

水保监测乙字第 326 号

海西高速公路网
沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程
水土保持监测总结报告



福建八闽水保生态工程咨询有限公司

2018 年 4 月

水保监测乙字第 326 号

海西高速公路网
沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程
水土保持监测总结报告



福建八闽水保生态工程咨询有限公司

2018年4月

目 录

1	建设项目及项目区概况	1
1.1	项目概况	1
1.2	项目区概况	4
1.3	工程水土流失情况	6
2	监测实施.....	9
2.1	监测目标和原则	9
2.2	监测范围及监测分区	10
2.3	监测工作实施情况	11
3	监测内容与方法.....	13
3.1	监测内容	13
3.2	监测方法和频次	14
3.3	监测时段	16
3.4	监测点布设	16
4	不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定	17
4.1	侵蚀单元划分	17
4.2	各侵蚀单元侵蚀模数	18
5	水土流失动态监测结果与分析	21
5.1	防治责任范围动态监测结果	21
5.2	取土、弃土（渣）动态监测结果	23
5.3	地表扰动面积动态监测结果	24
5.4	土壤流失量动态监测结果	25

6	水土流失防治动态监测结果	29
6.1	水土流失防治措施	29
6.2	水土流失防治效果动态监测结果	35
6.3	运行初期水土流失分析	37
7	结 论	39
7.1	水土保持措施评价	39
7.2	存在问题及建议	41

附图：

海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持措施实施相片

工程水土保持监测特性表

填表时间： 2017年9月

建设项目主体工程主要技术指标							
项目名称		海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程					
建设规模	本工程路线全长 50.778km，其中宁德段全长 25.688km，福州段全长 25.09km，全线采用双向六车道高速公路标准，设计速度 100km/h。	建设单位全称	宁德沈海复线宁连高速公路有限公司/福州沈海复线高速公路有限公司				
		建设地点	福建省宁德市蕉城区、福州市罗源县、连江县				
		工程等级	I 等				
		所在流域	闽江流域				
		工程总投资	69.16 亿元（未决算）				
		工程总工期	65 个月				
建设项目水土保持工程主要技术指标							
自然地理类型	以丘陵地貌为主	所属防治区类型	均未列入省级水土流失重点治理区				
水土流失预测总量	21.83 万 t	运行初期土壤侵蚀模数	391t/km ² ·a				
防治责任范围面积	488.89hm ²	水土流失容许值	500t/km ² ·a				
项目建设区面积	367.57hm ²	主要防治措施	实施了护坡、挡土墙、截排水沟；播撒草种、铺植草皮、石质边坡挂铁丝网植草、种植乔灌木、临时排水、沉沙、覆盖等				
水土保持监测主要技术指标							
监测单位全称		福建八闽水保生态工程咨询有限公司					
监测内容	监测指标		监测方法（设施）		监测指标		监测方法（设施）
	1、防治责任区范围		调查监测		5、水土流失危害		现场巡查
	2、水土流失量及程度变化		调查、定点监测		6、水土保持工程措施效果		调查监测
	3、水土流失面积变化		调查监测		7、拦渣率		调查监测
	4、弃渣弃土量变化与流向		定点、调查监测		8、水土保持植物措施效果		调查监测
监测结论	分类分级指标	目标值	达到值	监测情况（hm ² ）			
	扰动土地整治率	97%	99.07%	实际拦渣量	21.83 万 t	水土流失面积	100.35
	水土流失总治理度	97%	97.35%				
	土壤流失控制比	1.0	1.33	林草总面积	101.53	可绿化面积	99.36
	拦渣率	90%	96%				
	林草植被恢复率	99%	99.32%	扰动地面积	367.57	责任范围面积	488.89
	林草覆盖率	27%	28.83%				
水土保持治理达标评价		工程设施外观平整，稳固牢靠，质量合格，达设计要求，植物措施林草长势良好，质量合格，达设计要求。六项水土流失防治指标均达到水土保持方案设计目标值。					
总体结论		项目建设区内水土保持措施布局合理，数量和质量达到了方案设计的要求，林草植物生长良好，工程措施无损坏，能起到较好的防治作用。项目区植被覆盖率得到提高，社会经济、生态效益明显，初步达到预期效果。					
主要建议	1、弃渣场及部分施工便道局部地表裸露，应进一步采取林草植物措施，尽快提高植被覆盖率。 2、运营期应加强对路基边坡、砌石挡墙、截洪排水设施等的管理维护和植物措施的管护，确保其正常发挥水土保持效益。						

1 建设项目及项目区概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置及线路走向

海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程宁德段：起于宁德市蕉城区漳湾镇增板村附近、经蕉城区漳湾镇、城南镇、飞鸾镇，止于飞鸾镇油车岭隧道，全长25.668km；福州段：起点位于福州市罗源县起步镇庭洋坂村（YK30+100），在油车岭隧道内对接宁德段终点，经罗源县松山镇进入连江县马鼻镇、透堡镇，项目终点位于连江县官坂镇梅里村以东（K55+422.110），全长25.09km（已扣除梅里枢纽互通至浦口互通段与可门疏港高速公路共线的7.6km）。

实际建设里程50.778km，已扣除梅里枢纽互通至浦口互通段与可门疏港高速公路共线的7.6km。

1.1.2 建设规模及内容

海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程全线采用双向六车道高速公路标准，设计速度100km/h，路基宽度33.5m。全线桥涵设计车辆荷载为公路Ⅰ级；路面为沥青混凝土路面，标准轴载100KN；路基、桥涵洪水设计频率为特大桥1/300，其余均为1/100。

全线新建总里程50.778km（宁德段25.688km、福州段25.09km），设桥梁28.64km/42座、互通立交5.5处、隧道13277.7/7座、服务区1处、收费站4处。

宁德段：设3处互通（增板枢纽、宁德东、飞鸾复合），设2处收费站（宁德东、飞鸾），设宁德养护工区1处。沿线设桥梁18.39km/24座（特大桥13190.5m/2座、大桥4572.1m/1座、中小桥632.6m/9座），

涵洞及通道 1512.5m/36 道, 隧道 4182m/4.5 座(含 I 匝道隧道 421m/1 座)。

福州段: 全线设罗源湾、马鼻、梅里互通共 2.5 处, 设收费站 2 处(罗源湾、马鼻匝道), 透堡服务区 1 处。隧道 9095.7m/2.5 座、特大桥 5672.5m/3 座、大桥 1808m/3 座、涵洞 9 道、通道 5 处。

工程主要特性见表 1-1。

沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程主要特性见表

表 1-1

项目名称	海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程		建设单位	宁德沈海复线宁连高速公路有限公司/福州沈海复线高速公路有限公司	
工程性质	新建	建设地点	宁德市、福州市	建设工期	65 个月
工程投资		69.16 亿		建设标准	高速公路
一、主要经济技术指标					
公路等级	高速	车道数	6 道	设计速度	100km/h
路基宽度	33.5m	车道宽度	6*3.75		
路面标准轴载	BZZ-100	汽车荷载	I 级	地震设防	7 度
路面结构	沥青混凝土	最大纵坡	4%		
设计洪水频率	特大桥 1/300, 大桥 1/100, 中小桥 1/00, 路基 1/100				
二、主体工程建设规模					
线路全长	全长 50.778km (宁德段 25.688km、福州段 25.09km)				
桥梁	28.64m/42 座		隧道	13277.7m/7 座	
互通立交	5.5 处		收费站/服务区	4/1 处	
三、项目组成及占地情况					
占地情况					
项目组成			占地面积 (hm ²)		
永久占地	公路主线		306.41		
临时占地	施工便道		12.90		
	施工生产生活		35.02		
	弃渣场		6.85		
	临时堆土场		6.39		
合计			367.57		
四、项目土石方工程量					
挖方量			464.93 万 m ³		
填方量			443.33 万 m ³		
综合利用			18.85 万 m ³		
弃方量			2.75 万 m ³		
			弃渣场 4 处, 占地面积 6.85hm ²		

1.1.3 工程占地及土石方平衡情况

工程建设占地总面积 367.57hm^2 ，其中永久占地 306.41hm^2 ，临时占地 61.16hm^2 ，临时占地包括施工便道 12.90hm^2 、施工生产生活 35.02hm^2 、弃渣场 6.85hm^2 、临时堆土场 6.39hm^2 ，占地类型主要是耕地、建设用地、未利用地等。

工程实际挖方总量 464.93万 m^3 ，填方总量 443.33万 m^3 ，综合利用 18.85万 m^3 ，路基土石方及隧道洞渣弃方总量 2.75万 m^3 ，弃方分别在公路沿线设置 4 处永久弃土场永久堆置。

1.1.4 工程工期及投资

本工程全线总工期 65 个月（即 2011 年 7 月-2016 年 11 月），其中宁德段于 2011 年 7 月开工，于 2016 年 11 月完工；福州段实际于 2012 年 4 月开工，2015 年 12 月完工。

工程实际完成总投资 69.16 亿元（未决算）。工程建设单位为宁德沈海复线宁连高速公路有限公司/福州沈海复线高速公路有限公司。

1.2 项目区概况

1.2.1 地形、地貌

路线走廊位于闽东南滨海断隆带与闽东火山断拗带中，场区分布有：松溪-宁德断裂带、福鼎-云霄断裂带、寿宁-连江断裂带、罗源-明溪断裂带等，并以其为主导，控制了区内的次级构造，形成以北东向构造为主北西向次之的构造格局。公路沿线地貌以低山丘陵、滨海平原区为主，地形起伏不大，隧道围岩以燕山期花岗岩、花岗闪长岩、凝灰熔岩为主，岩质坚硬，稳定性较好，围岩级别 II-III 级为主。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），场区地震动峰值加速度为 $0.35g$ ，相应地震基本烈度为 VI 度。

1.2.2 气象

项目区属中亚热带海洋性季风气候，具有山地气候、盆谷地气候等多种气候特点，春夏雨热同期，秋冬光温互利，光能充足，热量丰富，雨水充沛，四季分明，海洋季风性气候显著，沿海和内陆温差悬殊，气候类型呈多样性，灾害性天气频繁。项目区多年平均气温 18.5~19℃，极端最高气温为 39.5~41.6℃，极端最低气温-7.7~-7.5℃，大于等于 10℃积温 6098~6957.8℃；多年平均降水 1450~1652mm，20 年一遇 24 小时降雨量 191.3~231.7mm，年蒸发量 1240~1300mm，年无霜期 272~282 天，无霜期平均约为 272~280 天/年，其余时间为旱季，日照年时数 1837~1899h，年均风速 1.5~2.2m/s，主导风向为 SE。

1.2.3 水文

境内溪流以北东向和北西向为主，构成较明显的格状水系，鳌江是本区主要河流，流域面积 2666km²，干流长 134.8km，年平均流量 60.5km³/s，年径流量 19.14 亿 m³，水力蕴藏量 14 万千瓦。上游水质资丰富。此外还有鲤鱼溪、起步溪等独流入海的小溪，均为雨源型，沿河流中、上游段分布有大量小型水电站。河川径流主要由降水补给，降水对径流量及时空分布和变化有着决定性的影响。由于各流域的降水和蒸发情况不同，降水转为径流的量值差别很大，地表水是境内主要水资源。

项目跨越海域处位于宁德三沙湾海域，三都理论最低潮面与黄海平均海平面相差 3.607m；潮汐形态系数为 0.238，属正规半日潮；三都澳属半封闭海湾，湾口口门水域宽度仅为 3km 左右，口门偏 SE 向开敞；三都澳湾口以外海域 ESE 向重现期为五十年的 H_{1/3}=5.9m；三都澳属强潮海区，潮差大，潮流急，最大涨潮流速 1.4m/s，流向为 NW 向，最大落潮流速 1.9m/s，流向为 SE 向；三都澳泥沙来源主要有：陆地来沙、海岸侵蚀来沙、河流来沙。

1.2.4 土壤

项目区域土壤多系岩浆岩、沉积岩和变质岩风化后，由于搬运、堆

积的方式及程度不同，发育成不同类型的成土母质。山地土壤多为残积物、坡积物，少数为堆积物；低山丘陵地、低山丘陵坡地、河流高阶地及滨海台地的“山田”，以坡积物和堆积物为主，河谷平原、山间盆地和部分山垅缓坡地带以冲击物为主兼有坡积物，滨海平原为海积物。项目所在区域内共有红壤、黄壤、山地草甸土、紫色土、潮土、滨海风沙土、盐土及水稻土等 8 个土类，20 个亚类，50 个土属，58 个土种。

1.2.5 植被

项目区属中亚热带季风湿润性气候。其为常年温暖叶林地带的常绿楮类照叶林小区。典型植被类型有：常绿针叶林、灌木林、常绿阔叶林、混交林、竹林、草坡。植被情况为垂直分布、水平分布明显，可分为四个林带：土地灌木草甸带，分布在海拔千米以上地区；针阔混交林带，分布在海拔 800-1000m 地区；照叶林带，分布在海拔 500-800m 地区；用材林经济林带，分布在 500m 以下地区。林草覆盖率为 71.12%。

1.3 工程水土流失情况

1.3.1 工程水土流失特点

工程涉及宁德市、福州市，按照全国土壤侵蚀类型区划，项目区属南方红壤丘陵区，水土流失以水力侵蚀为主，其侵蚀形态以面蚀为主，间有沟蚀发生。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保[2013]188 号)和《福建省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》(闽政发〔1999〕205 号)，工程所在区均未列入国家级水土流失重点预防区和重点治理区，工程所在区均未列入省级水土流失重点防治区，工程所在地容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀模数背景值为 $519\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.3.2 工程建设的水土流失问题

工程在建设过程中，由于开挖和填筑形成了裸露边坡等，扰动、占压了原地貌，原有植被遭受破坏，土体抗侵蚀能力降低。工程建设产生的大量弃渣在搬运、堆置过程中，在降水、重力等外营力的作用下，产生水土流失，对周边环境造成影响。

工程建设过程中实施了主体工程斜坡防护和植被建设工程、临时拦挡工程、土地整治工程，弃渣场土地整治工程和植被建设工程，施工生产生活区植被建设工程土地整治工程，以及施工过程中的临时防护措施等水土保持措施，较好的防治了由于工程建设可能造成水土流失。

在工程建设过程中，福建省水土保持监督站、宁德市水利局、蕉城区水利局、福州市水利局、罗源县水利局和连江县水利局等各级水行政主管部门多次到工程现场指导工程建设（未出具相关监督检查意见），监督检查水土保持“三同时”制度的落实情况，有力地促进了工程建设任务的顺利完成和水土保持“三同时”制度的落实。

2 监测实施

2.1 监测目标和原则

2.1.1 监测目标

一是落实水土保持方案的重要环节，通过监测来规范建设活动，特别是弃土、弃渣行为，督促建设单位落实水土保持方案各项防治措施；二是通过对建设活动造成的水土流失动态监测分析，掌握水土流失的特点、分布、规模，为水土流失防治提供依据和实施监督管理提供技术服务；三是评价水土流失防治效果，检验水土保持防治工程技术合理性及水土保持方案的科学性，为项目竣工验收和水土保持设施运行管理提供服务。

2.1.2 监测原则

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持方案报告书(报批稿)》及福建省水利厅闽水保监[2010]84号文批复的要求，结合本工程建设实际水土流失特点，确定监测原则如下：

(1)全面调查和重点观测相结合

对工程的水土流失防治责任范围进行全面调查，对照水土保持方案提出的监测要求，在全面调查的基础上，确定水土流失及其防治效果监测的重点区域，并确定相应的监测方法。

(2)定期调查和动态监测相结合

对各水土流失防治分区内的地形地貌、地面组成物质、植被种类、覆盖度随主体工程总体布局与施工进度变化情况，通过定期调查获取；对于工程防治责任范围内的降雨量、径流量、土壤侵蚀量设置地面定位观测点进行动态监测，取得系列观测数据，并进行分析整编进而得到客观的监测成果；对于水土保持治理措施防治效果按照一定的时间间隔进

行观测记录，作为分析水土保持工程实施和试运行期两个不同阶段水土流失动态变化的分析指针。

(3)实际调查观测与模型分析相结合

对于项目不同建设区的水土流失情况，通过实地调查和观测获取相应的资料；对原地面的水土流失可以通过当地相似区域水土流失预测模型进行分析计算。对于水土流失防治效果应通过实地调查和观测相互验证分析。

(4)监测分区和监测内容相结合

监测分区按项目功能区、水土保持防治分区确定，根据不同分区水土流失防治特点，确定相应的技术可行、操作性强的监测内容和方法。

(5)地面监测和调查观测相结合

地面监测主要针对工程施工强度大、可能引发的水土流失量较大的区域，如挖填方边坡、堆渣场等，通过布设模拟监测简易坡面进行连续监测，从而动态反映土壤侵蚀强度、土壤侵蚀量等变化。调查监测主要针对工程弃土弃渣量、地表扰动面积、防治措施等不定期监测，从而了解水土流失因子变化情况。

2.2 监测范围及监测分区

2.2.1 监测范围

水土保持监测范围与批复的水土保持方案报告书确定的工程水土流失防治责任范围一致。

2.2.2 监测分区

根据批复的《海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持方案报告书》（报批稿）及项目区水土流失现状和造成的水土流失特点，本项目水土流失特点分为五个防治分区，即：主体工程防治区、施工便道防治区、施工生产生活防治区、弃渣场防治区、临时

堆土场防治区。水土保持监测分区和水土流失防治分区基本一致，水土保持监测分区共分为五个监测分区。各监测分区的基本情况见表 2-1。

方案水土保持监测分区

表 2-1

序号	监测分区	批复面积 (hm ²)	备注
1	主体工程防治区	401.68	永久占地
2	施工便道防治区	20.18	临时占地
3	施工生产生活防治区	11.60	临时占地
4	弃渣场防治区	117.97	临时占地
5	临时堆土场防治区	15.26	临时占地
直接影响区		217.46	/
合计		784.24	/

2.3 监测工作实施情况

2013 年 3 月，宁德沈海复线宁连高速公路有限公司/福州沈海复线高速公路有限公司委托我公司开展本工程水土保持监测任务。

由于委托滞后，接受任务后，我公司及时组织水土保持监测技术人员进行了现场查勘，依据《水土保持监测技术规程》、《海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持方案报告》（报批稿）及福建省水利厅闽水保监[2010]84 号文要求，于 2013 年 3 月编写完成《海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持监测实施方案》。

根据工程的进展情况，监测人员按照《监测合同》和《监测实施方案》的要求，于 2013 年 4 月布设了地面固定监测点 13 处，开展了海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程的水土保持地面观测工作。

地面观测的同时，还采用定期、不定期现场调查巡查法，对工程区防治责任范围、施工地表扰动、土石方挖填、防治措施数量及质量、植被恢复及土地整治等情况进行动态巡查监测调查，以全面反映工程建设

中的水土流失状况和对周围环境的水土流失影响等。

由于工程于 2011 年 7 月开工建设， 2016 年 11 月工程完工。2013 年 3 月水土保持监测委托后，监测人员先后走访了建设单位、施工单位、建设监理单位、当地水行政主管部门，同时对正在建设的施工现场进行水土保持调查监测。共完成项目水土保持阶段性监测报告 16 份。

根据水土保持监测合同要求，现场水土保持监测工作于 2017 年 8 月基本结束。2017 年 9 月编制完成《海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持监测总结报告》。

3 监测内容与方法

3.1 监测内容

3.1.1 防治责任范围动态监测

工程水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久征地和临时占地，工程永久征地主要通过国土部门的批复文件确定；临时占地面积和直接影响区随工程的进展会发生变化。因此防治责任范围动态监测主要通过监测临时占地和直接影响区的面积变化情况，确定工程实际的水土流失防治责任范围，并与批复的防治责任范围相比较，分析变化原因。

3.1.2 弃土弃渣动态监测

主要通过调查监测，确定工程弃渣量、弃渣组成特点、弃土弃渣堆放情况、占地面积、防治措施和拦渣情况等。

3.1.3 水土流失防治动态监测

调查监测工程水土流失防治责任范围内水土保持措施实施情况，包括工程措施、植物措施和临时工程。调查内容包括水土保持工程措施和临时工程的实施数量、质量、进度、运行情况、保存完好程度及拦渣保土效果，植物措施的实施面积、苗木种类、数量、质量、实施进度、成活率、植被生长情况、后期养护情况等。

3.1.4 施工期土壤流失量动态监测

施工期土壤流失量动态，监测工作主要是针对防治责任范围内不同扰动地表类型的特点开展的按季度监测记录的动态数据，经综合分析得出不同扰动类型不同时间段的土壤侵蚀强度及土壤流失量。同时结合《开发建设项目水土流失防治标准》以及报批的水土保持方案报告书，综合分析本工程水土保持防治措施实施后，土壤流失量的变化情况，工程是否达到了方案设计的防治目标要求。

3.2 监测方法和频次

监测方法采取地面观测、调查监测相结合进行。地面观测频率为 1 次/季，调查监测以不定期调查巡查为主。

3.2.1 调查监测

调查监测包括外业调查和内业调查两种。

(1) 外业调查

外业调查采用定期与不定期现场巡查法，动态监测工程措施、植物措施以及临时工程实施情况，借助皮尺、钢卷尺、测距仪等测量仪器，量测挡墙、截排水沟等防治措施的断面尺寸、长度、宽度，并通过外观检测，定性判断其稳定性、完好程度等。

植物措施调查选择具有代表性的地块作为标准样地布设样方，计算林草覆盖度、成活率等。

另外，工程水土流失防治责任范围、地表扰动和弃土弃渣也以现场动态调查监测为主。

(2) 内业调查

内业调查主要对外业调查监测资料的补充和完善，以查阅水土保持设计、监理、施工等资料为主，包括土地征、占地面积，防治措施工程量等。

3.2.2 定位监测

在施工建设及运行初期形成的松散临时堆土和扰动后的裸露地面，采用定位观测方法对其产生的水土流失量进行监测、具体包括桩钉法及侵蚀沟样方测量法等。

桩钉法用于坡面水蚀监测。将直径 0.6cm、长 30cm、类似桩钉形状的竹钎，相距 0.5×0.5m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，形成 1m² 的 1 个小区方阵。

钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。共布设 5-6 个。具体分布成旋转 90°的正方形分布+一个圆心，再考虑在顶上布设一个。

计算公式：体积法确定土壤侵蚀量如下：

$$A=(Z \cdot S / 10^3) \cdot r$$

式中：A-土壤侵蚀量（g）；Z-侵蚀深度（mm）；S-侵蚀面积（m²）；r-土体容重。

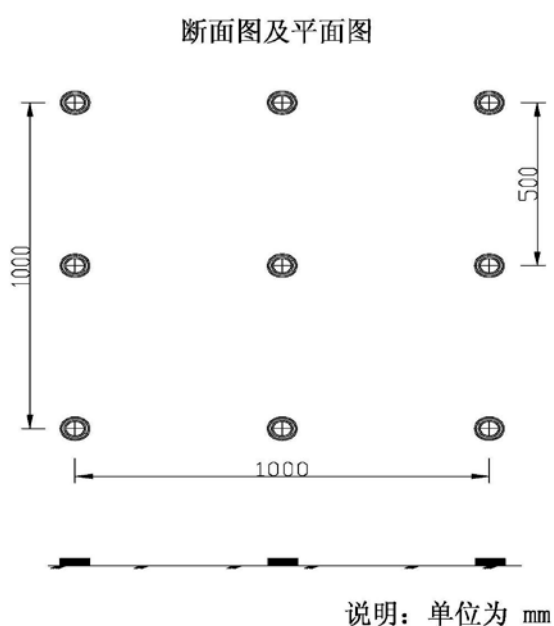


图 3-1 水蚀桩钉法布设竹钎示意图

3.2.3 临时监测

在土质开挖面或临时堆土（石）区域，通过量测坡面形成初期的坡度、坡长、坡面组成物质的物理性状，并定期记录坡面侵蚀沟的发育情况，包括侵蚀沟的密度、长度、侵蚀沟体积等，从而得出坡面沟蚀量。

3.2.4 现场巡查

对工程开挖、填筑形成的裸露地表、扰动地表面积、损坏的水土保持设施、水土流失面积、植被破坏等变化情况、水土流失危害及各项防治措施的实施情况、运行情况等进行定期巡查，一般为 1 次/季，现场调

查、量测并记录，在监测报告中予以反映。

3.3 监测时段

工程水土保持监测时段包括施工期和运行初期两个时段，其中施工期为水土流失发生的重点时段，亦是水土保持监测工作的重点时段，水土保持监测时段为施工期和运行初期监测。

水土保持监测时段为 2011 年 7 月至 2017 年 8 月。主要是对项目建区施工期和试运行期水土流失状况及水土流失防治情况进行了调查监测。

3.4 监测点布设

根据施工总平面布置和可能造成水土流失部位特点，本项目建设区共布设 13 个监测点。其中：建立原地貌固定监测点 2 处，扰动地貌固定监测点 11 处。

工程水土保持监测点布设及监测频次详见表 3-1。

水土保持监测点布设及监测频次汇总表

表 3-1

监测分区	监测点数	监测点位布设	监测频次
一、主体工程	6	原地貌固定监测点 2 处,坡度 10°、20°; 扰动地貌固定监测点 2 处,路基上边坡坡度 15°、20°各 1 处,路基下边坡 1 处。	(1)每季监测一次 (2)植被随机调查监测
二、施工便道	2	施工便道 2 处。	
三、施工生产生活区	2	选取 I 标、VI、标段各 1 处	
四、弃渣场	2	选取 1#、3#弃渣场各 1 处	
五、临时堆土场	1	选取 1#临时堆渣场 1 处	
小 计	13	/	

4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

4.1 侵蚀单元划分

4.1.1 原地貌侵蚀单元划分

该工程项目区所在区域属南方红壤丘陵区，自然侵蚀主要是水蚀和风蚀，水土流失强度为轻微或轻度流失。根据水土流失特点，将施工期防治责任范围划分为原地貌（未施工地段）、扰动地表（各施工地段）和实施防治措施的地表（水泥构筑物及防治措施等无危害扰动）三大类侵蚀单元。

4.1.2 地表扰动类型划分

本高速公路土建工程主要包括公路隧洞的开挖、路基高边坡开挖、回填、施工场地平整、施工道路修建等。隧洞开挖产生的洞渣堆渣(土)体占压地表植被，堆渣体坡面侵蚀；路基高边坡开挖形成路堑石质边坡、石质边坡；施工道路修建的开挖的边坡，施工场地平整的台地，施工营地区场地平整时，标高较高的红土台地需削坡开挖取土边坡。根据施工期间地表扰动类型和土壤侵蚀强度的差异，工程区地表扰动形式主要表现为弃土弃渣临时堆渣面、土质坡面、石质坡面、建筑物、施工平台等，其具有不同的水土流失特点。因此，将地表扰动类型划分为堆渣体、土质开挖面、石质开挖面和施工平台四种。

项目区地表扰动类型划分详见表 4-1。

项目区地表扰动类型划分表

表 4-1

侵蚀类型划分	分布区域及侵蚀形态描述
堆渣(土)体	线型工程开挖临时堆土，侵蚀形态表现为堆渣体坡面侵蚀。
土质坡面	线型工程开挖土质开挖面、施工道路土质边坡等，侵蚀形态表现为土质开挖面或是填筑面的侵蚀
石质坡面	线型工程开挖石质开挖面、施工道路石质边坡等，侵蚀形态表现为石质开挖面或填筑面的侵蚀。
施工平台	施工场地，侵蚀形态表现为地表冲刷侵蚀。

4.1.3 防治措施分类

根据水土流失防治分区及各区水土流失的特点，本工程采取工程措施和植物措施相结合对各区进行防治布设。工程措施主要包括：分阶段实施了主体工程防治区的路基防护、路基截排水，弃土场防治区内弃渣场的挡渣墙、场地平整，取土场、施工便道、施工生产生活区的场地平整等。根据不同地段路基边坡地质条件，护面墙、拱形骨架护坡、挡土墙护脚等水土保持工程措施。路基截排水沟包括路堤边坡排水沟、路堑边沟、渗沟、截水沟、急流槽和中央分隔带排水槽等措施。

水土保持植物措施实施了主体工程防治区的路基边坡植被防护、护坡道植被建设、中央分隔带绿化、沿线设施植被建设，弃土场防治区植被建设与恢复；临时工程防治区内施工场地及施工便道植被恢复等。

直接影响区采用以管理措施为主，植被自然修复。

4.2 各侵蚀单元侵蚀模数

4.2.1 原地貌侵蚀模数

工程区沿途主要经过丘陵、红土台地及平原地貌。沿线水土流失以微度水力侵蚀为主，项目区侵蚀模数背景值为 $460\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失总体较轻。

4.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数

根据查阅相关资料工程建设期间各地表扰动类型侵蚀模数中，堆渣（土、石）体坡面的土壤侵蚀模数最大达到 $2806.22\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，其次分别为土、石质边坡、施工平台。工程建设期各地表扰动类型侵蚀模数详见表 4-2。

工程建设期不同侵蚀单元土壤侵蚀模数表

表 4-2

地表扰动类型	建设期平均土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)
堆渣(土、石)体坡面	2806.22
土、石质边坡	1215.48
施工平台	906.31

调查监测结果显示：工程运行初期各地表扰动类型侵蚀模数中，堆渣(土)体坡面的土壤侵蚀模数最大达到 650t/km².a，其次分别为土质边坡、施工平台、石质边坡。工程运行初期各地表扰动类型侵蚀模数详见表 4-3。

工程运行初期不同侵蚀单元土壤侵蚀模数表

表 4-3

地表扰动类型	运行初期平均土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)
堆渣(土)体坡面	650
堆渣(石)体坡面	480
土质边坡	360
石质边坡	200
施工平台	260

4.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

根据地面观测结果，工程运行初期，随着扰动地表各项防护措施实施、完善，并开始发挥保土效果，土壤侵蚀强度呈明显下降趋势。

目前，水土保持措施基本实施完成，已实施的与补充实施的各项水土保持措施逐渐发挥保水固土效益，项目区水土流失得到有效治理，项目区土壤侵蚀模数已降为 391t/km².a，在容许土壤侵蚀模数内，水土流失轻微，工程区生态环境已得到明显改善。

5 水土流失动态监测结果与分析

5.1 防治责任范围动态监测结果

5.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《海西高速公路网沈海复线宁德漳湾至连江浦口高速公路工程水土保持方案报告书》(报批稿)及福建省水利厅闽水保监[2010]84号文,工程水土流失防治责任范围为784.24hm²,其中项目建设区566.78hm²,直接影响区217.46hm²。

项目建设区:包括主体工程区、施工便道区、施工生产生活区、弃渣场区、临时堆土场区等,面积566.78hm²。

方案批复水土流失防治责任范围表

表 5-1

单位: hm²

责任范围	防治分区	批复方案范围	备注
项目建设区	主体工程区	401.68	包括路基、桥梁、隧道、互通及服务区占地
	施工便道区	20.18	
	施工生产生活区	11.60	
	弃渣场区	118.05	4处弃渣场
	临时堆土场	15.26	
	小计	566.78	
直接影响区		217.46	
总计		784.24	

5.1.2 实际防治责任范围监测结果

根据现场调查监测结果,工程实际扰水土流失防治责任范围为538.89hm²,其中项目建设区367.57hm²,直接影响区171.32hm²。

工程实际防治责任范围表

表 5-2

单位: hm^2

责任范围	防治分区	实际防治责任范围	备注
项目建设区	主体工程区	306.41	包括路基、桥梁、隧道、互通及服务区占地
	施工便道区	12.90	
	施工生产生活区	35.02	
	弃渣场区	6.85	4 处弃渣场
	临时堆土场	6.39	
	小计	367.57	
直接影响区		171.32	
总计		538.89	

5.1.3 水土流失防治责任范围变化情况

工程实际扰动影响范围与批复的防治责任范围对比情况详见表 5-3。

工程实际水土流失防治责任范围变化情况表

表 5-3

单位: hm^2

责任范围	防治分区	批复方案范围	实际扰动面积	变化情况
项目建设区	主体工程区	401.68	306.41	-95.27
	施工便道	20.18	12.90	-7.28
	施工生产生活区	11.60	35.02	+23.42
	弃渣场	118.05	6.85	-111.20
	临时堆土场	15.26	6.39	-8.87
项目建设区		566.78	367.57	-199.21
直接影响区		217.46	171.32	-46.14
总计		784.24	538.89	-245.35

经调查,工程实际扰动地表和影响范围发生变化的主要原因是水土保持方案编制处于主体可研阶段,主体工程后续设计中占地面积有所调整变化,主要有:

(1)原方案设计福州段配套建设罗源湾北岸疏港支线高速公路 17km,实际在沈海复线宁德(漳湾)至连江(浦口)福州段工程初步设计和施

工图设计阶段取消建设，使得主体工程区占地面积较原方案设计减少 95.27hm^2 。

(2)本工程原方案设计弃渣场 7 处（包括主线 5 处，占地 32.21hm^2 ，支线 2 处，占地 85.84hm^2 ），占地面积 118.05hm^2 ，实际使用弃渣场 4 处（均为主线弃渣场），占地面积 6.85hm^2 （其中使用原方案设计弃渣场 3 处，占地面积 5.90hm^2 ，调整弃渣场 1 处，占地面积 0.95hm^2 ），弃渣场数量较原方案设计减少 3 处，面积较原设计减少 111.20hm^2 。

(3)原方案设计施工生产生活区 11.60hm^2 ，依据沿线各施工单位提供的材料结合现场核查，项目驻地租用民房以及 T 梁预制场、混凝土拌合站等临时施工区总占地面积 35.02hm^2 ，较原方案设计增加 23.42hm^2 。

(4)原方案设计施工便道区占地面积 20.18hm^2 ，施工道路部分沿用当地已有村道以及利用永久路基作为便道，施工道路建设面积减少 7.28hm^2 。

(5)原方案设计临时堆渣场区占地面积 15.26hm^2 ，依据水土保持监测报告，实际施工过程中临时堆渣场面积 6.39hm^2 ，较原方案设计减少 8.87hm^2 。

(6)工程实际发生项目建设区面积 367.57hm^2 ，较原方案设计 566.78hm^2 减少 199.21hm^2 ，使得直接影响区面积较方案批复减少 46.14hm^2 。

以上原因，使工程实际扰动地表范围较方案确定的防治责任范围减少 245.35hm^2 。

5.2 弃土（渣）动态监测结果

5.2.1 方案阶段弃土（渣）场

批复的水土保持方案中，工程土石方开挖总量 536.23 万 m^3 （含路基、隧道、桥基出渣、临时工程挖方等），填方总量 416.97 万 m^3 ，弃方 119.26

万 m³。

方案报告书设计全线共设置 7 处弃渣场，占地 118.05hm²，堆渣量 119.26 万 m³。

5.2.2 弃土（渣）场及占地监测结果

经查阅工程设计、施工资料和现场调查监测，工程实际挖方总量 464.93 万 m³，填方总量 443.33 万 m³，综合利用 18.85 万 m³，路基土石方及隧道洞渣弃方总量 2.75 万 m³。

工程方案设计、实际弃渣场、占地面积及弃渣量详见表 5-6。

实际使用弃渣场面积与原方案设计对比表

表 5-6

方案设计永久渣场			
序号	位置	占地 (hm ²)	对应实际使用渣场
1	K155+700	2.73	未使用
2	K172+100	16.92	未使用
3	K174+300	4.52	未使用
4	K188+900	3.76	石狮山隧道进口弃渣场
5	K200+400	4.2	大帽山出口弃渣场
6	K5+500	36.75	未使用
7	K16+900	49.09	未使用
小计		118.09	未使用
实际使用弃渣场			
序号	位置	实际占地 (hm ²)	水保措施落实情况
1	大帽山出口弃渣场	3.1	已实施拦挡、排水、绿化恢复
2	大帽山进口弃渣场 (原设计临时 K197+420 弃渣场)	1.5	已实施拦挡、排水、绿化恢复
3	石狮山隧道进口弃渣场	1.3	已实施拦挡、排水、绿化恢复
4	飞鸾蒲岭弃土场	0.95	已实施拦挡、排水、绿化恢复
小计		6.85	

5.3 地表扰动面积动态监测结果

本工程由主体工程、施工便道、施工生产生活区、取土场、弃渣场、临时堆土场等组成。土建工程于 2011 年 7 月开工建设，2016 年 11 月建

成试运行。建设单位于 2013 年 3 月委托我公司承担本工程水土保持监测任务，我公司监测技术人员按要求开展水土保持监测工作。

根据根据查阅相关资料统计分析，工程累计扰动原地貌、损坏土地和植被总面积为 367.57hm²；损坏的水土保持设施类型主要为耕地、建设用地、未利用地等。

施工期工程扰动面积监测情况如表 5-8。

施工期工程扰动面积监测情况表

表 5-8

单位：hm²

工程划分	扰动地表面积	备注
主体工程	306.41	损坏的水土保持设施类型主要为耕地、建设用地、未利用地等。
施工便道	12.90	
施工生产生活区	35.02	
弃渣场	6.85	
临时堆渣场	6.39	
合计	367.57	

5.4 土壤流失量动态监测结果

该工程从开工至试运行期 2011 年 7 月~2016 年 11 月(总计 65 个月)时段内，各防治分区的土壤侵蚀量约为 190350.80t。

本工程通过设置固定监测点，并与同类已验收工程监测进行类比。通过本项目与同类项目各项条件类比、分析、修正，确定本项目施工前、施工中、施工后各项水土保持相关指标。类比工程选择沈海公路复线柘荣至福安段（2017 年 9 月通过福建省水利厅（闽水水保[2017]120 号文）验收），详见表 5-9。

水土保持监测类比工程表

表 5-9

类目条件	本项目	类比项目（沈海公路复线柘荣至福安段）		
工程概况	全长 50.778km，2011 年 7 月开工，2016 年 11 月完工。	全长 52.058km，2012 年 12 月开工，2016 年 7 月完工。		
地形、地貌	沿线主要的地貌单元有山岭（低山）、丘陵、残积台地、河床阶地、山间盆地。构造侵蚀中-低山地形等。	沿线主要的地貌单元有山岭（低山）、丘陵、残积台地、河床阶地、山间盆地。构造侵蚀中-低山地形等。		
水文、气象	属中南、中亚热带气候区，年平均气温在 19.0℃，多年平均降水量 1583mm。	属中南、中亚热带气候区，年平均气温在 19.0℃，多年平均降水量 1583mm。		
土壤、植被	土壤类型以红壤和水稻土为主，典型植被类型有：常绿针叶林、灌木林、常绿阔叶林、混交林、竹林、草坡。	土壤类型以红壤和水稻土为主，项目区主要植被类型可以分为常绿阔叶林、暖性针叶林、暖性竹林、(灌)草丛等 4 个植被型		
高程、坡度	项目区自然高程 100~200m，山坡坡度 15-30°。	项目区自然高程 150~200m，山坡坡度 15-30°。		
施工工艺	土石方机械化施工为主，人工辅助。	土石方机械化施工为主，人工辅助。		
土壤侵蚀特征	土壤侵蚀模数(t/km ² .a)		土壤侵蚀模数(t/km ² .a)	
	背景值	460	背景值	460
	施工期	1117.68	施工期	1793
	试运行期	391	试运行期	340

根据查阅相关资料与同类项目背景值及施工期各项条件进行类比、分析、修正，确定本项目施工前、施工中、施工后各项水土保持监测指标。

5.4.1 各阶段土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，施工期福州段实际于 2012 年 4 月开工，2014 年 10 月完工，宁德段于 2011 年 7 月开工，于 2016 年 11 月完工，该工程土壤侵蚀量约为 205412.82t，占总量的 94.08%，平均土壤侵蚀模数为 1117.68t/km².a；运行初期 9 个月(2016 年 1 月-2017 年 3 月)，土壤侵蚀量约为 12934.79t，占总量的 5.92%，平均土壤侵蚀模数为 391t/km².a。工程土壤侵蚀量动态监测情况表详见表 5-10。

5.4.2 各扰动地表类型土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，堆土石坡面的土壤侵蚀量约为 75938t，占总量的 34.78%，平均土壤侵蚀模数为 2806.22t/km².a；土石质边坡的土

壤侵蚀量约为 46324.37t，占总量的 21.22%，平均土壤侵蚀模数为 1215.48t/km².a；施工平台的土壤侵蚀量约为 96055.28t，占总量的 44.0%，平均土壤侵蚀模数为 906.31t/km².a。工程土壤侵蚀量动态监测情况表详见表 5-10。

5.4.3 各防治分区土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，主体工程区土壤侵蚀量约为 151821.25t，占总量的 69.54%，平均土壤侵蚀模数为 900.88t/km².a；施工便道区土壤侵蚀量约为 15260.28t，占总量的 6.99%，平均土壤侵蚀模数为 1819.95t/km²；施工生产生活区土壤侵蚀量约为 32095.15t，占总量的 14.70%，平均土壤侵蚀模数为 1409.97t/km².a；弃渣场区土壤侵蚀量约为 11580.02t，占总量的 5.30%，平均土壤侵蚀模数为 2600.79t/km².a；临时堆土场区土壤侵蚀量约为 7560.95t，占总量的 3.46%，平均土壤侵蚀模数为 2151.36t/km².a。工程土壤侵蚀量动态监测情况表详见表 5-10。

工程土壤侵蚀量动态监测情况表

表 5-10

分类	项目	土壤侵蚀总量 (t)	占地面积 (hm ²)	时间 (月)	土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量占总量
防治分区	主体工程区	151821.25	306.41	55	900.88	69.54%
	施工便道区	15260.28	12.9	65	1819.95	6.99%
	施工生产生活区	32095.15	35.02	65	1409.97	14.70%
	弃渣场区	11580.02	6.85	65	2600.79	5.30%
	临时堆土场区	7560.95	6.39	55	2151.36	3.46%
	合计	218317.65	367.57	—	—	100%
扰动地表类型	堆土石坡面	75938.00	79.59	34	2806.22	34.78%
	土石质边坡	46324.37	95.28	40	1215.48	21.22%
	施工平台	96055.28	192.7	55	906.31	44.00%
	合计	218317.65	367.57	—	—	100%
时段	施工期 (2011 年 7 月 -2016 年 11 月)	205412.86	367.57	50	1117.68	94.08%
	运行期 (2016 年 12 月 -2017 年 8 月)	12934.79	367.57	9	391	5.92%
	合计	218347.65	—	—	—	100%

5.4.4 土壤侵蚀总量变化分析

根据查阅相关资料所知，土壤侵蚀量集中在工程施工期（施工期为2011年7月至2016年11月），且主要集中在土石方开挖及弃渣堆放高峰期（为2016年12月至2017年8月）。各年度土壤侵蚀量大小变化趋势分析如下：

2011年7月工程全面开工，土石方挖填施工逐步频繁，地表扰动破坏面积急骤扩大，水土保持措施虽有部分实施，但大范围地表裸露和大面积的扰动破坏，水土流失严重，水土流失量呈急骤上升趋势。

2011年7月至2016年11月工程进入施工高峰期，土石方开挖与填筑施工量最大，主体工程中具有水土保持功能的措施虽有同步实施完成，但由于林草生长尚需恢复期，地表仍明显大面积裸露，因此土壤侵蚀量呈最大。

2016年11月工程完工投入运营。主体工程中具有水土保持功能的措施虽然同步实施完成，但由于林草生长尚需恢复期，部分地表仍有明显裸露，水土流失开始得到有效控制，土壤侵蚀量开始呈明显下降趋势。

2016年12月工程进入运行期。工程实施的水土保持措施基本完成，采取的各项水土保持措施逐渐发挥保水固土效益，项目区水土流失问题得到有效治理，土壤侵蚀模数已开始在容许土壤侵蚀模数内。随着扰动地表各项防护措施实施、完善，并开始发挥保土效果，土壤侵蚀强度呈明显下降趋势，至2017年8月，项目区平均土壤侵蚀强度降至 $390\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，在容许土壤侵蚀模数内，水土流失轻微，项目区的生态环境得到明显改善。

6 水土流失防治动态监测结果

6.1 水土流失防治措施

6.1.1 工程措施及实施进度

通过现场调查量测和查阅资料，本工程结合主体工程施工进度和水土保持进度要求，分阶段实施了主体工程区的土地整治、截（排）水沟，弃渣场区的土地整治、挡渣墙、截（排）水沟，施工便道、施工营地区区的土地整治等措施。

本工程共完成工程量为：主体工程区：浆砌石截排水沟、砼边沟、盲沟、渗沟92064m，种草浆砌片石骨架护坡27223m³，砼护坡970m³，干砌护坡8587m³，消力池（沉沙池）101处，整地47.61hm²，覆土35.52万m³；施工便道区：场地平整12.90hm²，覆土3.08万m³；施工生产生活区：场地平整4.52hm²，覆土2.68万m³，拆除硬化场地6830m³；弃渣场：浆砌石挡墙223m³，截、排水沟368m³，整地5.90hm²，覆土8.27万m³；临时堆渣场：整地6.39hm²，覆土2.87万m³。

工程措施实施时间（2011年7月-2016年11月）。

6.1.1.1 主体工程区水土保持工程措施实施情况及工程量

工程的截排水沟实施了截（排）水沟道、急流槽排水系统等。

工程施工前对永久征地范围内的耕地实施了表土剥离，剥离的表土被地方用于造地等。施工结束后，对局部绿化条件不好的区域实施场地清理，并覆土，为后期绿化创造有利条件。

水土保持工程措施有：浆砌石截排水沟、砼边沟、盲沟、渗沟 92064m，种草浆砌片石骨架护坡 27223m³，砼护坡 970m³，干砌护坡 8587m³，消力池（沉沙池）101处，整地 47.61hm²，覆土 35.52 万 m³。

主体工程防治区水土保持工程措施实施工程量详见表 6-1。

主体工程区水土保持工程措施实施情况表

表 6-1

防治分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
主体工程区	浆砌石截排水沟、砼边沟、盲沟、渗沟	m	92064	2011.7-2016.11
	种草浆砌片石骨架护坡	m ³	27223	
	砼护坡	m ³	970	
	干砌护坡	m ³	8587	
	消力池（沉沙池）	处	101	
	整地	hm ²	47.61	
	覆土	万 m ³	35.52	

6.1.1.2 施工便道防治区水土保持工程措施实施情况及工程量

施工便道施工区施工结束后，各施工便道进行了整地、覆土，并移交当地村庄继续利用。

水土保持工程措施有：场地平整 12.90hm²，覆土 3.08 万 m³。

施工便道防治区水土保持工程措施实施工程量详见表 6-2。

施工便道水土保持工程措施实施情况表

表 6-2

防治分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
施工便道防治区	场地平整	hm ²	12.90	2011.7-2015.6
	覆表土	万 m ³	3.08	

6.1.1.3 施工生产生活防治区水土保持工程措施实施情况及工程量

施工生产生活区场施工完毕后进行场地清理，位于永久征地范围内施工生产生活区进行了整地、覆土。

水土保持工程措施有：场地平整 4.52hm²，覆土 2.68 万 m³，拆除硬化场地 6830m³。

施工生产生活区防治区水土保持工程措施实施工程量详见表 6-3。

施工生产生活区水土保持工程措施实施情况表

表 6-3

防治分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
施工生产生活区	整地	hm ²	4.52	2011.7-2015.8
	覆表土	万 m ³	2.68	
	拆除硬化场地	m ³	6830	

6.1.1.4 弃渣场水土保持工程措施实施情况及工程量

工程实际设弃渣场 4 个，占地面积 6.85hm²，根据地形条件和堆渣高度，工程采取了 M7.5 浆砌石挡墙、M7.5 浆砌片石截水沟，部分弃渣场截（排）水利用主体工程截（排）水系统，弃渣结束后实施了场地平整和表土回填。

水土保持工程措施有：浆砌石挡墙 223m³，截、排水沟 368m³，整地 5.90hm²，覆土 8.27 万 m³。

弃渣场防治区水土保持工程措施实施工程量详见表 6-5。

弃渣场水土保持工程措施实施情况表

表 6-5

分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
弃渣场区	挡渣墙	m ³	223	2012.1-2016.5
	截、排水沟	m	368	
	覆土	万 m ³	8.27	
	整地	hm ²	5.90	

6.1.1.5 临时堆土场防治区水土保持工程措施实施情况及工程量

临时堆土场实施整地措施。

水土保持工程措施有：整地 6.39hm²，覆土 2.87 万 m³。

临时堆土场防治区水土保持工程措施实施工程量详见表 6-6。

临时堆土场水土保持工程措施实施情况表

表 6-6

分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
临时堆土场防治区	整地	hm ²	6.39	2012.2-2016.3
	覆表土	万 m ³	2.87	

6.1.1.6 水土保持工程措施实施进度

水土保持工程措施设计实施进度要求与主体工程建设进度同步实施。主体工程于2011年7月开工建设，2016年11月建成运营。实际实施的水土保持工程措施在主体工程建设期内，于2016年11月前实施完成，进度满足主体工程和水土保持要求。试运行期间，建设单位根据运行情况，于2016年12月~2017年4月期间及时对局部护坡、拦挡和截排水措施进行了补充完善，满足水土保持方案设计要求。

水土保持工程措施实际实施进度基本与主体工程“三同时”。

6.1.2 植物措施及实施进度

水土保持植物措施实施了主体工程防治区的植物护坡、沿线设施植被建设，弃土场防治区植被建设，施工营地区的植被恢复等。

主体工程区：绿化147.19hm²，乔木11759株，灌木293452株；

施工便道区：灌木13540株，种草9.57hm²；

施工生产生活区：灌木11530株，种草4.35hm²；

弃渣场：灌木2800株，种草6.57hm²；

临时堆渣场：灌木16800株，种草6.39hm²。

植物措施实施时间（2014年12月~2016年11月）。

水土保持植物措施实施情况表

表 6-6

序号	分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
1	主体工程区	绿化	hm ²	147.19	2014.12-2016.11
		种植乔木	株	11759	
		种植灌木	株	293452	
2	施工便道防治区	种植灌木	株	13540	2015.1-2016.5
		撒播草籽	hm ²	9.57	
3	施工生产生活区	种植灌木	株	11530	2015.2-2016.5
		撒播草籽	hm ²	4.35	
4	弃渣场防治区	种植灌木	株	2800	2015.3-2016.7
		撒播草籽	hm ²	6.57	
5	临时堆土场	种植灌木	株	16800	2015.11-2016.5
		撒播草籽	hm ²	6.39	

6.1.2.1 水土保持植物措施实施进度

主体工程防治区的植物护坡、沿线设施植被建设等与主体工程同步落实，于 2014 年 12 月~2016 年 11 月期间随主体工程同步落实。

综上所述，水土保持植物措施实际实施进度基本与主体工程施工进度同步，满足水土保持方案设计要求。

6.1.3 水土保持临时措施及实施进度

6.1.3.1 水土保持临时措施实施工程量

水土保持临时措施实施了主体工程防治区的临时拦挡、临时覆盖、临时沉沙等措施；取土场区的表土剥离、临时拦挡措施；弃渣场区的表土剥离、临时拦挡措施；施工便道两侧采取了临时排水、临时沉沙等措施；施工生产生活区采取了临时排水沟、临时排水沉沙等措施。

完成的临时措施有：主体工程区：表土剥离 35.52 万 m³，装土编织袋 5830m³，彩条布 51.35hm²，挡水土埂 1.24 万 m³，土质排水沟挖方 1733m³，土质沉浆池挖方 2930m³，桥梁钻渣清运 1.87 万 m³；施工便道

区：表土剥离 3.08 万 m³，装土编织袋 283m³，彩条布 1.20hm²，土质排水沟挖方 3100m³，土质沉浆池挖方 480m³；施工生产生活区：表土剥离 2.68 万 m³，装土编织袋 769m³，彩条布 11630hm²，土质排水沟挖方 439m³，土质沉浆池挖方 127m³；弃渣场：表土剥离 8.27 万 m³，装土编织袋 284m³，彩条布 1.20hm²，土质排水沟挖方 350m³；临时堆渣场：表土剥离 2.87 万 m³，装土编织袋 853m³，彩条布 0.86hm²，土质排水沟挖方 8890m³，临时挡墙 1660m³。

水土保持临时措施水土保持工程措施实施工程量详见表 6-7。

水土保持临时措施实施情况表

表 6-7

序号	分区	单元工程	单位	实际完成工程量	实施时间
1	主体工程防治区	表土剥离	万 m ³	35.52	2011.7-2016.11
		装土编织袋	m ³	5830	
		彩条布	hm ²	51.35	
		挡水土埂	万 m ³	1.24	
		土质排水沟挖方	m ³	1733	
		土质沉浆池挖方	m ³	2930	
		桥梁钻渣清运	万 m ³	1.87	
2	施工便道区	表土剥离	万 m ³	3.08	2011.7-2015.1
		装土编织袋	m ³	283	
		彩条布	hm ²	1.20	
		土质排水沟挖方	m ³	3100	
		土质沉浆池挖方	m ³	480	
3	施工生产生活区	表土剥离	万 m ³	2.68	2011.7-2014.12
		装土编织袋	m ³	769	
		彩条布	hm ²	11630	
		土质排水沟挖方	m ³	439	
		土质沉浆池挖方	m ³	127	
4	弃渣场	表土剥离	万 m ³	8.27	2012.1-2015.12
		装土编织袋	m ³	284	
		彩条布	hm ²	1.20	
		土质排水沟挖方	m ³	350	
5	临时堆渣场	表土剥离	万 m ³	2.87	2012.2-2015.12
		装土编织袋	m ³	853	
		彩条布	hm ²	0.86	
		土质排水沟挖方	m ³	8890	
		临时挡墙	m ³	1660	

6.1.3.2 水土保持临时措施实施进度

主体工程防治区的临时拦挡、临时覆盖、临时沉沙等与主体工程同步落实，主体工程防治区、取土场区、弃渣场区、施工道路区、施工生产生活区及临时堆土场措施于2011年7月~2016年11月期间实施完成。

综上所述，水土保持临时措施实际实施进度基本与主体工程施工进度同步，满足水土保持方案设计要求。

6.2 水土流失防治效果动态监测结果

6.2.1 扰动土地整治率

项目建设区内扰动土地面积 367.57hm^2 ，扰动土地整治面积 335.53hm^2 ，扰动土地整治率为99.07%，达到方案确定的97%防治目标。扰动土地整治未达标面积 2.10hm^2 ，主要包括主体工程区、弃渣场区局部整治未达标区域。

经计算，本工程项目建设区内扰动土地整治率为99.07%，满足方案防治目标97%的要求。扰动土地整治情况如表6-8。

扰动土地整治率计算表

表 6-8

监测分区	主体工程区	施工便道	施工生产生活区	弃渣场	临时堆渣场	合计
实际扰动面积	306.41	12.90	35.02	6.85	6.39	367.57
整治面积	302.42	12.90	35.02	6.62	6.39	335.53
扰动土地整治率(%)	98.70	100	100	96.64	100	99.07

6.2.2 水土流失总治理度

项目建设区除路面和建筑物面积，工程水土流失面积 100.35hm^2 ，水土流失治理达标面积 98.40hm^2 ，水土流失总治理度为97.35%，达到方案确定的97%防治目标。水土流失治理未达标面积 2.10hm^2 ，主要包括主体

工程区、弃渣场区局部治理未达标区域。

经计算，项目建设区水土流失总治理度 97.35%，满足方案防治目标 97% 的要求。总治理度计算详见表 6-9。

水土流失总治理度计算表

表 6-9

监测分区	主体工程区	施工便道	施工生产生活区	弃渣场	临时堆土场	合计
项目建设区面积	306.41	12.90	35.02	6.85	6.39	367.57
水土流失面积	100.35	-	-	6.85	-	107.20
治理达标面积	98.40	-	-	6.62	-	105.02
水土流失总治理度 (%)	98.06	-	-	96.64	-	97.35

6.2.3 拦渣率

工程实际挖方总量 464.93 万 m³，填方总量 443.33 万 m³，综合利用 18.85 万 m³，路基土石方及隧道洞渣弃方总量 2.75 万 m³。弃方分别在公路沿线设置 4 处永久弃渣场永久堆置。

工程弃渣通过加工综合利用或设弃渣场集中堆放，弃渣场选址合理，未发现明显的水土流失现象。工程拦渣率 96%，达到方案确定的 90% 防治目标。

6.2.4 土壤流失控制比

经综合治理后，运行初期该工程土壤侵蚀模数为 390t/km².a。工程土壤流失控制比为 1.33，满足方案防治目标 1.0 的要求。

6.2.5 林草植被恢复率

根据监测成果，项目建设区可恢复林草植被面积 106.23hm²，林草类植被恢复面积 105.98hm²，林草植被恢复率 99.32%，达到方案确定目标 99% 的要求。林草植被治理未达标面积 0.25hm²，主要包括主体工程区、弃渣场区局部裸露区域面积。

经计算，项目区林草植被恢复率为 99.32%，达到方案确定的 99% 防治目标。林草植被恢复率计算详见表 6-10。

林草植被恢复率计算表

表 6-10

单位: hm^2

监测分区	主体工程区	施工便道	施工生产生活区	弃渣场	临时堆渣场	合计
实际扰动面积	306.41	12.90	35.02	6.85	6.39	367.57
可恢复植被面积	99.53	-	-	6.70	-	106.23
林草植被面积	99.36	-	-	6.62	-	105.98
林草植被恢复率 (%)	99.83	-	-	98.81	-	99.32

6.2.6 林草覆盖率

经调查监测,项目建设区面积 367.57hm^2 ,项目建设区内林草植被面积 105.98hm^2 。

经计算,项目区林草覆盖率达到 28.83%,达到水土保持方案 27%的目标要求。林草植被覆盖率计算详见表 6-11。

林草覆盖率计算表

表 6-11

单位: hm^2

监测分区	主体工程区	施工便道	施工生产生活	弃渣场	临时堆渣场	合计
实际扰动面积	306.41	12.90	35.02	6.85	6.39	367.57
林草植被面积	99.36	-	-	6.62	-	105.98
林草覆盖率 (%)	32.43	-	-	96.64	-	28.83

6.3 运行初期水土流失分析

工程运行初期,水土保持各项措施已大部分建成,主体工程区实施了的路基防护、浆砌护坡、浆砌截排水沟、砼边沟等措施;弃渣场区域实施了挡渣墙和截排水;施工营地、施工便道区实施了场地清理等水土保持工程措施。

水土保持植物措施实施了主体工程防治区的路基边坡植被防护、护坡道植被建设、中央分隔带绿化、沿线设施植被建设,弃土场防治区植被建设与恢复;临时工程防治区内施工场地及施工便道植被恢复等。

经调查监测,试运行期间,建设单位根据运行情况,于2016年12月-2017年4月期间及时对局部护坡、拦挡和截排水措施进行了补充完善,

对弃土场实施植物措施。近期调查监测显示，至2017年8月项目区平均土壤侵蚀模数已降为 $390\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，在项目区土壤容许侵蚀模数内，水土流失轻微，工程区生态环境已得到明显改善。

7 结 论

7.1 水土保持措施评价

7.1.1 水土流失动态变化与防治达标情况

(1) 防治责任范围

根据工程实际征占地面积，并结合水土保持方案报告书及现场调查监测，本工程施工期实际水土流失扰动范围为 538.89hm^2 ，较水土保持方案确定的水土流失扰动范围为 784.24hm^2 ，减少 245.35hm^2 。

(2) 各年度土壤侵蚀模数

在施工期 2011 年 7 月开始，至 2017 年 8 月监测结束时段内，各防治分区的土壤侵蚀总量达 218317.65t 。根据监测统计，施工期福州段实际于 2012 年 4 月开工，2014 年 10 月完工，宁德段于 2011 年 7 月开工，于 2016 年 11 月完工，该工程土壤侵蚀量约为 205412.82t ，占总量的 94.08%，平均土壤侵蚀模数为 $1117.68\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；运行初期 9 个月(2016 年 1 月-2017 年 3 月)，土壤侵蚀量约为 12934.79t ，占总量的 5.92%，平均土壤侵蚀模数为 $391\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比 1.33。

(3) 水土保持措施评价

工程在建设过程中，按照水土保持方案和专项设计要求，各防治分区结合各自特点，实施了一系列水土流失防治措施，并取得了较好的防治效果。

水土保持工程措施实施了主体工程防治区的路基防护、路基截排水，弃渣场防治区内挡渣墙、截排水等。水土保持植物措施实施了主体工程防治区的路基边坡植被防护、护坡道植被建设、中央分隔带绿化、沿线设施植被建设，弃渣场防治区植被建设与恢复；施工临建工程防治区内施工场地及施工便道植被恢复等。

各防治区实施的水土保持措施完善，布局合理，满足水土保持方案

要求。

(4) 水土保持治理达标评价

经监测计算，截至 2017 年 8 月，工程扰动土地整治率为 99.07%，水土流失总治理度为 97.35%，土壤流失控制比为 1.33，拦渣率为 96%，林草植被恢复率为 99.32%，林草覆盖率为 28.83%，均达到了方案设计防治目标要求，工程建设水土流失得到了有效控制，项目区的生态环境得到进一步改善。

水土流失防治目标评价见表 7-1。

水土流失防治目标评价表

表 7-1

防治指标	方案防治目标	监测值	备注
扰动土地整治率(%)	97	99.07	达方案目标值
水土流失总治理度(%)	97	97.35	达方案目标值
土壤流失控制比	1.0	1.33	达方案目标值
拦渣率(%)	90	96	达方案目标值
林草植被恢复率(%)	99	99.32	达方案目标值
林草覆盖率(%)	27	28.83	达方案目标值

7.1.2 综合结论

该工程建设单位和施工单位十分重视水土保持工作。在项目立项过程中，按照水土保持法律法规的规定，依法编报了水土保持方案，报水行政主管部门批准；在施工建设过程中，认真落实方案设计的水土保持防治措施，委托了我公司进行工程建设的水土保持监测。

通过对项目区进行水土流失现场调查监测、分析，本工程自开工以来，分阶段分区域实施了水土保持各项防治措施，发挥了较好的水土流失防治效果。监测结果表明：各防治区实施的水土保持措施完善，布局合理，满足水土保持方案设计要求。防治责任范围内土壤侵蚀量呈下降趋势，至 2017 年 4 月项目区平均土壤侵蚀模数达到 $391\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，工程建设新增水土流失得到控制，六项水土流失防治指标均达方案设计要求。

综上所述，监测单位认为：该工程建成并经历试运行期，完成的水土保持设施运行正常，发挥了较好的保持水土，改善生态环境作用，较好地控制了开发建设中的水土流失，具备了水土保持设施竣工验收条件。

7.2 存在问题及建议

1、弃渣场及施工便道部分区域地表覆盖度低，应进一步采取人工促育植物措施，尽快提高植被覆盖率。

2、运营期应加强对路基边坡、砌石挡墙、截洪排水设施等的管理维护和植物措施的管护，确保其正常发挥水土保持效益。