受到较为明显的影响。

## 5) 车辆车速及对动物的碾压和冲撞影响

对于上述重点保护物种而言，除褐翅鸦鹃分布于灌草丛生境中外，其余都分布于农田旱地、村落林地或坑塘湿地等生境，且其飞行迁移高度与道路相比较高，或不进行迁移穿越，因此基本上不会受到车辆运行车辆的冲击和碾压影响。但对于褐翅鸦鹃而言，虽然项目范围内发现的位点距离线路项目区具有一定的距离，但营运期道路两

侧如果采取灌草丛绿化带的设置，且道路两侧没有茂密的乔木生境，就会容易吸引褐翅鸦鹃靠近道路两侧灌草丛生境，且褐翅鸦鹃喜好穿越低矮灌草丛，采取低飞穿越方式，因此就容易成为潜在的冲撞和碾压的对象，已建的高速公路等研究已经证实，道路两侧低矮的灌丛容易引发褐翅鸦鹃的低飞穿越和被车辆碾压和冲撞的现象发生。

### (3) 对非国家公园重点保护陆生脊椎动物的生境质量、连通性影响

由于褐翅鸦鹃、白鹭、山斑鸠、赤腹松鼠基本都分布于道路线路的西侧区域，且东侧区域并没有这些重点保护物种的相似性生境，且道路建设施工并没有占据其生境，因此项目对这些重点保护物种的生境质量、适应性生境面积、生境连通性产生影响。对于倭花鼠而言，仅部分受到施工影响，但其生境基本没有受到改变，且其活动范围相对较小且固定，因此也没有受到施工和营运影响其生境质量、适宜性生境面积和生境连通性。

对于珠颈斑鸠、白头鹎而言，项目线路会占据一部分生境，但由于珠颈斑鸠和白头鹎适应人为干扰能力较强，且其生境具有多样化，相似性生境在道路线路两侧面积很大，且其具有较强的迁移能力，因此基本上其生境质量、适宜性生境面积和生境连通性不会受到明显的影响。

#### 4.1.5.4 对海南热带雨林国家公园陆生脊椎动物的影响预测和分析

##### (1) 对生物群落的影响

对陆生脊椎动物而言，施工和营运期对其群落影响主要体现在施工和营运期对施工和营运道路附近陆生脊椎动物生境中陆生脊椎动物种类和数量的变动上，从施工带来的生境影响以及噪音和影像的干扰上，以及施工所带来的影像阻隔上；同时营运期车辆营运和道路的阻隔作用所产生的对动物群组成和性质的影响上。

##### 1) 施工期影响

施工期对于不同路段影响会具有明显的差距和变化，

主线 K0+470~K4+070 段，即什运互通至隧道入口段，该段受到人为干扰影响明显，国家公园分布不连续，基本上是以人工林为主的陆生脊椎动物群，缺乏适应人为干扰能力较弱的物种，因此施工基本上不会明显改变动物群结构。

对于 K4+070 隧道入口区域，施工会存在较为明显的干扰影响，且该区次生林陆生脊椎动物群保持相对较好，施工会明显对次生林适应人为干扰能力较弱的物种产生明显的影响，会导致施工 300m 范围内适应人为干扰能力较弱的鸟类和兽类受到一定的影响，对于黑耳鸢、豹猫、海南柳莺、赤红山椒鸟、灰喉山椒鸟、白喉扇尾鹟、橙

腹叶鹎、红头咬鹃等活动范围产生一定的限制和阻隔作用，从而导致隧道施工 200-300m 范围内陆生脊椎动物群的变化，而引起适应人为干扰能力较弱的物种在该隧道范围种类和数量下降，但整体上对热带雨林国家公园区域陆生脊椎动物群组成和结构影响不大，即影响范围有限；

对于 K4+070~K12+330 隧道段来说，以隧道方式通过国家公园区域，且 K12+330 隧道出口不在国家公园范围之内，隧道口施工基本上不会对国家公园内陆生脊椎动物组成产生明显的施工干扰影响，除了黑耳鸢活动范围会受到一定的限制，但总体上不会对热带雨林国家公园范围内陆生脊椎动物群组成和性质产生较为明显的改变，因此影响较小；对于隧道区域由于采取地下穿越方式进行，不会对地被和陆生脊椎动物生境产生破坏和改变，且地下钻隧道由于具有一定的深度和密闭性，施工所产生的噪音会在一定的程度上被土层吸附和削弱，因此传递到地被和空气中的噪音相对较小，且没有明显的影像干扰，基本上也不会对隧道区域热带雨林国家公园内陆生脊椎动物群组成和结构产生明显的改变和影响；

对于 K12+330-K15+563 段而言，由于不在热带雨林国家公园范围内，且距离国家公园具有一定的距离，因此施工基本上不对国家公园附近的陆生脊椎动物群产生明显的影响，不会明显改变附近热带雨林国家公园陆生脊椎动物组成和性质；但由于该路段地面施工会存在一定的噪音和影像干扰，对于空中飞翔和觅食活动的褐耳鹰会有一些的潜在影响，会导致褐耳鹰活动范围具有一定的偏移，会由于施工而受到一定的干扰影响而向热带雨林国家公园东侧生境偏移，但对该区域整体上国家公园陆生脊椎动物组成不会具有明显的改变；

对于水满连接线而言，由于均为地面工程施工区域，因此施工所带来的噪音和影像干扰比较明显。对于起点 L2K0-L2K6 段而言，陆生脊椎动物生境受到人为干扰较为明显，基本上都是适应人为干扰能力较强的陆生脊椎动物群和物种所构成，虽然施工会对 50m 范围内适应人为干扰能力较强的物种具有一定的直接干扰影响，但基本上不会改变区域内陆生脊椎动物组成和性质，因此影响较小，但对于褐耳鹰的活动范围会具有一定的限制，使其活动范围会相对偏离施工道路区域 300m 范围外。对于 L2K6~L2K14、L2K16~L2K18 路段，基本都是次生低地雨林生境，陆生脊椎动物基本以次生林特色的动物群和适应人为干扰能力较弱的物种构成，因此该段施工会对道路两侧 300m 范围内陆生脊椎动物组成和结构具有一定的影响和改变，对于绿翅金鸠、蓝须夜蜂虎、赤腹松鼠、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、蛇雕、黑喉噪鹛、原鸡、豹猫、鹇

鸫、红头穗鹛、灰眶雀鹛、白喉扇尾鹛、棕颈钩嘴鹛等适应人为干扰能力较弱的物种在施工道路 300m 范围的活动产生影响，导致施工道路区域 300m 范围动物群结构的改变。对于 L2K14-L2K15、L2K18-L2K19+682 终点等段由于基本上以适应人为干扰能力较强的物种构成，因此基本上不会改变当地动物群结构和组成。

对于海南特有种的影响上，公路施工基本上没有涉及到评价区 7 个特有种的生境破坏和损失，因此施工基本上对特有种的影响较小。

## 2) 营运期影响

营运期对动物群的影响主要体现在道路的阻隔和影像的影响上，从而对动物群结构组成产生一定的影响。

主线 K0+470~K4+070 即什运互通至隧道入口段，该路段区域受人为干扰影响明显，国家公园分布也不连续，动物群组成是适应人为干扰能力较强的物种为主，因此该段动物群结构不会具有明显的影响和变化。

对于 K4+070 隧道入口区域，营运初期会存在较为明显的干扰影响，且该区次生林陆生脊椎动物群保持相对较好，营运初期会明显对次生林适应人为干扰能力较弱的物种产生明显的影响，会导致营运初期 200m 范围内适应人为干扰能力较弱的鸟类和兽类受到一定的影响，对于黑耳鸢、豹猫、海南柳莺、赤红山椒鸟、灰喉山椒鸟、白喉扇尾鹛、橙腹叶鹛、红头咬鹃等活动范围产生一定的限制和阻隔作用，从而导致隧道附近 200m 范围内陆生脊椎动物群的变化，而引起适应人为干扰能力较弱的物种在该隧道范围种类和数量下降，但整体上对热带雨林国家公园区域陆生脊椎动物群组成和结构影响不大，即影响范围有限，但营运后期适应之后，基本上陆生脊椎动物群会恢复到施工前水平；

对于 K4+070-K12+330 隧道段而言，以隧道方式通过热带雨林国家公园区域，且 K12+330 隧道入出不在国家公园范围之内，隧道区域由于营运期地下方式营运通行，不会对地被和陆生脊椎动物产生影像和噪音干扰，因此不会对隧道区域热带雨林国家公园内陆生脊椎动物群组成和结构产生明显的改变和影响；

对于 K12+330~K15+563 段而言，由于不在国家公园范围内，且距离国家公园具有一定的距离，因此营运期基本上不对国家公园附近的陆生脊椎动物群产生明显的影响，不会明显改变附近国家公园陆生脊椎动物组成和性质；但营运初期由于该路段会存在一定的噪音和影像干扰，对于空中飞翔和觅食活动的褐耳鹰会有一定的潜在影

响，会导致褐耳鹰活动范围具有一定的偏移，但对该区域整体上国家公园陆生脊椎动物组成不会具有明显的改变；

对于水满连接线而言，营运期基本上都是通行车辆区域，因此营运期所带来的噪音和影像干扰比较明显。对于起点 L2K0~L2K6 段，陆生脊椎动物生境受到人为干扰较为明显，基本上都是适应人为干扰能力较强的陆生脊椎动物群和物种所构成，营运期非驻留和人员停留基本上不会改变 50m 道路区域内陆生脊椎动物组成和性质，因此影响较小，但营运初期对于褐耳鹰的活动范围会具有一定的限制，使其活动范围会相对偏离施工道路区域 300m 范围外，而营运后期基本上不会对其具有明显的影响。对于 L2K6~L2K14、L2K16~L2K18 段，基本都是次生低地雨林生境，陆生脊椎动物基本以次生林特色的动物群和适应人为干扰能力较弱的物种构成，因此该段营运期会对道路两侧 300m 范围内陆生脊椎动物组成和结构具有一定的影响和改变，对于绿翅金鸠、蓝须夜蜂虎、赤腹松鼠、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、蛇雕、黑喉噪鹛、原鸡、豹猫、鹧鸪、红头穗鹛、灰眶雀鹛、白喉扇尾鹛、棕颈钩嘴鹛等适应人为干扰能力较弱的物种在道路 300m 范围的活动产生影响，导致运营期道路 300m 范围动物群结构的改变。对于 L2K14-L2K15、L2K18-L2K19+683 终点等段由于基本上以适应人为干扰能力较强的物种构成，因此基本上不会改变当地动物群结构和组成。

## （2 对生物群落重要种类的影响

对于非次生林重要组成的重点保护物种，如白胸翡翠、褐翅鸦鹃、白鹭、池鹭、矶鹬、珠颈斑鸠、山斑鸠、白头鹎、倭花鼠等，施工仅对珠颈斑鸠、白头鹎具有一定的直接干扰影响，但仅涉及到局部个体，且未发现集中影响的集群取食、集群栖息或集群繁殖或夜宿的生境，因此影响相对较小，且营运期基本上影响恢复到施工前水平。

对于次生林生境重点组成的重点保护物种，如脆皮大头蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、黑耳鸢、褐耳鹰、蛇雕、原鸡、山皇鸠、红头咬鹃、蓝须夜蜂虎、银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛、豹猫、细刺蛙、大绿臭蛙、海南溪树蛙、斑飞蜥、舟山眼镜蛇、绿翅金鸠、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺、鼯猴、赤腹松鼠等，不用类群影响不一致。对于重点保护两栖动物基本都属于次生林溪流和河流物种，道路施工和营运基本都远离次生林溪流和河流，因此道路施工和营运只要没有水体和油污污染，基本上不会对重点保护两栖动物物种产生明显的影响，且道路营运期基本上也不会对其具有阻隔和碾压等影响；对于霸王岭睑虎、海南睑虎、斑飞蜥、舟山眼镜蛇等也远离道路施工和

营运区域，基本上也不会对其产生明显的影响；对于隧道出入口区域，对于褐耳鹰、黑耳鸢、豹猫、海南柳莺在施工期具有一定的影像和噪音干扰影响，但只是对其局部的活动范围和迁移具有暂时性的影响，不会对其在国家公园的组成产生明显的影响，运营期影响基本降低至施工前水平；而对于隧道穿越区域的重点保护次生林重要物种而言，施工和营运处于地下，基本上不会对它们产生明显的影响。

对于水满连接线附近次生林分布的重要保护物种影响上，褐耳鹰在L2K1附近段属于利用原有道路，施工和营运影响基本在之前具有道路交通存在，因此影响只是施工期影像具有一定的干扰和阻隔作用；而L2K8段至L2K19终点区域段，基本上都属于新建道路，并非利用原有道路，因此施工不仅会形成新的栖息地连通性阻隔，同时也存在施工的影像和噪音干扰作用，营运期又存在新建道路和原有道路之间的累积影响效应，因此相对影响较大，主要对重要保护物种的绿翅金鸠、蓝须夜蜂虎、赤腹松鼠、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、蛇雕、黑喉噪鹛、原鸡、豹猫、山皇鸠、鹧鸪等产生阻隔和干扰影响，施工期主要体现在噪音和影像的干扰影响上，直接导致这些物种远离施工新建道路区域300m范围，甚至蛇雕会远离该区域次生林生境进行活动，而施工也会导致其在施工范围300m范围内迁移受到一定的影响，同时施工又产生了新的片段化生境问题，导致栖息地连通性受到影响，新建道路和原有道路的累积影响效应会进一步加剧，改变了这些次生林物种的活动范围和迁移路径，因此水满连接线位于次生林区域新建路段相对影响较大。

### （3）对特有种的影响

项目评价区共记录海南特有陆生脊椎动物种 7 种，分别为小湍蛙、细刺蛙、脆皮大头蛙、海南溪树蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、海南柳莺，由于小湍蛙、细刺蛙、脆皮大头蛙、海南溪树蛙都分布于次生林溪流和河流生境，且基本都在隧道穿越区域，施工和营运基本上对地被生境不会造成影响和损失，只要施工作业和营运期不会对溪流和河流产生水体污染、油污等现象，基本上不会对这些特有两栖动物产生影响；海南睑虎和霸王岭睑虎也位于隧道穿越区且具有一定的距离，由于爬行动物对噪音和影像的非敏感性，因此基本上也不会存在明显的影响；对于海南柳莺而言，也基本分布于隧道穿越区附近，距离隧道口具有一定的距离，施工和营运基本上对其不存在影响。

### （4）对重点保护物种的影响

重点保护物种中除了白胸翡翠、褐翅鸦鹃、白鹭、池鹭、矶鹬、珠颈斑鸠、山斑

鸠、白头鹎、倭花鼠属于库塘河流水田湿地、灌草丛、人工林、村落物种组成外，虽然白胸翡翠、褐翅鸦鹃、白鹭、池鹭、矶鹬适应人为干扰能力相对较弱，但对于白胸翡翠、褐翅鸦鹃、白鹭、池鹭、矶鹬、倭花鼠距离较远，施工和营运基本上对其不会具有明显的影响，也不会影响其生境的连通性；而施工仅对珠颈斑鸠、白头鹎具有一定的直接干扰影响，但仅涉及到局部个体，且未发现集中影响的集群取食、集群栖息或集群繁殖或夜宿的生境，因此影响相对较小，且营运期基本上影响恢复到施工前水平。

对于次生林生境重要组成的重点保护物种，如脆皮大头蛙、霸王岭睑虎银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛、豹猫、细刺蛙、大绿臭蛙、海南溪树蛙、斑飞蜥、舟山眼镜蛇、绿翅金鸠、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺、鼬獾、赤腹松鼠等，不同类群影响不一致。对于重点保护两栖动物基本都属于次生林溪流和河流物种，道路施工和营运基本都远离次生林溪流和河流，因此道路施工和营运只要没有水体和油污污染，基本上不会对重点保护两栖动物物种产生明显的影响，且道路营运期基本上也不会对其具有阻隔和碾压等影响；对于霸王岭睑虎、海南睑虎、斑飞蜥、舟山眼镜蛇等也远离道路施工和营运区域，基本上也不会对其产生明显的影响。

对于水满连接线附近次生林分布的重要保护物种影响上，褐耳鹰在L2K1附近段属于利用原有道路，施工和营运影响基本在之前具有道路交通存在，因此影响只是施工期影像具有一定的干扰和阻隔作用；而L2K8段至L2K19终点区域段，基本上都属于新建道路，并非利用原有道路，因此施工不仅会形成新的栖息地连通性阻隔影响，同时也存在施工的影像和噪音干扰作用，营运期又存在新建道路和原有道路之间的累积影响效应，因此相对影响较大，主要对重要保护物种的绿翅金鸠、蓝须夜蜂虎、赤腹松鼠、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、蛇雕、黑喉噪鹛、原鸡、豹猫、山皇鸠、鹧鸪等产生阻隔和干扰影响，施工期主要体现在噪音和影像的干扰影响上，直接导致这些物种远离施工新建道路区域300m范围，甚至蛇雕会远离该区域次生林生境进行活动，而施工也会导致其在施工范围300m范围内迁移受到一定的影响，同时施工又产生了新的片段化生境问题，导致栖息地连通性受到影响，新建道路和原有道路的累积影响效应会进一步加剧，改变了这些次生林物种的活动范围和迁移路径，因此水满连接线位于次生林区域新建路段相对影响较大。

综上，项目建设对重点保护陆生脊椎动物物种存在一定的影响，相比较而言水满连接线新建道路会导致施工期和营运期存在明显的栖息地连通性影响，同时原有道路

的累积效应也会增加片段化效应，所以水满连接线新建道路区域影响较为明显和突出，而其他区域影响程度相对较低，不会导致评价区范围重点保护物种种类和数量的明显变化。

#### 4.1.5.5 陆生脊椎动物生态影响评价结论

通过实地调查、历史资料查询和生态影响论证，项目评价区涉及到一般评价区和海南热带雨林国家公园生态敏感区，项目一般评价区陆生脊椎生境组成主要由人工林、湿地、灌草丛、旱地、村落等构成，生境类型组成受到人为干扰影响相对较大，基本以适应人为干扰能力较强的陆生脊椎动物群或重点保护物种组成，施工和营运基本上对一般评价区的陆生脊椎动物组成结构不会具有明显的影响，也不会对其珠颈斑鸠和白头鹇等适应人为干扰能力较强的生境质量、适应性生境面积和生境连通性产生影响。

对于海南热带雨林国家公园生态敏感区域而言，基本陆生脊椎动物生境以次生低地雨林为主，夹杂少量的人工林、湿地、灌草丛和村落生境等，陆生脊椎动物群结构基本体现中部山地省特色物种结构特征，具有 7 种海南特有种和 34 种重点保护物种，且具有相对较多的适应人为干扰能力较弱的物种和重点保护动物。

(1) 项目主线采取隧道方式进行穿越次生低地雨林，除隧道口在海南热带雨林国家公园具有一定的施工期扰动外，穿越主体区域以地下方式进行，基本上不会影响当地的陆生脊椎动物结构组成，也不会对海南特有种、重点保护物种的生境质量、适宜性生境面积和生境连通性产生明显的影响，项目主线区域在采取施工和营运期生态避让和保护措施后，具有可操作性和可行性。

(2) 水满连接线区域，起点~L2K5 区间段，陆生脊椎动物生境主要以人工林为主，陆生脊椎动物群基本以适应人为干扰能力较强的物种和保护动物组成，且该区间利用原有道路进行改建，基本上施工和营运都处于可控范围，对该区间的陆生脊椎动物群和重点保护物种的影响也相对有限，因此在施工期和营运期做好生态避让措施也具有一定的可行性。对于 L2K6~L2K19+683 终点区间，基本上占据海南热带雨林国家公园次生低地雨林生境，且该区间陆生脊椎动物群具有明显的次生低地雨林特色，蕴含较为丰富的适应人为干扰能力较弱的中部山地省和低地雨林特色物种和重点保护物种，且该区间线路没有利用原有土路，新建道路不仅改变了次生低地雨林的结构、次生低地雨林陆生脊椎动物的结构组成，同时也影响了次生低地雨林重点保护物种组成结构，新建道路和原有道路形成了切割，导致了该区间次生低地雨林的破碎化、片段

化，同时引起了适应人为干扰能力较弱的次生低地雨林物种和重点保护动物生境质量、适宜性生境面积、生境连通性受到较为明显的影响，同时又加剧了与原有道路之间的累积性交互影响效应，对该区间次生低地雨林的生态过程产生了明显的负面作用，因此建议采取影响相对较小的道路建设方式如尽量利用原有道路或增加桥梁比例，并做好相关的生态避让和防护措施，方具有可行性。

#### 4.1.6 对水生生态的影响分析

##### 4.1.6.1 施工期对水生生态的影响

项目施工期对水生动物的影响，主要来源于跨河桥梁等施工活动扰动河床、改变水文情势，从而改变水生生态系统，以及施工污废水排放造成的水环境污染以及施工人员活动造成的影响。项目跨越的河流主要有南叉河及其支沟、什隆溪及其支沟，其中设有涉水桥墩的河流为南叉河。

##### (1) 桥梁施工对桥区河段河床演变的影响分析

拟建公路涉及的河流段为微丘河谷浅滩和深沱交错分布，水流呈现了缓急交替的复杂流态，河床的地质类型的差异，形成了砾石、卵石、乱石或泥沙等多种底质类型。在桥梁施工过程中，将使床面形成形状不规则、深度不一的槽、坑、窝，而大颗粒弃料又堆积成大小不均的堆、包、埂等。这些局部槽、坑、窝和堆、包、埂破坏了河道局部的正常流态和输沙特性，从而促使河势发生变化。由于汛期悬沙中粗沙较多，经过一个汛期的沉积补给，汛期过后沙质滩面可基本恢复。

##### (2) 桥梁施工对河流水文条件的影响

桥梁建设工程施工期可导致施工河段的水文情势暂时变化，表现在水位、流速、流量、含沙量、河底地貌等水文要素的变化。河流局部区域的河势发生变化，从而影响河流的水文力学条件。有些鱼类产卵行为需要水流量、流速和水位涨落，如果这些区域的水文动力学条件发生改变，将影响鱼类的繁殖行为，导致繁殖行为消失或失败。本项目的工程施工在桥区建设范围内河流局部区域的河势变化很小，时间较短，对鱼类生产生活和繁殖习性影响是有限的，而且影响随着施工期的结束而减小。

##### (3) 对水生生物的影响

###### ① SS 增加对施工水域水生生物的影响分析

在桥梁涉水施工过程中，对水体的扰动及基础钻孔排出的泥浆水将对水环境带来影响，同时泥浆释放的部分污染物质也可能对水环境造成一定的影响，其主要污染物为 SS。水下施工过程会引起施工水域内的水质混浊，将使水中的阳光透射率下降，

从而使得该水域内的水生生物迁移至别处，同时不同程度受伤，尤其是滤食性浮游生物和进行光合作用的浮游植物受到的影响较大。这主要是由于施工作业引起的水中SS增多，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能；水体透明度下降，对浮游植物的光合作用不利，会降低其数量，导致水域内的初级生产者生产能力下降。

另外，长期生活于高浑浊水团中的生物，其鳃部会被悬浮物质充塞而呼吸困难，影响发育，甚至引起窒息死亡。此外，水体中SS长期过量会破坏鱼类及其他动物的栖息环境，抑制水生植物的光合作用，减少动物的饵料。

但是SS对浮游生物的影响仅限于施工期。待工程结束后，水深相对增加，水体透明度增大，有利于浮游植物光合作用，同时促进浮游动物的生长繁殖，受影响河段浮游生物的数量可很快恢复到原有水平。

#### ② 底质破坏对底栖动物的影响分析

底栖动物是长期在水域底部泥沙中、石块或其它水底物体上生活的动物。自然水体中底栖动物的种类和数量与底层杂食性鱼类有着极大的关系。桥梁涉水桥墩施工对底栖动物较大的影响是直接改变了施工区域生活环境，从而对其种类、数量、分布也产生一定的影响。施工作业可能对局部的原有平衡造成破坏，施工结束后，由于生态效应作用将会在较短时间内形成新的平衡。桥梁涉水桥墩施工对局部河段的底质环境造成短时期的影响，对整体底栖动物的影响并不大。

③ 桥墩钻孔泥浆处置不当可能会对河流水质、水生生态造成影响。项目钻孔泥浆设置专门的泥浆池，多余的泥浆经晾晒后回填或运至弃渣场处置，禁止向河道内排放。

#### ④ 破坏栖息地

一般在采用围堰法等环保的施工工艺下，水下构筑物周围约100m范围内的水体中悬浮物将有较为显著的增加，随着距离的增大，这一影响将逐渐减小，在距施工点200~300m外，悬浮泥沙的影响基本很小，施工过程会暂时对局部栖息地造成破坏，且随着施工的结束，这一影响将很快消失。

### 4.1.6.2 营运期对水生生物的影响

公路营运期对水生生物的影响主要来源于跨河桥梁工程对水文情势的改变和桥面径流造成的水环境污染。

#### (1) 涉水桥墩对水文情势的影响

跨河桥梁工程主要由于桥墩、桥台对水流的束窄阻水作用，使局部水流流态发生

变化，引起相应的河床调整，这种调整主要表现为：在桥墩上游，因桥墩阻水而产生壅水，流速减小，泥沙淤积；在桥墩之间因桥墩束水，水位降低，流速增大，造成局部冲刷；在桥位下游，则因水流扩散，流速降低，再一次引起河道的泥沙淤积。同时，由于桥墩的分流和导流作用，可引起水流流向的局部改变。

桥梁工程形成的主要水工建筑物是桥墩，桥墩占用河道过水面积较小，阻水作用有限，对水流的影响较小，除桥墩附近水域的深泓线在建桥前后有一定改变外，其余水域的主流在建桥前后基本没有变化，流速分布及形态基本一致。建桥后流场改变仅局限在桥位附近较小范围内，产生的泥沙淤积和冲刷范围有限，不存在桥区河势改变的水流动力和河床边界条件。

## (2) 对水环境的影响

运营期桥梁路面径流中可能含有的有害物质主要有：机动车尾气中的有害物质及大气颗粒物等通过降雨进入，桥面的腐蚀、轮胎及桥梁路表面的磨损物、车辆外排泄物及人类活动的残留物等通过降雨大部分汇集到路面径流，污染物主要是悬浮物、油及有机物等。

本项目各跨敏感水体桥梁的路（桥）面径流通过径流收集设施进行收集处理，不直接排入河流。经过上述处理后，可减轻桥梁路面径流对所跨河段水环境的影响，在正常运营条件下，桥面径流对河流的影响可以得到控制。

另一方面，在桥面若发生重大泄漏事故将有可能对水体产生重要影响，因此有必要对突发性事故采取各种应急准备措施。公路管理部门应制定应急预案，建立应急机制予以应对，及时快速地清除路面污染物，避免其进入水体。

综上所述，各跨敏感水体桥梁的桥面径流通过径流收集设施进行收集处理，不直接排入河流，不会对河流水质产生不利影响。

## (3) 对水生生物的影响

### ① 对浮游生物及底栖动物的影响

桥梁径流经进行收集处理，不直接排入项目区水体，因此桥梁所在河段的浮游生物和底栖动物不会受到桥梁运营引起的水环境质量下降影响。而桥墩未明显改变河流的态势，河流流态和流速的变化较小，因此水生生物的群落仍保持河流特征。

### ② 对鱼类的影响

与浮游生物、底栖动物相类似，不会受到桥梁运营引起的水环境质量下降影响。而桥梁引起的水文情势变化可能对鱼类的洄游产生一定的影响。项目区河段的部

分鱼类具有短距离生殖洄游的特性。桥梁修建后，最大的过水面积缩窄，各断面的流速分布、主流线位置都可能发生一定变化，流场变化主要集中在桥墩附近较小的范围内，不会对该河段水力条件产生明显的不利影响。因此，工程实施前后周边水文变化甚微，对鱼类活动、栖息产生的影响均不明显，不会对鱼类带来负面影响。随着时间推移，鱼类将逐渐适应这种环境，因此其影响是暂时的。

运营期，噪声主要来自桥面通行车辆。车辆噪声通过桥墩传入水域的能量很有限，不会造成对鱼类产生直接危害。

#### 4.1.6.3 小结

拟建公路涉水桥墩施工过程中可能会对河道内水质造成一定污染，进而影响区域内水生生物生境，但施工结束后该影响即消失。

公路运营期桥梁桥墩流场改变仅局限在桥位附近较小范围内，产生的泥沙淤积和冲刷范围有限，不存在桥区河势改变的水流动力和河床边界条件，对水生生物影响可以接受。桥梁设置桥面径流收集设施，减缓环境风险事故对水生生物的影响。

#### 4.1.7 对农业生态的影响分析

##### (1) 对耕地的影响评价

土地是人们赖以生存的基础，被占用的土地将暂时或永久失去生产能力。本项目永久占用耕地耕地 12.09hm<sup>2</sup>，占总占地面积的 8.3%，虽然数量不大，对农业结构影响较小，但项目地处山区，耕地资源比较珍贵，因此，下一阶段进一步论证路线布设，采用以桥代路基，降低路基高度、优化互通选址等方式减少对耕地资源的占用。

为了尽量减少因公路占地对农业生产和农民生活质量短期内的不利影响，当地政府须进行土地调整，做到占补平衡或利用土地占地补偿费进行耕地改造或复垦。同时应切实落实征地补偿安置政策，使农民的生产和生活水平不低于征地前的水平，以将对土地利用的不利影响降轻到最低限度。

公路建设将带来便利的交通条件，有利于农产品的销售，使未征用农田的产品输出加快，亩产产值提高。另外相当数量的零售业和其他就业机会，也会改变当地经济发展缓慢的现状，应该说本工程对当地第一产业造成的损失可以通过促进第三产业和第二产业的同时发展而得到补偿。

整体上来说，拟建项目建成后农业的影响可以接受。

##### (2) 对永久基本农田的影响分析

根据《基本农田保护条例》和《海南省永久基本农田保护规定》，基本农田的保

护首先是数量和质量上的保护，而基本农田的质量保护与环境保护有较密切的联系。拟建公路主管部门应按照相关规定进行公路占地补偿，落实占补平衡措施。

根据“三区三线”划定成果，项目占用永久基本农田 1.2173hm<sup>2</sup>。根据《海南省人民政府办公厅关于做好省重点（重大）项目土地要素保障的通知》（琼府办〔2022〕7号），公路等重点基础设施项目用地选址难以避让永久基本农田，但符合建设占用永久基本农田调整补划以及规划调整的相关规定范围的，纳入省重点（重大）项目清单后按相关规定办理永久基本农田调整补划及规划调整审批手续。

### (3) 施工期对农业生态环境的影响

施工期，若路基两侧不同时开挖临时边沟，则易造成两侧农田的冲刷及沿线灌溉沟渠淤积，特别是路基施工中的石灰土路基垫层施工中，如遇暴雨可能将石灰等冲入沿线灌溉水体和农田；施工材料堆场如果不采取临时防护措施，也可能被风吹或被雨水冲入附近水体和农田；粉状施工材料运输过程中如果不采取防护措施，也会被吹到沿线的农田。所有这些因素都可能对沿线水体和土壤产生影响。特别是石灰和水泥等材料一旦进入水体会改变水体的pH值，进入土壤会使土壤板结，同时也改变土壤的pH值，造成土壤质量的下降，进而影响农作物的生长。

公路路基施工应编制雨季施工实施计划，采取临时防护措施。同时对物料堆场采取临时防风、防雨设施，对施工运输车辆采取遮挡措施，尽量避免施工期对农田土壤和灌溉水体的影响。

本项目为公路工程建设，属于非污染生态型项目，正常情况下不产生污染土壤的有害物质。施工期间永久占用耕地、林地，其表层土壤质量较好，具有一定的肥力，在工程清表时将对这部分表层土壤进行剥离、集中堆放，用于后期植被恢复或复垦时的回填。

根据《公路路基施工技术规范》（JTG F10-2015）有关规定，路基施工前应对路幅范围内的有肥力土层进行剥离，集中堆放并用于后期恢复植被或临时工程设施用地的复耕。

施工组织设计中，应明确对主体工程、取弃渣场等临时工程所占农用地尤其是耕地的表层熟土的剥离、临时堆放及其水土流失预防措施设计，确保肥力较高的表土层用于工程后期的土地复垦或景观绿化工程。在采取了严格的剥离、存储管理和利用方案后，工程建设对于表层土壤的破坏程度将会降到最低，同时表层土中保存的大量植物根茎和种子为未来绿化中，恢复因工程建设而导致的生物量损失具有重要的作用。

#### (4) 小结

项目不可避免占用农田，但在下一阶段设计中采取降低路基、增设桥梁、挡墙等形式优化方案，尽量减少占用农田；施工前落实耕地占补平衡手续；剥离表土用于耕地复垦，将项目建设对农业生态影响降至最低。

#### 4.1.8 隧道对生态环境的影响分析

本工程主线共设置隧道 8271m/1 座，占主线路线长度 53.15%。隧道本身是一种对环境影响较小的工程措施。隧道上方是野生动物天然的生态走廊，且隧道上方植被通常情况下不易受到工程施工的破坏。一般情况下隧道对生态环境的影响很小。

施工期对植被的影响主要表现在两个方面：一是隧道口永久占地造成的植被永久性生物量损失；二是隧道涌水对隧道顶部植被的影响。

##### (1) 占地对植被的影响

隧道进出洞口处施工将破坏地表植被、占用林地。须优化洞口设计，采取早进洞、晚出洞的设计方案减少植被破坏。施工时避开雨季，采用先进的施工工艺，加强管理，如洞口边、仰坡严格按图纸设计要求进行施工，自上而下分层进行刷坡和防护。

清表后，根据实际情况，对于土质和破碎的岩石边坡采用挖掘机开挖配合人工刷坡；石质边坡以松动控制爆破为主，坡面部位采用光面爆破，以保持坡面平顺完整和减少对围岩的扰动，局部爆破困难地段采用人工用风镐刷坡，确保对山体影响最小，减少对植被生长环境的破坏。

##### (2) 对隧道顶部植被的影响分析

项目区地下水主要为基岩裂隙水和可能发育的岩溶裂隙水，由于节理裂隙连通性差，地下水并非为具有连通性的裂隙潜水或裂隙岩溶水。洞顶植被主要靠大气降水，项目区水量较为丰富，且区内地下水主要接受降雨入渗补给，因此，本工程隧道施工对隧道顶部植被影响不大。同时对区域内海南琼中至五指山至乐东高速公路隧道山体植被现状调查时，未发现隧道顶部植被受隧道影响发生死亡现象。因此，隧道建设对隧道顶部植被影响可以接受。

##### (3) 隧道弃渣影响分析

本项目设 1 座隧道，长度共计 8271m，会产生大量洞渣。由于项目地处生态敏感区域，为减少弃渣对生态环境的不利影响，项目在设计过程中进行了统筹调配，隧道洞渣用于路基填方或碎石加工综合利用，避免了弃渣减少了对耕地和林地的占用。



**表 4.1-9 海南琼中至五指山至乐东高速公路插旗岭隧道口及洞顶植被**

(4) 隧道施工对陆生野生脊椎动物的影响

拟建隧道口均设置在林地内，区域内具备陆生野生动物生境条件，但在现场调查期间未见重点保护野生动物。项目隧道施工机械噪声、爆破噪声等将对区域内野生动物产生一定惊扰。但隧道口施工时间较短，施工结束，影响也随之结束。

(5) 隧道施工水土流失影响分析

隧道开完产生的弃渣如果处置不当，不采取措施或在洞口附近就地随意乱弃，弃渣将占用和损坏大量果园，对区域农业生产产生影响。同时，渣场上游都有一定面积的集水区，遇暴雨天气，降雨及地表径流冲刷极易引起水土流失，甚至形成灾害，流失的渣土进入下游河道、农田将对河流行洪、农田质量产生极大影响。

隧道施工过程中应严格控制洞口开挖作业面，避免超挖，同时做好隧道洞口下方的临时拦挡措施，避免隧道出渣顺坡而下破坏周围植被。隧道弃渣场的选址应结合区域环境特征，做好防护工程设计，施工过程中应加强弃渣施工的监控和管理，确保隧道弃渣进入指定弃渣场，坚持“先挡后弃”的原则，降低隧道弃渣对生态环境的影响。

严格控制施工作业面，做好隧道口下方临时拦挡措施，监督隧道弃渣进入指定弃渣场并做好拦挡、截排水措施可有效控制隧道施工水土流失。

(6) 小结

隧道进出口处施工将破坏地表植被，须优化洞口设计减少植被破坏。项目区植被主要靠大气降水，水量较为丰富，类比调查项目区域已建成的隧道，隧道顶部植被生

长状况良好，隧道对洞顶植被影响可以接受。隧道弃渣采用集中处置，统一规划，统一管理，减少了对耕地和林地的占用。隧道口均设置在果园范围内，不涉及重点保护动植物重要生境，隧道对生态环境影响可以接受。

#### 4.1.9 高填深挖路段影响分析

拟建公路位于山区，路基挖、填较为常见，项目全线有8处深挖，最大深挖高度为60.4m，挖方路段位于山区，均为岩石挖方。全线高填方路段13处，最大填方高度为43.6m。本项目高填深挖路段详见表2.6-2和表2.6-3。

(1) 对植被的破坏。路线经过区域植被覆盖好，拟建主线公路路基设计宽度为25.5m，高填方路段清表宽度可达30~50m，这样将破坏较多的植被。本项目主线和牙叉连接线高填深挖路段占用的主要是人工林，不涉及重点保护植物，会造成一定量的生物量损失，但对生物多样性影响较小。项目占用的林地，按“占一补一”进行生态补偿，区域生态功能不会降低。落实相关环保措施后，项目填方路段建设对植被的影响可以接受。深挖路段会对公路两侧造成新的分割，破坏路线所经地段的林木植被。深挖破坏了地表原植被，使坡面侵蚀加速，增大了坡面植被恢复的难度。深挖地段的取弃土以及施工时暴露的工作面成为水土流失的主要发生源。水满连接线高填深挖路段为次生林生境，应进一步优化选线和建设方案。

(2) 对野生动物的影响。高填或深挖造成生态环境破坏和廊道效应，一方面分割了动物的活动领地，甚至截断某些动物的饮水或迁移路线，从而影响了动物的生存环境。另一方面拟建公路为山区布线，将不可避免地跨过山谷，许多山谷不仅是流水通道，而且是大气流通的通道，采用高填路基会阻碍局部大气流通，从而可能会影响局部植物的生长。根据设计文件及现场调查，主线和牙叉连接线高填深挖路段所处现状环境以人工林为主，野生动物分布较少，且均为桥梁、隧道和互通立交的连接地带，高填深挖路段长度较短。对于小型兽类而言高填深挖路段临近的桥梁、隧道顶部以及路段设置的涵洞、通道等均可作为其通道，对小型兽类野生动物的阻隔作用不明显。对于两栖爬行类，公路高填深挖段连接处的隧道顶、桥梁、涵洞均可作为其通行的通道。

(3) 水土流失加剧。项目区水土流失类型以水蚀为主，高填深挖路基施工期间裸露的路基增加水土流失面积，增加水土流失量。须在施工期间严格落实水土保持措施减缓高填方路基水土流失影响。

(4) 对景观的影响。高填深挖路段施工阶段裸露边坡对区域景观造成一定影

响，随着项目完成，边坡绿化后对景观的影响逐渐消失，形成具有高速公路特点的公路绿化景观。公路边坡绿化采用当地树种，使公路绿化景观与当地自然景观协调。

高填深挖路段可能带来生态破坏、弃土量增大、水土流失加剧、对农田占用、对景观影响等不良影响，拟建项目高填深挖路段均位于桥梁或隧道的连接处，长度50m~300m，路段内或两端桥梁、涵洞或隧道洞顶均可作为野生动物通道，减缓公路建设对野生动物通行的阻隔影响。

## 4.2 声环境影响评价

本项目沿线声敏感目标较少，一共13处，包括12处村庄、居民小区，及1处办公楼。其中主线两侧共有5处敏感目标，4处村庄及1处办公楼；牙叉连接线两侧3处村庄\小区，；水满连接线两侧5处村庄。公路工程自身建设规模较大，工程单元多，工程量大，因此投入的施工机械繁杂，运输车辆众多，这些施工活动将对项目沿线地区的声环境造成较大干扰。本项目施工工期长达3年，所以必须对施工期的噪声进行分析评价，以便更好的制定相应的施工管理计划，保护项目沿线地区居民良好的居住声环境。

### 4.2.1 施工期声环境影响预测与评价

本项目施工期噪声主要为公路施工噪声，根据公路施工特点，施工过程可以分为三个阶段，即基础施工、路面施工、交通设施施工。以下分别介绍这三个阶段施工主要使用的施工工艺和施工机械。

**基础施工：**这一工序是高速公路耗时最长、所用施工机械最多、噪声最强的阶段，该阶段主要包括处理地基、平整路基、挖填土方、逐层压实路面等施工工艺，这一过程还伴随着大量运输物料车辆进出施工现场。该阶段使用的施工机械包括装载机、振动式压路机、推土机、平地机、挖掘机等。

**路面施工：**这一工序继路基施工结束后开始，主要是对全线摊铺沥青路面，用到的施工机械主要是大型沥青摊铺机，根据国内对公路施工期进行的噪声监测结果表明：该阶段公路施工噪声相对路基施工期要小，距路边50m外的敏感点受到的影响很小。

**交通设施施工：**这一工序主要是对的交通通讯设施进行安装、标志标线进行完善，该工序基本不用大型施工机械，因此噪声的影响更小。

综上所述，公路基础施工阶段是施工期噪声影响最大的阶段，因此报告书重点关注本项目沿线的敏感点在该阶段可能受到的噪声影响。此外，在基础施工过程中，建

筑材料运输车辆所带来的辐射噪声可能会对运输道路沿线的声环境敏感点产生影响。

#### 4.2.1.1 施工期噪声源分布、预测模式及源强

##### (1) 噪声源分布

根据公路工程的施工特点，对噪声源分布的描述如下：

- ① 压路机、推土机、平地机等筑路机械主要分布在公路用地范围内；
- ② 装载机等主要集中在取土场及土石方量大的路段。
- ③ 搅拌机主要集中在搅拌站；
- ④ 挖掘机和装载机主要集中在取土场；
- ⑤ 自卸式运输车主要行走于取土场和主线之间的施工便道、搅拌站和桥梁、立交之间、沿主线布设的施工便道以及联系主线的周边现有道路。

##### (2) 预测模式

鉴于施工噪声的复杂性和施工噪声影响的区域性和阶段性，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）中各施工机械噪声源强均值，针对不同施工设备的噪声影响范围，估算出施工噪声可能影响到的居民点数，以便施工单位在施工时结合实际情况采取适当的噪声污染防治措施。

施工设备噪声源均按点声源计，位于半自由空间，其噪声预测模式为：

$$L_i = L_0 - 20 \lg \frac{R_i}{R_0} - 8$$

式中： $L_i$  和  $L_0$  分别为距离设备  $R_i$  和  $R_0$  处的设备噪声级。

对于多台施工机械对某个预测点的影响，应进行声级叠加： $L = 10 \lg \sum 10^{0.1L_i}$

##### (3) 噪声源强

根据前述的预测方法和预测模式，对施工过程中各种设备噪声进行计算。

表 4.2-1 主要施工机械不同距离处的声压级 单位:dB (A)

机械名称	10m	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m
液压挖掘机	82	68.0	62.0	58.4	55.9	54.0	52.4	51.1	49.9	48.9	48.0
电动挖掘机	79	65.0	59.0	55.4	52.9	51.0	49.4	48.1	46.9	45.9	45.0
轮式装载机	88	74.0	68.0	64.4	61.9	60.0	58.4	57.1	55.9	54.9	54.0
推土机	82.5	68.5	62.5	58.9	56.4	54.5	52.9	51.6	50.4	49.4	48.5
移动式发电机	94	80.0	74.0	70.4	67.9	66.0	64.4	63.1	61.9	60.9	60.0
各类压路机	81	67.0	61.0	57.4	54.9	53.0	51.4	50.1	48.9	47.9	47.0
木工电锯	92.5	78.5	72.5	68.9	66.4	64.5	62.9	61.6	60.4	59.4	58.5
电锤	97	83.0	77.0	73.4	70.9	69.0	67.4	66.1	64.9	63.9	63.0
振动夯锤	90	76.0	70.0	66.4	63.9	62.0	60.4	59.1	57.9	56.9	56.0

机械名称	10m	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m
打桩机	100	86.0	80.0	76.4	73.9	72.0	70.4	69.1	67.9	66.9	66.0
静力压装机	70.5	56.5	50.5	46.9	44.4	42.5	40.9	39.6	38.4	37.4	36.5
风镐	85	71.0	65.0	61.4	58.9	57.0	55.4	54.1	52.9	51.9	51.0
混凝土输送泵	87	73.0	67.0	63.4	60.9	59.0	57.4	56.1	54.9	53.9	53.0
商砼搅拌车	83	69.0	63.0	59.4	56.9	55.0	53.4	52.1	50.9	49.9	49.0
混凝土振捣器	79.5	65.5	59.5	55.9	53.4	51.5	49.9	48.6	47.4	46.4	45.5
云石机、角磨机	87	73.0	67.0	63.4	60.9	59.0	57.4	56.1	54.9	53.9	53.0
空压机	85.5	71.5	65.5	61.9	59.4	57.5	55.9	54.6	53.4	52.4	51.5

表 4.2-2 场界达标距离

施工机械	昼间影响范围 (m)	夜间影响范围 (m)
液压挖掘机	16	89
电动挖掘机	11	63
轮式装载机	32	178
推土机	17	94
移动式发电机	63	355
各类压路机	14	79
木工电锯	53	299
电锤	89	501
振动夯锤	40	224
打桩机	126	708
静力压装机	10	24
风镐	22	126
混凝土输送泵	28	158
商砼搅拌车	18	100
混凝土振捣器	12	67
云石机、角磨机	28	158
空压机	24	133

4.2.1.2 施工期机械噪声影响分析

项目施工期间，厂界须满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求，根据施工厂界标准 70dB 计算沿线敏感点施工期噪声影响预测结果错误!未找到引用源。。

所有敏感点施工期执行标准与现状一致，即执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类和 1 类标准（暂不考虑其他交通干道的 4a 类标准）。经计算，施工场界噪声达标的前提下，全线 13 处敏感点声环境预测值为 41.8~64.3dB，2 处敏感点噪声超标，主要是水满连接线紧邻的 2 处敏感目标，牙训村和南流村。本次环评提出对超标的 2 处敏感点，施工期采取临时声屏障措施。

4.2.1.3 隧道施工影响分析

经统计，距隧道口 900m 以内无村庄，隧道建设对沿线居民声环境影响较小。

#### 4.2.1.4 临时工程影响分析

本工程施工期需配套设置取土场、弃渣场、施工营地、施工便道等临时工程，取土场、弃渣场、拌和站在破碎、振捣、筛分、拌和过程会产生噪声污染。临时工程施工期影响主要是沥青、水泥拌和站，这些场地距离主体工程近，施工机械多、施工期间作业时间长，连续工作会对周边较近的住户造成影响，其他施工便道、取土场、弃渣场等只是场地施工机械运作时和运输车辆经过断续的产生短暂影响，需加强管理措施。施工期评价范围为施工场界外 200m。

本工程大临工程（施工生产生活区、取弃土场）周边 200m 范围内有声环境敏感点 2 处村庄（其中 1 处同时受到 2 个拌和站影响）。施工便道周边 200m 范围内有声环境敏感点 1 处村庄。

大临工程周边声环境敏感目标影响情况见下表，施工便道周边声环境敏感目标影响情况见下表。

表 4.2-3 施工期敏感点噪声影响预测分析 单位: dB (A)

序号	声环境保护目标名称	里程范围	线路形式	方位	厂界值	距道路边界距离/m	背景值	贡献值	预测值	标准	超标值
1	什龙村	K2+600-K2+650	桥梁	路右	70	183	48	24.8	48.0	60	/
2	高案村	K13+820-K14+100	路基	路右	70	89	48	31.0	48.1	55	/
3	志口村	K14+200-K14+300	路堑	路左	70	73	48	32.7	48.1	55	/
4	鹦哥道班	K14+950-K15+000	路基	路右	70	14	49	47.1	51.2	60	/
5	黑榄村	GLK0+050-GLK0+253	路基	两侧	70	6	49	54.4	55.5	60	/
6	牙叉一队居民小组	L1K0+000-L1K0+180	路基	路左	70	35	50	39.1	50.3	60	/
7	碧绿小区	L1K0+380-L1K0+520	路基	路右	70	155	50	26.2	50.0	55	/
8	鱼塘散户	L1K0+700-L1K0+800	路基	路右	70	12	49	48.4	51.7	55	/
9	牙训村	L2K0+000-L2K0+030、 L2K0+250-L2K0+750	路基	两侧	70	2	53	64.0	64.3	55	9.3
10	南流村	L2K3+020~L2K3+620	路基	两侧	70	2	55	64.0	64.5	55	9.3
11	什老高散户	L2K15+030-L2K15+080 L2K15+250-L2K15+300	路基	路左	70	32	50	39.9	50.4	55	/
12	永训村	L2K19+150-L2K19+400	路堑	路右	70	67	50	33.5	50.1	60	/
13	永训村散户	L2K19+600-L2K19+682	路堑	路左	70	116	50	28.7	50.0	60	/

表 4.2-4 大临工程对周边声环境影响 单位：dB(A)

序号	大临工程	桩号	环境保护目标	与大临工程位置关系	与大临工程距离(m)	受影响户数(户)	主要声源	声源性质	类比说明	场界影响分析		保护目标影响分析	
										场界标准值	是否达标	执行标准	是否达标
1	1标混凝土拌和站	什运枢纽互通	什运村	南	148	17	拌和站在破碎、振捣、筛分、拌和过程的噪声；运输车辆噪声	1.车辆运输移动声源； 2.拌和站固定声源；。	类比位于儋州市的白沙快速出口路项目施工期20分钟监测值： 1.拌和站施工场界噪声值为53.2dB。 2.施工便道路界噪声值为54.6dB。	70	是	55	是
2	4标混凝土拌和站及小构件预制场	什运枢纽互通	什运村	南	145	18	拌和站在破碎、振捣、筛分、拌和过程的噪声；运输车辆噪声		70	是	55	是	
3	1#沥青拌和站	K15+100	新村	南	142	13	拌和站在破碎、振捣、筛分、拌和过程的噪声；运输车辆噪声		70	是	55	是	

注：距主体工程道路边界 200m 范围内敏感点不重复统计。

表 4.2-5 施工便道对周边声环境影响

序号	主线桩号	环境保护目标	与便道位置关系	与便道距离(m)	受影响户数(户)	主要影响源
1	K14+800 路左 380m	新村	东侧	10	56	物料运输噪声

注：距主体工程道路边界 200m 范围内敏感点不重复统计。

#### 4.2.1.5 施工期振动影响分析

隧道施工不可避免会使用到工程爆破，爆破时，一部分能量释放出来引起地面振动，传递给建筑物的上部结构，使建筑物发生振动，若结构振动过大，就会造成房屋结构的构件以至整个结构的破坏，产生安全隐患。有些房屋虽没有造成结构的破坏，但由于结构产生过大的变形而不能满足正常使用的要求。一般来说，房屋的破坏程度取决于爆破的强度，还与房址地形地貌、爆破地震波的频率特性以及房屋结构的固有频率、阻尼比等因素有关。

根据《爆破安全规程》(GB6722-2011)，交通爆破振动安全允许振速为10~20cm/s，参考湖北沪蓉国道主干线宜昌至利川段朝东岩隧道爆破监测数据“III、IV类围岩的振速随距离增加而不断减小，距离约为35m时振速急剧下降到0.5cm/s左右，而48m过后衰减幅度减小到0.24cm/s左右，68m过后衰减幅度减小到0.15cm/s左右”，而《爆破安全规程》(GB6722-2011)中规定的土坯房、毛石房屋安全允许标准为0.5~1.5cm/s，一般民用建筑物1.5~3.0cm/s。项目隧道口900m内无村庄，爆破期间其振动值不会超过《爆破安全规程》(GB6722-2011)中规定的土坯房、毛石房屋安全允许标准，爆破振动对本项目敏感点影响较小。

#### 4.2.1.6 施工期影响分析结论

高噪声设备对施工操作人员具有较大危害。随着施工人员工龄的增长，各种损伤尤其是听力损伤将显现出来，而且有些损害无法挽回。有关资料证明，噪声性耳聋不仅与声级高低有关，还与接触时间的长短有关。噪声的危害还会诱发人体多种疾病。可见，这些高噪声设备对工作人员有较大影响。

道路施工工作量大，而且机械化程度越来越高。由此而产生的噪声对周围区域声环境有一定的影响。但是，相对运营期而言，施工噪声影响具有暂时性和局部性。道路施工一般分段进行，每一段噪声影响只是短期的，施工结束后影响即消失，一般居民能够理解和接受。本次评价要求在敏感点路段施工时，应合理安排施工时间，禁止夜间（22:00-6:00）施工作业，并尽量避免多台施工机械同时施工；施工厂界满足排放标准的前提下，需对牙训村、南流村2处村庄采取临时降噪措施。

公路建设是一项利国利民的好事，是社会发展的不可缺少的一部分，道路施工噪声给周边声环境造成影响也是不可避免的，但该影响是短期的、暂时的，施工结束后就会自然消失。

### 4.2.2 营运期交通噪声影响预测与评价

### 4.2.2.1 预测模式

根据拟建公路工程特点、沿线环境特征及工程设计交通量等因素，采用《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ2.4-2021）提出的公路（城市道路）交通噪声预测模式进行预测。

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{0E}})_i + 10\lg\left(\frac{N_i}{V_i T}\right) + \Delta L_{\text{距离}} + 10\lg\left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16$$

式中： $L_{eq}(h)_i$ —第 i 类车的小时等效声级，dB(A)；

$(\overline{L_{0E}})_i$ —第 i 类车速为  $V_i$ ；水平距离为 7.5m 处的能源平均 A 声级，dB(A)；

$N_i$ —通过某预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h；

$V_i$ —第 i 类车的平均车速，km/h；

$T$ —计算等效声级的时间，1h；

$\Delta L_{\text{距离}}$ —距离衰减量，dB(A)，小时车流量 $\geq 300$  辆/小时： $\Delta L_{\text{距离}} = 10\lg(7.5/r)$ ，

小时车流量 $< 300$  辆/小时： $\Delta L_{\text{距离}} = 15\lg(7.5/r)$ ；

$r$ —车道中心线到预测点的距离，适用于  $r > 7.5\text{m}$  预测点的预测；

$\psi_1$ 、 $\psi_2$ —预测点到有限长路段两端的张角，弧度；

$\Delta L$ —由其他因素引起的修正量，dB(A)。

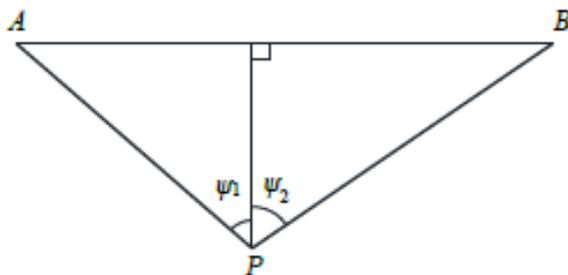


表 4.2-6 有限路段的修正函数，A~B 为路段，P 为预测点

总车流等效声级：

$$L_{eq}(T) = 10\lg(10^{0.1 L_{eq}(h)_{\text{小}}} + 10^{0.1 L_{eq}(h)_{\text{中}}} + 10^{0.1 L_{eq}(h)_{\text{大}}})$$

式中： $L_{eq}(T)$ —总车流等效声级，dB(A)；

$L_{eq}(h)_{\text{小}}$ 、 $L_{eq}(h)_{\text{中}}$ 、 $L_{eq}(h)_{\text{大}}$ —小、中、大型车的小时等效声级，dB(A)。

#### 4.2.2.2 预测模式中参数确定

##### (1) 车速

本项目车辆行驶速度和平均辐射噪声级见表 2.11-8 所示。

##### (2) 预测交通量

根据设计资料，项目所在区域路车流量的昼夜比（昼间为 6:00-22:00，夜间为 22:00-6:00）为：89.3%：10.7%，经计算营运期各路段评价年的小时车流量列于下表。

表 4.2-7 各路段评价年小时车流量单位：Veh/h

路段名称	车型	车流量/（辆/h）							
		小型车		中型车		大型车		合计	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
主线段	近期	315	76	24	6	23	5	363	87
	中期	527	126	32	8	35	8	594	142
	远期	991	237	50	12	60	14	1100	264
牙叉连接线	近期	300	72	23	6	22	5	344	83
	中期	510	122	31	7	34	8	575	138
	远期	941	225	47	11	57	14	1045	251
水满连接线	近期	6	1	0	0	0	0	7	2
	中期	9	2	1	0	1	0	10	2
	远期	11	3	1	0	1	0	12	3

### (3) $\Delta L$ 的确定

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}}$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

其中： $\Delta L_1$ —线路因素引起的修正量，dB（A）；

$\Delta L_{\text{坡度}}$ —公路纵坡修正量，dB（A）；

$\Delta L_{\text{路面}}$ —公路路面材料引起的修正量，dB（A）；

$\Delta L_2$ —声波传播途径中引起的衰减量，dB（A）；

$\Delta L_3$ —由反射等引起的修正量，dB（A）。

#### ① 纵坡修正量（ $\Delta L_{\text{坡度}}$ ）

公路纵坡修正量  $\Delta L_{\text{坡度}}$  可按下列式计算：

$$\text{小型车：} \Delta L_{\text{坡度}} = 50 \times \beta$$

$$\text{中型车：} \Delta L_{\text{坡度}} = 73 \times \beta$$

$$\text{大型车：} \Delta L_{\text{坡度}} = 98 \times \beta$$

② 路面修正量 ( $\Delta L_{\text{路面}}$ )

表 4.2-8 常见路面噪声修正量 单位: dB(A)

路面类型	不同行驶速度修正量 km/h		
	30	40	≥50
沥青混凝土	0	0	0
水泥混凝土	1.0	1.5	2.0

路面为沥青混凝土路面，路面修正量为 0。

③ 声波传播途径中引起的衰减量 ( $\Delta L_2$ )

④ 空气吸收引起的衰减 ( $A_{\text{atm}}$ )

$$A_{\text{atm}} = \frac{a(r - r_0)}{1000}$$

式中：a 为温度、湿度和声波频率的函数，预测计算中根据项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应更空气系数，见下表。

表 4.2-9 倍频带噪声的大气吸收衰减系数  $\alpha$

温度 °C	相对湿度 %	大气吸收衰减系数 $\alpha$ , dB/km							
		倍频带中心频率 Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

项目区年均温度 30°C，相对湿度在 70%， $\alpha$  为 3.1。

⑤ 地面吸收衰减量 ( $A_{\text{gr}}$ )

当声波越过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，且在接收点仅计算 A 声级前提下， $A_{\text{gr}}$  可用下式计算：

$$A_{\text{gr}} = 4.8 - \left( \frac{2h_m}{r} \right) \left( 17 + \frac{300}{r} \right)$$

式中： $A_{\text{gr}}$ ——地面效应引起的衰减量，dB；

r——声源到接受点的距离，m；

$h_m$ ——传播路径的平均离地高度，m； $h_m = \text{面积} F / r$ 。按下图计算。

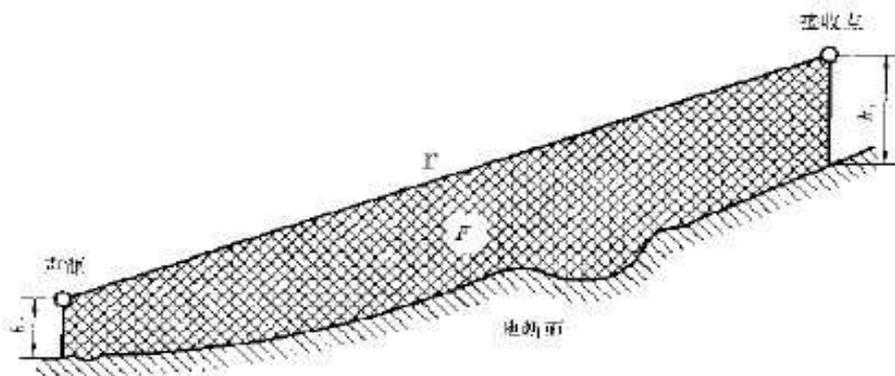


表 4.2-10 估计平均高度 hm 的方法

⑥ 绿化林带引起的衰减

倍频带噪声通过林带传播时产生的衰减见下表。倍频带中心频率为 500Hz，取值 1dB 和 0.05dB/m。

表 4.2-11 倍频带噪声通过林带传播时产生的衰减

项目	传播距离 $d_r/m$	倍频带中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减/dB	$10 \leq d_r < 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数(dB/m)	$20 \leq d_r < 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

⑦ 声屏障衰减量 ( $A_{bar}$ )

无限长声屏障衰减计算如下：

$$A_{bar} = \begin{cases} 10 \times \lg \left( \frac{3\pi \sqrt{(1-t^2)}}{4 \arctan \sqrt{\frac{(1-t)}{(1+t)}}} \right) & t = \frac{40f\delta}{3c} \leq 1 \\ 10 \lg \left( \frac{3\pi \sqrt{(t^2-1)}}{2 \ln(t + \sqrt{(t^2-1)})} \right) & t = \frac{40f\delta}{3c} > 1 \end{cases}$$

中：f—声波频率，Hz； $\delta$ —声程差，m；c—声速，m/s。

有限长声屏障计算如下：

$$A'_{bar} \approx -10 \lg \left( \frac{\beta}{\theta} 10^{-0.1 A_{bar}} + 1 - \frac{\beta}{\theta} \right)$$

$\beta$ —受声点与声屏障连接线的夹角，(°)；

$\theta$ —受声点与线声源连段连接线的夹角，(°)。

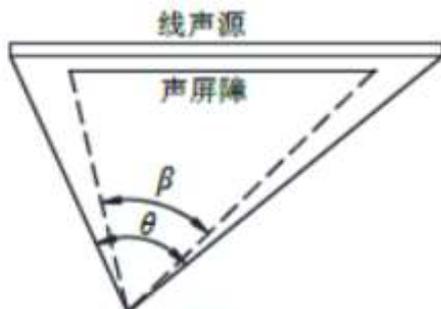


表 4.2-12 受声点与线声源连接段连接线的夹角 (遮蔽角)

4.2.3 公路交通噪声预测

依各路段昼夜交通量，考虑地面吸收衰减的情况下，按平路基形式，即预测点与路基高差为 0 时预测各路段不同评价年交通噪声值列于下表，各路段平路基交通噪声衰减状况见表 4.2-14~表 4.2-16。

表 4.2-13 公路交通噪声预测值 (平路堤) 单位: LAeq(dB)

路段	年份	时间	计算点距路中心线距离 (m)												
			20	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160	180	200
主线段	2026	昼间	66.6	62.9	60.9	59.6	58.6	57.8	57.1	56.0	55.1	54.4	53.8	53.3	52.8
		夜间	58.4	53.7	51.1	49.3	47.9	46.7	45.8	44.2	42.9	41.9	41.0	40.2	39.4
	2032	昼间	68.5	64.8	62.9	61.5	60.5	59.7	59.1	58.0	57.1	56.4	55.7	55.2	54.7
		夜间	60.4	55.7	53.1	51.2	49.8	48.7	47.7	46.1	44.9	43.8	42.9	42.1	41.4
	2040	昼间	71.1	67.4	65.4	64.1	63.1	62.3	61.6	60.5	59.6	58.9	58.3	57.7	57.3
		夜间	62.9	58.2	55.6	53.8	52.4	51.2	50.3	48.7	47.4	46.3	45.4	44.6	43.9
牙叉连接线	2026	昼间	66.4	62.7	60.7	59.4	58.4	57.6	56.9	55.8	54.9	54.2	53.6	53.0	52.6
		夜间	58.2	53.5	50.9	49.1	47.7	46.5	45.6	44.0	42.7	41.6	40.7	39.9	39.2
	2032	昼间	68.4	64.7	62.7	61.4	60.4	59.6	58.9	57.8	56.9	56.2	55.6	55.1	54.6
		夜间	60.2	55.5	52.9	51.1	49.7	48.6	47.6	46.0	44.7	43.7	42.8	42.0	41.3
	2040	昼间	70.8	67.1	65.2	63.9	62.9	62.0	61.4	60.3	59.4	58.7	58.1	57.5	57.0
		夜间	62.7	58.0	55.4	53.6	52.2	51.0	50.0	48.4	47.2	46.1	45.2	44.4	43.7
水满连接线	2026	昼间	41.4	37.4	34.9	33.2	31.8	30.7	29.7	28.1	26.9	25.8	24.9	24.1	23.4
		夜间	35.2	31.2	28.7	27.0	25.6	24.5	23.5	21.9	20.7	19.6	18.7	17.9	17.2
	2032	昼间	42.7	38.6	36.2	34.4	33.1	31.9	31.0	29.4	28.1	27.1	26.2	25.4	24.7
		夜间	36.5	32.4	30.0	28.2	26.9	25.7	24.8	23.2	21.9	20.9	20.0	19.2	18.5
	2040	昼间	43.5	39.5	37.0	35.3	33.9	32.7	31.8	30.2	29.0	27.9	27.0	26.2	25.5
		夜间	37.3	33.3	30.8	29.0	27.7	26.5	25.6	24.0	22.7	21.7	20.8	20.0	19.3

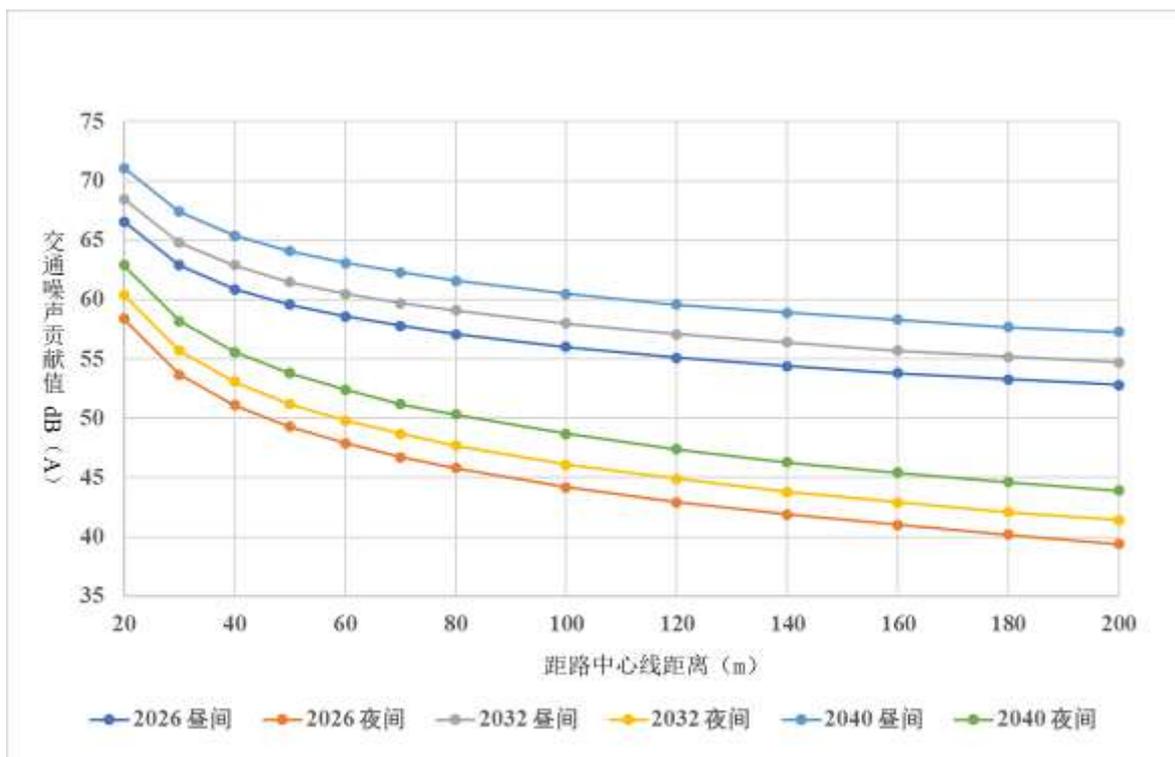


表 4.2-14 主线段平路基噪声衰减图

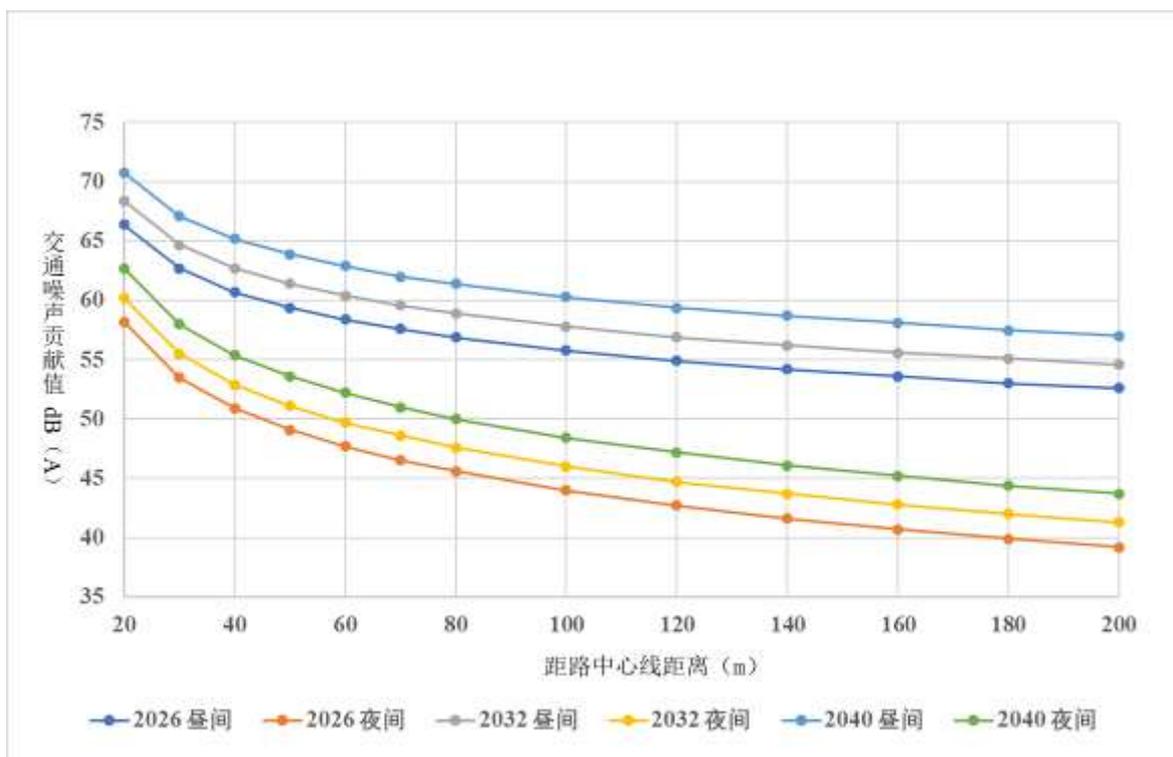


表 4.2-15 牙叉连接线平路基噪声衰减图

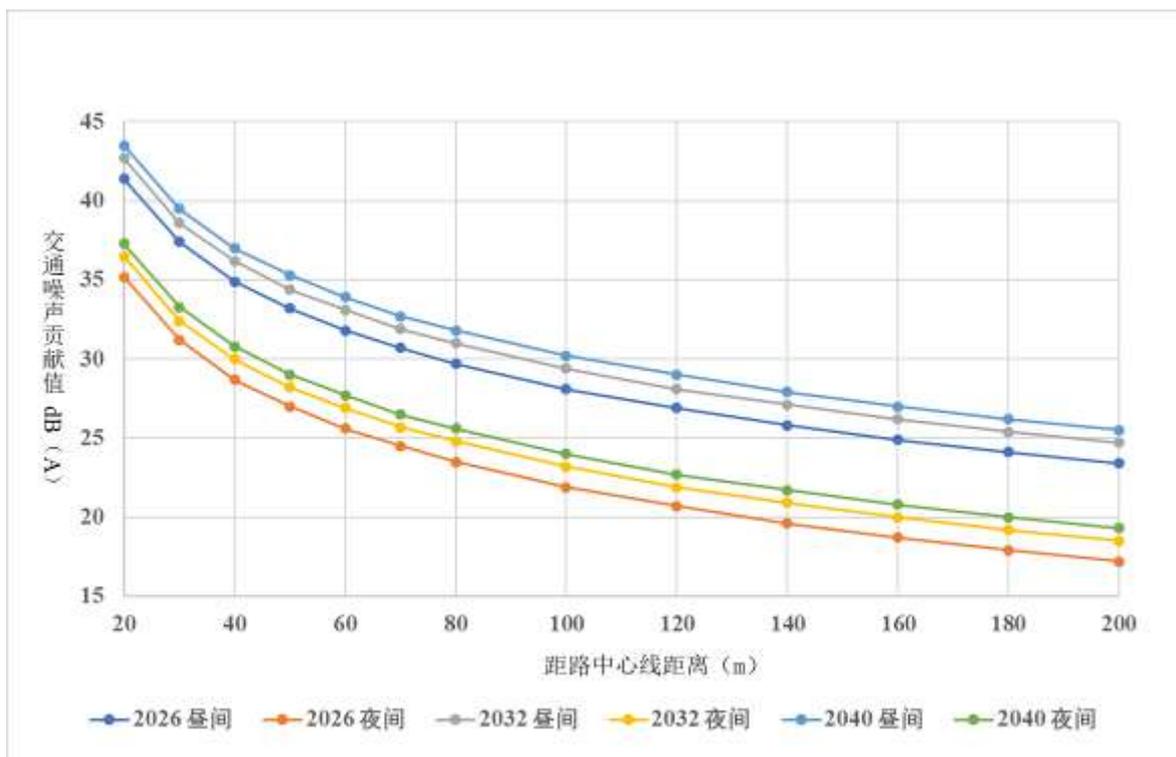


表 4.2-16 水满连接线平路基噪声衰减图

交通噪声预测值和平路基交通噪声衰减图直观的反映了拟建公路交通噪声级在公路两侧的分布，可供地方建设规划参考。根据计算结果及各路段交通噪声随距离衰减图可见，随着交通量增加，交通噪声预测值显著增加。报告书对平路基条件下各路段噪声达标距离进行计算，结果见下表。

表 4.2-17 营运期交通噪声达标距离计算表(距路中心线距离) 单位：m

路段	时段	2026年		2032年		2040年	
		4a类	2类	4a类	2类	4a类	2类
主线段	昼间	/	44	18	67	22	111
	夜间	26	44	32	59	43	83
牙叉连接线段	昼间	/	43	18	65	22	106
	夜间	25	43	32	58	42	80
水满连接线段	昼间	/ (1类)		4 (1类)		4 (1类)	
	夜间	6 (1类)		7 (1类)		8 (1类)	

注：1. “/”表示达标距离位于红线范围内；水满连接线达标距离为1类标准达标距离。

#### 4.2.4 敏感点环境噪声预测与评价

##### 4.2.4.1 敏感点环境噪声预测

###### (1) 导则公式预测

根据《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2021)提出的公路(城市道路)交通噪声预测模式进行预测，预测点处的环境噪声为：

$$(L_{Aeq})_{\text{预}} = 10 \lg \left[ 10^{0.1(L_{Aeq})_{\text{交}}} + 10^{0.1(L_{Aeq})_{\text{现}}} \right] (dB)$$

式中： $(L_{Aeq})_{\text{现}}$ —预测点环境噪声现状值。

营运期各敏感点的环境噪声级由交通噪声预测值（计入路堤、树林及民房等对交通噪声的附加衰减）与其背景值的叠加而得。工程拆迁后，敏感点预测结果与达标分析见下表。

表 4.2-18 敏感点噪声预测结果与达标分析表

序号	声环境保护目标名称	预测点与声源高差/m	功能区	时段	标准值/dB(A)	背景值/dB(A)	现状值/dB(A)	营运近期				营运中期				营运远期			
								贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)	贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)	贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)
1	什龙村	-56	2类	昼	60	48	48	45.5	49.9	1.9	/	47.4	50.7	2.7	/	50.0	52.1	4.1	/
				夜	50	41	41	32.2	41.5	0.5	/	34.1	41.8	0.8	/	36.7	42.4	1.4	/
2	高案村	-20	2类	昼	60	48	48	52.0	53.5	5.5	/	54.0	55.0	7.0	/	56.5	57.1	9.1	/
				夜	50	41	41	40.0	43.5	2.5	/	42.0	44.5	3.5	/	44.5	46.1	5.1	/
3	志口村	-12	2类	昼	60	48	48	48.5	51.3	3.3	/	50.4	52.4	4.4	/	52.9	54.1	6.1	/
				夜	50	41	41	36.7	42.4	1.4	/	38.6	43.0	2.0	/	41.1	44.1	3.1	/
4	鹦哥道班	-6	4a类	一层主线昼间	70	49	49	58.3	59.1	10.1	/	60.2	60.8	11.8	/	62.7	63.1	14.1	/
				47.5				48.5				48.9							
				一层主线夜间	55	42	42	47.4	49.3	7.3	/	49.4	50.8	8.8	/	51.9	52.8	10.8	/
				41.3				42.3				42.7							
				三层主线昼间	70	49	49	60.3	61.0	12.0	/	62.3	62.8	13.8	/	64.8	65.1	16.1	/
				50.4				51.4				51.8							
				三层主线夜间	55	42	42	49.5	51.2	9.2	/	51.4	52.7	10.7	/	53.9	54.7	12.7	/
				44.2				45.2				45.6							
5	黑榄村	0	4a类	昼	70	48	49	60.4	60.6	11.6	/	62.3	62.5	13.5	/	64.9	65.0	16.0	/
				夜	55	41	42	52.2	52.5	10.5	/	54.2	54.4	12.4	/	56.7	56.8	14.8	1.8
			2类	昼	60	48	49	54.7	55.5	6.5	/	56.7	57.2	8.2	/	59.2	59.5	10.5	/
				夜	50	41	42	44.7	46.2	4.2	/	46.6	47.7	5.7	/	49.2	49.8	7.8	/
6	牙叉一队居民小组	1	4a类	一层昼	70	50	50	54.4	55.7	5.7	/	56.5	57.4	7.4	/	58.9	59.4	9.4	/
				一层夜	55	42	42	42.8	45.4	3.4	/	44.9	46.7	4.7	/	47.3	48.4	6.4	/
				三层昼	70	50	50	55.8	56.8	6.8	/	57.8	58.5	8.5	/	60.3	60.7	10.7	/
				三层夜	55	42	42	44.2	46.2	4.2	/	46.2	47.6	5.6	/	48.6	49.5	7.5	/
			2类	一层昼	60	48	48	55.0	55.8	7.8	/	57.0	57.5	9.5	/	59.5	59.8	11.8	/
				一层夜	50	42	42	43.7	45.9	3.9	/	45.7	47.2	5.2	/	48.1	49.1	7.1	/
				三层昼	60	49	49	56.6	57.3	8.3	/	58.6	59.1	10.1	/	61.0	61.3	12.3	1.3
				三层夜	50	41	41	45.2	46.6	5.6	/	47.2	48.1	7.1	/	49.7	50.2	9.2	0.2
7	碧绿小区	1	2类	一层昼	60	50	50	50.2	53.1	3.1	/	52.2	54.2	4.2	/	54.7	56.0	6.0	/
				一层夜	50	42	42	37.1	43.2	1.2	/	39.2	43.8	1.8	/	41.6	44.8	2.8	/
				三层昼	60	50	50	50.8	53.4	3.4	/	52.9	54.7	4.7	/	55.3	56.4	6.4	/
				三层夜	50	42	42	37.8	43.4	1.4	/	39.8	44.0	2.0	/	42.2	45.1	3.1	/

序号	声环境保护目标名称	预测点与声源高差/m	功能区	时段	标准值/dB(A)	背景值/dB(A)	现状值/dB(A)	营运近期				营运中期				营运远期			
								贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)	贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)	贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)
								六层昼	六层夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
8	鱼塘散户	0	4a类	昼	70	49	49	53.7	55.0	6.0	/	55.7	56.5	7.5	/	58.2	58.7	9.7	/
				夜	50	41	41	40.6	43.8	2.8	/	42.6	44.9	3.9	/	45.1	46.5	5.5	/
			2类	昼	70	49	49	60.1	60.4	11.4	/	62.1	62.3	13.3	/	64.6	64.7	15.7	/
				夜	55	41	41	50.1	50.6	9.6	/	52.1	52.4	11.4	/	54.6	54.8	13.8	/
9	牙训村	0	4a类(S224)	昼	60	49	49	54.7	55.7	6.7	/	56.7	57.4	8.4	/	59.2	59.6	10.6	/
				夜	50	41	41	43.7	45.6	4.6	/	45.8	47.0	6.0	/	48.2	49.0	8.0	/
			1类	昼	70	53	53	46.7	53.9	0.9	/	48.0	54.2	1.2	/	48.8	54.4	1.4	/
				夜	55	42	42	40.5	44.3	2.3	/	41.8	44.9	2.9	/	42.6	45.3	3.3	/
10	南流村	0	1类	昼	55	49	55	46.3	50.9	-4.1	/	47.5	51.3	-3.7	/	48.3	51.7	-3.3	/
				夜	45	42	44	40.1	44.2	0.2	/	41.3	44.7	0.7	/	42.1	45.1	1.1	0.1
11	什老高散户	-9	1类	昼	55	49	49	31.9	49.1	0.1	/	33.1	49.1	0.1	/	33.9	49.1	0.1	/
				夜	45	42	42	25.7	42.1	0.1	/	26.9	42.1	0.1	/	27.7	42.2	0.2	/
12	永训村	-18	4a类(X583)	昼	70	50	50	25.3	50.0	0.0	/	26.5	50.0	0.0	/	27.4	50.0	0.0	/
				夜	55	43	43	19.1	43.0	0.0	/	20.3	43.0	0.0	/	21.2	43.0	0.0	/
			2类(X583)	昼	60	49	49	25.8	49.0	0.0	/	27.1	49.0	0.0	/	27.9	49.0	0.0	/
				夜	50	41	41	19.6	41.0	0.0	/	20.9	41.0	0.0	/	21.7	41.1	0.1	/
13	永训村散户	0	4a类(X583)	昼	70	50	50	23.9	50.0	0.0	/	25.1	50.0	0.0	/	26.0	50.0	0.0	/
				夜	55	43	43	17.7	43.0	0.0	/	18.9	43.0	0.0	/	19.7	43.0	0.0	/
			2类(X583)	昼	60	49	49	23.4	49.0	0.0	/	24.6	49.0	0.0	/	25.4	49.0	0.0	/
				夜	50	41	41	17.1	41.0	0.0	/	18.4	41.0	0.0	/	19.2	41.0	0.0	/

注：黑榄村位于 G361 改线段，G361 改线段为二级公路，设计车速 60km/h。

**4.2.4.2 敏感点声环境影响评价**

项目全线共13处敏感点，均为居民区。

营运近期：昼间噪声值49.0~61.0dB，夜间噪声值41.0~52.5dB，所有敏感点均能满足其相应标准，无超标。

营运中期：昼间噪声值49.0~62.8dB，夜间噪声值41.0~54.4dB，所有敏感点均能满足其相应标准，无超标。

营运远期：昼间噪声值49.0~65.1dB，1处敏感点超标，超标1.3dB；夜间噪声值41.0~56.8dB，4处敏感点超标，超标范围0.1~1.8dB。

超标敏感点数量统计见下表。

**表 4.2-19 村庄预测噪声超标户数统计表 单位：户**

序号	声环境保护目标名称	里程范围	方位	距道路边界距离/m	营运近期			营运中期			营运远期		
					4a类	2类	1类	4a类	2类	1类	4a类	2类	1类
1	什龙村	K2+600-K2+650	路右	183	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	高案村	K13+820-K14+100	路右	89	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	志口村	K14+200-K14+300	路左	73	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	鹦哥道班	K14+950-K15+000/服务区匝道 DK0+850~DK0+900	路右	14	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	黑榄村	主线终点G361改线段 GLK0+050- GLK0+253	两侧	6	/	/	/	/	/	/	8	/	/
6	牙叉一队居民小组	L1K0+000-L1K0+180	路左	35	/	/	/	/	/	/	/	5	/
7	碧绿小区	L1K0+380-L1K0+520	路右	155	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	鱼塘散户	L1K0+700-L1K0+800	路右	12	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9	牙训村	L2K0+000-L2K0+030、 L2K0+250-L2K0+750	两侧	2	/	/	/	/	/	/	/	/	17
10	南流村	L2K3+020~ L2K3+620	两侧	2	/	/	/	/	/	/	/	/	20
11	什老高散户	L2K15+030-L2K15+080 L2K15+250-L2K15+300	路左	32	/	/	/	/	/	/	/	/	/
12	永训村	L2K19+150-L2K19+400	路右	67	/	/	/	/	/	/	/	/	/
13	永训村散户	L2K19+600-L2K19+682	路左	116	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		合计									8	5	37

**4.2.4.3 辅助设施周边敏感点影响评价**

项目主线白沙服务区周边右 2 处声环境保护目标，分别是南侧距离的 189m 的新村，和西北侧 67m 的黑榄村。服务区主要声源为进出服务区的车辆噪声，为随机性噪声源，且车速较低，对周围村庄声环境影响较小。

## 4.3 地表水环境影响评价

### 4.3.1 施工期地表水环境影响分析

本项目施工期对沿线地表水体的影响主要包括跨河桥梁施工、施工场地生产废水、施工驻地生活污水、路基路面施工生产废水排放等。

#### 4.3.1.1 桥梁施工作业对水环境的影响分析

拟建项目跨河桥梁 15 座（包括匝道桥），除牙叉连接线南叉大桥有 2 组涉水桥墩外，其他跨河桥梁均没有涉水桥墩。桥梁施工对水体的影响主要表现在以下方面：

(1) 桥梁下部桥墩结构施工目前一般采用钻孔桩机械作业法。钻孔桩在施工时多采用电动机为动力，而且钻孔桩在钢围堰内进行施工时，与流动的河水相隔，钻孔过程产生的废弃物，有可能洒落在河流中，影响水体水质。

本项目有1座桥梁有涉水桥墩。施工初期，由于围堰入水，在作业场地周围将会局部地扰动河底，使局部水体中泥沙等悬浮物增加。参考同类项目，围堰的SS释放量为0.9~1.75kg/s，主要影响发生在钢围堰沉水着床阶段，局部SS的浓度达到2000mg/L。根据国内环评和监测经验，一般在采用钢围堰法等环保的施工工艺下，水下构筑物周围约100m范围内水体中悬浮物将有较为显著的增加，随着距离的增大，影响将逐渐减小，在距施工点200~300m外，悬浮泥沙的影响基本很小，且随着施工的结合，这一影响将很快消失。其余桥梁水中无桥墩、需进行的水下施工较少，对河流水质的影响也很小。

(2) 机械废油造成水体污染。目前在桥梁施工中，各大型部件均在预制场中制造，然后通过吊运进行现场施工，因此不存在施工废油的影响。只是桩基施工时机械油料可能泄漏，如果进入水体，会使水体中石油类指标值增加，造成水体水质下降。因此，在施工作业时加强施工机械管理与维护，配备棉纱等吸油材料，防止油污染，通过采用固体吸油材料棉纱将废油收集转化到固体物质中，同时要做好吸油棉纱的处置工作，对收集的浸油棉纱采取打包密封后再交由有危险废物处理资质的单位处理。

(3) 桥梁采用钻孔灌注桩基础，目前在钻孔灌注桩基础的施工中，通常采用埋设钢护筒法施工，钢护筒主要作为固定桩位和钻孔导向，保护孔口，防止孔口土层坍塌。在较深的水体中下沉埋设钢护筒，将其下沉至稳定深度，然后进行钻孔施工。钻孔灌注桩基础施工的钻孔泥浆一般由水、粘土和添加剂按适当配合比配置而成，添加剂一般有：CMC、硝基腐殖酸钠、碳酸钠、重晶石细粉以及纸浆、干锯末、石棉等。

钻渣产生流程为：灌注出浆排入沉砂池进行土石沉淀，沉淀后的泥浆循环利用，不能被循环利用的废泥浆采用物料运输车及时外运至指定余泥堆放点，沉淀下来土石即为钻渣，需要定期清理，在钻进过程中，钻渣与泥浆混合物从孔内被沙石泵吸出，经过过滤去除颗粒较大的钻渣或中、细砂颗粒后流入排浆槽内，从排浆槽流入沉淀池中，通过沉淀池对泥浆进行自然沉淀后，经沉淀池与储浆池的连接口流入储浆池，再从储浆池利用泥浆泵送入泥浆旋流器中，滤掉特细的粉细砂颗粒，然后返回孔内。

钻孔灌注桩施工对水体影响最大的潜在污染物是钻渣和用于护壁的泥浆，在施工过程中产生的钻渣和施工废水若处理不当进入河流水体，将会影响水体水质，因此必须严格按照交通部有关规定，将钻渣运出河区存放并采取一定的防护措施。运送存放过程需要有专门人员监督，严禁随意丢弃钻渣，以便最大程度上保护本项目沿线水体的水质，防止钻渣堆弃对水体的不利影响。

(4) 在桥梁上部结构施工中，一些建筑垃圾和粉尘不可避免的掉入水体，影响水体水质，增加水体中SS的含量。

(5) 桥梁施工时需要的物料、油料、化学品等若堆放在岸边，管理不严、遮盖不密，则可能受雨水冲刷进入水体；若物料堆放的地点高度低于丰水期水位，则遇到暴雨或洪水，物料可能被水淹没，污染水体。

综上所述，桥梁施工对地表水体的影响主要来自于施工废渣、废油、废水和物料等进入水体而产生的不利影响。如在施工过程中对施工机械和施工材料加强现场管理，规范废渣、废水排放，可减缓和避免桥梁施工对沿线地表水体的污染。

#### 4.3.1.2 涉水桥墩施工对水生生态的影响

##### (1) 对浮游生物的影响

桥墩施工时混凝土浆的渗漏或对水体的扰乱将使水体浑浊，短期悬浮物SS升高，水体透明度的改变对浮游生物的生存会造成影响，但这种影响只是局部、暂时的，随着施工结束水体变清澈，水生生态系统具有自动调节功能，浮游生物影响将逐渐恢复。

##### (2) 对底栖动物的影响

项目牙叉连接线南叉大桥有2组涉水桥墩。施工期间对底栖动物影响主要集中在桥墩基坑开挖、施工便桥架设等环节，施工会破坏底栖生物生存的底质环境，桩基作业产生的扰动会造成底质的再悬浮，在短期内造成局部水环境变化，从而影响浮游生

物的分布。

根据调查，沿线水生底栖动物都是广布种，在附近相似的环境中也有分布，因此从物种保护的角度看，该工程施工水域中，底栖生物类群的减少不会导致这些物种的消亡。为减少施工对底栖动物的影响，施工时间可以控制在枯水期，这时底栖生物的资源量处于相对较少的时期，对底栖生物的影响相对也较小。

### (3) 对鱼类的影响

与对浮游生物、底栖动物的影响相同，桥梁建设对施工区域的水体有一定的影响，水质下降、水体浑浊等因素都会影响该水域鱼类的生存。而鱼类的游动能力较强，在施工机械的扰动下，该区域的鱼类将会被驱赶远离施工水域，待施工结束后，鱼类会重新适应新环境，新的鱼类栖息区将会形成。因此，施工期由于水环境质量变化对鱼类及其生境的影响是局部的、暂时的。

另外，由于桥墩施工而引起的水动力条件变化较小，未明显减少河道过水面积，因此对鱼类的洄游通道影响较小，且影响持续时间较短。

#### 4.3.1.3 隧道施工对水环境的影响分析

本项目主线共设置隧道 8271m/1 座。隧道施工排水主要为隧道涌水和施工废水。隧道施工工序包括岩石打孔、松动爆破、碎石清理、隧道壁修整、衬砌和锚固。其中在岩石打孔、隧道壁修整、衬砌和锚固过程中有施工废水的产生。

##### (1) 施工废水

隧道施工废水主要有施工过程中产生的岩粉和其他颗粒尘土、隧道内各种工程机械渗漏油以及隧道涌水带出的地层泥浆、泥沙等，一般来说这些废水多为偏碱性，如果任其排放，可能污染附近河流等地表水体。隧道施工废水主要污染物及浓度范围见表2.11-5，从中可见隧道施工废水主要污染物为SS和油类。本项目隧道进口位于海南热带雨林国家公园一般控制区，隧道所在区域水流最终汇入昌化江，水环境相对比较敏感。隧道出水若不经处理直接排放入水体可能会对沿线水体水质产生不利影响。

对于SS类物质，根据以往经验，一般在隧道进出口设置沉淀池，出水经沉淀后回用不外排。

隧道排水中的油类污染物及其对周边受纳水体的影响与施工单位所采用的设备种类、设备的维修养护及废漏油的收集管理等密切相关，它主要来自施工机械用油的跑冒滴漏。因此从产生污染物的源头抓起，加强施工机械的养护维修及对隧道内废油、漏油的收集。在施工过程中，台车下铺垫棉纱等吸油材料，用以吸收滴漏的油污，其

他施工机械、运输车辆等产生的含油污水采用棉纱吸收后将其交由有危废处理资质的单位处理，以最大限度地减小排污量。另外可以通过采取一些注浆堵水措施尽量减少施工废水的排放量。

## (2) 隧道涌水

项目隧址区地下水主要接受大气降水补给，补给源单一，采用降水入渗法对隧道的涌水量进行粗略的估算，计算公式如下：

$$Q=2.74\alpha\times W\times A \text{（不考虑蒸发量）}$$

$$A=L\cdot B$$

式中：Q-隧道通过含水地段段的正常涌水量（ $m^3/d$ ）；

$\alpha$ -降水入渗系数；

W-平均降水量（mm），项目区取年均降水量 1747.3mm；

A-隧道通过含水地段的地下集水面积（ $km^2$ ）；

L-隧道通过含水地段的长度（km）；

B-隧道涌水地段 L 长度内对两侧的影响宽度（km）。

表 4.3-1 鹦哥岭隧道涌水计算结果表

段落	汇水面积（ $km^2$ ）	平均汇水量（ $m^3/d$ ）	入渗系数	$Q_s$ 平均（ $m^3/d$ ）
K4+070-K12+330	19.5	93358.24	0.30	28007.47

隧址区穿越地层有砂岩、泥岩、含砾砂岩、花岗岩等，同时发育 3 条断层破碎带，对大气降水的入渗十分有利，同时节理裂隙发育，总体评价隧址区地下水补给条件较好，富水性较好。因此在断层破碎带 K4+640.0~K4+970.0、K6+600.0~K6+660.0、K8+270.0~K8+370.0、K10+085.0~K10+185.0、K11+895.0~K12+035.0 和洞身浅埋段 K5+060.0~K5+220.0 段发生突水可能性较大。本项目贯彻“控制排放”的理念，根据实际情况通过注浆等措施达到堵水有效、防水可靠、保护环境、经济合理的目的。根据国内外堵水经验和隧道具体条件，采用超前地质预报等手段，查明前方地质条件后，根据环保要求，适时采取预注浆、后注浆或补注浆等措施，将大量地下水尽可能封堵在隧道外，使隧道开挖不出现大量涌水，隧道运营不出现严重地下水资源流失，为隧道后续施工、洞室稳定和保护周边环境创造有利条件。

### 4.3.1.4 建筑材料运输与堆放对水体环境的影响

路基的填筑以及各种筑路材料的运输等均会引起扬尘，这些尘埃会随风飘落到路

侧的水体中，将会对水体产生一定的影响。项目沿线水系较多，且相对比较敏感，施工过程中扬尘、粉尘造成的影响不可忽视。

此外，水泥、油料、化学品物质等施工材料如保管不善，被雨水冲刷而进入水体将会产生水环境污染。在临近水体路段施工时，路基施工泥土被雨水冲入河流或路面因没有及时压实被雨水冲入河流，引起河水悬浮物偏高。

因此，在施工中应根据不同筑路材料和特点，有针对性的加强保护管理措施，尽量减小其对水环境的影响。沥青或者油料若保管不善，被暴雨冲刷进入水体，会对水体造成较大危害，施工开始前应先挖两侧的排水沟，保证路面径流不会影响河流的水质，在工程施工期距离水体200m范围内不得堆放此类材料。特别应该注意施工期对路基及时压实，避免冲蚀。在路面施工时，首先避免雨期或逆季节施工造成沥青废渣污染，再者施工中应及时碾铺，防止雨水冲刷，严禁将施工废渣冲入河流。

#### 4.3.1.5 施工驻地生活污水影响

施工期生活污水主要来源于各施工驻地，其中主要是施工人员就餐和洗涤产生的生活废水及粪便污水，主要含动、植物油脂、洗涤剂等各种有机物，污水主要成分见表2.11-4。由表可以看出，污染物浓度超过排放标准。

施工驻地的污水排放量按下式计算：

$$Q_s = \frac{K \cdot q_i \cdot V_i}{1000}$$

式中： $Q_s$  ——生活污水排放量，t/d；

$q_i$  ——每人每时用水定额，L/（人·d）；

$V_i$  ——工区人数，人；

$K$  ——生活污水排放系数，一般为0.6~0.9，本项目取0.8。

由于施工驻地设置位置基本属于农村地区，参照《海南省用水定额》（DB46/T 449-2021）中关于农村居民生活用水定额110L/（人·d）。类比同类高速公路工程的施工经验，每个施工驻地的施工人员一般在100人左右，则每个施工驻地每天产生约8.8t生活污水。上述污水如果未经处理直接排入附近水体，将会对其功能产生一定影响，因此必须对生活污水实施初步的处理。

考虑到施工驻地为临时设施，施工人员的粪便经化粪池收集处理后用作农肥，施工结束后覆土掩埋；食堂废水和洗衣废水经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘，不外排。采取上述措施后，施工期生活污水和生产废水不会对附近水体造成不利影响。

总的来说，施工驻地的生活污水仅限于施工期，相对时间较短，且排放较为分散，不会对水环境质量产生严重影响。

#### 4.3.1.6 施工含油污水对水环境的影响分析

含油污水主要来自施工机械的修理、维护过程及作业过程中的跑、冒、滴、漏，其成分主要是润滑油、柴油、汽油等石油类物质，这类物质一旦进入水体则漂浮于水面，阻碍气水界面的物质交换，使水体溶解氧得不到补给，对水体生物生命活动造成威胁。

桥涵施工多采用预制安装或现浇方法，现浇施工中，采用模具构件，如有垢油渗出，流入水体，将可能污染水环境。

为了保护项目沿线水体水质，在施工场地及机械维修场地设置隔油沉淀池，沉淀池四周做防渗漏砌护，池底铺设沙子起到截留作用，油类物质被沙子截留后定期清运沙子至就近弃渣场。沉淀池底部不断补充沙子，用于净化含油污水。

#### 4.3.1.7 施工场地生产废水对水环境的影响分析

施工过程中预制厂、拌和站的机械冲洗废水、生产废水主要污染物为 SS，且浓度很高，若不经处理或处理不达标直接排放将可能对周边河流水体造成污染。在每个预制厂、拌和站设置隔油沉淀池对各类生产废水进行沉淀处理，处理后的尾水不外排。

### 4.3.2 营运期地表水环境影响评价

根据工程分析，本项目运营期的水环境影响主要是桥面径流初期雨水和服务设施生活污水排放对周边水环境的影响。

#### 4.3.2.1 路（桥）面降雨径流对水环境的影响分析

本项目建成营运后，随着交通量的逐年增加，沉降在路面上的机动车尾气排放物、汽车泄漏的油类以及散落在路面上的其它有害物质也会逐年增加。上述污染物一旦随路（桥）面径流进入沿线水环境，将对水体水质产生不利影响。

根据高速公路的研究表明，在桥面污染负荷比较一致的情况下，降雨初期，桥面径流污染一般随着降雨量的增加而增大，降雨一段时期后，污染会逐渐降低，营运期水污染源强详见表2.11-15。

参考有关资料，项目区的多年平均降水量为1747.3mm，1h最大降雨量按95mm计。拟建公路为沥青路面，径流系数取0.9。本报告选取主线鹦哥岭1号大桥、牙叉连接线南叉河大桥为代表性桥梁，预测项目桥面径流对跨越水体的影响程度，计算结果

见表4.3-2。

表 4.3-2 桥面径流

桥梁名称	跨越河流	最大降雨量 (mm)	跨越水体桥梁长度 (m)	桥面面积 (m <sup>2</sup> )	径流系数	径流入河流量 (m <sup>3</sup> /s)
鹦哥岭 1 号大桥	什隆溪	95	118	2950	0.9	0.07
南叉河大桥	南叉河	95	156.4	3910	0.9	0.09

各污染物与河水混合后，河水中的污染物浓度值为：

$$C_i = \frac{C_{i0}Q_0 + C_fQ_f}{Q_0 + Q_f}$$

其中：C<sub>i</sub>——i 种污染物入河后的浓度，mg/L；

C<sub>i0</sub>——i 种污染物入河前的浓度，mg/L；

C<sub>f</sub>——河流中i 种污染物的本底值，mg/L；

Q<sub>0</sub>——入河的径流量，m<sup>3</sup>/s；

Q<sub>f</sub>——河水流量，m<sup>3</sup>/s。(什隆溪多年平均流量按20.05m<sup>3</sup>/s，南叉河多年平均流量按25.92m<sup>3</sup>/s计)

根据上式计算得到石油类及SS随径流进入河流，与河水充分混合后，河水中石油类及SS的浓度见表4.3-3。

表 4.3-3 桥面径流入河后污染物浓度

名称	主要污染物	SS(mg/L)	石油类(mg/L)
鹦哥岭 1 号大桥	本底值	12	0.01
	入河前桥面径流平均浓度	100	11.25
	入河后污染物浓度	12.3	0.049
	入河后污染物浓度增加量	0.3	0.039
南叉河大桥	本底值	8	0.01
	入河前桥面径流平均浓度	100	11.25
	入河后污染物浓度	8.31	0.048
	入河后污染物浓度增加量	0.31	0.038

由表 4.3-3 的计算值可知，桥面径流污染物中，石油类及 SS 入河后污染物浓度增加量相对较小，SS 预测值满足《地表水资源质量标准》（SL63-94）中的 I 类标准限值，石油类预测值满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）I 类标准。

上述预测，是基于最大降雨强度等最不利情况的预测，河流径流量为每条河流的平均径流量，因此，实际的影响可能要比预测结果小得多。

#### 4.3.2.2 辅助设施污水对环境的影响

项目设置服务设施1处（服务区、养护工区和隧道管理所合并建设）。污水产生量计算结果具体见表2.11-13。

拟建公路沿线服务设施每日生活污水排放量约27.44t/d。对于此部分生活污水如果不采取措施直接排放，将对周围环境，尤其是附近河流产生明显影响。

2015年4月国务院印发《水污染防治行动计划》，其中“（七）促进再生水利用”中提出“推进高速公路服务区污水处理和利用”，是我国首次在国家规范性文件层面明确将服务区污水处理纳入其中。因此本项目对服务区生活污水考虑回用处理。

因此，项目沿线服务设施新建污水处理设施，生活污水经处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于冲厕和绿化，不外排，对周围水环境影响很小。

#### 4.3.3 对农村饮用水源影响分析

拟建公路沿线村庄较多，距离乡镇较近的村庄大部分采用自来水，部分村庄采用集体水井供水，人口较少的村庄采用手压式水井。根据调查，评价范围内 K13+900 路左 86m 分布有 1 处水塔—高案村水塔，位于项目征地红线以外。工程建设不会破坏水井本身，且根据现场调查，项目所在位置没有输水管道分布，项目建设对水塔没有影响。

#### 4.3.4 对鹦哥岭水库的影响分析

鹦哥岭水库分布在隧道洞身段 K6+600~K7+700 右侧 350m，目前水深约 10-15m，是一座灌溉为主的小（一）型水库，库底高程 547.03m，隧道洞顶标高约 406-413m 之间，高差约 134-141m，隧道施工开挖及放炮震动对水库影响较小。同时由于水库区为花岗岩，岩体较完整-完整，通过水文测试，花岗岩体为微透水，水库水与隧道无直接通面面，基本不会引起隧道突水、塌方等问题。。

### 4.4 地下水环境影响分析

本项目为公路工程，根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016），公路项目加油站地下水评价项目类别为 II 类，其他为 IV 类。IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价，本报告仅进行简单的影响分析。

鹦哥岭隧道上方无居民居住、无泉眼分布，隧道建设不会对地下水泉眼及沿线居民饮水造成影响。本项目服务区均包含加油站，加油站作为独立项目办理相关手续，

本次仅对服务区选址进行合理性分析。

#### 4.4.1 施工期对地下水环境影响分析

施工期对地下水环境的影响主要表现在：施工期含油污水、建筑材料堆放期间的淋漓水等对地下水环境的影响。

##### 4.4.1.1 路基施工对地下水环境的影响

本项目有深挖路段 7 处，最大边坡高度 58.6m。深挖路段位于山坡或山脊处，本项目深挖路段区域地层为花岗岩的强风化和中风化层区，透水系数很小，不是富含水层。因此，路基施工对地下水的影响可接受。

##### 4.4.1.2 桥梁施工对地下水环境的影响

桥梁施工对地下水的影响主要来自桥墩钻孔灌注桩基础时用于护壁的泥浆，泥浆接触地下环境可能引起地下水污染。因此，桥梁桩基钻孔施工过程中应采取天然粘土护壁，采取封闭施工，尽量减小钻孔施工与周围地下环境的接触面积，减少泥浆等污染物进入地下环境污染地下水。

桥梁施工过程中若桥梁钻渣处置不当，物料、油料、化学品堆放管理不严，施工机械设备漏油、机械维修过程中的残油等可能污染地下水。鉴于项目区地下水补给来源为大气降水，建筑材料堆放场地产生的少量淋漓水经土壤的吸附自净作用后，对含水层的影响很小。尽管如此，为防止油料等物质不慎泄漏对堆放场地附近的地下水环境带来影响，可在建筑材料堆放地设置一定的防渗区域，专门存放油料及化学品物质。

另外，施工期产生的污水还有施工人员的生活污水和生产废水，生活污水通过在施工驻地内设置化粪池收集处理后用作周边农田的肥料；食堂废水和洗衣废水经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘，不外排；施工场地生产废水经隔油沉淀处理后回用，不外排。项目施工期生活污水和生产废水不会下渗到地下水层污染地下水。

##### 4.4.1.3 隧道施工对地下水的影响分析

鹦哥岭隧道穿越鹦哥岭山脉，右线进口桩号为 K4+070，出口桩号为 K12+330，长 8260m，左线进口桩号为 ZK4+070，出口桩号为 ZK12+352，长 8282m，属于特长隧道，洞底设计高程 371.99~426.140m，设计纵坡 1.264%-1.379%。隧址区为中低山地貌，地面高程在 360~800m，地形起伏大，路线沿山侧上行，周边植被茂密，该区域沟谷发育，一般呈“U”型，山体坡度多在 25~65°之间，高差大，冲刷强烈。河流沿着断层谷或顺坡分布，下切严重，地形起伏较大沟谷底基岩出露，枝状支流发育，沟谷

底部多有地表水分布。

隧址区（汇水区域）地下水类型主要为基岩裂隙水。含水岩组为砂岩、泥岩、含砾砂岩、花岗岩等，地下水类型主要为基岩裂隙水。大气降水是隧址区地下水的主要补给源。补给形式主要通过含水岩组出露部分发育的裂隙通道，直接渗入或以缝流的形式直接流入补给含水层。虽然区内山坡陡峭，沟谷狭窄，山坡坡度多在30度以上，陡坡地形制约了降水在山坡坡面的停留时间，降水很快以斜坡面流或集中于冲沟底，直接影响降水对含水岩层入渗补给量，但隧址区良好的植被又会降低坡面水的流速，增大降水对地下水的补给。

隧道开挖将可能破坏区域内的地下水系，一个山脉的地下水系经过长期演变逐渐稳定，有其自身的水流规律，隧道的出现将可能改变地下水赋存状况，并成为地下水排出的天然通道，造成地下水的流失。同时隧道施工过程中，可能会由于水文地质的难以预料或调查不够清楚，打穿地下含水层，造成掘进过程中的涌水现象，从而对工程区环境造成一定的影响。其影响主要体现在以下三个方面：

#### (1) 隧道涌水对下游的影响

含水层被打穿后水量较小，水头较低时，涌水量较少，强度不大，可采用封堵的方式进行处理，一般影响不大。当含水层水头较高时，涌水量较大，且强度较大时，大量涌水将可能挟带开挖施工产生的废渣由隧道洞口沿坡面下泄，造成下游河道的淤塞或者农田的压埋，对项目区的水利行洪和农业生产造成一定的影响。根据预测，鹦哥岭隧道可能产生的涌水量为  $28007.47\text{m}^3/\text{s}$ ，将通过适时采取预注浆、后注浆或补注浆等措施，将大量地下水尽可能封堵在隧道外，使隧道开挖不出现大量涌水。

#### (2) 生态用水泄漏对山体上方植被生长的影响

如果含水层为隧道山体上部植被赖以生存的水源，且涌水后难以封堵，将可能造成植被生长用水大量流失，造成山顶植被因缺水干枯，对项目区生态环境造成影响。鹦哥岭隧址区水量较为丰富，且区内地下水主要接受降雨入渗补给，因此，隧道施工对隧道顶部植被影响不大。

#### (3) 对地下水位、水质的影响分析

隧道开挖后，由于集水和汇水的作用，地下水被不断排入隧道中，不可避免的会造成地下水重新分配，从而形成新的含水层和地下水转移通道，而原来某些含水层和转移通道中所含的地下水可能减少，同时，地下水动力场和化学场也将因此发生改变，从而可能导致地下水被污染，一般来讲，隧道施工中会采取一定的防漏措施，如

采用化学灌浆来实现加强护壁或者堵漏处理。因此，应因地制宜选用环保型灌浆材料，优先考虑物理材料和环保型改性化学材料，避免和减少二次污染。

#### 4.4.2 营运期对地下水环境影响分析

营运期对地下水环境的影响主要表现在：路（桥）面径流对地下水水质的影响，服务设施排放的污水对地下水水质的影响。

##### 4.4.2.1 路面径流对地下水水质的影响

拟建公路营运期产生的污水主要是初期雨水形成的路面径流和沿线设施产生的生活污水。初期雨水形成的路面径流主要污染因子是SS和石油类，路面径流不设置渗坑、渗井排入地下水，不会对地下水水质造成影响。在正常情况下路面径流经排水沟排入附近水体，不会下渗影响地下水水质；在非正常情况下路面径流形成漫流，但由于主要污染因子SS和石油类均为难溶性物质，不能随水渗入地下，因而非正常情况下路面径流也不会对地下水水质造成影响。

##### 4.4.2.2 营运期隧道衬砌排水对地下水环境的影响

公路建成以后，如果新建隧道没有进行全封闭堵水措施，将形成一个新的排泄基准面，袭夺隧道影响范围内的地下水，形成一个降落漏斗，即隧道顶部地下水疏干情况最为严重，在雨季还可能造成隧道内积水等问题。故在地下水保护措施中，为了保护隧址区地下水环境，应以堵为主，防排结合，将工程对地下水的影响降到最小。

##### 4.4.2.3 服务设施对地下水的影响分析

###### (1) 服务设施影响概述

拟建项目设置服务区1处（与养护工区和隧道管理所同址建设），服务设施产生的污水主要包括职工生活污水、餐饮污水、过往人员冲洗厕所污水等；所产生的固体废物主要为生活垃圾和商业固废等。

服务设施生活污水经过A2/O+MBR一体化污水处理装置处理达标后用于站区绿化，上述装置均设置有防渗层，对地下水基本无影响。附属设施生活垃圾集中分类收集后由当地环卫部门定期清运。综上所述，运营期服务设施污水、生活垃圾及时处理后对地下水环境影响较小。

###### (2) 服务区选址合理性分析

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)和《建设项目环境影响评价分类管理名录》，公路项目加油站为II类项目（营运期有加油站进驻时需单独向当地环境主管部门申报相关手续，不属于本次评价范围），其余为IV类项目。由于

本项目现阶段尚未涉及加油站的具体设计情况，一般情况下高速公路沿线加油站主要位于服务区，本次地下水评价主要针对服务区场地选址的适宜性，加油站地下水环境影响需要在确定其位置、规模后编制专项环评文件进行评价。

根据现场调查，白沙服务区位于中低山地貌区，地势相对比较平缓，周边植被茂密。地层岩性以白垩系紫红色、灰白色、青灰色砂岩、燕山期中粗粒花岗岩和长城系片麻岩为主，白垩系砂岩、泥岩段表层以坡残积土为主，覆盖层厚度1~3m，下部基岩大部分为强-中风化砂岩，局部下覆基岩为泥岩；花岗岩段山体斜坡表层残坡积物覆盖层厚度较大，可见厚度多1m~10m，局部厚度较大，下部出露的岩性为花岗片麻岩。白沙服务区所在位置不良地质不发育，整体工程地质条件较好。

白沙服务区距离海南热带雨林国家公园最近180m，且地势比国家公园低，服务区场地径流水不会进入国家公园，因此服务区建设及运营不会对海南热带雨林国家公园产生不利影响。

白沙服务区所在地不涉及现状和规划的饮用水源保护区，距离服务区最近水体为南春河（未进行功能划分，参照执行II类标准），位于服务区南侧330m，服务区场地位于其汇水区。服务区污水经地埋式一体化污水处理设备处理后出水用于站区绿化，不外排。对南春河的影响主要是场地径流水，建议在两侧服务区场地地势较低处各设置1处沉淀池，场地径流水经沉淀处理后排放，对地表水体水质影响较小。

综上所述，白沙服务区周围不涉及水源保护区，场地周边无地下水取水点分布，地下水环境不敏感，场地做好防渗规划后可以进行服务区场地建设。

## 4.5 环境空气影响评价

### 4.5.1 施工期环境空气影响评述

本项目施工期主要废气污染源为施工作业扬尘、沥青烟气、机械燃油尾气、施工驻地油烟废气等。

项目建设过程中，将进行大量土石方填挖、筑路材料运输及沥青熬炼、摊铺等作业。因此，该工程施工期的主要环境空气污染物是 TSP，其次为沥青熬炼、摊铺时的沥青烟和动力机械排出的尾气污染物，其中尤以 TSP 对周围环境影响较为突出。

#### 4.5.1.1 TSP 的影响分析

公路建设将会增加 TSP 的浓度，污染的主要来源是开放或封闭不严的灰土拌和、储料场、材料运输过程中的漏撒，临时道路及未铺装道路路面起尘等。

### ① 基层拌和产生的粉尘污染

基层拌和施工工艺基本上可以分为两种：路拌和站拌，两种拌和方式都会有许多粉尘产生。路拌引起的粉尘污染特点是随施工点的迁移而移动，污染面较窄，但受污染纵向范围较大，影响范围一般集中在下风向 50m 的条带范围内，且灰土中的石灰成分可能会对路旁农作物的表面形成灼伤；而站拌引起的粉尘污染则集中在拌和站周围，对拌和站附近影响表现为量大而面广，其影响范围可达下风向 150m。

根据海南省高速公路的施工经验，底基层一般采用路拌法施工，基层采用厂拌摊铺机施工。考虑到本工程主要路基填筑作业时间较长，路基填筑作业可能会对路线两侧 50m 内的村庄和拌和站周围 150m 范围内的村庄造成粉尘污染。而本项目沿线敏感点均距公路较近，路线两侧 50m 以内的环境空气敏感点有 7 处，分别是鹦哥道班、黑榄村、牙叉一队居民小组、鱼塘散户、牙训村、南流村、什老高散户，拌和站周围 150m 范围内的村庄有 2 处：什运村和新村。因此本项目施工期，应加强施工管理和洒水降尘等措施减小对这 9 处敏感点的粉尘污染。

### ② 构件预制场、水泥混凝土搅拌站产生的粉尘污染

构件预制场、水泥混凝土搅拌站有组织废气经袋式除尘器净化处理后排放，排放浓度满足《水泥工业污染控制标准》（DB46/524-2021）中表 1 的大气污染物有组织源最高允许排放浓度限值要求。

构件预制场和水泥混凝土搅拌站无组织扬尘主要为碎石、砂土堆场的扬尘和装卸、运输引起的扬尘，通过采取限制车速，在车厢上加盖篷布，在出口设置洗车槽，对场区道路和场地进行硬化并定期派专人进行路面清扫、洒水，碎石、砂土堆场加盖篷布，可最大程度减少无组织扬尘的产生，确保无组织废气满足《水泥工业污染控制标准》（DB46/524-2021）表3中的标准。

采取以上措施后，项目施工期大气污染物对周边环境影响不大，且施工期对周边环境空气的影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失。

### ③ 散体材料储料场

石灰和粉煤灰等散体材料储料场在风力作用下也易发生扬尘。其扬尘基本上集中在下风向 50m 范围内，故考虑到其对人体和植物的有害作用，储料场选择在村庄敏感点下风向 200m 之外，同时对存放应做好防护工作。通过洒水、篷布遮挡等措施，可有效地防止风吹扬尘。

### ④ 散体材料运输

石灰和粉煤灰等散体物质运输极易引起粉尘污染，根据京津塘高速公路施工期车辆运输引起扬尘的现场监测结果，灰土运输车辆下风向 50m 处 TSP 浓度为  $11.625\text{mg}/\text{m}^3$ ，100m 处为  $9.694\text{mg}/\text{m}^3$ ，150m 处为  $5.093\text{mg}/\text{m}^3$ ，超过环境空气质量二级标准，因此，对运输散体物质车辆必须严加管理，采取用加盖篷布或洒水防护措施。

#### ⑥ 施工便道

项目施工中，施工道路多会利用已有的乡村道路和临时修建的便道，以上施工道路一般是砂石或水泥路面，因此施工车辆将产生运输扬尘。据有关资料介绍，扬尘属于粒径较小的降尘，而在未铺装砂砾的泥土路面，粒径小于 5m 的粉尘颗粒约占 8%，5~10m 的约占 24%，大于 30m 的约占 68%。因此，临时道路、未铺装的施工便道和正在施工的道路极易起尘。为减小起尘量，有效地降低其对周围居民正常生活产生的不利影响，在人口稠密集中的地区采取经常洒水降尘措施。研究表明，通过洒水可有效地减少 70% 起尘量。

#### ⑦ 施工现场扬尘

在修筑路面时，未完成路面也有可能产生一定的扬尘影响，主要是由于路面的初期开挖及填方过程中由于路面土壤的暴露，在有风天气产生的扬尘影响，随着施工进程的不同，其对环境空气的影响程度也不同。由于扬尘影响情况的不确定性，类比连霍高速河南省境内段对施工现场进行的扬尘影响情况的监测结果分析本次工程公路施工现场的扬尘污染情况。具体见表 4.5-1。

表 4.5-1 连霍高速河南省境内段施工期扬尘类比调查统计表

监测路段	监测时段	监测场地	TSP 日均浓度范围 ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	监测点位置
连霍高速郑州至洛阳段	路面施工、边坡防护和护栏施工阶段等后期施工	六标段	0.11~1.94	施工场界下风向
		七标段	0.10~1.62	
		八标段	0.36~1.06	
		九标段	0.34~2.8	
		十标段	0.26~2.97	远离施工现场
对照点	0.26~0.97			

由表 4.5-1 可以看出，在高速公路路面施工阶段，施工现场下风向环境空气中 TSP 日均浓度范围在  $0.10\sim 2.97\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，对照点的 TSP 日均浓度范围为  $0.26\sim 0.97\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。对监测结果进行分析可知，高速公路施工阶段施工扬尘对施工场界下风向有一定的影响，因此拟建项目施工期对公路两旁的居民有一定不利影响，必须采取相应的防护措施以减少对周围居民的影响。通过对施工场地进行洒水固尘，可

以有效的减少起尘量，进一步减轻对周围环境敏感点的影响。

#### 4.5.1.2 PM<sub>2.5</sub>的影响分析

PM<sub>2.5</sub>对周围环境影响主要表现在对空气质量的影响，严重时会影响能见度，附着在其他颗粒物上时会对人体健康产生不利影响。

PM<sub>2.5</sub>来源包括直接排放的一次污染物和SO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>等污染物在空气中转化的二次污染物。高速公路施工过程中的PM<sub>2.5</sub>主要来自施工扬尘中的PM<sub>2.5</sub>和施工机械尾气产生的PM<sub>2.5</sub>。由于施工过程中土方作业及施工机械尾气均为无组织排放，目前工作中很难将PM<sub>2.5</sub>源强解析出来，因此，本次评价定性分析施工期PM<sub>2.5</sub>对周围环境的影响。

根据项目区环境质量公报，项目区空气环境质量良好，项目沿线植被覆盖度较高。项目施工时无组织排放源受项目区地形地貌及植被阻隔后，影响范围将缩小。

评价要求对运输散体物质车辆必须严加管理，采取用加盖篷布或洒水防护措施；对施工便道采取硬化地面及洒水降尘措施；对施工作业面进行洒水降尘，裸露地面采取密目网覆盖或临时植草等措施；施工机械进场前进行环保检测，禁止不符合环保要求的施工机械进场施工；施工拌和设备除尘措施定期维护满足达标排放要求。

临近居民集中居住区路段施工时，除采取以上措施外，还需要在施工边界设置高度不低于1.8m的围挡。

采取以上措施后可减缓施工期PM<sub>2.5</sub>对周围环境及居住区的影响。

#### 4.5.1.3 沥青烟和α-苯并芘的影响分析

本项目主线和牙叉连接线为沥青混凝土路面，沥青的搅拌、摊铺时会产生以TSP为主的烟尘，对空气将造成一定的污染，对人体也有伤害。根据调查资料，性能良好的沥青拌和设备，下风向50m外苯并[a]芘低于0.00001mg/m<sup>3</sup>(标准值为0.0025ug/m<sup>3</sup>)，酚在下风向60m左右<0.01mg/m<sup>3</sup>(前苏联标准值为0.01mg/m)，THC在60m左右<0.16mg/m(前苏联标准值为0.16mg/m<sup>3</sup>)。沥青拌和站的设置方式和灰土搅拌站的设置相同，应远离周围环境敏感点下风向300m以外，并采取全封闭作业。

##### ① 沥青摊铺过程中沥青烟影响分析

根据以往对公路施工的调查和监测资料，沥青摊铺时的沥青烟气污染相对熔融烟气是很小的，其主要可能对施工人员造成一定程度的影响。

沥青烟气影响较大的阶段为路面摊铺阶段，为了了解和评价路面摊铺阶段沥青烟气对环境空气的影响，本评价类比连霍高速公路洛阳至三门峡段施工期间在路面摊铺

阶段进行的 BaP 监测结果，详见表 4.5-2。

表 4.5-2 连霍高速公路洛阳至三门峡段施工期间 BaP 监测结果一览表

监测路段	监测时段	监测场地	BaP 日均浓度范围( $\times 10^{-3}\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	监测点位置	
洛阳—三门峡	路面摊铺 施工阶段	K28	未铺路面前	0.54	公路沿线
			路面铺设时	6.8~6.9	
			超标率%	0	
		K52	未铺路面前	0.58	
			路面铺设时	2.7~3.5	
			超标率%	0	
		K86	未铺路面前	0.77	
			路面铺设时	4.5~5.2	
			超标率%	0	
		K114	未铺路面前	0.33	
			路面铺设时	2.5~3.3	
			超标率%	0	
		K134	未铺路面前	0.56	
			路面铺设时	3.3~6.0	
			超标率%	0	
执行标准 (GB3095-1996 二级标准)			0.0025 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$		

由表 4.5-2 可知，路面铺设沥青期间道路沿线环境空气中 BaP 日均浓度值均超过《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准限值要求，因此，需要加强对操作人员的防护。

#### ② 沥青拌和环境空气影响分析

由于现阶段无法确定项目施工期沥青拌站的规模及具体设备，本次评价沥青拌和站苯并[a]芘源强类比年产 20 万吨沥青混合料的项目影响分析。一般情况下，沥青混合料的生产先通过导热油炉将沥青储罐中的沥青加温，再由沥青泵送入搅拌缸中，搅拌缸密闭，在沥青加温后会产生沥青烟、苯并[a]芘。参考《工业生产中的有害物质手册》第一卷（化学工业出版社，1987 年 12 月出版）、《有机化合物污染化学》（清华大学出版社，1990 年 8 月出版）及同类生产项目情况，每吨石油沥青在加温过程中产生苯并[a]芘气体约 0.010g~0.015g，本次环评取平均值 0.0125g，本项目沥青使用量为 8000t/a，则投产后苯并[a]芘废气的产生量约 100g/a，产生浓度约 0.0048 $\text{mg}/\text{m}^3$ 。

因此，在路面工程施工期间的沥青搅拌和摊铺等作业过程中，应注意相关设备的选型、设备的完好率和操作规范，保证沥青烟浓度符合排放限值要求。

全线设置沥青拌和站 1 处。沥青配料、拌和过程中会产生扬尘、沥青烟。类比广西丰麒沥青混凝土有限公司沥青拌和站项目，经预测表明，正产工况下，项目生产过程产生各类污染物均能达标排放，最大落地浓度均能达到《环境空气质量标准》

(GB3095-2012)二级标准和《大气污染物综合排放标准详解》(国家环境保护局科技标准司,中国环境科学出版社)的推荐标准,即处理后废气排放对周围环境影响不大。

在非正常工况下,废气的最大落地浓度可达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准、《大气污染物综合排放标准详解》(国家环境保护局科技标准司,中国环境科学出版社)的推荐标准,但是其占标率较高,对环境影响较大。因此,施工过程中应加强环保设施的维护保养和检修,确保环保设施设备正常运行,一旦发生非正常工况,应立即停止生产,排查运转异常的设备并及时进行调试,待所有环保设施恢复正常后方投入生产,同时按要求对非正常工况的起始时刻、恢复时间、时间原因、应对措施、涉及生产设施等信息进行记录。

#### 4.5.1.4 机械燃油尾气

施工机械、物料运输车辆及沥青摊铺等以柴油或汽油作为动力的机械设备使用时将排放出少量燃油尾气,尾气中主要含有CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>等污染因子,但由于排放量少,持续排放时间较短,且位置较为分散,经扩散后对周边环境不会产生明显的影响。

#### 4.5.1.5 施工驻地油烟废气

工地食堂将液化气作为燃料,为清洁能源;烹饪过程中产生的油烟采取高效油烟净化设施处理,达到《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)后,引至食堂所在楼顶排放,项目工地选址所在区域地势开阔,对周围环境空气质量影响较小。

### 4.5.2 营运期环境空气影响分析

依据HJ2.2-2018,本项目设置有1处服务区(与养护工区和隧道管理所同址建设),采用清洁能源,沿线无废气集中排放源,对大气环境影响较小,本项目评价等级为三级。根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018),三级评价不进行进一步预测与评价。

#### 4.5.2.1 路面行车汽车尾气污染物对大气环境影响简析

拟建高速建成营运后,主要大气污染源是汽车尾气。本次环评采用《G3京台高速方兴大道至马堰段改扩建工程》中的数据进行类比,G3京台高速方兴大道至马堰段,车流量较本项目相当,运营中期,G3高速中期在沿线200m范围内NO<sub>2</sub>日平均浓度为0.0418mg/m<sup>3</sup>,满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)一级标准。

对于公路项目而言,最有效的方法是加强公路自身的绿化,采用一些具有空气净

化作用的植物作为两侧的绿化带以吸收尾气，保护沿线区域环境空气质量。此外，随着我国对环保的重视，科学技术的进步，清洁能源的广泛应用，未来机动车辆单车污染物排放量将可能大大降低。拟建公路沿线环境空气质量现状很好，大气环境容量较大。总体而言，汽车尾气对公路沿线的空气质量影响较小。

#### 4.5.2.2 运营期隧道对环境空气的影响分析

运营期隧道环境空气的影响主要为汽车尾气对隧道内环境和隧道外环境的影响。相对其它路段，隧道内处于一个半封闭状态，受影响的对象为过往的司乘人员，车辆经过隧道的时间在数秒至数百秒之间，且高速路上过往的车辆一般车窗处于全封闭状态，隧道内集聚的汽车尾气对司乘人员的影响很小。针对隧道内集聚的汽车尾气经隧道洞口排放后对外环境的影响，本次评价类比同类高速隧道口大气排放对环境的影响进行简要分析。类比《京珠高速广韶段隧道环境质量调查》中对大宝山隧道（长隧道），大宝山隧道是京珠国道主干线粤境高速公路上的长大隧道，为双洞6车道，按单线计总延长3150m。大宝山隧道实测结果，左右两幅隧道入口和出口 $\text{NO}_2$ 平均浓度分别为 $0.058\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $0.062\text{mg}/\text{m}^3$ ，均满足《环境空气质量标准》一级标准（ $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）和二级标准要求（ $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。且经统计，本项目隧道顶部及距隧道口900m以内无村庄分布，且全线隧道进出口植被条件好，有利于环境空气的净化。因此，营运期隧道对环境空气影响较小。

#### 4.5.2.3 沿线服务设施废气排放影响分析

拟建公路沿线共设置1处服务区（与养护工区和隧道管理所同址建设），不设置锅炉。拟建服务设施厨房内均安装油烟净化设施，餐饮油烟经油烟净化设施（等离子油烟净化器）净化后于厨房楼顶外排，根据类比，油烟废气排放浓度能够达到《餐饮业油烟废气排放标准（试行）》（GB18483-2001）要求，不会对周围的环境空气产生明显的影响。

## 4.6 固体废物环境影响评价

### 4.6.1 施工期固体废物对环境的影响分析

本项目施工期固体废物主要来自废弃土方、桥梁桩基出渣、拆迁建筑垃圾、施工人员的生活垃圾和施工机械使用过程中产生的废矿物油。

#### (1) 拆迁建筑垃圾

拆迁房屋将产生建筑垃圾。拆迁建筑垃圾用于路基填筑，不能回用的的废弃运至地方政府指定的垃圾处理场处理，不得随意堆放。

#### (2) 生活垃圾

施工期间每个驻地施工人员约 100 人，日产生生活垃圾量为 0.1t/d。施工人员的生活垃圾，通过设置专门垃圾桶进行统一分类收集，再委托当地环卫部门定期清运。

#### (3) 机械维修废矿物油

项目施工中使用大量的施工机械，难免会产生大量的废矿物油（指车辆、机械维修和拆解过程中产生的废发动机油、制动器油、自动变速器油、齿轮油等废润滑油属于危险废物，废物代码：900-249-08）。此类固废属于危险废物，应单独收集，妥善贮存，再交由有危险废物处理资质的单位处理。

#### (4) 沥青拌和站危险废物

沥青拌和站产生的危险废物主要包括机修危废（分类编号为 HW08，危险废物代码：900-249-08）、废导热油（分类编号为 HW08，危险废物代码：900-249-08）、废弃活性炭（分类编号为 HW49，危险废物代码为 900-039-49），在拌和站设置危险废物暂存间，危险废物应暂存于站区内危废暂存间，定期交由有资质的单位进行处理。危废暂存间应贴有危废标志，做好防雨措施，并对地面进行防渗防漏处理。

采取以上措施后，施工期产生的固体废物对环境的影响可控制在可接受范围内。

### 4.6.2 营运期固体废物对环境的影响分析

运营期固体废物主要来源于服务区、养护工区等辅助设施的垃圾，如：废弃纸张、生活垃圾、塑料制品等，如处理不当会破坏地貌和植被的优美形态，造成视觉污染，影响旅行的舒适性。因此，加强公路环保的宣传力度，增强群众的环保意识，培养群众环境保护的主人翁责任感，对保护公路及其自然环境具有重要意义。

本项目营运期服务设施垃圾产生量见表2.11-16。营运期的生活垃圾经过分类收集后，有利用价值的外卖利用，无利用价值的集中分类收集后委托地方环卫部门定期清运，不会对周围环境造成影响。

## 4.7 景观环境影响评价

项目实施必定会破坏部分现有的自然景观，改变沿线地形地貌，创造出新的人文景观，道路建成后本身也将成为欣赏和关注的景观之一。

道路沿线区域经过农田景观、林地景观、道路景观、河流景观、城市景观和农村

居民点景观等6大类，道路建成后，将通过一条蜿蜒曲折的人工走廊与区域内的上述景观联系在一起，在工程设计中，应针对不同路段的景观特点，采取与之相适应的设计方案，使本项目与沿线现有景观有机结合、相互协调。

本项目已委托进行专项景观规划。

#### 4.7.1 施工期景观影响分析

##### (1) 主体工程景观影响

拟建公路为新建项目，公路路基工程的开挖，将在一定程度上破坏征地范围内的地表植被，形成与施工场地周围环境反差较大的裸地景观，从而对施工场所周围人群的视觉产生一定冲击。而且由于对地表植被的完全破坏和工程区土壤的扰动，在雨季松散裸露的坡面易形成水土流失，导致区域土壤侵蚀模数增大，对下游植被和水体产生影响，从而对区域景观环境质量产生影响。根据环境现状调查可知，拟建公路沿线经过地区自然景观和人文景观较多，大量的施工机械和人员进驻给原有景观环境增添了不和谐的景色。所以，对边坡应按照当地的具体环境进行绿化美化设计，使其在色彩、形态上与周围的自然及人文景观相融合。

##### (2) 辅助设施

拟建公路管理设施包括1处合建的服务区、养护工区和隧道管理站。公路附属建筑对外界的影响主要是建筑风格和建筑物周围绿化，如果公路附属建筑与当地建筑风格不一致，将会给人突兀的视觉冲击，而建筑周围没有进行绿化美化将不能给旅途劳累的人们带来清新、活力恢复的感觉。因此，公路附属建筑应按当地建筑风格进行设计并进行绿化美化。

根据所在区域景观特点，跨河大桥、互通立交区、隧道进出口、取弃土场、施工临时工程等局部敏感区域将成为影响周围景观的重点，具体分析如下。

##### (3) 跨河大桥景观影响分析

高速公路跨河桥梁中，大桥的景观影响比较突出，项目区桥梁主要跨越河沟或农田。大桥的建造将分割水面或农田的整体性，尤其是桥面高出水面或农田形成一处高大的屏障，而且柱式桥墩的设置也切割了景观的连续性。桥梁设计应注重景观设计，包括桥型、色彩等方面的设计，避免与周围景观产生强烈的对比冲突。

大桥的建造将分割农田和河流的整体性，尤其是桥面高出农田、河流形成一处高大的屏障，将现有景观一分为二，影响了现有景观的整体性。桥梁的切割影响是无法避免的，但可以在桥梁设计方面注重对景观的设计，包括桥型、色彩等方面的设计，

避免与周围的景观产生强烈的对比冲突，在单调的农田区建成一座现代化的交通廊道，将对周围农田、河流景观起到增色的效果，并且可能成为当地景观的亮点。

#### (4) 隧道工程景观影响分析

本工程主线共设置隧道 8271m/1 座，占主线路线长度 52.85%。下面以鹦哥岭隧道为例，简要分析其对周围景观的影响。

隧道对景观的影响主要在洞口施工，洞口开挖破坏植被，隧道口的设置与周围林地景观形成一定的对比，对视觉造成一定冲突。减缓隧道工程对景观影响的主要措施在于因地制宜做好洞口设计与施工，洞口开挖尽可能减少周围植被的破坏，避免大面积滑塌，并可采取绿化措施恢复洞口周围植被及自然景观。

#### (5) 互通立交区景观影响评价

全线主线+连接线共有 2 座互通立交，均为对现有高速互通立交的改造。互通立交区周围分布公路、园地、林地、农田，就当地而言，属于非常大众化的景观，设置互通将水平和垂直方向占用较大空间，对视觉有一定的切割作用。如果对互通区进行垂直绿化，可适当减缓这种影响。

#### (6) 弃土场

沿线共设有 3 处弃渣场。1 处利用废弃采矿坑，2 处位于公路永久占地内，弃土结束后通过生态恢复，矿坑景观可得到改善，永久占地带绿化生态建设也可有效减缓景观影响。弃土场主要是施工期对景观产生影响，在施工结束后，由于取弃土场的植被恢复，景观视觉影响将得到消除。

#### (7) 其它临时工程区

施工过程中，将铺设部分施工便道，在互通区域、桥梁两侧将设置施工生产生活区，上述临时工程的设置将影响到沿线景观整体性和连续性，造成一定的视觉污染，将临时工程设置在相对比较隐蔽的地方。如设置在地方绿化带背面，如有可能，有的施工场地可租用需拆迁的厂房等，减少临时工程对景观的影响。

虽然施工期临时工程对景观的影响无法避免，但也是暂时的，随着施工结束，通过对所占土地的恢复及绿化美化等措施，可以基本消除影响。

### 4.7.2 运营期景观影响分析

运营期项目景观影响主要体现在项目景观与周边现有景观的协调性，景观设计中，环境协调性是极其重要的元素。建设项目的总体景观设计要与周围的自然环境相互协调，充分利用规划设计手段，将道路、桥梁、绿化、服务区等进行精心合理的布

置和组合，与道路沿线现有景观相协调。

## 4.8 环境风险评价

本项目投入使用后，公路本身不会对外环境产生影响，风险主要体现在公路上行驶的车辆发生事故后可能对人群及周围环境产生的影响，重点是危险品运输车辆发生事故后，危险品泄漏污染水环境及对人群健康产生的危害。

对本工程项目的危化品运输风险分析，依据相关危化品运输车辆交通事故调查资料为基础，通过计算分析、预测危险品运输交通事故概率，其中以跨越河流段出现交通事故概率作为预测重点，分析其危险性，并提出运输管理措施和事故应急措施的建议。鉴于目前尚缺乏危化品运输风险事故造成的经济损失量的相关统计数值，故本次风险分析，以交通事故概率和事故预防管理措施和应急措施为重点。

### 4.8.1 评价目的

通过风险识别、风险分析和风险后果计算等评价环境风险，为工程设计和环境管理提供资料和依据，提出风险预案控制原则要求，以达到降低危险，减少危害的目的。

### 4.8.2 评价等级

本项目为交通运输类建设项目，环境风险主要为公路上行驶的车辆（特别是运输危险物质的车辆）发生交通事故导致危险物质泄漏。参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目危险物质数量与临界量比值  $Q < 1$ ，评价工作等级为简单分析。

### 4.8.3 风险识别

#### 4.8.3.1 危险物质的识别

公路运输过程中风险事故造成的影响主要是对沿线水体的影响，化学危险品的泄漏、落水将造成水体污染。

拟建公路运输货类构成见表 4.8-1。

表 4.8-1 各类货物所占比重表

分类	比重	分类	比重
煤炭	2.8%	木材	3.2%
石油	3.4%	非金属矿石	2.8%
金属矿石	2.2%	化肥农药	7.1%
钢铁	3.9%	盐	1.1%

分类	比重	分类	比重
矿建材料	21.2%	粮 食	1.5%
水 泥	14.2%	其 它	36.5%

大量的研究成果表明，公路的环境污染事故主要来源于交通事故。当公路跨过水体时，车辆发生事故将可能产生污染，污染事故类型主要有：

- (1) 在路（桥）面发生交通事故，汽车连带货物坠入河流（水库）；
- (2) 危险品运输车辆发生交通事故后，危险品发生泄漏，并排入附近水体；
- (3) 车辆本身携带的汽油(柴油)和机油泄漏，并排入附近水体。

公路风险事故的发生与司机有很大的关系，一般事故的发生多数是由于汽车超载和司机疲劳驾驶导致，事故发生后又有多数司机因害怕不敢报案而延误处理，导致事故影响范围扩大。

按《物质危险性标准》、《重大危险源辨别》(GB18218, 2000)、《职业性接触毒物危害程度分级》(GB50844-85)的相关规定，以及拟建公路运输的货物种类，公路建成后涉及的危险品主要为化肥、农药、石油制品等危险品。

#### 4.8.3.2 危险性物质毒理性质

危险性物质毒理以油品为例进行分析，以柴油为例，其危险特性主要有以下几方面：

##### (1) 易燃、易爆

根据《石油化工企业设计防火规范》(GB50160-92.1999 年版)和《石油库设计规范》(GB50074-2002)，柴油属于高闪点易燃液体，火灾危险类别为丙 A 类。

##### (2) 易挥发

柴油的沸点较低，在常温下就能蒸发。因此在正常作业和储存过程中，这些物料的挥发是不可避免的。成品油泄漏时产生的蒸汽或正常挥发，如果与空气混合达到爆炸极限范围，易发生爆炸。故应采取措施减少挥发，或利用通风等措施降低油气浓度避免形成爆炸性混合气体。

##### (3) 易流动

柴油为液体，粘度低具有好的流动性。在储运过程中，一旦发生泄漏，不仅造成经济上的损失和环境污染，而且易引发燃烧爆炸事故。

##### (4) 热膨胀性

油品受热后，湿度升高，体积膨胀，若容器罐装过满，超过安全容量，可能导致容器或管件的损坏，引起油品外溢、渗漏，增加火灾爆炸危险性。

(5) 易积聚静电

成品油导电性较差，在流动、过滤、混合、喷射、冲洗、充装、晃动过程中产生和积聚静电荷。在储运过程中，可燃液体与可燃液体，或可燃液体与管道、容器、过滤介质以及与水、杂质、空气等发生碰撞、摩擦，都有可能造成静电积累。而静电放电是致火灾爆炸事故的一个重要原因。

(6) 毒性

石油产品的毒性表现，一是有特殊的刺激性气味，二是液体有毒或蒸气有毒。石油产品的蒸气可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难等缺氧症状，并可通过消化道、呼吸道、皮肤侵入机体对人产生危害。

柴油的理化、毒理性质见表 4.8-2。

表 4.8-2 柴油的理化和毒理性质

类别	项目	柴油
理化性质	外观及性质	稍有粘性的棕色液体
	熔点/沸点 (°C)	-18/282-338
	相对密度	对水 0.87-0.9, 对空气 >1
	融解性	不溶于水, 易溶于苯、二硫化碳、醇、可混溶于脂肪。
燃烧爆炸危险性	闪点/引燃温度 (°C)	50/227-257
	爆炸极限 (vol%)	1.4-4.5
	稳定性	稳定
	建规火险分级	丙 A 类
	爆炸危险组别、类别	T3/IIA 高闪点易燃液体
	危险特性	遇明火、高热或氧化剂接触, 有引燃爆炸的危险, 遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险
	灭火方法	灭火剂种类: 二氧化碳、泡沫、干粉、沙土
	闪点/引燃温度 (°C)	稍有粘性的棕色液体

4.8.4 营运期危险品运输车辆事故概率计算

4.8.4.1 事故风险概率 (风险度) 估算

(1) 化学危险品运输事故风险概率估算公式

$$P = \prod_{i=1}^n Q_i = Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times Q_4 \times Q_5 \times Q_6$$

式中:

- P—预测年敏感路段发生化学品事故风险的概率, 次/年;
- Q<sub>1</sub>—该地区目前车辆相撞翻车等重大交通事故概率, 次/百万辆·km;
- Q<sub>2</sub>—预测年份的年绝对交通量, 百万辆/年;
- Q<sub>3</sub>—高速公路上交通事故的发生率, %;
- Q<sub>4</sub>—货车占总交通量的比例, %;

Q<sub>5</sub>—运输化学危险品车辆占货车比率，%；

Q<sub>6</sub>—敏感路段长度，km。

**(2) 事故风险概率估算**

式中各参数取值如下：

Q<sub>1</sub>—参考同类地区交通事故概率，取 Q<sub>1</sub>=0.2 次/百万辆·km；

Q<sub>2</sub>—根据本公路预测交通量（绝对值）；

Q<sub>3</sub>—根据美国车辆交通安全报告（1974 年），高速公路比一般公路事故降低率为 75%，故 Q<sub>3</sub>=25%；

Q<sub>4</sub>—根据工可研，各特征年分别为 8.8%、7.6%和 6.8%；

Q<sub>5</sub>—运输化学危险品的车辆占货车的比例（%），取 10.5%；

Q<sub>6</sub>—敏感路段长度。

对危险敏感路段进行了筛选，确定了路线评价范围内的跨河路段和水满连接线伴行牙训河段作为危险品风险分析的敏感路段。危险品运输在各敏感路段路段发生事故的的概率预测见表 4.8-3。

**表 4.8-3 拟建公路敏感路段危险品运输风险概率估算表 单位：次/年**

序号	桥梁名称	水体名称	敏感路段长度 (m)	预测结果		
				2026 年	2032 年	2040 年
1	什运互通主线桥	什隆溪	163.2	0.000021	0.000034	0.000063
2	什运互通 A 匝道桥	什隆溪	320.2	0.000041	0.000067	0.000124
3	什运互通 B 匝道桥	什隆溪	693.2	0.000089	0.000145	0.000268
4	什运互通 C 匝道桥	什隆溪	441.24	0.000057	0.000092	0.000170
5	什龙 1 号大桥	无名河沟	411.4	0.000053	0.000086	0.000159
6	什龙 2 号大桥	无名河沟	216.4	0.000028	0.000045	0.000084
7	鹦哥岭 1 号大桥	什隆溪	118	0.000015	0.000025	0.000046
8	鹦哥岭 2 号大桥	无名河沟	126.4	0.000016	0.000026	0.000049
9	牙叉中桥	什卒沟	36.4	0.000004	0.000007	0.000013
10	南叉河大桥	南叉河	156.4	0.000019	0.000032	0.000057
11	右线海旺中桥	南架沟	96.4	0.000012	0.000020	0.000035
12	牙叉大桥	无名河沟	126.4	0.000015	0.000026	0.000046
13	牙叉互通 D 匝道桥	南架沟	181.08	0.000022	0.000037	0.000066
14	牙叉互通 F 匝道桥	南架沟	277.68	0.000034	0.000056	0.000102
15	牙叉互通主线跨 G361 大桥拼宽	南架沟	163.2	0.000020	0.000033	0.000060
16	水满连接线 L2K0+900~L2K4+900	牙训河	4900	0.000012	0.000017	0.000021

**4.8.5 事故风险简要分析**

由表中的计算结果可以看出，当本项目通车运行后，跨河路段或伴行路段营运近、中、远期发生危险品车辆交通事故的概率分别为0.000004~0.000089、0.000007~0.000145、0.000013~0.000268次/年。因此，就危险货物运输的交通事故而言，发生概率并不大。由于高速公路两边的护栏可在一定程度上阻挡车辆驶出公路或桥梁，危险品均系密封桶装或罐车运输，故出现泄漏、污染环境的可能性很小。交通事故的严重和危害程度差别很大，一般来说，交通事故中一般事故和轻微事故所占比重较大，重大和特大恶性事故所占比重很小。因此，就危险货物运输的交通事故而言，由于交通事故引起的爆炸、火灾以及泄漏的事故在跨河桥段发生的概率甚小，其脱离路面掉入河中的可能性更低。

然而，计算结果表明，危险货物运输车辆发生交通事故的概率不为零，所以不能排除重大交通事故等意外事件的发生，亦即危险货物运输车辆在万一出现交通事故而严重污染环境，如有毒气体的扩散或有害液体流入到水系等可能性仍存在。此类事故一旦发生，后果严重。因此，为了防治车辆不慎翻车入河，设计、施工及管理部门对该地区应做好工程防护措施和应急管理措施，避免造成不必要的水质污染等恶性事件的发生。要求高速公路管理部门根据《危险化学品安全管理条例》的规定，加强对进入高速公路的危险品运输车辆的检查、管理，并制定有效的事故应急计划，通过加强管理，使污染风险降至最低。

总之，从事危险品运输车辆在公路上发生交通事故而给公路沿线特别是河流造成严重污染的可能性很小。

## 第5章 环保措施及技术经济论证

### 5.1 生态环境保护措施

#### 5.1.1 设计期环保要求

##### (1) 保存熟土及土地复垦要求

优化取弃土场、施工生产生活区和施工便道的设置，尽量减少临时占地对农业生态的影响；项目占用耕地和林地时，应进行表土剥离优先用于土地复垦，其余用于后期道路绿化和护坡等覆土使用；施工结束后应根据不同的地区特点采取植被恢复措施，部分临时占地可先种植绿肥作物，等农业土壤肥力恢复后，恢复为农田。

##### (2) 对植物的保护要求

在施工组织设计时，要对沿线保护植物做更进一步的调查，首先采取避让的措施，确实无法避让的，应在获得林业部门行政许可的前提下，配合有关单位对保护植物进行移栽保护，不得随意占压和破坏。若涉及临时占地变更，则取土场、弃渣场、施工生产生活区和施工便道选址须避开珍稀植物和古树名木。

##### (3) 动物通道设置的要求

公路的建设主要是对两栖类的蛙类和爬行类中的蛇类造成阻隔影响，此类动物活动能力较差，在工程建设中：桥梁下方以及高速公路沿途设置的涵洞可同时用于两栖类和爬行类动物通行的通道。考虑到两栖爬行动物习性多喜隐匿在湿润的草丛及灌草丛中，所以桥梁下方植被分布情况决定了这类路段是否可以有效联通两栖类和爬行类栖息地，真正起到动物通道作用。在项目设计和施工中应采取桥梁下人工设置连接绿化带；涵洞设计中考虑到野生动物通行需要，在涵洞两端处以低矮灌丛作为绿化主体，形成引导两栖类和爬行类来往公路两侧的自然通道。

##### (4) 对林地的保护要求

根据《海南省占补平衡管理办法》，林地占补平衡要坚持“生态优先、政府主导、先补后占、占一补一、占优补优、持续利用”的原则，建设项目经依法批准长期使用林地时，市县人民政府须先履行补划林地义务，从规划林地范围外补划符合林地区划条件的地块，确保补划林地面积大于或等于使用林地面积。应根据《海南省占补平衡管理办法》，由当地政府落实“占一补一”。

##### (5) 对生态公益林的保护要求

后续设计中进一步论证项目公益林路段的路线方案，尽量不占或少占公益林地，并严格落实林地征占用手续。

临时占地的设置严禁占用重点公益林。

#### **(6) 对生态保护红线的保护要求**

后续设计中进一步论证项目生态保护红线路段的路线方案，尽量不占或少占生态保护红线，并严格落实征占用手续。

弃土场、施工生产生活区的设置严禁占用生态保护红线；施工便道的设置应尽量减少占生态保护红线。

#### **(7) 对绿化设计的要求**

公路绿化设计应委托专业单位设计、施工。具体建议如下：

① 本项目绿化应视沿线路基形式、路段所处环境特征、公路路容景观及诱导视线等要求，逐个路段专门设计。

② 公路两侧绿化除考虑路基防护外，还应考虑公路景观及环保作用，如水土保持、降噪、防治空气污染等，坡脚至排水沟间宜植常绿灌木或显花灌木，排水沟至路界可乔、灌、草结合。

③ 路基边坡按照公路路基设计规范植树种草；应选择根系发达，固土护坡能力强，具有较强的抗污染能力，特别是对汽车尾气有抗污染能力的灌木树种或草种，为避免褐翅鸦鹃、领角鸮等国家重点保护动物穿越公路引起冲撞和碾压安全事故，在国家公园路段路基边坡应采用乔木绿化。

④ 中央分隔带绿化应具有夜间行车防眩遮光、绿化、美化的特殊功能，植物配置以抗污染、树体优美、观赏价值高的乡土常绿灌木或小乔木树种为主。

⑤ 互通立交区域的绿化应做专项设计，每个区域的绿化应具有地区特色，包括种类、构图形体等，除平面绿化外，还应做垂直绿化，形成全方位的立体绿化景区。

⑥ 服务区的绿化应采取观赏与休憩相结合的原则；进出口植物配置参考互通立交区部分，并且可根据不同的车辆停放地点、不同服务功能区，设置花坛或树篱进行分隔；应与其规划、建筑协调，以种植草坪、花卉及观赏树木为主。

⑦ 树种的选择尽量以乡土树种和归化植物为主。

#### **(9) 临时占地选址要求**

① 禁止在永久基本农田保护区、自然保护地、生态保护红线、饮用水源保护区、重点生态公益林内设置临时占地。

② 临时施工场地尽量远离敏感水体，避免施工污水、营地生活污水污染沿线水体。

③ 施工生产生活区尽量选择在互通立交占地范围内，减少新征临时占地；尽量选用荒坡和劣质地，远离村庄、学校、医院等敏感目标；工程结束后，对施工场地进行地表清理，清除硬化混凝土，堆放于选定的弃渣场，同时作好水土保持措施，进行土壤改良后，恢复为原貌。

④ 在进行桥梁施工时，施工弃浆不得随意堆置，禁止将施工材料堆置于沿线河道的堤岸内侧或最高水位线以下。

⑤ 施工驻地尽量利用现有村庄或在现有村庄的边缘作施工驻地。

⑥ 施工便道尽量利用现有县级、乡村道路，对现有乡村道路进行改造，新开辟的施工便道，尽量减少大填大挖，减少水土流失和生态破坏。工程结束后，视具体情况，交给地方政府公路管理部门进行养护，可作为地方道路，如将来无法使用的，须进行生态恢复，进行植树种草等。

⑦ 临时占地选址距离保护植物及古树名木 300m 以外。

⑧ 施工期改变临时工程的选址或增加临时工程用地，需重新履行相关的环保手续。

⑨ 下一阶段设计进一步优化施工方案，合理安排施工进度，根据勘察资料加大隧道出渣的综合利用，水土保持方案中论证远距离调配土石方量的可行性，减少弃方量。

#### (10) 基本农田保护要求

项目临时占地禁止占用永久基本农田。

(11) 隧道口设计要求：隧道洞口以安全、耐久、生态、环保为目标，坚持尊重自然、保护生态、修复融合的原则，根据洞口的地形地貌，因地制宜，坚持采用零开挖的设计理念，尽量少开挖山体。具体要求如下：

① 洞口位置按因地制宜、早进晚出的原则确定，尽量避开滑坡、崩积体和过高过陡的边仰坡出现，以消除洞口坍塌的隐患；

② 洞门型式应综合考虑洞口地形、地质、周围植被、洞口排水及边仰坡稳定，与周围环境协调；

③ 结合地形，选择恰当的洞口及暗洞位置，从源头控制少开挖，甚至零开挖。

④ 在隧道洞口处设置防护栅栏（网），防止落石砸伤野生动物；对洞门设计应结

合周围环境特点进行生态化、景观化处理。

### 5.1.2 施工期

#### (1) 生态保护红线保护措施

- ① 规范施工行为，在生态保护红线设置明显的施工界限，严禁越界施工。
- ② 红线区范围内不得设置取弃土场、施工场地等施工临时占地。
- ③ 对经过生态保护红线的跨河桥梁，严禁将桩基钻孔出渣及施工废弃物排入地表水体。在红线区水体附近路段，生产废水经沉淀池处理后全部作为抑尘洒水，禁止任何污水直接排入河流水体。
- ④ 如路线调整占用生态保护红线应重新取得海南省自然资源和规划厅关于项目占用生态保护红线的许可。

#### (2) 植被保护措施

- ① 严格按照设计文件确定征占土地范围，对征地应按相关要求办理征地手续，并获得相应批复文件后开展地表植被的清理工作。
- ② 严格控制项目占地范围和路基开挖作业面，避免超挖破坏周围植被。
- ③ 施工过程中，与当地土地管理部门协商，将取、弃土场取、弃土过程与环境整治、河道改造、地质灾害治理相结合，工程结束后及时进行土地整治、植被恢复。
- ④ 严格控制路基开挖施工作业面，避免超挖破坏周围植被；在林地灌木集中路段施工，各施工单位应加强防火知识教育，防止人为原因导致火灾的发生。
- ⑤ 在路基清表作业过程中，若发现珍稀濒危野生植物或古树名木应报地方林业主管部门，采取移植等保护措施。
- ⑥ 在施工过程中，要严格按设计规定的取土、弃土场进行弃料作业，不允许将工程弃渣随处乱排，更不允许排入河流；严格控制取土面积和取土深度。
- ⑦ 施工工区等临时建筑尽可能采用成品或简易拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏。
- ⑧ 施工过程中，对林地和永久基本农田集中段划出保护线，禁止越界施工。
- ⑨ 施工动土范围及车辆行驶路线尽量远离古树，对于距公路路线较近的K27+150路右50m的高山榕修建围栏修建围栏，并挂牌保护，严格控制施工作业带，施工动土范围尽量远离该树。
- ⑩ 隧道施工在项目开工前，应根据详细水文地质勘察资料，制定合理施工方案，采用先进止水技术，应用超前预报，降低隧道涌水量。

⑪ 隧道施工及运输场地设置雾炮，采取降尘洒水措施。

⑫ 施工过程中严格禁止施工人员携带外来物种种子进入施工现场，对施工过程中发现的外来入侵植物应直接铲除并销毁。公路边坡绿化选择绿化苗木树种应选择乡土乔、灌、草植物，禁止引入外来物种。

### ⑬ 保护植物近地保护措施

对于工程用地范围内的保护植物，包括长尾观音座莲（隧洞口，7丛/每100平方米）、海南苏铁（水满连接线内估算2株/每250平方米，道路红线外围估算8株/每100平方米）、软荚红豆、野龙眼、硬叶兰，这些植物受工程直接影响，需要进行避让或采取移栽保护措施。移栽实施前，还应按照林业主管部门管理规定办理移栽手续。受影响的植物均为适应该地区生态环境的种类，如果移栽方法适当，根据同类项目野生植物移栽经验，其成活率相对较高。尽量减少向没有该树种自然分布的地区移栽；选择与原植物生境大致相同或相近的地区进行移栽，生境包括气候、极端气温、风速、降雨量、土壤、pH值、海拔高度、人为干扰强度等。

### (3) 陆生动物保护措施

① 开工前，在工地及周边设立爱护野生动物和自然植被的宣传牌，并对承包商进行环境保护和生物多样性保护宣传教育工作，包括生物多样性和科普知识和相关法规、当地重点保护野生动植物的简易识别及保护方法。严格规范施工队伍的行为，禁止非法猎捕和破坏野生动物及其生存环境；在施工过程中，如遇到国家重点保护野生动物出没，首先以放生为原则；若个人的生命安全受到野兽的威胁时，可以及时通告当地野生动物保护部门，在允许的情况下，可以采取一定的应急措施。

② 每个施工驻地设置一个宣传栏，内容包括重点保护动物的照片及相关法规。若施工中发现重点保护野生动物，应立即上报上级部门，及时采取相关保护措施，必要时请专业设计单位，设计并尽快修建动物通道。

### ③ 防止动物生境污染

人类活动增加会给环境污染带来新的隐患。从保护生态与环境的角度出发，本工程开工建设前，尽量做好施工前期规划工作；做好工程完工后生态环境的恢复工作，以减少植被破坏对动物栖息地的不利影响。

④ 本项目应重点关注两栖和爬行类动物的保护，施工期应在道路两侧绿化带种植灌草丛植被以便为两栖和爬行动物提供适宜的隐蔽和栖息场所。

⑤ 在林区施工应优化施工方案，抓紧施工进度，尽量缩短在林区内的施工作业时

间。尽量减少爆破作业，爆破作业避开3~6月繁殖季节及晨昏鸟类觅食时段，减少对野生动物的干扰。

⑥ 在重点保护野生动物集中分布的国家公园路段，合理安排施工时序及施工工艺，在3~6月保护动物繁殖季节及晨昏时段鸟类觅食期间降低施工强度，禁止高噪声设备工作，夜间禁止施工。该路段采取分段施工方式，禁止全面开挖造成施工期间野生动物无法穿越施工区域的阻隔影响。在征地红线边界设置明显边界线，施工机械、人员禁止随意进入国家公园范围内。施工现场设置宣传标牌，禁止施工人员随意捕杀野生动物。施工过程中发现有野生动物受伤害，应及时联系林业相关部门处置。

#### **(4) 水生生态保护措施**

① 合理安排施工时间，尽量选择枯水季施工。

② 涉水桥墩采用对水环境影响较小的钢板桩围堰施工方式，不得采用断流+埋设过水涵管形式施工便道，应设置施工钢便桥；为减小涉水工程施工作业对鱼类的伤害，在施工期可采用温和无伤害性的驱鱼技术手段，对施工作业及临近水域深潭、沟汊进行驱鱼作业，将鱼类驱赶到远离施工作业区以外的水域。

③ 水生生态保护方面重点在于跨河桥梁建设中的水体水质保护，桥梁桩基污泥设置专用污泥沉淀晾晒池，将桥梁桩基污泥处理干化后外运，不得直接使其排入水体内；同时污泥沉淀干化池选址应尽量远离河道，并设置防泄漏围挡，由专人负责，防止建设产生的污泥直接排入河流，影响水生生态；

④ 桥梁施工场地的布设应远离水体，施工期采取防护措施，防止施工物料受雨水冲刷进入水体，而影响水体水质，对当地鱼类造成影响；

⑤ 加强宣传教育，防止施工人员人为电鱼、炸鱼等行为对鱼类资源的破坏性捕捞。

#### **(5) 耕地保护措施**

① 履行占用耕地和永久基本农田手续，确保占补平衡。规范临时占地的使用，严禁控制施工作业带随意扩大占压面积，对施工边界采取拉线、立桩、挂标识牌等形式强化边界意识。

② 公路占用耕地时，对肥力较高的表土层应进行剥离，采取有效措施确保其用于工程后期土地复垦或景观绿化。

③ 将临时堆土场、施工生产生活区结合互通立交、服务区等永久占地进行适当调整，充分利用互通立交的空地，缩减部分临时占地。

④ 施工便道尽量选用现有道路，尽量避开农田，减少施工便道对农田的破坏；施工期的生活垃圾要集中处理，不得随意丢弃，并定期收集运送附近垃圾中转站。

⑤ 对于临时占地，施工后应根据不同的地区特点采取植被恢复措施，部分临时占地可先种植绿肥作物，等农业土壤肥力恢复后，恢复为农田。

### **(6) 弃渣场生态防护措施**

根据谁破坏、谁恢复的原则，由建设单位组织实施对弃渣场的生态恢复。根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）要求，办理征占用审批手续，在审批时间内使用并按时恢复移交。施工期新增弃土场应依法办理用地、用林及环保手续，选址应符合 6.1.2 节设计期环保要求中的临时占地选址要求。

① 弃渣场利用现有矿坑和废旧养殖水塘的，不需要进行表土剥离；

② 堆渣前，弃渣场堆渣下边坡修建重力式挡渣墙，沟底布置排水盲沟，周边设截排水沟，同时在截排水沟末端修建沉砂池，将坡面径流经过沉淀后排入下游沟道内，沉砂池设计尺寸为 2m×1.5m×1.5m，墙体采用砖砌，厚 0.24m，池底采用混凝土铺砌，厚 0.10m；

③ 施工结束后，对堆渣边坡布置骨架护坡，通过种植乔木、林下撒播草籽恢复林草植被，树种选用台湾相思，草种选用狗牙根。弃渣场使用完成后及时按规范完成稳定性评估。

④ 隧道施工过程中应严格控制洞口开挖作业面，避免超挖，同时做好隧道洞口下方的临时拦挡措施，避免隧道出渣顺坡而下破坏周围植被。隧道弃渣场的选址应结合区域环境特征，做好防护工程设计，施工过程中应加强弃渣施工监控和管理，确保隧道弃渣进入指定弃渣场，坚持“先挡后弃”的原则，降低隧道弃渣对生态环境的影响。

### **(7) 施工生产生活区生态防护措施**

根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）要求，办理征占用审批手续，在审批时间内使用并按时恢复移交。施工期新增施工生产生活区应依法办理用地、用林及环保手续，选址应符合设计期环保要求中的临时占地选址要求。

① 施工生产生活区建设前进行表土剥离，并堆放在指定表土堆放位置；

② 在施工生产生活区四周修建梯形断面临时排水沟（底宽 0.4m，深 0.4m，边坡

比 1:1)，在排水沟末端修建沉砂池，将坡面径流经过沉淀后排入下游沟道内，沉砂池设计尺寸为 2m×1.5m×1.5m，墙体采用砖砌，厚 0.24m，池底采用混凝土铺砌，厚 0.10m；

③ 施工结束后，进行土地整治，通过种植乔木、林下撒播草籽来恢复林草植被，林地树种选用台湾相思，草种选用狗牙根。

#### **(8) 施工便道生态防护措施**

根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）要求，办理征占用审批手续，在审批时间内使用并按时恢复移交。

① 便道施工前进行剥离表土，集中堆放；

② 施工结束后，对占用林地部分进行植被恢复，采用灌草结合的方式，灌木选择扶桑，林下撒播狗牙根，对占用耕地地部分根据土地利用规划恢复为耕地。

#### **(9) 临时堆土场**

本项目临时堆土场在项目沿线永久征地（立交工程区、附属工程区）或临时占地（施工生产生活区）范围内。每个堆放点根据工程空闲面积大小及后期覆土需要决定堆土数量，平均堆高 3.5m、坡比 1:1 进行设计，不增加新的临时用地。

表土临时堆放防护工程设计：表土堆放在不易受水流冲刷的位置，坡脚采用装土草袋（内装土为剥离的表土，利用之后表土回填）作临时挡墙，对土堆坡脚进行拦挡，防止散土随地表径流流失，边坡和坡顶需洒水拍实，临时撒播草籽防护。临时挡墙采用梯形断面，断面尺寸为：下底 1.5m，上底 0.5m，高 1.0m。

### **5.1.3 营运期**

(1) 按公路绿化设计的要求，及时恢复被破坏的植被和生态环境，防止地表裸露。继续完成拟建公路边坡、中央分隔带、互通立交区以及服务区等范围内的植树种草工作，并加强绿化工程和防护工程的养护。

(2) 过水涵洞应及时清淤，以保障灌溉水系的通畅。

(3) 加强运营期生态监测。公路运营期需对生态敏感区进行生态影响的监测工作，主要监测生境的变化，植被的变化以及生态系统的整体性变化。通过监测来加强对生态的管理，在工程管理机构设置生态管理人员，建立各种管理及报告制度，开展对工程影响区的环境教育，提高施工人员和管理人员环境意识。通过动态监测和完善管理，使生态向良性或有利方向发展。

(4) 按设计要求进一步完善水土保持各项工程措施、植物措施和土地复垦措

施。科学合理地进行草、花类与灌木、乔木相结合的立体绿化格局。特别是对土质边坡，在施工后期及时进行绿化，以保护路基边坡稳定，减少水土流失。

(5) 运营期应生态监测，必要时进行相关科学研究，验证公路生态环境保护措施的有效性和合理性。

(6) 公路运营单位加强运营期隧道渗水的巡视，巡查发现渗水点应及时组织专家进行论证防治方案，防止隧道大量渗水进而影响洞顶植被生长。

#### **5.1.4 野生动物保护措施有效性和可行性分析**

##### **5.1.4.1 遮挡运营车辆灯光措施有效性可行性分析**

由于高速公路不设置夜间照明系统，车辆夜间通行开启远光灯照明，一般车辆前位灯离地高度 $\leq 1.5\text{m}$ ，开启远光时，灯光光线平行于地面，照射距离一般为80~120m，20米处宽度约为2个车道宽。因此，车辆灯光是以向前照射为主，侧方向为散射光源，光照强度不大。但考虑路线曲线路段灯光可能会对野生动物造成不利影响，应加强两侧绿化措施，乔灌木相结合，降低灯光对野生动物的干扰有效，技术上可行。

##### **5.1.4.2 降低车辆运行噪声影响措施有效性可行性分析**

噪声防治措施的途径有降低噪声源强、传播途径降噪及敏感点处降噪，由于保护动物无相关声环境质量标准，难以量化计算，项目以尽量降低噪声影响作为可行性有效性分析的目的。

在源强控制方面，本项目设计采用降噪路面，可达到降低车辆运行噪声2~4dB。同时，在国家公路路段设置禁止鸣笛标志牌，避免发生突发噪声源。

对于小灵猫、椰子猫、豹猫、猕猴等保护哺乳动物，以及海南山鹧鸪等保护鸟类生活在次生林中，夜间在次生林中栖息活动，距公路边界有一定距离，最近处180m，距离及树木遮挡的噪声衰减可达15~20 dB。

综合以上，公路运营后将不可避免地增加区域环境噪声值，在落实降噪路面、禁止鸣笛标志牌、遮光隔声板、乔灌木结合绿化等措施后，可有效降低运行车辆交通噪声对次生林内栖息的小灵猫、椰子猫、豹猫、猕猴等保护哺乳动物，以及海南山鹧鸪等保护鸟类的干扰影响。

降噪路面、禁止鸣笛标志牌、遮光隔声板、乔灌木结合绿化等措施效果有效，技术可行。

##### **5.1.4.3 对低飞灌丛鸟类防撞措施的可行性分析**

在 K65+850~K67+875 段优化景观设计，合理采用乔灌木比例，避免吸引褐翅鸦鹃等低飞灌丛鸟类，同时在遮光板背面安装风力驱鸟器，以免褐翅鸦鹃及小鸦鹃等低飞鸟类误入高速公路发生碰撞。

公路边坡绿化设计优先保证公路运营安全，合理采用乔灌木比例，效果有效技术可行。风力驱鸟器广泛用于电力塔架上防止鸟类筑巢，效果有效，安装在遮光板背面，高度低于遮光板，技术上可行。

## 5.2 生态敏感区的环境保护措施

### 5.2.1 海南热带雨林国家公园的保护措施

#### 5.2.1.1 设计期

(1) 下一步设计优化水满连接线走向与建设方式，尽量利用现有土路布线，减少新建路线造成的生态破坏。

(2) 国家公园内除利用废弃矿坑作为弃土场、施工生产生活区等临时用地外，不得新增。应结合现已形成的线路路基作为主要的施工便道。

(3) 设计中应强化生态景观原则，充分考虑构筑物及其附属景观对国家公园的影响，对进入国家公园的路基应进行景观规划风貌设计，要求工程建设与景观相协调，工程设计应体现线形文化景观的建设理念。

(4) 根据穿越国家公园段地形条件，结合工程技术要求，尽量减少高填深挖的设计，从而减少工程建设对国家公园的影响。

(5) 委托专业景观设计单位，根据国家公园建设规划要求，优化组合工程防护与生物防护，做好树种选择与绿化形式的调研。路基边坡尽可能采用绿色防护，在桥梁设计中要注意桥梁造型、桥面线形和色彩对景观环境的影响，使公路景观与国家公园景观融为一体，互相协调。

#### 5.2.1.2 施工期

(1) 结合评价区域生态环境现状和工程项目特点，针对需要保护的特定对象与相关政策，在大力宣传相关法律法规的基础上，制定相应的保护措施，并在工程开展前期，对项目建设单位的管理人员和施工人员进行生态环境保护培训，注重强调控制环境破坏的措施和注意事项。建设单位要与施工单位签订禁止捕猎野生动物责任状，加强宣传和管理，杜绝发生盗猎国家重点保护野生动物的行为。

(2) 界定施工红线，在施工前界定施工红线和车辆行走路线等，保证施工活动在红线范围内进行，避免对施工范围之外区域的植被造成碾压和破坏；沿线应广泛设置警示宣传牌，如主线的什运互通、鹦哥岭大桥、隧道竖井和斜井，水满连接线起终点和南流村附近等路段，强化环保宣传，防止施工人员在施工边界外活动。

(3) 施工避免在6:00-9:00、16:00-18:00时间段进行，以降低对当地次生林陆生脊椎动物群落及适应人为干扰能力较弱的重点保护动物的影响；施工期，避免大规模、大范围进行，优化施工方案，分段分时进行。夜间施工时要尽量降低灯光亮度并采用定向照明，遮挡灯光对施工作业区以外的照射，以减少对野生动物的影响。

(4) 加强对施工机械的管理，防止跑冒漏油事件发生，避免油等进入河流对水生植被造成影响。施工带来的固、液体废弃物要严格排放到指定地点，严禁随意排放，防止对重点评价区域的植被造成污染，对不慎造成的污染及时进行治理。

(5) 加强施工扬尘防治。钻爆开挖、汽车运输、锚喷作业等产生大量粉尘和有害气体造成作业面及沿途长时间污染，危害施工人员身心健康，可采用水封爆破、水炮泥、水幕降尘等方法降尘，其他还可在施工路面上定期洒水和冲洗岩帮，可防止车辆运行时或爆破冲击波而造成积尘二次飞扬，同时要保证良好的通风条件和施工环境。

(6) 加强噪声防治。施工时要注意防止噪声，对高噪声施工机械如空气压缩机、混凝土拌和机、送风机等加设隔音罩、隔音墙等设施。

(7) 加强水污染防治。对于排放含油、泥沙污水的施工点应设小型隔油或沉砂池等处理设施，污水经处理后回用。

(8) 施工期间开展工程环境监理工作，切实保障各项措施的落实，控制工程施工对鸟类等野生动物的影响。

### 5.2.1.3 营运期

(1) 公路营运后，应在生态保护、环境污染防治等方面采取措施，以维护良好的区域景观风貌。同时开展国家公园生态环境（特别是国家重点保护野生动物）动态监测。对植被恢复区加强管护，让其尽快恢复成类似于天然次生植被的状态，为野生动物提供更多的生存空间。

(2) 车辆进入国家公园路段设立禁鸣、谨慎驾驶等交通标志（分别在什运互通、ZK4+070隧道左线行车方向、水满连接线起终点行车方向设置），减少对野生动物的干扰。

#### (4) 加强生态监测

营运期间定期调查资源、环境变动情况，分析工程对国家公园的影响。

### 5.2.2 生态保护红线保护措施

#### 5.2.2.1 设计期

(1) 下阶段设计中进一步优化设计方案，尽量避开生态保护红线或采用收缩路基边坡或以桥带路等形式减少占用生态保护红线。

(2) 施工临时用地选址避开生态保护红线。

(4) 加强隧道进出口边坡景观绿化设计，营造自然生态景观。

(6) 项目穿越国家公园的桥梁两侧设置提高等级的防撞护栏，跨越水体桥梁设置桥面径流收集系统及事故收集池。

#### 5.2.2.2 施工期

(1) 国家公园内的跨河沟桥梁基础施工应选择在非汛期，避免由于雨季施工造成泥浆、机械漏油对水质的影响。桥梁主体在最近的预制场完成。

(2) 加强施工管理，设置警示标志牌，严格控制项目占地和施工带的范围。

(3) 桥梁墩基础施工中使用天然泥浆，不使用添加剂，桥墩周围设置泥浆循环净化系统。该循环系统中的沉淀池、泥浆池的修建，必须要做防渗处理。废弃钻渣干化后应及时运至弃土场妥善处理，严禁将泥渣、泥浆弃于河道两岸。

(4) 施工期委托有资质的环境监理单位开展环境监理工作，配置专业环境监理工程师，加强环保监督与监管。

(5) 在生态红线范围内不设置取弃土场、拌和站、预制场、施工营地、临时物料堆场等临时施工场地。

(6) 在邻近自然保护地路段施工时，施工方应通知主管部门现场监督管理，施工时若发现珍稀动物，采取驱赶或诱导措施，使其尽快远离施工场地；如果在施工过程中发现珍稀植物，采用围挡或移植方式，不得随意采摘、践踏。

(7) 在施工期和营运期加强对生态保护红线的生态监测。

(8) 禁止夜间施工，高噪声施工避开晨昏野生动物觅食时段，避免施工噪声对野生动物造成影响。

(9) 施工固废和生活垃圾定点存放、及时清理，禁止进入水体。

(10) 限制在生态保护红线的施工机械数量，加强保养，减少跑冒滴漏。

(11) 施工后期恢复占用的岸边植被、清理水体、恢复水质。

### 5.2.2.3 营运期

(1) 严格执行国家和行业部门颁布的危化品运输相关法规，加强对危险品运输车辆及司机人员的管理。

(2) 对热带雨林国家公园内的桥面径流收集系统及事故池加强维护，保持径流收集系统正常运行。

(3) 发生事故后，收集到的废液委托专业单位处置，禁止私排乱放。

(4) 加强路基边坡绿化养护。

## 5.3 声环境保护措施

## 5.4 声环境保护措施

### 5.4.1 设计阶段已采取的环保措施

设计阶段对部分离声环境敏感点较近的路段进行了局部优化，避开了部分声环境敏感点。

### 5.4.2 设计期

(1) 在选线时限于当地条件所致实在无法避让或从经济技术论证避让不可行时，对受影响的声环境敏感目标从公路设计时就应考虑减噪措施，并应委托有资质的单位进行专门的噪声防护设计，同时做出措施的经费估算。

(2) 合理设计材料运输路线，尽量远离居民区，避免交通噪声影响居民。

### 5.4.3 施工期

(1) 施工期的噪声主要来自施工机械和运输车辆。施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声的施工机械和工艺。对所有施工机械采取加装减振机座的降噪措施，使场界满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

(2) 施工厂界满足排放标准的前提下，对牙训村和南流村2处村庄采取加设临时声屏障降噪措施，高度2.5m，长度共2800m。声屏障类型为直立式，材料为泡沫铝吸声材料，确保降噪效果满足要求。由于临时声屏障可重复利用，按照500元/m计算，总投资140万元。

表 5.4-1 临时声屏障设置位置统计表

序号	敏感点名称	声屏障桩号	方位	长度/m	声屏障高度/m	降噪效果/dB	措施后预测值/dB	标准/dB	是否达标
----	-------	-------	----	------	---------	---------	-----------	-------	------

序号	敏感点名称	声屏障桩号	方位	长度/m	声屏障高度/m	降噪效果/dB	措施后预测值/dB	标准/dB	是否达标
1	牙训村	L2K0+000- L2K0+100、 L2K0+200- L2K0+800	路左	两侧各 700	2.5	12	52.3	55	是
2	南流村	L2K3+000~ L2K3+700	路左	两侧各 700	2.5	12	52.3	55	是

(3) 全线临时用地及施工便道周围 200m 范围内有 3 处敏感点，临时用地施工作业前须告知周边村民，并预留联系电话，保持 24h 电话畅通，及时接受村民意见及建议。全线拌和站密封施工，施工期对厂界噪声定期监测，使其满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，若出现超标，及时采取减振、加隔音外罩等降噪措施。

(4) 强烈的施工噪声长期作用于人体，会诱发多种疾病并引起噪声性耳聋。为了保护施工人员的健康，施工单位要合理安排工作人员轮流操作辐射高强噪声的施工机械，减少工人接触高噪音的时间，同时注意保养机械，使筑路机械维持其最低声级水平。对在辐射高强声源附近的施工人员，除采取发放防声耳塞的劳保措施外，还应适当缩短其劳动时间。

(5) 筑路机械施工的噪声具有突发、无规则、不连续、高强度等特点，一般可采取变动施工方法措施缓解。如噪声源强大的作业时间可放在昼间（06:00~22:00）进行或对各种施工机械操作时间作适当调整。为减少施工期间的材料运输、敲击、人的喊叫等施工活动声源，要求承包商通过文明施工、加强有效管理加以缓解。

(6) 在 200m 范围内有声环境敏感点的路段，夜间（22:00~6:00）停止施工作业。必须连续施工作业的工点，施工单位应视具体情况及时与当地环保部门取得联系，按规定申领夜间施工证，同时发布公告最大限度地争取民众支持，并采取临时声屏障等防噪声措施。

(7) 施工便道应远离居民区敏感点。施工便道 200m 范围内共有居民区 1 处，夜间禁止运输材料。加强对施工便道的维护和修缮，减轻施工便道路面不平产生的噪声，夜间禁止重型运输车、混凝土搅拌车通过施工便道。

(8) 地方道路交通高峰时间停止或减少运输车辆通行，减少噪声影响。

#### 5.4.4 营运期

##### (1) 城镇规划管理

做好和严格执行好公路两侧土地使用规划，严格控制公路两侧新建各种民用建筑

物、学校、医院；地方政府在新批民用建筑时，仅以将声环境敏感建筑规划在200m范围外，若须在200m范围内布设，在首排建设商业、仓储等非敏感建筑物，以降低对后排敏感建筑物的噪声影响。如果一定要在噪声超标范围新建居民区、学校、医院等敏感建筑物，则其声环境保护措施应由其建设单位自行解决。

## (2) 噪声污染管理

①加强机动车辆管理，严格执行限速和禁止超载的交通管理要求，尽量降低噪声污染源，严格限制技术状况差、噪声高的车辆上路，以减少交通噪声扰民问题。

②公路养护部门应加强路面养护，及时修补破损路面，以保证公路路面良好状况。

## (3) 噪声防治措施

由噪声影响预测结果可知，本项目建成后，营运期道路两侧噪声有所增加，车流量达到运营中期预测车流量时，全线噪声敏感点均能满足相应标准要求；车流量达到运营远期预测车流量时，主线 G361 改线段的黑榄村，牙叉连接线的牙叉一队居民小组，水满连接线的牙训村、南流村等 4 处声环境敏感点有轻微超标，最大超标值 1.8dB。

鉴于运营中期声环境敏感点均能达标，本次环评针对运营远期超标的 4 处声环境敏感点提出跟踪监测、预留措施资金的环保措施。考虑海南地区实际情况，预留措施主要为声屏障措施（水满连接线因公路等级过低，声屏障措施对两侧居民通行有较大阻碍，预留加高围墙措施），见表 5.4-2。

表 5.4-2 预留降噪措施表

序号	敏感点名称	预留措施	预留费用 (万元)
1	黑榄村	主线终点 G361 改线段 GLK0+000- GLK0+253 路左，GLK0+050- GLK0+150 路右，共计 353 延米声屏障，高度 3m，以 4000 元/延米计	141.2
2	牙叉一队居民小区	牙叉连接线 L1K0+000-L1K0+250 路左 250 延米声屏障，高度 3m，以 4000 元/延米计	100
3	牙训村	水满连接线 L2K0+250-L2K0+750 两侧第一排住户，共计 17 户加高围墙至 3m 高，以 2 万元/户计	34
4	南流村	L2K3+020~ 水满连接线 L2K3+620 两侧第一排住户，共计 20 户加高围墙至 3m 高，以 2 万元/户计	40
	合计		315.2

## 5.5 地表水环境保护措施

### 5.5.1 设计期

(1) 为减少对水体的破坏和水质污染，在设计中应注意选择合理的跨越形式及桥梁结构，跨河桥梁应尽量避免和减少水下施工。

(2) 设置桥涵时考虑桥涵位置及孔径，以利洪水的排泄和渍涝的排除。桥位在符合路线走向和设计规范的情况下，尽量选择河流顺直、岸线稳定，地质条件好的河段。

(3) 优化完善桥涵设计，凡是被路基侵占、隔断的灌溉渠道，必须采取补救措施，在不压缩原有河沟泄水断面，不影响原灌溉渠使用功能的前提下改移，并应保证先通后拆。

(4) 涵洞进出水口的沟床应顺直，与上下游导流排水系统（侧沟、排水沟等）的连接应圆顺、稳固，施工好的排水系统应保持畅通，避免行洪不畅对农田排涝造成影响。

(5) 桥梁基础施工组织设计：在桥梁基础施工组织设计中，应按有关规范明确规定钻浆存储设施，废弃的钻渣严禁直接排入地表水体，可设计临时堆放场临时堆存，场地周围设计必要的拦挡措施，防止溢流。最终，应将施工中的钻渣集中运至指定的弃渣场进行处置，避免产生水土流失。对于水中桥墩施工应按照规定进行围堰施工，根据实际情况选择合适的围堰类型。

### 5.5.2 施工期

#### (1) 施工废水防治措施

① 本项目大部分预制场、拌和站等施工场地位于地表水体200m以外，但仍有部分场地位于地表水体200m以内，应严格控制施工场地的厂界，开挖排水沟，施工材料顶部采用防水的篷布遮盖，底部四周进行围挡，防止雨水将施工材料冲刷至河流或水库中。严禁在河流水库汇水范围内堆放或倾倒任何含有害物质的材料或废弃物，也不得设临时弃渣场。

② 施工材料如油料、化学品等有害物质堆放场地应设围挡措施，并加篷布覆盖以减少雨水冲刷造成污染，场地做防渗处理。

③ 跨河桥梁施工尽量选择在枯水季节；对采用钻孔桩基础施工的跨河桥梁，严禁将桩基钻孔出渣及施工废弃物排入地表水体。在河流水库水体或农田附近路段，应建设隔油池、压实基础+人工防渗层+混凝土层结构沉淀池，生产废水经隔油沉淀处理后

用于洒水降尘，禁止将污水排入河流或水库。全线共设置11座桥梁，分幅桥梁左右桥各设一处，共设隔油池和沉淀池各24处（16座桥梁+8座跨河匝道桥）。沉淀池采用三级，每个沉淀池有效容积不低于 $100\text{m}^3$ ，沉淀池均采用压实基础+人工防渗层+混凝土层的结构来建设。

④ 隧道施工废水由地下出水和施工浆液混合后形成，径流中含带有炸药爆炸后的残余，出水一般呈浑浊态，不得直接排入河流。实验证明，由于隧道出水含有水泥成份，其中所含 $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 等具有混凝效果，在静止态会很快沉淀，且沉淀后出水效果良好，目前隧道施工一般采用干法喷浆，施工过程中施工浆液产生量较小。隧道涌水必须做到清污分流，应按规定设置足够容积的隔油池、沉淀池等设施收集处理隧道涌水。本工程拟在隧道施工工区利用地形修建多级隔油沉淀池和沙滤去除泥浆等杂质，沉淀池底部的泥浆定时清运，隧道施工废水经处理后回用于抑尘。全线共设隧道沉淀池2处（隧道进出口各1处），废水由沉淀池收集，经酸碱中和沉淀、隔油除渣等简单处理后，主要污染物SS去除率可达80%，pH值调节至中性或弱酸性，油类等其它污染物浓度减小。隧道施工废水和隧道涌水经处理后回用，回用不完的，应采取有效防治措施确保达标排放、依法排放，严禁直接排入附近水体。

## (2) 含油污水防治措施

采用施工过程控制、清洁生产的方案进行含油污水的控制。

① 尽量选用先进的设备、机械、以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量。在不可避免的跑、冒、滴、漏过程中尽量采用固态吸油材料（如棉纱、木屑、吸油纸等），将废油收集转化到固态物质中，避免产生过多的含油污水，对渗漏到土壤的油污应及时利用刮削装置收集封存，交由有资质的单位集中处理。

② 机械、设备及运输车辆的维修保养尽量集中于各路段处的维修点进行，以方便含油污水的收集；在不能集中进行的情况下，由于含油污水的产生量一般不大于 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，因此可全部用固态吸油材料吸收后封存交由有资质的单位集中处理。

③ 施工机械维修场所应设置隔油沉淀池，对施工机械冲洗及维修产生的油污水进行收集处理；在混凝土拌和站布置三级中和沉淀池，对混凝土拌和过程中产生的少量含SS的碱性废水进行收集处理并回用。施工结束后将沉淀池覆土掩埋。项目共设置施工生产生活区13处，每处设置1个三级沉淀池，共设置13个。

④ 对收集的浸油废料采取打包密封后，连同施工驻地其它危险固体废物一起外运

由有危险废物处理资质的单位处理。

### (3) 施工人员生活污水防治措施

鉴于施工队伍的流动性和施工人员的分散性和临时性，为防止施工期生活污水排入沿线水体，根据以上情况，对公路沿线施工驻地生活污水采用以下措施：

① 施工驻地应尽量远离沿线水体，尤其是海南热带雨林国家公园。

② 施工人员的就餐和洗涤采用集中统一形式进行管理，如集中就餐、洗涤等，尽量减少生活污水量。洗涤过程中采用热水或其它方法替代洗涤剂的使用，以减少污水中洗涤剂的含量。

③ 施工驻地施工人员的粪便经化粪池收集处理后用作农肥；食堂废水和洗衣废水经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘，不外排。

④ 不能随意向沿线水体倾倒、排放各种生活污水，不能在近水体处堆放生活垃圾。

### (4) 特殊路段水污染防治措施

路线 K0+500~K2+505、K2+805~K11+625 段位于海南热带雨林国家公园，项目在施工过程中应加强对该区域路段水环境保护。

① 在海南热带雨林国家公园内禁止设置取土场、表土堆放场、弃渣场等临时工程及储油罐等危化品贮存设施，施工期临时储油设施应采用双层储油罐并配置吸油毡等应急物资，施工机械定期进行检查保养防止漏油，废弃机械油料及废油及时回收处理，国家公园边界设置界碑等标识牌。

② 严格实施水土保持工程措施及环境保护工程措施，在海南热带雨林国家公园内路基施工区域周边设置临时排水导流沟，在地势低洼处设置施工工艺废水、雨水沉淀池，将施工工艺废水及雨水径流收集沉淀后，回用于施工降尘及绿化使用，不得将施工产生的废水排入海南热带雨林国家公园。隧道进口段K0~K4+070段可利用跨河桥梁和隧道沉淀池。

③ 海南热带雨林国家公园路段施工时施工材料如油料、化学品等有害物质严禁堆放在国家公园内。

④ 在海南热带雨林国家公园路段施工过程中，应做到井然有序的组织实施施工组织设计，严禁暴雨时进行挖方和填方施工，且尽量缩短施工期。

⑤ 严格划定施工范围，海南热带雨林国家公园路段施工施工时，严禁施工行为进入到施工界限以外。

⑥ 施工时采用施工过程控制、清洁生产的方案进行含油污水的控制，做到：a、对施工机械油料的泄漏、废油料的倾倒须加强环境管理，开展环保教育，防患于未然；b、选用先进的设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的生产量；c、施工过程备用固态吸油材料（如棉纱、木屑等），对不可避免跑、冒、滴、漏的施工过程中使用吸油材料将废油收集转化到固态物质中，运至专业危险废物处理单位进行处理。对渗漏到土壤的油污应及时采用刮削装置收集封存，运至市县具备能力的垃圾处理场一并处理。

### (5) 管理措施

开展施工人员水环境保护教育，在施工驻地及场所张贴环保措施说明，让施工人员理解水体保护的重要性；特别是在桥梁下部结构施工时，施工尽量安排在枯水季节进行，以减小对桥位下游水质的影响；加强施工管理和工程监理工作，防止发生水上交通事故；严格检查施工机械，防止油料泄漏污染水体。施工材料如油料、化学品等不宜堆放在水体附近，并应备有临时遮挡的帆布；采取措施防止泥土和散体施工材料阻塞河道或现有的灌溉沟渠及水管。

## 5.5.3 营运期

### 5.5.3.1 沿线服务设施生活污水处理措施

#### (1) 公路沿线设施生活污水处理方案经济技术比较

公路沿线设施生活污水处理主要采用地埋式一体化污水处理装置、高效污水土地浸润处理系统及A<sup>2</sup>/O+MBR一体化3种处理方案，3种处理方案基本情况如下：

##### ① 地埋式一体化污水处理装置

具体工艺流程：餐饮、洗涤污水先进隔油池处理后与其他生活废水汇集到化粪池中，通过自流的方式进入格栅渠，渠内设置一道格栅，拦截污水中的废纸等较大的杂物。污水经过格栅渠，自流进入污水调节池，在调节池内进行水质和水量的调节与均化，并进行一定程度的厌氧水解预处理，经接种培植于池中的兼氧菌群生化作用下，使污水中不溶和难于溶解的大分子重新释放到废水中去，提高废水的BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub>比值，提高污水处理运行可生化性，达到运行稳定可靠。再经过调节池自流进入地埋式一体化污水水处理装置处理。污水处理装置的剩余污泥定期经人工清理外运填埋，由于污泥产生量较少，污泥肥泥较高，剩余污泥可用作服务站附近农田施肥。

地埋式一体化污水水处理装置是采用A<sup>2</sup>/O工艺。

##### ② 高效污水土地浸润处理系统

高效污水土地浸润处理是利用土壤—微生物—植物组成的生态系统，对污水中的污染物进行一系列的物理的、化学的和生物的净化过程，使污水的水质得到净化和改善，并通过污水中营养物质和水分的循环利用，促进绿色植物生长繁殖，从而实现污水的资源化、无害化。高效污水土地处理技术是运用循环经济的理念，模仿自然界净化的原理，利用土壤中毛细管现象，强化了土壤中微生物对污水中污染物的降解净化功能，实现了低能耗高负荷的污水处理，处理系统使用的材料，全部为可回收利用的废物，污水就近处理，不需要大规模铺设管网，建设费用低。使用机械设备极少，运行管理简单，运行费用低。高效污水土地处理系统采用逆向毛细管浸润构造，由生物填料、进出水管等组成。处理系统的底部及侧面上设有防渗膜，防止污水下渗污染地下水，因此污水土地处理系统能很好的保护地下水。污水土地处理系统顶部可以进行绿化，美化环境，具有很好的环境效益、经济效益和社会效益。其特点是：

I 适用于小规模的处理设施。

II 利用毛细管的虹吸作用，把污水中的有机成分不断的输送到毛细管发达的填料上，利用填料表面上的微生物分解，无需投加化学药剂。

III 动力消耗极少、处理费用低，仅为常规活性污泥法的1/10左右。

IV 污水不会下渗污染地下水，无臭无味对周围环境不形成二次污染。

V 出水水质能达到GB8978-1996《污水综合排放标准》一级标准。

### ③ A2/O+MBR一体化污水处理设施

A2/O（厌氧/缺氧/好氧）工艺属于传统活性污泥法中较为常见的一种工艺，它是70年代在AO工艺上开发出来的同步脱氮除磷工艺，因此具有生物除磷和脱氮的能力。A2/O工艺的优点是可以充分利用硝化液中的硝态氮来氧化BOD<sub>5</sub>，回收了部分硝化反应的需氧量，反硝化反应所产生的碱度可以部分补偿硝化反应消耗的碱度，因此对含氮浓度不高的城市污水可以不另外加碱来调节pH。本工艺在系统上是最简单的脱氮除磷工艺，总的水力停留时间小于其它同类工艺（如巴登甫脱氮除磷工艺）；在厌氧（缺氧）、好氧交替运行的条件下，丝状菌不能大量繁殖，无污泥膨胀，SVI值小于100，利于处理后污水与污泥分离；运行中在厌氧和缺氧段内只需轻搅，运行费用低。

MBR又称膜生物反应器（Membrane Bio-Reactor），是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的新型水处理技术。由于膜的高效分离作用，分离效果远好于传统沉淀池，处理出水极其清澈，悬浮物和浊度接近于零。同时，膜分离也使微生物被完全

被截流在生物反应器内，使得系统内能够维持较高的微生物浓度，不但提高了反应装置对污染物的整体去除效率，保证了良好的出水水质，同时反应器对进水负荷（水质及水量）的各种变化具有很好的适应性，耐冲击负荷，能够稳定获得优质的出水水质。

3种生活污水处理方案技术经济条件比较见下表。

表 5.5-1 生活污水生活污水处理方案经济技术比较表

水处理方案	处理工艺	优点	缺点	处理效果	实施费用
地理式一体化污水处理装置	A <sup>2</sup> /O 工艺	去除污染物效率高；占地面积小；污泥沉降性能好，脱水性能好；设备噪声小；自控系统的维修量小，运行稳定，管理操作方便。	运行费用较高	处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》绿化用水标准和冲厕标准	可灵活调整处理量，费用较高。
高效污水土地浸润处理系统	通过土壤---植物系统完成一系列物理的、化学的、物理化学的和生物化学的净化过程。	节约能源，运行费用低；运行简便、稳定，结构简单。污泥量少，无二次污染，不会污染地下水。净化水质好，有机物及氮、磷去除率较高。	占地面积大	处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-96）一级标准	处理污水量小，费用较低。
A <sup>2</sup> /O+MBR一体化污水处理装置	A <sup>2</sup> /O+MBR 工艺	净化效率高；处理所需时间短；对进水有机负荷的变动适应性较强；不必进行污泥回流，同时没有污泥膨胀问题。	池内填料间的生物膜有时会出现堵塞现象，对运行管理要求高。	处理后达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》绿化用水标准和冲厕标准	处理污水量较小，费用低。

分析可知，地理式一体化污水处理装置（A<sup>2</sup>/O）、高效污水土地浸润处理系统及 A<sup>2</sup>/O+MBR 一体化污水处理装置3种生活污水处理方案各有优缺点，均能满足相应的处理要求。总体对比来看，A<sup>2</sup>/O+MBR 一体化污水处理装置净化效率高，对进水负荷适应能力强、占地面积小，运行稳定。因此沿线服务设施污水处理系统从处理效果、操作简单、安装便捷、占地等因素考虑，本次环评优先推荐 A<sup>2</sup>/O+MBR 一体化污水处理装置。

(3) 沿线设施生活污水处理措施

根据沿线服务设施分布及排污情况，沿线各服务设施处理措施具体见下表。

表 5.5-2 辅助设施生活污水处理措施

序号	服务设施名称	污水排放量 (t/d)	污水处理措施	高峰日变化系数	高峰日污水量(m <sup>3</sup> /d)	设计规模 (m <sup>3</sup> /d)	预计投资 (万元)	排放去向
----	--------	-------------	--------	---------	---------------------------	--------------------------	-----------	------

序号	服务设施名称	污水排放量(t/d)	污水处理措施	高峰日变化系数	高峰日污水量(m <sup>3</sup> /d)	设计规模(m <sup>3</sup> /d)	预计投资(万元)	排放去向
1	白沙服务区	27.44	A <sup>2</sup> /O+MBR 一体化污水处理系统+中水回用系统各 2 套	2.0	54.88	55*2	150	处理达标后用于站区绿化
合计		27.44			54.88		150	

### (3) 措施的可行性分析

本项目服务区拟新建“A<sup>2</sup>/O+MBR”一体化设备。

#### ① 工艺可行性

一方面，本项目服务区水量较小，与普通城镇污水处理厂的水量相比相差好几个数量级，这要求服务区污水处理工艺必须能够满足处理小水量污水的要求。另一方面，污水的时变化系数较大，一天内污水产生量的波动较大，有必要在工艺首端设置调节池以保证处理装置的连续运行。

污水处理设备的进水须经过必要预处理，其中餐饮废水经过隔油池处理，卫生间污水经过化粪池处理。污水经隔油池、化粪池预处理后，通过自流的方式进入格栅渠，渠内设置一道格栅，拦截了污水中的废纸等较大的杂物。污水经过格栅渠，自流进入污水调节池，在调节池内进行水质和水量的调节与均化，并进行一定程度的厌氧水解预处理，经接种培植于池中的兼氧菌群生化作用下，使污水中不溶和难于溶解的大分子重新释放到废水中去，提高废水的BOD<sub>5</sub>/COD比值，提高污水处理运行可生化性，达到运行稳定可靠。

主处理流程采用A<sup>2</sup>/O+MBR工艺，混合均匀的污水由泵提升进入厌氧池，碳将得到一定程度的去除；随后进入缺氧池，这里不供氧，但有好氧池出水回流提供硝酸氮，以进行反硝化脱氮；再进入好氧池，进行去碳和硝化过程。在厌氧过程中形成的“过度饥饿”的聚磷菌，到好氧池中能过量吸收磷，从而达到除磷的目的。生化池中采用的是生物接触氧化法，在曝气池中填充填料，填料颗粒表面长满生物膜，污水流经填料层，与生物膜相接触，在好氧微生物的作用下得到净化。它是一种兼有活性污泥法和生物膜法特点的处理工艺。再通过MBR膜池（取代砂滤处理工艺）出水，出水进入消毒池进行消毒，进入清水池。再回用于服务区、沿线边坡绿化及冲厕。处理后生活污水用于冲厕时，需建设配套中水回用管线及加压泵等，确保中水回用装置正常运转。

② 处理效率可行性

表 5.5-3 服务区污水处理设施处理效率

指标	COD		SS		动植物油		氨氮		BOD <sub>5</sub>		总磷	
	出水浓度	效率	出水浓度	效率	出水浓度	效率	出水浓度	效率	出水浓度	效率	出水浓度	效率
	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
调节池	500		250		30		150		350		5	
厌氧池	450	10	225	10	28.5	5	120	20	315	10	5	0
缺氧池	360	20	191.2	15	24.2	15	24	80	236.2	25	4.5	10
曝气池	108	70	143.4	25	14.5	40	12	50	14.2	94	2.25	50
MBR膜池	21.6	80	28.7	80	5.8	60	2.4	80	1.42	35	0.45	80
消毒池	21.6	0	28.7	0	5.8	0	2.4	0	1.42	0	0.45	0
绿化回用水标准	—		—		—		≤8		≤10		—	
冲厕用水标准	—		—		—		≤5		≤10		—	

该工艺去除率可以确保出水水质达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》绿化、冲厕标准的要求。

③ 回用水水质可行性分析

根据《MBR 用于高速公路服务区中水回用的试验研究》（赵政，湖南大学），“A<sup>2</sup>/O+MBR 工艺”整套装置对 COD 的去除率为 97.1%，对 BOD 的去除率略高于 COD，接近 99.4%，对氨氮的去除率接近 93.8%，出水完全可以达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化和冲厕水质的要求。

考虑连续降雨时无需进行绿化，清水池设置为储存10天生活污水的容积，则服务区设置2座容积280m<sup>3</sup>的清水池（回用水池）。设置的清水池（回用水池）后回用水量具备可行性。

④ 回用水量的可行性分析

一般绿化浇灌用水量按照 0.3m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>计算，服务设施绿化面积按 30%计，其回用可行性分析见下表，由表可知，服务设施污水每日回用量仅占绿化需水量的 0.25%，服务设施绿化用水可以消纳服务设施污水量，出水用于站区绿化可行。

表 5.5-4 服务设施污水回水平衡分析

服务设施名称	污水排放量 (m <sup>3</sup> /d)	高峰日变化系数	高峰日污水量(m <sup>3</sup> /d)	绿化面积 (m <sup>2</sup> )	绿化用水量(m <sup>3</sup> /d)	回用水量占绿化用水量的百分比 (%)
白沙服务区	27.44	2.0	54.88	9800	2940	2.92

综上所述，在加强污水设施管理，确保设施正常运行的前提下，本项目拟提出的服务区污水处理措施及出水回用方案具备可行性、可靠性，拟建服务区采取的水环境

防护措施是可行的。

### 5.5.3.2 路（桥）面径流污水处理措施

路线主线 K2+626 什龙 1 号大桥、K3+300 什龙 2 号大桥、K3+624 鹦哥岭 1 号大桥、ZK3+998 鹦哥岭 2 号大桥、什运互通主线桥和 A、B、C 匝道桥；牙叉连接线 L1K0+282 牙叉中桥、L1K2+085 南叉河大桥以及牙叉互通主线桥和匝道桥跨越 I 类或 II 类水体；水满连接线 L2K0+900~L2K4+900 段伴行牙训河。对这些桥梁路段采用加强型防护栏；设置桥（路）面径流收集系统，用导流管将其导流至事故池，事故池根据地形在桥梁两端设置，并进行防渗处理；伴行路段伴行河流一侧设置防撞墩。

### 5.5.3.3 特殊地段水污染防治措施

① 在特殊路段应提高防撞护栏设计标准并完善相应的警示标志，提醒过往车辆注意行车安全；

② 加强桥面排水收集设施运行能力设计，保证将桥面径流全部引至沉淀池处理后再外排。

### 5.5.3.4 其他

(1) 加强对路面和桥面的日常维护与管理，保持路面和桥面清洁并及时清理路面和桥面上积累的尘土、碎屑、油污和吸附物等，减少随初期雨水冲刷进入到地表径流水，最大程度保护工程沿线的水质环境。

(2) 对白沙服务区的污水处理设施进行定期维护，并加强对管理人员的培训，保证正常运行。

(3) 严禁各种泄漏、散装超载的车辆上路，防止公路散失货物造成水体污染。

(4) 执行水质监测计划，根据水质监测结果确定采取补充的环保措施。

## 5.6 地下水环境保护措施

### 5.6.1 设计期

下步设计应加强对路堑、桥梁、隧道、服务区周围的工程地质及水文地质勘察，适当扩大地质调查范围。在地质调查及工程地质钻探的基础上，进行专门的水文地质勘察工作，通过水文地质钻探及孔内抽水试验，详细查明地下水分层情况，水质、水位变化情况，将工程实施可能对环境造成的不利影响降低到最小。

### 5.6.2 施工期

(1) 桥梁施工对地下水影响的减缓措施

桥梁桩基钻孔施工过程中应采取清水护壁，或采取封闭施工，尽量减小钻孔施工与周围地下环境的接触面积，减少泥浆等污染物进入地下环境污染地下水。

各跨河桥梁桩基施工过程中，严格封堵桩身与孔壁之间的间隙，防止污染物通过此通道下渗进入地下含水层。

## (2) 隧道施工对地下水影响的减缓措施

① 拟建项目主线共设置隧道8271m/1座。在隧道进出口处设置沉淀池，集中收集施工废水。沉淀分离后定期清除，已被除去悬浮物的澄清水在水池上部溢流，调整pH后用于施工中混凝土的搅拌、砂石料冲洗以及场地的洒水降尘等。

灌浆材料因地制宜选用环保型灌浆材料，优先考虑物理材料和改性化学材料，避免和减少二次污染。

对施工废水中的油类，在隧道洞口附近的排水沟或在pH值调整槽内设置油吸材料进行吸收处理。

通过采用堵水法和导水法结合，最大限度地保护地下水系统。

采用设置截水墙、截水沟或者灌浆帷幕等封闭截流的方法将被污染的地下水封闭于一定范围内，防止扩散。同时将被污染的地下水抽出处理达标后回用。

② 加强施工期地质、水文地质研究，加强超前地质预报及地下水预测。

拟建高速公路项目区地质、水文地质条件相对较为复杂，隧址区主要为基岩裂隙水，由于该地区雨季降雨量大且暴雨多，隧道可能存在涌水、突水现象。在施工前，应制定好防排水方案，在施工期间加强地质、水文地质研究，加强超前地下水预测，查明隧道围岩情况、构造、地下水分布情况等，对应作出最佳施工方案。

③ 为了防止隧道突发性涌水，隧道设计采用隧道衬砌自防水，添加具有微弱膨胀性的混凝土外加剂，提高混凝土的抗渗性能，隧道拱墙均为防水钢筋混凝土，衬砌背后设置环向盲沟，中墙预埋排水管，从而有效防止地下水被污染和流失。

④ 隧道排水中的油类污染物及其对周边受纳水体的影响与施工单位所采用的设备种类、设备的维修养护及废漏油的收集管理等密切相关，它主要来自施工机械用油的跑冒滴漏，加强施工机械的养护维修及对隧道内费油、漏油的收集，在施工过程中，台车下铺垫棉纱等吸油材料，其他机械、运输车辆等产生的含油污水采用棉纱吸收后将其打包密封后再交由有危险废物处理资质的单位处理。

(4) 加强对公路沿线村庄生活饮用水源、生产用水的监测，预留一定经费用于工程沿线居民生活、生产用水受工程影响的补偿。同时，若发现引起地下水变化和影响庄

稼、植被的生长时，应及时改进和完善施工方案，同时采取必要的经济补偿措施。

### 5.6.3 营运期

本次评价不包含服务区配套的加油站建设内容，加油站在建设时另报环境影响文件。同时对加油站采用双层储油罐，加强防腐、防锈管理，对油罐存放空间及油罐事故池进行全方位防渗施工，在防渗材料的选择上，不得使用可溶于汽油、柴油等有机溶剂的防渗材料。

## 5.7 环境空气保护措施

### 5.7.1 设计期

(1) 水泥混凝土拌和站宜设置在距敏感目标下风向 200m 以外，沥青拌和站宜设置在距敏感目标下风向 300m 以外，并采取有效防治沥青烟和粉尘措施。

(2) 公路建设期间，合理设计材料运输路线，尽量远离居民区，对于无法避让远远的村镇，施工过程中要进行定时洒水，以避免扬尘影响居民生产生活。

### 5.7.2 施工期

#### (1) 施工作业扬尘防治措施

① 场地平整、地基处理等施工过程：加强施工管理，文明施工；在鹦哥道班、黑榄村、牙叉一队居民小组、鱼塘散户、牙训村、南流村、什老高散户路段施工时设置高度不低于 1.8m 围挡，主要是阻挡一部分施工扬尘扩散到施工区外，当风力不大时也可减少自然扬尘的产生；各工地配备洒水车辆，加强施工期间洒水降尘。

② 拌和站：规范拌和站建设，料场、拌和站应设置在居民点下风方 200m 外，土方、水泥和石灰等散装物料运输、临时存放和装卸过程中，应采取防风遮挡措施或降尘措施，并采用成套封闭式拌和楼进行生产，保证拌和运输容器良好的密闭状态；拌和站需安装除尘设施，将含尘废气抽入袋式除尘器处理（除尘效率 99.8%），达到《水泥工业污染控制标准》（DB46/524-2021）后排入大气。

③ 原料堆场：规范原料堆场建设，原则上应在堆场四周及顶棚设置围挡；配备洒水车辆，加强堆场洒水降尘；在大风时段，需在原料上覆盖帆布防尘。

④ 土石方堆场：规范土石方堆场建设，配备洒水车辆，加强堆场洒水降尘；在大风时段，需在原料上覆盖遮帆布防尘；施工结束后即刻进行生态恢复。

⑤ 运输车辆行驶过程中产生的扬尘：工地出口内侧设置洗车平台，车辆驶离工地前，应在洗车平台清洗轮胎及车身，不得带泥土上路；运输车辆需封闭运输；加强道

路清扫工作，配备洒水车量，加强道路洒水降尘，每天至少早、中、晚各洒水一次，遇到大风天气加大洒水频次。

## (2) 沥青烟气防治措施

① 沥青拌和站：根据现有高速公路沥青拌和站的建设情况，选用先进间歇式微机全自动控制沥青拌和设备，该设备生产工艺为：通过燃烧燃油将石料进行加热和烘干，经过传输管将石料送到筛分层进行颗粒筛分，并将筛选好的石料、外部输入的沥青以及石料粉末分别通过相应的传输管道进入计量系统，各原料计量完成后，一起进入搅拌系统进行搅拌，搅拌完成后进入仓储室储存。

卸料阀门处进行局部密封，将沥青烟吸收冷凝回收器+活性炭吸附处理后，达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准后排入大气。

② 沥青混凝土摊铺：沥青混凝土采用封闭式灌装车拖运至现场，减少沥青烟气排放；在摊铺期间，注意相关设备的选型、设备完好率和操作规范，保证沥青烟气边界浓度符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求。

### ③ 沥青拌和站设备选址

本环评要求沥青拌和设备必须采用无沥青烟直接排放、密封性能良好的先进的拌和设备，并加强拌和设备的维护管理，沥青拌和站的选址应避开下风向 300m 范围内的学校和居民区，同时不得设在海南热带雨林国家公园内。

④ 碎石料堆放在封闭（有棚盖，四面密闭，仅设进出口）的原料堆放棚内，并设置有自动喷雾洒水抑尘装置；干燥滚筒、导热油炉锅炉、沥青导热油炉加热炉燃气废气、提升机、振筛机、热骨料仓混合废气采取重力+布袋除尘器除尘措施；矿粉筒仓呼吸废气由仓顶设置的脉冲袋式除尘装置处理；对沥青拌和楼进行封闭，采用活性炭吸附处理。

## (3) 机械燃油尾气防治措施

① 施工机械必须选用符合国家或地方标准要求的施工机械设备和运输工具，及时进行保养；机械用油不得低于国家阶段性排放标准；对运输车辆进行合理规划，避免车辆过于集中。

② 施工车辆及非道路移动机械应使用清洁能源或符合国六标准的汽柴油。

## (4) 施工驻地油烟废气防治措施

施工驻地食堂参照《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010），每个营地设置4000Nm<sup>3</sup>/h 油烟收集罩和油烟净化器，将油烟处理达到《饮食业油烟排放标准》

(GB18483-2001) 要求后高空排放。

#### (5) 施工人员保护措施

施工过程中受环境空气污染最为严重的是施工人员，施工单位应着重对施工人员采取防护和劳动保护措施，如缩短工作时间和发放防尘口罩等。

#### (6) 隧道施工环境空气保护措施

① 隧道施工中，要特别注意施工安全，注意通风，在放炮后一段时间内禁止人员进入，以免吸入有害气体。

② 加强对开挖面的通风，降低有害气体浓度。

### 5.7.3 营运期

#### (1) 车辆排放尾气防治措施

加强车辆管理，支持配合当地政府搞好机动车尾气污染控制，禁止尾气污染物超标排放的机动车通行；加强道路两侧及中央隔离带绿化，尽量选用阔叶乔木等具有一定防尘和污染物吸收能力的物种；加强道路两侧规划管理，根据《中华人民共和国公路管理条例》要求，建筑物边缘与道路边界应保持 20m 以上间距，以缓解机动车尾气与扬尘带来的不利环境影响。

#### (2) 沿线辅助工程油烟废气防治措施

本项目高速公路沿线服务区设置餐饮，按照《饮食业环境保护技术规范》(HJ554-2010) 设置油烟收集罩和油烟净化器，将油烟处理达到《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 要求后高空排放，服务区设置 2 套。

#### (3) 隧道口环境空气污染防治措施

① 及时检修隧道的排风设施，使其充分发挥有效作用。

② 严格执行汽车排放车检制度，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车辆上路。

③ 定期检查隧道内的污染物浓度，限其符合国家有关标准。

#### (4) 沿线绿化措施

结合当地生态建设等规划，在靠近公路两侧，尤其是敏感点附近多种植乔、灌木，树种宜选择吸烟滞尘植物，这样即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。

## 5.8 固体废物环境保护措施

### 5.8.1 设计期

根据交通量的大小，对各辅助设施的垃圾收集系统进行设计。

### 5.8.2 施工期

(1) 施工期要加强管理，因拆迁房屋产生的建筑垃圾用于路基填筑，不能回用的就近运至弃渣场或政府指定的垃圾消纳场处理。

(2) 严格实行施工渣土清运资质管理。凡从事施工渣土运输业务的单位和个人，必须具备城市管理部门认定的施工渣土清运资质。建设、施工单位不得雇请无施工渣土清运资质的单位和个人承运施工渣土。凡从事施工渣土运输的车辆必须设置密闭式加盖装置，否则，不得从事施工渣土运输业务。

(3) 施工机械的机修油污集中处理，揩擦有油污的固体废弃物等不得随地乱扔，应由有危险废物处理资质的单位处理。

(4) 按计划和施工的操作规程，严格控制并尽量减少余下的物料。一旦有余下的材料，将其有序地存放好，妥善保管，可供周边地区修补乡村道路或建筑使用。

(5) 在施工驻地内定点设置垃圾收集箱，集中收集施工驻地内产生的生活垃圾；将酒瓶、纸箱、塑料、金属类包装物等可回收利用垃圾，定期收集，外卖至废品收购站；对不能利用的生活垃圾，定期由垃圾车运输至当地生活垃圾填埋场卫生填埋，不得随意焚烧及丢弃。

(6) 对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用。

(7) 施工结束后，对预制场、灰土拌和站、沥青拌和站、项目部进行及时平整恢复，对清理场地产生的固体废物进行分类处理，能利用的再利用，不能回用的就近运至弃渣场或政府指定的垃圾消纳场处理。

(8) 沥青拌和站产生的危险废物主要包括机修危废（分类编号为 HW08，危险废物代码：900-249-08）、废弃活性炭（分类编号为 HW49，危险废物代码为 900-039-49），在拌和站设置危险废物暂存间，危险废物应暂存于站区内危废暂存间，定期交由有资质的单位进行处理。废导热油（分类编号为 HW08，危险废物代码：900-249-08）直接委托有资质单位上门清理，不设置暂存。危废暂存间应贴有危废标志，做好防雨措施，并对地面进行防渗防漏处理。

### 5.8.3 营运期

(1) 通过制定和宣传法规，禁止乘客在高速公路上乱丢饮料袋、易拉罐等垃圾，以保证行车安全和公路两侧的清洁卫生。

(2) 服务区、养护工区的生活垃圾需设置垃圾收集池和垃圾收集桶，收集的生活垃圾交由环卫部门定期清运至附近城镇垃圾处理场集中处理。

### 5.8.4 危险废物环境管理措施

#### (1) 贮存情况

废机油和废导热油危险废物代码为 HW08，废弃活性炭危险废物代码为 HW49。废机油由专门的收集桶收集后，暂存在危险废物暂存间内；废弃活性炭采用防渗防漏的桶装或者塑料袋分类收集，分类贮存于危险废物暂存间内；废导热油直接委托有资质单位上门清理，不设置暂存。危险废物暂存间建设《危险废物贮存污染控制标准》（GB-18597-2001）的相关条款，危险废物分类收集后，必须另外设置危险废物贮存间，定期清理。具体如下：

危险废物运至危险废物临时贮存间临时存放，并委托有相应资质的单位处置。危险废物的转运严格按照《危险废物转移联单管理办法》有关规定，实行联单制度。

(2) 场地要求危险废物临时贮存间按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）建设，做好防渗措施，具体要求如下：

- ① 地面采用坚固、防渗材料建造；
- ② 有具备安全照明设施和观察窗口；
- ③ 基础必须防渗；
- ④ 有防风、防雨、防晒措施；
- ⑤ 按照《环境保护图形标志-固体废物贮存（处置）场》（GB15562.2）要求标示环保标志。

#### (3) 管理要求

- ① 建设单位应做好废机油更换的记录台账；并按照危废管理台账管理；
- ② 禁止一般工业固体废物和生活垃圾混入；贮存间设置搬运通道；
- ③ 建立档案制度，危险废物贮存前应进行检验，确保同预定接收的危险废物一致，并登记注册，作好记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放库位、废物出库日期及接收单位名称，并建立台账。
- ④ 危险废物的记录和货单在危险废物处置后应继续保留 3 年；

⑤ 定期对临时贮存的危险废物包装容器及设施等进行检查，发现破损，应及时采取措施清理更换；

⑥ 按照 GB15562.2 检查和维护危险废物临时贮存间的环境环保图形标志。

⑦ 在转移危险废物前，须按照国家有关规定报批危险废物转移计划，经批准后，产生单位应当向移出地环境保护行政主管部门申请领取联单。

⑧ 危险废物接受单位应当按照联单填写的内容对危险废物核实验收，如实填写联单中接受单位栏目并加盖公章。接受单位应当将联单第一联、第二联副联自接受危险废物之日起十日内交付产生单位，联单第一联由产生单位自留存档，联单第二联副联由产生单位在二日内报送移出地环境保护行政主管部门；接受单位将联单第三联交付运输单位存档；将联单第四联自留存档；将联单第五联自接受危险废物之日起二日内报送接受地环境保护行政主管部门。

## 5.9 景观环境保护措施

### 5.9.1 设计期

#### (1) 景观设计的原则

① 注意保护沿线的自然景观，在考虑公路的交通功能、设计线型优美和工程造价的同时，还必须注大桥、隧道口、互通式立交、服务区、养护工区等主要构筑物的景观美学设计，力求该工程成为富有地方特色的、与沿线自然相和谐的现代化高速公路。

② 保护现有景观，对已定为地方保护的景区，不得设置弃渣场。弃渣以及堆放材料和恢复性方法应考虑美观因素，使堆体的形状与周边地貌相融，并作绿化恢复设计。

③ 选择一些村庄路段做景观林带设计，设计当地特有的景观，同时达到减少交通噪声的目的。

#### (2) 边坡景观

##### ① 边坡设计

边坡坡率应灵活自然、因地制宜、顺势而立，以减少人工痕迹。设计时应采用不同的边坡坡率及分台高度，克服统一边坡坡率和分台高度的设计方法，如根据不同的地形、开挖地质条件、开挖高度设为自然形、弧形（凹形、凸形），下陡上缓、下缓上陡，甚至折线形等，边坡口、边坡脚采用圆弧形过渡。边坡开挖严禁削山皮，但低

路堤及浅挖路段应尽量将边坡放缓，与原地貌融为一体，形成缓冲带。

### ② 边坡防护设计

最大限度的减少上挡护面墙、浆砌护坡等混凝土砌体，而代以本地植物防护，必须设置时断面形式及尺寸要灵活掌握，要有动感和自然感，如分台式、渐变式、弧形、干码片石、浆砌片石等。外观尽量避免人工痕迹，给人以恰如其分，视而不见的感觉。可设为自然面，小卵石嵌入式、分台植草式等景观挡墙。

### (3) 交叉工程景观

① 交叉布设可不对称，而采用灵活的匝道及辅道相连接。

② 提取地方文化符号，采用以乔灌木相结合的方式造景，绿化尽量采用以乡土树种作为基调树，适当引入观叶和观花形植物造景，营造具有观赏性的生态群落，合理规划视觉空间，融入自然气息，增加景观效果。

③ 可视的上跨桥应根据人文景观及当地建筑特色作造型设计，必要时适当装饰，色调与周边景色一致，要求明快简洁。

### (4) 取弃土场景观

遵循简洁、易养护的原则，采用乔灌木相结合的绿化形式，形成植物群落性景观，恢复取弃土场自然生态，减少水土流失。

### (5) 跨线桥景观

① 跨线桥应选择适合桥位环境的跨线桥造型，桥型的选择遵循简洁、轻盈、大方的原则，对桥墩的位置、大小、个数和造型进行严格控制，尽量避免在公路中央分隔带上立柱。

② 线桥外观选择适合桥型的桥梁涂装色彩，然后从地域色彩、文化习惯、风俗特征等多方面调查分析，对多个色彩方案进行效果模拟，最终讨论确定桥梁外观及色彩，突出桥梁的特征。

### (6) 隧道景观

① 隧道洞门造型选择适合洞口周边环境的洞门造型，设计遵循简洁、大方的原则。

② 隧道洞门装饰结合洞门造型，通过艺术手法适当装点洞门，展现地方文化。

③ 隧道洞口绿化结合洞门造型和周边环境，应最大限度对边坡、洞顶仰坡绿化覆盖，与周边自然环境巧妙融合，对洞口边坡的硬质部位可运用浮雕形式体现地方民族文化特色。

④ 隧道内饰根据行车视觉感受的变化，对隧道内墙进行色彩设计和内饰材料的选择，改善隧道内的行车环境。

### 5.9.2 施工期

(1) 由于施工便道基本上沿线路两侧布设，加大环保宣传力度，提高管理人员和施工人员的环保意识，禁止任意砍伐防护林及破坏其他类型植被。

(2) 取土弃渣严格在规定区域内作业，禁止乱弃，破坏景观，取土场、弃渣场、施工便道、施工生产生活区等临时用地在用毕后，应及时清理，清除油污和垃圾，平整地面，尽量恢复原有地貌和植被，以达到与周边自然环境的协调和谐。

### 5.9.3 营运期

加强公路两侧绿化植被的养护。

## 5.10 施工管理对策与建议

### 5.10.1 建立环境保护管理体系

(1) 建立信息沟通渠道，接受省交通厅和工程所在地环保主管部门的监督管理。

(2) 成立工程环保管理机构，制定相应的环境管理办法。

① 成立由工程建设指挥部统一领导的，由指挥部相关部门、驻地设计代表、工程监理、承包商、地方交通局等单位组成的工程施工期环境管理办公室，综合协调处理施工期的环境保护问题。

② 根据环境影响评价成果，制定系统的、分阶段环境管理目标、方针，确定与项目建设有关单位的环境保护义务、职责和管理办法。

③ 确定环境管理措施实施效果的监督体系，制定激励和奖惩措施。

④ 开展施工期的环境保护知识普及和宣传活动。

⑤ 监控、评价和改进施工期环境保护管理办法。

(3) 委托有资质的环境监测单位进行施工期环境监测，落实施工期污染控制措施，建立完善的监测报告编制、上报制度。

(4) 促使施工期建设管理与环境管理的有机结合，为实现工程的环境管理目标，提供充足的资源保证，包括合格的环境管理人员、管理和治理资金到位等。

(5) 充分利用工程支付的调节手段，将工程的环境保护工作落到实处。

(6) 做好工程施工期环境保护工作文档管理。

### 5.10.2 加强招、投标工作的管理

### (1) 招标阶段

① 招标文件编制应体现工程的环境影响评价成果，明确制定在每一标段中的环境保护目标，明确工程承包商对国土、生物多样性以及生态环境保护、人群健康环境整治的责任和义务。

② 对各标段的施工组织计划提出具体的环境保护要求，要求编制环境保护实施计划，并配备相应的环境管理人员和环保设施。

③ 规范标底的编制和审定工作，保证工程承包商的合理利润，使其能够实施其环境保护计划。

### (2) 投标阶段

① 投标文件必须响应招标文件有关环境保护问题的要求，制定符合环境保护要求的施工组织计划和实施措施，配备相应的环保管理人员和相应的设施。

② 投标文件报价应根据标段的具体环境保护要求，合理地制定其实施环境保护管理和对策所需的投资费用预算。

③ 工程承包商要承诺其环境保护责任和义务，自愿接受建设单位和地方环保单位的监督。

### (3) 评标阶段

① 建立高素质的评标专家队伍，注意引进高素质的环保专家参与评标。

② 加强投标单位的资质、施工能力、管理水平和业绩的审查工作，有环保业绩的单位在招标过程中应优先考虑。

③ 认真审查其施工组织计划和有关环境保护和文明施工的内容，尤其应对其环境保护保障条件加强审查，禁止旨在中标而随意压低环保投入的工程承包商入围。

④ 加强中标价格的评价和审定工作，保证工程承包商的合理利润，从根源上避免其因追求利润而牺牲环境的现象发生。

## 5.10.3 加强环境保护监理

### (1) 建设单位

① 加强工程监理的招投标工作，保证合理的监理费用，使工程监理部门能够独立开展工程质量、环境保护的监理工作。

② 通过招标选择优秀的监理队伍，严把监理上岗资质关、能力关，明确提出配备具有一定环保素质的工程技术人员以及相应的监测设备的要求。

③ 保证工程监理工作的正常条件和独立行使监理功能的权利，并将其包括环境监

理在内的监理权利的内容明确通告施工单位。

④ 建立工程监理监督的有效体制，杜绝监理人员的不端行为。

## **(2) 工程监理单位**

① 按监理合同配备具有一定环保素质的监理人员和相应的监测设备，并就监理服务的内容强化所有现场监理人员的环境保护意识，提高监理人员的环保专业技能。

② 监督符合环保要求的施工组织计划的实施，工程变更必须经过环保论证，经监理单位审批后方可实施。根据《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》，如施工时选线选址等发生较大变化构成重大变动，应及时通过建设单位向环保主管部门报备，建设单位应委托专业单位进行变更环境影响评价。

③ 工程的环境监理是对建设单位的环境保护工作进行控制的最重要的环节，因此必须加大现场环境监理工作的力度，及时发现并处理环境问题。

④ 监理单位应加大对生态环境影响较大的土方工程监理力度，包括有肥力土层的剥离和临时储存、土方运送及堆放、桥梁施工弃渣的处置和防护等，杜绝土壤资源浪费和土壤侵蚀现象的出现。

⑤ 在施工单位自检基础上，进行其环境保护工作的终检、评定和验收，确保工程正常、有序地进行。

### **5.10.4 加强设计后续服务管理**

(1) 要求设计单位根据工程进展情况及时派遣驻地设计代表，设计代表的能力应与施工工序相适应。

(2) 对驻地设计代表的职责权限和设计变更的程序进行明文规定。

(3) 配合监理单位、施工单位加强工程环境影响监督，并对设计变更进行环保比选。

### **5.10.5 加强施工单位环境管理**

(1) 作为具体的施工机构，其施工行为直接关系到能否将环境的影响和破坏降低到最小程度。施工单位必须自觉遵守和维护有关环境保护的政策法规，教育好队伍人员爱护施工路段周围的一草一木。在施工前对施工平面图设计进行科学合理的规划，充分利用原有的地形、地物，以尽量少占农田、林地为原则，施工中严格按照取弃土场的设计进行取土弃渣，严禁乱挖乱弃，做到文明施工，规范施工，按设计施工。

(2) 施工单位应合理进行施工布置，精心组织施工管理，严格将工程施工区控制在工程征用土地范围内，在工程开挖过程中，尽量减小和有效控制对施工区生态环境的

影响范围和程度。

(3) 合理安排施工季节和作业时间，优化施工方案，减少废弃土石方的临时堆放，并尽量避免在雨季进行大量动土和开挖工程，有效减少区域水土流失，从而减小对生态环境的破坏。

(4) 强化施工驻地整治与生态景观的恢复重建工作。

## 5.11 环境风险防范及应急措施

### 5.11.1 施工期环境风险防范措施

#### (1) 施工期风险管理措施

施工期对易燃、易爆和有毒物品必须由专人存放、保管，详细登记取用时间、人员、数量和用途等，定期检查，并应对保管人员进行专业培训。

要求施工单位编制施工期环境风险应急预案，加强公路施工期环境监理工作。

#### (2) 施工期风险工程措施

① 对拟建工程开挖切坡及危岩剥除的弃渣，应选择合理的堆放点，根据拟建工程特点，需要进行填方的地段，将上述工程弃渣作为填方的材料，填方后剩余的弃渣，应选择合理的堆填点，以免引发新的地质灾害。

② 在海南热带雨林国家公园内进行桥梁施工时，施工弃浆不得随意堆置，禁止将施工材料堆置于沿线河道的堤岸内侧或最高水位线以下。

#### (3) 特殊路段施工期风险防控措施

##### ① 交通组织措施

开工前编制交通组织专项方案，严格按照方案要求，派专人对海南热带雨林国家公园路段施工进行交通组织。在公路拐角、靠近敏感水体路段设置“谨慎驾驶”警示牌。在靠近敏感区路段处设置减速和限速标识，要求施工车辆限速和减速，保证该路段的车辆通行安全，降低该路段交通事故的发生机率，保障沿线居民的安全及水体水质不受污染。

② 工地施工车辆发生事故时，立即启动项目应急预案，并上报相关部门，做好事故处理及善后工作。

③ 施工中涉及的污染因素包括：机械车辆漏油事故，建筑生活垃圾处理，生活、生产用水处理，裸露土方引起的水土流失。

具体采取措施：a、通过横幅、集中学习等方式大力度宣传敏感区环境保护的重

要意义，使各参建人员从思想上重视对海南热带雨林国家公园及敏感水体等环境目标的保护；b、做好机械、车辆维护保养工作，严禁带病作业，如遇漏油事故，由安保部监督进行整改，必要时对污染部位采取同材料置换，确保污染物不会流向水域。机械应停放在指定的安全位置，杜绝乱停乱放现象，四周要挖截污沟，进出口埋设钢管，截污沟沉积污物后应及时清理。c、人员全部集中住在沿线既有建筑内，不允许沿路搭设办公、生活住房，杜绝生活垃圾、生活污水的乱排乱置现象。d、生产过程中遗洒的水泥浆及时随土一起清理，禁止漫流，罐车严禁在该敏感路段清洗，雨天在敏感路段不得浇筑砼，防止水泥浆随雨水流向水域。e、裸露土方应采用挖机临时压实或铲斗拍实，避免留有松土受雨水冲刷流向水域，雨天不得进行土方作业。

### 5.11.2 营运期风险防范措施

#### 5.11.2.1 敏感水体桥梁工程防范措施

路线主线 K2+626 什龙 1 号大桥、K3+300 什龙 2 号大桥、K3+624 鹦哥岭 1 号大桥、ZK3+998 鹦哥岭 2 号大桥、什运互通主线桥和 A、B、C 匝道桥；牙叉连接线 L1K0+282 牙叉中桥、L1K2+085 南叉河大桥以及牙叉互通主线桥和匝道桥跨越 I 类或 II 类水体。

(1) 跨越沿线 I 类或 II 类水体桥梁采用加强型防护栏，长度共计 7821.92m。

(2) 对跨沿线 I 类或 II 类水体桥梁设置径流收集系统和应急事故池，合计 15 处桥面径流收集系统，根据道路纵断面图及桥面高程共需设置 21 个应急事故池，排水管长度共计 7821.92m。本次评价事故池容积设置是基于最大小时降雨量前 10 分钟桥面径流产生量，考虑到液体罐车发生交通事故后产生的环境风险影响，事故池容积最小设置  $70\text{m}^3$ 。当发生危险品泄漏事故时，由于泄漏物料成分复杂，经简单沉淀消毒不能达到排放标准，危险品泄漏液应由应急车辆从事故池抽取送专业部门处置，不得随意排放。

事故应急池容积考虑液体罐车容量、消防救援水量及降雨量，由设计单位设计。应急事故池由格栅井、沉淀池、冲洗集砂槽、隔油挡板、出水池及相应的控制阀门等组成，其工作原理类似于滞留池。储水池主要用来储存水对沉淀池底部进行冲洗。沉淀池用于正常情况下降雨初期桥面径流的污染物沉淀，上清液经隔油后排入水体，沉淀物沉入池底，经冲洗进入冲洗集砂槽，由清理车抽吸外运处置。若出现事故情况则关闭出水管用来蓄纳事故泄漏物及冲洗废液，事故泄漏物及冲洗废液由应急车辆从事故池抽取送专业部门处置，不得随意排放。

事故水池容积由事故车辆危化品或油料装载量、事故救援污水和降雨径流构成。

①目前我国常见运输液态危险品的车辆包括运油品的槽罐车和化工液体运输车。根据中华人民共和国交通运输部令 2013 年第 2 号实施生效的《道路危险货物运输管理规定》，运输爆炸品、强腐蚀性危险货物的罐式专用车辆的罐体容积不得超过  $20\text{m}^3$ ，运输剧毒化学品的罐式专用车辆的罐体容积不超过  $10\text{m}^3$ 。但根据调查，高速公路行驶的油罐车最大容积可达到  $50\text{m}^3$ ，因为危险品的原因，油罐车一般最多只让拉  $30\text{m}^3$ 。因此本次评价确定危险品运输车辆最大容积为  $30\text{m}^3$ 。

②发生事故后，往往由消防车进行救援，根据《消防车消防性能要求和试验方法》（GB7956-1998），水罐消防车分为轻型、中型及重型三种。根据生产厂家车型调研，目前国产消防车最大容积为  $20\text{m}^3$ （豪泺前四后八水罐消防车）。按每次泄漏需 2 辆消防车救援计算，则单次事故发生后需至少产生  $40\text{m}^3$  救援污水。

③降雨径流收集容量计算公式：

$$V=L*H*Q$$

式中：V——事故池容积（ $\text{m}^3$ ）；

L——收集径流长度（m）；

H——桥（路）面宽度；

Q——10min最大降雨量（m），项目区1h最大降雨量约95mm。

表 5.11-1 敏感路段水环境保护措施一览表

敏感路段	敏感目标	水体标准	敏感路段	排水管	加强型防	10min 最	事故池	事故池	事故池位置	标识牌	监控	投资
			长度(m)	长度(m)	撞栏(m)	大径流量						
K2+427.8~K2+824.2	无名河沟	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	1	1	56.568
ZK2+397.8~ZK2+824.2			396.4	396.4	396.4	78.45	1	150				
K3+146.8~K3+453.2	无名河沟	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	1	1	45.168
ZK3+146.8~ZK3+273.2			426.4	426.4	426.4	84.39	1	155				
K3+565~K3+683	什隆溪	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	2	2	39.12
ZK3+571~ZK3+689			306.4	306.4	306.4	60.64	1	135				
ZK3+934.8~ZK4+061.2	无名河沟	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	1	1	60.368
K0+087.2~K0+633.6	什隆溪	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	1	1	22.168
AK0+179.1~AK0+499.3	什隆溪	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	2	2	39.12
BK0+205.1~BK0+893.3	什隆溪	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	1	1	38.336
CK0+715.03~CK1+156.27	什隆溪	I	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	2	2	149.136
L1K0+263.8~L1K0+300.2	什卒沟	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	1	1	84.848
L1K2+006.8~L1K2+163.2	南叉河	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	1	1	25.768
ZL1K2+006.8~L1K2+163.2			126.4	126.4	126.4	25.02	1	100				
L1K2+651.76~L1K2+748.24	南架沟	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	2	2	33.3552
L1K2+854.26~L1K2+980.74	无名河沟	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在左右桥地势较低处各设置 1 个	1	1	22.1776
L1ZK2+854.26~L1ZK2+980.74			126.4	126.4	126.4	33.54	1	105				
DK0+206.46~DK0+387.54	无名河沟	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	1	1	50.4592
FK0+133.388~FK0+411.068	南架沟	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	1	1	74.2432
ZK35+776.242~ZK35+939.442	南架沟	II	桥梁	桥梁	桥梁	(m <sup>3</sup> )	(个)	(m <sup>3</sup> )	在桥梁地势较低一端设置 1 个	1	1	45.568
白沙服务区									服务区标高较低处设置事故池。	/	/	3.0
合计			3910.96	7821.92	7821.92		21			23	23	1108.0304

注：1、隧道洞口设置事故池，事故废水直接通过防渗排水沟排入事故池，隧道只考虑事故车辆废液和消防废液；

2、跨河桥梁两端设置标识牌，行车方向各设一块，提醒过往司机注意；

3、跨河桥梁上设置监控系统，行车方向各设一个，隧道进出洞口各设一个，发生事故时第一时间调取过程信息；

4、备注：排水管 600 元/延米，防护栏 600 元/延米，事故池 400 元/m<sup>3</sup>，标识牌 1 万/处、监控 2 万/处计；

5、服务区事故池按 3.0 万/个计，仅考虑一辆事故车辆废液的量，即 30m<sup>3</sup>。

④ 桥面径流及事故水处理工艺

其中应急事故池的具体尺寸在进行环保设计时根据具体地形位置进行设置。事故沉淀池在不同工况下的运行方式具体见下表。

表 5.11-2 应急事故池运行方式

序号	工况	运行方式
1	晴天，无危险品泄漏。	池空待用。
2	晴天，有危险品泄漏。	正常情况下，进水井内出水管阀门处于关闭状态，处理池内进水阀门处于常开状态，处理池排水阀门处于关闭状态。 危化液体泄漏时，危化液体经桥面收集系统进入事故池，经暂存后及时交由资质单位处理，实行转移联单制管理。危化液体储存时间不应大于3小时。
3	雨天，无危险品泄漏	正常情况下，进水井内出水管阀门处于关闭状态，处理池内进水阀门处于常开状态，处理池排水阀门处于关闭状态。降雨初期，初期雨水经收集系统进入池内，隔油沉淀处理后，打开排水阀门，雨水排至河道内。降雨后期，处理池进水阀门关闭，进水井出水阀门打开，后期雨水直接排至河道内。阀门启闭由管理人员于管理用房内远程操控。
4	雨天，有危险品泄漏	管理人员接到泄漏警报，及时关闭出水阀门，利用池体内的调蓄容量储存危险品，事故泄漏物及冲洗废液由有资质的专业部门运输处置，实行转移联单制管理。另外在池体外加设临时雨水拦挡，将路面雨水引至池外排放。

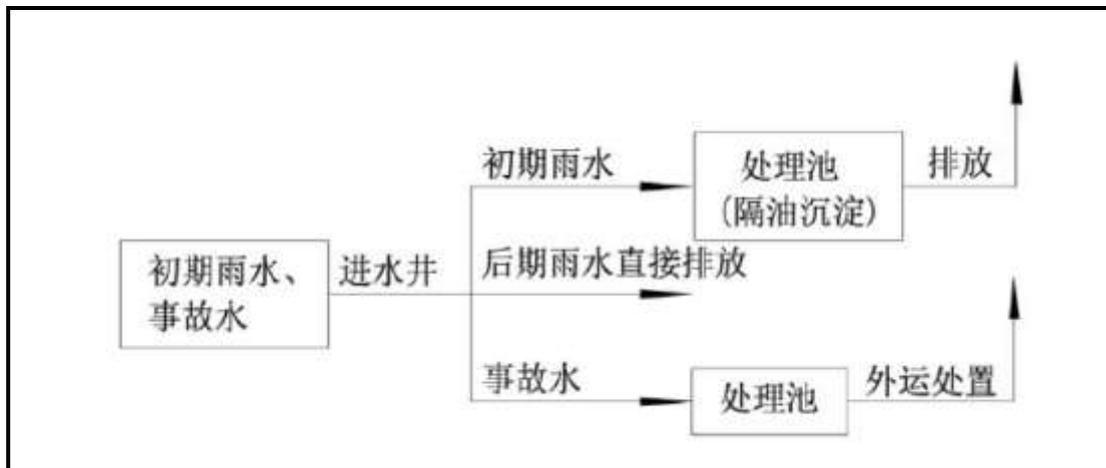


表 5.11-3 初期雨水及事故水处理工艺框图

本报告以 200m<sup>3</sup> 事故池为例，其总平面和工艺见下图。

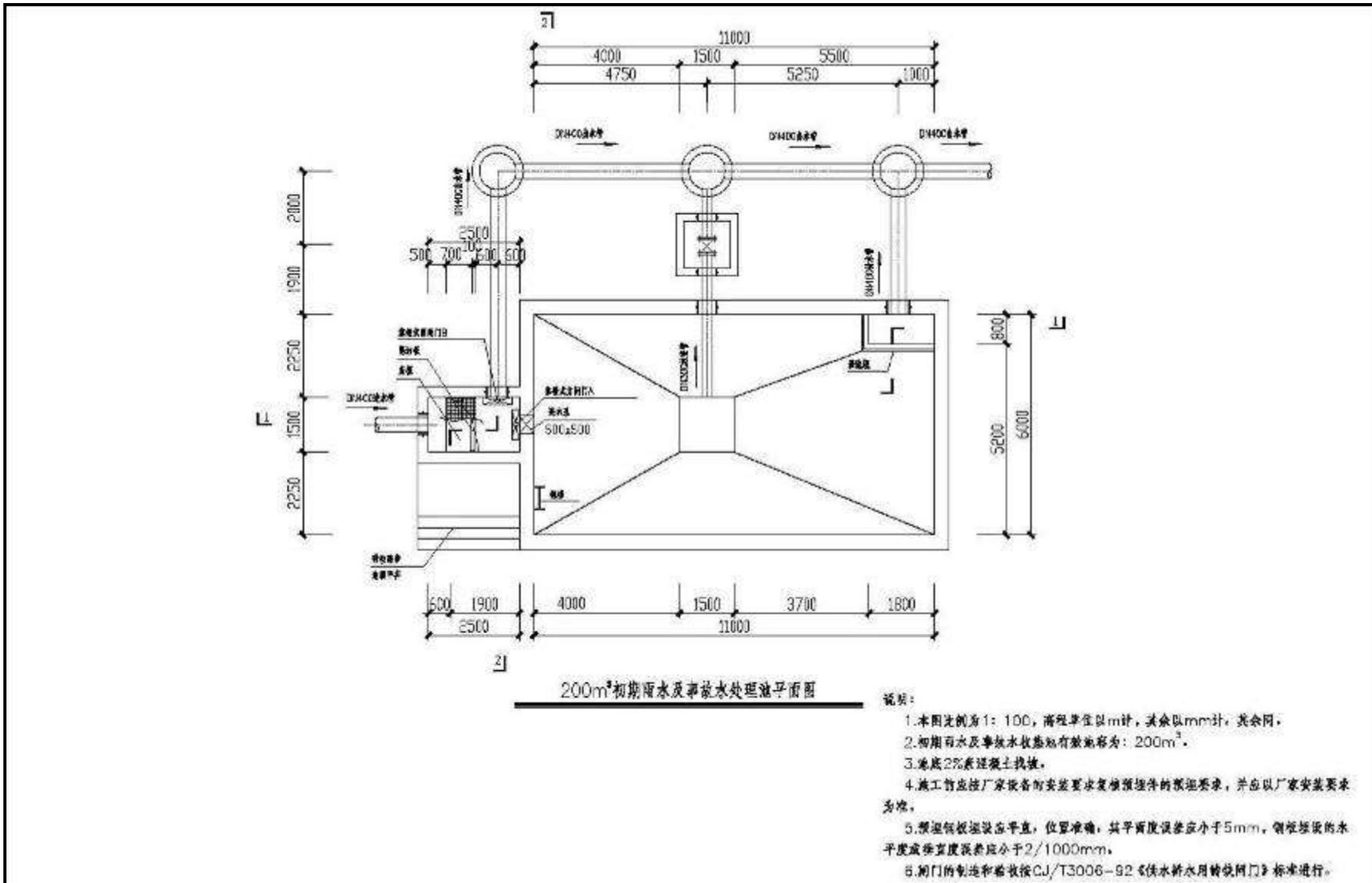


表 5.11-4 事故池平面示意图

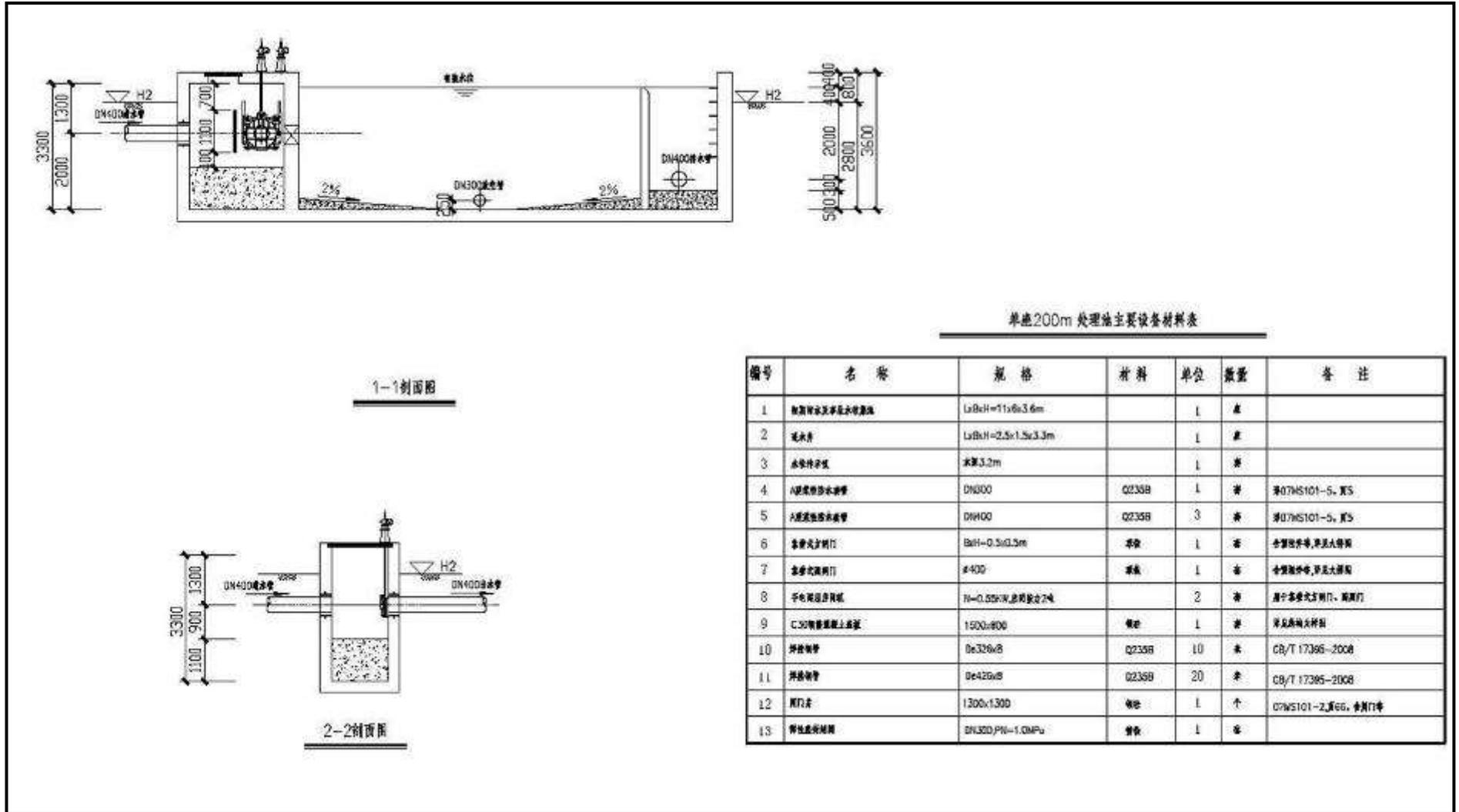


表 5.11-5 事故池工艺图

### 5.11.2.2 服务区风险防范措施

在白沙服务区远离加油站、商店或人员活动区域设置专门的危化品车辆停放区，停放区做防渗处理，停放区四周设置径流收集沟连接末端事故池。同时设置明显的标识标牌。根据《危险货物道路运输安全管理办法》**第五十一条** 危险货物运输车辆需在高速公路服务区停车的，驾驶人、押运人员应当按照有关规定采取相应的安全防范措施。**第五十条** 遇恶劣天气、重大活动、重要节假日、交通事故、突发事件等，公安机关可以临时限制危险货物运输车辆通行，并做好告知提示。

### 5.11.2.3 管理措施

公路管理部门应加强危险品运输管理，严格执行交通部《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）、《道路危险货物运输管理规定》、《危险货物道路运输安全管理办法》等相关规定。

#### (1) 设置标识牌

根据《中华人民共和国水污染防治法》要求，应当在穿越 I 类或 II 类水体设立警示标志（共 23 块）：减速慢行、禁止超车等警示标志，同时标明报警电话。

#### (2) 车辆测速系统

严格限制 I 类或 II 类路段行车速度，在上述路段设置区间测速设施，实施 24 小时实时测速，并通过网络平台实现实时监控。

项目部要派专人对以上设施进行巡视检查，施工过程中要加以保护，如有施工损坏或第三方损坏发生时及时向有关部门汇报，及时进行修复、更换。

#### (3) 强化有关危险品运输法规的教育和培训

对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，应严格遵守有关危险品运输安全技术规定和操作规程，学习和掌握国家有关部门颁布实施的相关法规。相关法规主要有：

《危险化学品安全管理条例》、《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）、《中华人民共和国民用爆炸品管理条例》、《中华人民共和国放射性同位素与射线装置放射保护条例》、《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）、《道路危险货物运输管理规定》、《危险货物道路运输安全管理办法》等。

#### (4) 加强区域内危险品运输管理

- a. 由地方交通局建立本地区危险货物运输调度和货运代理网络；
- b. 对货运代理和承运单位实行资格认证；
- c. 危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物运输的车

辆要使用统一的专用标志，实行定点检测制度；

d. 在危险品运输途中，司乘人员应严禁吸烟，停车时不准靠近明火和高温场所。驾驶员在运输途中必须集中精力，要注意观察路标，中途不得随意停车等；

e. 如运送剧毒化学品应按公安机关核发的“剧毒化学品公路运输通行证”的规定实施运输；

f. 在天气不良的状况下，例如大风天气条件应禁止危险品运输车辆进入；

g. 在发生油料、危险化学品、有毒有害物品泄漏紧急情况下，应关闭该路段，启动应急计划，进行泄漏处理；

h. 发生事故后司机、押运人应及时报案并说明所有重要的相关事项；

i. 交管部门、高速公路管理部门接受报案后及时向沿线各区（县）政府办公部门报告，并启动应急预案。

#### (5) 制定应急计划

严格执行《中华人民共和国道路交通安全法》，针对公路运输实际制定风险事故应急管理计划。计划包括指挥机构的职责和任务；应急技术和处理步骤的选择；设备、器材的配置和布局；人力、物力的保证和调配；事故的动态监测制度等。

本项目主线总长 15.563km，牙叉连接线 3.087km，水满连接线 19.77km，运输化学危险品的车辆占货车的比例 10.5%，且以化肥、农药和石油制品为主，本项目主线沿线布设 1 处服务区（养护工区和隧道管理所合并建设），各路段里程较短，发生危险品泄漏事故后响应时间能控制在半小时内，因此为保证沿线水质安全，在白沙服务区配备一定的应急设备和器材，并按相关规定进行保养或维护，保证应急使用时有效、可靠。当然更多的设备需要与地方应急机制联动配合提供。主要应急设备和设施参见下表，投资共计约 75.3 万元。

表 5.11-6 应急器材设置一览表

序号	应急设备和器材	单位	数量	价格（万元）
1	手提式灭火器	个	10	0.3
2	推车式灭火器	个	2	0.4
3	防毒面具、防护服	套	4	0.8
4	污水收集车	辆	1	50
5	降毒解毒药剂	套	4	2.0
6	其它应急器材（担架、急救箱等）	套	4	8
7	吸油毡	kg	100	1.8
8	围油栏	m	200	2
9	收油机（10t/h）	台	1	10
	合计			75.3

## 5.12 危险品运输事故应急预案

近年来，随着危险品货物运输量逐年增多，高速公路承担载有燃料和化学品等危险品车辆的运输任务十分艰巨，危险品在运输过程中发生泄漏、爆炸等危害的机率大大增加。为了加强对危险品运输事故的有效控制，最大限度地减少事故危害程度，保证人民生命、财产安全，保护环境，应制定《危险品运输风险应急预案》。

### 5.12.1 事故应急预案的体系定位及应急处理程序

根据国务院《国家突发公共事件总体应急预案》确定的全国突发公共事件应急预案体系的划分原则，本项目应定位为突发公共事件地方应急预案和突发公共事件部门应急预案。突发公共事件的应急处理程序主要包括以下4个方面：

#### (1) 信息报告

特别重大或者重大突发公共事件发生后，要立即报告上级应急指挥机构并通报有关地区和部门，最迟不得超过4小时。应急处置过程中，要及时续报有关情况。

#### (2) 先期处置

突发公共事件发生后，在报告特别重大、重大突发公共事件信息的同时，要根据职责和规定的权限启动相关应急预案，及时、有效地进行处置，控制事态。

#### (3) 应急响应

对于万一先期处置未能有效控制事态的特别重大突发公共事件，要及时启动相关预案，由上一级应急指挥机构统一指挥或指导有关地区、部门开展处置工作。

现场应急指挥机构负责现场的应急处置工作，需要多个相关部门共同参与处置的突发公共事件，由该类突发公共事件的业务主管部门牵头，其他部门予以协助。

#### (4) 应急结束

特别重大突发公共事件应急处置工作结束，或者相关危险因素消除后，现场应急指挥机构予以撤销。

### 5.12.2 环境风险应急预案

危险品在运输过程中发生泄漏，爆炸等危害的机率大大增加，为了最大限度地减少事故危害程度，保证人民生命、财产安全、保护环境，结合《海南省人民政府突发公共事件总体应急预案》，制定针对涉及敏感水体的《危险品运输风险应急预案》。

### 5.12.3 应急救援预案的指导思想和原则

应急救援预案的指导思想：体现以人为本，真正将“安全第一，预防为主”方针落

到实处。一旦发生危害环境的交通事故，能以最快的速度、最大的效能，有序地实施救援，最大限度减少人员伤亡和财产损失，把事故危害降到最低点，维护沿线群众的生活安全和稳定。

风险事故应急救援原则：快速反应、统一指挥、分级负责和社会救援相结合。

#### 5.12.4 运输危险品基本情况

根据《危险物品名表》（GB12268-2005）所列品种，主要常见的危险品涉及到化工、石化、医药、纺织、轻工、冶金、铁路、民航、公路、物资、农业、环保、地质、航空航天、军工、建筑、教育等各个领域。

按照《危险货物分类和品名编号》（GB6944-2005）涉及爆炸品、气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、毒害品、感染性物品、放射性物品、腐蚀品、杂项危险物质和物品九大类。

由于危险品的性质复杂以及具有易燃易爆、有毒有害的特点，使得在运输过程中，稍有不当或疏漏，就会引发泄漏、爆炸和火灾等连锁事故，会对人民生命、财产、生态环境和社会安定造成重大危害，后果会十分严重。

危险品运输隐患的特性如下：

- ① 复杂性：危险品运输经过人口密度大、资产集中、环境特殊等特点的地区时，它的事故后果会更加严重，它的预防和控制更为复杂。
- ② 分散性：危险品运输车辆具有分散性，危险品的种类、运输时间和线路都不确定，发生事故产生的影响程度也不同，难以控制。
- ③ 运动性：危险品运输具有运动性，从一个地点到达另一个地点。
- ④ 广泛性：伴随着社会经济的发展，各种物资、能量转换日趋频繁，各种危险品的运输密度越来越高，而且运输的危险品种类比较复杂，已经成为社会生活中广泛分布的危险源。
- ⑤ 污染性：危险品运输事故往往伴随着严重的环境污染，有时对环境的影响时间会很长，潜在危害更严重。

#### 5.12.5 事故类别及处置措施

危险品运输事故主要有泄漏、火灾（爆炸）两大类。其中火灾又分为固体火灾、液体火灾和气体火灾。主要原因又分为主观原因和客观原因。

针对事故不同类型，采取不同的处置措施。其中主要措施包括：灭火、点火、隔绝、堵漏、拦截、稀释、中和、覆盖、地压、转移、收集等。

### 5.12.6 事故现场区域划分

根据危险品事故的危害范围、危害程度与危险化学品事故源的位置，划分为事故中心区域、事故波及区及事故可能影响区域。

(1) 事故中心区域：中心区即距事故现场 0~500m 的区域。此区域危险化学品浓度指标高，有危险化学品扩散，并伴有爆炸、火灾发生，建筑物设施及设备损坏，人员急性中毒。事故中心区的救援人员需要全身防护，并佩戴隔绝式面具。救援工作包括切断事故源、抢救伤员、保护和转移其它危险品、清除渗漏液态毒物、进行局部的空间清洗及封闭现场等。非抢险人员撤离到中心区域以外后应清点人数，并进行登记。事故中心区域边界应有明显警戒标志。

(2) 事故波及区域：事故波及区即距事故现场 500~1000m 的区域。该区域空气中危险品浓度较高，作用时间较长，有可能发生人员或物品的伤害或损坏。该区域的救援工作主要是指导防护、监测污染情况，控制交通，组织排除滞留危险品气体。视事故实际情况组织人员疏散转移。事故波及区域人员撤离到该区域以外后应清点人数，并进行登记。事故波及区域边界应有明显警戒标志。

(3) 受影响区域：受影响区域是指事故波及区外可能受影响的区域，该区可能有从中心区和波及区扩散的小剂量危险化学品的危害。该区救援工作重点放在及时指导群众进行防护，对群众进行有关知识的宣传，稳定群众的思想情绪，做基本应急准备。

### 5.12.7 危险品运输事故应急救援组织及职责

(1) 组织机构：应根据《海南省人民政府突发公共事件总体应急预案》要求，由运营管理机构成立突发公共事件应急领导小组，全面负责省内危险货物运输管理工作。各市县交通运输局成立突发公共事件应急领导小组，负责辖区内危险货物运输管理工作。各级交通部门应与省、市、县突发公共事件应急管理委员会建立联动机制。

根据《危险货物道路运输安全管理办法》，交通运输主管部门负责核发危险货物道路运输经营许可证，定期对危险货物道路运输企业动态监控工作的情况进行考核，依法对危险货物道路运输企业进行监督检查，负责对运输环节充装查验、核准、记录等进行监管。

#### (2) 预测、预警发布和报告

预测：各级突发公共事件日常机构应建立科学的监测预报体系。有计划地定期组织事故演练，增强应急救援队伍对突发事故现场的应变能力。对危险品运输的各环节事先编制预控方案，加强对重点部位的监控，指定专人负责检查落实情况，把事故隐

患消灭。

**预警：**按照危险品运输事故的严重性和紧急程度，分为四级：一般（蓝色表示）、较大（黄色表示）、重大（橙色表示）、特大（红色表示）。各级突发公共事件领导小组应根据不同的预警级别做出相应的响应。

**报告：**健全危险货物运输突发事件的报告制度，明确信息报送渠道、时限、范围和程序，明确相关人员的责任、义务和要求，严格执行 24 小时值班制度，保障信息渠道畅通、运转有序。

对跨越河流的桥梁路段，应在桥梁或路段两端显著位置，设置危险品运输事故报警提示标志，提示一旦发生危险品运输事故应拨打“110、119 和 120”电话，并设置报警电话，以便过往人员及时报警，从而使有关地区和部门及时获知事件信息。

市、县交通运输局突发公共事件应急领导小组，应与相应市县级突发应急事件管理委员会建立联动机制，以便及时获知事件信息，根据突发应急事件管理处的统一安排，采取相应应急措施。

若交通部门率先获知危险品运输事件信息，应在立即报告消防部门、环保部门的同时，注意抢救人员和保护围观群众安全、避免造成再伤害事故，并协助公安部门维护现场秩序。

### (3) 应急处置

**预案启动与终止：**由应急领导小组负责人根据现场情况，判断预警级别，发布启动预警命令。预案启动后，应急领导小组的所有成员立即进入工作岗位，各项抢险设施、物质必须立即进入待命状态。事件处置完毕后，也应当由应急领导小组负责人发布终止命令。基层单位接到报告后，在应急预案启动前，依据事件的严重性、紧急性、可控性，必须立即进行人员救助及其他必要措施，防止事故向附近蔓延和扩大，必要时可以越权指挥应急处置。

### (4) 事故救援行动要点

**监控部门：**各监控分中心监控员接到信息应及时向基层突发事件领导小组报告，并实时跟踪、记录（电话、摄像、录像）。按突发事件领导小组指令在有关路段的可变情报板、可变限速标志牌等发布信息，当交通恢复正常时，恢复装置的正常显示内容。

**路政部门：**事发地基层突发公共事件领导小组应将事件情况按规定及时向上级汇报，并按要求启动应急处置预案，根据事件情况采取先期处置措施，按规定做好事发

现场安全布控，积极抢救伤员，紧急疏散人员，转移重要物资，维护现场秩序。根据事发状态通知公安消防、卫生防疫、环保等相关部门，按危险品的类型采取相应的措施，其中，由武警部队防化连具体负责现场残留物的清理工作，残留物的具体处理方案由卫生防疫站和公安局具体提供，由环保部门进行应急监测。同时，做好相关纪录，及时上报事态进展情况。

本公路危险品运输突发事故应急处理程序详见下图。

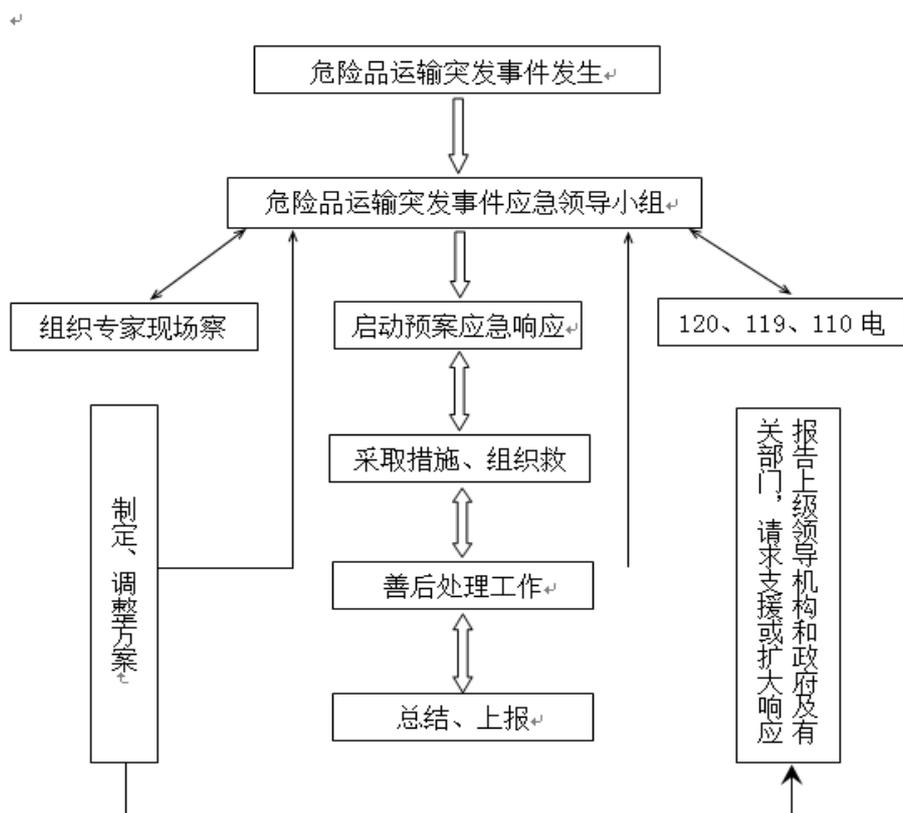


表 5.12-1 危险品运输突发事故应急处理程序框图

### 5.12.8 危险品运输事故处置措施

#### (1) 危险品泄漏事故及处置措施

① 进入泄漏现场进行处理时，应注意安全防护。

a 进入现场救援人员必须配备必要的个人防护器具。

b 如果泄漏物是易燃易爆的，事故中必区应严禁火种、切断电源、禁止车辆进入、立即在边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

c 如果泄漏物是有毒的，应使用专用防护服、隔绝式空气面具。为了在现场上能正确使用和适应，平时应进行严格的适应性训练。立即在事故中心区边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

d 应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪、水炮掩护。

② 泄漏源控制堵漏。采用合适的材料和技术手段堵住泄漏处。

③ 泄漏物处理

a 围堤堵截：筑堤堵截泄漏液体或者引流到安全地点。贮罐发生液体泄漏时，要及时堵住泄漏处，防止物料外流污染环境。

b 稀释与覆盖：向有害物蒸汽云喷射雾状水，加速气体向高空扩散。对于可燃物，也可以在现场施放大量水蒸气或氮气，破坏燃烧条件。对于液体泄漏，为降低物料向大气中的蒸发速度，可用泡沫或其他覆盖物品覆盖外泄的物料，在其表面形成覆盖层，抑制其蒸发。

c 收容(集)：将泄漏出的物料抽入容器内或槽车内；当泄漏量小时，可用沙子、吸附材料、中和材料等吸收中和。

d 废弃：将收集的泄漏物运至废物处理场所处置。用消防水冲洗剩下的少量物料，冲洗水排入沉砂缓冲池，抽取后待处理。

## (2) 危险品火灾事故及处置措施

① 先控制，后消灭。针对危险品火灾的火势发展蔓延快和燃烧面积大的特点，积极采取统一指挥、以快制快；堵截火势、防止蔓延；重点突破、排除险情；分割包围、速战速决的灭火战术。

② 扑救人员应占领上风或侧风阵地。

③ 进行火情侦察、火灾扑救、火场疏散人员应有针对性地采取自我防护措施。如佩戴防护面具，穿戴专用防护服等。

④ 应迅速查明燃烧物品及其周围物品的品名和主要危险特性、火势蔓延的主要途径，燃烧的危险品及燃烧产物是否有毒。

⑤ 正确选择最适合的灭火剂和灭火方法。火势较大时，应先堵截火势蔓延，控制燃烧范围，然后逐步扑灭火势。

⑥ 对有可能发生爆炸、爆裂、喷溅等特别危险需紧急撤退的情况，应按照统一的撤退信号和撤退方法及时撤退。(撤退信号应格外醒目，能使现场所有人员都看到或听到，并应经常演练)。

⑦ 火灾扑灭后，仍然要派人监护现场，消灭余火。起火单位应当保护现场，接受事故调查，协助公安消防监督部门和上级安全管理部门调查火灾原因，核定火灾损失，查明火灾责任，未经公安监督部门和上级安全监督管理部门的同意，不得擅自清理火灾现场。

### 5.12.9 下一步环保要求

运营单位应严格按照《企事业突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》有关要求开展应急预案编制、评估和备案工作；加强应急演练，提高环境风险应急能力，建立公路管理部门与地方政府和生态环境部门的联动机制。

## 第6章 环境管理与环境监控计划

### 6.1 环境管理计划

#### 6.1.1 环境管理的目的

通过制订系统的、科学的环境管理计划，使本报告书针对拟建公路项目建设、运营过程中产生的环境影响所提出的防治或减缓措施，在该项目的设计、施工和营运中逐步得到落实，从而使得环保设施建设和公路主体工程建设符合同步设计、同步实施和同步投产使用的“三同时”制度要求。为环境保护措施得以有计划的落实和地方环保部门对其进行监督提供依据。

通过环境管理计划的实施，将拟建公路对沿线环境带来的不利影响减缓到环境所能承受的范围之内，最大限度的减低对周边居民生产、生活造成的不利影响，满足国家法律法规以及相关的环境标准要求，使工程建设经济效益、社会效益和环境效益得以协调、持续和稳定发展。

#### 6.1.2 环境管理机构及职责

##### (1) 机构设置

项目在建设和运营过程中，环境管理工作的机构设置分为组织管理机构和监督管理机构。组织管理机构主要是由项目建设单位与其合作的技术管理服务单位构成，目前该项目的建设实施单位是海南省交通投资控股有限公司，监督管理机构主要是由省以及项目所在的市县生态环境主管部门构成。

##### (2) 管理职责

组织管理机构和监督管理机构职能分工见表6.1-1。

表 6.1-1 拟建项目环境管理机构及其职责

单位	工作职责
建设单位	具体负责组织协调各技术服务单位开展项目的环保工作，处理群众环境评价反馈意见，认真听取环保管理部门的意见，将各项环保措施落实到下阶段设计、施工、监理等各个部门中。
设计单位	在项目设计中加入环保工作设备设施配置以及相应的管理措施体现，从节约能源、减少污染、环境保护等方面出发，制定合理的施工工艺、原辅材料选择、施工组织及运营管理方案。
环评单位	根据项目建设规模及方案，全面分析各阶段对各环境要素的影响，提出切实可行的污染防治措施和管理措施。
施工单位	认真落实项目各项环境保护措施，并在施工过程中进一步补充和完善，最大限度减小施工过程对环境的影响。

环境监理单位	接受建设单位委托后根据环保监理计划对项目建设过程中应采取的环境保护措施的落实情况进行监督检查，确保各项环保措施均能得以有效执行。
环境监测单位	根据监测计划内容，对施工期和运营期间各项环境要素进行监测，验证各项环境保护措施的有效性，为监督管理部门提供管理依据，为建设单位提供环保措施调整与优化依据。
运营单位	负责在项目运营期间对所有环保设施进行日常维护，以保证各项环保设施能正常运行且能达到相应的运行效果；制订突发环境事件应急预案，防范环境风险。

### 6.1.3 环保管理计划

环保管理计划的详细内容根据各部门职能的不同，分为环境管理计划（见表 6.1-2）和环境监督计划（表 6.1-3）。

表 6.1-2 项目环境管理计划

环境问题	环保措施	实施机构	责任机构
<b>A. 设计阶段</b>			
1.选线及线型设计	从环境、社会经济和工程等方面进行方案比选，选出最优方案； 总体线型通畅，顺应地形地貌，尽可能提高纵坡比率，不过分追求高标准而破坏自然环境； 优化穿越海南省热带雨林国家公园路段，尤其是水满连接线路走向和建设方案，提高现有土路利用率。	设计和环评单位	建设单位
2.生态保护措施	进一步优化减少占用耕地、生态公益林、生态红线、高覆盖度林地，平衡填挖方，减少取弃方和取弃土场数量； 在热带雨林国家公园内除水满连接线利用废弃采矿坑设置临时占地外，其他路段禁止在国家公园、永久基本农田、生态保护红线内设置施工临时用地； 临时占地的选址设计避开永久基本农田和生态公益林； 设计路基排水和防护工程，既可稳定路基，又可防治水土流失； 进一步优化设计施工道路，尽量多利用地方道路； 施工前的保护宣传和建立监督机构； 公路的绿化工程设计与主体工程设计同步，在设计时优先考虑采用当地的乔、灌、草植物种类，以恢复和补偿植被损失； 明确表层土壤的堆放位置、施工方式、利用途径； 优化临时占地选址。	设计和环评单位	建设单位
3.交通噪声	进一步优化调整局部路线设计方案，使路线远离声环境敏感点； 在公路设计时就应考虑减噪措施，同时做出措施的经费估算；	设计和环评单位	建设单位
4.地表水污染	选择合理的跨越形式及桥梁结构； 设置桥涵时考虑桥涵位置及孔径，以利洪水的排泄和渍涝的排除； 优化完善桥涵设计。	设计和环评单位	建设单位
5.地下水污染	加强对路堑、桥梁、隧道、服务区周围的工程地质及水文地质勘察。		
6.大气污染	沥青拌和站的搅拌楼等大气污染设施等选址设置在远离居民区等敏感点并距其下风向 300m 以外； 合理设计材料运输路线，尽量远离居民区。	设计和环评单位	建设单位
7.固体废物	根据交通量的大小，对各辅助设施的垃圾收集系统进行设计。		
<b>B. 施工期</b>			
1.生态资	开工前，在工地及周边设立爱护野生动物和自然植被的宣传牌，并对	承包商	建设

环境问题	环保措施	实施机构	责任机构
源保护	<p>承包商进行环境保护和生物多样性保护宣传教育工作；</p> <p>施工前期对征地范围内的有肥力表土层进行剥离防护；</p> <p>严格规定施工界限，不得越界施工；</p> <p>在林区施工应优化施工方案，尽量缩短在林区内的施工作业时间，优化临时占地，减少占用耕地和高覆盖度林地；</p> <p>加强施工期管理，严禁施工人员捕杀野生动物；</p> <p>施工驻地的生活垃圾、生活污水集中处理，或堆制为农家肥料等；</p> <p>各种防护措施与主体工程同步实施；</p> <p>加强施工过程中的临时防护措施，防止水土流失；</p> <p>加强取弃渣场的防护措施，防止水土流失；</p> <p>注意生产生活区和施工道路的防护，防止破坏植被；</p> <p>对施工人员加强管理，森林防火期内，禁止在林区野外用火；</p> <p>K15+270 主线与服务区匝道之间的高山榕古树修建围栏，并挂牌保护；</p> <p>施工期若改变临时工程的选址，需重新履行相关的环保手续；</p> <p>施工工区等临时建筑尽可能采用成品或简易拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏；</p> <p>沿线应广泛设置环保警示宣传牌，如主线的什运互通、鹦哥岭大桥、隧道竖井和斜井，水满连接线起终点和南流村附近等路段，提醒施工人员不得随意扰动施工边界外的区域；</p> <p>主线和水满连接线施工时应设置明显的施工边界线，禁止越界活动。</p>		责任单位
2. 施工噪声控制	<p>合理安排施工作业时间，避免夜间进行高噪声施工作业；</p> <p>所有施工机械加装减振机座，对牙训村、南流村 2 处村庄采取加设临时声屏障降噪措施；</p> <p>施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声的施工机械和工艺；</p> <p>施工期间，监理工程师对 200m 范围内有较大居民区的施工现场进行施工期抽样监测。</p>	承包商	建设单位
3. 地表水环境保护	<p>1. 施工废水污染防治措施</p> <p>工程承包合同中应明确筑路材料（如沥青、油料等）的运输过程中防止洒漏条款，堆放场地不得设在国家公园内，也不得设在沿线河流以及其他溪流等水体附近；</p> <p>施工材料如油料、化学品等有害物质堆放场地应设围挡措施，并加篷布覆盖以减少雨水冲刷造成污染；</p> <p>对跨河桥梁建设隔油池、压实基础+人工防渗层+混凝土层结构沉淀池，生产废水经隔油沉淀处理后用于洒水降尘；</p> <p>隧道施工废水经隔油沉淀池处理后回用；</p> <p>严禁将桩基钻孔出渣及施工废弃物排入地表水体。</p> <p>2. 含油污水控制措施</p> <p>采用施工过程控制，清洁生产方案进行含油污水的控制；</p> <p>尽量采用固体吸油材料将废油收集转化到固体物质中后封存交由有资质的单位集中处理；</p> <p>在施工现场及机械维修场所设隔油沉淀池，施工结束后覆土掩埋。</p> <p>3. 生活污水控制措施</p> <p>施工人员的就餐和洗涤采用集中统一形式进行管理；</p> <p>施工驻地施工人员的粪经化粪池收集处理后用作周边农田的肥料；</p> <p>食堂废水和洗衣废水经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘，不外排。</p>	承包商	建设单位

环境问题	环保措施	实施机构	责任机构
	<p>4.特殊路段水污染防治措施 油料等有害物质严禁堆放在海南热带雨林国家公园内，黄沙、土方和施工材料等临时堆放地点尽量远离水体，做好苫盖及防渗处理，废弃物及时清运。</p> <p>5.对农村饮水工程 详细勘察农村饮用水输水管道与线位关系，设置涵洞等设施，确需拆移改建的，应保证新修管道先通，后拆原有管道。</p> <p>6.强化施工管理，加强宣传教育及施工期环境监理工作。</p>		
4.地下水环境保护措施	<p>合理优化施工平面布局，不得在农户取水水井附近设置料场、设备存放点、施工驻地、施工机械维修点、废水收集池等设施；</p> <p>桥梁桩基钻孔施工过程中应采取清水护壁，或采取封闭施工；</p> <p>加强施工期地质、水文地质研究，加强超前地质预报及地下水预测。</p>	承包商	建设单位
5.大气污染控制	<p>加强施工管理，文明施工，在居民集中区路段施工设置高度不低于1.8m的围挡；</p> <p>规范拌和站建设，土方、水泥和石灰等散装物料运输、临时存放和装卸过程中，应采取防风遮挡措施或降尘措施，保证拌和运输容器良好的密闭状态；</p> <p>规范原料堆场建设，堆场四周及顶棚设置围挡；</p> <p>配备洒水车辆，加强堆场洒水降尘；</p> <p>施工驻地设置油烟收集罩和油烟净化器，将油烟处理达到《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求后高空排放；</p> <p>施工车辆及非道路移动机械应使用清洁能源或符合国六标准的汽柴油；</p> <p>采取措施防治沥青拌和站沥青烟和粉尘排放。</p>	承包商	建设单位
6.固体废物	<p>严格实行施工渣土清运资质管理；</p> <p>不得在运输过程中沿途丢弃、遗撒固体废物；</p> <p>施工机械的机修油污集中处理，揩擦有油污的固体废弃物等不得随地乱扔，应由有危险废物处理资质的单位处理；</p> <p>在施工驻地设置垃圾箱分类集中收集后，委托当地环卫部门定期清运；</p> <p>按计划和施工的操作规程，严格控制并尽量减少余下的物料；</p> <p>对收集、贮存、运输、处置固体废弃物的设施、设备和场所，应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用；</p> <p>施工结束后，对预制场、灰土拌和站、沥青拌和站、项目部进行及时平整恢复，对清理场地产生的固体废物进行分类处理。</p>	承包商	建设单位
7.环保监理	施工全过程实施环保监理	监理单位	建设单位
8.环境监测	进行施工期间的各项环境监测	监测单位	
<b>C. 营运期</b>			
1.生态环境	<p>按公路绿化设计的要求，及时恢复被破坏的植被和生态环境，防止地表裸露；</p> <p>过水涵洞应及时清淤，以保障灌溉水系的通畅；</p> <p>按要求进一步完善水土保持各项工程、植物和土地复垦措施；</p> <p>进出国家公园路段边界设置明显标志，提示过往车辆即将进入海南热带雨林国家公园，需谨慎驾驶，禁止鸣笛；</p> <p>加强国家公园生态监测，选择隧道进口和水满连接线 L2K9+300 海南苏铁集中分布区（L2K9+100~K9+500）进行生态监测。</p>	公路管理处	建设单位运营单位

环境问题	环保措施	实施机构	责任机构
2.噪声	针对运营远期超标的 4 处声环境敏感点提出跟踪监测、预留措施资金的环保措施，共计预留 603 延米声屏障，预留 37 户加高围墙，预留费用 315.2 万元。	公路管理处	建设单位 运营单位
3.水环境	对公路沿线设施生活污水处理主要采用 A2/O+MBR 一体化污水处理系统，处理达标后用于冲厕和绿化。 路线主线 K2+626 什龙 1 号大桥、K3+300 什龙 2 号大桥、K3+624 鹦哥岭 1 号大桥、ZK3+998 鹦哥岭 2 号大桥、什运互通主线桥和 A、B、C 匝道桥；牙叉连接线 L1K0+282 牙叉中桥、L1K2+085 南叉河大桥以及牙叉互通主线桥和匝道桥跨越 I 类或 II 类水体，对这些跨河桥梁设置桥面径流收集系统，采用加强型防撞栏设计，长度共计 7821.92m，设置 21 个应急事故池；标识牌共 23 块，监控系统 23 套。 在白沙服务区远离加油站、商店或人员活动区域设置专门的危化品车辆停放区，停放区做防渗处理，停放区四周设置径流收集沟连接末端事故池； 对运输危险品的车辆实行“三证”制度； 建立危险品泄漏事故的紧急处理小组； 在白沙服务区配备应急设备和器材，并按相关规定进行保养或维护； 执行水质监测计划，根据水质监测结果确定采取补充的环保措施。	公路管理处	建设单位 运营单位
4.地下水	本次评价不包含加油站建设内容，加油站另行办理环评手续。对加油站采用双层储油罐，加强防腐、防锈管理，对油罐存放空间及油罐事故池进行全方位防渗施工，在防渗材料的选择上，不得使用可溶于汽油、柴油等有机溶剂的防渗材料。	公路管理处	建设单位 运营单位
5.固体废物	服务区、养护工区、隧道管理站的生活垃圾需设置垃圾收集池和垃圾收集桶，收集的生活垃圾交由环卫部门定期清运至附近城镇垃圾处理场集中处理。	公路管理处	建设单位 运营单位
6.监测	定期进行环境监测	环境监测单位	建设单位 运营单位

表 6.1-3 环境监督计划

阶段	机构	监督内容	监督目的
设计期	建设单位环保管理、监理人员	1、审核环保初步设计。	1、严格执行“三同时”。
		2、审核环保投资是否落实。	2、确保环保投资。
		3、检查污染物排放、控制和处理情况。	3、确保项目执行相关环保法规与标准，并落实环保措施。
		4、建设施工占地的选择与恢复处理。	4、确保施工场所满足环保要求，资源不被严重破坏。
		5、检查环保设施“三同时”情况，确定最终完成期限。	5、确保项目建设严格按照“三同时”进行。
		6、检查环保设施是否达到标准要求。	6、验收环保设施。
运营期	生态环境局	1、检查检测计划的实施完成情况。	1、落实监测计划。
		2、检查有无必要实施进一步的环保措施（可能出现未预计到的环境问题）。	2、切实保护环境。
	道路管理部门	3、检查环境质量是否满足相应质量标准要求。	3、加强环境管理，切实保护人群健康。
		加强监督、管理运输危险品车辆行驶，防止突发事故，消除事故隐患，预先制	消除事故隐患，避免发生恶性污染环境事件。

		定紧急事故应急方案，一旦发生事故能及时消除危害。	
--	--	--------------------------	--

#### 6.1.4 环境管理计划的实施

为了切实减轻环境影响，落实本报告中提出的环境保护计划，在项目运作的各阶段应执行相应的环境管理计划。

(1) **设计阶段** 设计单位应将环境影响报告书提出的环保措施落实到施工设计工作中；建设单位环保机构应负责环保措施的工程设计方案审查工作，确保各项环保措施的可行性和有效性。

(2) **招、投标阶段** 建设单位按环评报告书所提出的环境保护措施和建议制定建设期环境保护实施行动计划和管理办法，并将其编入招标文件和承包项目的合同中；施工单位在投标书中应含有包括环境保护和文明施工的内容，在中标的合同中应有环境影响报告书提出的环境保护措施及建议的相应条文。

(3) **施工阶段** 建设单位组织开展环境保护宣传、教育和培训工作，组织实施工程的环境保护行动计划，及时处理环境污染事故和污染纠纷，接受环保管理部门的监督和指导。在施工结束后，建设单位应组织全面检查工程环保措施落实和施工现场的环境恢复情况，督促施工单位及时撤出临时占用场地，拆除临时设施，恢复被破坏的土地和植被。

(4) **营运阶段** 营运期的环保管理、监测和需补充的环境保护工程措施等由建设单位负责实施，并将各项环保工作内容及材料递交环境保护主管部门备案。

## 6.2 环境监测计划

### 6.2.1 环境监测责任机构、监测目标

环境监测工作拟由业主委托有监测资质、且有一定经验的监测单位进行。

在公路施工期和营运期，环境监测都是环境管理计划中重要的组成部分。进行环境监测的目标是：

- 对环境影响报告书中提出的拟建项目潜在环境影响的结论加以核实；
- 确定实际的影响程度；
- 核实环境保护措施的有效性和适当性；
- 确认和评价预期不利影响的程度；
- 为解决超出环境影响评价结论的不利影响而追加的环保措施提供依据。

6.2.2 环境监测计划

(1) 大气、噪声、水环境监测

监测重点为大气、噪声、水，采用定点和流动监测，定时和不定时抽检相结合的方式进行。监测计划见表 6.2-1。

表 6.2-1 环境监测计划

监测要素	阶段	监测地点	监测项目	监测频次	监测机构	监督机构
环境空气	施工期	沥青拌和站附近村庄	TSP、沥青烟	1次/6月	建设单位 或运营单 位委托专 业机构	市县生态 环境局
	运营期	加油站厂界	非甲烷总烃	1次/年		
噪声	施工期	路线周围敏感点：黑榄村、牙叉一队居民小区、牙训村、南流村	等效声级	2次/1年，监测2天，昼夜各1次。		
		大临设施周围敏感点：什运村、新村	等效声级	2次/1年，监测2天，昼间若夜间作业，夜间和昼间频次一致。		
	运营期	黑榄村、牙叉一队居民小区、牙训村、南流村	等效连续 A 声级	2026年、2032年、2040年特征年1次/年，监测2天，昼夜各1次，同步分车型记录车流量。		
地表水环境	施工期	南叉河、什隆溪、牙训河	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮和石油类	每年平、枯、丰期各1次		
	运营期	南叉河、什隆溪、牙训河	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总氮、总磷	1次/6月		
		白沙服务区污水处理出水	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、氨氮、总氮、总磷	1次/年		
地下水	运营期	白沙服务区，设置对照点、监控点和扩散点	石油类、高锰酸盐指数、pH	1次/年		市县生态 环境局

(2) 生态监测

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）9.3.1 要求，本项目选取项目沿线有代表性的鹦哥岭隧道进口、水满连接线海南苏铁集中分布路段进行生态监测，见表 6.2-2。本工程施工期及运营期生态监测建议与国家公园主管部门合作，做好工程沿线附近的生态监测工作。

表 6.2-2 生态监测及调查计划

阶段	监测地点	监测因子	监测方法	监测历时	实施机构	负责机构	监督单位
施工期	鹦哥岭隧道进口重点保护植物分布区域	植物群落结构、植被覆盖度、外来物种入侵风险	现场调查记录	施工期间1次/年	委托生态调查咨询机构	建设单位	生态环境局
	水满连接线海南苏铁集中分布路段(L2K9+100~K9+500)	次生林及湿地植物群落结构、植被覆盖度、重点保护野生动物种类数量	现场调查记录	施工期间2次/年	委托生态调查咨询机构	建设单位	生态环境局
营运期	鹦哥岭隧道进口重点保护植物分布区域	植物群落结构、植被覆盖度、外来物种入侵风险	现场调查记录	1次/2年	委托生态调查咨询机构	运营单位	生态环境局
	水满连接线海南苏铁集中分布路段(L2K9+100~K9+500)	次生林及湿地植物群落结构、植被覆盖度、重点保护野生动物种类数量	现场调查记录	1次/2年	委托生态调查咨询机构	运营单位	生态环境局

**(3) 监测报告的提交**

承包商和施工监理单位应每半年向项目指挥部提交关于环境监测报告。此外，在发生未预期的环境污染事故时，要求他们能够立即将具体情况向项目办汇报，以便及时采取适当的污染控制措施，包括请专业监测单位进行监测等。

**(4) 监测计划的监督管理**

以上监测计划均是由项目建设单位或运营单位负责根据计划方案委托具有相关监测资质的单位执行，监测数据应交当地环保部门备案，所有监测方法和监测数据的有效性应接受当地环保部门的监督。

**6.2.3 监测费用**

经初步估算，施工期间监测费用约为：

施工期：30万元/年×3年=90万元

运营期：15万/年×15年=225万元

所以，本项目施工期和运营期监测计划相关总费用为315万元。

**6.3 环境监理计划**

**6.3.1 环境监理依据**

拟建项目开展工程环境监理的主要依据包括：

- (1) 国家、海南省有关环境保护的法律、法规；
- (2) 国家和交通部有关标准、规范；
- (3) 本项目的环境影响报告书及相关批复；
- (4) 本项目施工图设计文件和图纸；
- (5) 《施工监理服务合同》和《施工承包合同》；
- (6) 业主认可的有关工程环境保护会议决定、电函和文字记载。

### 6.3.2 监理阶段

与主体工程监理阶段划分一致，本项目的工程环境监理阶段分为施工准备阶段、施工阶段以及交工验收与缺陷责任期三个阶段。

### 6.3.3 监理范围和内容

#### (1) 监理范围

拟建高速公路环境监理范围为项目建设区与工程直接影响区域，包括主体工程、临时工程的施工现场以及承担大量工程运输的当地现有公路。

#### (2) 监理内容

按照建设项目环保法律法规及项目招标文件的要求，环境监理具体工作内容有：

- ① 审查工程设计方案、施工图设计中环境保护措施是否正确落实了经批准的环境影响报告书中提出的环保措施。
- ② 协助建设单位组织工程施工和管理人员的环保培训。
- ③ 施工过程中，核实对动植物保护、生态、水、声、大气环境影响的减缓措施是否做到，是否按照有关环境标准进行阶段验收；审核工程合同中有关环境保护的条款。
- ④ 系统记录工程施工环境影响、环保措施落实效果及环保工程建设情况。
- ⑤ 及时向工程监理组反映施工中出现的环境问题，并提出解决方案与建议。
- ⑥ 负责工程环境监理工作计划和总结的编制。

### 6.3.4 环境监理工作实施方案

#### (1) 建立健全完善的环境监理保障组织体系

拟建项目设立环保总监，主管工程环境监理工作；环监办负责组织实施，由各现场环境监理工程师具体承担监理任务。现场环境监理工程师由监理办的路基、路面、交通工程以及试验专业监理工程师兼任。

## (2) 执行环保法规，制订实施细则

在执行国家、海南省环境保护政策、法规的基础上，按本项目的环境影响报告书制定的环境监测和监理计划，制定工程环境保护管理办法等有关环保制度。

## (3) 建立完善的环境监理工作制度

工程环境监理的工作制度主要包括：环境监理会议制度、环境监理记录与报告制度、人员培训制度、函件来往制度、环境监理奖惩制度以及环境监理资料归档制度。

### 6.3.5 环境监理工作重点

本项目施工期环境监理工作重点是一些特殊路段的施工行为监督，包括海南热带雨林国家公园路段、南叉河大桥路段施工、集中居住点或有学校分布路段施工。一方面是要保证环保工程建设内容要与设计标准和公路主体工程同步实施；另一方面要对现场作业人员进行行为监督，倡导文明施工，环保施工。各路段环境监理工作重点统计见表6.3-1。

表 6.3-1 公路工程环保监理工作要点表

分项	监理内容
海南热带雨林国家公园、生态保护红线路段	抽测施工生产废水的水质达标排放情况，检查沉淀池的设置以及运转情况；
	检查钻孔灌注桩施工中产生的泥浆水的处置情况，污水不得直接排入水体中；
	监督混凝土的灌注施工，溢出的泥浆应引流至适当地点处理；
	检查基础开挖产生的废方及泥浆是否运至指定地点堆放，是否有随意丢弃河流中或岸边的现象；
	施工材料如油料、化学品等有害物质是否在堆放场设围挡措施，并加篷布覆盖以减少雨水冲刷造成污染；
	施工场地是否建设施工生产废水收集沉淀池，施工驻地是否设置化粪池处理设施，是否处理后用作周边农田的肥料；食堂废水和洗衣废水是否经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘；
	对收集的浸油废料采取打包密封后，是否连同施工驻地其它危险固体废物一起外运由有危险废物处理资质的单位处理；
野生动植物	检查监督施工单位是否向沿线地表水体直接排放生活和生产污水；
	是否设置了事故应急池、是否按照环评报告要求进行设计和施工。
	是否按照相关要求保护沿线古树；
	是否对裸露场地采取了临时防护；
弃渣场	是否对表土资源进行了收集利用；
	是否存在打击捕杀野生动物的行为。
	弃渣场选择是否合理，是否按选定的弃渣场弃渣；
	弃渣前拦挡和排水措施落实情况及质量；
	弃渣场弃渣高度是否合适，分层压实情况；
施工便道	雨季弃渣场临时覆盖措施落实情况；
	弃渣完毕弃渣场恢复措施情况及质量；
	工程弃渣是否完全进入了弃渣场，是否有随地乱弃、向河道弃渣现象。
施工便道	施工便道选择是否合理，是否按施工图设计建设；
	临时截（排）水工程措施情况及质量；
	施工便道坡面防护工程措施、植物防护措施落实情况及质量；

分项	监理内容
	旱季施工定期洒水情况； 完工后恢复情况及质量。
路基工程	路基清表过程中作业范围控制情况及林木砍伐情况； 表土是否剥离并集中堆放，临时防护措施情况及质量； 边坡挡护是否及时，高填边坡施工前是否做好了临时拦挡措施，深挖路堑临时排水设施落实情况及质量； 雨季边坡覆盖措施落实情况； 旱季施工定期洒水情况； 土石方调运是否符合设计规定，弃渣是否进入指定弃渣场； 边坡绿化是否按设计要求，并在适宜的季节进行； 路基填筑前是否先做好了通道； 河道路段路基开挖施工，产生雨水径流处临时沉淀池设置情况。
运输道路	运输道路两侧声环境敏感点噪声是否超标； 旱季洒水防尘措施落实情况； 运输车辆防尘措施情况。
绿化工程	物种选择是否符合相应的生境； 工程进度是否严格符合时令； 是否严格按照要求设计； 施工绿化数量和成活率是否符合要求。
预制场拌和站	选址是否符合环保要求； 外购砂石料水土流失防治责任落实情况，自采料场审批手续及批件； 料场堆放物是否采取了挡风和防暴雨侵蚀措施； 预制场污水处理设施建设情况、施工废水处理后的水质情况； 工程废料是否进入了弃土场； 施工完毕后的恢复措施落实情况及质量； 旱季洒水措施落实情况； 是否采取防治粉尘和沥青烟措施。
施工生产生活区	选址是否符合环保要求； 是否设置生活垃圾收集池，垃圾是否定期清运； 水源保护区上游河段附近施工生产生活区污水是否排入水体； 文明施工情况； 施工驻地食堂是否安装油烟净化装置，是否满足达标排放要求； 生活污水处理情况。
村庄敏感点及施工人员	施工噪声是否符合相应标准； 施工车辆经过敏感点时是否采取措施。 强噪声设备操作工人是否配带耳塞和头盔，并限制工作时间； 施工时是否对受影响大的敏感点设置临时移动声屏障； 施工时是否在居民集中区路段设置工地围挡； 是否在干旱季节对施工现场及靠近居民点的主要运料道路采取洒水措施。
其他	拆迁建筑垃圾可利用成分是否回收利用，是否乱丢乱弃； 是否建立危险品运输车辆事故风险应急预案和突发性环境污染事故控制指挥系统； 是否按照环境影响报告书实施施工期和运行期环境监测方案； 是否成立了专业的环境保护部门，是否指定专人负责环境保护工作； 是否将环境保护工作纳入招标工作； 施工单位是否成立了专人负责项目的环境保护工作； 环境影响报告书中的措施是否在施工图中体现出来； 施工单位是否加强了环境保护工作的宣传及落实情况； 是否存在公众投诉问题，如有投诉是否进行了及时妥善的解决； 环境保护经费落实情况，是否按照环境影响报告书审定的资金落实工程环境保护措

分项	监理内容
	施。

### 6.3.6 工程环境监理费用估算

#### (1) 环境监理工程师数量估算

根据公路工程施工组织经验，本项目将设立总监理工程师领导下的二级监理体系，即设立1个总监办以及4个高监驻地办（按4个标段考虑）。

总监办设立专职环境监理工程师1人，每个驻地办按1名专职和1名兼职环境监理工程师进行估算，则拟建公路共有专职环境监理工程师5人、兼职环境监理工程师4人，共计9人。

#### (2) 环境监理工作量

环境监理工作时间只考虑施工期，缺陷责任期由工程监理组统一考虑，此处不重复计算。施工期3年。

则工程环境监理工作量为：

专职人员：5人×3年×12月=180人·月；

兼职人员：4人×3年×12月=144人·月；

总工作量：144+180=224人·月

#### (3) 环境监理人员费用

专职环境监理工程师每人按8000元/月、兼职按每人补助3000元/月进行估算，则拟建项目工程环境监理人员费用为187.2万元；

监理办公设施费，按每年8万计，共24万元；

监理生活设施费，按每年8万计，共24万元；

合计235.2万元。

#### (4) 工程环境监理监测费用

对噪声、污水以及粉尘等进行监测，通过监测结果判断施工行为是否满足环保要求是环保达标监理的重要手段。环保达标监理进行的监测属环境监理工程师的监理行为，不同于施工期定点监测，其由环境监理工程师进行监测。因此，承担工程环境监理工作的单位应具备进行监测的设备和人员，其监测费用应纳入工程环境监理总费用。

每个标段工程环境监理监测费用按2万元/年进行估算，则拟建项目3年的工程环境监理监测费用为24万元。

#### (5) 工程环境监理总费用

综上，拟建公路开展工程环境监理工作的总费用为 259.2 万元。

## 6.4 工程竣工环保验收

### 6.4.1 竣工环境保护验收的目的

竣工环境保护验收期目的是调查工程在施工、运行和管理等方面落实环境影响报告书、工程设计所提出的环保措施和要求的落实情况，以及对各级环保行政管理部门批复要求的落实情况。核实本工程已采取的环境保护及污染控制措施的有效性。根据项目建设和运营过程中的实际情况，提出环境保护措施的优化建议。

### 6.4.2 环境保护验收

竣工环境保护验收一般是在项目投入运营以后进行，验收工作主要是核实施工期间和运营期间所采取的环境保护、污染治理、生态保护与恢复措施与项目环境影响评价文件、设计文件和环保部门批复文件等文件要求之间的差异性、实施的有效性等。

项目竣工环境保护验收工作内容见表6.4-1。

表 6.4-1 项目竣工环境保护验收工作一览表

序号	环境因素	环保措施要求	措施验收内容	验收标准	责任单位	验收单位
1	水环境 (含水环境风险) 保护设施	跨越敏感水体桥梁均设置有桥面径流收集系统和事故池,桥梁两侧有防撞护栏。	主线什龙 1 号大桥 K2+427.8~K2+824.2 穿越 I 类水体无名河沟,两侧设强化防撞护栏 822.8m,桥梁设排水管 822.8m 收集桥面径流,在左右桥地势较低处各设置 1 个事故池(150m <sup>3</sup> /155m <sup>3</sup> ),设置 2 处监控,2 块标识牌。	桥(路)面径流雨水不对受纳水体产生明显影响;事故废水不进入敏感水体。	建设单位	建设单位
			主线什龙 2 号大桥 K3+146.8~K3+453.2 穿越 I 类水体无名河沟,两侧设强化防撞护栏 432.8m,桥梁设排水管 432.8m 收集桥面径流,在左右桥地势较低处各设置 1 个事故池(135m <sup>3</sup> /100m <sup>3</sup> ),设置 2 处监控,2 块标识牌。			
			主线鹦哥岭 1 号大桥 K3+565~K3+683 穿越 I 类水体什隆溪,两侧设强化防撞护栏 236m,桥梁设排水管 236m 收集桥面径流,在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池(120m <sup>3</sup> ),设置 2 处监控,2 块标识牌。			
			主线鹦哥岭 2 号大桥左线 ZK3+934.8~ZK4+061.2 穿越 I 类水体无名河沟,两侧设强化防撞护栏 252.8m,桥梁设排水管 252.8m 收集桥面径流,在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池(125m <sup>3</sup> ),设置 1 处监控,1 块标识牌。			
			什运互通主线桥 K0+087.2~K0+633.6 穿越 I 类水体什隆溪,两侧设强化防撞护栏 1092.8m,桥梁设排水管 1092.8m 收集桥面径流,在左右桥地势较低处各设置 1 个事故池(2*150m <sup>3</sup> ),设置 2 处监控,2 块标识牌。			
			什运互通 A 匝道桥 AK0+179.1~AK0+499.3 穿越 I 类水体什隆溪,两侧设强化防撞护栏 640.8m,桥梁设排水管 640.8m 收集桥面径流,在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池(125m <sup>3</sup> ),设置 1 处监控,1 块标识牌。			
			什运互通 B 匝道桥 BK0+205.1~BK0+893.3 穿越 I 类水体什隆溪,两侧设强化防撞护栏 1386.4m,桥梁设排水管 1386.4m 收集桥面径流,在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池(185m <sup>3</sup> ),设置 1 处监控,1 块标识牌。			
			什运互通 C 匝道桥 CK0+715.03~CK1+156.27 穿越 I 类水体什隆溪,两侧设强化防撞护栏 882.48m,桥梁设排水管 882.48m 收集桥面径流,在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池(145m <sup>3</sup> ),设置 1 处监控,1 块标识牌。			
			牙叉连接线牙叉中桥 L1K0+263.8~L1K0+300.2 穿越 II 类水体什卒沟,两侧设强化防撞护栏 72.8m,桥梁设排水管 72.8m 收集桥面径流,在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池(85m <sup>3</sup> ),设置 2 处监控,2 块标识牌。			
牙叉连接线南叉河大桥 L1K2+006.8~L1K2+163.2 穿越 II 类水体南叉河,两侧设强化防撞护栏 312.8m,桥梁设排水管 312.8m 收集桥面径流,在左右桥地势较低处各设置 1 个事故池(2*100m <sup>3</sup> ),设置 2 处监控,2 块标识牌。						

		<p>牙叉互通右线海旺中桥 L1K2+651.76~L1K2+748.24 穿越 II 类水体南架沟，两侧设强化防撞护栏 385.92m，桥梁设排水管 385.92m 收集桥面径流，桥梁地势较低一端设置 1 个事故池（105m<sup>3</sup>），设置 2 处监控，2 块标识牌。</p> <p>牙叉互通牙叉大桥 L1K2+854.26~ L1K2+980.74 穿越 II 类水体无名河沟，两侧设强化防撞护栏 252.96m，桥梁设排水管 252.96m 收集桥面径流，在左右桥地势较低处各设置 1 个事故池（105m<sup>3</sup>/100m<sup>3</sup>），设置 2 处监控，2 块标识牌。</p> <p>牙叉互通 D 匝道桥 DK0+206.46~ DK0+387.54 穿越 II 类水体无名河沟，两侧设强化防撞护栏 724.32m，桥梁设排水管 724.32m 收集桥面径流，在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池（100m<sup>3</sup>），设置 2 处监控，2 块标识牌。</p> <p>牙叉互通 F 匝道桥 FK0+133.388~ FK0+411.068 穿越 II 类水体南架沟，两侧设强化防撞护栏 1110.72m，桥梁设排水管 1110.72m 收集桥面径流，在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池（115m<sup>3</sup>），设置 1 处监控，1 块标识牌。</p> <p>牙叉互通主线跨 G361 大桥拼宽 ZK35+776.242~ ZK35+939.442 穿越 II 类水体南架沟，两侧设强化防撞护栏 652.8m，桥梁设排水管 652.8m 收集桥面径流，在桥梁地势较低一端设置 1 个事故池（85m<sup>3</sup>），设置 1 处监控，1 块标识牌。</p>		
		白沙服务区设置污水处理设施进行达标处理。	<p>白沙服务区标高较低处各设置 1 个事故池（1*30m<sup>3</sup>）。</p> <p>在白沙服务区配备一定的应急设备和器材。</p> <p>白沙服务区拟新建“A2/O+MBR”一体化设备 2 套。</p>	处理达标后用于冲厕和绿化
2	环境空气保护设施	沿线设施产生的油烟废气，加装油烟净化设施。	沿线白沙服务区各安装油烟净化装置 2 套。	满足《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）
3	声环境保护设施	跟踪监测、预留声屏障、加高围墙降噪措施	针对运营远期超标的 4 处声环境敏感点提出跟踪监测、预留措施资金的环保措施，共计预留 603 延米声屏障，预留 37 户加高围墙，预留费用 315.2 万元。	满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a/2/1 类标准
4	生态环境保护设施	临时用地和弃渣场的恢复（水土保持已列入）	<p>弃渣场、取土场、施工生产生活区按相关技术规范土地整治后采用当地乡土物种进行绿化恢复。</p> <p>因道路施工破坏植被而裸露的临时用地均应采取临时防护措施在施工结束后立即整治利用，恢复植被。</p>	不对生态环境造成明显的不利影响。
		植被保护	<p>K15+270 路右 50m 高山榕挂牌并修建围栏保护。</p> <p>隧道开工前编制隧道施工通风防尘专项方案，施工期间采用通风防尘、湿式钻孔防尘、</p>	不对植被造成明显不利影响。

			水封爆破防尘、高压喷雾降尘、粗雾粒净化水幕降尘、出渣装渣洒水降尘等措施，降低项目建设对海南苏铁等保护植物的影响。		
		生态敏感区措施	海南热带雨林国家公园路段开工前应征得主管部门同意，严格划定施工界限，禁止越界施工，施工期落实截排水、临时苫盖措施，施工结束及时恢复绿化，防止水土流失。禁止未经批准在国家公园内设置临时占地，禁止排放污水及垃圾。国家公园内涵洞、桥梁及通道严格按照设计文件落实，跨越水体桥梁设置桥面径流收集系统；运营期在国家公园路段设置谨慎驾驶和禁止鸣笛标志牌。落实环境监理措施。	项目符合相关法规要求，项目建设不对保护对象产生明显不利影响。	
			生态保护红线内开工前应征得主管部门同意，严格划定施工界限，禁止越界施工，施工期落实截排水、临时苫盖措施，施工结束及时恢复绿化，防止水土流失。禁止在生态保护红线内设置临时占地，禁止排放污水及垃圾。落实环境监理措施。	项目符合相关法规要求，项目建设不对其生态功能造成破坏。	
		公路沿线绿化。	因道路施工破坏植被而裸露的临时用地均应采取临时防护措施在施工结束后立即整治，恢复植被。	维护良好生态环境	
5	固体废物处置设施	运营期间均设置有垃圾收集系统和收运管理体系。	服务区、养护工区、隧道管理站均设置垃圾收集箱，收集的生活垃圾交由环卫部门定期清运至附近城镇垃圾处理场集中处理；废机油、废弃活性炭分类贮存于危险废物暂存间内，危险废物运至危险废物临时贮存间临时存放，并委托有相应资质的单位处置；废导热油直接委托有资质单位上门清理，不设置暂存。	不对周边环境产生不利影响	
6	环境风险防范	建立危险品运输预防管理体系及应急预案。	针对本项目的环境风险应急预案。	环境风险应急预案在环保部门进行备案。	
7	选址选线发生重大变动	组织变更环评	根据《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》，及时通过建设单位向环保主管部门报备，建设单位应委托专业单位进行变更环境影响评价。	符合环境管理要求	
8	环境监测和监理实施	按照环评要求实施施工期的环境监测和环境监理。	针对本项目的施工期环境监测报告、施工期环境监理报告。	符合环境管理要求。	

## 第7章 环境经济损益分析

### 7.1 环境经济效益分析

#### (1) 社会经济效益简析

拟建项目作为基础设施，本身将产生巨大的社会效益和经济效益，同时也将带动相关产业（如建材业、筑路机械业、运输业）的发展，扩大内需、启动市场、增加就业，成为新的经济增长点。

#### (2) 节约能源，从而改善区域汽车尾气排放效益

随着改革开放政策的不断深入，国民经济的飞速发展，对交通基础设施的需求日益加大，机动车数量与日俱增。而机动车增加，必然导致汽油、柴油等燃料消耗量增加，进而加重机动车尾气排放对区域环境质量的影响程度。

目前，拟建公路经过的地区公路已经无法满足当地交通需求，严重制约了该区域的经济的发展。拟建项目的建设，在改善区域交通环境的同时亦将改善机动车的运行工况，从而减少区域汽车尾气的排放。

#### (3) 改善公路交通条件，减少项目影响区居民区敏感点的交通噪声污染

由于区域公路等级低和低等级公路街道化严重等原因，项目直接影响区的声环境、空气环境逐渐恶化。拟建高速公路建设项目投入运营后，原有公路的交通状况随之改善，从而使沿线的声环境得到极大的改善。这一效益是显而易见的，但很难量化。

### 7.2 环境影响损失分析

本项目主要是生态影响损失，拟建项目建设征用了耕地、林地等土地资源，造成了环境资源的损失。进而，被征用的这些环境资源由于工程的破坏必然失去其生态功能，损失其生态价值。

#### (1) 环境资源的损失

拟建道路建设项目造成的环境资源损失主要是沿线土地的占用和植被的破坏。

#### (2) 生态价值损失分析

对于生态价值，目前还没有很成熟的理论及计算方法，也有不少专家进行了研究

和探讨。比如说林地的生态价值（效益）主要包括经济效益和公益效益两大方面：经济效益即木材生产效益，公益效益主要包括森林的水源涵养效益、固土保肥效益、森林改良土壤效益、森林净化大气效益、森林景观效益等。另外道路施工噪声、扬尘、水土流失及运营后的交通噪声、汽车尾气、污水排放等造成沿线环境质量下降，影响居民身体健康和生活质量。如果把这些无形的生态价值用经济学方法进行量化，其数值之大往往是人们不能够接受的。随着社会经济发展和人们生活水平的不断提高，人们对环境的舒适性服务的需求，即对环境价值的重视程度就会迅速提高，环境资源的生态价值也会日益显现和积累。

### 7.3 环境经济损益性分析

对受本项工程有影响的主要环境因素，分别采用补偿法、打分法等分析方法对拟建高速公路建设项目的环境损益进行了定性分析，其结果见表7.3-1。

表 7.3-1 拟建公路工程环境影响的经济效益分析表

序号	环境要素	影响、措施及投资	效益
1	环境空气、声环境	拟建公路沿线声、气环境质量下降。 (-3) 城镇及现有公路两侧声、气环境好转。 (+1)	-2
2	水质	施工期对沿线水环境产生负面影响，影响较小。	-1
3	人群健康	无显著不利影响，交通方便利于出行。	+1
4	动物	对野生动物及其生存环境影响较小。	-1
5	植物	永久占用成片林地，有一定不利影响。 (-3) 各种绿化工程，增加植被覆盖度。 (+2)	-1
6	旅游资源	无显著的不利影响，有利于资源开发。	+2
7	矿产	有利于矿产资源的开发利用。	+2
8	农业	占地影响农业生产，但加速地区间的物质流通。	-1
9	城镇规划	无显著的不利影响，有利于城镇、社会发展	+1
10	景观绿化美化	增加环保投资，改善沿线环境质量	+2
11	水土保持	影响较小。	-1
12	拆迁安置	拆迁货币补偿	-1
13	土地价值	公路沿线两侧居住用地贬值；工、商用地增值	0
14	公路直接社会效益	缩短里程、节约时间、降低运输成本、降低油耗、提高安全性等5种效益	+2
15	公路间接社会效益	改善投资环境、促进经济发展、增强环境意识	+3
16	环保措施	增加工程投资，减少不利影响	+2
合计		正效益：(+18)；负效益：(-11)；正效益/负效益=1.6	+7

注：1.按影响程度由小到大分别打1、2、3分；2.“+”表示正效益、“-”表示负效益。

环境损益分析结果表明，拟建高速公路建设项目环境正效益约为负效益的1.7倍，说明拟建公路建设项目所产生的环境经济的正效益占主导地位。从环保角度来看该项

目的是可行的。

## 7.4 环保投资估算

根据本报告拟定的环境保护对策措施，估算出该工程环保设施投资约为 2702.93 万元，占工程总投资 32.99 亿元的比例为 0.82%。拟建公路各项环境保护设施及投资估算详见表 7.4-1 所示。

表 7.4-1 公路环境保护措施投资估算表

环保项目	措施内容	数量	环保投资(万元)	备注	
噪声防治	施工机械加装减振机座		50	/	
	施工期临时声屏障	2800m	140	/	
	预留声屏障	603 延米	241.2	/	
	预留加高围墙	37 户	74		
水污染防治及风险防范	施工驻地化粪池	4 处	16	防撞护栏计入主体工程。	
	施工生产生活区隔油沉淀池	9 处	18		
	桥梁施工区隔油沉淀池	24 处, 2 万/处	48		
	隧道施工区隔油沉淀池	2 处, 2 万/处	4.0		
	敏感路段风险防范措施	排水管	7821.93m	469.3152	
		防撞栏	7821.92m	469.3152	
		事故池	21 个	100.40	
		标识牌	23 块	23	
		监控	23 处	46	
		服务区地理式一体化污水处理设施	2 套	2 套	150.0
	应急设备和设施		75.3		
生态环境保护	临时占地生态恢复	/	/	列入水保投资	
	重点保护植物移植费		50		
	保护植物和古树围栏保护、挂牌	/	10		
	水满连接线海南苏铁集中分布区围栏保护				
	其他重点保护植物挂牌保护				
	施工期生态环保宣传牌				
	国家公园路段设置禁止鸣笛标志牌	主线和水满连接线各 2 处	1		
	沿线绿化	/	/	列入主体投资	
固废投资	施工场地垃圾箱	共 36 处, 0.2 万元/处	7.2		
	服务设施垃圾收集装置	共 10 处, 1 万元/处	10.0		
环境污染防治	施工期洒水车, 洒水降尘	/		已列入水保投资	
	施工驻地油烟净化设施	4 套	8.0		
	临时抑尘覆盖物	/	/	列入水保投资	
	油烟净化设施	9 套	18.0		
	拌和站除尘设施	5 套	20		
	沥青拌和站沥青烟处理设施	2 套	20.0		
环境管理	环境管理计划实施、人员培训等	—	10		
	施工期环保专项设计		100		

	施工期环境监测实施	3 年	90	按 30 万元/年计
	营运期环境监测实施	15 年	225	按 15 万元/年计
	施工期环境监理	3 年	259.2	
	竣工环境保护验收	—	50	
	环境影响评价	—	50	
总计			2702.93	

## 第8章 评价结论及建议

### 8.1 工程概况

什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程地处海南省中部山区，连接经济欠发达、少数民族聚集的琼中黎族苗族自治县、白沙黎族自治县及五指山市。项目建设对于完善海南省公路网，改善热带雨林国家公园对外交通条件，促进中部山区经济社会发展具有重要意义。

项目包括主线、牙叉连接线和水满连接线。

主线起点位于琼中县什运乡昌化江北岸与 G9811 海三高速什运互通相接，起点桩号为 K0+000，然后利用地形向北展线，设置鹦哥岭特长隧道，出隧道后继续利用地形展线，于白沙县元门乡黑榄村附近与既有 G361 国道什邦线相接。主线里程 15.563km。

牙叉连接线位于白沙县牙叉镇西侧，里程 3.083km，双向四车道高速公路，设计速度 80km/h，从牙叉镇西侧向北展线，经改造的牙叉互通与儋白高速相接。

水满连接线连接琼中县什运乡与五指山市水满乡，里程 19.770km，四级公路，设计速度 20km/h，整体呈南北走向，起点位于琼中县什运乡牙训村附近，与国道 G224 海榆中线相接，向南沿既有农村水泥路改造 5km，新建近 15km，终点于水满乡永训村附近接入县道 X583。

项目施工期 3 年，计划 2023 年 3 月开工，2026 年 2 月通车。

### 8.2 与相关法律法规及规划的符合性

#### 8.2.1 与产业政策的符合性

本项目的建设主要是在现有 G361 线的基础上，通过实施隧道建设改善通行条件，建设白沙至中线高速的快捷通道，可以视为 G361 的改造升级，属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》“鼓励类”的第二十四条第一款“国省干线改造升级”项目。因此，本项目符合国家现行的产业政策。

根据《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年版）》，本项目不属于禁止和限制类项目，符合《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年版）》要求。

### 8.2.2 与《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则》的符合性

本项目符合《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》和相关环保要求，设计阶段进行了线位优化。本报告严格按照相关技术导则和标准编制，报告经过预测分析，对生态环境提出了生态恢复、补偿等措施，对噪声预测结果超标的声环境敏感点提出了声屏障等降噪措施，对经过敏感水体路段提出采取加装防撞护栏、设置桥（路）面径流收集系统等环境风险防范措施，同时制定应急预案，服务设施产生的生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化标准后用于站区绿化，同时报告提出了生态、噪声、水环境的监测计划，明确了施工期环境监理、运营期环境管理的要求，并开展了公众参与。符合《高速公路建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的相关要求。

### 8.2.3 与《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》的符合性

《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》将本项目列为“十四五”时期新开工高速公路，项目规模、走向与规划基本一致。项目按照《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》生态环保篇章要求，进行了具体设计，落实了规划要求的各项生态环保措施，可有效保护生态环境。

### 8.2.4 与沿线城镇规划的协调性

项目主线位于琼中县什运乡和白沙县元门乡，牙叉连接线位于白沙县牙叉镇，水满连接线位于琼中县什运乡和五指山市水满乡。主线起点邻近什运乡，对城镇规划影响较小；牙叉连接线从牙叉镇规划区西侧经过，为牙叉镇及周边交通出入本项目提供交通转换，路线方案的选择以“近城而不进城，方便而不干扰”的原则处理项目与城镇规划之间的关系。此外，路线与其他乡镇相距均较远，不影响其城镇规划发展。

### 8.2.5 与《海南省“十四五”生态环境保护规划》的符合性

《海南省“十四五”生态环境保护规划》提出了绿色低碳发展、优美生态环境、良好生态系统和环境安全保障四个方面共 26 项指标，本项目进行了专项景观规划和设计，提出了严格的生态恢复和环境保护措施，充分考虑节约集约利用土地资源，服务区设置充电桩，贯彻了绿色低碳发展理念，保障了路域良好的生态环境。

### 8.2.6 与生态保护红线相关管理规定的符合性

项目占用生态保护红线面积83.291hm<sup>2</sup>，其中自然保护地核心保护区0.7021hm<sup>2</sup>（均位于隧道进口附近，包括进洞口30m路基和洞口仰坡、原有农村公路155m改路工程）。项目在设计过程中已考虑了生态保护红线保护要求，但由于路网整体需求制

约，难以避免占用生态红线。尤其是隧道进口占用生态保护红线内的自然保护地核心保护区，也是受到隧道选址制约，虽然在环评阶段取消了占用核心保护区的隧道高位消防水池和350m输水管道，减少了占用面积0.12hm<sup>2</sup>，但隧道洞口仰坡及用地范围内现有农村公路和水沟改造工程仍占用了0.7021hm<sup>2</sup>，作为省重点项目，不符合相关国家重大项目方可占用生态红线内自然保护地核心保护区的要求。

对于占用生态保护红线其他区域的路段，作为海南省重点项目，符合市县总体规划调整条件，因此项目占用生态保护红线其他区域符合相关规定中关于加强人为活动管控的要求。但是由于隧道进口区域占用生态保护红线内的自然保护地核心保护区，应申请列入国家重大建设项目规划；或协调主管部门办理生态保护红线调整手续。

### 8.2.7 与《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》的符合性

根据2017年8月发布的《海南省总体规划（空间类2015-2030）》，规划在基础设施方面确定了路网、电网、光网、气网和水网等“五网”建设方案。其中路网建设的任务是推动全省“海陆空立体化交通系统”的一体化互联互通。

本公路即为《海南省总体规划（空间类2015-2030）》高速公路网重要组成部分，符合规划要求。

### 8.2.8 与“三线一单”的符合性分析

对照各市县生态环境准入要求管控要求，本项目主线绝大部分路段和水满连接线全部路段位于优先保护单元，主线局部路段位于重点管控单元和一般管控单元，牙叉连接线涉及优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。合计涉及一般管控单元2个、重点管控单元2个、优先保护单元9个。

对于工程主线和牙叉连接线来说，项目位于优先保护单元的路段为占用生态保护红线、国家公园的路段，对占用生态保护红线的路段执行严格的生态保护和恢复措施及相应的管理规定；跨越敏感水体桥梁设置了径流收集系统和应急事故池，安装加强型防撞栏，设置谨慎驾驶和报警电话标识牌，安装监控等风险防控和应急措施；对经过国家公园的路段从优化设计、施工监管到生态恢复都采取了严格的措施，并委托第三方进行了专题论证，公路建设对生态环境功能总体影响不大，项目产生的废水、废气和固废能得到妥善处理，项目建设符合各管控区的管控要求。项目设置1处服务区位于一般管控单元。服务设施生活污水经处理后回用，且采用清洁能源，无废气集中排放源，饮油烟经油烟净化设施净化后于厨房楼顶外排，不会对周围的环境空气产生明显的不利影响。服务区不属于高污染、高耗能设施，土壤环境风险较小。采取相应措

施后符合各管控区管控要求。

对于水满连接线来说，小部分路段利用现有农村公路改建，有利于生态保护；但大部分路段为新建公路，对天然林、保护植物和野生动物均有一定的不利影响，应优化路线走向和建设方式，提高现有土路利用率，以减少对生态环境的不利影响，使之满足环境管控要求。

全线共设置弃土（渣）场3处、施工生产生活区13处。项目弃土场、施工生产生活区主要是生活污水、生产废水、生活垃圾、固体废物以及作业扬尘污染，不属于重污染作业。项目部生活污水经化粪池处理后用作农肥；施工生产废水经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘；生活垃圾分类收集定期清运；其他固体废物进行分类处理，能利用的再利用，不能利用的清理至弃渣场；施工生产生活区场地硬化，且施工过程中要求洒水抑尘、堆土覆盖，项目部餐饮油烟经油烟净化设施处理达标后高空排放。采取以上措施后不会使区域环境质量下降；施工结束后进行土地整治和生态恢复。在采取相应措施后符合各管控区要求。

## 8.3 环境现状评价

### 8.3.1 自然环境

(1) 路线位于海南岛中部山区，总体呈西北-东南走向。项目主线路线横穿鹦哥岭，牙叉连接线位于白沙盆地，水满连接线位于五指山北麓。项目区地形起伏大，总体东南高西北低，地貌类型总体可分为中低山地貌、丘陵地貌和剥蚀残丘和剥蚀准原地貌等。

(2) 项目区属热带季风海洋性气候。基本特征为：四季不分明，夏无酷热，冬无严寒，气温年较差小，年平均气温高；干季、雨季明显，冬春干旱，夏秋多雨，多热带气旋；光、热、水资源丰富，风、旱、寒等气候灾害频繁。

### 8.3.2 生态环境

(1) 根据海南省生态功能区划，本项目穿越1个生态区（海南中部山地生态区）、1个生态亚区（中部山地雨林生态亚区）和3个生态功能区（五指山-吊罗山生物多样性保护生态功能区、霸王岭-黎母山生物多样性保护与水源涵养生态功能区和松涛水库水源保护生态功能区）。其中主线位于五指山-吊罗山生物多样性保护生态功能区和霸王岭-黎母山生物多样性保护与水源涵养生态功能区，水满连接线位于五指山-吊罗

山生物多样性保护生态功能区，牙叉连接线位于松涛水库水源保护生态功能区。

(2) 项目区植被现状调查和近年科考资料明：区域自然植被相对复杂，主要由11个群落类型组成，分布在海南热带雨林国家公园内的自然群落结构复杂、物种多样性高，主要由热带雨林（山地雨林、低地雨林）及其次生林、灌草丛、竹林植被等组成；分布在海南热带雨林国家公园外的自然群落组成与结构具有一定的次生性；人工植被主要为橡胶、加勒比松、槟榔等。自然植被：人工植被由村庄周边植被、加勒比松林、桉树林、马占相思林、经济林园和其他园地和农田作物等组成。项目区及周边的自然森林植被依据不同的小区域其森林的组成与结构上的差异，森林群落优势组成有所差异。典型的自然森林群落主要位于项目区上坡和中坡位，主要以上坡及山脊区域的低地雨林为典型代表、坡度多数在5-20度的缓坡和斜坡区域、群落覆盖度在80%-90%之间。

(3) 评价范围内分布有国家一级保护植物2种：海南苏铁、坡垒，二级保护植物15种：长尾观音座莲、白桫欏、黑桫欏、大叶黑桫欏、桫欏、金毛狗、野龙眼、野荔枝、青梅、海南风吹楠、海南红豆、软荚红豆、油楠、海南大风子、硬叶兰。

项目用地范围内有海南苏铁、长尾观音座莲、软荚红豆、野龙眼、硬叶兰5种国家保护野生植物和2株高山榕古树。

(4) 项目区陆生脊椎动物群落组成上具有明显的中部山地陆生脊椎动物群特征。通过现场调查和资料查询，评价区共记录陆生脊椎动物4纲19目59科145种，其中两栖纲1目5科18种、爬行纲1目9科33种、鸟纲12目35科78种、哺乳纲5目10科16种。其中共记录海南特有种7种，分别为小湍蛙、细刺蛙、脆皮大头蛙、海南溪树蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、海南柳莺；国家II级重点保护陆生脊椎动物15种，分别为脆皮大头蛙、霸王岭睑虎、海南睑虎、黑耳鸢、褐耳鹰、蛇雕、原鸡、山皇鸠、褐翅鸦鹃、白胸翡翠、红头咬鹃、蓝须夜蜂虎、银胸丝冠鸟、黑喉噪鹛、豹猫；海南省级重点保护陆生脊椎动物19种，分别为细刺蛙、大绿臭蛙、海南溪树蛙、斑飞蜥、舟山眼镜蛇、池鹭、白鹭、鹧鸪、矶鹬、珠颈斑鸠、山斑鸠、绿翅金鸠、白头鹎、小黑领噪鹛、黑领噪鹛、海南柳莺、鼬獾、倭花鼠、赤腹松鼠。

(5) 路线以桥梁形式跨越南叉河及其支沟、什隆溪及其支沟。结合实地调查和文献查阅可知，其中什隆溪及其支沟为季节性溪沟，南叉河鱼类种类较少、资源量贫乏，主要以中印山区鱼类区系复合体为主。根据现场调查结合文献调查和专家咨询，项目跨越河段未发现重要水生生物产卵场和索饵场分布。

(6) 根据《海南省水土保持规划》(2016-2030年),项目区所在地属于属于省级水土流失重点预防区,水土流失类型为水力侵蚀,侵蚀强度为轻度。

(7) 主线K0+470~K2+505、K2+805~K11+625和水满连接线位于海南热带雨林国家公园一般控制区(其中K4+070~K11+625以隧道形式穿越,K6+490右侧120m处设置斜井出口,K8+865右侧167m处设置竖井出口)。

(8) 项目穿越的生态保护红线包括生物多样性维护生态保护红线、水源涵养生态保护红线和水土保持生态保护红线。项目占用生态保护红线面积83.291hm<sup>2</sup>,其中自然保护区核心区0.7021hm<sup>2</sup>。

### 8.3.3 声环境

拟建公路所在区域基本为乡村地区,沿线等级较高的公路有与主线、牙叉连接线部分伴行交叉的G361(二级公路),与水满连接线交叉的G224(二级公路)、X583(三级公路)。目前主要噪声源为村庄居民生产、生活噪声及现有道路的交通噪声。拟建公路评价范围内有13处声环境保护目标,均为居民区(村庄或小区)。

2023年1月,评价单位委托监测单位方圆检测技术(海南)有限公司对其中的9处敏感点进行了现状噪声监测。由现状监测结果可知,项目所在所有监测点位均满足相应声环境质量标准,项目区声环境质量良好。

### 8.3.4 地表水环境

(1) 路线主线以桥梁形式跨越昌化江支流什隆溪及其支沟、牙叉连接线以桥梁形式跨越南叉河及其支流什卒沟、南架沟,水满连接线L2K0+000~L2K4+900段伴行昌化江支流牙训河。根据调查,项目区内地表水污染源主要来源于区内农业面源污染、沿线居民生活污染等。

(2) 2023年1月29至31日,评价单位委托方圆检测技术(海南)有限公司对项目跨越的南叉河、什隆溪以及水满连接线伴行的牙训河进行了水质监测。监测结果表明,除了什隆溪和牙训河氨氮超标外,其余指标均满足相应水质标准。什隆溪和牙训河氨氮超标主要是区域农村面源污染导致。

(3) 拟建公路沿线村庄不多,距离乡镇较近的村庄大部分采用自来水,部分村庄采用集体水井供水,人口较少的村庄采用手压式水井。根据调查,评价范围内K13+900路左86m分布有1处水塔—高案村水塔,位于项目征地红线以外。

### 8.3.5 环境空气

项目所经居民区、村庄周围基本为耕地和林地,环境空气质量基本保持自然状

况，大气污染源很少，主要以现有道路上行驶的车辆尾气排放、扬尘及当地居民生活生产污染源为主。

本次环评环境空气为三级评价，只需调查项目区环境质量达标情况。根据《2021年海南省生态环境状况公报》、《白沙黎族自治县环境质量月报》（2022年12月）和《琼中黎族苗族自治县环境质量月报》（2022年10月），项目区SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>和CO六项污染物年均浓度均符合相应标准。

## 8.4 项目环境影响评价

### 8.4.1 生态环境影响评价

#### 8.4.1.1 施工期

(1) 永久占地涉及植被面积约 131.4451 hm<sup>2</sup>，将对植被造成永久性的破坏，其中的桥梁和互通立交跨越的土地面积为 7.3655hm<sup>2</sup>（植被面积 6.4033 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被面积大小依次为低地雨林次生林、水田、灌丛、橡胶园、竹林等；路基和其他（边坡、构造物等）工程直接占用土地面积为 139.1842 hm<sup>2</sup>（植被面积 125.0419 hm<sup>2</sup>），主要涉及的植被面积大小依次为橡胶园、低地雨林次生林、马占相思林、灌丛、槟榔园、竹林等。特别是路基和其他（边坡、构造物等）工程将使植被生境破坏，生物个体失去生长环境，影响的程度是不可逆的。

从生物量损失看，永久工程建设将造成永久性生物量损失约为 10430.2261 t。生物量损失较大的主要为低地雨林次生林、橡胶园、马占相思林、槟榔园、灌丛等植被。其中的人工的橡胶园、马占相思林等不同于自然植被，植被生长和恢复周期相对灌丛和草地较长，当植被损失后，可采用人工种植补偿原有物种的方式，促进顺向演替的方式进行，缩短植被恢复的周期。

(2) 本环评阶段设置弃土（渣）场 3 处，用地类型为废弃矿坑、林地。弃渣场类型包括填坑、沟道型和坡地型等，堆渣量 43.5 万 m<sup>3</sup>。弃土（渣）场均不涉及河道，且未设置在流量较大的沟道；在国家公园范围内的弃渣场利用废弃矿坑，有利于矿坑生态恢复；其他 2 处弃土场均在公路永久占地范围内；上游汇水面积小、过水量小、无大量松散堆积物、地质结构稳定，没有产生崩塌、滑坡及泥石流等次生灾害的条件；渣场周边无环境敏感点，周边来水及防洪排水对基础设施、人民群众生命财产安全、行洪安全无重大影响。弃渣场设置合理。

(3) 本次评价阶段施工场地共 13 处，4 处为公路永久征地范围内，新增占地 9 处，占地类型包括林地。

施工生产生活区不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线、水源保护区等敏感区，不占用基本农田，且混凝土拌和站距居民区大于 200m，沥青拌和站拌和设施距居民区大于 300m 且不位于主导风向上风向，选址合理可行。。

(4) 施工期对野生动物的影响主要体现在栖息地改变和施工噪声对其影响两个方面。工程临时占地缩小了野生动物的栖息空间，阻隔了部分野生动物的活动区域、迁移途径、觅食范围等，从而对野生动物的生存产生一定的影响，同时施工人员及施工机械、车辆的噪声将迫使评价区野生动物离开原有生活环境。项目影响区有许多替代生境，动物比较容易找到栖息场所，且施工范围小，当植被恢复后，它们仍可回到原来的领域。因此公路施工期对野生动物不会造成大的影响。

(5) 施工生产生活中产生的垃圾、废物随雨水径流进入水体或施工生产废水排入水体，将会污染水体水质，影响水生生物生活环境；施工人员可能产生的捕捞行为，将对水生生物资源造成不利影响；涉水桥墩施工导致的水质下降、水体浑浊等因素会影响该水域鱼类的生存，在施工机械的扰动下，施工区域的鱼类会被驱赶远离施工区，施工结束后，鱼类会重新适应新环境。因此，施工期由于水环境质量变化对鱼类及其生境的影响仅仅是局部的、暂时的。

(6) 施工时若路基两侧不同时开挖临时边沟，则易造成两侧农田的冲刷及沿线灌溉沟渠淤积；施工材料堆场如果不采取临时防护措施，也可能被风吹或被雨水冲入附近水体和农田；粉状施工材料运输过程中如果不采取防护措施，也会被吹到沿线的农田，造成土壤质量的下降，进而影响农作物的生长。

(7) 施工活动将对项目占地区域植被造成一定破坏，但不会造成区域植物群落种类降低，对区域群落结构影响可接受；施工活动占用园地为主，局部占用人工林、次生林边缘，公路占地区域植被将被破坏，植被覆盖度降低。公路不占用重点保护植物分区域土地，项目建设不会对重点保护野生植物分布造成影响，不会对重点保护野生植物生境造成破坏。随着公路建成，公路边坡绿化完成后，公路路基、边坡等区域植被覆盖度将恢复。同时，落实林地“占一补一”措施后，项目区域生态功能基本可以保持。

(8) 项目施工行为将影响项目临近处的重点保护野生动物分布及活动范围，随着施工活动结束，影响将结束。施工行为对重点保护野生动物的生境造成一定影响，但

不直接占用重点保护野生兽类生境，不会对其生境造成破碎化。鸟类活动范围较广，项目施工将占用褐翅鸦鹃等鸟类生境，但项目区域相似生境较多，对其生境影响可接受。

(9) 项目施工过程中将对河流水质和水生生物造成一定干扰影响，施工结束影响随之结束，项目落实各项保护措施后，对河流湿地生态功能影响可以接受。

#### 8.4.1.2 营运期

(1) 项目主线桥隧比达 63.2%，桥梁下和隧道上方的自然植被带未受较大破坏，是野生动物天然通道，涵洞也能起到野生动物通道功能，能有效降低对公路两侧野生动物的阻隔效应。

(2) 营运期对水生生物资源的影响主要来自于路面径流和生活污水排放对水质的污染进而影响其生活环境。路线两侧设置了排水沟，可使径流中的悬浮物、泥沙等经过降解或沉积，项目在敏感水体桥梁设置了桥面径流收集系统，沿线服务区、养护工区生活污水经污水处理装置处理后出水用于站区及沿线绿化，对水环境影响很小。

(3) 项目运营后，加强对路基边坡植被养护工作，不会对区域植物群落、植被覆盖度造成影响。项目运营不会对重点保护野生植物分布与生境产生不利影响。

(4) 项目运营期车辆运行噪声、灯光及公路影像等将会影响重点保护野生动物分布及活动范围，通过设置禁止鸣笛标志等措施后对其分布及活动范围的影响可以接受。项目桥隧比较高，桥涵数量多，可有效减少对野生动物的阻隔效应。

### 8.4.2 生态敏感区的影响评价

#### 8.4.2.1 热带雨林国家公园的影响评价

(1) 路线难以避让国家公园。本项目通过对儋白高速和 G9811 海三高速的快速连接，主要承担高速公路网高质量互联互通及环热带雨林森林公园入口等通道功能。在路线走向比选方面，综合考虑项目所在区域路网结构、城镇分布、环境敏感点分布等因素，对主线拟定中、北、西、东线四个路线走廊带，相对应的水满连接线拟定中、西、东三个路线走廊带。由于什运乡和水满乡位于热带雨林国家公园腹地，受中部山区路网结构与项目的功能定位制约，建设从什运乡至白沙县城的高速公路主线和什运乡至水满乡的连接线均无法避让热带雨林国家公园。项目路线走廊带充分考虑了生态保护要求，路线穿越一般控制区，避开了核心保护区，同时主线设置了特长隧

道，水满连接线部分利用现有农村公路、部分沿现有巡林路走廊，尽量减少了对生态的不利影响。

(2) 对海南热带雨林国家公园生态结构完整性存在负面影响。项目区建设在一定程度上将对海南热带雨林国家公园野生动植物、地质、地貌和水文等产生影响，从而直接影响到海南热带雨林国家公园结构完整性，同时也将间接地影响分布于该区域内各种动物的栖息、觅食等活动区域和生态习性，总体上工程建设对海南热带雨林国家公园结构完整性存在一定的负面影响，尤其是水满连接线新建路段。

(3) 对海南热带雨林国家公园保护功能的影响较小。项目建设虽然占用了一部分国家公园内的土地，但对海南热带雨林国家公园总面积影响较小，实际涉及的土地面积（除去隧道、桥梁等）也较少，且项目区仅涉及到海南热带雨林国家公园的一般控制区。因此，项目的实施，对该海南热带雨林国家公园的生物生产力、结构完整性、水源涵养能力、水土保持等保护功能方面的影响较小，在可接受范围内。

(4) 对海南热带雨林国家公园植物多样性现状存在一定的负面影响。整个项目用地涉及的主要植被为低地雨林次生林、加勒比松林、橡胶园等；路基工程建设对重要的自然生物群落（热带雨林）产生一定的影响，其他工程如隧道和桥梁不直接占用热带雨林等重要植被，基本不对自然生物群落产生影响。因此，从受影响的植被类型、受影响的面积、保护物种的种类和数量等来看，项目建设对公园内植物多样性现状存在一定的负面影响。

(5) 对海南热带雨林国家公园陆生脊椎动物多样性现状影响较小。项目评价区涉及到热带雨林公园的陆生脊椎动物生境主要以次生林、次生林溪流、人工林、水田、河流、灌草丛等生境类型，且次生林生境面积较大，公路建设大部分路段以隧道或原有道路现状为基础，对国家公园生态影响较为有限。水满连接线 L2K6~L2K19 段区域属于新建道路区域，会对次生林生境产生片段化和生境隔离作用，应通过优化线位，尽量利用原有道路来尽可能降低次生林生境的片段化和生境连通性的影响。

(6) 总体分析，项目主线对海南热带雨林国家公园生态影响属于中低度影响，工程建设项目在相关避让和保护措施到位的前提下，具有可行性；水满连接线属于中高度影响，应进一步优化路线走向和建设方式，提高现有土路利用率。

#### 8.4.2.2 生态保护红线影响

根据自然资源部同意启用的海南省“三区三线”划定成果，项目占用生态保护红线面积83.291hm<sup>2</sup>，其中自然保护地核心保护区0.7021hm<sup>2</sup>（均位于隧道进口附近，包括

进洞口30m路基和洞口仰坡、原有农村公路155m改路工程)。

本项目在设计过程中已考虑了生态保护红线保护要求，但由于路网整体需求制约，难以避免占用生态红线。尤其是隧道进口占用生态保护红线内的自然保护地核心保护区，也是受到隧道选址制约，虽然在环评阶段取消了占用核心保护区的隧道高位消防水池和350m输水管道，减少了占用面积0.12hm<sup>2</sup>，但隧道洞口仰坡及用地范围内现有农村公路和水沟改造工程仍占用了0.7021hm<sup>2</sup>，作为省重点项目，不符合相关国家重大项目方可占用生态红线内自然保护地核心保护区的要求。

因此，对于占用生态保护红线其他区域的路段，作为海南省重点项目，符合市县总体规划调整条件，因此项目占用生态保护红线其他区域符合相关规定中关于加强人为活动管控的要求。但是由于占用生态保护红线内自然保护地核心保护区，应申请列入国家重大建设项目规划；或协调主管部门办理生态保护红线调整手续。

项目主线以隧道为主穿越生态保护红线，为无害化穿越形式，有效减缓了项目建设对生态保护红线影响程度。项目在采取本报告书中提出的相关措施后，公路主线对生物多样性维护影响可以接受，采取防治措施后可以有效减缓水土流失，对野生动物等资源的影响可以接受，落实桥面径流收集措施后可有效保护受保护水体的水质、水量，对水源涵养等生态保护红线生态功能的发挥影响可以接受。因此，在采取必要的生态防护、控制措施后，落实项目绿化及林地“占一补一”，项目区域的生物多样性维护功能、水源涵养生态功能和水土保持生态功能总体上不降低，项目主线建设对生态保护红线的生态影响是可以接受的。

但水满连接线虽不涉及核心保护区，但由于新建路段部分占用较多天然林，对生境造成新的切割，对生物多样性维护造成不利影响，应进一步优化路线走向和建设方式，提高现有土路利用率。

### 8.4.3 声环境影响评价

#### 8.4.3.1 施工期

(1) 施工期噪声影响主要表现为道路施工时产生的交通噪声、施工机械噪声对两侧居民的干扰。施工噪声因不同的施工机械影响的范围相差很大，从推算的结果看，声污染最严重的施工机械是打桩机和夯土机，一般情况下，在路基和桥梁施工中将使用到这两种施工机械，其它的施工机械噪声较低。施工厂界满足排放标准的前提下，须对牙训村和南流村2处村庄采取高度2.5m的临时声屏障降噪措施。

(2) 弃土场、拌和站在破碎、振捣、筛分、拌和过程会产生噪声污染。大临工程

(施工场地、弃土场)周边 200m 范围内有 2 处村庄(其中 1 处同时受到 2 个拌和站影响)。施工便道 200m 范围内共有居民区 1 处,夜间禁止运输材料。

(3) 道路施工作业量大,而且机械化程度越来越高,由此而产生的噪声对周围声环境有一定的影响。但施工噪声影响具有暂时性和局部性,施工结束后影响即消失。通过设置临时声屏障、合理调整高噪声机械施工赶时间,施工噪声对周边影响可以接受。

#### 8.4.3.2 营运期

项目全线共13处敏感点,均为居民区。

营运近期:昼间噪声值49.0~61.0dB,夜间噪声值41.0~52.5dB,所有敏感点均能满足其相应标准,无超标。

营运中期:昼间噪声值49.0~62.8dB,夜间噪声值41.0~54.4dB,所有敏感点均能满足其相应标准,无超标。

营运远期:昼间噪声值49.0~65.1dB,1处敏感点超标,超标1.3dB;夜间噪声值41.0~56.8dB,4处敏感点超标,超标范围0.1~1.8dB。

### 8.4.4 地表水环境影响评价

#### 8.4.4.1 施工期

(1) 沿线跨河桥梁施工中施工废渣、钻孔及清孔过程中产生的泥浆水和物料等进入沿线水体对水质产生不利影响;跨河桥梁15座(包括匝道桥),除牙叉连接线南叉大桥有2组涉水桥墩外,其他跨河桥梁均没有涉水桥墩。施工初期,由于围堰入水,在作业场地周围将会局部地扰动河底,使局部水体中泥沙等悬浮物增加。

(2) 路基的填筑以及各种筑路材料的运输等会引起扬尘,尘埃随风飘落到路侧的水体中,将会对水体产生不利影响。

(3) 项目部施工人员就餐和洗涤产生的生活废水及粪便污水,主要含动、植物油脂、洗涤剂等各种有机物,如未经处理直接排入附近水体,将会对其功能产生不利影响。

(4) 施工机械修理、维护及作业过程中的跑、冒、滴、漏等含油污水,一旦进入水体则漂浮于水面,阻碍气水界面的物质交换,影响水生生态环境。

(5) 根据调查,评价范围内 K13+900 路左 86m 分布有 1 处水塔—高案村水塔,位于项目征地红线以外。工程建设不会破坏水井本身,且根据现场调查,项目所在位置

没有输水管道分布，项目建设对水塔没有影响。

(6) 鹦哥岭水库分布在隧道洞身段 K6+600~K7+700 右侧 350m，目前水深约 10-15m，是一座灌溉为主的小（一）型水库，库底高程 547.03m，隧道洞顶标高约 406-413m 之间，高差约 134-141m，隧道施工开挖及放炮震动对水库影响较小。

#### 8.4.4.2 营运期

项目营运期对水环境的影响主要来自于服务设施工作人员、过往游客生活污水的排放以及路面（桥面）径流对沿线水体的污染。拟建公路沿线各种服务设施每日生活污水排放量约 27.44t/d，对于此部分生活污水如果不采取措施排放，将对周围水环境，尤其是附近河流、农田产生不利影响。

### 8.4.5 地下水环境环境影响评价

#### 8.4.5.1 施工期

(1) 本项目路基挖方工程对地下水含水层影响很小。

(2) 桥梁施工过程中若桥梁钻渣处置不当，物料、油料、化学品堆放管理不严，施工机械设备漏油、机械维修过程中的残油等可能下渗污染地下水。

(3) 隧道施工可能会使地层连续性及各类结构面受到破坏，在一定程序上改变地下水的补给，径流、排泄条件，水质也会发生一定的变化，地下水补给地表水，会造成地表水污染。另外构造部位连通地表水，会改变地下水状况。

#### 8.4.5.2 营运期

(1) 服务区产生生活污水经过 A2/O+MBR 一体化污水处理装置处理达标后用于站区绿化或冲厕，上述装置均设置有防渗层，对地下水基本无影响。

(2) 附属设施生活垃圾临时堆放场所采取防淋措施，防止淋滤水进入地下，对地下水环境影响较小。

### 8.4.6 环境空气影响评价

#### 8.4.6.1 施工期

(1) 路基填筑作业可能会对路线两侧 50m 内的村庄造成粉尘污染，影响范围 50m 以内的环境空气敏感点有 7 处，分别是鹦哥道班、黑榄村、牙叉一队居民小组、鱼塘散户、牙训村、南流村、什老高散户。

(2) 石灰和粉煤灰等散体材料储料场在风力作用下会发生扬尘，对周围环境空气造成扬尘污染。

(3) 临时道路、未铺装的施工便道和正在施工的道路极易起尘，对便道两侧居民区产生扬尘污染，尤其是 50m 内的村庄（1 处：新村）。

(4) 沥青烟作业整个过程都在密闭系统中进行，因此沥青混合料搅拌设备无沥青烟直接排放，在放料口放料时会有极少量无组织排放的沥青烟，可能对周边居民产生影响。本项目沥青拌和站东南角 142m 分布有新村，应优化拌和站平面布局，将搅拌楼等大气污染设施布设在距离村庄 300m 之外。

#### 8.4.6.2 营运期

本项目设置有 1 处服务区、1 处养护工区、1 处隧道管理站，采用清洁能源，沿线无废气集中排放源，对大气环境影响较小，评价等级为三级。根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价不进行进一步预测与评价。

### 8.4.7 固体废物影响评价

#### 8.4.7.1 施工期

(1) 本项目废弃土石方主要为路基、隧道以及桥梁桩基钻渣等不能作为路基回填或利用的土石方，本项目弃方 43.5 万  $m^3$ ，如处置不当会影响卫生环境和产生水土流失

(2) 施工期间每个项目部生活垃圾日产生量为 100kg/d，主要为废弃纸张、食物残渣、塑料制品等，如处理不当会破坏地貌和植被的优美形态，造成视觉污染。

(3) 项目施工中使用大量的施工机械，可能会产生一些废矿物油等危险废物，如不妥善处置会对环境产生不利影响。

#### 8.4.7.2 营运期

营运期固体废弃物主要为服务区、养护工区产生的生活垃圾，处理不当会破坏地貌和植被的优美形态，造成视觉污染，影响旅行的舒适性

### 8.4.8 环境风险

#### 8.4.8.1 施工期

(1) 跨越敏感水体桥梁施工可能有施工废渣、废油等进入水体而对水体产生环境风险。

(2) 对工程开挖切坡及危岩剥除的弃渣如堆存管理不善，可能引发新的地质灾害。

#### 8.4.8.2 营运期

项目投入使用后，其本身不会对外环境产生任何影响，风险主要体现危险品运输车辆通过桥梁时出现翻车，导致事故车辆掉入河中，从而使运送的固态或液态危险

品如农药、汽油、化工品等泄漏而污染河流水质，产生环境风险。

## 8.5 主要环保对策措施

### 8.5.1 生态环境保护措施

#### 8.5.1.1 设计期

(1) 优化取弃土场、施工生产生活区和施工便道的设置，减少临时占地对农业生态的影响；临时占用耕地和林地时，应进行表土剥离优先用于土地复垦，其余用于后期道路绿化和护坡等覆土使用；施工结束后应根据不同的地区特点采取植被恢复措施。

(2) 施工组织设计时，进一步调查沿线保护植物，首先采取避让措施，确实无法避让的，应在获得林业部门行政许可的前提下，配合有关单位对保护植物进行移栽保护，不得随意占压和破坏。若涉及临时占地变更，则取土场、弃渣场、施工便道选址须避开珍稀植物和古树名木。

(3) 委托专业单位对公路沿线进行绿化设计。

#### 8.5.1.2 施工期

(1) 禁止在批复的环境影响报告和水土保持方案确定的临时占地之外，在永久基本农田保护区、生态保护红线、国家公园以及饮用水水源保护区、重点生态公益林内设置临时占地；施工期若改变临时工程的选址，需重新履行相关的环保手续。

(2) 根据《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）要求，办理征占用审批手续，在审批时间内使用并按时恢复移交。

施工期新增弃土（渣）场应依法办理用地、用林及环保手续。弃渣场弃渣前进行表土剥离；在弃土场坡顶设置截水设施，在坡脚处设置排水和拦挡设施，施工结束后对裸露土地进行土地整治，将剥离的表土回填进行植被恢复，弃渣场使用完成后及时按规范完成稳定性评估。

施工期新增施工生产生活区应依法办理用地、用林及环保手续。施工生产生活区建设前对林地进行表土剥离，集中堆放在表土堆放场；施工结束后，对场地的硬化层地表进行破碎并清运至弃渣场；施工结束后对裸露土地进行土地整治，同时将剥离的表土运回，均匀铺设，之后进行植被恢复。

施工便道施工前进行剥离表土，同时对区域内池塘（鱼塘）或常年积水地段区域

采取了清淤，晾晒后，运至道路沿线设置的临时堆土场集中堆存，待施工结束后回覆于地表绿化区域，以便进行复耕或绿化；施工结束后，对裸露土地进行土地整治，同时将剥离的表土运回，均匀铺设之后进行植被恢复或复垦。

(3) 严格控制路基开挖施工作业面，避免越界施工破坏周围植被；在林地灌木集中路段施工，各施工单位应加强防火知识教育，防止人为原因导致火灾的发生。

(4) 根据“先拦后弃”的原则，在表土堆放场四周砌筑梯形断面草袋挡土墙，同时撒播狗牙根进行防护；在临时堆土场四周修建梯形断面临时排水沟，同时在排水沟末端修建沉砂池，将坡面径流经过沉淀后排入下游沟道内。

(5) 加强保护植物和古树保护。沿线保护植物应挂牌保护。对于工程用地范围内的保护植物应进行近地移植保护，包括长尾观音座莲（隧洞出口）海南苏铁（水满连接线）、软荚红豆、野龙眼、硬叶兰等，这些保护植物受工程直接影响，需要进行避让或采取移栽保护措施。移栽实施前，还应按照林业主管部门管理规定办理移栽手续。受影响的植物均为适应该地区生态环境的种类，如果移栽方法适当，根据同类项目野生植物移栽经验，其成活率相对较高。尽量减少向没有该树种自然分布的地区移栽；选择与原植物生境大致相同或相近的地区进行移栽，生境包括气候、极端气温、风速、降雨量、土壤、pH值、海拔高度、人为干扰强度等。

水满连接线海南苏铁集中分布区应设围栏保护；施工动土范围及车辆行驶路线尽量远离 ZK12+650 左侧 88m 处高山榕和 K15+130 处高山榕，修建围栏，并挂牌保护，严格控制施工作业带，施工动土范围尽量远离该树。

(6) 开工前，在工地及周边设立爱护野生动物和自然植被的宣传牌，并对承包商进行环境保护和生物多样性保护宣传教育工作；严格规范施工队伍的行为，禁止非法猎捕和破坏野生动物及其生存环境；在施工过程中，如遇到国家重点保护野生动物出没，首先以放生为原则。

(7) 调整施工进度和施工作业时间，桥梁施工场地布设远离水体，施工期采取防护措施，防止施工物料受雨水冲刷进入水体影响水质，对当地鱼类造成影响；禁止工程建设人员电鱼、炸鱼等对鱼类资源的破坏性捕捞。

(8) 履行耕地和永久基本农田占地手续，确保占补平衡；规范临时占地使用，严禁控制施工作业带随意扩大占压面积，对施工边界采取拉线、立桩、挂标识牌等形式强化边界意识。

(9) 隧道施工在项目开工前，应根据详细水文地质勘察资料，制定合理施工方

案，采用先进止水技术，应用超前预报，降低隧道涌水量。隧道施工及运输场地设置雾炮，采取降尘洒水措施。

(10) 施工过程严格禁止施工人员携带外来物种种子进入施工现场，对施工过程中发现的外来入侵植物应直接铲除并销毁。公路边坡绿化选择绿化苗木树种应选择乡土乔、灌、草植物，禁止引入外来物种。

(11) 项目在南叉河有涉水桥墩，占用河流湿地，在开工前征求县级以上地方人民政府授权主管部门的意见；施工采用钢板桩围堰施工，禁止截断河道；禁止在河道内采石挖沙；禁止向河道内非法弃渣；禁止向河道内排放桥梁钻孔泥浆，禁止向河道内排放施工废水；加强施工管理，禁止施工人员非法捕捞；施工结束后及时清理河道内围堰及便桥，恢复临时占用河道面积和生态条件。

### 8.5.1.3 营运期

(1) 涵洞、通道应及时清淤，保障通畅。

(2) 按公路绿化设计要求，及时恢复被破坏的植被和生态环境，防止地表裸露。继续完成拟建公路边坡、中央分隔带、互通立交区以及服务区等范围内的植树种草工作，并加强绿化和防护工程的养护，以达到恢复植被、保护路基、减少水土流失的目的。

(3) 经过敏感水体路段桥梁均设置了桥面径流收集系统和应急事故池，初期雨水和事故水不直接排入水体，能有效降低公路营运对生态保护红线的不良影响。

(4) 按设计要求进一步完善水土保持各项工程措施、植物措施和土地复垦措施。科学合理实行草、花类与灌木、乔木相结合的立体绿化格局。特别是对土质边坡，在施工后期及时进行绿化，以保护路基边坡稳定，减少水土流失。

### 8.5.1.4 热带雨林国家公园生态保护措施

(1) 加强野生动植物保护宣传教育。在工程开展前期，对项目建设单位的管理人员和施工人员进行生态环境保护培训，注重强调控制环境破坏的措施和注意事项。施工区设置野生动植物保护警示牌，以公告、散发宣传册等形式，加强对施工人员的生态保护宣传教育，严禁施工人员狩猎、捕鱼活动或从事其它有碍生态环境保护的活动。

(2) 严格限定施工区域，禁止施工机械和人员越界活动，尽量减少对区域原生植被的破坏。同时，开挖坡面占地应立即进行裸露区的植被恢复。严格控制砍伐林木数量，尽量将中小径苗木进行移植。

(3) 对工程占用的重点保护植物进行移植。对工程占用的国家重点保护植物（水满连接线占用的海南苏铁，聘请专业机构，选择适宜生境，进行移栽保护。移栽实施前，还应按照林业主管部门管理规定办理移栽手续。移栽后加强养护管理，落实养护负责人员和资金。

(4) 加强环境污染防治，减缓对陆生脊椎动物的干扰和不利影响。运输土石方路段应加强洒水降尘措施，并在途径次生林段附近设置临时屏障，减少施工人员和车辆产生的影像和噪音干扰；优化施工时段和施工工艺，避免在 6:00-9:00、16:00-18:00 晨昏时段进行高噪声施工，以降低对当地次生林陆生脊椎动物群落及适应人为干扰能力较弱的重点保护动物的影响。

(5) 优化水满连接线选线和建设方式，L2K6~L2K19 段尽量利用原有道路，以降低对次生林物种及重点保护动物的影响，也保持生境的连通性，避免生境片段化以及道路新增的累积性影响效应。

(6) 加强植被恢复。根据不同土壤条件选用相应的配置方式和栽植技术，使植被迅速覆盖地面，达到绿化美化的作用，同时，做好防治森林病虫害等措施，使植被尽快恢复，达到较高的覆盖率和成活率。

(7) 加强野生动植物保护。建设单位应与海南热带雨林国家公园管理部门加强协调，组建管理机构或小组对工程施工和运营环境保护工作进行专项管理。设置醒目的宣传和警示牌等标志对出入车辆和人员进行提醒，谨慎驾驶，有效降低对野生动物的伤害。结合公路绿化带建设减少车辆灯光对野生动物的干扰，

(8) 加强项目营运期间的生态监测，定期调查隧道进口和水满连接线海南苏铁集中分布区附近的野生动植物变动情况，分析工程对生态系统、乔木、灌木、草本资源、敏感物种和生态环境的影响，为进行科学的保护与管理提供可靠的依据。

(9) 建立巡护机制，检查和监测公路是否具有穿越碾压陆生脊椎动物的发生，有效检验涵洞通道和绿化带的设置的合理性，及时采取补救措施。

## 8.5.2 噪声污染防治措施

### 8.5.2.1 设计期

(1) 在选线时限于当地条件所致实在无法避让或从经济技术论证避让不可行时，

对受影响的声环境敏感目标从公路设计时就应考虑减噪措施，并应委托有资质的单位进行专门的噪声防护设计，同时做出措施的经费估算。

(2) 合理设计材料运输路线，尽量远离居民区，避免交通噪声影响居民。

(3) 实施过程中设计变更造成路线局部调整时可能会增加新的噪声敏感点，应对新增加的敏感点根据实际需要进行环保设计，补充相应的声环境保护措施。

#### 8.5.2.2 施工期

(1) 施工期的噪声主要来自施工机械和运输车辆。施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机具和运输车辆，尽量选用低噪声的施工机械和工艺。对所有施工机械采取加装减振机座的降噪措施，使场界满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

(2) 施工厂界满足排放标准的前提下，对牙训村和南流村 2 处村庄采取加设临时声屏障降噪措施，高度 2.5m，长度共 2800m。声屏障类型为直立式，材料为泡沫铝吸声材料，确保降噪效果满足要求。

(3) 全线临时用地及施工便道周围 200m 范围内有 3 处敏感点，临时用地施工作业前须告知周边村民，并预留联系电话，保持 24h 电话畅通，及时接受村民意见及建议。全线拌和站密封施工，施工期对厂界噪声定期监测，使其满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求，若出现超标，及时采取减振、加隔音外罩等降噪措施。

(4) 强烈的施工噪声长期作用于人体，会诱发多种疾病并引起噪声性耳聋。为了保护施工人员的健康，施工单位要合理安排工作人员轮流操作辐射高强噪声的施工机械，减少工人接触高噪音的时间，同时注意保养机械，使筑路机械维持其最低声级水平。对在辐射高强声源附近的施工人员，除采取发放防声耳塞的劳保措施外，还应适当缩短其劳动时间。

(5) 筑路机械施工的噪声具有突发、无规则、不连续、高强度等特点，一般可采取变动施工方法措施缓解。如噪声源强大的作业时间可放在昼间（06:00~22:00）进行或对各种施工机械操作时间作适当调整。为减少施工期间的材料运输、敲击、人的喊叫等施工活动声源，要求承包商通过文明施工、加强有效管理加以缓解。

(6) 在 200m 范围内有声环境敏感点的路段，夜间（22:00~6:00）停止施工作业。必须连续施工作业的工点，施工单位应视具体情况及时与当地环保部门取得联系，按规定申领夜间施工证，同时发布公告最大限度地争取民众支持，并采取临时声

屏障等防噪声措施。

(7) 施工便道应远离居民区敏感点。施工便道 200m 范围内共有居民区 1 处，夜间禁止运输材料。加强对施工便道的维护和修缮，减轻施工便道路面不平产生的噪声，夜间禁止重型运输车、混凝土搅拌车通过施工便道。

### 8.5.2.3 营运期

(1) 做好和严格执行好公路两侧土地使用规划，严格控制公路两侧新建各种民用建筑物、学校、医院；地方政府在新批民用建筑时，仅以将声环境敏感建筑规划在 200m 范围外，若须在 200m 范围内布设，在首排建设商业、仓储等非敏感建筑物，以降低对后排敏感建筑物的噪声影响。如果一定要在噪声超标范围新建居民区、学校、医院等敏感建筑物，则其声环境保护措施应由其建设单位自行解决。

(2) 加强机动车辆管理，严格执行禁止超载的交通管理要求，尽量降低噪声污染源的噪声，严格限制技术状况差、噪声高的车辆上路，以减少交通噪声扰民问题。

(3) 公路养护部门应加强路面养护，及时修补破损路面，以保证公路路面良好状况。

(4) 鉴于运营中期声环境敏感点均能达标，本次环评针对运营远期超标的 4 处声环境敏感点提出跟踪监测、预留措施资金的环保措施，对黑榄村、牙叉一队居民小区预留共计 603 延米 3 米高声屏障，对牙训村、南流村两侧第一排共计 37 住户预留加高围墙措施。

## 8.5.3 水污染防治措施

### 8.5.3.1 设计期

(1) 桥位在符合路线走向和设计规范的情况下，尽量选择合理的跨越形式及桥梁结构，跨河桥梁应尽量避免和减少水下施工。

(2) 优化完善桥涵设计，凡是被路基侵占、隔断的灌溉渠道，必须采取补救措施，在不压缩原有河沟泄水断面，不影响原灌溉渠使用功能的前提下改移，并应保证先通后拆。

### 8.5.3.2 施工期

(1) 严禁在河流水库汇水范围内堆放或倾倒任何含有害物质的材料或废弃物，也不得设临时弃渣场。

(2) 跨河桥梁施工尽量选择在枯水季节；对采用钻孔桩基础施工的跨河桥梁，严禁

将桩基钻孔出渣及施工废弃物排入地表水体。在河流水体路段应建设隔油池、压实基础+人工防渗层+混凝土层结构沉淀池，生产废水经隔油沉淀处理后用于洒水降尘，禁止将污水排入河流或水库。全线桥梁共设隔油池和沉淀池各24处（包括匝道桥），每个沉淀池有效容积不低于100m<sup>3</sup>。

(3) 施工材料如油料、化学品等有害物质堆放场地应设围挡措施，并加篷布覆盖以减少雨水冲刷造成污染，场地做防渗处理。

(4) 隧道施工工区利用地形修建隔油沉淀池和沙滤去除泥浆等杂质，沉淀池底部的泥浆定时清运，隧道施工废水经处理后回用于抑尘，全线共需在隧道进出口设沉淀池2处。

(5) 施工驻地应尽量远离沿线水体；施工人员的就餐和洗涤采用集中统一形式进行管理；项目部施工人员的粪便经化粪池收集处理后用作周边农田的肥料；食堂废水和洗衣废水经隔油沉淀池处理后回用于洒水抑尘，不外排，对地表水环境影响较小。

(6) 施工机械跑、冒、滴、漏过程中的废油采用固态吸油材料（如棉纱、木屑、吸油纸等），将废油收集转化到固态物质中，对渗漏到土壤的油污及时利用刮削装置收集封存，对收集的浸油废料打包密封后，连同施工场地其它危险固体废物一起外运由有危险废物处理资质的单位处理；施工生产生活区应设置隔油沉淀池，对施工废水进行收集处理，施工结束后将沉淀池覆土掩埋。项目共设置施工生产生活区9处，每处设置1个隔油沉淀池，共设置9个。

### 8.5.3.3 营运期

白沙服务区设置 A<sup>2</sup>/O+MBR 一体化污水处理装置，左右侧各一套，每套设计污水处理能力 55 吨/天，清水池（回用水池）设置为储存 10 天生活污水的容积，则服务区设置 2 座容积 280m<sup>3</sup> 的清水池；服务设施处理出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》灌溉水质标准后用于站区绿化或冲厕，每日回用量仅占绿化需水量的 2.92%，绿化用水可以消纳服务设施污水排放量，出水用于站区绿化可行，不外排，对外界水环境不会产生不利影响。

## 8.5.4 地下水环境保护措施

### 8.5.4.1 设计期

加强对路堑、桥梁、隧道、服务区周围的工程地质及水文地质勘察，适当扩大地质调查范围，在地质调查及工程地质钻探的基础上，进行专门的水文地质勘察工作，

通过水文地质钻探及孔内抽水试验，详细查明地下水分层情况，水质、水位变化情况，降低程实施可能对地下水环境造成的不利影响。

#### 8.5.4.2 施工期

(1) 桥梁桩基钻孔施工过程中采取清水护壁，或采取封闭施工，尽量减小钻孔施工与周围地下环境的接触面积，减少泥浆等污染物进入地下环境污染地下水。

(2) 物料、油料以及建筑材料堆放地进行防渗处理。

(3) 通过采用堵水法和导水法结合，最大限度地保护地下水系统；因地制宜选用环保型灌浆材料。

#### 8.5.4.3 营运期

服务区设置有加油站，加油站尚未明确建设规模，本次评价不包含加油站建设内容。

### 8.5.5 大气污染防治措施

#### 8.5.5.1 设计期

(2) 本项目混凝土拌和站和沥青拌和站应设置在远离居民区区域，位于其下风向，并采取有效防治粉尘和沥青烟措施。

(2) 公路建设期间，合理设计材料运输路线，尽量远离居民区。

#### 8.5.5.2 施工期

(1) 加强施工管理，文明施工；在鹦哥道班、黑榄村、牙叉一队居民小组、鱼塘散户、牙训村、南流村、什老高散户路段施工设置高度不低于 1.8m 的围挡；各工地配备洒水车辆，加强施工期间洒水降尘。

(2) 规范原料堆场，原则上应在堆场四周及顶棚设置围挡；配备洒水车辆，加强堆场洒水降尘；在大风时段，需在原料上覆盖帆布防尘。

(3) 混凝土拌和站采用封闭式生产，保证拌和运输容器良好的密闭状态，需安装除尘设施，将含尘废气抽入袋式除尘器处理（除尘效率 99.9%），达到《水泥工业污染控制标准》（DB46/524-2021）后排入大气。

(4) 沥青拌和站选用先进间歇式微机全自动控制沥青拌和设备，卸料阀门处进行局部密封，将沥青烟吸收冷凝回收器+活性炭吸附处理后，达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准后排放；沥青混凝土采用封闭式灌装车拖运至现场，在摊铺期间，注意相关设备的选型、设备完好率和操作规范，保证沥青烟气

边界浓度符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求。

（5）施工机械必须选用符合国家或地方标准要求的施工机械设备和运输工具，及时进行保养；机械用油不得低于国家阶段性排放标准。

### 8.5.5.3 营运期

（1）服务区按照《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010）设置油烟收集罩和油烟净化器，将油烟处理达到《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求后高空排放。

（2）加强车辆管理，禁止尾气污染物超标排放的机动车通行；加强道路两侧及中央隔离带绿化，尽量选用阔叶乔木等具有一定防尘和污染物吸收能力的物种；加强道路两侧规划管理。

## 8.5.6 固体废物环境保护措施

### 8.5.6.1 设计期

根据交通量的大小，对服务区、养护工区、隧道管理站的垃圾收集系统进行设计。

### 8.5.6.2 施工期

（1）加强施工现场管理，及时清理开挖土石方，剩余土石方全部运至工程设置的弃土场处置。

（2）按计划和施工的操作规程，严格控制并尽量减少余下的物料，拆迁建筑垃圾用于路基填筑，不能回用的就近运至弃渣场或政府指定的垃圾消纳场处理。

（3）施工驻地定点设置垃圾收集箱，集中收集施工驻地内产生的生活垃圾；将酒瓶、纸箱、塑料、金属类包装物等可回收利用垃圾，定期收集，外卖至废品收购站；对不能利用的生活垃圾，委托当地环卫部门定期收集运输至当地生活垃圾填埋场卫生填埋，不得随意焚烧及丢弃。

（4）施工机械维修产生的废矿物油按危险废物管理要求进行单独收集，妥善贮存，再交由有危险废物处理资质的单位转运处置。

（5）施工结束后，对预制场、灰土拌和站、沥青拌和站、施工驻地进行及时平整恢复，对清理场地产生的固体废物进行分类处理，能利用的再利用，不能利用的清理至弃渣场；对剩余少量的危废委托有资质单位转运处置。

### 8.5.6.3 营运期

(1) 通过制定和宣传法规，禁止乘客在高速公路上乱丢饮料袋、易拉罐等垃圾，以保证行车安全和公路两侧的清洁卫生。

(2) 服务区、养护工区、隧道管理站的生活垃圾分类集中收集，定期转运处置。

### 8.5.7 环境风险

#### 8.5.7.1 施工期

(1) 在施工期对易燃、易爆和有毒物品必须由专人存放、保管，详细登记取用时间、人员、数量和用途等，定期检查，并应对保管人员进行专业培训。

(2) 建设单位要求施工单位编制特定施工组织方案，加强公路施工期环境监理工作。

(3) 对拟建工程开挖切坡及危岩剥除的弃渣，应选择合理的堆放点，以免引发新的地质灾害。

(4) 在跨敏感水体桥梁施工时，施工弃浆不得随意堆置，禁止将施工材料堆置于沿线河道的堤岸内侧或最高水位线以下。

#### 8.5.7.2 营运期

(1) 对跨越 I 类或 II 类水体的桥梁采用加强型防撞栏设计，同时设置径流收集系统和应急事故池，标识牌和监控设施。

(2) 在白沙服务区配备一定的应急设备和器材，包括手提式灭火器、推车式灭火器、防毒面具、防护服、污水收集车、降毒解毒药剂、其它应急器材（担架、急救箱等）、吸油毡、围油栏以及收油机，并按相关规定进行保养或维护。

## 8.6 环保投资估算

根据本报告拟定的环境保护对策措施，估算出该工程环保设施投资约为2702.93万元，占工程总投资32.99亿元的比例为0.82%。

## 8.7 项目环境影响评价结论

什运至白沙高速公路鹦哥岭隧道及连接线工程符合产业政策，已列入《海南省“十四五”交通运输（公路水路）发展规划》，项目连接海南省中部山区的白沙县、琼中县和五指山市，是完善中部欠发达、少数民族聚集地区公路网络、改善通行条件的重要通道。项目涉及海南热带雨林国家公园一般控制区和生态保护红线，工程施工和

营运期间对沿线生态环境、声环境和水环境等会产生一定不利影响。

通过认真落实报告书所提出的减缓措施，履行国家公园总体规划、国土空间总体规划合规和生态敏感区相关合法手续，落实环保措施与主体工程建设“三同时”制度，项目主线及牙叉连接线所产生的负面环境影响可以得到有效控制和减缓；水满连接线应进一步优化路线走向和建设方式，提高现有土路利用率，以减少对国家公园生态环境的不利影响。