

水保监测（桂）字第 0004 号

归档号：JKSBJC-023

兰州至海口高速公路广西南宁经钦州  
至防城港段改扩建工程  
**水土保持监测总结报告**

建设单位：广西北部湾投资集团有限公司

监测单位：广西交科集团有限公司

2021 年 11 月



国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年 1月1日 至 6月30日通过  
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制



### 生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书

(副本)

单位名称: 广西交科集团有限公司  
法定代表人: 林家胜  
单位等级: ★★★★★ (5星)  
证书编号: 水保方案(桂)字第0007号  
有效期: 自2018年10月01日至2021年09月30日

发证机构: 中国水土保持学会  
发证时间: 2020年08月05日

单位地址: 广西壮族自治区南宁市新康西路 158 号

单位邮编: 530007

项目联系人: 吴雪娟

联系电话: 0771-2311551

电子邮箱: 13555041@qq.com

# 兰州至海口高速公路广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程 水土保持监测总结报告责任页

(广西交投集团有限公司)

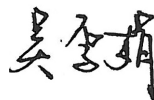
批准：罗吉智（公司分管副总经理）



核定：陆 豫（公司副总工程师）



审查：吴雪娟（主任工程师）



校核：王 锋（高级工程师）



项目负责人：马晓强（高级工程师）




编写：马晓强（高级工程师）

（参编第 3、5 章）

徐龙江（高级工程师）

（参编第 1、2 章）


孙万峰（高级工程师）

（参编第 4、6 章）

司娟娟（高级工程师）

（参编第 8 章）

刘 祥（工程师）

（资料整理、参编第 7 章）

## 目 录

前 言 .....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	5
1.1 项目概况.....	5
1.2 水土流失防治工作情况.....	28
1.3 监测工作实施情况.....	31
2 监测内容与方法.....	40
2.1 扰动土地情况.....	40
2.2 取土、弃渣动态监测.....	40
2.3 水土保持措施.....	40
2.4 水土流失情况.....	40
3 重点部位水土流失动态监测.....	42
3.1 防治责任范围监测.....	42
3.2 弃渣动态监测结果.....	45
3.3 取土动态监测结果.....	50
3.4 地表扰动面积监测结果.....	50
4 水土流失防治措施监测结果.....	54
4.1 工程措施监测结果.....	54
4.2 植物措施监测结果.....	58
4.3 临时措施监测结果.....	60
5 土壤流失情况监测.....	64
5.1 水土流失面积.....	64
5.2 土壤流失量.....	64
5.3 取土、弃土潜在土壤流失量 .....	67
5.4 水土流失危害 .....	68
6 水土流失防治效果监测结果.....	69
6.1 扰动土地整治率.....	69
6.2 水土流失总治理度.....	69
6.3 土壤流失控制比.....	70

---

---

6.4 拦渣率.....	70
6.5 林草植被恢复率.....	71
6.6 林草覆盖率.....	71
7 结论.....	73
7.1 水土流失动态变化.....	73
7.2 水土保持措施评价.....	74
7.3 存在问题及建议.....	74
7.4 综合结论.....	75
8 附件、附图.....	76
8.1 附件.....	76
8.2 附图.....	76

# 前言

兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段高速公路是国家高速公路网“7射、11纵、18横”主干线中兰州至海口（G75）高速公路和其联络线钦州至东兴（G7511）的重要组成部分，是国内区外省份与东盟进行经济贸易最便捷的大通道，是西部大开发区域、泛珠三角经济区和西南经济区与“中国—东盟自由贸易区”、中越“两廊一圈”进行联系的交通枢纽，也是我国中西部地区的出海大通道，也是广西“6横7纵8支线”高速公路网的主骨架；是广西“北部湾经济区”与内陆联系最主要的陆上通道。

兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程全线总里程138.48km，由南宁至钦州段及钦州至防城港段组成，其中，南宁至钦州段起自现有兰海高速公路那马镇附近那马北互通式立交北侧的南宁南主线收费站，利用既有高速公路改扩建，经那马、大塘、南晓、大寺、黄屋屯、钦州市，终于现有兰海高速公路南北枢纽互通立交，接已建成的兰海高速公路钦州至北海段，全长108.457km；钦州至防城港段起自南宁至钦州卜家互通式立交，利用既有高速公路改扩建，经茅岭乡、防城区、港口区、止于兰海高速公路防城港主线收费站，全长30.023km。整个项目根据施工时序的不同可分为三个不同路段，分别为先期实施路段、试验路段、主体路段。

## ① 先期实施路段

钦州港茅尾海互通段（K2082+300~K2085+400）3.10km及防城港主线收费站（K29+500~K30+100）0.60km已先后于2012年建成完工。钦州港茅尾海互通段、防城港主线收费站已通过广西壮族自治区水利厅水土保持验收。

## ② 试验路段

作为广西第一条拟实施的高速公路改扩建工程，在设计、施工、管理、交通组织等方面无经验，结合广西实施需要，本着学习总结、积累经验的目的，广西北部湾投资集团有限公司开始对南宁至南间段高速公路进行改扩建试验路段研究、建设（又名“广西沿海高速公路改扩建工程一期工程”）。该段全长48.724km，施工桩号K1990+532-K2039+256（对应原桩号K2039+300），包括预留起点路段

(K1990+532~K1993+932, 3.40km, 含南宁南收费站在内); 主线段(K1993+932~K2039+256, 长45.32km)两段。该试验路段于2012年12月开工, 2018年3月完工。该路段建设单位已于2019年12月完成了水土保持自主验收。

③ 主体路段(本项目)

扣除掉上述路段外, 其余为主体路段, 具体为南间至茅尾海段(K2039+256~K2082+251)42.995km、茅尾海至南北枢纽互通段(K2085+400~K2099+041)13.641km和钦州至防城港段(K0+082~K30+105.862)30.023km三部分, 项目路线总长86.659km(实际建设里程86.054km)。该段即建设单位委托我公司进行水土保持监测的实际路段。

本项目公路设计速度120km/h, 全线利用24.5m(四车道)、28m(四车道)、33.5m(六车道)宽度的既有路基两侧加宽为42m(八车道), 水泥混凝土路面改为沥青混凝土路面。沿线共设置大桥2358.022m/16座, 中桥1377.375m/21座, 小桥726.22m/28座, 涵洞/通道453道; 全线改扩建互通立交南间、大寺、卜家、丝茅坪、钦州港、冲仑互通式立交6处; 改扩建黄屋屯服务区1处, 改扩建南间、大寺、钦州港、防城收费站4处。项目设置取土场区(3处)、弃渣场区(39处)、临时堆土场区(8处, 其中新增临时用地2处)、施工生产生活区(18处, 其中新增临时用地13处)、施工便道区(1.03km)。

本项目实际占地849.39hm<sup>2</sup>, 其中永久占地779.47hm<sup>2</sup>, 临时占地69.92hm<sup>2</sup>。工程开挖土石方512.66万m<sup>3</sup>, 回填土石方271.32万m<sup>3</sup>, 借方8.0万m<sup>3</sup>(取土场), 弃方249.34万m<sup>3</sup>。永久弃方全部运至弃渣场堆放。

工程总工期25个月, 于2017年9月开工建设, 于2019年9月建成通车。工程投资总金额为574517.72万元, 其中土建投资为373436.52万元。项目建设单位广西北部湾投资集团有限公司。

工程筹建期, 建设单位委托广西交科集团有限公司(原广西交通科学研究院)于2014年12月编制完成《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案报告书》。2015年1月26日, 水利部以《关于兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案的批

复》(水保函〔2015〕32号文)予以批复。

工程建设期,建设单位委托广西交科集团有限公司(原广西交通科学研究院)于2019年11月编制完成《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案(弃渣场补充)报告书(报批稿)》,2019年12月6日,广西壮族自治区水利厅以《自治区水利厅关于兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案(弃渣场补充)的批复》(桂水审批〔2019〕48号文)对弃渣场补充报告予以批复。

项目建设过程中,建设单位按照水土保持方案要求基本落实了各项水土保持措施,2017年10月建设单位委托广西交科集团有限公司承担该路段的水土保持监测工作。我公司按照相关规定,根据工程实际施工情况,组织技术骨干人员完成该项目水土保持监测实施计划,开始对项目开展水土保持监测,重点监测项目建设扰动地表情况、取弃土场使用情况、水土保持设施完成情况,水土保持工程完好程度及运行情况、水土流失防治效果。监测过程中监测单位定期提交水土保持监测季报及监测意见,于2021年3月完成施工过程及植被恢复期的现场监测工作,于2021年10月收集监测报告编写所需的有关资料,2021年11月完成了《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持监测总结报告》。

根据监测结果,本工程实际发生的水土流失防治责任范围为 $849.39\text{hm}^2$ ,扰动地表面积为 $849.39\text{hm}^2$ 。水土流失防治六项指标试运行期的完成情况:扰动土地整治率为98.87%,水土流失总治理度为97.75%,土壤流失控制比为1.2,拦渣率99.86%,林草植被恢复率为99.38%,林草覆盖率34.47%。

本工程通过采取水土保持措施,有效地控制了工程建设造成的水土流失,各项指标均达到防治目标值。总体上,水土保持设施具备正常运行条件,可以交付使用,满足生产建设项目水土保持验收的条件。

在现场监测、资料收集过程中,自治区水利厅、沿线地方水利局、建设单位以及施工单位和监理单位给予了大力的支持和帮助,在此表示由衷的感谢。



表 1 生产建设项目水土保持监测特性表

主要技术指标									
项目名称		兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程							
建设规模	高速公路改扩建，42m宽路基，设计时速120km/h，路线全长86.66km。	建设单位、联系人		广西北部湾投资集团有限公司 朱红梅，13978600234					
		建设地点		钦州市钦北区、钦南区、防城港市防城区					
		所属流域		桂南沿海独流入海流域					
		工程总投资		57.45 亿元					
		工程总工期		2017年9月至2019年9月					
水土保持监测指标									
监测单位		广西交科集团有限公司			联系人及电话			马晓强 13788682760	
自然地理类型		丘陵地貌、南亚热带季雨林植被			防治标准			一级防治标准	
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标		监测方法		
	1.水土流失状况监测		简易坡面量测、简易水土流失观测场		2.防治责任范围监测		调查监测		
	3.水土保持措施情况监测		调查监测		4.防治措施效果监测		调查监测		
	5.水土流失危害监测		调查监测		水土流失背景值		439 t / ( km <sup>2</sup> ·a )		
方案设计防治责任范围		901.05hm <sup>2</sup>		容许土壤流失量		500 t / ( km <sup>2</sup> ·a )			
水土保持投资（方案）		27167.79 万元		水土流失目标值		410t / ( km <sup>2</sup> ·a )			
防治措施		<p>工程措施：表土剥离 70.93 万 m<sup>3</sup>，覆种植土 70.93 万 m<sup>3</sup>，土地整治 292.75hm<sup>2</sup>，排水工程 168576m，急流槽 1775m，沉沙池 9 个，拦挡工程 1460m，护坡工程 37522hm<sup>2</sup>。</p> <p>植物措施：景观绿化 150.09hm<sup>2</sup>，喷播植草 104.37hm<sup>2</sup>，植乔木 5265 株，撒播草籽 38.29hm<sup>2</sup>。</p> <p>临时措施：临时挡土墙 64m，临时挡板 5375m，临时排水沟 6550m，围堰拆除 11 处，沉淀池 17 个，密目网覆盖 98060m<sup>2</sup>，无纺布覆盖 1127550m<sup>2</sup>，临时撒播草籽绿化 2.20hm<sup>2</sup>。</p>							
监测结论	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量					
	扰动土地整治率	95%	98.87%	防治措施面积	419.27 hm <sup>2</sup>	永久建筑物及硬化面积	420.49 hm <sup>2</sup>	扰动土地总面积	849.39hm <sup>2</sup>
	水土流失总治理度	97%	97.75%	防治责任范围面积	849.39hm <sup>2</sup>	水土流失总面积	428.90hm <sup>2</sup>		
	土壤流失控制比	1.2	1.2	工程措施面积	126.52hm <sup>2</sup>	容许土壤流失量	500t / ( km <sup>2</sup> ·a )		
	拦渣率	95%	99.86%	植物措施面积	292.75hm <sup>2</sup>	监测土壤流失情况	415t / ( km <sup>2</sup> ·a )		
	林草植被恢复率	99%	99.38%	可恢复林草植被面积	294.57hm <sup>2</sup>	林草类植被面积	292.75hm <sup>2</sup>		
	林草覆盖率	27%	34.47%	实际拦挡弃渣量	248.99 万 m <sup>3</sup>	总弃渣量	249.34 万 m <sup>3</sup>		
	水土保持治理达标评价	六项指标均达到了目标值，水土保持措施实施到位，满足需求。							
总体结论	经试运行，未发现重大质量缺陷，水土保持工程运行情况基本良好，达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。								
主要建议	加强对已实施的水土保持措施（工程、植物）的管理和维护工作，在运行期定期安排巡视检查，及时排查水土流失隐患，并加强对绿化工作的管理和技术指导，对部分生长不良的植株、片状植被及时进行补植。								

# 1 建设项目及水土保持工作概况

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 项目基本情况

#### 1.1.1.1 项目名称及概况

项目名称：兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程；

建设单位：广西北部湾投资集团有限公司；

建设地点：广西壮族自治区钦州市钦北区、钦南区，防城港市防城区；

建设性质：公路改扩建；

建设规模：本项目由南间至茅尾海段、茅尾海至南北枢纽互通段及钦州至防城港段组成，项目路线总长 86.659km（实际建设里程 86.054km）。公路设计速度为 120km/h，全线利用 24.5m（四车道）、28m（四车道）、33.5m（六车道）宽度的既有路基两侧加宽为 42m（八车道），水泥混凝土路面改为沥青混凝土路面。项目共设置大桥 2358.022m/16 座，中桥 1377.375m/21 座，小桥 726.22m/28 座，涵洞/通道 453 道；全线改扩建互通立交南间、大寺、卜家、丝茅坪、钦州港、冲仑互通式立交 6 处；改扩建黄屋屯服务区 1 处，改扩建南间、大寺、钦州港、防城收费站 4 处。

建设工期：2017 年 9 月开工，2019 年 9 月完工。

#### 1.1.1.2 地理位置及路线走向

兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段项目位于广西壮族自治区钦州市钦北区及钦南区、防城港市防城区境内。本项目由南间至茅尾海段、茅尾海至南北枢纽互通段及钦州至防城港段组成，项目路线总长 86.659km。

1. 南间至茅尾海段起点位于钦州市钦北区大寺镇南间村附近南宁市与钦州市交界处，桩号 K2039+256.137，终点位于钦州市钦南区尖山镇九鸦村附近，桩号 K2082+251.030，路线长度为 42.995km。

2. 茅尾海至南北枢纽互通段起点位于钦州市尖山镇南沿海高速洋江坪中桥前，桩号为 K2085+400，终点位于现有兰海高速公路南北枢纽互通立交，桩号为 K2099+040.675，路线长度为 13.641km；

3. 钦州至防城港段起点位于南宁至钦州卜家互通式立交，桩号为 K0+082.435，终点位于兰海高速公路防城港主线收费站，桩号为 K30+105.862，路线长度为 30.023km。

### 1.1.1.3 项目参建单位

项目建设单位：广西北部湾投资集团有限公司；

主体工程设计单位：北京市市政工程设计研究总院有限公司、广西交通设计集团有限公司、贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司；

水土保持方案及弃渣场补充报告编制单位：广西交科集团有限公司；

监理单位：广西桂通工程咨询有限公司、广西八桂工程监理咨询有限公司；

施工单位：广西路桥工程集团有限公司、广西路建工程集团有限公司、中交第一公路工程局有限公司、中交二公局东萌工程有限公司、福建路桥建设有限公司。

### 1.1.1.4 项目特性及主要经济技术指标

工程特性表见表 1-1。

表 1-1 项目主要技术经济指标表

工程名称	兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程						
工程所在地	广西壮族自治区钦州市钦北区、钦南区，防城港市防城区						
工程规模	本项目由南间至茅尾海段、茅尾海至南北枢纽互通段及钦州至防城港段组成，项目路线总长 86.659km（实际建设里程 86.054km）。设计速度为 120km/h，路基 42m（八车道），沥青混凝土路面。						
工程占地面积	849.39hm <sup>2</sup>						
工程等级	高速公路						
总投资	57.45 亿元						
施工期	2017 年 9 月至 2019 年 9 月，共 25 个月						
主要技术经济指标							
序号	指标名称	单位	数量	序号	指标名称	单位	数量

1	道路等级	等级	高速公路	7	土方开挖	万 m <sup>3</sup>	512.66
2	计算行车速度	km/h	120	8	土方回填	万 m <sup>3</sup>	271.32
3	路基宽度	m	42	9	桥梁（大、中、小）	座	65
4	路面结构		沥青混凝土	10	涵洞通道	道	453
5	荷载	桥涵	公路-I级	11	取土场	个	3
6	施工生产生活区	个	18	12	弃渣场	个	39

### 1.1.1.5 项目组成及布置

本项目主要包含路基工程区（路线总长 86.659 公里）、桥梁工程区（大桥 2358.022m/16 座，中桥 1377.375m/21 座，小桥 726.22m/28 座）、互通工程区（共 6 处）、沿线设施区（改扩建黄屋屯服务区 1 处）组成。

#### 1、路基工程

##### ① 路基横断面

本项目采用改扩建双向八车道高速公路标准，设计速度为 120km/h，路基宽 42m。原主线整体式路基直接拼宽为双向八车道整体式路基，断面宽度采用 42 米，具体为：2×0.75m 土路肩+2×3.0m 硬路肩（含 2×0.5m 路缘带）+8×3.75m 行车道+4.5m 中间带（2×0.75m 路缘带+3.0m 中央分隔带）。

##### ② 路基边坡设计

填方边坡：一般填土高度在 0-12m 时，不设平台，边坡坡率采用 1: 1.5，填土高度在 12~20m 时，上部边坡 8m 采用 1:1.5，下部边坡采用 1: 1.75，并在边坡高度 8m 处设置 1.5m 平台；在地面自然横坡陡于 1: 5 的斜坡上，填土前把原地面挖成向内倾斜 4%、宽度大于 2.0m 的台阶。对于填方边坡 >20m 的路基，通过稳定性验算情况采用设置挡土墙或反压护道等方法保证路基稳定性。

挖方边坡：土质路堑边坡当边坡高不大于 20m 时一般采用 1:1.0~1.5 的坡度。在挖方边坡边沟外侧设 1.5m 宽的碎落台，当挖方边坡距碎落台高度小于 12m 时，不设平台。高度大于 12m 时，在距碎落台 10m 高度处设一道 1.5m 宽的平台，大于 20m 时再增设一级。石质路堑边坡高度不大于 30m 时，根据边坡岩体的类型和风化程度，一般采用 1:0.5~1 的坡率。

### ③ 路基边坡防护

路基边坡防护主要采取了浆砌片石、浆砌石（混凝土）骨架植草、喷播植草护坡等。

### ④ 路基排水工程

路基设置边沟、截排水沟（含平台沟）、急流槽等一系列排水措施，各种排水设施形成一个功能齐全并有足够排水能力的完整排水系统，以实现迅速排除路基、路面范围内的地表水和地下水，将路基、路面、边坡及地下水排至路基外，避免冲刷路基，污染农田，并与自然河沟连接，避免雨水冲刷路基及减少沿线水土流失。排水设施根据不同的地形、地质条件及有关规范进行选择布置。排水设施包括现浇砼矩形盖板边沟、浆砌片石或混凝土预制块（梯形、矩形）截排水沟、现浇砼（或浆砌片石）急流槽、预制块坡面平台排水沟等。其中截排水沟（梯形或矩形）尺寸规格 0.6m×0.6m、0.6m×0.8m、0.5m×0.5m；现浇砼矩形盖板边沟尺寸为 0.6m×1.1m、0.6m×1.5m；现浇砼急流槽（矩形）尺寸为 0.6m×0.6m。

### ⑤ 路面工程

本工程采用沥青混凝土路面。一般路面结构由上到下依次为改性沥青 SMA-13 表面层 4cm+改性沥青 AC-20C 中面层 6cm+70 号沥青 AC-25C 下面层 9cm+水泥混凝土基层 25cm+同步沥青碎石封层+透层 1cm+ 5%水泥稳定碎石底基层 25cm+级配碎石垫层 30cm=100cm。

## 2、桥梁工程

桥梁设计洪水频率：1/100。项目共设置大桥 2358.022m/16 座，中桥 1377.375m/21 座，小桥 726.22m/28 座。

## 3、互通立交

全线改扩建互通立交南间、大寺、卜家、丝茅坪、钦州港、冲仑互通式立交 6 处。具体如下表 1-2 所示：

表 1-2 互通工程设置一览表

序号	互通立交名称	交叉桩号	互通型式	交叉形式	备注
1	南间互通	K2040+755	双喇叭 A 形	主线上跨	改建
2	大寺互通	K2052+950	单喇叭 A 形	主线上跨	改建
3	卜家互通	K2074+100	半定向 T 形	主线下穿	改建、枢纽互通
4	丝茅坪互通	K2079+685	单喇叭 A 形	主线上跨	改建
5	钦州港互通	K2093+407	单喇叭 B 形	主线下穿	原址改建
6	冲仑互通	K22+224	单喇叭 B 形	主线下穿	改建

#### 4、沿线设施

改扩建黄屋屯服务区 1 处，改扩建南间、大寺、钦州港、防城收费站 4 处。

### 1.1.1.6 施工组织及施工工艺

#### 1.1.1.6.1 施工组织

本项目为公路建设类项目，是由广西北部湾投资集团有限公司作为建设业主负责组织建设，具体施工都按照国家、自治区政府的工程招、投标制度，选择有资质、有经验的施工、监理、设计单位来完成本工程的建设任务。同时组织准备相应的合同文件，完善管理制度和 workflows，确保了项目建设工程的顺利进行。

#### 1.1.1.6.2 施工工艺

##### 1、路基施工工艺

本工程路基施工为在原有路基的基础上，在路基两侧或单侧直接拼接成整体。施工过程中产生的弃渣要集中运至永久弃渣场。

##### (1) 路堑施工

土方路堑用推土机作业，深开挖石质路堑采用爆破法，根据不同的地形地质等客观条件，在现状通车安全的前提下采用不同爆破方法，使岩石破碎颗粒满足清方要求，机械化清运土石方。对较短的路堑采取横挖方法，路堑深度不大时，一次挖到设计标高；路堑深度较大时，分成几个台阶进行开挖。对较长的路堑采用纵挖法，其路堑宽度、深度不大时，按横断面全宽纵向分层开挖；对宽度、深度较大的路堑，采用通道式纵挖法开挖。对超长路堑，采用分段纵挖法开挖。

### (2) 高挖方边坡施工

高挖方边坡路段，首先测量定线，进场施工前对现有公路设置警示牌，在确保现有交通安全的前提下施工，在必要时压缩车道以确保通车安全。挖掘机进场从坡顶向路基标高开挖，同时在顺坡面外侧 2~5m 处开挖截水沟，边开挖边修坡，并根据边坡高度及坡率逐级设置平台，避免形成高陡边坡，直至开挖到路堑路基标高。路基形成后立即修筑边沟及坡面排水沟，并采取挂网喷播灌草、浆砌片石骨架或锚杆格梁结合植物措施进行坡面防护。

### (3) 路堤施工

路堤施工过程中，填料的开挖、运送、摊铺、压实采用一系列的机械进行施工。首先进行测量放线，放出坡脚边线，分段进行基底清理、平整，压路机压实，直至达到规定密实度，取样试验，各项技术指标合格后进行路基填筑；使用反铲挖掘机装土料，大型自卸车运输到工作面，按要求的松铺厚度卸成鱼鳞状，推土机摊铺，平地机整平，填料的含水量过高时进行晾晒，含水量过低时，洒水车洒水；在填料达到最佳含水量的范围内进行碾压，直至达到每层所规定密实度；施工单位对每层填筑路基进行自检，并经监理工程师检查合格后，方可进行下一层填料施工。

## 2、新旧路基拼接设计

为了保证加宽路基与旧路基的良好衔接、避免或减少纵向裂缝的发生，采取以下技术措施：

### (1) 开挖台阶

为加强新旧路基的整体稳定性，避免或减少纵向裂缝和横向错台的发生，在填筑加宽路基前，先对老路基边坡进行清坡处理，清坡均为厚度 30cm，并开挖大于 2.50m 宽台阶。

### (2) 在路床顶铺设一定数量的高强度土工格栅

新老路基拼接应对原路堤路肩范围路床进行超挖 0.8m，宽度 $\geq 3.0\text{m}$ ，同时铺设两层土工格栅增强两者的整体性及均匀性。

### (3) 控制新填路基填料

为减少新旧路基的沉降差，新填路基要求采用粗粒土或风化岩进行填筑，对挖方细粒土，要求与风化岩混合起来一起填筑，混合后的粗粒含量应超过 50%。

#### (4) 加强路堤压实

采用“薄层多遍”的施工方法，确保加宽部分路基压实度标准满足要求。加强新填路基部分填前碾压，将加宽部分路基压实度标准比部颁标准提高 1~2 个百分点。在满足正常压实规定下，对路基填土高度大于 5m 以上时，路堤每填高 3m，使用冲击碾压机冲压 20 遍，新旧路基结合处再增加冲压 5 遍。

#### (5) 加强旧路基病害处理

针对本项目的特点和区内外处理路基病害的经验，采用注浆法处理旧路路基的病害，包括一般路基沉陷、路基土蠕变滑移、桥头、涵背路基下沉等。注浆孔采用等边三角形布置，孔距 2.5m，处理范围主要为行车道范围，处理深度视地质条件及填土高度取路面底标高以下 3.5~7.0m。

### 3、旧路面处置

对旧路水泥混凝土破碎材料，设计进行再生利用。挖除旧路面层后，将破除的旧混凝土板集中运到加工场地加工成满足底基层水泥稳定碎石要求的石料，作为重新铺筑水泥稳定碎石底基层的石料。

### 4、路面工程

本项目全线采用沥青混凝土路面，全部采用集中厂拌、机械化施工，严格控制原材料质量和材料配合比，控制压实厚度和压实度。为了充分保证路面施工质量，从施工工艺上消除纵向裂缝的产生，推荐对老路路面进行改建，然后半幅路基上新老路面同时施工。

(1) 硬路肩和新建加宽路面作为施工作业面。保持原路四车道正常通行；先施工左幅加宽路面，铺设临时路面。双向四车道限速通行，设置隔离栅。

(2) 完成左幅临时路面铺设后，将右幅车辆转移至左幅，左幅实行双向四车道通行。设置隔离栅；右幅路面施工，右幅加宽路基填筑，在路基压实稳定后整体铺筑右幅新路面。

(3) 在右幅新路面完工后将左幅交通量转移至右幅通车，满足双向四车道。



设置隔离栅；左幅封闭施工，左幅路面施工。

(4) 两侧路面施工完成后，提供双向六车道限速通行，此时占用内侧车道隔离进行中央分隔带施工.设置隔离栅。

### 5、桥梁施工工艺

本项目桥梁大部分未改扩建，由原桥宽扩建成桥宽 42m。上构扩建的结构型式与原结构一样，铺装桥面前拆除原建桥两侧的防撞墙和桥面铺装构造，再按增加桥面铺装的厚度及结构和扩建部分统一铺装。下部构造根据原建的墩、台结构布局及地质情况具体确定。

#### (1) 桥墩施工

为了不扰动原设置的明挖扩大基础，并在外观上基本保持原有景观及原桥墩的受力状况，在原桥墩的两侧统一设置单柱式墩，桩基础，墩身尺寸及桩基础与原柱式墩身一样。桩基础采用钻孔灌注的方法进行施工。水中墩钻孔灌注桩可采用钢管桩施工平台、双壁钢围堰平台等固定式平台，也可采用浮式施工平台。

#### (2) 桥台基础施工

原建桥台为 U 型桥台时，扩建时在原建 U 型桥台的基础上，拆除锥坡及土方，两侧加宽 U 型桥台 4.25 m 及明挖扩大基础（新旧桥台台身间设置 2cm 沉降缝），新旧基础的连接按构造要求处理使新旧基础形成整体基础；原建桥台为桩柱式桥台时，扩建采用单桩式埋置式台，施工时按钻孔灌注桩施工完单桩柱式桩后，再实施埋置式桥台的剩余结构。

### 6、涵洞、通道

本项目沿线各道涵洞及通道扩建时是在原建涵洞通道构造的基础上加长，先拆除原建路基两侧洞口建筑，根据地质、地形情况按原涵洞通道结构形式与扩建后的路基宽度及边坡要求相应接长。

#### 1.1.1.6.3 施工场地布置

##### 1、取土场

本项目设取土场 3 处，占地面积 2.31hm<sup>2</sup>，取土 8.00 万 m<sup>3</sup>，占地类型原为林地、草地等，目前已恢复。取土场概况如下表所示。

表 1-3 取土场统计表

序号	桩号	经纬度 (E/N)	占地面积	最大挖深	堆土量
			(hm <sup>2</sup> )	(m)	(万 m <sup>3</sup> )
1	K2062+300 左侧	108°27'13"	0.75	16	4.5
		22°03'32"			
2	K2062+450 右侧	108°27'12"	0.38	7	0.5
		22°03'24"			
3	K2075+800 左侧	108°31'10"	1.18	9	3
		21°57'31"			
合计			2.31		8.0

### 2、弃渣场

本项目弃方 249.34 万 m<sup>3</sup>。项目建设使用弃渣场 39 处，利用沿线沟谷地、低凹地、缓坡地布设，占地面积 31.80hm<sup>2</sup>，占地类型为旱地、林地、草地。使用结束后大部分已平整恢复或移交当地。弃渣场概况如下表 1-4 所示。

### 3、临时堆土场

本项目设临时堆土场 8 处，其中 6 处位于项目永久用地范围内，2 处新增临时用地，临时用地占地面积 2.17hm<sup>2</sup>，占地类型原为林地、草地等。临时堆土场情况详见表 1-5。

表 1-4 弃渣场统计表

序号	桩号	等级	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	经纬度 (E/N)	最大堆高 (m)	地形地貌	弃渣量 (万 m <sup>3</sup> )	弃土 (%)	弃石 (%)
一	钦北区								
1	K2039+300 右侧	5 级	0.33	108°25'43" 22°15'44"	13	沟谷地	1.15	80	20
2	K2041+440 右侧	5 级	0.19	108°25'35" 22°14'32"	8	沟谷地	0.37	85	15
3	K2041+750 左侧	5 级	0.80	108°25'43" 22°14'23"	12	凹地	3.4	75	25
4	K2042+250 左侧	5 级	0.33	108°25'43" 22°14'06"	8	凹地	0.55	90	10
5	K2044+200 右侧	5 级	0.27	108°25'56" 22°13'04"	18	缓坡地	1.51	90	10
6	K2044+550 左侧	5 级	0.24	108°26'04" 22°12'56"	7	沟谷地	0.48	85	15
7	K2046+500 右侧	5 级	0.15	108°26'25" 22°11'58"	11	缓坡地	0.93	65	35
8	K2046+500 左侧	5 级	0.25	108°26'29" 22°11'58"	7	沟谷地	1.07	70	30
9	K2048+400 左侧	5 级	0.38	108°26'26" 22°10'56"	3	凹地	0.51	50	50
10	K2051+100 左侧 100m	5 级	0.92	108°26'28" 22°09'28"	15	沟谷地	6.2	85	15

建设项目及水土保持工作概况

11	K2051+900 右侧	5 级	0.44	108°26'31"	12	缓坡地	2.1	85	15
				22°09'03"					
12	K2057+000 左侧	5 级	1.1	108°26'59"	7.5	凹地	6.1	70	30
				22°06'22"					
13	K2059+500 右侧	5 级	0.97	108°27'05"	9	缓坡地	4.7	70	30
				22°05'03"					
14	K2059+600 左侧	5 级	0.88	108°27'09"	13	缓坡地	4.7	70	30
				22°04'59"					
15	K2060+130 右侧	5 级	0.77	108°27'03"	6	沟谷地	2.2	70	30
				22°04'42"					
二	钦南区								
16	K2062+200 左侧 50m	5 级	1.3	108°27'11"	12	凹地	10.2	90	10
				22°03'37"					
17	K2062+300 右侧	5 级	1.25	108°27'11"	10	沟谷地	8	60	40
				22°03'26"					
18	K2062+600 左侧	5 级	0.15	108°27'17"	13	缓坡地	0.8	80	20
				22°03'21"					
19	K2065+800 右侧 100m	5 级	1.4	108°28'15"	13.5	沟谷地	13.7	80	20
				22°02'00"					
20	K2070+180 左侧 50m	5 级	0.9	108°29'24"	12	沟谷地	8	40	60
				22°00'01"					
21	K2070+300 右侧 500m	5 级	0.3	108°29'17"	6	凹地	1.4	70	30
				21°59'51"					
22	K2071+600 左侧 50m	5 级	0.41	108°29'47"	16	沟谷地	3.6	75	25

建设项目及水土保持工作概况

				21°59'20"					
23	K2071+850 右侧	5 级	0.33	108°29'17"	9	沟谷地	1.85	75	25
				21°59'51"					
24	K2+400 右侧 150m	5 级	1.1	108°29'17"	8	凹地	7.2	90	10
				21°56'59"					
25	K3+900 左侧	5 级	0.28	108°28'55"	6	沟谷地	0.53	90	10
				21°56'14"					
26	K4+700 右侧 300m	5 级	1.65	108°28'33"	19	沟谷地	31.8	70	30
				21°55'58"					
27	K8+000 右侧 100m	5 级	1.2	108°27'34"	12	沟谷地	10.9	80	20
				21°54'29"					
三	防城区								
28	K10+100 左侧	5 级	0.65	108°27'14"	9	缓坡地	2.94	80	20
				21°53'23"					
29	K10+500 左侧 100m	5 级	0.95	108°27'10"	17	沟谷地	5	80	20
				21°53'09"					
30	K11+850 左侧	5 级	0.33	108°26'47"	18	沟谷地	2	70	30
				21°52'30"					
31	K12+100 左侧	5 级	0.49	108°26'44"	17	沟谷地	2.95	70	30
				21°52'22"					
32	K17+700 右侧 100m	5 级	2.6	108°25'13"	15	凹地	29.85	70	30
				21°49'48"					
33	K19+500 右侧	5 级	3.31	108°24'47"	16	沟谷地	32.5	70	30
				21°48'56"					

建设项目及水土保持工作概况

34	K21+600 右侧 690m	5 级	0.55	108°23'48"	12	沟谷地	4.5	80	20
				21°48'11"					
35	K24+100 左侧	5 级	0.36	108°23'37"	13	沟谷地	2.8	90	10
				21°46'49"					
36	K24+900 左侧	5 级	0.85	108°23'26"	14	沟谷地	8.9	85	15
				21°46'22"					
37	K25+000 左侧	5 级	2.3	108°23'29"	12	沟谷地	15.2	80	20
				21°46'18"					
38	K25+200 左侧	5 级	0.25	108°23'22"	8	缓坡地	1.35	90	10
				21°46'161					
39	K28+000 右侧	5 级	0.87	108°22'48"	12	沟谷地	7.4	80	20
				21°44'49"					
合计			31.8				249.34		

表 1-5 临时堆土场统计表

序号	桩号	经纬度 (E/N)	占地面积	新增占地	最大堆高	堆土量	备注
			(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	(m)	(万 m <sup>3</sup> )	
一	钦北区						
1	K2040+755 左侧	108°25'37"	0.62		6	1.86	利用互通三角区
		22°14'55"					
2	K2052+950 右侧	108°26'40"	0.55		5	1.38	利用互通三角区
		22°08'29"					
二	钦南区						
3	K2074+100 左侧	108°30'32"	0.61		6	1.83	利用互通三角区
		21°58'09"					
4	K2079+685 右侧	108°33'04"	0.58		6	1.74	利用互通三角区
		21°56'26"					
5	K2093+407 左侧	108°35'13"	0.57		5	1.43	利用互通三角区
		21°54'50"					
6	K2095+900 右侧	108°41'17"	1.18	1.18	6	3.54	已平整绿化
		21°52'60"					
7	K22+224 左 侧	108°23'48"	0.58		6	1.74	利用互通三角区
		21°47'46"					
8	K24+800 右 侧	108°23'21"	0.99	0.99	10	4.92	已平整绿化
		21°46'25"					
合计			5.68	2.17		18.43	

4、施工生产生活区

项目设置施工生产生活区 18 处，其中 5 处租用当地建设用地，不产生土石方，不计入临时占地；另 13 处施工生产生活区新增临时用地，临时用地占地面积为 29.03hm<sup>2</sup>，占地类型为旱地、林地、草地，目前均已使用完毕并按土地权属人意愿恢复。施工生产生活区情况详见表 1-6。

表 1-6 施工生产生活区统计表

序号	桩号	经纬度 (E/N)	面积	新增占地	备注
			(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	
一	钦北区				
1	K2040+800 右 400 米	108°25'23"	3.2		租用，已移交
		22°14'54"			
2	K2053+400 左 500 米	108°26'50"	0.95		租用，已移交
		22°08'18"			
3	K2057+800 左侧	108°27'09"	1.5	1.5	现已清场，未破除，交由当地利用
		22°05'58"			
4	K2058+400 右侧	108°27'00"	1.1	1.1	现已清场，交由当地利

		22°05'38"			用做晒板场
5	K2058+700 左侧	108°27'06"	3.3	3.3	现已清场，交由当地利用做晒板场
		22°05'28"			
二	钦南区				
6	K2067+300 右侧	108°28'44"	1.4	1.4	在以前其他项目基础上利用，现移交其他企业（采石场）利用
		22°01'25"			
7	K2072+350 左侧	108°30'02"	5.1		利用黄屋屯服务区占地，现已建设为服务区
		21°59'01"			
8	钦州西出口左拐 2.3km	108°34'44"	0.57	0.57	利用学校用地改造，已移交地方
		21°57'30"			
9	K2093+400 右 150 米	108°40'08"	0.7		利用钦州港收费站管理区
		21°53'45"			
10	K2093+400 左 300 米	108°39'46"	6.67	6.67	现已经清场，平整，移交其他项目利用
		21°53'21"			
11	钦州西出口左拐 1km	108°33'17"	1.5		租用，已移交
		21°56'42"			
12	K3+700 左侧	108°28'59"	0.4	0.4	现清场、平整、撒播草籽绿化
		21°56'22"			
13	K4+500 左侧	108°28'43"	0.2	0.2	现已清场，移交
		21°55'58"			
14	K4+650-K5+000 右侧	108°28'40"	1.3	0.27	现清场、平整、灌草绿化
		21°55'54"			
15	K5+450 左侧	108°28'23"	0.6	0.3	现已清场移交，未进行植被恢复
		21°55'35"			
三	防城区				
16	K15+850 右侧	108°25'49"	0.2	0.2	现已清场，移交，未进行植被恢复
		21°50'32"			
17	K18+400 右 300 米	108°24'56"	7.07	7.07	现已经清场，平整，移交其他项目利用
		21°49'26"			
18	防城收费站右 500 米	108°23'32"	6.05	6.05	利用地方政府场平地，现已清场，交于地方建设
		21°47'36"			
小计			41.81	29.03	

### 5、施工便道

项目建设施工便道 1.03km，零散分布于沿线，占地面积 4.61hm<sup>2</sup>。

#### 1.1.1.7 工程占地

工程占地 849.39hm<sup>2</sup>，其中永久占地 779.47hm<sup>2</sup>，临时占地 69.92hm<sup>2</sup>。临时占地包括取弃土场占地、施工生产生活区、施工便道占地等。工程占地情况见表 1-7。



表 1-7 工程占地情况表

行政区		项目组成	占地性质	实际施工占地面积 (hm <sup>2</sup> )		
钦州市	钦北区	路基工程区	永久	168.13		
		桥梁工程区	永久	1.99		
		互通工程区	永久	52.5		
		弃渣场	临时	8.02		
		施工生产生活区	临时	5.90		
		施工便道区	临时	1.05		
		小计		237.59		
	钦南区	路基工程区	永久	270.33		
		桥梁工程区	永久	6.06		
		互通工程区	永久	78.43		
		沿线设施区	永久	21.92		
		取土场	临时	2.31		
		弃渣场	临时	10.27		
		临时堆土场	临时	1.18		
		施工生产生活区	临时	9.81		
		施工便道区	临时	2.62		
		小计		402.93		
		防城港市	防城区	路基工程区	永久	156.09
				桥梁工程区	永久	2.51
互通工程区	永久			21.51		
弃渣场	临时			13.51		
临时堆土场	临时			0.99		
施工生产生活区	临时			13.32		
施工便道区	临时			0.94		
小计				208.87		
其中		永久占地		779.47		
		临时占地		69.92		

### 1.1.1.8 工程土石方数量

工程开挖土石方 512.66 万 m<sup>3</sup>，回填土石方 271.32 万 m<sup>3</sup>，借方 8.0 万 m<sup>3</sup>（取土场），弃方 249.34 万 m<sup>3</sup>；永久弃渣堆放于 39 处弃渣场内。

表 1-8 土石方平衡表 单位: 万 m<sup>3</sup>

项目	挖方				填方			调入		调出		借方		弃方	
	一般土方	石方	拆除建筑物及其他	小计	一般土方	石方	小计	土石方	来源	土石方	去向	数量	来源	数量	去向
路基工程	113.44	190.82	42.93	372.61	67.98	58.29	126.27			23.65				222.69	弃渣场
桥梁工程	0.91		7.26	8.29	0.35		0.35							7.94	
互通工程	29.84	45.44	6.43	85.67	35.78	42.2	77.98	8.31		5.44		5.0		15.56	
沿线设施区	6.47	9.92	0.52	16.91	27.63	10.21	37.84	20.78				3.0	取土场	2.85	
施工生产生活区	17.8			17.8	17.5		17.5							0.3	
施工便道	11.38			11.38	11.38		11.38								
小计	179.84	246.18	57.14	512.66	160.62	110.7	271.32	29.09		29.09		8.0		249.34	

### 1.1.1.9 工程投资

工程投资总金额为 574517.72 万元，其中土建投资为 373436.52 万元。

### 1.1.1.10 工程建设进度

工程于 2019 年 9 月开工，2019 年 9 月完工，总工期为 25 个月。

## 1.1.2 项目区概况

### 1.1.2.1 地形地貌

项目所在区域内地势相对较为平坦，海拔高程 2~200m 之间，周边未见较大山脉发育。沿线以剥蚀丘陵地貌为主，多呈条带状分布，局部为河流阶地地貌。沿线地形起伏较大，自然斜坡坡角一般在 10~50°间，相对高差一般 10~80m 间。丘陵间冲沟比较发育，多呈条带状分布，局部路段分布比较密集。山坡上多为残坡积粘土，植被以灌木、松树、甘蔗等为主；丘间沟谷及相对开阔平地中表层一般为冲洪积粘土，厚约 2~5m，其上主要种植水稻、甘蔗等经济作物。

### 1.1.2.2 地质、地震

#### 1、工程地质

项目所在区域位于南华准地台（一级）钦州残余地槽（二级）的中部，主要跨越期间的六万大山隆起，钦州拗陷和十万大山断陷三个三级构造单元。区段内构造线总体为北东向，局部为东西向或北东东向，部分后期断裂为北西向。公路经过地层有志留系、泥盆系、二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系及第四系覆盖层。沿线地层岩性覆盖层多以黄色中液限粘土为主，下伏多见紫苏辉石花岗岩、泥质砂岩、泥质粉砂岩、页岩等。

#### 2、水文地质

项目所经区域地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水：松散岩类孔隙水位于河流阶地侧，地下水主要赋存于上更新统望高组上段下部圆砾层中，其上一一般为填土层、淤泥、淤泥质土层、粘性土层或粉土层覆盖，具承压性，圆砾层富水性强，渗透性强，属强透水层；孔隙水与河流水力联系密切，主要受大气降水和地表水体补给，水量丰富。

### 3、不良地质

受区域地层岩性条件、构造条件、地形条件以及气象、水文、地质条件的综合影响和控制，区内不良地质现象发育的类型有：软土、淤泥质粘土、淤泥质砂土等。以上不良地质现象，通过采取必要的工程措施，均可消除其产生的危险。

### 4、地震

根据《中国地震动参数区划图（GB18306—2001）》，本项目所在区域地震动峰值加速度小于 0.05g，地震动反映谱特征周期为 0.35s。根据《公路工程技术标准》，地震动峰值加速度等于或小于 0.05g 的地区的公路工程，构造物可采用简易设防。

#### 1.1.2.3 气候、气象

项目区属亚热带季风气候区，气候温暖、日照充足、热量丰富、雨量充沛、雨热同期。区域内年降水的分配具有明显的季候性特征，降雨多集中在 4~9 月，占全年降雨量的 70~85%以上，期间常有大雨或暴雨；枯水季节为 10 月至次年 3 月，降水量少，较干燥，是施工的好季节。项目所在地主要气象指标如下表 1-9。

表 1-9 项目区主要气象指标统计表

气象特征指标		单位	钦北区	钦南区	防城区
气温	多年平均气温	°C	22.2	22	21.8
	多年极端最高气温	°C	37.5	39	37.8
	多年极端最低气温	°C	1.2	0.5	2.0
降雨量	多年平均降雨量	mm	1720.4	1750	2823
	多年最大年降雨量	mm	2253.2	2253.2	3588.5
设计频率降雨强度	10 年一遇 1h 降雨强度	mm	81.7	76.6	79.7
	20 年一遇 1h 降雨强度	mm	91.5	86.5	89.5
风	主导风向	方位	N	N	NNE
	多年平均风速	m/s	2.6	2	3.1
大风日数	多年平均大风日数	d	5.9	4.6	25.3
蒸发量	多年平均蒸发量	mm	1670.1	1801	1706.7
积温	≥10°C	°C	7836.3	7732.4	7843
无霜期	多年平均无霜期	d	359	350	346

注：以上主要气象资料来源于当地气象部门。

### 1.1.2.4 河流、水文

本项目主体路段(此次监测路段)沿线河流主要有:茅岭江及其支流、钦江、冲仑河。沿线大中型水库为三波水库。项目河流属桂南沿海诸河流域区,流域管理机构为珠江水利委员会。沿线河流水库不涉及当地的水功能区划范围,不属于当地的饮用水源保护区。

#### 1、茅岭江

茅岭江:古称渔洪江,又名西江,为钦州市最大河流。发源于广西钦州那香乡龙门村,流经那香、新棠、长滩,在小董东江口收纳发源于石碑、流经板城江的支流,之后流经那蒙,在那蒙江口又收纳发源于邕宁区大塘,流经邕宁区南晓、钦州小董、那蒙等乡镇的支流,再流经大寺、黄屋屯、康熙岭乡,在茅岭乡注入茅尾海,全长 112km,流域面积 2959km<sup>2</sup>。干流坡降为 0.69%,总落差 135m,流域平均高程为 109m。主河全在钦州市境内,流域面积 1974km<sup>2</sup>。

流域西部为十万大山山脉。集雨面积在 100km<sup>2</sup> 以上的一级支流有板城江、那蒙江、大寺江、大直江等 4 条,二级支流有贵台江、滩营江 2 条,三级支流有那湾河、平旺水(防城县境) 2 条,全河流呈扇形分布。

工程于 K2075+055(中心桩号)处跨越茅岭江,跨越桥梁为黄屋屯大桥,桥长 189m。

#### 2、大寺江

大寺江为茅岭江的一级支流,发源于上思县公正乡鸡白村,流经上思公正、钦州贵台、大寺等乡镇,于大寺镇老筒注入茅岭江干流。全长 69.3km,流域面积 599.2km<sup>2</sup>,其中钦州境内河长 46.7km,流域面积 455.8km<sup>2</sup>。较大的二级支流有贵台江。河流总落差 121m,平均坡降 0.92%,弯曲系数为 1.51。河面宽约 100m,平常水深 1.5m,沙质河床,冲淤变化较大。河流最大流量为 1197.1m<sup>3</sup>/s,最小流量为 2.6m<sup>3</sup>/s,多年平均流量为 15.9m<sup>3</sup>/s,年径流量为 5 亿 m<sup>3</sup>,水量丰富。从河口至上游的洞利,全年均约可通航 7~12 吨位的船只。

工程于 K2053+924 及 K2055+265(中心桩号)跨越大寺江及其支流,跨越桥梁为大寺江中桥及大寺江大桥,桥长分别为 74m、178m。

### 3、大直江

大直江又名大弯河，为茅岭江的一级支流，是茅岭江最大支流。发源于大直镇那凡村吊那隘，流经黄屋屯镇，于康熙岭乡长墩尾汇入茅岭江干流。全长42.3km，流域面积864.1km<sup>2</sup>。总落差135.6m，河道平均坡降1.07‰，弯曲系数为1.36。沙质河床，冲淤变化较大。河流水量丰富，年径流深1600mm，最大流量为1726.3m<sup>3</sup>/s，最小流量3.73m<sup>3</sup>/s，多年平均流量22.9m<sup>3</sup>/s，年径流量为7.22亿m<sup>3</sup>。河下游有较大的二级支流滩营江注入。大直圩以下河段可通航10多吨位的船只。工程于K5+171（中心桩号）跨越大直江，跨越桥梁为西江大桥，桥长227m。

### 4、钦江

钦江为钦州市第二大河流。全长179km，流域面积2457km<sup>2</sup>。其中钦州境内河长90.4km，流域面积851km<sup>2</sup>。河流干流坡降为0.31‰，上陡下缓，流域平均高程为90.8m，总落差107.7m，河道弯曲系数为1.94。水量丰富，据在钦江青年水闸的观测，钦江多年平均流量为64.37m<sup>3</sup>/s，多年平均年径流量20.3亿m<sup>3</sup>，年径流深为900mm。因受降水变化不均的影响，流量的年内变化较大，在汛期（4—9月），其流量占全年流量的83%，其中以8月份流量最大，占年流量的22%；枯季（10—3月）流量仅占全年流量的17%，最小流量出现在12—2月，三个月的流量只占全年流量的6%。河流多年平均含沙量为0.22kg/m<sup>3</sup>，年输沙量46.5万t，侵蚀模数为199t/km<sup>2</sup>。

钦江（钦州水文站）的水文特征，较大洪水的最大水位变幅约为4.5m，一般变幅为3.5m左右。洪水历时一般为2—3天，涨洪历时约一天，落洪历时约2天。发生洪水期间潮汐消失，纯潮期间一般每日发生高、低潮各一次，半月周期的新老潮期交替之日则发生高、低潮各两次，基本上属不正规混合全日潮型。涨潮潮差最大为2.18m，平均0.96m，落潮潮差最大为2.17m，平均为0.99m。

工程于K2086+947（中心桩号）跨越钦江，跨越桥梁为钦江大桥，桥长288.08m。

### 5、冲仑河

冲仑河是茅岭江的一条支流，由茅岭街经崇军、龙转湾、沙墩而至冲仑，长

14km。涨潮时，帆船可往来。

工程于 K15+700 及 K16+504（中心桩号）跨越冲仑河及其支流，跨越桥梁为冲仑大桥及冲仑二桥，桥长分别为 209m、141m。

#### 6、三波水库

三波水库位于防城区防城镇三波村防城江一级支流沙潭江上游，距防城区城区 6km，是一座集供水、灌溉、防洪等综合效益的中型水库；水库坝址以上控制集雨面积 9.30 km<sup>2</sup>，水库多年平均降雨量 2737mm，总库容 1320 万 m<sup>3</sup>，有效库容 837 万 m<sup>3</sup>，死库容 80 万 m<sup>3</sup>。

三波水库与长歧水利左干渠联合运行后，日供水能力近期达到 6 万 m<sup>3</sup>，远期 15 万 m<sup>3</sup>；长歧水利左干渠由三波水库上游通过，干渠高程高于水库，将防城江水体调入三波水库，并通过支渠向水库补水，支渠上设置有分水闸。

项目路线与三波水库间为山丘相隔，公路 K26+000-K29+200 沿水库支汊伴行，K26+000-K29+000 为汇水范围，K29+000-K29+200 为副坝下游，不涉及对水库及支汊的跨越及占用。现状高速公路路面径流通过排水涵洞排水进入路侧天然沟壑后，向下游排泄进入水库。

#### 1.1.2.5 土壤

项目区主要土壤类型为砖红壤、水稻土等，成土母质主要有第四纪红土、花岗岩、泥岩、页岩、砂页岩、紫色岩、河流冲积物等。土层均深厚不一，呈酸性至强酸性反应，PH 值 4.0-6.0，有机质含量随植被情况而异。

经调查，各种地类表层土厚度一般在 0.05-0.20m 之间，质地较肥沃，土壤淋溶作用强、酸性大，可蚀性强，遇暴雨极易造成水土流失。可剥离表土的地类主要是旱地、灌木林地、乔木林地、竹林地、其他林地、果园、其他草地等（其中水田一般纳入不良地质中处理）。

#### 1.1.2.6 植被

根据中国植被分区图，项目区位于南亚热带季雨林植被区。本工程沿线植被包括自然植被和人工植被等。

1、自然植被项目区自然植被包括森林植被、灌丛植被和草丛植被。

森林植被主要有马尾松次生林和竹林，马尾松次生林分布在沿线低山丘陵中上部，分布面积较大；竹林主要有薊竹、撑篙竹、青皮竹林，主要分布在河流两岸、沿线村庄旁及低山丘陵中下部；灌丛植被主要分布在丘陵中下部，灌木种类有桃金娘、黄牛木、野牡丹、岗松等；草丛植被主要分布在沿线边坡、丘陵的中下部等，种类有类芦、白茅、狗牙根、五节芒、铁芒箕等。

## 2、人工植被

项目区人工植被包括人工林、农作物和公路绿化等。人工林沿线均有分布，主要有大叶桉、马占相思、台湾相思、湿地松等用材林，还有荔枝和龙眼等经济林；农作物主要分布在沟谷、平原、平地或缓坡地上，种类有水稻、玉米、甘蔗、木薯、香蕉等；公路绿化主要包括绿篱、边坡植被和绿化美化植被，乔木树种有马占相思、台湾相思、羊蹄甲及观赏树种大王椰子、木棉、小叶榕、扁桃、南洋楹等，灌木树种有勒篱树、夹竹桃、朱槿花、美蕊花等，草种有狗牙根、马尼拉草、平托花生等。

根据调查，项目沿线林草覆盖率 38.8%。

### 1.1.2.7 其他

本项目路基范围 K2048+400 左侧弃渣场被划入正在编制的《钦州市钦北区农村集中式饮用水水源保护区划分技术报告》（2018 年 11 月编制，尚未批复）中的大寺那桑人饮工程水源保护区范围内。项目的施工和弃渣场选址在前，水源保护区拟选址和划分在后，后期水土保持设施验收阶段时应做好恢复措施及明确处置方式。

### 1.1.2.8 水土流失现状

根据广西壮族自治区人民政府桂政发[2017]5 号《广西壮族自治区人民政府关于划分我区水土流失重点预防区和重点治理区的通告》，项目所经的钦北区属于自治区级水土流失重点治理区，钦南区 and 防城区不属于国家级及自治区级水土流失重点预防区和重点治理区。项目所在区域的水土流失类型为水力侵蚀。所处的水力侵蚀类型区为水力侵蚀类型区（一级区）南方红壤丘陵区（二级区）。

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区所在的县的全国水土保持区划一



级区名称为南方红壤区。根据全国土壤侵蚀类型区划，项目区属于南方红壤丘陵区，土壤容许流失量为 500t/(km<sup>2</sup>·a)。根据 2020 年《广西壮族自治区水土保持公报》，公路沿线各县的水土流失面积见下表 1-10。

表 1-10 公路沿线各县土壤侵蚀分级面积统计表 单位: km<sup>2</sup>

行政区划	水土流失面积	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
钦北区	277.2	185.19	46.99	19.09	16.71	9.22
钦南区	258.52	180.74	41.51	13.94	11.26	11.07
防城区	171.09	75.08	28.64	20.89	19.5	26.98

备注：此表数据来自 2020 年广西壮族自治区水土保持公报。

## 1.2 水土流失防治工作情况

### 1.2.1 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》等有关法律、法规的规定，为预防和控制建设活动引起的水土流失，保护生态环境，2014 年 1 月，受广西北部湾投资集团有限公司委托，广西交通科学研究院（现更名为“广西交通科学研究院有限公司”）承担了兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案报告书的编制工作；2014 年 10 月方案编制单位编制完成了水土保持方案报告书编制工作。2014 年 11 月 4 日至 5 日水利部水土保持监测中心在南宁组织开展了《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案报告书》技术评审工作，编制单位于 2014 年 12 月完成了方案报告书修改完善工作。2015 年 1 月 26 日，中华人民共和国水利部发文《关于兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案的批复》（水保函〔2015〕32 号文），对本项目水土保持方案报告予以批复。

原批复兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程全线总里程 138.481km，由南宁至钦州及钦州至防城港两部分组成，其中，南宁至钦州起始于兰海高速公路那马镇附近那马北互通式立交北侧的南宁南主线收费站，利用既有高速公路改扩建，经那马、大塘、南晓、大寺、黄屋屯、钦州市，

终于现有兰海高速公路南北枢纽互通立交，接已建成的兰海高速公路钦州至北海段，全长 108.457km；钦州至防城港起始于南宁至钦州卜家互通式立交，利用既有高速公路改扩建，经茅岭乡、防城区、港口区、止于兰海高速公路防城港主线收费站，全长 30.018km。

原批复兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程整个项目根据施工时序的不同分为三个不同路段，即先期实施路段、试验路段、主体路段。

先期实施路段即钦州港茅尾海互通段（K2082+300~K2085+400）3.10km 及防城港主线收费站（K29+500~K30+100）0.60km 已先后于 2012 年建成完工，并通过相应水行政主管部门的水土保持设施验收。

试验路段全长 48.724km，桩号 K1990+532-K2039+256，包括预留起点路段（K1990+532~K1993+932，长 3.40km，含南宁南收费站在内）和主线段（K1993+932~K2039+256，长 45.32km）两段。试验路段已经于 2019 年 12 月完成水土保持设施自主验收工作。

主体路段包括南间至茅尾海段（K2039+256 ~ K2082+251）42.995km、茅尾海至南北枢纽互通段（K2085+400 ~ K2099+041）13.641km 和钦州至防城港段（K0+082 ~ K30+106）30.023km 三部分，路线长度 86.659km，实际建设里程 86.054km。该段亦即建设单位委托我公司进行水土保持监测的实际路段。

后期建设过程中，本项目弃渣场发生重大变更。根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》（办水保〔2016〕65号），本项目须开展弃渣场变更水土保持方案报告书编报工作。2019 年 11 月，建设单位广西北部湾投资集团有限公司委托广西交投集团有限公司编制《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案（弃渣场补充）报告书》，2019 年 12 月 6 日，广西壮族自治区水利厅以《自治区水利厅关于兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案（弃渣场补充）的批复》（桂水审批〔2019〕48 号文）对本项目弃渣场变更方案进行批复。

## 1.2.2 水土保持管理体系

### 1、组织领导

本项目的项目法人为广西北部湾投资集团有限公司，对项目进行具体管理。建设单位全面负责工程建设的组织和管理。根据批准的工程建设规模、标准、概算及有关政策，组织工程的建设实施。在工程建设中全面实行了项目法人责任制、招标投标制和工程监理制。实施中把水土保持措施纳入主体工程建设和管理体系中，并负责工程的建设管理、组织工程实施、资金支付工作。

### 2、规章制度

建设单位及施工单位认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针。加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工承包商和各级管理人员的水土保持意识。建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一。施工过程中按照水土保持方案确定的水土保持措施要求施工，严把工程质量关。工程建设过程中建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，总结经验，不断改进水土保持管理工作。水土保持措施施工过程中自觉接受水行政主管部门的监督、检查。

## 1.2.3 水土保持“三同时”制度的落实

项目在可行性研究阶段开展了水土保持方案编制工作，在工程施工设计阶段，建设单位要求主体工程设计单位将水土保持方案设计的的水土保持措施纳入到施工图设计文件中，并与主体工程一起施工。本项目主体工程施工过程中，为保障工程安全和防止项目建设引发的大量水土流失，按照施工组织设计，完成了水土保持工程施工，符合“三同时”的要求。

## 1.2.4 水土保持监测意见的落实情况

2017年10月，项目建设单位委托广西交科集团有限公司进行项目水土保持监测工作。我公司根据委托要求，在查阅《方案》和主体工程施工设计文件的基

础上,结合工程进展的实际情况,进行现场勘测资料收集,实施了水土保持监测,并根据现场监测情况提出施工各阶段的监测意见,建设单位要求施工单位按水土保持监测意见进行水土保持措施的整改,并不定期检查。

### 1.3 监测工作实施情况

#### 1.3.1 监测实施执行情况

本项目于2017年10月委托我公司开展水土保持监测工作。接收监测任务后,我公司组成监测项目组,编制该项目监测实施方案。本项目的监测工作基本按监测实施方案开展,完成监测任务。

#### 1.3.2 监测项目设置

2017年10月,本项目建设业主委托我公司进行本项目的水土保持监测。接收监测任务后,我公司组成监测项目组,监测组设监测项目负责人1名,监测工程师3名。监测项目负责人,全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量。监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核,编制监测实施方案、监测季度报告、监测总结报告等。由总监测工程师根据监测工作内容,统一布置监测任务。水土保持监测主要成员情况表详见表1-11。

表 1-11 水土保持监测主要成员情况表

姓名	职称/职务	拟任职务	资格证书编号
马晓强	高工	总监测工程师	水保监岗证第(6082)号
徐龙江	高工	监测工程师	水保监岗证第(6064)号
司娟娟	高工	监测工程师	水保监岗证第(6072)号
孙万峰	高工	监测工程师	水保监岗证第(5097)号

#### 1.3.3 监测点设置

结合水土保持方案中的各个分区的水土流失特点,为充分掌握各种侵蚀类型的水土流失情况,了解水土保持设施的防治效果,按照“典型监测、便于监测”

的原则，确定监测单元，并根据水土流失预测结果，本项目在监测过程中根据监测实施方案并根据项目建设实际的情况设置监测点。

表 1-12 水土保持监测点特性表

序号	位置	监测区域	监测方法	监测内容
1	K2046+530 右侧	路基填方边坡	简易坡面量测法	土壤流失量
2	K2051+900 右侧	路基填方边坡	简易水土流失观测场法	土壤流失量
3	1#弃渣场	弃渣场区	简易坡面量测法	土壤流失量

### 1.3.4 监测设施设备

设施配备：手持 GPS 定位仪、数码相机、大疆无人机、笔记本电脑、台秤、烘箱、测高仪、坡度仪。消耗性材料皮尺、水桶、铁铲及其它监测仪器、耗材一批。监测设施、设备及消耗性材料见表 1-13。

表 1-13 监测设施设备一览表

分类	监测设施和设备	备注
一	设施	
1	简易坡面量测场	2
2	简易水土流失观测场	1
二	消耗性材料	
1	皮尺	用于简易坡面量测场量测侵蚀沟以及植被调查等
2	钢卷尺	
3	测绳、剪刀等	
4	计算器	计算数据
三	设备	
1	台秤	用于称取泥沙量
2	烘箱	用于烘干泥沙
3	测高仪	植被调查
4	多功能坡度仪	量测挖填、堆渣等形成边坡
5	全站仪一套	扰动面积、堆土、堆渣量等调查
6	手持 GPS 定位仪	
7	摄像机	记录现场情况

8	数码相机	
9	无人机	
10	笔记本电脑	

### 1.3.5 监测技术方法

#### 1.3.5.1 调查监测

##### 1、面积监测

面积监测主要通过收集项目资料，辅以采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

##### (1) 水土流失防治责任范围监测

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积进行监测。

##### (2) 水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

##### (3) 其他面积监测

其他面积主要包括植物措施面积、复垦面积等相关面积，通过分析工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积进行监测。

##### 2、植被监测

##### (1) 林木生长情况

① 树高：采用测高仪进行测定。

② 胸径：采用胸径尺进行测定。

##### (2) 存活率和保存率

人工种草的成活率是指在随机设置 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m<sup>2</sup>以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格

样数占总样数的百分比，单位为%。

### (3) 林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。

计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum(C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C<sub>i</sub> 为林地、草地郁闭度或盖度；A<sub>i</sub> 为相应郁闭度、盖度的面积；A 为总面积。

## 3、其它调查监测

### (1) 水土流失因子

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上通过查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等方式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质。

### (2) 水土流失防治动态监测

#### A 水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

#### B 水土保持措施防治效果

##### ① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要通过查阅项目施工、监理资料获取，工程的施工质量主要通过查阅监理资料确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量。

##### ② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指护坡、排水沟等工程，工程的施工质量由监理资料

确定,监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、断裂或沉降等不稳定情况出现,做出定性描述。

③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

### 1.3.5.2 定位监测

定位监测主要针对项目重点地段和重点对象,布置固定的定位监测点,对其实施监测。

#### 1、土壤流失量定位观测

监测组将通过对原地貌侵蚀的分析、各地表扰动类型侵蚀的分析和防治措施分类侵蚀的分析三个方面,结合设置于弃渣场的土壤流失量定位观测点,对施工期产生的土壤侵蚀进行定性分析。

#### 2、简易坡面量测场定位观测

##### (1) 布设缘由

监测组结合工程实际情况,针对存在侵蚀沟的地段选取侵蚀沟样方,通过布设简易坡面量测场,获取现状侵蚀量。

##### (2) 简易坡面量测场原理

简易坡面量测法又称侵蚀沟量测法。主要用于土质边坡、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面的水土流失量的测定。通过在一定的时间段内,量测侵蚀沟的体积,得出沟蚀量,并通过沟蚀占水蚀的比例(50%~70%),计算水土流失量,如图 1-1 所示。

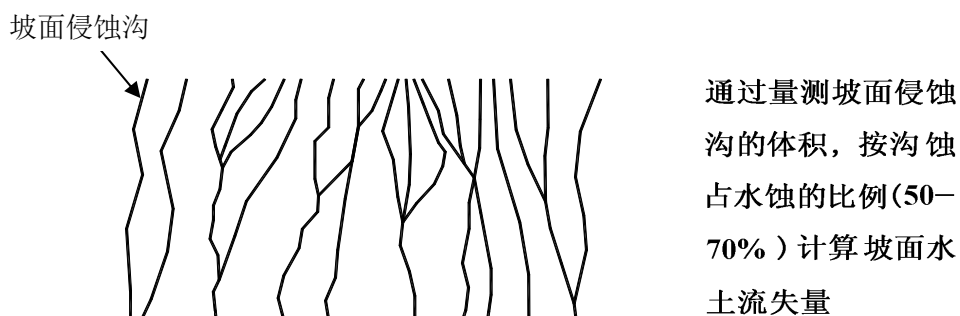


图 1-1 水土流失简易坡面量测场示意图



### (3) 简易坡面量测场选址

选定的坡面应具有较为明显的侵蚀沟，以侵蚀沟形状简单为宜，所选坡面要方便量测，侵蚀沟应具有代表性。

### (4) 简易坡面量测场的布置

简易坡面量测场的布置主要由实际的坡面侵蚀沟确定，布置规格不等。

### (5) 简易坡面量测场侵蚀量的计算

在调查样地上等间距取若干个断面（B 样地宽×L 坡长），每个断面上量测侵蚀沟的断面积，然后按下式进行计算：

$$M = \frac{1}{2} r \sum_{i=1}^n (s_i + s_{i+1}) \times l$$

式中：M——样地侵蚀量，t；

$S_i$ ——第 i 个断面的面积， $m^2$ ；

$S_{i+1}$ ——第 i+1 个断面的面积， $m^2$ ；

l——样地断面间距，m；

r——土壤容重， $t/m^3$ ；

n——断面数。

也可以将侵蚀沟概化为棱锥、棱柱、棱台等，按下式计算：

棱锥体积： $V=S \cdot H/3$

棱柱体积： $V=S \cdot H$

棱台体积： $V=H \cdot [ S_1+S_2+ ( S_1 \cdot S_2 )^{1/2} ] /3$

式中：V——体积， $cm^3$ ；

$S_1$ 、 $S_2$ 、S——底面积， $cm^2$ ；

H——高，cm。

### (6) 其他注意事项

① 侵蚀沟断面大致可分为“V”型和“U”型，根据实际情况应进行判别，便于采取正确的公式进行计算；

② 侵蚀沟断面一般以上、中、下三处进行划分，必要是可增加观测断面；

③ 在量测某个侵蚀沟断面深度时，应注意“V”型需量测最深处，“U”型需要

对底部实测两次以上，以减少误差；

④ 观测人员进行量测时，应尽量避免对侵蚀沟形状造成破坏，尽量不要践踏到侵蚀沟，保证观测数据的合理性；

⑤ 因具体计算时数字偏差对侵蚀模数计算影响较大，读数时应注意估读，在测尺最小刻度后还应估读一位。

### 3、简易水土流失观测场定位观测

#### (1) 布设缘由

监测组结合路基工程实际建设情况，针对未实施边坡防护的已平整填方坡面，布设简易水土流失观测场，采用插钎方法，量测现状侵蚀量。

#### (2) 简易水土流失观测场原理

布设样地规格为 5m×20m(可根据现场进行尺寸范围调整)。将直径 0.5—1cm、长 50—100cm 的钢钎，在选定的坡面样方小区按照 1m×5m 的间距分纵横方向共计 20 支钢钎垂直打入地下，使钢钎钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上油漆。以后，在每次暴雨后和汛期结束，观测钉帽距地面的高度，以此计算土壤侵蚀厚度和总的水土流失数量。计算公式为：

$$A=ZS/1000\cos\theta$$

式中：A——土壤侵蚀数量 (m<sup>3</sup>)；

Z——侵蚀厚度 (mm)；

S——水平投影面积 (m<sup>2</sup>)；

θ——斜坡坡度。

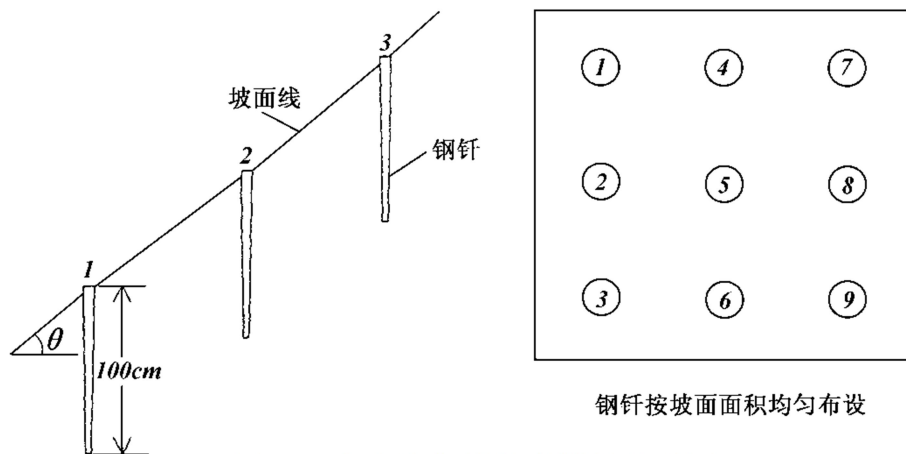


图 1-2 水土流失简易观测场示意图

#### 4、其他定位监测

其他定位监测包括水土保持措施实施情况的定位监测(主要为弃渣场的挡墙、植被恢复治理等)、水土保持监测建议整改落实情况的定位监测、重点监测区域的定位监测等,具体位置根据实际监测情况,通过布置固定监测点实现定位观测。

#### 1.3.5.3 临时监测

临时监测主要是在工程监测过程中,由于某种特殊情况(水土流失事件、检查、会议、突发性事件、业主约定等)而开展的监测工作。由于临时监测对象的不确定性,临时监测一般根据现场实际情况开展监测工作。

#### 1.3.5.4 巡查

巡查主要是针对整个工程的全部区域所采用的监测方法,尤其对于直接影响区的影响情况一般均采取巡查的方式进行。

主要巡查对象:

- (1) 巡查项目实施的各项水土保持设施的完整性、完好性、成活率等;
- (2) 巡查项目区内是否存在水土流失隐患,是否存在尚未治理的区域等;
- (3) 巡查项目建设造成的水土流失对周边农田、乡村道路及植被的危害等。

#### 1.3.6 监测成果提交情况

2017年10月,建设单位委托我公司开展水土保持监测工作,并签订水土保持监测合同。监测人员根据项目监测实施细则确定的内容、方法及时间,定期、不定期到现场进行定点定位和调查监测,随时掌握工程在生产过程中的扰动地表面积、弃土弃渣及植物措施恢复等各项水保工程的开展情况,运用多种手段和方法进行各项防治措施和施工期基本扰动类型的侵蚀强度调查,及时了解项目建设过程中的水土流失情况,并做好监测记录,为确保项目水土流失防治措施的有效性、安全性及加强项目建设过程中的水土保持监督管理工作,提供了依据和支撑。

2017年10月开始开展第一次水土保持监测工作,监测人员到现场全面了解情况,通过收集项目建设期间施工月报等资料了解建设期间水土保持措施实施情况,对项目区水土流失背景值进行现场调查并记录、巡查已开工地方及其红线范

围内的水土流失情况、编制水土保持监测实施方案。2017年10月~2021年3月，具体开展水土保持监测工作，并按季度提交水土保持监测季度报告14期，监测意见8份。2021年10月，进行水土保持监测工作总结，分析水土保持监测数据，编制《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持监测总结报告》。

## 2 监测内容与方 法

### 2.1 扰动土地情况

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况。采用监测方法为实地量测法、资料分析法、调查监测法。监测频次为每季度监测 1 次。详见表 2-1。

### 2.2 取土、弃渣动态监测

取土场、弃渣场监测的内容包括取弃土的数量、位置、方量、防治措施落实情况。采用监测方法为实地量测法、资料分析法、调查监测法。监测频次为取弃土场使用过程中为每 10 天监测一次，使用面积为每月监测 1 次。详见表 2-1。

### 2.3 水土保持措施

水土保持措施的监测为对工程措施、植物措施、临时措施进行全面调查监测，调查监测内容包括措施类型、开工日期、完工日期、位置、规格、数量、林草覆盖度、防治效果、运行状况。采用监测方法为实地量测法、资料分析法、调查监测法。监测频次每月 1 次。详见表 2-1。

### 2.4 水土流失情况

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量，弃渣场潜在土壤流失量和水土流失危害。采用监测方法为实地量测法、资料分析法、调查监测法。监测频次为水土流失面积为每季度监测 1 次，土壤流失量每月监测 1 次。详见表 2-1。

表 2-1 监测内容与方法一览表

监测区域	监测内容	监测方法	监测时段及频次
路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、沿线设施、施工便道区、施工生产生活区等	项目区施工前水土流失情况及背景值	实地量测法 (简易坡面量测法、简易水土流失观测场法)	监测时段: 从 2017 年 10 月开始至 2021 年 4 月结束。  监测频次: 正在使用的取土场,正在使用的弃渣场及临时堆土场弃土弃渣量和正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次;扰动地表面积、水土保持工程措施拦挡效果等至少每 1 个月监测记录 1 次。其它监测内容每 3 个月监测记录 1 次。遇暴雨、大风等情况及时加测 1~2 次。
	水土流失影响因子		
	水土流失量、水土流失程度变化情况		
	工程建设进度	资料分析法、 调查监测	
	工程建设扰动土地面积、水土流失面积变化情况		
	对周边地区造成的危害		
	水土保持措施防治面积变化情况		
	永久建筑物和水面面积变化情况		
	防治责任范围面积变化情况		
	可恢复植被面积和植物措施面积变化情况		
	植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度		
	防护工程的稳定性、完好程度		
取土场	项目区施工前水土流失情况及背景值	资料分析法、 巡查监测、调查监测	
	水土流失影响因子		
	水土流失量、水土流失程度变化情况		
	取土数量情况		
	水土流失面积变化情况、对周边地区造成的危害		
	水土保持措施防治面积变化情况		
	可恢复植被面积和植物措施面积变化情况		
	植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度		
防护工程的稳定性、防护效果			
弃渣场、临时堆土场	项目区施工前水土流失情况及背景值	实地量测法 (简易坡面量测法)	
	水土流失影响因子		
	水土流失量、水土流失程度变化情况		
	弃土、弃渣数量、堆放情况	资料分析法、 调查监测	
	水土流失面积变化情况、对周边地区造成的危害		
	水土保持措施防治面积变化情况		
	防治责任范围面积变化情况		
	可恢复植被面积和植物措施面积变化情况		
	植物措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度		
防护工程的稳定性、完好程度,拦渣效果			

## 3 重点部位水土流失动态监测

### 3.1 防治责任范围监测

#### 3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据批复的《兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案报告书》，水土流失防治责任范围总面积为 1191.20hm<sup>2</sup>。

**1 项目建设区：**即工程永久性占地、施工期间的各种临时征、租地范围和土地使用管辖范围。项目建设区总占地范围 901.05hm<sup>2</sup>，包括路基工程区 545.18hm<sup>2</sup>，桥梁工程区 11.83hm<sup>2</sup>，互通工程区 218.17hm<sup>2</sup>，沿线设施区 26.35hm<sup>2</sup>，弃渣场区 22.97hm<sup>2</sup>，临时堆土场区 15.64hm<sup>2</sup>，施工便道 39.55hm<sup>2</sup>，施工生产生活区 21.36hm<sup>2</sup>。

**2 直接影响区：**直接影响区指在项目建设过程中可能对项目建设区以外造成水土流失危害的地域，根据直接影响区界定原则，结合现场调查，确定本项目直接影响区主要包括路基挖填方上、下边坡，桥梁征地线两侧、互通工程匝道占地外围，沿线设施用地周边，弃渣场、临时堆土场边坡下游及周边，施工便道两侧边坡，施工生产生活区周边以及拆迁安置及专项设施改建区等，总面积为 290.15hm<sup>2</sup>。具体见表 3-1。

表 3-1 方案设计水土流失防治责任范围面积表 单位：hm<sup>2</sup>

项目组成	项目建设区	直接影响区	合计
路基工程区	545.18	156.43	701.61
桥梁工程区	11.83	13.14	24.97
互通工程区	218.17	19.38	237.55
沿线设施区	26.35	2.07	28.42
取土场区	22.97	1.98	24.95
弃渣场区	15.64	3.05	18.69
临时堆土场区	21.36	1.57	22.93
施工生产生活区	39.55	84.75	124.3
拆迁安置及专项设施改建区		7.79	7.79
小计	901.05	290.15	1191.2

### 3.1.2 施工期防治责任范围监测结果

根据监测结果，本项目施工期水土流失防治责任范围总面积为 849.39hm<sup>2</sup>。其范围包括以下区域：

- (1) 路基工程区，主要包括路基范围内的道路沿线的带状区域（改移工程等规模较小的线型工程纳入路基工程区中）。
- (2) 桥梁工程区，桥梁工程实际用地区域。
- (3) 互通工程区，6 处互通工程用地区域；
- (4) 沿线设施区，黄屋屯（即钦州西）服务区范围；
- (5) 弃渣场区，因项目建设造成的弃土、弃渣范围区域；
- (6) 取土场区，因项目建设借土造成的取土范围；
- (7) 施工生产生活区。主要是施工营地、拌和堆料场、预制场等临时用地；
- (8) 施工便道区，为连接施工场地新建或拓宽原有道路扰动的带状区域；
- (9) 临时堆放场区，集中存放剥离表土的用地范围；

本项目施工期水土流失防治责任范围动态监测结果详见表 3-2。

表 3-2 水土流失防治责任范围监测结果表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	防治分区	防治责任范围 (方案批复)	防治责任范围 (实际)	变化情况	备注
1	路基工程区	701.61	594.55	-107.06	永久占地
2	桥梁工程区	24.97	10.56	-14.41	
3	互通工程区	237.55	152.44	-85.11	
4	沿线设施区	28.42	21.92	-6.5	
5	取土场区		2.31	2.31	临时占地
6	弃渣场区	24.95	31.8	6.85	
7	临时堆土场区	18.69	2.17	-16.52	
8	施工生产生活区	22.93	29.03	6.1	
9	施工便道区	124.3	4.61	-119.69	
10	拆迁安置及专项设施改建区	7.79		-7.79	
11	合计	1191.21	849.39	-341.82	



### 3.1.3 水土流失防治责任范围变化原因

主要原因是水土保持方案所处可研阶段，鉴于设计深度等原因，对占地数量估算较为粗略，而在后期设计中增加。

1. 路基工程区防治责任范围减少了 107.06hm<sup>2</sup>，实际占地面积增加 49.37hm<sup>2</sup>。主要原因一方面为直接影响区面积不存在，另外一方面原因是原水利部批复的水土保持方案所处可研阶段，鉴于设计深度等原因，对占地数量估算较为粗略，而在后期设计中增加。

2. 桥梁工程区防治责任范围减少 14.41hm<sup>2</sup>，主要原因一方面为直接影响区面积不存在，另外一方面原因是方案阶段计列了原桥未扰动的既有面积（属公路用地，实际未扰动），实际仅计列两侧扩建占压扰动的面积，导致该区防治责任范围面积减少。

3. 互通工程区防治责任范围减少 85.11hm<sup>2</sup>，主要原因是原批复水土保持方案阶段共设置 7 处互通式立交，施工过程中减少 1 处，黄屋屯互通立交改为预留，施工过程中不进行建设，同时为直接影响区面积不存在。

4. 沿线设施区防治责任范围减少 6.50hm<sup>2</sup>，主要原因是取消方案阶段新建的防城区服务区，黄屋屯服务面积较方案阶段有所增加。

5. 项目优化土石方调配，新增 3 处取土场，增加取土场区防治责任范围 2.31hm<sup>2</sup>。

6. 弃渣场区防治责任范围增加了 6.85hm<sup>2</sup>。水土保持方案设置弃渣场 11 个/22.97hm<sup>2</sup>；工程实施使用的弃渣场数量为 39 个/31.80hm<sup>2</sup>。弃渣量的增加引起相应的弃渣场防治责任范围增加。

7. 临时堆土场防治责任范围减少了 16.52hm<sup>2</sup>。表土剥离利用过程中，边施工边平衡，需要堆存的表土存放在项目服务区、互通匝道区域等永久用地范围内，引起相应的防治责任范围减少；同时直接影响区面积不存在。

8. 施工生产生活区防治责任范围增加了 6.10hm<sup>2</sup>。施工根据施工需要设置，引起相应的防治责任范围增加。

9. 施工便道区防治责任范围减少了 119.69hm<sup>2</sup>。本项目改扩建工程，临时便

道多在路基范围内利用旧路,新建便道数量减少,引起相应的防治责任范围减少。

## 3.2 弃渣动态监测结果

### 3.2.1 方案设计弃渣情况

批复的水土保持方案设置弃渣场 11 个,总占地面积 22.97hm<sup>2</sup>,永久弃渣 122.96 万 m<sup>3</sup>。

### 3.2.2 弃渣动态监测结果

根据实际施工资料收集及现场监测,本项目施工过程中产生永久弃渣 249.34 万 m<sup>3</sup>,施工过程中实际设弃渣场 39 个,占地 31.80hm<sup>2</sup>。渣场特性情况见表 3-3 错误!未找到引用源。。其中,K2051+100 左侧 100m 渣场、K10+100 左侧渣场、、K11+850 左侧渣场、K12+100 左侧渣场已于 2019 年进行稳定性评估,结论为稳定。

水保方案阶段与实际实施弃土有一定变化,弃渣场占地、位置及堆渣量与批复的水土保持报告书相比,均发生了变化。依据水土保持规范要求并结合当地建设规划及居民意愿,堆渣完毕后进行土地整治,复耕或撒播灌草籽绿化或交还作其他使用。防治措施体系完整、合理,符合水土保持防治要求。

表 3-3 工程实际施工弃渣场统计表

序号	桩号	等级	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	经纬度 (E/N)	最大堆高 (m)	地形 地貌	弃渣量 (万 m <sup>3</sup> )	弃土 (%)	弃石 (%)	水土保持措施现状
一	钦北区									
1	K2039+300 右侧	5 级	0.33	108°25'43" 22°15'44"	13	沟谷地	1.15	80	20	下游坡脚浆砌石挡墙, 台面及坡面植被良好。
2	K2041+440 右侧	5 级	0.19	108°25'35" 22°14'32"	8	沟谷地	0.37	85	15	下游坡脚设排水沟、挡土墙, 台面及坡面植被良好。
3	K2041+750 左侧	5 级	0.80	108°25'43" 22°14'23"	12	凹地	3.4	75	25	在之前项目渣场基础上继续堆渣, 植物措施良好。
4	K2042+250 左侧	5 级	0.33	108°25'43" 22°14'06"	8	凹地	0.55	90	10	临近路基堆放, 利用路基排水, 下游一侧已设置挡墙, 台面已平整, 坡面及台面植被良好, 场地部分被当地村民用作养殖场。
5	K2044+200 右侧	5 级	0.27	108°25'56" 22°13'04"	18	缓坡地	1.51	90	10	临近路基堆放, 边坡较高, 下游已设置挡墙, 坡面及台面植被良好。
6	K2044+550 左侧	5 级	0.24	108°26'04" 22°12'56"	7	沟谷地	0.48	85	15	临近路基堆放, 一侧利用路基排水, 下游已设置挡墙, 台面基本平整, 坡面及台面植物措施良好。
7	K2046+500 右侧	5 级	0.15	108°26'25" 22°11'58"	11	缓坡地	0.93	65	35	临近路基堆放, 坡脚已实施挡墙, 台面已种植桉树, 植被良好。
8	K2046+500 左侧	5 级	0.25	108°26'29" 22°11'58"	7	沟谷地	1.07	70	30	下游已实施挡墙, 台面平整后已种植桉树, 植被良好。
9	K2048+400 左侧	5 级	0.38	108°26'26" 22°10'56"	3	凹地	0.51	50	50	利用之前项目渣场, 对原有弃渣进行挖掘粉碎利用后再进行弃渣堆放; 该渣场位于初步划定的大寺那桑人饮工程水源保护区内 (先弃渣, 后来划定, 目前未批); 坡面及台面植被良好。

3 重点部位水土流失动态监测结果

10	K2051+100 左侧 100m	5 级	0.92	108°26'28"	15	沟谷地	6.2	85	15	下游及周边设置挡墙，挡墙外侧设排水沟，坡面分台阶种草，植物措施良好。渣场位于路基上游面。
				22°09'28"						
11	K2051+900 右侧	5 级	0.44	108°26'31"	12	缓坡地	2.1	85	15	临近路基堆放，植物措施良好。
				22°09'03"						
12	K2057+000 左侧	5 级	1.1	108°26'59"	7.5	凹地	6.1	70	30	原为低洼水塘，坡面及台面已恢复植被，效果良好。
				22°06'22"						
13	K2059+500 右侧	5 级	0.97	108°27'05"	9	缓坡地	4.7	70	30	临近路基堆砌，下游设置挡墙，坡面及台面植被良好。
				22°05'03"						
14	K2059+600 左侧	5 级	0.88	108°27'09"	13	缓坡地	4.7	70	30	部分利用取土场地堆放，台面实施植物措施，种植桉树等，植被恢复良好。
				22°04'59"						
15	K2060+130 右侧	5 级	0.77	108°27'03"	6	沟谷地	2.2	70	30	台面及坡面已种植桉树，植被恢复良好。
				22°04'42"						
二	钦南区									
16	K2062+200 左侧 50m	5 级	1.3	108°27'11"	12	凹地	10.2	90	10	靠近公路坡脚实施浆砌石拦挡；坡面分级处理坡面及台面已采取植物措施。现弃渣场部分场地被风电项目平整后利用，水土流失防治责任由风电项目负责。
				22°03'37"						
17	K2062+300 右侧	5 级	1.25	108°27'11"	10	沟谷地	8	60	40	临近路基堆砌，下游有水塘，已做挡墙；坡面及台面已采取植物恢复，植被良好。
				22°03'26"						
18	K2062+600 左侧	5 级	0.15	108°27'17"	13	缓坡地	0.8	80	20	临近路基堆砌，利用路基排水沟截水，台面及边坡植物恢复效果良好。
				22°03'21"						
19	K2065+800 右侧 100m	5 级	1.4	108°28'15"	13.5	沟谷地	13.7	80	20	临近路基堆砌，下游已修筑挡墙；坡面分台阶种草，台面植物措施良好。现弃渣场被风电项目继续堆渣、平整利用，水土流失防治责任由风电项目负责。
				22°02'00"						

3 重点部位水土流失动态监测

20	K2070+180 左侧 50m	5 级	0.9	108°29'24"	12	沟谷地	8	40	60	贴坡堆砌, 坡脚修筑挡墙, 边坡及台面已恢复植被, 效果良好。
				22°00'01"						
21	K2070+300 右侧 500m	5 级	0.3	108°29'17"	6	凹地	1.4	70	30	采矿坑回填, 现状场地被当地平整利用种植作物。
				21°59'51"						
22	K2071+600 左侧 50m	5 级	0.41	108°29'47"	16	沟谷地	3.6	75	25	坡脚已修筑挡墙, 台面及坡面已进行植被恢复, 效果良好。
				21°59'20"						
23	K2071+850 右侧	5 级	0.33	108°29'17"	9	沟谷地	1.85	75	25	下游未设置挡墙, 已平整平台, 植被需进一步完善
				21°59'51"						
24	K2+400 右侧 150m	5 级	1.1	108°29'17"	8	凹地	7.2	90	10	台面及坡面已采取植物措施, 种植桉树等, 整体恢复情况良好。
				21°56'59"						
25	K3+900 左侧	5 级	0.28	108°28'55"	6	沟谷地	0.53	90	10	之前用于加工材料, 现平台已植草恢复, 整体恢复情况良好。
				21°56'14"						
26	K4+700 右侧 300m	5 级	1.65	108°28'33"	19	沟谷地	31.8	70	30	弃渣场背对大直江, 最大堆高未超过原地面高程, 坡面分级堆放并灌草绿化, 效果良好。
				21°55'58"						
27	K8+000 右侧 100m	5 级	1.2	108°27'34"	12	沟谷地	10.9	80	20	下游设置护脚墙, 台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°54'29"						
三	防城区									
28	K10+100 左侧	5 级	0.65	108°27'14"	9	缓坡地	2.94	80	20	靠近路基贴坡分台堆放; 背离路基处下游为乡村道路, 已修建挡墙。台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°53'23"						
29	K10+500 左侧 100m	5 级	0.95	108°27'10"	17	沟谷地	5	80	20	台面及边坡植物恢复效果良好。当地村民利用平台搭建临时帐篷。
				21°53'09"						
30	K11+850 左侧	5 级	0.33	108°26'47"	18	沟谷地	2	70	30	边坡下游处设置挡墙, 台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°52'30"						

3 重点部位水土流失动态监测结果

31	K12+100 左侧	5 级	0.49	108°26'44"	17	沟谷地	2.95	70	30	台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°52'22"						
32	K17+700 右侧 100m	5 级	2.6	108°25'13"	15	凹地	29.85	70	30	弃渣前原地貌为狭长凹地；台面及边坡植物恢复效果良好。现堆渣平台由当地村民用作养殖场。
				21°49'48"						
33	K19+500 右侧	5 级	3.31	108°24'47"	16	沟谷地	32.5	70	30	弃渣前原地貌为狭长沟谷地；最内侧边坡坡脚设挡墙，墙后留有排水沟；台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°48'56"						
34	K21+600 右侧 690m	5 级	0.55	108°23'48"	12	沟谷地	4.5	80	20	弃渣前原地貌为狭长沟谷地，坡脚设置挡墙，墙后留有排水沟；台面及边坡植物恢复效果良好。弃渣场及周边场地已被防城区市政工程平整破坏，水土流失防治责任由市政项目负责。
				21°48'11"						
35	K24+100 左侧	5 级	0.36	108°23'37"	13	沟谷地	2.8	90	10	公路一侧贴坡堆放，台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°46'49"						
36	K24+900 左侧	5 级	0.85	108°23'26"	14	沟谷地	8.9	85	15	下游及周边设置挡墙，挡墙外侧设排水沟，台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°46'22"						
37	K25+000 左侧	5 级	2.3	108°23'29"	12	沟谷地	15.2	80	20	下游及周边设置挡墙，挡墙外侧设排水沟，台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°46'18"						
38	K25+200 左侧	5 级	0.25	108°23'22"	8	缓坡地	1.35	90	10	公路一侧贴坡堆放，台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°46'161"						
39	K28+000 右侧	5 级	0.87	108°22'48"	12	沟谷地	7.4	80	20	下游及周边设置挡墙，挡墙外侧设排水沟，台面及边坡植物恢复效果良好。
				21°44'49"						
合计			31.8				249.34			

### 3.3 取土动态监测结果

#### 3.3.1 方案设计取土情况

批复的水土保持方案未设置取土场。

#### 3.3.2 取土动态监测结果

通过查阅工程资料并结合实地调查监测，项目实际施工新增 3 个取土场，占地面积 2.31hm<sup>2</sup>，取土 8.0 万 m<sup>3</sup>，占地类型原为林地、草地等，使用结束后恢复。

表 3-4 工程实际施工取土场统计表

序号	桩号	经纬度 (E/N)	占地面积	最大挖深	堆土量	现状
			(hm <sup>2</sup> )	(m)	(万 m <sup>3</sup> )	
1	K2062+300 左侧	108°27'13"	0.75	16	4.5	已平整，边坡喷播植草、平台种植桉树。
		22°03'32"				
2	K2062+450 右侧	108°27'12"	0.38	7	0.5	已平整，边坡喷播植草、平台种植桉树。
		22°03'24"				
3	K2075+800 左侧	108°31'10"	1.18	9	3	边坡喷草防护，平台已绿化。
		21°57'31"				
合计			2.31		8.0	

### 3.4 地表扰动面积监测结果

#### 3.4.1 方案设计地表扰动情况

根据水土保持报告书资料，项目建设期开挖扰动地表和占压土地面积进行统计。本项目扰动原地貌面积 901.05hm<sup>2</sup>，损毁植被面积 234.01hm<sup>2</sup>，损毁植被主要为有林地、其他草地。

表 3-5 《方案》确定扰动地表面积表

行政区	项目组成	占地性质	占地类型及数量 (hm <sup>2</sup> )											
			水田	旱地	果园	有林地	其他草地	坑塘水面	河流水面	农村宅基地	工业用地	公路用地	小计	
钦州市	钦北区	路基工程区	永久	3.67	2.61	3.67	26.96	8.84	1.73		0.26		106.43	154.17
		桥梁工程区	永久		0.01		0.05	0.03		0.40			1.74	2.23
		互通工程区	永久	1.00	2.05		5.18	0.92			0.07		49.11	58.33
		沿线设施区	永久		1.00		1.68	0.21					0.11	3.00
		弃渣场	临时	0.77			1.51	0.09						2.37
		临时堆土场	临时	1.05	2.19		1.67							4.91
		施工生产生活区	临时		2.70	1.73	0.12	0.79				0.00		5.34
	施工便道区	临时	0.15	0.42	0.31	3.62	1.16						8.12	
	小计		6.64	10.98	5.71	40.79	12.04	1.73	0.40	0.33	0.00		159.85	238.47
	钦南区	路基工程区	永久	5.32	6.42	3.37	23.42	2.11	2.61		1.00	0.00	203.63	247.88
		桥梁工程区	永久		0.00		0.48	0.08		0.99			5.24	6.79
		互通工程区	永久	3.15	4.71	1.50	33.29	4.74					88.55	135.94
		沿线设施区	永久	0.80	1.00		5.21	3.00					0.71	10.72
		弃渣场	临时	2.59			11.36	1.11						15.06
临时堆土场		临时	1.09		2.00	1.64	1.39						6.12	
施工生产生活区		临时	0.00	1.49		7.66	1.53						10.68	
施工便道区	临时	0.65	1.10		9.83	1.28					5.83	18.69		
小计		13.60	14.72	6.87	92.89	15.24	2.61	0.99	1.00			303.96	451.88	
防城港市	防城区	路基工程区	永久	15.08		1.80	34.61	3.19	3.82		1.00		83.63	143.13
		桥梁工程区	永久	0.11			0.25	0.28		0.58			1.59	2.81
		互通工程区	永久	2.26			3.95						17.69	23.90
		沿线设施区	永久	3.55			7.12	1.60					0.36	12.63
		弃渣场	临时	0.11	0.32		4.67	0.44						5.54
		临时堆土场	临时	2.10			2.51							4.61
		施工生产生活区	临时	0.00			4.92	0.42						5.34
		施工便道区	临时	0.51			7.05	2.04					3.14	12.74
小计		23.72	0.32	1.80	65.08	7.97	3.82	0.58	1.00			106.41	210.70	
合计		路基工程区	永久	24.07	9.03	8.84	84.99	14.14	8.16	0.00	2.26		393.69	545.18
		桥梁工程区	永久	0.11	0.01		0.78	0.39		1.97			8.57	11.83
		互通工程区	永久	6.41	6.76	1.50	42.42	5.66			0.07		155.35	218.17
		沿线设施区	永久	4.35	2.00		14.01	4.81					1.18	26.35
		弃渣场	临时	3.47	0.32		17.54	1.64						22.97
		临时堆土场	临时	4.24	2.19	2.00	5.82	1.39						15.64
		施工生产生活区	临时	0.00	4.19	1.73	12.70	2.74						21.36
		施工便道区	临时	1.31	1.52	0.31	20.50	4.48					11.43	39.55
小计		43.96	26.02	14.38	198.76	35.25	8.16	1.97	2.33			570.22	901.05	
			其中											
永久占地合计			34.94	17.80	10.34	142.20	25.00	8.16	1.97	2.33			558.79	801.53
临时占地合计			9.02	8.22	4.04	56.56	10.25						11.43	99.52
共计			43.96	26.02	14.38	198.76	35.25	8.16	1.97	2.33			570.22	901.05



### 3.4.2 地表扰动面积监测结果

根据工程设计、施工、监理资料,结合水土保持监测结果,工程建设施工扰动原地貌总面积为 849.39hm<sup>2</sup>。工程扰动土地情况见表 3-6。

表 3-6 工程实际扰动土地面积监测结果表

行政区		项目组成	占地性质	实际施工占地面积 (hm <sup>2</sup> )		
钦州市	钦北区	路基工程区	永久	168.13		
		桥梁工程区	永久	1.99		
		互通工程区	永久	52.5		
		弃渣场	临时	8.02		
		施工生产生活区	临时	5.90		
		施工便道区	临时	1.05		
		小计		237.59		
	钦南区	路基工程区	永久	270.33		
		桥梁工程区	永久	6.06		
		互通工程区	永久	78.43		
		沿线设施区	永久	21.92		
		取土场	临时	2.31		
		弃渣场	临时	10.27		
		临时堆土场	临时	1.18		
		施工生产生活区	临时	9.81		
		施工便道区	临时	2.62		
		小计		402.93		
		防城港市	防城区	路基工程区	永久	156.09
				桥梁工程区	永久	2.51
互通工程区	永久			21.51		
弃渣场	临时			13.51		
临时堆土场	临时			0.99		
施工生产生活区	临时			13.32		
施工便道区	临时			0.94		
小计				208.87		
合计		路基工程区	永久	594.55		
		桥梁工程区	永久	10.56		
		互通工程区	永久	152.44		
		沿线设施区	永久	21.92		

### 3 重点部位水土流失动态监测

	取土场	临时	2.31
	弃渣场	临时	31.8
	临时堆土场	临时	2.17
	施工生产生活区	临时	29.03
	施工便道区	临时	4.61
	小计		849.39

## 4 水土流失防治措施监测结果

### 4.1 工程措施监测结果

#### 4.1.1 工程措施设计情况

根据原批复的水土保持方案，方案设计的水土保持工程措施包括：排水工程 233257m，急流槽 641m，沉沙池 21 个，拦挡工程 727m，护坡 35357m<sup>2</sup>，护堤 157m，表土剥离面积 250.08hm<sup>2</sup>，表土剥离量 78.86 万 m<sup>3</sup>，场地平整 94.55hm<sup>2</sup>，覆土 78.86 万 m<sup>3</sup>。各防治区工程措施设计情况如下：

##### 1、路基工程区

表土剥离面积 97.65hm<sup>2</sup>，浆砌石截排水沟 192997m，浆砌石骨架植灌草护坡 23742m<sup>2</sup>，土地整治覆种植土 329100m<sup>3</sup>。

##### 2、桥梁工程区

表土剥离面积 1.18hm<sup>2</sup>，浆砌石截排水沟 2743m，护堤工程浆砌片石 157m<sup>3</sup>，土地整治覆种植土 700m<sup>3</sup>。

##### 3、互通工程区

表土剥离面积 53.63hm<sup>2</sup>，浆砌石截排水沟 21530m，浆砌石骨架植灌草护坡 10564m<sup>2</sup>，土地整治覆种植土 154500m<sup>3</sup>。

##### 4、沿线设施区

表土剥离面积 25.17hm<sup>2</sup>，浆砌石截排水沟 7550m，浆砌石骨架植灌草护坡 1051m<sup>2</sup>，土地整治覆种植土 75600m<sup>3</sup>。

##### 5、弃渣场区

表土剥离面积 22.97hm<sup>2</sup>，浆砌石挡渣墙 317m，浆砌石截排水沟 8438m，急流槽 641m，沉沙池 21 个，土地整治场地平整 21.05hm<sup>2</sup>（复耕地块 8.56hm<sup>2</sup>、植物恢复地块 12.49hm<sup>2</sup>），覆种植土 80350m<sup>3</sup>。

##### 6、临时堆土场区

土地整治场地平整 15.64hm<sup>2</sup> (复耕地块 8.43hm<sup>2</sup>、植物恢复地块 7.21hm<sup>2</sup>)。

#### 7、施工生产生活区

表土剥离面积 21.36hm<sup>2</sup>，浆砌石挡墙 410m，土地整治场地平整 43.97hm<sup>2</sup>(复耕地块 5.92hm<sup>2</sup>、植物恢复地块 38.05hm<sup>2</sup>)，覆种植土 64000m<sup>3</sup>。

#### 8、施工便道区

表土剥离面积 28.12hm<sup>2</sup>，土地整治场地平整 13.89hm<sup>2</sup> (复耕地块 4.42hm<sup>2</sup>、植物恢复地块 9.47hm<sup>2</sup>)，覆种植土 84300m<sup>3</sup>。

### 4.1.2 工程措施实施及监测情况

根据“三同时”原则，水土保持工程措施和主体工程同步建设，并起到了较好的防护效果。根据施工及监理单位提供的数据，结合监测人员的现场调查复核，本项目水土保持工程措施主要有表土剥离及回覆、排水沟等措施，截至 2021 年 3 月(实际监测截止时间)，本工程实际完成的工程措施量如下：表土剥离 70.93 万 m<sup>3</sup>，覆种植土 70.93 万 m<sup>3</sup>，土地整治 292.75hm<sup>2</sup>，排水工程 168576m，急流槽 1775m，沉沙池 9 个，拦挡工程 1460m，护坡工程 37522hm<sup>2</sup>。

#### 1、路基工程区

表土剥离 38.16 万 m<sup>3</sup>，排水工程 136910m，急流槽 1514m，拦挡工程 772m，骨架植草护坡 28101m<sup>2</sup>，土地整治 162.43hm<sup>2</sup>，绿化覆土 38.16 万 m<sup>3</sup>。

#### 2、桥梁工程区

表土剥离 0.04 万 m<sup>3</sup>，排水工程 1652m，土地整治 0.18hm<sup>2</sup>，绿化覆土 0.04 万 m<sup>3</sup>。

#### 3、互通工程区

表土剥离 19.06 万 m<sup>3</sup>，排水工程 18532m，骨架植草护坡 6347m<sup>2</sup>，土地整治 19.41hm<sup>2</sup>，绿化覆土 19.06 万 m<sup>3</sup>。

#### 4、沿线设施区

表土剥离 2.76 万 m<sup>3</sup>，排水工程 2684m，骨架植草护坡 627m<sup>2</sup>，土地整治 11.51hm<sup>2</sup>，绿化覆土 2.76 万 m<sup>3</sup>。

## 5、取土场区

护坡工程 297m<sup>2</sup>，表土剥离 0.16 万 m<sup>3</sup>，土地整治 0.67hm<sup>2</sup>，绿化覆土 0.16 万 m<sup>3</sup>。

## 6、弃渣场区

排水工程 6148m，急流槽 261m，浆砌石挡渣墙 568m，护坡工程 2150m<sup>2</sup>，表土剥离 9.14 万 m<sup>3</sup>，土地整治 30.58hm<sup>2</sup>，绿化覆土 9.14 万 m<sup>3</sup>。

## 7、临时堆土场区

土地整治 1.26hm<sup>2</sup>。

## 8、施工生产生活区

排水工程 2650m，沉沙池 9 个，拦挡工程 120m，表土剥离 1.53 万 m<sup>3</sup>，土地整治 6.45hm<sup>2</sup>，绿化覆土 1.53 万 m<sup>3</sup>。

## 9、施工便道区

表土剥离 0.08 万 m<sup>3</sup>，土地整治 0.26hm<sup>2</sup>，绿化覆土 0.08 万 m<sup>3</sup>。

水土保持工程措施主体工程（路基、桥梁、互通、沿线设施等）主要在 2017 年 9 月开始施工，2019 年 9 月完成，部分临时占地（部分弃渣场、施工生产生活区等）恢复措施集中在 2020 年实施。水土保持工程措施实施情况见表 4-1。

表 4-1 水土保持工程措施实施情况表

分区	措施名称	实际实施工程量
路基工程区	排水工程（m）	136910
	急流槽（m）	1514
	拦挡工程（m）	772
	护坡工程（m <sup>2</sup> ）	28101
	表土剥离（万 m <sup>3</sup> ）	38.16
	土地整治（hm <sup>2</sup> ）	162.43
	绿化覆土（万 m <sup>3</sup> ）	38.16
桥梁工程区	排水工程（m）	1652
	护堤工程（m <sup>3</sup> ）	
	表土剥离（万 m <sup>3</sup> ）	0.04
	土地整治（hm <sup>2</sup> ）	0.18
	绿化覆土（万 m <sup>3</sup> ）	0.04
互通工程区	排水工程（m）	18532

## 4 水土流失防治措施监测结果

分区	措施名称	实际实施工程量
	护坡工程 (m <sup>2</sup> )	6347
	表土剥离 (万 m <sup>3</sup> )	19.06
	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	79.41
	绿化覆土 (万 m <sup>3</sup> )	19.06
沿线设施区	排水工程 (m)	2684
	护坡工程 (m <sup>2</sup> )	627
	表土剥离 (万 m <sup>3</sup> )	2.76
	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	11.51
	绿化覆土 (万 m <sup>3</sup> )	2.76
取土场	护坡工程 (m <sup>2</sup> )	297
	表土剥离 (万 m <sup>3</sup> )	0.16
	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	0.67
	绿化覆土 (万 m <sup>3</sup> )	0.16
弃渣场	排水工程 (m)	6148
	急流槽 (m)	261
	沉沙池 (个)	
	拦挡工程 (m)	568
	护坡工程 (m <sup>2</sup> )	2150
	表土剥离 (万 m <sup>3</sup> )	9.14
	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	30.58
	绿化覆土 (万 m <sup>3</sup> )	9.14
临时堆土场区	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	1.26
施工生产生活区	排水工程 (m)	2650
	沉沙池 (个)	9
	拦挡工程 (m)	120
	表土剥离 (万 m <sup>3</sup> )	1.53
	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	6.45
	绿化覆土 (万 m <sup>3</sup> )	1.53
施工便道区	表土剥离 (万 m <sup>3</sup> )	0.08
	土地整治 (hm <sup>2</sup> )	0.26
	绿化覆土 (万 m <sup>3</sup> )	0.08

监测结果表明,水土保持工程措施(排水、拦挡、护坡等工程)对防治公路沿线开挖边坡和填筑边坡的塌方、滑坡、阻止降雨径流对路线作业带的冲刷、迅

速控制和减轻扰动范围内的水土流失发挥了巨大的不可替代的作用,同时由于水土保持工程措施的实施,保护了公路的安全运行,永久占地、临时占地范围内的表土资源得到较好的保护和利用,有利于沿线植被的快速恢复,发挥良好的生态和社会效益。水土保持工程措施经历了雨季的考验,总体上工程质量良好。

## 4.2 植物措施监测结果

### 4.2.1 植物措施设计情况

根据原批复的水土保持方案,方案设计的水土保持植物措施包括:景观绿化 227.43hm<sup>2</sup>,喷播植草 108.48hm<sup>2</sup>,直播种草 79.71hm<sup>2</sup>,植乔木 168050 株,植灌木 170650 株。各防治区设计情况如下:

#### 1、路基工程区

道路两侧绿化 94.92hm<sup>2</sup>,中央分隔带绿化 20.43hm<sup>2</sup>,喷播灌草 977740m<sup>2</sup>。

#### 2、桥梁工程区

喷播灌草 2222m<sup>2</sup>。

#### 3、互通工程区

环岛及道路两侧绿化 100.69hm<sup>2</sup>,中央分隔带绿化 4.03hm<sup>2</sup>,喷播灌草 93159m<sup>2</sup>。

#### 4、沿线设施区

场区景观绿化 7.36hm<sup>2</sup>,喷播灌草 11653m<sup>2</sup>。

#### 5、弃渣场区

植物防护工程直播种草 1.04hm<sup>2</sup>,植灌木 2600 株;植物恢复工程植灌木 31225 株,植乔木 31225 株,直播种草 12.49hm<sup>2</sup>。

#### 6、临时堆土场区

植物恢复工程直播种草 7.21hm<sup>2</sup>,植灌木 18025 株,植乔木 18025 株。

#### 7、施工生产生活区

植物恢复工程植灌木 95125 株,植乔木 95125 株,直播种草 38.05hm<sup>2</sup>。

#### 8、施工便道区

植物防护工程直播种草 11.45hm<sup>2</sup>；植物恢复工程植灌木 23675 株，植乔木 23675 株，直播种草 9.47hm<sup>2</sup>。

#### 4.2.2 植物措施实施及监测情况

根据现场调查结合相关施工资料分析，经统计，各防治分区实施的主要水土保持植物措施情况如下：

##### 1、路基工程区

喷播植草 73.86hm<sup>2</sup>，沿线景观绿化 88.57hm<sup>2</sup>，植乔木 2165 株。

##### 2、桥梁工程区

喷播植草 0.18hm<sup>2</sup>。

##### 3、互通工程区

喷播植草 20.56hm<sup>2</sup>，景观绿化 58.85hm<sup>2</sup>，植乔木 638 株。

##### 4、沿线设施区

喷播植草 8.84hm<sup>2</sup>，景观绿化 2.67hm<sup>2</sup>，植乔木 128 株。

##### 5、取土场区

喷播植草 0.67hm<sup>2</sup>，植乔木 84 株。

##### 6、弃渣场区

植乔木 2250 株，撒播草籽 30.58hm<sup>2</sup>。

##### 7、临时堆土场区

撒播草籽 1.26hm<sup>2</sup>。

##### 8、施工生产生活区

撒播草籽 6.45hm<sup>2</sup>。

##### 9、施工便道区

植物措施：喷播植草 0.26hm<sup>2</sup>。

水土保持植物措施主体工程（路基、桥梁、互通、沿线设施等）主要在 2018 年 1 月至 2019 年 9 月完成，部分临时占地（部分弃渣场、施工生产生活区等）恢复措施集中在 2020 年实施。水土保持植物措施实施情况见表 4-2。



表 4-2 水土保持植物措施实施情况表

分区	措施名称	实际实施工程量
路基工程区	景观绿化 (hm <sup>2</sup> )	88.57
	喷播植草 (hm <sup>2</sup> )	73.86
	植乔木 (株)	2165
桥梁工程区	喷播植草 (hm <sup>2</sup> )	0.18
互通工程区	景观绿化 (hm <sup>2</sup> )	58.85
	喷播植草 (hm <sup>2</sup> )	20.56
	植乔木 (株)	638
沿线设施区	景观绿化 (hm <sup>2</sup> )	2.67
	喷播植草 (hm <sup>2</sup> )	8.84
	植乔木 (株)	128
取土场	喷播植草 (hm <sup>2</sup> )	0.67
	植乔木 (株)	84
弃渣场	植乔木 (株)	2250
	撒播草籽 (hm <sup>2</sup> )	30.58
临时堆土场区	撒播草籽 (hm <sup>2</sup> )	1.26
施工生产生活区	撒播草籽 (hm <sup>2</sup> )	6.45
施工便道区	喷播植草 (hm <sup>2</sup> )	0.26

监测结果表明,公路经过的区域因山体开挖、破坏地表植被,加大了这一区域的水土流失。通过项目实施的植树或种草绿化,不仅增加项目区的植被覆盖度,美化项目区的景观,同时植物根系的固持作用和树冠的拦挡、截留作用,都可减弱雨水对挖填方边坡和地面的冲刷,起到涵养径流,防止水土流失,调节项目区生态环境的作用。沿线植物措施长势良好,达到了很好的防护、恢复作用。

### 4.3 临时措施监测结果

#### 4.3.1 临时措施设计情况

根据原批复的水土保持方案,方案设计的水土保持临时措施包括:临时挡墙 32348m,临时排水 87955m,围堰拆除 81 处,沉淀池 68 个,临时沉沙池 616 个,彩条布覆盖 40890m<sup>2</sup>,临时撒草籽 28.39hm<sup>2</sup>。各防治区设计情况如下:

1、路基工程区

编织袋土临时拦挡 18100m, 临时排水沟 5150m, 彩条布临时覆盖 36310m<sup>2</sup>。

2、桥梁工程区

编织袋土临时拦挡 1220m, 临时排水沟 2070m, 沉沙池 86 个, 沉淀池 68 个, 围堰拆除 81 处。

3、互通工程区

编织袋土临时拦挡 7302m, 临时排水沟 830m, 沉沙池 28 个, 彩条布临时覆盖 2530m<sup>2</sup>, 临时植草防护 5.15hm<sup>2</sup>。

4、沿线设施区

编织袋土临时拦挡 2600m, 临时排水沟 2100m, 沉沙池 14 个, 彩条布临时覆盖 850m<sup>2</sup>, 临时植草防护 2.88hm<sup>2</sup>。

5、弃渣场区

编织袋土临时拦挡 648m, 直播种草临时防护 2.44hm<sup>2</sup>。

6、临时堆土场区

编织袋土临时拦挡 798m, 临时排水沟 6735m, 直播种草临时防护 15.64hm<sup>2</sup>。

7、施工生产生活区

编织袋土临时拦挡 1680m, 临时排水沟 8910m, 临时沉沙池 24 个, 彩条布临时覆盖 1200m<sup>2</sup>, 直播种草临时防护 2.28hm<sup>2</sup>。

8、施工便道区

临时排水沟 62160m, 临时沉沙池 207 个。

### 4.3.2 临时措施实施及监测情况

根据现场调查结合相关施工资料分析, 经统计, 各防治分区实施的主要水土保持临时措施情况如下:

1、路基工程区

编织袋土临时拦挡 64m, 临时挡板 5375m, 临时排水沟 5544m, 密目网临时

覆盖 61659m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 447522m<sup>2</sup>，临时撒草籽 1.21hm<sup>2</sup>。

#### 2、桥梁工程区

临时排水沟 210m，围堰拆除 11 处，沉淀池 17 个，密目网临时覆盖 2673m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 52147m<sup>2</sup>。

#### 3、互通工程区

临时排水沟 158m，密目网临时覆盖 11053m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 286357m<sup>2</sup>。

#### 4、沿线设施区

临时排水沟 168m，密目网临时覆盖 5412m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 62147m<sup>2</sup>。

#### 5、取土场区

临时排水沟 60m，密目网临时覆盖 567m<sup>2</sup>。

#### 6、弃渣场区

临时排水沟 180m，密目网临时覆盖 3581m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 88412m<sup>2</sup>。

#### 7、临时堆土场区

密目网临时覆盖 9840m<sup>2</sup>。

#### 8、施工生产生活区

临时排水沟 230m，密目网临时覆盖 2650m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 185841m<sup>2</sup>，临时绿化撒播草籽 0.94hm<sup>2</sup>。

#### 9、施工便道区

密目网临时覆盖 625m<sup>2</sup>，无纺布临时覆盖 5124m<sup>2</sup>，临时撒播草籽 0.05hm<sup>2</sup>。

水土保持临时措施主体工程（路基、桥梁、互通、沿线设施等）主要在 2017 年 9 月至 2019 年 7 月完成，部分临时占地（部分弃渣场、施工生产生活区等）恢复措施集中在 2020 年实施。水土保持临时措施实施情况见表 4-3。

表 4-3 水土保持临时措施实施情况表

分区	措施名称	实际实施工程量
路基工程区	临时挡土墙（m）	64
	临时挡板（m）	5375
	临时排水沟（m）	5544
	密目网覆盖（m <sup>2</sup> ）	61659
	无纺布覆盖（m <sup>2</sup> ）	447522

4 水土流失防治措施监测结果

	临时撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	1.21
桥梁工程区	临时排水沟 (m)	210
	围堰拆除 (处)	11
	沉淀池 (个)	17
	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	2673
	无纺布覆盖 (m <sup>2</sup> )	52147
互通工程区	临时排水沟 (m)	158
	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	11053
	无纺布覆盖 (m <sup>2</sup> )	286357
沿线设施区	临时排水沟 (m)	168
	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	5412
	无纺布覆盖 (m <sup>2</sup> )	62147
取土场	临时排水沟 (m)	60
	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	567
弃渣场	临时排水沟 (m)	180
	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	3581
	无纺布覆盖 (m <sup>2</sup> )	88412
临时堆土场区	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	9840
施工生产生活区	临时排水沟 (m)	230
	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	2650
	无纺布覆盖 (m <sup>2</sup> )	185841
	临时撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.94
施工便道区	密目网覆盖 (m <sup>2</sup> )	625
	无纺布覆盖 (m <sup>2</sup> )	5124
	临时撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.05

调查结果表明, 工程建设期采取了相应的临时措施, 主要为临时排水、临时覆盖为主, 有效的控制了路基边坡及地表面的水土流失, 对项目自身运行以及周边环境均未造成较大的水土流失危害, 基本满足施工期水土流失防治要求。

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

项目水土流失面积根据资料统计及现场量测，施工期水土流失面积 849.39hm<sup>2</sup>，植被恢复期水土流失面积 292.75hm<sup>2</sup>。水土流失面积详见表 5-1。

表 5-1 各阶段水土流失面积

序号	分区	施工期扰动面积(hm <sup>2</sup> )	植被恢复期面积(hm <sup>2</sup> )
1	路基工程区	594.55	162.43
2	桥梁工程区	10.56	0.18
3	互通工程区	152.44	79.41
4	沿线设施区	21.92	11.51
5	取土场区	2.31	0.67
6	弃渣场区	31.8	30.58
7	临时堆土场区	2.17	1.26
8	施工生产生活区	29.03	6.45
9	施工便道区	4.61	0.26
合计		849.39	292.75

工程建设过程中，水土流失的主要形式是水力侵蚀。施工准备期各工程区未进行大规模的开挖回填土石方，只利用部分施工生产生活区，水土流失面积最小。水土流失的主要时段在土建施工期，公路工程全面开始路基施工，土石方开挖回填量大，弃渣场全部利用，水土流失面积大，强度大，水土流失量大；施工中后期，开始路面施工，同时排水工程、边坡防护工程等开始施工，水土流失面积减小，强度降低，水土流失量逐渐减小。自然恢复期由于路面硬化，水土保持工程已完善，水土保持植物措施开始发挥作用，水土流失趋于轻微。

### 5.2 土壤流失量

#### 5.2.1 土壤侵蚀单元划分

根据水土流失特点，将施工期前土壤侵蚀单元划分为原地貌侵蚀单元（未施工地段）、扰动地表侵蚀单元（各施工地段）和实施防治措施单元等三大类侵蚀

单元。施工初期原地貌单元面积所占比例较高，随着施工进展，扰动地表单元的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌全部被扰动地表单元和防治单元取代，随水土流失防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表单元比例大增。

### 1、原地表侵蚀单元划分

依据本工程建设区域的地貌类型和水土流失侵蚀类型区，将原地貌侵蚀单元划分为丘陵区。

### 2、地表扰动类型划分

根据本工程特点可能造成水土流失情况，并结合本工程建设区域的地貌类型、地面组成物质和新增水土流失的特点，为了客观地反映建设项目的水土流失特点，在监测中，对建设项目的地表扰动进行分类。施工过程中对地表的扰动主要表现为路基、桥梁、互通立交、沿线设施工程开挖回填施工活动、弃渣及临时堆土的堆放等。

### 3、防治措施分类

本工程水土流失防治分区为：路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、沿线设施区、取土场区、弃渣场区、施工生产生活区、临时堆土场区、施工便道区。防治措施主要有护坡工程、截、排水工程、植树种草绿化工程、土地整治、临时覆盖、排水等。

## 5.2.2 土壤侵蚀模数确定

### 一、原地貌土壤侵蚀模数

根据工程的施工工艺和时序、扰动方式和强度、地面组成物质等确定扰动后土壤侵蚀模数。工程所处区域属于丘陵地貌，属南方红壤区，土壤容许流失量为  $500t/(km^2 \cdot a)$ ，本项目水土流失背景值根据项目区植被覆盖度、坡度、地面组成物质、地貌类型等综合分析确定。项目所处地段主要为丘陵区，水土流失以轻度水力侵蚀为主，植被相对良好，根据原批复的水土保持方案，确定原地貌土壤侵蚀模数为  $439t/(km^2 \cdot a)$ 。

### 二、施工期土壤侵蚀模数

#### 1、监测点土壤流失监测

我公司自 2017 年 10 月开始监测以来，结合公路建设中路基边坡建设、弃渣

场使用等实际情况，共设置土壤流失固定监测点 3 处，具体如下：简易坡面量测场 2 处，简易水土流失观测场 1 处。

① 2018 年 6 月至 2019 年 6 月，我公司技术人员对 K2046+530 右侧路基填方边坡布设了简易坡面量测监测点，监测点尺寸为坡高 16.5m，坡度 40°，坡长×宽=26m×5m，土质边坡。详见表 5-2。

表 5-2 简易坡面量测法（侵蚀沟量测）侵蚀模数计算表

位置	监测时段	监测面积 (m <sup>2</sup> )	累计侵蚀量 (m <sup>3</sup> )	侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a)
K2046+530 路基右侧填方边坡	1.0 年, 2018.6-2019.06	130	0.82	16400

② 2019 年 3 月至 2020 年 4 月，我公司技术人员对 K51+900 右侧填方边坡布设了简易坡面量测监测点，监测点尺寸为坡高 5.0m，坡度 31°，坡长×宽=10m×5m，土质边坡。详见表 5-3。

表 5-3 简易水土流失观测场（桩钉法）侵蚀模数计算表

位置	监测时段	监测坡面积 (m <sup>2</sup> )	累计侵蚀量 (m <sup>3</sup> )	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
K51+900 路基填方边坡	1.0 年, 019.3-2020.4	50	0.49	9800

③ 2018 年 6 月~2020 年 6 月，我公司技术人员对 K2062+200 左侧弃渣场边坡布设了简易水土流失观测场监测点，监测点尺寸为坡高 12m，坡度 40°，坡长×宽=19m×5m，土质边坡。详见表 5-4。

表 5-4 简易坡面量测法（侵蚀沟量测）侵蚀模数计算表

位置	监测时段	监测面积 (m <sup>2</sup> )	累计侵蚀量 (m <sup>3</sup> )	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)
K2062+200 左侧弃渣场边坡	2.0 年, 2018.6-2020.06	95	0.90	18000

## 2、施工期平均土壤侵蚀模数确定

在对各个监测点及调查监测实际观测成果的基础上，根据旧路改扩建的施工工艺（原路基路面改造部分虽扰动但不计土壤流失）、监测时段、地形条件、降雨情况对各个扰动形式进行修正，得出本工程监测期各个扰动形式水土流失平均侵蚀强度，详见表 5-5。

5-5 施工期平均土壤侵蚀模数分析表

项目防治分区	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	修正后平均土壤侵蚀 模数 (t/(km <sup>2</sup> ·a))	备注
路基工程区	594.55	3220	按边坡面积和路基面积加权修正
桥梁工程区	10.56	3835	按路基工程区修正
互通立交	152.44	3150	按路基工程区修正
沿线设施	21.92	3360	按路基工程区修正
取土场区	2.31	5230	按路基工程修正
弃渣场区	31.8	7580	按监测实际情况计列
临时堆土场区	2.17	6140	按弃渣场修正
施工生产生活区	29.03	2900	按路基工程区修正
施工便道区	4.61	2580	按路基工程区修正
合计	849.39		

### 三、土壤流失量

通过对定位监测点和调查收集到的监测数据按个防治分区进行分类、汇总、整理,利用水土流失面积、侵蚀模数和实际的侵蚀时段计算出各分区土壤流失量。根据监测计算汇总,项目建设产生土壤流失量为 21677t。计算汇总结果见表 5-6。

5-6 土壤流失量计算表

分区	项目建设期、植被恢复期 (t)					水土流 失总量 (t)
	2017 年	2018 年	2019	2020 年	2021 年	
	10-12 月	1-12 月	1-12 月	1-12 月	1-3 月	
路基工程区	2214	6229	5903	592	14	14952
桥梁工程区	37	68	76	14	3	198
互通工程区	73	565	492	173	6	1309
沿线设施区	27	52	49	5	1	134
取土场区	4	24	23	4	1	55
弃渣场区	519	1726	1720	787	9	4761
临时堆土场区	8	22	21	4	1	56
施工生产生活区	82	20	16	44	7	169
施工便道区	6	12	15	9	1	43
合计	2970	8718	8315	1632	42	21677

### 5.3 取土、弃土潜在土壤流失量

根据本项目实际情况,工程开挖土石方 512.66 万 m<sup>3</sup>,回填土石方 271.32 万 m<sup>3</sup>,借方 8.0 万 m<sup>3</sup>,弃方 249.34 万 m<sup>3</sup>。借方来源于沿线取土场,永久弃方全部运至沿线弃渣场堆放。施工过程中,先后启用弃渣场 39 处,取土场 3 处。其



中 19 处弃渣场采取了拦挡措施，大部分弃渣场均采取了植物措施，植物长势良好，部分弃渣场进行复耕或交由当地使用。3 处取土场部分边坡裸露外，其余平台采取了植被恢复措施。取土场、弃渣场现状水土流失轻微，土壤流失得到有效控制。

## 5.4 水土流失危害

针对本工程特点，在水土保持监测过程中主要围绕公路建设对沿线河道、道路、村庄和农田的影响及危害情况进行了监测。

### (1) 对河流的影响

桥梁基础施工期间选择在枯水期，对河流的影响较小，且多为临时性的，施工结束后自然消除。

### (2) 对周边道路、村庄的影响

本工程施工过程中主体工程工序衔接良好，临时用地大多采取了切实有效的水土流失防治措施，水土保持监测过程中未发生滑坡、泥石流等严重危害周边道路、村庄和居民安全的水土流失现象。

### (3) 对周边环境的影响

工程施工过程中占压了部分耕地及林草地，同时工程进行过程中可能对征地范围界限外一定区域内的植被产生影响，施工单位基本按照划定的占地范围线内施工，尽可能的避免对周边地表的扰动。

本工程按照水土保持方案设计的水土流失防治措施体系开展水土流失治理工作，采取各项水土保持措施，施工过程中水土流失得到有效控制，对施工周边影响较小。随着工程完工，各项水土保持措施落实到位，水土流失减弱，对周边的影响较小。本工程建设过程中没有发生水土流失危害。

## 6 水土流失防治效果监测结果

主体工程目前处于试运行期，水土保持工程防护措施已全部实施完成，通过六项水土流失量化指标(扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率)与方案目标值对比分析，可对项目建设期末水土保持防护措施实施后的防治效果做出合理的分析与评价，以总结项目建设期的水土流失防治状况，评定项目防治目标达标情况。

### 6.1 扰动土地整治率

根据监测结果，项目建设区扰动土地面积 849.39hm<sup>2</sup>，水土保持措施防治面积 419.27hm<sup>2</sup>，硬化面积 420.49hm<sup>2</sup>，扰动土地整治率为 98.87%，达到方案制定的目标要求 95%及合格标准，具体计算见表 5.2-1。

表 6-1 扰动土地整治率计算表

序号	分区	扰动面积	工程措施面积	植物措施面积	永久建筑物及硬化面积	扰动土地整治率
		(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	(%)
1	路基工程区	594.55	82.86	162.43	342.46	98.86%
2	桥梁工程区	10.56	0.24	0.18	9.81	96.91%
3	互通工程区	152.44	22.16	79.41	48.92	98.72%
4	沿线设施区	21.92	1.08	11.51	8.77	97.44%
5	取土场区	2.31	1.64	0.67		100.00%
6	弃渣场区	31.8	1.22	30.58		100.00%
7	临时堆土场区	2.17	0.91	1.26		100.00%
8	施工生产生活区	29.03	12.06	6.45	10.52	100.00%
9	施工便道区	4.61	4.35	0.26		100.00%
合计		849.39	126.52	292.75	420.49	98.87%

### 6.2 水土流失总治理度

根据监测结果，项目区内水土流失面积共 428.90hm<sup>2</sup>，项目区内水土保持措施防治面积为 419.27hm<sup>2</sup>，水土流失总治理度为 97.75%，达到方案制定的目标要

求 97%及合格标准，具体计算见表 6-1。

表 6-1 水土流失总治理度预期达标值计算表

序号	分区	水土流失面积	工程措施面积	植物措施面积	扰动土地整治率
		( $\text{hm}^2$ )	( $\text{hm}^2$ )	( $\text{hm}^2$ )	(%)
1	路基工程区	252.09	82.86	162.43	97.30%
2	桥梁工程区	0.75	0.24	0.18	56.32%
3	互通工程区	103.52	22.16	79.41	98.12%
4	沿线设施区	13.15	1.08	11.51	95.73%
5	取土场区	2.31	1.64	0.67	100.00%
6	弃渣场区	31.8	1.22	30.58	100.00%
7	临时堆土场区	2.17	0.91	1.26	100.00%
8	施工生产生活区	18.51	12.06	6.45	100.00%
9	施工便道区	4.61	4.35	0.26	100.00%
合计		428.9	126.52	292.75	97.75%

### 6.3 土壤流失控制比

土壤流失控制比=项目区容许土壤流失量/治理后每平方公里年平均土壤流失量。

项目区容许土壤流失量为  $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。根据现场监测结果，项目区水土保持措施均已发挥功效，裸露面得到治理，增加土壤入渗，减少地表径流，减轻土壤侵蚀，有效地控制防治责任范围内的水土流失，使土壤流失控制比达到原背景值以下，土壤流失控制比加权平均值达到 1.2，达到水土保持方案设计的目标。

### 6.4 拦渣率

根据监测结果，项目建设使用的 39 个弃渣场，共有弃渣  $249.34 \text{万 m}^3$ 。按  $1.35\text{t}/\text{m}^3$  计算，弃渣量为  $336.61 \text{万 t}$ 。在综合考虑弃渣成分、性质，堆放方式及地点，防护措施等因素的情况下，估算弃渣场区的水土流失量为  $0.48 \text{万 t}$ ，计算得实际拦渣量为  $336.13 \text{万 t}$ （折合  $248.99 \text{万 m}^3$ ），拦渣率为  $99.86\%$ ，达到方案制定的目标要求  $95\%$ 及合格标准。

## 6.5 林草植被恢复率

项目建设区可恢复林草植被面积 294.57hm<sup>2</sup>，林草措施面积 292.75hm<sup>2</sup>，林草植被恢复率为 99.38%，达到方案制定的目标值 99%及合格标准，具体计算见表 6-3。

表 6-3 林草植被恢复率计算表

序号	分区	可恢复林草植被面积	林草措施面积	林草植被恢复率
		(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	(%)
1	路基工程区	163.71	162.43	99.22%
2	桥梁工程区	0.22	0.18	81.82%
3	互通工程区	79.77	79.41	99.55%
4	沿线设施区	11.65	11.51	98.80%
5	取土场区	0.67	0.67	100.00%
6	弃渣场区	30.58	30.58	100.00%
7	临时堆土场区	1.26	1.26	100.00%
8	施工生产生活区	6.45	6.45	100.00%
9	施工便道区	0.26	0.26	100.00%
合计		294.57	292.75	99.38%

## 6.6 林草覆盖率

项目区总占地 849.39hm<sup>2</sup>，项目区已实施林草面积 292.75hm<sup>2</sup>，项目区的林草覆盖率为 34.47%。达到方案制定的目标值 27%及合格标准，具体计算见表 6-4。

表 6-4 林草覆盖率计算表

序号	分区	项目建设区面积	林草面积	林草覆盖率
		(hm <sup>2</sup> )	(hm <sup>2</sup> )	(%)
1	路基工程区	594.55	162.43	27.32%
2	桥梁工程区	10.56	0.18	1.70%
3	互通工程区	152.44	79.41	52.09%
4	沿线设施区	21.92	11.51	52.51%
5	取土场区	2.31	0.67	29.00%
6	弃渣场区	31.8	30.58	96.16%
7	临时堆土场区	2.17	1.26	58.06%
8	施工生产生活区	29.03	6.45	22.22%
9	施工便道区	4.61	0.26	5.64%
合计		849.39	292.75	34.47%

根据上述计算结果得知，项目建设过程中各防治分区均进行了合理的防治措施。通过实施工程措施和植物措施治理，各防治区地表植被得到了有效的改善，项目区水土流失得到根本控制，水土流失强度较低，各项指标达到了水土保持方案确定的防治目标。水土流失防治措施全部实施后，不再产生扰动地表活动，建设区域生态环境将会发生明显改善，达到水土保持方案设计要求和治理目标。

## 7 结论

### 7.1 水土流失动态变化

项目建设引起的水土流失是一个动态变化过程，其强度也是动态变化的。

根据施工和监理记录，结合实际调查监测，本项目随着施工建设的开始，地表扰动强度增大，水土流失强度增强；随着土建工程的结束，水土保持措施的实施，水土保持措施效益发挥，水土流失强度减小；施工过程中土壤流失强度决定性因素为降雨以及人为扰动，因此在雨季的流失强度远大于旱季流失强度，项目施工期的水土流失强度同比运行期的水土流失强度有明显较大。项目运行期水土流失强度因措施效益发挥而明显下降。

兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程从 2017 年 9 月开工，2019 年 9 月主体工程建设完工。项目在施工过程中已经采取了大量的水土保持措施，水土保持工程质量良好，各项措施现已发挥效益，总体看该工程施工单位对水土保持工程比较重视，按照批复的水土保持方案报告书的要求施工，方案落实较好。

根据监测结果，现对兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持治理六项指标的达标情况作出如下评价：

- (1) 扰动土地整治率：方案目标值为 95%，实现值为 98.87%；
- (2) 水土流失总治理度：方案目标值为 97%，实现值为 97.75%；
- (3) 土壤流失控制比：方案目标值为 1.2，实现值为 1.2；
- (4) 拦渣率：方案目标值为 95%，实现值为 99.86%；
- (5) 林草植被恢复率：方案目标值为 99%，实现值为 99.38%；
- (6) 林草覆盖率：方案目标值为 27%，实现值为 34.47%。

兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程在施工期间因工程建设大面积扰动和破坏了原地表和植被，加剧了原有的水土流失。施工期通过实施工程措施和植物恢复措施相结合的水土流失防治方案，因工程建设引起的水土流失得到了一定的控制；在植被恢复期加大了水土保持投入力度，进一

步加强工程措施和林草恢复措施，使扰动范围内的水土流失得到全面治理，水土流失强度大为减小，各项防治指标总体上达到了方案预定的完工治理目标。水土保持工程质量达到设计要求。目前，工程水土流失防治体系已经建成，为防治水土流失发挥了重要的作用。

## 7.2 水土保持措施评价

本工程已实施水土保持工程措施主要有排水工程、护坡工程、拦挡工程、土地整治等。通过现场勘查各项措施运行效果、量测外观尺寸，项目区内各项工程措施实施情况良好，运行稳定。排水沟、弃渣场挡墙、护坡骨架等等按设计尺寸进行施工，土地整治工程经治理土地可恢复其原有植被种植等功能，扰动地表基本恢复至原地貌。各项工程措施的有效实施对项目区内土体的保护及为后续的植物措施的落实发挥了良好的水土保持作用。

水土保持植物措施包括喷播植草、撒播草种、栽植乔灌木等。通过沿线巡视以及典型植被样地调查，各防治分区扰动地表基本完成植被绿化工作。

水土保持临时措施主要为临时拦挡、临时排水、临时覆盖工程等，针对路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、沿线设施区、弃土场区易发流失部位等布设了施工期有效临时防护措施，减轻了项目工程施工扰动对外界造成的影响，有效减轻了项目水土流失。

兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程在施工过程中已经采取了大量的水土保持措施，水土保持工程质量良好，各项措施现已初步发挥效益，总体看该工程施工单位对水土保持工程比较重视，按照批复的方案的要求施工，落实较好，达到水土保持方案设计要求。

## 7.3 存在问题及建议

综合以上监测结论，本工程建设过程中，建设单位注重水土流失综合防治工作，积极落实了各项水土保持措施，通过治理，项目区的水土流失得到了有效的控制，生态环境明显改善，各项治理指标均达到了水土保持方案提出的各项防治目标。

根据监测过程中掌握的情况，监测单位从项目治理的实际出发，总结出几点存在的问题，同时针对问题提出相应的整改建议，供建设单位和其他相关部门参考。具体如下：

(1) 应加强对已实施的水土保持措施（工程、植物）的管理和维护工作，在运行期定期安排巡视检查，及时排查水土流失隐患。

(2) 在今后同类项目建设过程中，应及时开展水土保持监测工作，做好项目施工期水土保持监测，配合水利部门工作，做好水土保持工作；

(3) 部分路基边坡植物成活率不高，建议及时对植被成活率不高的边坡增撒草籽，加强养护；

(4) 对项目建设区内部分开挖边坡植被恢复较差的区域（如取土场等）应进行攀爬植物的补种，加强管护；

(5) 部分弃渣场边坡和平台的植物生长较差，且种类单一，建议后期加强养护，增加植物种类数量，丰富生态多样性。

## 7.4 综合结论

本工程水土保持措施总体布局合理，完成了工程设计和水土保持方案所要求的水土流失防治的任务，水土保持设施工程质量合格，水土流失得到有效控制，项目区生态环境得到根本改善。

经试运行，未发现重大质量缺陷，水土保持工程运行情况基本良好，达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。



## 8 附件、附图

### 8.1 附件

附件 1 水利部关于兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案的批复（水保函[2015]32号）；

附件 2 广西壮族自治区水利厅《自治区水利厅关于兰州至海口高速公路广西南宁至钦州、钦州至防城港段改扩建工程水土保持方案(弃渣场补充)的批复》（桂水审批〔2019〕48号）

### 8.2 附图

附图 1: 项目区地理位置图；

附图 2: 水土保持防治责任范围及监测点位图；

附图 3: 水土保持调查监测照片。