

长深高速公路永安贡川互通及接线工程

水土保持监测总结报告

建设单位 永安市交通建设开发公司

编制单位 福州冷山水土保持工程技术咨询有限公司


二〇一六年十二月

项目名称：长深高速公路永安贡川互通及接线工程
水土保持设施验收报告


建设单位：永安市交通建设开发公司


编制单位：福州冷山水土保持工程技术咨询有限公司

资质证书：水保方案(闽)字第 0027 号

批 准：洪双旌 

核 定：林国钦 

审 查：林 艳 

校 核：周 青 

编写人员：

张晓华  助理工程师

陈雪萍  助理工程师

编制时间：2016 年 12 月

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.1.1 项目基本情况.....	1
1.1.2 项目区概况.....	5
1.2 水土保持工作情况.....	8
1.3 监测工作实施情况.....	10
1.3.1 监测实施方案.....	10
1.3.2 监测项目部设置.....	10
1.3.3 监测点布设.....	11
1.3.4 监测设施设备.....	12
1.3.5 监测技术方法.....	13
1.3.6 监测成果提交情况.....	13
2 监测内容与方法.....	15
2.1 监测内容.....	15
2.1.1 防治责任范围动态监测.....	16
2.1.2 弃土弃渣动态监测.....	16
2.1.3 水土流失防治动态监测.....	16
2.1.4 施工期土壤流失量动态监测.....	16
2.2 监测方法.....	16
2.2.1 调查监测.....	17
2.2.2 定位监测.....	17

2.2.3 临时监测.....	18
2.2.4 巡查.....	18
2.3 监测指标.....	19
3 重点对象水土流失动态监测.....	20
3.1 防治责任范围监测.....	20
3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围.....	20
3.1.2 施工期防治责任范围监测结果.....	22
3.2 取土（石、料）监测结果.....	24
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	24
3.3.1 设计弃土弃渣情况.....	24
3.3.2 弃土弃渣及占地面积监测结果.....	24
3.4 土石方流向情况监测结果.....	25
3.5 其他重点部位监测结果.....	25
4 水土流失防治措施监测结果.....	26
4.1 工程措施监测结果.....	26
4.2 植物措施监测结果.....	27
4.3 临时防治措施监测结果.....	31
4.4 水土保持措施防治效果.....	32
5 土壤流失情况监测.....	33
5.1 水土流失面积.....	33
5.2 土壤流失量.....	33
5.3 弃渣场潜在土壤流失量.....	35

5.4 水土流失危害.....	35
6 水土流失防治效果监测结果.....	37
6.1 扰动土地整治率.....	37
6.2 水土流失总治理度.....	37
6.3 拦渣率和弃渣利用率.....	37
6.4 土壤流失控制比.....	38
6.5 林草植被恢复率.....	38
6.6 林草覆盖率.....	38
7 结论.....	41
7.1 水土流失动态变化.....	41
7.1.1 地表扰动面积动态监测结果.....	41
7.1.2 运行初期水土流失分析.....	42
7.1.3 扰动原地表面积.....	42
7.1.4 土壤侵蚀量和土壤侵蚀模数.....	42
7.2 水土保持措施评价.....	43
7.2.1 水土保持措施评价.....	43
7.2.2 水土流失防治达标评价.....	44
7.3 存在问题及建议.....	44
7.4 综合结论.....	45

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		长深高速公路永安贡川互通及接线工程								
建设规模	由1.0 km 主线及0.55 km 互通连接线组成。主线设计时速 80 km/h, 采用双向四车道高速公路标准建设, 路基宽 24.5 m; 互通连接线设计时速 40 km/h, 路基宽 24 m, 采用双向四车道二级公路标准建设, 路基宽 24 m。项目共设互通立交 1 处, 通道 1 处, 涵洞 4 道, 匝道收费站 1 处。			建设单位、联系人		永安市交通建设开发公司张国球				
				建设地点		三明市永安市贡川镇				
				所属流域		闽江流域				
				工程总投资		0.8262 亿元				
				工程总工期		28 个月(2014.7~2016.10)				
水土保持监测主要技术指标										
监测单位		福州冷山水土保持工程技术咨询有限公司			联系人及电话		冯诺 15259103729			
自然地理类型		以平原为主			防治标准		建设类一级			
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. 水土流失状况监测		桩钉法及侵蚀沟样方测量法, 不同坡面重复布设样地监测, 计算土壤侵蚀模数及水土流失量			2. 防治责任区范围监测		GPS 实地量测面积		
	3. 水土保持措施情况监测		GPS 实地量测面积, 样地植物措施量测, 以单元工程为单位检验质量			4. 防治措施效果监测		GPS 实地量测面积, 植物措施设置样方监测, 工程质量鉴定		
	5. 水土流失危害监测 水土流失面积变化		现场调查监测, 危害范围鉴定			水土流失背景值		245t/km ² ·a		
	方案设计防治责任范围		22.46 hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² ·a		
水土保持投资		1122.54 万元			水土流失目标值		500t/km ² ·a			
防治措施		拱形骨架护坡44625 m ² , 排水沟5884m, 表土剥离12.08 hm ² , 土地整治、覆土3.99 hm ² 。完成植物护坡19589 m ² , 绿化工程1.55km, 植被恢复1.74hm ² , 抚育工程1.62hm ² , 复耕2.13hm ² , 直播种草0.88hm ² 。完成铺塑料薄膜41025m ² , 临时排水沟1171.56m ³ , 沉砂池33m ³ , 填土编织袋挡墙4557.17m ³ , 铺防水土工布1168m ² 。								
监测结论	分类指标		目标值	达到值	实际监测数量 (hm ²)					
	扰动土地整治率		95%	95.4%	防治面积	6.76	建筑物及硬化面积	7.01	扰动总面积	14.43
	水土流失总治理度		97%	97.1%	防治责任范围面积	20.74	流失总面积	14.43		
	土壤流失控制比		1.0	1.05	工程措施面积	2.88	容许土壤流失量	500t/km ² ·a		
	拦渣率		90%	95.7%	实际拦挡弃渣量	8.89 万 m ³	总弃渣量	9.29 万 m ³		
	林草植被恢复率		99%	99.2%	可恢复林草植被面积	6.18	林草植被面积	6.13		
	林草覆盖率		27%	42.5%	植物措施面积	6.13	监测土壤流失情况	477t/km ² ·a		
	水土保持治理达标评价		本工程水土流失防治“六项指标”, 均达到建设类项目一级标准和水土保持方案目标值, 试运行期未发现严重水土流失的危害。							
总体结论		本工程较好完成了水土保持各项措施, 工程运行期正常, 起到良好的水土流失防治效果, 已具备水土保持设施竣工验收条件, 同意提供竣工验收。								
主要建议		加强水土保持设施的管理和维护, 及时整修损坏工程, 确保水土保持设施功能完善。在下一阶段应加强绿化等植被恢复措施的巩固。								

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 地理位置

长深高速公路永安贡川互通及接线工程位于永安市贡川镇，于国家高速公路网的长春至深圳高速公路设贡川互通连接贡川镇。路线起点位于永安市贡川镇西侧，于长深高速 K231+100 处设匝道桥上跨长深高速公路，设置 B 型单喇叭互通立交。终点与连接福川工业园与城贡线的进园大道对接。



1.1.1.2 建设规模及主要技术指标

长深高速公路永安贡川互通及接线工程由主线及互通连接线组成。其中主线长度 1.0 km，互通连接线长 0.55 km。

主线设计时速 80 km/h，采用双向四车道高速公路标准建设，路基宽 24.5 m；互通连接线设计时速 40 km/h，路基宽 24 m，采用双向四车道二级公路标准建设，路基宽 24 m。项目共设互通立交 1 处，通道 1 处，涵洞 4 道，匝道收费站 1 处。

全线设计荷载采用公路-I 级，设计洪水频率：路基及大（中、小）桥采用 1/100，其余技术指标按《公路工程技术标准》（JTG B01-2003）的规定执行。

项目估算总投资 0.8021 亿元，其中土建投资 0.5228 亿元。建设资金通过两种方式筹措，其中，福建省、市、地方自筹 0.2807 亿元，占总投资估算的 35.00%；向国内银行贷款 0.5214 亿元。占总投资估算的 65.00%。本项目建设单位和投资单位为永安市交通建设开发公司。工程于 2014 年 7 月开工，2016 年 10 月底建成通车，建设期 28 个月。

实际完成投资 0.8262 亿元。

表 1-1

主要技术经济指标表

一、项目的基本情况						
1	项目名称	长深高速公路永安贡川互通及接线工程				
2	建设地点	三明市永安市	所在流域	闽江流域		
3	建设单位	永安市交通建设开发公司				
4	建设规模	长度 (km)	公路等级	路基宽度(m)	设计速度 (km/h)	工程性质
(1)	主线	1.00	高速公路	24.5	80	新建
(2)	互通立交连接线	0.55	二级公路	24.0	40	新建
5	工程等级	公路-I 级				
6	最大纵坡	4%				
7	总投资	0.8262 亿元				
8	土建投资	0.5469 亿元				
9	路面结构	沥青混凝土路面				
10	建设期	2014 年 7 月 - 2016 年 10 月				
二、项目组成及主要技术指标						
1	互通立交	处	1			
2	中桥	m/座	70/1			
3	匝道收费站	处	1			
4	涵洞	道	4			
5	通道	道	1			

1.1.1.3 征占地及拆迁情况

本工程方案设计永久占用各类土地 10.56 hm²，临时性用地 5.34 hm²。永久占地包括路基工程 8.64 hm²，桥梁工程 0.12 hm²，匝道收费站 1.80 hm²。临时占地包括施工便道 1.62 hm²，施工生产生活区 1.41 hm²，弃渣场 1.59 hm²，临时堆土场 0.72 hm²。

工程实际永久占用各类土地 10.56 hm²，临时性用地 3.87 hm²。永久占地包括路基工程 8.64 hm²，桥梁工程 0.12 hm²，匝道收费站 1.80 hm²。临时占地包括施工便道 1.62 hm²，施工生产生活区 1.41 hm²，临时堆土场 0.84 hm²。

项目建设需拆迁建筑物共计 2749.5 m²，迁建电力杆 1.4km，通讯杆 0.6km，地下光缆 2.0km。本项目拆迁安置及设施迁建工程采用货币补偿制，即建设单位一次性将拆迁安置费、改建费交给地方政府、各类专项设施主管部门，由地方政府、各部门负责各自的拆迁户（单位）的安置工作、专项改建工程及连带的水土流失防治工作。

1.1.1.4 工程土石方

项目土石方开挖量 35.56 万 m³，回填利用方量 26.45 万 m³，弃方量 9.11 万 m³，采用集中弃渣的方式处理工程建设产生的废方，全线备选弃渣场 1 处。后期项目区绿化覆土由该项目施工阶段园林绿化公司负责。

实际挖方量 37.33 万 m³，填方量 28.04 万 m³；弃方 9.29 万 m³，弃方运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填，进行综合利用。

1.1.1.5 建设工期

长深高速公路永安贡川互通及接线工程设计建设总工期 2 年，拟于 2013 年 7 月开工，2015 年 6 月竣工。

工程实际工期 28 个月（2014 年 7 月~2016 年 10 月）。

1.1.1.6 水土保持投资

该工程方案设计水土保持总投资 1229.61 万元，其中：工程措施 755.29 万元，植物措施 130.03 万元，施工临时工程 126.94 万元，独立费用 125.66 万元（其中水土保持监理费 20.00 万元，水土保持监测费 28.05 万元），基本预备费 68.27 万元，水土保持补偿费 23.42 万元。

实际完成水土保持总投资 1122.54 万元，其中工程措施投资 737.32

万元，植物措施投资 135.57 万元，临时措施投资 98.31 万元，独立费用 65.71 万元，基本预备费 62.21 万元，实际缴纳水土保持补偿费 23.42 万元。

1.1.1.7 主要参建单位

该工程建设汇集了设计、施工、监理、监测、评估等单位。

建设单位：永安市交通建设开发公司

监督单位：福建省交通建设质量安全监督局

设计单位：福建省交通规划设计院有限公司

监理单位：安徽省高等级公路工程监理有限公司

施工单位：中建十局集团有限公司

水土保持方案编制单位：交通运输部公路科学研究所

水土保持监测单位：福州冷山水土保持工程技术咨询有限公司

水土保持评估单位：福建宏其环境发展有限公司

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

本项目位于永安市贡川镇，项目区属剥蚀丘陵及山间沟谷地貌，呈“V”字形山谷，谷底地势较平缓。现多垦为农田，谷底横鹰厦铁路；场地地势较平缓，两侧坡地植被较发育。总体地形起伏，残坡及斜坡自然坡度一般为 20~25°，局部坡度较陡约 30~35°，剥蚀丘陵间发育一条沟谷，走向近南北向及东西向；地表多为农田和干旱荒地。

1.1.2.2 地质

本项目大部分地处中低山、低山、丘陵、盆谷、河岸交错区，沿线工程地质条件总体较好，基本未见明显滑坡、坍塌、岩溶等不良地质现

象。

沿线地质构造对路线走向基本无影响,未见明显危害路线安全的活动性构造断裂,地震动峰值加速度 0.05g,动反应谱特征周期 0.35s,抗震设防烈度 6 度。

沿线地层岩性较为复杂,地层经多期多次运动,断裂、褶皱重复,部分岩体较破碎,完整性一般,且风化较严重,部分路段地形险峻边坡稳定性一般,在边坡施工设计时,不宜过陡,以保持路基边坡的稳定性,局部路段需作防护和加固处理。

路线部分路段为农田地段,表层耕植土须视土质、地下水位等实际情况作必要的相应基础换填处理等,保证路基稳定。

1.1.2.3 水文

项目区地表水系主要属闽江流域沙溪水系,流量受降雨量影响明显,年内分配不均,汛期多集中在 5-8 月,占全年总流量的 70%以上。沿线大小溪流密布,河网密度一般为 0.4-1km/km²,流域范围森林茂密,植被发育,地表径流常年不断,自然蓄水能力较强。本项目部跨越地表水体。

项目区发育地下水主要为基岩裂隙水、第四系冲洪积层孔隙水二大类型。

基岩裂隙水赋存于区内各类岩石的构造裂隙、层状裂隙和断裂破碎带中。基岩裂隙水接受大气降水的补给,通过断裂破碎带,节理裂隙密集带为导水运移的通道向区内最低侵蚀基准面排泄,经深循环后排出地表,补给河水和其他地表水。

第四系冲洪积层孔隙水主要分布于山间谷地,含水层主要为第四系

冲洪积砂及砂砾卵石层，富水性较好，水量中等-丰富。主要接受大气降水入渗补给河水、周围孔隙裂隙水的侧向补给。

1.1.2.4 气象

永安市贡川镇地处沿海低纬度区，气候属中亚热带季风气候区。气候温暖湿润，四季分明，雨量充沛。项目区年平均气温 19.2℃，最冷月份为 1 月，极端低温-6.4℃，最热月份为 7 月，极端高温可达 40.5℃。处于季风气候区，冬半年受大陆冷高压控制，以偏北风为主；夏半年受海洋暖湿气流制约，多偏南风，累年平均以偏北风频率最大，年平均风速为 1.2m/s。年平均日照时数 1766.1 小时；无霜期山区为 226 天；河谷低地为 290 天。3~4 月为春季雨季，一般占全年降水量的 25%~30%；5~6 月为梅雨季，占全年降水量的 30%~35%，连续暴雨一般出现在本季；7~9 月为台风雷雨季，一般占全年降水量的 20%~27%。多年平均降水量为 1567.6mm，最大年降水量 2422.4 mm，最小降水量为 904.6mm。24 小时最大降水量为 263.25mm。

1.1.2.5 土壤

项目区山地土壤可分为 5 个土类、11 个亚类、25 个土属。其中，红壤在项目区山地土壤中面积最大，分布最广，约占土地总面积的 70%；其次是山地黄壤和紫色土；而紫色土则仅在部分村庄、城镇附近的低山丘陵局部出现，紫色土抗侵蚀力弱，质地多为轻壤，土层浅薄，易因人为干扰造成水土流失。

项目区农田土壤主要为水稻土，分为 1 个土类 3 个亚类 11 个土属 28 个土种。4 个亚类分别是渗育型、潜育型和潜育型水稻土，其中以渗育型水稻土分布面积最大最广，广泛分布于沿线山坡、山脚和山冈

缓坡上；潴育型水稻土主要分布在项目沿线河谷、村庄周围的平洋田，以及开阔的山垄田和垄口田中；而潜育型水稻土则多分布于项目沿线的山垄田和低洼田。

成土母岩以变质岩为主，其次是花岗岩和沉积岩；成土母质，山地以酸性岩、中性岩、泥质岩、砂质岩和坡积母质为主，局部地段出现少量的第四纪红色粘土堆积，水稻土则以坡积和冲积母质为主。

1.1.2.6 植被

项目建设区地带性植被是亚热带常绿阔叶林。主要植被类型可以分为暖性针叶林、常绿阔叶林、竹林、灌草丛等4个植被型。

由于项目建设区多数区段属于低丘地貌，部分区域与省道相伴，植被长期以来受到人为因素的干扰，原生性的地带性植被——常绿阔叶林已不复存在，现存的常绿阔叶林小群落大都为各村镇保留下来的风水林。

暖性针叶林是评价区分布面积最大、最主要的植被类型。该区的暖性针叶林主要是杉木林，且多为人工林，以中幼龄树为主，林分生长尚好。

1.2 水土保持工作情况

根据项目施工特点，采取工程措施、植物措施和临时措施相结合的方法，制定了较为周密的水土流失防治体系。本工程的水土流失主要发生在施工期。施工工艺和施工组织是影响水土流失的重要因素，永安市交通建设开发公司督促施工单位中建十局集团有限公司在施工过程中合理确定施工工艺，严格按照设计、时序施工，及时落实各项水土保持防护措施，避免工序脱节重复扰动或防护措施不到位，特别注意加强施工期间的临时防护和管理，合理堆放表土，做好沿线绿化工作，尽量减少

对植被的破坏，减少人为的水土流失，控制工程建设中的水土流失。

为提高标准、高质量的搞好工程水土保持工作，永安市交通建设开发公司在工程建设初期成立了由建设单位、监理单位和施工单位分管领导为组长、副组长的项目管理机构，协调水土保持工程的建设管理。在水土保持工程实施过程中，全面实行工程招投标制、工程监理制和合同管理制，将水土保持工程质量纳入到主体工程管理体系中。在施工队伍选择上，优先选择水土保持意识强、水土保持工程施工技术水平高的施工队伍进行施工。在工程监理方面，要求监理单位选派熟悉水土保持业务的监理人员进行监理。通过加强管理，严格对施工和监理单位的要求，结合不定期的现场检查，确保水土保持措施施工质量。

永安市交通建设开发公司在建设过程中坚持“三同时”制度原则，做到水土保持措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。永安市交通建设开发公司委托交通运输部公路科学研究所编制本工程的水土保持方案报告书。接受任务后，交通运输部公路科学研究所积极组织人员，认真查勘现场，在与建设单位及主体工程设计单位福建省交通规划设计院有限公司认真沟通的基础上，按照水土保持方案编制的有关规范，于2013年3月编制完成了《长深高速公路永安贡川互通及连接线水土保持方案报告书(送审稿)》。于2013年6月形成《长深高速公路永安贡川互通及接线工程水土保持方案报告书》（报批稿）》上报。2013年6月，福建省水利厅以闽水水保[2013]114号文对《长深高速公路永安贡川互通及接线工程水土保持方案报告书》（报批稿）予以批复。方案实施后，减少了防治范围内的水土流失，改善项目区周边的环境，具有一定的生态效益。本工程建设过程中水土保持措施无重大变更，工程

实施期间无重大水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案

2015年7月，建设单位永安市交通建设开发公司委托我司对长深高速公路永安贡川互通及接线工程进行水土保持监测，按照国家法律、法规和《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》，2015年10月完成了《长深高速公路永安贡川互通及接线工程水土保持监测实施方案》。

根据监测实施方案，监测内容主要包括影响水土流失主要因子的监测、水土流失量的监测、水土流失危害监测、环境变化的监测和水土保持措施防治效果的监测等内容。

1.3.2 监测项目部设置

2015年7月，建设单位将监测任务委托我司，我司成立监测项目部并配备技术人员。

监测项目部主要职责有：

- a) 负责监测项目的组织、协调和实施。
- b) 负责监测进度、质量、设备配置和项目管理。
- c) 负责与施工单位日常联络，收集主体工程进度、施工报表等资料。
- d) 负责日常监测数据采集，做好原始记录。
- e) 负责监测资料汇总、复核、成果编制与报送。
- f) 开展施工现场突发性水土流失事件应急监测。

本监测项目部人员为3名，总监测工程师1名、监测工程师1名、监测员1名。

各岗位职责为：

a) 总监测工程师为项目部负责人，全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果质量。

b) 监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测总结报告等。

c) 监测员协助监测工程师完成监测数据的采集和整理，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理。

监测项目部人员主要由以下各专业工程监测人员组成见表 1-2。

表 1-2 水土保持监理部人员组成

序号	监理职务	姓名	职称	专业
1	总监测工程师	林国钦	工程师	水利水电工程
2	监测工程师	张晓华	助理工程师	水土保持
3	监测员	陈雪萍	助理工程师	水土保持

1.3.3 监测点布设

为了便于水土保持监测工作的开展，各项内容的监测采用实地调查、现场巡查结合定点定时地面监测的方法。同时，还对各防治分区进行全面调查。

在实地踏勘的基础上，针对本工程区工程特点、施工布置、水土流失的特点和水土保持措施的布局特征，并考虑观测与管理的方便性，本工程共布设共设置 11 个水土保持监测点位，其中主体工程区 6 个、施工便道区 2 个、施工生产生活区 2 个、临时堆置区 1 个。

表 1-3

监测点位分布一览表

序号	监测时段	防治分区	监测项目	监测点位位置
1	施工期 (28个月, 2014年7月~2016年10月)	主体工程防治区	挖方边坡	AK0+740~ AK0+880(挖方路段)
2				EK0+000~ EK0+140(挖方路段)
3			填方边坡	AK0+000~ AK0+140(填方路段)
4		施工便道防治区	施工便道	通往临时堆土场 733m
5		施工生产生活防治区	施工场地	K231+300 右侧 200m 施工预制场、拌和站
6		临时堆土场防治区	临时堆土场	L1 堆土场(K230+780 路有 200m)
7	运营初期 (1个月, 2016年11月)	主体工程防治区	挖方边坡	AK0+740~ AK0+880(挖方路段)
8				EK0+000~ EK0+140(挖方路段)
9			填方边坡	AK0+000~ AK0+140(填方路段)
10		施工便道防治区	施工便道	通往临时堆土场 733m
11		施工生产生活防治区	施工场地	K231+300 右侧 200m 施工预制场、拌和站

1.3.4 监测设施设备

水土保持监测材料及设备主要是指在进行水土流失及其影响因子、水土保持防治措施数量、质量及其防治效果等监测时要用到的材料及设备。详见表 1-3。

表 1-3 项目水土保持监测设备及材料表

序号	设备及材料名称	单位	数量
1	风速仪	个	1
2	自计雨量器	个	1
3	钢钎	根	9
4	钢卷尺	个	1
5	电子天平	台	2
6	集流桶	个	2
7	流速仪	个	2
8	便携 GPS	台	1
9	便携计算机	台	1
10	便携打印机	台	1
11	分析仪器		若干
12	化学试剂		若干

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002），本工程水土保持监测应有相对固定的观测设施，采用实地调查法、现场巡查法、定点监测法和综合分析法相结合的方式进行水土流失监测。

1.3.6 监测成果提交情况

根据《中华人民共和国水土保持法》第四十一条，我单位福州冷山水土保持工程技术咨询有限公司对生产建设活动造成的水土流失进行水土保持监测。监测组按照该工程水土保持方案报告中水土保持监测的目的和任务要求，进行水土流失现场监测，并对各水土流失防治责任分区水土流失及水土保持现状进行了实地勘查和收集资料。

根据《长深高速公路永安贡川互通及接线工程水土保持方案报告书（报批稿）》、《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）和《水土保持监测设施通用技术条件》（SL342-2006）等要求，采用调查、巡查监测相结合的方法开展该工程的水土保持监测。采用布设临时堆置区简易坡面进行监测，用于监测分析临时中转堆土场的土壤侵蚀模数及土壤侵蚀量；调查监测主要对工程防治责任范围内各防治分区的水土流失因子、水土保持措施实施数量、质量、稳定性、运行情况及拦渣保土效果等进行监测。

在水土保持监测过程中，监测人员按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、该工程水土保持监测实施方案的技术要求进行内业分析。根据水土保持监测合同要求，现场水土保持监测工作于 2016 年 11 月结束。

2016 年 12 月完成本项目水土保持监测总结报告并提交给永安市交通建设开发公司。

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002),并结合《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》的通知(办水保〔2015〕139号)的规定,确定监测内容如下:

(1) 水土流失因子监测;

- ① 地形、地貌和水系变化;
- ② 建设项目占用地面积、扰动地表面积;
- ③ 挖方填方数量及面积;
- ④ 项目区林草覆盖率。

(2) 水土流失状况监测

- ① 水土流失面积变化;
- ② 水土流失量变化;
- ③ 水土流失程度变化;
- ④ 对下游及周边地区造成危害及其趋势。

(3) 水土流失防治效果监测

- ① 防治措施数量及质量;
- ② 林草措施存活率、保存率、生长情况及覆盖度;
- ③ 防护工程稳定性、完好程度及运行情况;
- ④ 各项防治措施的拦渣保土效果。

2.1.1 防治责任范围动态监测

水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区均为永久占地和临时占地，永久占地和临时占地在施工阶段及项目运行阶段保持不变。直接影响区的面积随着工程进展发生变化，依据项目建设区面积变化而变化。通过动态监测，确定施工期实际发生的水土流失防治责任范围，并与方案设计对比，分析变化原因。

2.1.2 弃土弃渣动态监测

主要监测工程建设产生的弃土、弃渣临时堆放地点、面积、数量及所采取的防护措施、弃土弃渣在建设期所造成的破坏、环境污染、建设期末对临时弃土弃渣所采取的处理措施等。

2.1.3 水土流失防治动态监测

主要包括施工建设过程中造成的扰动原地貌、损坏水土保持设施面积，以及实施的工程措施、植物措施和临时工程实施的数量、质量、保存率，林草措施的生长、覆盖情况等。

2.1.4 施工期土壤流失量动态监测

针对不同防治类型区的水土流失特点，采用多种方法进行多点位、多频次监测，经综合分析得出不同防治类型区域的侵蚀强度及土壤侵蚀量。

2.2 监测方法

监测方法主要采取调查、巡查监测相结合进行。地面监测频率为每季度 1 次以上，大暴雨过后进行加测；采用简易水土流失观测场、坡面侵蚀沟样法监测；调查监测以不定期巡查为主。

2.2.1 调查监测

调查监测范围为防治责任范围各分区，即：路基工程防治区、桥梁工程防治区、沿线设施防治区、施工便道防治区、施工生产生活区防治区、临时堆土场防治区等区域。

调查监测工程施工进度、水土保持措施数量及其质量等。

工程措施调查：采用皮尺、钢卷尺、测距仪等实地量测有关断面尺寸，分析判断稳定性、完好程度和运行情况等。

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。

气象因子监测数据查询当地雨量站点的实时雨量和累计雨量。

2.2.2 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。

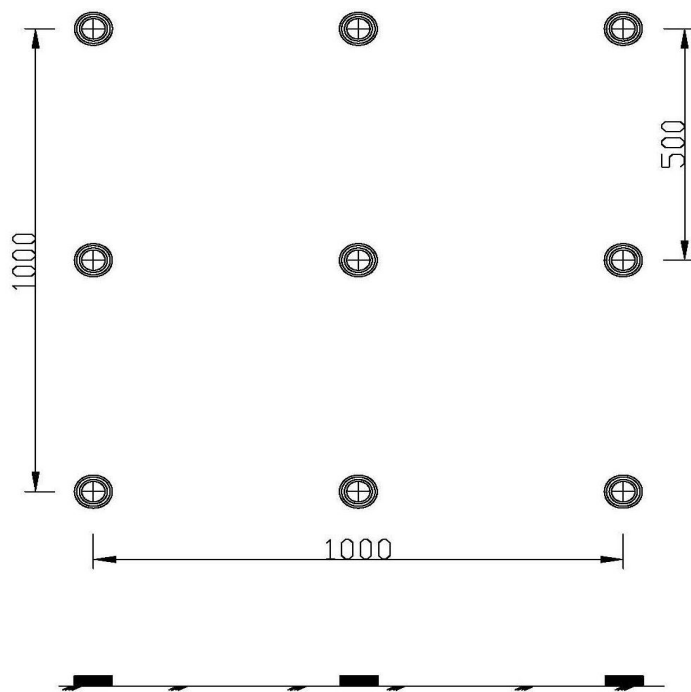
钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。共布设 5-6 个。具体分布成旋转 90° 的正方形分布+一个圆心，再考虑在顶上布设一个。

计算公式：体积法确定土壤侵蚀量如下：

$$A=(Z \cdot S/103) \cdot r$$

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。

断面图及平面图



说明：单位为 mm

图 2-1 水蚀桩钉法布设竹钎示意图

2.2.3 临时监测

主要针对各扰动区域出水口泥沙含量的监测。发生侵蚀性降雨后，采集出水口径流，进行泥沙含量分析后，结合出水口汇水面积，计算流失出场界的土壤流失量。

2.2.4 巡查

巡查内容主要为各防治分区内的水土保持设施运行情况、稳定性和完好程度。

2.3 监测指标

监测指标主要包括扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项水土流失防治指标的动态变化。

3 重点对象水土流失动态监测

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

3.1.1.1 项目建设区

长深高速永安贡川互通及接线工程项目建设区范围主要包括主体工程道路、桥梁占地以及施工生产生活区、施工道路、弃渣场和临时堆土场占地等各类临时工程用地。本项目主体工程占地面积采用工可报告中主体工程永久占地面积，包括路基、桥梁互通等占地。

3.1.1.2 直接影响区

路基施工：当填土高度小于 8m 时，施工影响范围可控制在永久征地内，不计影响区面积；当填方高度大于 8m 时，影响范围按永久征地外两侧各外延 5m 计取面积；半填半挖路基按填方侧外延 20m 计取面积。挖方段路基施工影响范围可控制在永久征地范围内，不计影响区面积。

桥梁施工：由于本项目桥梁为旱桥，按施工区两侧各外延 5m 记取直接影响区面积。

施工便道：新建施工便道挖方侧按 2m、填方侧按下边坡平均 15m 估算直接影响范围。

弃渣场：本项目弃渣场均布设在稳定沟道内，因此按挡渣墙外缘向外延 5m 计取影响区面积。

施工生产生活区：地面上的施工场地区其四周各 2m 做为直接影响区，坡地上的施工场地取其下边坡 5m 做为直接影响区。

临时堆土场：按挡墙外缘向外延 3m 计取影响面积。

专项设施改建：专项设施改建采用货币补偿的形式，即建设单位一次性将改建费交予设施所有单位，由设施所有单位负责项目涉及的专项设施改建工作及连带的水土流失防治工作。其确定原则如下：拆迁电力线混凝土杆扰动面积 $0.5 \text{ m}^2/\text{根}$ ，电力线架设过程中扰动面积按电力线长度乘以 1m 估算；光缆线铺设扰动面积按光缆线长度乘以 2m 估算。

3.1.1.3 防治责任范围

根据《长深高速公路永安贡川互通及接线工程水土保持方案报告书》及福建省水利厅的批复文件（闽水水保 [2013]114 号），工程水土流失防治责任范围面积为 22.46 hm^2 ，其中项目建设区 15.90 hm^2 ，直接影响区 6.56 hm^2 。详见表 3-1。

表 3-1

水土保持防治责任范围及分区表

单位: hm^2

项目	建设区域		占地面积	占地性质	行政区划
项目建设区	主体工程区	路基工程	8.64	永久	永安市贡川镇
		桥梁工程	0.12		
		沿线设施	1.80		
	施工临时设施区	施工便道	1.62	临时	
		施工生产生活区	1.41		
		弃渣场	1.59		
		临时堆土场	0.72		
小计		15.90			
直接影响区	主体工程区	路基工程	3.53	非工程施工占地	永安市贡川镇
		桥梁工程	0.11		
		专项设施改建	0.54		
	施工临时设施区	施工便道	1.37		
		施工生产生活区	0.38		
		弃渣场	0.38		
		临时堆土场	0.25		
小计		6.56			
合计		22.46			

3.1.2 施工期防治责任范围监测结果

根据监测组查阅相关用地批复并现场实地核实, 本工程建设实际征占地面积 14.43hm^2 。实际直接影响区 6.31hm^2 , 实际水土流失防治责任范围 20.74hm^2 , 比方案批复面积 22.46hm^2 减少 1.72hm^2 。项目建设产生的防

治责任范围与水保方案批复情况对比详见表 5-2。

表 3-2 实际防治责任范围与水保方案批复情况对比 单位 hm^2

项目区	批复的水土流失防治责任范围			实际防治责任范围			实际与批复比较
	项目建设区	直接影响区	合计	实际项目建设区	实际直接影响区	合计	
路基工程	8.64	3.53	12.17	8.64	3.53	12.17	0
桥梁工程	0.12	0.11	0.23	0.12	0.11	0.23	0
沿线设施	1.8	0.54	2.34	1.8	0.54	2.34	0
施工便道	1.62	1.37	2.99	1.62	1.37	2.99	0
施工生产生活区	1.41	0.38	1.79	1.41	0.38	1.79	0
弃渣场	1.59	0.38	1.97			0	-1.97
临时堆土场	0.72	0.25	0.97	0.84	0.38	1.22	0.25
合计	15.90	6.56	22.46	14.43	6.31	20.74	-1.72

实际产生的水土流失防治责任范围比工程水土保持方案减少 1.72hm^2 的原因有以下几点：

(1) 原水保方案设立弃渣场一处，防治责任范围 1.97hm^2 ，用于施工中产生的弃渣的永久处置。实际施工中，弃渣运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填。故不再设弃渣场，防治责任范围减少 1.97hm^2 。

(2) 原方案临时堆土场规划防治责任范围 0.97hm^2 ，实际施工弃渣采取外运综合利用的解决方案，为避免推土过高，扩大了临时堆土场占

地规模，导致临时堆土场实际防止责任范围增加 0.25 hm²。

该工程施工期水土流失防治责任范围监测情况详见表 3-3。

表 3-3 工程水土流失防治责任范围监测分析表 单位：hm²

防治分区	方案批复值	施工期实际扰动	运行初期	备注
主体工程区	10.56	10.56	10.56	永久占地
施工临时设施	5.34	3.87	3.87	临时占地
小 计	15.90	14.43	14.43	
直接影响区	6.56	6.31		非工程施工占地
合计	22.46	20.74	14.43	

3.2 取土（石、料）监测结果

本工程不需要设置取料场，建设单位不负责取料场的水土保持。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土弃渣情况

根据原方案土石方平衡情况，工程挖方（含桥基出渣）中，除26.45 万 m³用于路基回填外，还剩余废土方7.53万m³，废石方1.58万m³，共计9.11 万m³需在弃渣场内永久处置。

原方案于互通连接线以北700m左右规划一弃渣场共占地1.59hm²，为临时用地，弃渣容量25万m³。弃渣场位于沟谷地，占用林地和荒地为主，利用山坳地进行弃渣堆放。渣体下方采用拦挡措施并设置排水系统。

3.3.2 弃土弃渣及占地面积监测结果

3.3.2.1 工程土石方

本工程弃土、弃渣主要来源于路基（含隧道）挖方和桥梁桩基弃渣，经调查：实际挖方量 37.33 万 m³，较远方案增加 1.77 万 m³；填方量 28.04

万 m³，增加 1.59 万 m³；弃方 9.29 万 m³，增加 0.18 万 m³。弃方运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填，进行综合利用。

3.3.2.2 弃渣场和临时中转堆土场情况

原方案中于互通连接线以北 700m 左右规划一弃渣场用于弃渣永久堆放。实际施工中，弃方运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填，进行综合利用。故实际施工中不再专门布设弃渣场。

实际临时中转堆土场面积较规划案增加增加 0.12 hm²，主要是工程土石方较规划略有增加，且弃渣采取外运综合利用的解决方案，为避免堆土过高，实际施工中扩大了临时中转堆土场面积。

3.4 土石方流向情况监测结果

本工程建筑材料均采用外购的方式解决，本项目土石方挖填平衡，开挖的土石方均作为场内回填使用。由于本工程水土保持方案报告书为项目完工时补报，故本工程批复的土石方量与实际土石方量基本一致，出入较小。本工程土石方开挖总量约 37.33 万 m³，总回填量 28.04 万 m³。弃方运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填，进行综合利用。

3.5 其他重点部位监测结果

本工程没有隧道、没有桥梁、没有山体开挖，所有施工已经结束，项目不存在大型开挖填筑区，施工场地已被拆除。

4 水土流失防治措施监测结果

根据工程水土保持措施的特点，划分为防洪排导工程、土地整地、植被建设工程、临时防护工程4个单位工程，排洪导流设施、覆土、土地整治、点片状植被、临时拦挡、临时排水、临时沉沙、临时覆盖等9个分部工程，按规定的工程量分为14个单元工程。具体见表4-1。

表 4-1 水土保持措施分部、单元工程划分表

单位工程	分部工程	单元工程	个数
防洪排导工程	排洪导流设施	排水沟	11
		沉沙池	6
		拱形骨架护坡	2
土地整治工程	土地整治	表土剥离	2
		土地整治	2
	覆土	覆土	3
临时防护工程	临时拦挡	填土编织袋挡墙	4
	临时排水	排水沟	7
	临时沉淀	沉淀池	2
	临时沉沙	沉沙池	5
	临时覆盖	可降解地膜苫盖	2
植被建设工程	点片状植被	景观绿化	2
		灌木	2
		草皮	1
4	9	14	51

4.1 工程措施监测结果

工程措施：通过现场调查量测和查阅资料，共完成拱形骨架护坡44625 m²，排水沟5884m，表土剥离12.08 hm²，土地整治、覆土3.99 hm²。

实施进度：2016年4月-2016年10月，详见表4-2。

表 4-2 水土保持工程措施工程量

序号	措施内容	单位	工程量	单价 (元)	投资 (万元)	完成时间
合计					737.32	
一	路基工程防治区				644.16	
1	拱形骨架护坡	m ²	41993	103.44	434.38	2016.4-2016.10
2	排水沟	m	5001	388.96	194.52	2016.4-2016.10
3	表土剥离	hm ²	7.13	21406.71	15.26	2014.8-2014.10
二	桥梁工程防治区				6.39	
1	拱形骨架护坡	m ²	284	103.44	2.94	2016.4-2016.10
2	排水沟	m	82	388.96	3.19	2016.4-2016.10
3	表土剥离	hm ²	0.12	21406.71	0.26	2014.8-2014.10
4	土地整治	hm ²	0.12	774.69	0.01	2016.7-2016.9
三	沿线设施防治区				59.30	
1	拱形骨架护坡	m ²	2348	103.44	24.29	2016.4-2016.10
2	排水沟	m	801	388.96	31.16	2016.4-2016.10
3	表土剥离	hm ²	1.8	21406.71	3.85	2014.8-2014.10
四	施工便道防治区				14.65	
1	表土剥离	hm ²	1.62	21406.71	3.47	2014.8-2014.10
2	土地整治、覆土	hm ²	1.62	69048.15	11.19	2016.7-2016.9
五	施工生产生活区				12.75	
1	表土剥离	hm ²	1.41	21406.71	3.02	2014.8-2014.10
2	土地整治、覆土	hm ²	1.41	69048.15	9.74	2016.7-2016.9
六	临时堆土场防治区				0.07	
1	土地整治	hm ²	0.84	774.69	0.07	2016.7-2016.9
七	工程措施投资合计				737.32	

4.2 植物措施监测结果

植物措施：通过现场调查量测和查阅资料，完成植物护坡 19589 m²，绿化工程 1.55km，植被恢复 1.74hm²，抚育工程 1.62hm²，复耕 2.13hm²，

直播种草 0.88hm²。

实施进度：2016年7月-2016年10月，详见表4-3、表4-4。

表 4-3 水土保持植物措施工程量

序号	措施内容	单位	工程量	单价(元)	投资 (万元)	完成时间
	合计				135.57	
一	路基工程防治区				110.43	
1	植物护坡	m ²	16793	51.5	86.48	2016.7-2016.10
2	绿化工程	km	1.55	154500	23.95	2016.7-2016.10
二	桥梁工程防治区				6.83	
1	植物护坡	m ²	1294	51.54	6.67	2016.7-2016.10
2	植被恢复	hm ²	0.12	13234.97	0.16	2016.7-2016.10
三	沿线设施防治区				7.74	
1	植物护坡	m ²	1502	51.5	7.74	2016.7-2016.10
四	施工便道防治区				9.40	
1	植被恢复	hm ²	1.62	56459.26	9.15	2016.7-2016.10
2	抚育工程	hm ²	1.62	1589.51	0.26	2016.7-2016.10
五	施工生产生活区				0.22	
1	复耕	hm ²	1.41	0	0.00	2016.7-2016.10
2	直播种草	hm ²	0.16	13518.75	0.22	2016.7-2016.10
六	临时堆土场防治区				0.96	
1	复耕	hm ²	0.72	0	0.00	2016.7-2016.10
2	直播种草	hm ²	0.72	13304.17	0.96	2016.7-2016.10
七	植物措施投资合计				135.57	

表 4-4 水土保持植物措施苗木清单表

措施类型	措施名称	单位	完成工程量	投资(元)
植物类型	撒播草种	m ²	48036	981033
	南洋杉 (胸径 5-6, 高度 250-300, 冠幅 120-150)	棵	11	6217
	黄花槐 (胸径 5-6, 高度 200-250, 冠幅 150-200)	棵	8	4313
	红花碧桃(地径 5-6, 高度 150-200, 冠幅 120-150)	棵	4	2018
	洒金碧桃(地径 4-5, 高度 150-200, 冠幅 120-150)	棵	3	2108
	刺桐 (胸径 =7~8cm,H=250~300cm,P=100~150cm)	棵	11	10883
	红花夹竹桃 (多枝,H=100~120cm,P=70~80cm)	棵	25	14202
	细叶紫薇 (多枝,H=120~150cm, P=50~60cm)	棵	12	5199
	红绒球 (H=110~120cm,P=90~100cm)	棵	19	7878
	四季桂 (多枝, H=150~180cm,P=60~70cm)	棵	11	4552
	黄金榕 (球形,H=90~100cm,P=70~80cm)	棵	13	8435
	细叶紫薇 (高度 150-180, 冠幅 120-150)	棵	11	4963
	红绒球 (高度 110-120, 冠幅 90-100)	棵	19	6915
	黄金宝树 (高度 120-150, 冠幅 60)	棵	91	37841
	红车 (高度 120, 冠幅 100)	棵	98	39585
	重瓣扶桑 (高度 100, 冠幅 80-100)	棵	64	39139
	红花继木球 (高度 80-100, 冠幅 80-100)	棵	88	39732
九里香球 (高度 80-100, 冠幅 80-100)	棵	15	5689	

措施类型	措施名称	单位	完成工程量	投资(元)
	黄金榕球 (高度 80-100, 冠幅 80-100)	棵	12	4940
	红叶乌桕 (高度 80, 冠幅 40)	棵	82	31323
	金叶假连翘球 (高度 60-80, 冠幅 60-80)	棵	45	22385
	爬山虎 (长度 50704-3-100)	棵	7	2054
	三角梅 (藤本) (高度 60-80, 冠幅 40-60, 红花、紫花)	棵	66	17817
	翠芦莉(高度 30-35, 冠幅 25-30, 16 株/m ²)	m ²	87	6775
	花叶良姜(高度 25-30, 冠幅 25-30, 16 株/m ²)	m ²	24	1756
	红花继木(高度 25-30, 冠幅 20-25, 25 株/m ²)	m ²	71	5413
	九里香(高度 25-30, 冠幅 20-25, 25 株/m ²)	m ²	25	1999
	黄金榕(高度 25-30, 冠幅 15-20, 25 株/m ²)	m ²	56	3815
	毛杜鹃(高度 25-30, 冠幅 15-20, 36 株/m ²)	m ²	12	706
	花叶假连翘(高度 25-30, 冠幅 15-20, 36 株/m ²)	m ²	51	4394
	龙船花(高度 20-25, 冠幅 15-20, 36 株/m ²)	m ²	13	1848
	软枝黄蝉 (高度 25-30, 冠幅 20-25, 25 株/m ²)	m ²	47	4300
	金叶假连翘 (高度 25-30, 冠幅 15-20, 25 株/m ²)	m ²	32	3598

4.3 临时防治措施监测结果

临时措施：共完成铺塑料薄膜41025m²，临时排水沟1171.56m³，沉砂池33m³，填土编织袋挡墙4557.17m³，铺防水土工布1168m²。

实施进度：2014年8月-2015年3月，详见表4-5。

表4-5 水土保持临时措施工程量

序号	措施内容	单位	工程量	单价 (元)	投资 (万元)	完成时间
合计					82.47	
(一)	临时工程				80.85	
一	路基工程防治区				12.85	
1	铺可降解地膜	hm ²	4.05	31730.23	12.85	2014.8-2015.8
二	桥梁工程防治区				1.92	
1	沉砂池	m ³	6	8.17	0.00	2014.8-2015.3
2	铺可降解地膜	hm ²	0.0525	31740.22	0.17	2014.8-2015.3
3	填土编织袋挡墙	m ³	124	140.68	1.74	2014.8-2015.3
三	沿线设施防治区					
四	施工便道防治区				53.21	
1	填土编织袋挡墙	m ³	3650	140.97	51.45	2014.8-2015.3
2	排水沟	m ³	1027	17.1	1.76	2014.8-2015.3
五	施工生产生活区				4.46	
1	填土编织袋挡墙	m ³	190.17	140.85	2.68	2014.8-2015.3
2	排水沟	m ³	121.18	16.9	0.20	2014.8-2015.3
3	铺防水土工布	m ²	1168	13.37	1.56	2014.8-2015.3
4	沉砂池	m ³	9	11.44	0.01	2014.8-2015.3
六	临时堆土场防治区				8.42	
1	填土编织袋挡墙	m ³	593	141.09	8.37	2014.8-2015.3
2	排水沟	m ³	23.38	17.88	0.04	2014.8-2015.3
3	沉砂池	m ³	18	5.72	0.01	2014.8-2015.3
(二)	其他临时工程				1.62	

4.4 水土保持措施防治效果

通过实地调查及测量各工程措施断面尺寸达到设计要求和水土保持有关技术规范要求。道路沿线景观绿化恢复良好，能很好的发挥作用。水土保持措施防治效果明显。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目总水土流失面积 14.43hm²。施工准备期水土流失面积为 14.43hm²，施工期水土流失面积为 14.43hm²，自然恢复期土壤侵蚀面积扣除硬化面积、措施面积外，实际面积 6.13hm²。

5.2 土壤流失量

通过施工期资料的收集和运行期的调查监测，分析得出，各阶段施工期各地表扰动类型侵蚀模数，经测算：施工准备期（2014年7月），该工程土壤侵蚀量约为 46.13t，占总量的 1.05%，平均土壤侵蚀模数为 3836t/km².a；施工期（2014年8月-2016年10月），该工程土壤侵蚀量约为 4264.84t，占总量的 96.92%，平均土壤侵蚀模数为 13136t/km².a；试运行期（2016年11月），土壤侵蚀量约为 89.56t，占总量的 2.03%，平均土壤侵蚀模数为 7448t/km².a。详见表 5-1。

表 5-1

工程土壤侵蚀量动态监测情况表

地表扰动时段	侵蚀面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	时间 (年)	流失总量 (t)	备 注
背景值	14.43	245		97.56	
施工准备期 2014.7	14.43	3836	0.08	46.13	地勘等施工准备
施工期 2014.8-2016.10	14.43	13136	2.25	4264.84	全面扰动土地
试运行期 2016.11	14.43	7448	0.08	89.56	措施发挥效益
合计				4498.09	

施工期项目区面积 14.43hm^2 ，自然恢复期土壤侵蚀面积扣除硬化面积、措施面积外，恢复期实际面积 6.13hm^2 。

监测工程造成水土流失量 4366.38t 。

主体工程防治区水土流失量 3273.72t ，占比 74.98% ，是产生水土流失的主要地表类型，施工便道防治区水土流失量 476.06t ，占比 10.90% ，施工生产生活区防治区水土流失量 274.89t ，占比 6.30% ，临时堆置区防治区水土流失量 341.71t ，占比为 7.83% 。具体见表 5-2。

表 5-2 扰动地表类型水土流失量预测表

地表类型	侵蚀面积 (hm^2)	水土流失总量(t)	水土流失占总量%
主体工程区	10.56	3273.72	74.98
施工便道	1.62	476.06	10.90
施工生产生活区	1.41	274.89	6.30
临时堆土场	0.84	341.71	7.83
合计		4366.38	100.00

5.3 弃渣场潜在土壤流失量

本项目未设置弃渣场。

5.4 水土流失危害

水土流失主要包括施工工艺与方法、降雨、地形、地面组成物质、植被覆盖率、水土保持措施情况等。

填方路基采取逐层填筑、分层压实的方法进行机械化施工作业，有利于保持路基稳定性，减少了土方松散堆置形成的水土流失。在设置挡土墙的施工路段，先实施挡墙再进行填方作业，有效控制了施工对地表的扰动范围。

挖方边坡地段采取由上而下进行开挖的施工方式，边开挖边防护。边坡开挖前先设置了临时或永久截排水、沉砂以及拦挡等措施后再开挖，减少施工期降雨对边坡冲刷形成的水土流失。

路基工程防治区(含互通及沿线设施防治区)施工产生的水土流失主要环节是在路基清表和填筑、开挖时。

本项目桥梁上部结构设计以标准跨径的 T 形连续梁为主，该类结构施工工艺成熟、材料供应充足、使用效果较好，可以集中预制和做到标准化、系列化和施工装配化，避免了施工点分散而导致的地表扰动范围广、无法集中有效地实施水土保持措施等缺点。桥梁的桥墩为柱式墩，桥墩和桥台占地面积小，有效地减少桥墩基础施工的土方开挖量。

项目施工过程中产生水土流失主要在土石方开挖、填筑、临时堆土等过程，其他设施安装过程等基本不产生水土流失；工程建成后在运行期施工地表扰动停止，不再破坏水土保持设施，项目区域植被恢复、建筑物覆盖，以及完善的防护工程和排水工程等，工程在运行期水土流失得到有效控制，水土流失较小。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

长深高速公路永安贡川互通及接线工程扰动土地面积共计 14.43hm²，水土保持措施防治面积+永久建筑物面积为 13.77hm²，扰动土地整治率为 95.43%，达到方案设计的 95%防治目标。详见表 6-1。

6.2 水土流失总治理度

施工期，项目建设区地块全面扰动，工程建设造成水土流失面积约 14.43hm²，施工后期，施工生产生活区、临时堆置区等按规划用地恢复建设；对造成水土流失的区域修筑了排水沟、沉沙池等工程措施，并进行了植被恢复，水土流失治理达标面积 14.01hm²，水土流失总治理度达到 97.09%，达到方案设计的 97%防治目标。详见表 6-1。

6.3 拦渣率和弃渣利用率

工程建设实际工程挖方总量 37.33 万 m³，填方量 28.04 万 m³。弃方 9.29 万 m³，弃方运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填，进行综合利用，弃土回填利用率达 100%。

本工程所需的主要建筑材料、砂料、石料等全部从邻近地区市场采购，采购砂、石料等建筑材料要选择合法的料场，水土流失防治由相应料场经营者负责。

工程施工过程中，边坡、桥梁基础开挖土石方就近临时堆置，施工结束后及时平整、回填，无永久弃渣，施工期因各区均布置有临时防护措施，水土流失轻微，工程拦渣率为 95.69%，达到方案设计拦渣率 90%的防治目标要求，详见表 6-1。

6.4 土壤流失控制比

经方案水土保持措施实施后，运行初期，长深高速公路永安贡川互通及接线工程平均土壤侵蚀模数为 $477\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，土壤流失控制比达到 1.05，达到方案设计的防治目标，详见表 6-1。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。

经调查核定，项目建设区扰动地表面积 14.43hm^2 ，可恢复林草植被面积 6.18hm^2 ，共实施恢复林草植被面积 6.13hm^2 ，林草植被恢复率达到 99.19%，达到方案设计的林草植被恢复率 99% 的防治目标要求，详见表 6-1。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指项目建设区内的林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。

监测组经调查核定，项目建设区扰动地表面积 14.43hm^2 ，共实施恢复林草植被面积 6.13hm^2 ，林草覆盖率 42.48%，达到水土保持方案 27% 的防治目标要求，详见表 6-2。

表 6-1

水土保持措施效益计算表

监测项目	计算公式	数量	预测值
扰动土地整治率(%)	水保措施防治面积+永久建筑物面积+水域面积	13.77	95.43
	建设区扰动地表面积	14.43	
水土流失总治理度(%)	水土流失治理达标面积	14.01	97.09
	建设区水土流失面积	14.43	
土壤流失控制比(%)	项目区土壤侵蚀容许值	500	1.05
	方案实施后土壤的侵蚀强度	477	
拦渣率(%)	实际拦渣量	8.89	95.69
	总弃渣量	9.29	
林草植被恢复率(%)	林草植被面积	6.13	99.19
	可恢复林草植被面积	6.18	
林草覆盖率(%)	林草植被面积	6.13	42.48
	项目建设区面积	14.43	

表 6-2

工程水土保持防治六大指标情况分析表

防治目标	水保方案目标值	建设类一级标准	监测值	备注
扰动土地整治率	95%	95%	95.4%	达到方案目标值
水土流失总治理度	97%	95%	97.1%	达到方案目标值
土壤流失控制比	1	0.8	1.05	达到方案目标值
拦渣率	90%	95%	95.7%	达到方案目标值
林草植被恢复率	99%	97%	99.2%	达到方案目标值
林草覆盖率	27%	25%	42.5%	达到方案目标值

7 结论

7.1 水土流失动态变化

7.1.1 地表扰动面积动态监测结果

水土保持方案界定扰动地表及损坏水土保持设施面积为 15.90 hm²。其中主体工程区占地面积 10.56 hm²；施工临时设施占地 5.34 hm²，包括施工便道 1.62 hm²，施工生产生活区 1.41 hm²，弃渣场 1.59 hm²，临时堆土场 0.72 hm²。

经调查监测，工程实际扰动面积 14.43 hm²，较水土保持方案扰动面积减少 1.47 hm²。变化原因：

(1) 原水保方案设立弃渣场一处，面积 1.59 hm²，用于施工中产生的弃渣的永久处置。实际施工中，弃渣运至永安市贡川镇福川工业园区，永安市石墨和石墨烯产业园福川工业片区工程回填，进行综合利用。故不再设弃渣场，扰动面积减少 1.59 hm²。

(2) 原方案临时堆土场规划面积 0.72 hm²，实际施工弃渣采取外运综合利用的解决方案，为避免推土过高，临时堆土场占地增加到 0.84 hm²，增加 0.12 hm²。

地表扰动面积动态监测结果详见表 7-1。

表 7-1 工程扰动地表面积情况比较表 单位：hm²

防治分区	方案批复值	施工期实际扰动	增/减、+/-
主体工程区	10.56	10.56	0
施工临时设施	5.34	3.87	-1.47
合计	15.9	14.43	-1.47

7.1.2 运行初期水土流失分析

工程运行初期间，虽然主体工程设计中具有水土保持功能的工程基本实施，各种施工活动基本停止，水土流失得到一定的控制，但由于植物措施的功能尚未完全发挥，因此在工程范围内还存在一定程度的水土流失；运行初期通过建设单位的管理与防护，使得项目区水土保持措施防治效果得到有效的发挥。

该工程运行初期，水土流失防治措施实施后，施工作业场地及管沟开挖带等区土壤侵蚀模数为 $477 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ ，工程建设新增水土流失基本得到控制。项目建设区扰动土地整治率、水土流失总治理度、拦渣率、土壤流失控制比、林草植被恢复率和林草覆盖率等防治指标均达到了水土保持方案设计的防治目标。

7.1.3 扰动原地表面积

长深高速公路永安贡川互通及接线工程总用地面积 14.43hm^2 ，其中扰动原地貌、损坏土地和植被面积共计 14.43hm^2 ，较水土保持方案批复扰动面积减少 1.47 hm^2 。

7.1.4 土壤侵蚀量和土壤侵蚀模数

通过施工期资料的收集和运行期的调查监测，分析得出，施工准备期（2014年7月），该工程土壤侵蚀量约为 46.13t ，占总量的 1.05% ，平均土壤侵蚀模数为 $3836\text{t/km}^2 \cdot \text{a}$ ；施工期（2014年8月-2016年10月），该工程土壤侵蚀量约为 4264.84t ，占总量的 96.92% ，平均土壤侵蚀模数为 $13136\text{t/km}^2 \cdot \text{a}$ ；试运行期（2016年11月），土壤侵蚀量约为 89.56t ，

占总量的 2.03%，平均土壤侵蚀模数为 7448t/km².a。

通过施工期资料的收集和运行期的调查监测，分析得出，施工准备期（2014 年 7 月），该工程土壤侵蚀量约为 12.23t，占总量的 1.11%，平均土壤侵蚀模数为 7195t/km².a；施工期（2012 年 6 月-2015 年 6 月），该工程土壤侵蚀量约为 1057.35t，占总量的 96.01%，平均土壤侵蚀模数为 16810t/km².a；运行初期（2015 年 7 月），土壤侵蚀量约为 3.02t，占总量的 0.27%，平均土壤侵蚀模数为 6471t/km².a。

主体工程防治区水土流失量 3273.72t，占比 74.98%，是产生水土流失的主要地表类型，施工便道防治区水土流失量 476.06t，占比 10.90%，施工生产生活区防治区水土流失量 274.89t，占比 6.30%，临时堆置区防治区水土流失量 341.71t，占比为 7.83%。

自然恢复期建设区平均土壤侵蚀模数为 477t/km².a，土壤流失控制比 1.05。

7.2 水土保持措施评价

7.2.1 水土保持措施评价

长深高速公路永安贡川互通及接线工程已实施的各项水土保持工程均是从各防治分区的侵蚀特点出发，有针对性的采取适宜的水土保持措施，水土保持工程总体布局合理，水土保持效果明显。目前，各项水土保持措施保存较好，发挥了其水土保持效益，基本达到水土保持方案设计要求。

长深高速公路永安贡川互通及接线工程施工过程中，为保障主体工程安全和防止道路建设引发的水土流失，按照施工组织设计，完成了水

水土保持工程施工，符合“三同时”的要求。

工程在建设过程中采取了排水沟、沉沙池、拱形骨架护坡、表土剥离、土地整治、覆土、填土编织袋挡墙、沉淀池、彩条布苫盖、景观绿化等水土保持措施，有效的防止了工程建设引起的水土流失，所采取的各项水土流失防治措施实施后，控制了扰动地表活动，后期采取的植物措施逐渐开始发挥作用，在加大植物措施抚育管护前提下，建设区域生态环境得到改善，达到了水土保持方案设计要求 and 治理目标。

该工程主体于 2016 年 10 月建成，植被措施于 2016 年 10 月完工。在工程建成初期，方案设计的各项水土保持工程均已随主体工程投入运行，因本工程已经历试运行期，方案中所涉及的水土保持措施均已落实到位，依据现场查勘各分区水土保持措施运行情况及通过对水土保持监测数据进行分析，可以确定沿线已完成的水土保持措施合理可行，能够正常发挥水土保持作用，在防治水土流失方面取得很好的效果。

7.2.2 水土流失防治达标评价

长深高速公路永安贡川互通及接线工程项目建设区水土流失防治目标达标情况如下：扰动土地整治率 95.43%，水土流失总治理度 97.09%，土壤流失控制比 1.05，拦渣率 95.69%，林草植被恢复率 99.2%，林草覆盖率 42.48%，以上六项水土流失防治指标均达到方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

(1) 加强水土保持设施的管理和维护，及时整修损坏工程，确保水土保持设施功能完善。

(2) 在下一阶段应加强绿化等植被恢复措施的巩固。部分标段经

过山区林地，破坏了原有的植被，灌草成活率较低，植被恢复较慢，应加强管护，及时联系原树草种提供单位补植补种。

(3) 水土保持监测工作应从工程施工准备期开始介入，有利于全过程了解、掌握项目建设水土流失动态和防治措施情况。

(4) 对于工程完工后介入的水土保持监测，可采用查阅相关资料和同类工程类比方法，测算施工期水土流失相关指标，以满足水土保持监测的需要。

(5) 要准确反映建设项目水土流量的监测难度较大，监测的准确性还有待进一步探索提高。

(6) 监测未完全同步，前期资料统计不完整；与水土保持方案设计单位沟通不够密切。

(7) 加强运行期间水土保持设施的维护，把水土保持设施纳入道路运行管护的重要内容，使水土保持设施发挥起作用。

7.4 综合结论

长深高速公路永安贡川互通及接线工程建设单位永安市交通建设开发公司和施工单位中建十局集团有限公司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，报福建省水利厅批准；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，进行工程建设的水土保持监测。运建成初期，水土流失防治六项指标均达到方案设计要求。目前已完成的防治措施均运行良好，对于防治开发建设造成新的水土流失起到了显著的作用。

在项目建设过程中，施工方中建十局集团有限公司基本能够贯彻防治结合、预防为主方针，施工时能尽量减少工程开挖回填对周边环境

的破坏，同时搞好开挖基础的防护措施。对工程各类开挖面、临时堆渣、施工生产生活区等，较好地落实了水土保持工程与主体工程“三同时”制度，边施工边及时整治、拦挡、恢复植被，保证了施工过程中的水土流失得到有效控制。

监测结果表明：项目区生态环境得到改善，水土流失治理达到预期效果，满足水土保持设施竣工验收要求。