

S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河
口（甘肃段）改建工程

水土保持监测总结报告

建设单位：甘肃省武威公路事业发展中心

编制单位：甘肃木林森源生态工程咨询有限公司

2022 年 6 月

**S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程
水土保持监测总结报告**

编制单位：甘肃木林森源生态工程咨询有限公司

批 准：张惠萍（经 理）

核 定：张惠萍（经 理）

审 查：贵 宁（工程师）

校 核：贵 宁（工程师）

项目负责人：安强 （工程师）

报告编写：安强（工程师）

监测人员：贵 晋 （工程师）（第一节、第二节）

姜春晖 （工程师）（第三节、第四节）

赵志康 （工程师）（第五、六、七节）



项目区起点



项目区终点



项目区排水设施



施工场地恢复情况



1#弃渣场复耕情况



2#渣场现状



道路两侧恢复情况



道路两侧恢复情况

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	5
1.1 建设项目概况.....	5
1.2 水土保持工作情况.....	8
1.3 监测工作的实施情况.....	10
2 监测内容和方法.....	20
2.1 扰动土地情况.....	20
2.2 取料（土、石）弃渣（土、石等）	20
2.3 水土保持措施.....	21
2.4 水土流失情况.....	21
3 重点部位水土流失动态监测.....	23
3.1 防治责任范围监测结果.....	23
3.2 取土（石、料）监测结果.....	26
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	26
4 水土流失防治措施监测结果.....	28
4.1 工程措施监测结果.....	28
4.2 植物措施监测结果.....	29
4.3 临时防护措施监测结果.....	30
4.4 水土保持措施防护效果.....	30
5 土壤流失量分析.....	34
5.1 水土流失面积.....	34

5.2 土壤流失量.....	35
5.3 取土（料）料场潜在土壤流失量.....	49
6 水土流失防治监测结果.....	51
6.1 扰动土地整治率.....	51
6.2 水土流失总治理度.....	51
6.3 拦渣率.....	52
6.4 土壤流失控制比.....	52
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率.....	52
7 结 论.....	53
7.1 水土流失动态变化.....	53
7.2 水土保持措施评价.....	53
7.3 存在问题及建议.....	54
7.4 综合结论.....	54

附件：

- 1、甘肃省发展和改革委员会关于《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程可研报告的批复》；
- 2、甘肃省发展和改革委员会《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程部分建设内容的批复；
- 3、甘肃省水利厅水土保持局关于《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程》水土保持方案的批复。

前 言

S211线武威~仙米寺二级工程武威~骆驼河口（甘肃段）是连接甘肃、青海两省的重要路段，项目区地理坐标为E101°59'~103°23'，N37°23'~38°12'之间，涉及甘肃省武威市所辖凉州区和张掖市所辖的肃南县。现有本段公路全长70.2km，路基宽度在6.5~10.0m之间，K0+000~K58+000段为沥青路面，K58+000~K70+200段为砂砾路面，路面标准等级低。另外桥涵荷载标准低，大大降低了道路通行能力。现有公路排水、防护设施不足，严重影响路基稳定，给公路正常安全运行带来极大危害，制约着沿线经济、社会的发展，急需进行改造升级。

该项目为改扩建项目，本期建设基本沿现有S211线进行拓宽、铺油、完善防护排水建设，路线起点位于武威市凉州区许家庄，与Z049线在K10+800处相接，途经松树镇、西迎镇、团庄、九条岭，终点位于肃南县皇城镇的骆驼河口(甘青交界处)，路线全长70.2km。全线采用双车道二级公路标准建设，设计时速40km/h和60km/h,路基宽度采用8.5m和10.0m两种。主体工程主要由路基、桥涵、立交及附属设施等组成。全线现有旧中桥4座，均可完全利用，新建中桥114.12m/2座；现有旧小桥11座，加宽利用1座、拆除重建10座、新建5座，共建小桥206.22m/15座；完全利用涵洞62道，新建195道；全线4处立体交叉桥的主体结构均完好，可完全利用：建收费站2处。

项目区水土流失以风力侵蚀为主，原地貌土壤侵蚀强度轻微，本工程为建设类项目，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》项目所在位置属甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434—2018），本方案水土流失防治标准执行建设类项目一级标准，项目区土壤容许流失量为1000t/km².a。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《甘肃省水土保持条例》、《开发建设项

目水土保持设施验收管理办法》、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知（水保【2017】365号）》、甘肃省水利厅关于印发《加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收实施意见》的通知甘水水保发【2017】381号、《S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》的要求，甘肃省武威公路事业发展中心委托甘肃木林森源生态工程咨询有限公司对本项目的水土流失情况、各项水土保持措施的防治效果进行监测，为工程建设区水土保持功能的恢复和生态环境质量的提升，提供技术支撑。依据《生产建设项目水土保持监测规程》（试行 2015）、S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持监测服务合同，在建设单位的配合下，对S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程建设区进行沿线多次实地调查和监测。对现场存在的问题以监测意见的形式反馈给建设单位，并多次组织施工单位对各标段的水土保持防治任务进行现场指导。

截止验收时，S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持措施已全部完成，并正常运行，本工程水土流失监测范围为6个监测区，即：路基工程区、桥涵工程区、沿线附属设施、施工场地及便道、弃渣场及原地貌。

本项目监测内容主要有（1）重点部位水土流失监测，主要包括防治责任范围动态监测、弃土弃渣动态监测；（2）水土流失防治措施监测，主要是各项水土保持工程措施实施动态监测；（3）土壤流失量分析，主要是施工期土壤流失量动态监测；（4）水土流失防治效果监测。

经监测统计：本工程实际发生的防治责任范围面积为88.71hm²，水土流失防治效果的综合指标，扰动土地整治率为99.8%，水土流失总治理度达到99.58%，拦渣率95.55%，土壤流失控制比为1.0，林草植被恢复率95.82%，林草植被覆盖率24.82%。

各项指标均达到或超过方案设定的目标值，因工程建设造成的水土流失得到控制。

水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标										
项目名称		S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程								
建设规模	全线采用双车道二级公路标准建设，设计时速40km/h和60km/h,路基宽度采用8.5m、10.0m和12m			建设单位全称		甘肃省武威公路事业发展中心				
				建设地点		凉州区、肃南县				
				所属流域		黄河流域				
				工程总投资		37161.9 万元				
				工程总工期		2010 年 4 月~2011 年 12 月， 总工期 21 个月。				
水土保持监测主要技术指标										
监测单位全称		甘肃木林森源生态工程咨询有限公司				联系人及电话		李彦伟 18215273875		
自然地理类型		冲洪积倾斜平原				防治标准		生产建设类 I 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）		
	水土流失状况监测		调查、定位观测、遥感监测等			防治责任范围监测		资料、调查、GPS、测距仪		
	水土保持措施监测		跟踪调查、量测、无人机			防治措施效果监测		量测、计算、测距仪、调查		
	水土流失危害监测		实际调查			水土流失背景值		1500		
设计建设区占地面积			111.0 hm ²			允许土壤流失量		1000 t/km ² ·a		
水土保持投资			1513.29 万元			水土流失目标值		1000 t/km ² ·a		
防治措施			截排水、表土剥离、土地整治、植树绿化、临时拦挡、苫盖。							
监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	监 测 数 量					
		扰动土地整治率	95%	99.8%	措施和硬化面积	88.54hm ²	项目区面积	88.71hm ²		
		水土流失总治理度	93%	99.58%	治理达标面积	40.04 万 m ³	水土流失面积	40.21 万 m ³		
		土壤流失控制比	1.0	1.0	实际值	1000t/km ² ·a	容许值	1000t/km ² ·a		
		拦渣率	92%	95.55%	弃渣量	22.69 万 m ³	实际保护量	21.68 万 m ³		
		林草植被恢复率	95%	95.82%	植物措施面积	22.02hm ²	可恢复面积	22.98 hm ²		
		林草覆盖率	23%	24.82%	林草总面积	22.02hm ²	建设区面积	88.71hm ²		
	水土保持治理达标评价		根据项目水土保持监测结果分析，水土流失防治措施基本按照水土保持方案要求落实，水土流失防治的 6 项指标基本上达到了方案设定的目标值。							
	总体结论		建设单位比较重视水土保持工作，根据批复的水土保持方案实施了水土流失防治措施，水土流失防治 6 项指标基本达到了方案设计要求，建设项目水土流失基本上得到了控制、生态环境基本得到了恢复。							
	主要建议			（1）对已实施的水保措施加强管护。（2）加强对未扰动区域的保护。						

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

S211 线武威~仙米寺二级工程武威~骆驼河口（甘肃段）是连接甘肃、青海两省的重要路段，项目区地理坐标为 E101°59'~103°23'，N37°23'~38°12'之间，涉及甘肃省武威市所辖凉州区和张掖市所辖的肃南县。现有本段公路全长 70.2km，路基宽度在 6.5~10.0m 之间，K0+000~K58+000 段为沥青路面，K58+000~K70+200 段为砂砾路面，路面标准等级低。另外桥涵荷载标准低，大大降低了道路通行能力。现有公路排水、防护设施不足，严重影响路基稳定，给公路正常安全运行带来极大危害，制约着沿线经济、社会的发展，急需进行改造升级。

建设性质：改扩建工程，属建设类项目。

建设内容：该项目为改扩建项目，本期建设基本沿现有 S211 线进行拓宽、铺油、完善防护排水建设，路线起点位于武威市凉州区许家庄，与 Z049 线在 K10+800 处相接，途经松树镇、西迎镇、团庄、九条岭，终点位于肃南县皇城镇的骆驼河口（甘青交界处），路线全长 70.2km。全线采用双车道二级公路标准建设，设计时速 40km/h 和 60km/h，路基宽度采用 8.5m 和 10.0m 两种。主体工程主要由路基、桥涵、立交及附属设施等组成。全线现有旧中桥 4 座，均可完全利用，新建中桥 114.12m/2 座；现有旧小桥 11 座，加宽利用 1 座、拆除重建 10 座、新建 5 座，共建小桥 206.22m/15 座；完全利用涵洞 62 道，新建 195 道；全线 4 处立体交叉桥的主体结构均完好，可完全利用；建收费站 2 处。

工程等级：公路工程二级道路项目。

线路布设：路线起点位于武威市凉州区许家庄（K0+000），与 Z049 线在 K10+800 处相接，途径松树镇、西迎镇、团庄、九条岭，重点位于肃南县皇城镇的骆驼河口（甘

青交界处，K70+200），路线总长 70.2km。

改建工程情况：本期改建工程情况: S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口(甘肃段)改建工程，路线总体走向与原 S211 线一致，在路线线位具体布设及工程设计方案中最大限度的利用了老路，对 K44+ 100~K44+300、K60+ 100~K60+500、K60+900~ K61+000、 K57+500~K57+800 段、K59+100~ K59+300 段和 K64+300~K64+420 段这六处路段进行了改线，总长度 1.32km。对原有旧路利用率达 98.12%，改建标准为二车道二级公路标准，建设规模为 70.2km。

占地类型：项目区K0+000~K23+400路段属于冲洪积倾斜平原区，其余路段属中低山丘陵沟谷区。

工程估算总投资37161.9万元，其中土建投资19290.0万元，本项目于2010年4月开始施工准备，2011年12月完工通车，总工期21个月。

S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程，实际发生的防治责任范围面积为 111.00hm²，通过查阅资料及现场调查：以自然方计算，通过查阅资料及现场调查：《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》（报批稿），以自然方计算，本项目土石方开挖总量为 135.10 万 m³，填方总量 186.85 万 m³，调配利用 12.80 万 m³，借方 108.24 万 m³，（来自取料场），弃方 56.49 万 m³。

1.1.2 项目区概况

（1）地形、地貌

项目区地处河西走廊，武威市凉州区段为黄羊河冲积扇形成的倾斜平原，地面坡度上部为16~20%。地面上部为1~2.6m厚的亚砂土覆盖，下部为砂砾层。由于河道变迁，冲积扇上的表土被冲走，现遗留砾石河床和干沟。黄土覆盖的扇面大部坡开呈为台阶式耕地。

位于张掖市肃南县的路段，流水侵蚀作用明显，主要为河流沟谷的切割地貌外观，山峰较为平直。地表有亚高山草甸分布。

(2) 气象

武威至仙米寺公路凉州区段属温带大陆性干旱气候，降水稀少，蒸发强烈，气候干燥，主导风向为西北风。肃南县段属寒温半干旱气候区，冬暖夏凉，无霜期短，光能资源丰富。春季降水量变化率大，冬春寒潮、低温及霜冻等天气灾害较频繁。项目区气象主要特征值见表 1-1

表 1-1 项目区主要气象要素特征值一览表

气象要素	凉州区	肃南县
年平均气温(°C)	7.7	3.7
1 月平均气温(°C)	-8.7	-8
7 月平均气温(°C)	21.9	20.9
历年绝对最高温度(°C)	38.5	36.8
历年绝对最低温度(°C)	-15.9	-18.2
≥10°C 积温(°C)	3513.4	2336.4
年均降水量 (mm)	161.6	255.9
5 年一遇 24h 最大降水量 (mm)	27.9	27.78
100 年一遇 24h 最大降水量 (mm)	31.5	31.85
年均蒸发量 (mm)	2021.2	1500
年平均风速 (m/s)	2.3	4.2
最大风速 (m/s)	10	12.6
主导风向	NW	SW
最大冻土深 (cm)	142	200
年无霜期 (d)	147	127

(3) 水文

凉州区地处石羊河中上游地区，西营河是其支流之一。西营河流域面积 167km²，进入河西走廊洪积冲积平原后河道宽浅，多叉道，河水断流。山口建有西营水库，引灌西营灌区 2.53 万 hm² 农田。

肃南县水资源有石羊河、黑河，有冰川 964 条，冰储量 159 亿 m^3 ，有河流 33 条，总流域面积的 2.15 万 km^2 ，出境水量 43.11 亿 m^3 。公路沿线地下水含量小且埋藏较深。

（4）土壤

公路沿线土壤类型主要以绿洲灌耕土和草甸土为主，还有少量的盐碱土。绿洲灌耕土分布在冲洪积平原和细土平原的绿洲地区，草甸土分布在泉水出露带的低洼地及河漫滩，盐碱土零星分布在平原低洼地区。

（5）植被

项目区自然植被类型主要为荒漠和荒漠化草原，绿洲区主要以小麦、玉米等季节性农作物和杨树、柳、榆树等人工植被为主，荒滩生长的杂草有赖草、马莲、苦豆子、艾蒿、苏枸杞、芨芨草等。

位于凉州区境内的现有公路两侧各有一行新疆杨，栽植时株距为 2m，现已残缺不全，保存率约 22.5%。

项目区水土流失以风力侵蚀为主，兼有水蚀。K23+430~K70+000 段路线沿西营河沟谷进入祁连山区，降水量相对较高，在夏秋季发生强降雨的情况下，山区径流极易形成洪水、使切沟、冲沟发育强烈，因而流水侵蚀作用明显，地形起伏，水土流失主要为水蚀，本工程为建设类项目，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》项目所在位置省级水土流失重点保护区。根据《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434—2018），本方案水土流失防治标准执行建设类项目一级标准，项目区土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持管理工作

甘肃省武威公路事业发展中心十分重视水土保持工作，项目前期依法编报了水土保持方案，施工中，严格要求施工单位集中有序取土，尽可能减少扰动面积，施工结

束后又组织人员、机械对沿线水土保持措施进行核查落实，同时施工单位成立对应的工作组与指挥部对接，以保证工作落到实处，并足额缴纳了水土保持补偿费。建设单位还制定了一系列规章制度，保证工作的有力执行。先后制定的相关制度共 5 项。内容涵盖了综合管理类（2 项）、工程管理类（2 项）、财务管理类（1 项）等，这些制度中基本上囊括了水土保持工作执行的各个环节，尤其是工程管理中，对于水土保持工程落实的质量、进度、检查等各环节均有详细、严格的规定，为工程的顺利、有效、保质保量地施工提供了有力保障。

1.2.2 水土保持方案编报及变更

2009 年 8 月，甘肃省武威公路事业发展中心委托甘肃绿华生态工程咨询有限责任公司编制《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》，并于 2009 年 12 月编制完成了《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》（送审稿）。

2010 年 3 月 13 日，在兰州市召开了水土保持方案（送审稿）审查会，该方案通过了审查。会后，项目组根据评审意见及会议记录，进一步与项目建设单位、主体工程设计单位进行沟通，对本方案进行了认真的修改和完善，完成了《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案（报批稿）》。2010 年 8 月 11 日，甘肃省水利厅水土保持局以甘水利水保发【2010】108 号文予以批复。

本项目建设内容和防治措施等和批复的水土保持方案一致，不涉及变更事项。

1.2.3 水土保持监测工作的实施及意见的落实情况

在水土保持监测工作开展过程中，针对不同时期水土保持工程的施工进度，监测人员及时发现问题，及时提出监测意见，建设单位均能够及时作出回馈和整改，有效地保证了工程建设中水土保持防治工作的开展。

1.2.4“三同时”制度及督查意见落实情况

建设单位在施工期编制了水土保持方案，并将批复后的水土保持方案纳入到施工组织管理中，施工过程中较好的落实了各项防治任务。对于地方水行政监督部门的检查意见，建设单位均能较好的去整改、完善，有效的减免了因工程建设造成新的水土流失。

1.3 监测工作的实施情况

根据《中华人民共和国水土保持法》、《甘肃省水土保持条例》、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知（水保【2017】365号）》、甘肃省水利厅关于印发《加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收实施意见》的通知甘水水保发【2017】381号、《S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》的要求，接受委托后编写了监测实施方案，本项目监测工作主要分为监测准备、监测实施、监测总结、成果验收等四个阶段（相关水保资料查阅与搜集、现场查勘、定位观测资料的统计、整理、分析，过程资料的记录，报表编写与报送，措施落实情况的反馈与沟通，监测阶段性报告及成果总结报告编写、项目验收等）。

1.3.1 监测实施方案执行情况

接到监测任务委托后，我单位于对工程现场进行详细调查，通过比对水土保持方案中监测任务设计章节与工程现场，制定了监测实施方案。监测实施方案通过对本工程水土保持调查监测、地面监测、监测点调查、项目区全面调查、资料收集观测点量测、项目区巡测水土流失影响因子，地面组成物质，水文气象资料土地利用情况地表扰动情况，废石场及矿山水土流失危害及影响水土保持措水土流失防治效果、水土流失状况水土流失面积及其发生变情况水土流失数量及其程度，地形地貌变化现场观测资料的汇总分析、工程技术资的汇总分析确定了的水土保持监测的内容、方案和布局。

（1）监测分区

1）监测实施方案中确定的分区

根据本工程水土保持方案报告书水土保持监测计划安排和工程实际施工情况，水土保持方案中将防治责任范围化为建设区和直接影响区，结合实际施工现状，本工程是点式工程，临时占地工程主要是临时堆土场范围小。

2）监测分区落实情况

在实施过程中，根据工程布局 and 实际建设情况，在水保方案确定的5个防治分区的基础上，新增了1个原地貌监测点位，共6个监测点位涵盖了工程建设的全部内容，更加全面、更加符合实际。因此，原监测实施方案中设计的分区均落实了监测任务。

（2）监测的方法

1）监测实施方法

本工程为线型项目，监测方法以全面调查为主，方法采取调查和地面定位观测相结合的方法。对水土流失量和拦渣保土量等指标进行定点、定位的地面观测；对项目区水土流失危害，环境状况，水土保持设施运行情况，在监测点，根据监测内容及要求布设监测点位，定时观测和典型采样相结合，获取数据。用观测结果与同类型区平均流失量及允许流失量分析比较来验证水土保持工程布局及设计的合理性。在运行过程中做必要的补充。

a. 调查监测法

通过野外实地勘测、线路调查，运用定位系统 GPS 等仪器，对项目防治责任范围内的环境状况、水土流失及其防治情况进行综合调查，确定防治责任范围内的各种流失类型的面积等本底数据信息，主要包括以下内容：

①项目区地形、地貌、水文和土地利用以及项目区林草覆盖度等的情况。

b) 面积监测

面积监测采用米尺丈量和手持式 GPS 定位仪两种方式进行。对于面积较小的区域采取米尺丈量，对于面积较大区域采用 GPS 测量。使用 GPS 时，手持 GPS 沿各分区边界走一圈，在 GPS 手簿上就可记录所测区域的形状（边界坐标），然后将监测结果转入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积（如果是实时差分技术的 GPS 接收仪，当场即可显示面积）。对弃土弃渣量测量，把堆积物近似看成多面体，通过测一些特征点的坐标，再模拟原地面形态，即可求出堆积物的。监测同时，填写监测表格。

c. 收集资料

收集的资料主要包括气候、地质、地貌、土壤、植被等各种文字资料、数字材料以及其它技术资料。

d. 典型调查和抽样调查:典型调查是一种在特定条件下非全面调查，是针对项目建设造成水土流失为典型对象，根据事先确定的内容，进行细致的调查，目的是揭示事物的本质规律，并提出相应的对策。典型调查适用于水土流失典型区域、典型事例及水土流失灾害的调查。抽样调查是一种非全面调查，是在被调查对象总体中，抽取一定数量的样本，对样本指标进行量测和调查，以样本统计特征值（样本统计量）对应的总体特征值（总体参数）作出具有一定可靠性的估计和推断的调查方法。

e. 重点调查

以堆土场、大面积裸露坡面等重点监测点位为重点调查对象，是从调查对象中选择部分对全局起决定性作用的重点对象进行调查。

f. 全面调查巡查

指对项目水土保持监测区内水土流失情况定期进行水土保持调查，是开发建设项目水土流失与水土保持综合调查。

g. 定点观测监测：对水土流失量的变化及水土流失程度变化采用地点观测方法进行

行监测。

h)风蚀监测(包括土壤含水量及土壤紧实度监测):对风蚀强度采用测钎法定期观测风蚀土壤深度情况,同时测定土壤含水量、土壤紧实度及植被覆盖度、土地利用等。

i. 其它项目监测:防护措施的效果及稳定性监测,采取实地定点测量法和实地调查相。

1.3.2 监测项目部设置

甘肃省武威公路事业发展中心委托甘肃木林森源生态工程咨询有限公司开展水土保持监测工作,为保证甘肃省武威公路事业发展中心水土保持监测工作顺利完成,我公司成立S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口(甘肃段)改建工程水土保持监测项目组,配备了3名监测人员,其中负责技术工作的1人、现场监测人员2人。针对项目实际情况,落实各项水土保持监测工作。

接受委托后,监测项目部人员进入施工场地,开始与甘肃省武威公路事业发展中心对接,随后布设监测点位及临时观测设施。在项目前期监测人员前后赴现场多次,取得了大量第一手水土流失和水土保持监测数据和资料,包括各监测点的扰动土地面积、弃土量、水土保持工程措施实施情况(包括工程量、质量、效果和保存情况)。监测工作开展期间,在监测工作实施过程中,项目部根据工程建设过程持续查阅、积累工程建设资料,并督促建设单位按水土保持方案设计补充了未落实到位的措施。项目组成员参加了各级水行政主管部门的监督检查,并准备了相关汇报材料,在此基础上,项目部技术人员集中汇总、整理原始资料,分析、评价监测内容,在充分结合对比内业和外业工作的基础上,于2022年6月编制完成了《S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口(甘肃段)改建工程水土保持监测总结报告》。

1.3.3 监测点位布设

根据本工程水土流失预测和水土保持总体布局,结合监测范围、监测分区和工程

建设现状，按照 SL277-2002《水土保持监测技术规程》的规定与要求，为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，本工程水土保持监测点位布设 6 处，同时开展调查监测和档案资料查阅，了解工程扰动土地面积、防治责任范围、弃土弃渣量、水土流失因子、水土流失量、水土保持设施及保存情况、水土保持效果等方面的动态变化情况。6 个监测点分区分别为：路基工程区、桥涵工程区、临时堆土及弃渣场区、沿线附属设施、施工便道及原地貌。

1.3.4 监测设施设备

为保证水土保持监测工作的顺利实施、提高监测数据成果的质量，监测单位为监测技术人员配置了专用设备，配置情况详见表 1-2。

表1-2 水土保持设施监测设施、设备

序号	设施、设备、仪器、材料名称	单位	数量
一	监测设备		
1	计算机、打印机	台	1
2	无人机	台	1
3	数码摄像机	台	2
4	测距仪	台	2
二	监测设施		
	简易观测场	处	6
三	消耗性材料		
1	50m 皮卷尺	个	2
2	5m 钢卷尺	套	2
3	测 钎	个	54



GPS定位仪



土壤水分速测仪



皮尺



盒尺



测距仪



无人机

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的规定、《水土保持方案报告书》以及监测任务的要求，为达到监测目的、完成监测任务，本监测工作采用了遥感监测、调查监测、档案资料查阅和模拟分析4种监测方法。

（1）地面定点监测

①监测对象

地面定点监测主要对路基工程区、弃土场工程区、施工场地及便道区等重点地段的水土流失状况、危害和水土流失防治及效果进行动态监测。

②地面定点监测方法

a、GPS（结合 RTK）、激光测距仪等仪器测量方法：对取土边坡进行高精度形态变化情况测量。测定一定数量的控制点，组成独立的地貌形态坐标系，测出的堆土量、挖方量乃至流失量。同时还可测量水土保持措施工程量、扰动土地面积等。

b、目测方法：通过巡视调查，对项目区地形地貌、地质土壤、地面组成物质乃至水土流失状况及水土流失侵蚀模数等开展动态监测。

c、简易坡面量测法：主要适用于路堤路堑边坡、取土边坡、施工便道、施工场地的土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面水土流失量的测定。在选定坡面，量测坡面的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，量测侵蚀沟体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀比例（50%~70%），计算水土流失量。

(2) 调查监测

①调查监测对象

调查监测一是对工程建设扰动地表植被面积、占用和破坏水土保持设施数量、动用土石方量与调配情况、造成的水土流失面积和水土流失量、水土流失危害进行实地勘测、量测和统计；二是对水土保持设施实施的数量进行现场量测和统计，并调查各种水土保持措施的质量、稳定性和防治效果。

②调查监测方法

a、调查监测，采用实地勘测，对地形、地貌、水系的变化、建设过程中的水土流失等进行动态监测。

b、各监测点应在工作底图上确定其位置，利用附近的永久性明显地物标志，现场采用高精度 GPS 定位仪确定其地面位置，并确定监测范围，设置固定标志。具体工作方法，按照 SL277-2002 水土保持技术规程-6 进行调查。数据处理时使用规定的图例、表格、符号、编码等。原始资料应进行分类整理，录入计算机等成册保存。

扰动土地面积和破坏水土保持设施数量的监测，采用设计资料分析，结合主体工

工程的施工与监理资料，实地测量。调查统计工程扰动土地植被的面积和破坏占用水土保持设施的数量，并分类统计。

c、对新建的水土保持设施的数量进行调查统计，并对其质量和运行情况进行监测，应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

d、调查沟道淤积、洪涝灾害及其对周边地区经济、社会发展的影响，进行分析，评价建设期水土保持措施的作用与效果。

e、水土保持效益监测，主要为水土保持设施的保土效益和拦渣效益等监测。保土效益测算应按 GB / T15774-1995《水土保持综合治理效益计算方法》规定进行；拦渣效益根据拦渣工程实际拦渣量进行计算。

水土保持防治措施效果监测：调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的工程量、稳定性、完好程度、运行情况和拦渣蓄水保土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况；耕地恢复面积和恢复质量情况等。

水土流失防治六项指标：为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据，监测结果应计算出工程的工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率及林草覆盖率等六项防治指标值。

土壤侵蚀总体监测特征值的估计，根据土地利用类型的样地数计算出不同土地利用类型的面积成数，并根据成数和调查总体面积估计土地利用类型面积现状，再根据土地利用类型与土壤侵蚀的关系，最终计算出总体的土壤侵蚀特征值。

新增水土流失量监测，采用沟蚀法进行监测，根据历年来表面冲沟深度及附近的淤积情况实地进行调查统计。

（3）遥感监测

在监测区域采用遥感监测方法与实地调查方法相结合的方式进行水土保持监测，是为了更全面、准确的获取水土流失背景数据和建设过程中监测数据，如扰动土地面积、防治责任范围、水土保持工程量、弃土弃渣量等，而且能节省人力，缩短工作周期，提高成果精度，并且可实现项目区水土流失动态监测。

（4）“3S”技术

应用“3S”技术对项目区进行水土流失动态监测，遥感（RS）获取原始数据，具有周期性和视域广的特点，地理信息系统（GIS）具有强大的信息管理、处理和分析功能，全球定位系统（GPS）的高精度定位可以进行跟踪定点监测校核，三者结合满足了数据量大、高效、准确、周期性、动态监测的目的和要求，使项目区内与水土流失有关的大量信息得到统一管理，为防治水土流失和分析防治效益提供及时、可靠的依据。

（5）档案资料查阅

有关水土保持数据如防治责任范围、扰动土地面积、气象、土石方量、弃土弃渣量、水土保持工程量及实施进度等主要通过查阅档案资料的方式恢复、了解、掌握和分析，辅以调查监测。

（6）现场监测

在项目建设区和直接影响区，分别对扰动土地面积、防治责任范围、水土流失现状及水土保持措施（植物措施、工程措施和临时措施）数量及其质量进行了现场监测。

1.3.6 监测结果提交情况

根据《S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书（报批稿）》在现场调查的基础上编制完成各该项目水土保持监测实施方案，确定了水土保持监测技术路线、布局内容和方法等执行情况，提交至建设单位；

水土保持实施方案中的技术路线内容方法及监测工作组织等，并将技术交底资料递交至建设单位；监测工作开展至今，监测人员按《生产建设项目水土保持监测技术规程》要求，并定期或不定期的进行现场巡查，对现场存在问题向施工单位指出，要求施工单位及时落实整改。

2 监测内容和方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002），监测内容主要包括扰动土地面积、防治责任范围、取弃土量、水土流失因子、水土流失量、水土流失危害、水土保持设施建设情况及水土流失防治效果及其动态变化等。

2.1 扰动土地情况

通过对监测数据的整理分析，S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程实际发生的防治责任范围面积为88.71hm²，实际监测的防治责任范围较方案批复的设计减小了22.29hm²，实际监测的防治责任范围面积见表2-1。

表 2-1 实际发生的防治责任范围面积统计表

序号	防治分区	占地面积	备注
1	路基工程区	77.68	
2	桥涵工程区	0.66	
3	临时堆土及弃渣场	5.33	
4	沿线附属设施	0.66	
5	施工场地及施工便道	4.38	
合计		88.71	

扰动地表面积监测是确定土壤流失量的基础，是项目水土保持监测的中心内容之一。扰动地表面积监测包括扰动类型判断和面积监测。工程实际扰动土地面积随着工程建设的进展不断发生变化，是个动态变化过程，扰动土地面积动态监测就是对项目建设区分为永久征占地和临时占地进行及时监测，了解其变化情况，确定防治责任范围。对于扰动土地的监测方法是实地量测，监测频次为每月进行一次当月新开工施工单元扰动土地的量测和统计，每季度进行一次已开工区域扰动土地的详细统计。

2.2 取料（土、石）弃渣（土、石等）

通过查阅相关原始资料及现场实际调查，本项目没有新设取土石料场，所需石料均从当地购买。通过现场调查，本项目区设计发生弃渣场 2 处，共计产生弃渣 22.69

万 m³。

2.3 水土保持措施

2.3.1 工程措施监测内容及方法

本工程设计的水土保持工程措施包括路基排水、边沟、土地整治等。由于本工程的建设内容空间分布较为分散，每个施工单元规模较小，因此采取的监测方法是对各点位、各施工单位进行逐项、逐个调查监测的工作方法，详细量测、记录各类工程措施的类型、开工及完工时间、实施位置、规格尺寸、数量等。具体见表2-1中所列。

表2-1 工程措施监测表

工程类型	监测内容	监测方法	监测频次
截排水工程	结构类型；断面尺寸；长度；	调查量测	每个季度1次
土地整治	面积，土地利用形式	调查量测	每个季度2次

2.3.2 植物措施监测内容及方法

水土保持方案设计的水土保持植物措施包括路基边坡及坡脚种草绿化、弃渣场绿化等。采取的监测方法是对各点位逐个调查监测的工作方法，详细量测、记录各类植物措施的物种种类、数量、苗木规格、栽植数量、生长势、成活率、开工及完工时间等。

2.3.3 临时措施监测内容及方法

水土保持方案中针对项目的特点，提出了施工期间临时防护要求，设计的临时措施包括表土剥离、拦挡，洒水、密目网苫盖等，临时措施的监测是根据措施的实施部位和进度随机进行监测，监测内容包括措施类型、工程量、开始及结束时间等。

2.4 水土流失情况

2.4.1 水土流失面积监测

水土流失面积监测内容包括扰动地表面积、工程建设占压面积、硬化面积、产生

水土流失的面积等。由于工程建设规模大、空间跨度大，采用遥感监测保证合理的精确度。监测频次是以一个施工单元为一个监测面，原则上开工前监测1次，土建工程全面开展时监测1次，工程完工监测1次。本项目由于监测工作滞后，只能对已完成水土保持措施的防护效果进行监测。

2.4.2 土壤流失量的监测

土壤流失量的监测内容包括工程建设扰动地表植被面积、占用破坏水土保持设施的数量、土石方量及弃土弃渣量、流失面积和流失量、水土流失变化情况（类型、形式、流失量）等方面的监测。本工程水土流失量监测主要采取简易坡面量测法（侵蚀沟样方法）进行。简易坡面量测法主要用于暂不扰动的土质开挖面、土或土石混合或粒径较小的石砾堆等坡面土壤侵蚀量的测定，具体做法为在选定的坡面上根据地形坡度及物质组成等情况布设样方，每条沟测定沟长和上、中、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，计算侵蚀沟的体积，通过面蚀与沟蚀的比例关系，推求监测区的土壤侵蚀模数，从而计算出各分区内的土壤侵蚀量。

2.4.3 水土流失危害监测

水土流失危害主要包括工程建设过程产生的水土流失及其对下游河道的影响；弃渣场下游河道泥沙变化及其危害；工程建设区植被及生态环境变化；工程建设对环境的影响等。本工程没有大量的产生弃土弃渣场，因此建设中未产生水土流失危害。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 方案批复水土流失防治责任范围

已批复的水土保持方案工程占地面积 130.93hm²，其中建设区 111.00hm²，直接影响区 19.93hm²，根据生产建设项目水土保持技术标准（GB/T50434—2018）规定，此面积即为本工程的防治责任范围面积具体见表 3-1。

表 3-1 方案批复水土流失防治责任范围表 单位：hm²

防治分区		占地类型及面积（hm ² ）							
		水浇地	旱地	荒地	河滩地	荒山荒坡	河滩	宅基地	既有路
凉州区	路基工程区	9.86	6.32		3.47	0.65		4.72	33.35
	桥涵工程区				0.56				0.56
	临时堆土及弃渣场		0.03	3.1		2.19	6.14		11.46
	沿线附属设施	0.33							0.33
	施工场地及施工便道		1.36	0.73		0.12	0.97		3.18
	小计	10.19	7.71	3.83	4.03	2.96	7.11	4.72	33.35
肃南县	路基工程区	0.85	0.75		0.33			0.35	18
	桥涵工程区				0.12				0.12
	临时堆土及弃渣场		0.15	8.27		1.82	3.22		13.46
	沿线附属设施	0.33							0.33
	施工场地及施工便道			2.46		0.04	0.41		2.91
	小计	1.18	0.9	10.73	0.45	1.86	3.63	0.35	18
合计		11.37	8.61	14.56	4.48	4.82	10.74	5.07	51.35

3.1.2 水土流失防治责任范围监测结果

经监测统计，S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程实

实际发生的防治责任范围面积为88.71hm²，实际监测的防治责任范围面积统计表详见表3-2。

表3-2 实际发生的防治责任范围监测结果表 单位：hm²

序号	防治分区	占地面积	备注
1	路基工程区	77.68	
2	桥涵工程区	0.66	
3	临时堆土及弃渣场	5.33	
4	沿线附属设施	0.66	
5	施工场地及施工便道	4.38	
合计		88.71	

通过对监测数据的整理分析，S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程实际发生的防治责任范围面积为88.71hm²，实际监测的防治责任范围较方案批复的设计减小了22.29hm²，具体变化原因如下：

（1）路基工程区：项目区起点位于凉州区许家庄（K0+000），与Z049线在K10+800处相接，途径松树镇、西营镇、团庄、九条岭，终点位于肃南县皇城镇的骆驼河口，全场70.2km，路基宽度有8.5m和10m两种宽度，其中：K0+000~K32+960段路基宽度为10m，设计时速60km/h，K32+960~K70+200段路基宽度为8.5m，设计时速40km/h。批复的水土保持方案设计路基工程区占地面积为78.65 hm²。

通过查阅主体施工资料及现场实际监测：省道211线武威至仙米寺二级公路武威至骆驼河口（甘肃段）改建工程项目起点位于该线K104+986.661凉州区许家庄处，下穿兰新铁路、古永高速，途经松树镇、西营镇、团庄、九条岭，终点位于肃南县皇城镇骆驼河口（甘青交界处），路线全长69.412公里，全线按二级公路标准建设。其中K104+986.66- K136+926.66段设计速度60公里/小时，路基宽10米；K136+926.661-K174+398.661段设计速度40公里/小时，路基宽度8.5米；全线行车道宽7米，K171+398.661- K174+398.661段路基宽度为12米。监测的路基工程区实际占地面积

为 77.68hm²，本防治区占地面积基较批复的水土保持方案减少 0.97hm²，主要原因是道路实际长度较设计减少。

(2) 桥涵工程区

方案设计全线有旧中桥 4 座，情况良好，可完全利用，需新建中桥 2 座 114.12m，全线有旧小桥 11 座，其中利用 1 座，拆除重建 10 座 111.56m，新建小桥 5 座 94.66m。完全利用涵洞 62 道，新建 195 道。已批复的水土保持方案设计桥涵工程区面积为 0.68hm²。

通过现场监测，新建中小桥 764.86m/24 座，新建涵洞 3380.17m/281 道，旧涵洞利用 14 道，通过实际量测桥涵工程区面积为 0.66hm²。实际占地面积较方案设计减少 0.02hm²。

(3) 临时堆土及弃渣场

方案设计全线布设弃渣场 6 处，其中 B1 弃渣场位于 K10+900 右侧，B2 弃渣场位于 K35+750 左侧 30m 处，B3 弃渣场位于 K38+700 左侧 20m 处，B4 弃渣场位于 K47+900 右侧 20m 处，B5 弃渣场位于 K51+450 左侧 20m 处，B6 弃渣场位于 K67+400 右侧。方案设计弃渣量为 56.49 万 m³，占地面积为 24.92hm²。临时堆料场 2 处，占地面积为 0.18hm²。

通过现场监测及调查，项目在建设过程中实际启用弃渣场 2 处，分别为原设计 B4 弃渣场和 B6 弃渣场，位置与原设计一致，实际占地面积为 5.33hm²，较方案设计减少 8.39hm²，主要原因是本项目属于旧路改造项目，主要弃渣来源为路面换填，大部分被利用，只有少量运往弃渣场堆存，实际弃渣量减少，导致面积减少。

(4) 沿线附属设施

水土保持方案设计在 K2+300 和 K60+590 处设置 2 处收费站，占地面积为 0.66hm²。占地类型为荒地。通过现场实际监测，项目建设过程中，按照设计建设 2 处收费站，

由于国家标准规定二级路不在进行收费，后期对收费站进行拆除，并进行了恢复，实际占地面积与设计一致。

(5) 施工场地及施工便道

已批复的水土保持方案设计临时预制场 8 处，拌合站 6 处。施工便道分为利用现有道路和新修两部分，利用现有道路 69.58km，新修施工便道 4.52km，方案设计本区域占地面积 6.09hm²。

通过现场实际监测，本区域实际占地面积为 4.38hm²，较方案设计减少 1.71hm²。其主要原因是项目建设过程中，实际预制场和拌合站数量减少，弃渣场数量减少，新修施工便道长度减少，导致面积较设计减少。防治责任范围面积对照详见表 3-3。

表3-3 防治责任范围面积对比表 单位：hm²

序号	防治分区	方案面积	监测面积	增减变化
1	路基工程区	78.65	77.68	-0.97
2	桥涵工程区	0.68	0.66	-0.02
3	临时堆土及弃渣场	13.72	5.33	-19.59
4	沿线附属设施	0.66	0.66	0
5	施工场地及施工便道	6.09	4.38	-1.71
合计		88.71	88.71	-22.29

3.2 取土（石、料）监测结果

S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程不涉及取土场。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、料）情况

已批复的水土保持方案设计共设弃渣场6处，已批复的方案中预计本项目建设期产生废石56.49万m³。

3.3.2 弃土（石、渣）监测结果

通过查阅相关原始资料及现场实际调查，项目在建设过程中实际启用弃渣场 2 处，

弃渣量为 22.69 万 m³。

3.4 土石方流向情况监测结果

根据批复的《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》（报批稿），以自然方计算，建设期间土石方开挖总量 135.10 万 m³，土石方填筑总量 186.85 万 m³，调配利用 12.80 万 m³，借方 108.24 万 m³，废弃方 56.49 万 m³。

通过查阅资料及现场调查：《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程》，以自然方计算，建设期间土石方开挖总量 130.32 万 m³，土石方填筑总量 150.68 万 m³，借方 43.05 万 m³，废弃方 22.69 万 m³。

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 工程措施监测结果

(1) 路基工程区

已批复的水土保持方案纳入主体工程设计排水工程，主要包括 I 型边沟25966m，II 型边沟26716m，III型边沟1773m，排水沟包括 I 型和 II 型两种类型，均为梯形断面，长度共计1645m，急流槽58m。方案新增对路基两侧、路基边坡等区域进行土地整治，整治面积为34.30hm²，土地整治后对改线路段路基边坡进行覆土，覆土厚度30cm，覆土面积1.12hm²，覆土量3366m³。

通过现场实际监测，完成方案纳入主体工程设计边沟长54400m，急流槽50m，排水沟长1600m。完成方案新增措施对路基边坡和路基两侧土地整治30.32 hm²，对改线路段路基边坡覆土3300m³。土地整治时间为2011年5~2011年10月。

(2) 桥涵工程区

已批复的水土保持方案设计对施工围堰拆除后进行土地整治，土地整治面积为0.10hm²。

通过实际监测，施工结束后对施工围堰进行拆除，并进行土地整治，整治面积为0.10hm²。措施实施时间：2011 年 7 月~8 月。

(3) 临时堆土场及弃渣场区

已批复的水土保持方案设计对弃渣场布设挡渣墙进行拦挡，长度为 948m，布设截水沟 950m，尾水渠 130m，急流槽 195m，消力池 6 座，土地整治 13.21hm²。取料场土地整治 5.89hm²，砾石铺压 3.38hm²。临时堆土场土地整治 0.18hm²。

通过现场实际监测，弃渣场完成土地整治面积 5.33 hm²，覆土 1500m³，土地整治时间为 2011 年 6~2011 年 8 月。

(4) 沿线附属设施区

沿线附属设施区主要为 2 处收费站，已批复的水土保持方案设计施工结束后对迹地进行土地整治，整治面积为 0.08hm^2 。

通过实际监测，施工结束后进行了土地整治，整治面积为 0.08hm^2 ，措施落实时间为：2011 年 4 月~5 月。

(5) 施工场地及便道区

已批复的水土保持方案设计对施工场地及便道区进行土地整治，整治面积 5.2hm^2 。通过现场监测，施工场地及便道区施工结束后对临建进行拆除，对施工迹地进行恢复整治，整治面积为 4.21hm^2 。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施监测结果

已批复的水土保持方案建设期植物措施主要布设在路基边坡及坡脚以及挖方路段、弃渣场和临时堆土场、沿线附属设施、施工场地及施工便道等区域。

1) 方案设计路基工程区栽植新疆杨 37073 株，国槐 4860 株，云杉 15428 株，沙棘 10000 株，撒播草籽 316.10kg，合计绿化面积 24.88hm^2 。

2) 临时堆土场区及弃渣场区设计栽植灌木 48327 株，撒播草籽 546.05kg，绿化面积 12.7hm^2 。

3) 沿线附属设施区植物措施面积为 0.08hm^2 ，施工场地及便道区撒播草籽 375.25kg；绿化面积 4.07hm^2 。

通过现场监测：路基工程区植物措施实施部位主要为路基边坡及坡脚，绿化措施为撒播草籽和栽植乔木进行绿化，监测的路基区绿化面积为 15.23hm^2 。临时堆土场和弃渣场完成绿化措施 2.41hm^2 。施工便道及施工场地完成绿化 4.38hm^2 。合计完成绿化 22.02hm^2 。绿化时间为：2011 年 5 月~8 月。

4.3 临时防护措施监测结果

已批复的水土保持方案设计本工程临时主要有：路基工程区临时洒水 1798m³，表土剥离 1.32km，桥涵区进行临时围堰进行拆除 1155m，弃渣场区临时拦挡 233m，临时苫盖 87m，附属设施区临时排水沟 320m，沉砂池 4 座，临时挡墙 98m，苫盖 6m，施工便道及施工场地临时排水沟 1899m，洒水 44.3m³。

通过查阅相关资料及调查本工程完成临时措施主要有：路基区临时洒水 2500m³，桥涵区临时围堰进行拆除 1100m，弃渣场区临时苫盖 20m，附属设施区临时苫盖 5m，施工便道及施工场地洒水 88m³。

4.4 水土保持措施防护效果

根据实地监测，结合主体工程资料，路基工程区、桥涵工程区、临时堆土场和弃渣场区、施工便道等部位的土地整治已全部完成，并撒播草籽进行绿化，植被已恢复，整体防护效果较好，消除了水土流失隐患，达到了防治水土流失要求。

4.4.1 工程措施防护效果

根据批复的水土保持方案，工程措施主要是纳入主体设计的截排水工程。方案新增表土地整治，覆土等促进植被恢复。通过现场实际监测，截排水工程按照设计标准全部已落实到位。在主体工程施工结束后，对施工场地扰动空地等全部进行土地整治，各防治区防治措施已全部落实，防护效果较好。

4.4.2 植物措施防护效果

本工程植物措施主要布设路基工程区植物措施实施部位主要为路基边坡及坡脚，绿化措施为撒播草籽和栽植乔木进行绿化，监测的路基区绿化面积为 15.23 hm²。临时堆土场和弃渣场完成绿化措施 2.41hm²。施工便道及施工场地完成绿化 4.38hm²。合计完成绿化 22.02hm²。目前，已落实的植物措施成活率较好，能有效的起到防治水土流失的效果，标准符合防护要求。

4.4.3 临时措施防护效果

通过查阅相关资料及调查本工程完成临时措施主要有：路基区临时洒水 2500m³，桥涵区临时围堰进行拆除 1100m，弃渣场区临时苫盖 20m，附属设施区临时苫盖 5m，施工便道及施工场地洒水 88m³。

方案设计新增措施工程量见表 4-1，监测实际完成水土保持措施工程量见表 4-2，实际完成与批复的方案措施工程量对比见表 4-3。

表 4-1 方案设计的水土保持措施工程量

防治分区	措施类型	措施名称	措施数量	乔灌 (株)	草籽(kg)
路基工程防治区	工程措施	土地整治	34.30hm ²		
		边沟	54455m		
		排水沟	1645m		
		急流槽	58m		
		覆土	1.12hm ²		
	植物措施	绿化美化	24.88hm ²	74547	316.1
	临时措施	洒水	1798m ³		
		表土剥离	1.32km		
桥涵工程区	工程措施	土地整治	0.10hm ²		
	临时措施	围堰填筑	1155m		
		围堰拆除	1155m		
临时堆土及弃渣场区	工程措施	土地整治	13.21hm ²		
		I 型挡渣墙	928m		
		II 型挡渣墙	20m		
		I、II 型截水沟	950m		
		尾水渠	130m		
		急流槽	195m		
		消力池	6 座		
	植物措施	种草	12.70hm ²	48327	546.05
	临时措施	临时挡墙	233m		
		临时苫盖	87m		
沿线附属设施	工程措施	土地整治	0.08hm ²		
	植物措施	植树种草	0.08hm ²	1460	4.5
	临时措施	排水沟	320m		
		沉砂池	4 座		
		临时挡墙	98m		
		苫盖	6m		
施工生产生活区	工程措施	土地整治	5.20hm ²		
	植物措施	种草	4.07hm ²		375.25
	临时措施	排水沟	1899m		
		沉砂池	28 座		
		洒水	44.3m ³		

表 4-2

实际完成的水土保持措施工程量

防治分区	措施类型	措施名称	措施数量	乔灌 (株)	草籽(kg)
路基工程防治区	工程措施	土地整治	30.32hm ²		
		边沟	54400m		
		排水沟	1600m		
		急流槽	50m		
		覆土	1.05hm ²		
	植物措施	绿化美化	15.23hm ²	45120	263.2
	临时措施	洒水	2500m ³		
		表土剥离	1.30km		
桥涵工程区	工程措施	土地整治	0.10hm ²		
	临时措施	围堰填筑	1100m		
		围堰拆除	1100m		
临时堆土及弃渣场区	工程措施	土地整治	5.33hm ²		
		覆土	1500m ³		
	植物措施	种草	2.41hm ²		146.21
	临时措施	临时苫盖	20m		
沿线附属设施	工程措施	土地整治	0.08hm ²		
	临时措施	苫盖	5m		
施工生产生活区	工程措施	土地整治	4.21hm ²		
	植物措施	种草	4.21hm ²		275.28
	临时措施	洒水	88m ³		

表 4-3

方案设计与实际监测水土保持措施完成对比表

防治分区	措施类型	措施名称	方案设计	实际监测	增减变化
路基工程防治区	工程措施	土地整治	34.30hm ²	30.32hm ²	-3.98
		边沟	54455m	54400m	-55
		排水沟	1645m	1600m	-45
		急流槽	58m	50m	-8
		覆土	1.12hm ²	1.05hm ²	-0.07
	植物措施	绿化美化	24.88hm ²	15.23hm ²	-9.65
	临时措施	洒水	1798m ³	2500m ³	702
		表土剥离	1.32km	1.30km	-0.02
桥涵工程区	工程措施	土地整治	0.10hm ²	0.10hm ²	0
	临时措施	围堰填筑	1155m	1100m	-55
		围堰拆除	1155m	1100m	-55
临时堆土及弃渣场区	工程措施	土地整治	13.21hm ²	5.33hm ²	-7.88
		I 型挡渣墙	928m	0	-928
		II 型挡渣墙	20m	0	-20
		I、II 型截水沟	950m	0	-950
		尾水渠	130m	0	-130
		急流槽	195m	0	-195
		消力池	6 座	0	-6
		覆土	0	1500m ³	1500
	植物措施	种草	12.70hm ²	2.41hm ²	-10.29
	临时措施	临时挡墙	233m	0	-233
		临时苫盖	87m	20m	-67
沿线附属设施	工程措施	土地整治	0.08hm ²	0.08hm ²	0
	植物措施	植树种草	0.08hm ²	0	-0.08
	临时措施	排水沟	320m	0	-320
		沉砂池	4 座	0	-4
		临时挡墙	98m	0	-98
		苫盖	6m	5m	-1
施工生产 生活区	工程措施	土地整治	5.20hm ²	4.21hm ²	-0.99
	植物措施	种草	4.07hm ²	4.21hm ²	0.14
	临时措施	排水沟	1899m	0	-1899
		沉砂池	28 座	0	-28
		洒水	44.3m ³	88m ³	43.7

5 土壤流失量分析

5.1 水土流失面积

项目水土流失面积在施工准备期流失较轻微，在施工期较强，试运行期随着林草措施郁闭度加大，工程措施拦蓄作用的正常发挥，水土流面积又会下降到较小值。本工程施工过程中产生水土流失的地方主要是路基工程区、弃渣场和施工便道等部位。2010年4月到2011年12月是建设时期，土体临时堆放过程中降雨和风力作用下都会产生一定量的流失，各项整治措施和植物措施未实施前，土体较虚，在降雨和风力作用下，整个坡面都成为水土流失面积。路堑开挖过程中，开挖产生的土石方在临时堆放中同样产生一定量的流失，开挖形成的坡面属于原状土坡面，虽然土体结实点，但由于坡度较大，在降雨、大风作用下也产生大量的流失面积。每年7月至9月是该工程所在地区降雨量最多的时段，此时段流失量最大，工程占地面积见表5-1，水土流失面积见表5-2。

表5-1 工程占地面积汇总表 单位：hm²

序号	防治分区	占地面积	备注
1	路基工程区	77.68	
2	桥涵工程区	0.66	
3	临时堆土及弃渣场	5.33	
4	沿线附属设施	0.66	
5	施工场地及施工便道	4.38	
合计		88.71	

表5-2 水土流失面积表 单位：hm²

防治分区	项目区占地	硬化及建筑物面积	水土流失面积
路基工程区	77.68	47.36	30.32
桥涵工程区	0.66	0.56	0.10
临时堆土及弃渣场	5.33	0	5.33
沿线附属设施	0.66	0.58	0.08
施工场地及施工便道	4.38		4.38
合 计	88.71	48.5	40.21

5.2 土壤流失量

主体工程的土壤流失主要发生在路基挖填土方临时堆放形成大量松散土壤，未采取任何防护工程措施前，在雨季、风季会产生一定量的流失，采用历史遥感影像和以往气象数据，堆土施工的的土壤流失量。

（1）施工期土壤流失量监测

本工项目与 2010 年 4 月开工建设，2011 年 12 月建成，总共弃 21 个月，2010 年 4 月编制了水土保持方案并予以批复，水土保持方案监测时段为从水土保持方案批复月开始至设计水平年结束。

本项目水土保持监测工作与 2016 年 6 月委托开展，施工期的水土流失量已无法实际监测，针对本项目特点和监测时段，本次监测工作对施工期的水土流失量采用历史遥感影像分析、购买当地气象部门 2010 年至 2016 年间的气象资料（详见表 5-3）、并走访调查周边农户、现场调查、查阅相关资料等方法，通过分析论证、推算获得本项目施工期的水土流失情况。

表 5-3-1

2010 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1				3.2	2.8							
2							3.8		0.3			
3				0.1	2.4			15.3	2.0			
4		0.1*	1.6	0.2		4.7		0.6	0.4		1.1	
5		0.1*		0.6	1.0		2.3				1.8	
6				3.8						0.6	2.0	
7					0.2				0.1		5.6*	
8									3.2	4.3		
9				1.1	1.1	2.1	8.4		3.8			
10					2.5		2.5		6.3			
11								9.1	0.2		2.8	
12											2.4	4.5*
13												
14					0.1		1.3	0.4				0.6*
15							0.1					
16					0.8		3.4		3.1			
17			0.9						0.2		0.5	
18				5.6		0.3		0.2				
19			1.1			3.3			0.6			
20				3.7	5.0	1.7						
21				1.6	0.5		2.2					
22			2.4			11.6	1.8		4.0	3.1		
23		0.4*	0.2			6.6	0.8		3.2		1.3	
24		1.6*	7.1			0.1			0.2	0.4	0.8*	
25		1.1*			0.1					1.3		
26										10.4*		
27	0.1*	0.4*							0.1			
28	0.5*				3.8	2.0			2.0			
29	0.1*				0.1	0.1			2.1			
30	2.5*			2.8	0.6				1.2			
31	0.2*				2.5					0.4*		
降水量	3.4	3.7	13.3	22.7	23.5	32.5	26.6	25.6	33	20.5	18.3	5.1

表 5-3-2

2011 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1				3.3	4.9							
2							3.9		0.2			
3				0.2	4.5			15.3	2.0			
4		0.2*	1.7*	0.2		4.7		0.7	0.4		1.1	
5		0.1*		0.6	1.0		2.9				1.8	
6				3.8						0.6	2.0	
7					0.3				0.1		5.9*	
8									3.2	4.3		
9				1.3	1.1	2.1	8.4		3.8			
10					2.7		2.8		6.8			
11								9.1	0.2		3.8	
12											2.4	4.2*
13												
14					0.1		11.3	0.4				0.5*
15							0.1					
16					0.8		3.4		3.1			
17			0.9						0.2		0.5	
18				5.6		0.3		0.2				
19			1.1			3.3			0.6			
20				3.7	5.0	1.7						
21				1.6	0.5		2.2					
22			2.4			11.6	1.8		4.0	3.1		
23		0.4*	0.2			6.6	0.8		3.2		1.3	
24		1.6*	7.1			0.1			0.2	0.4	0.9*	
25		1.1*			0.1					1.3		
26										10.4*		
27	0.1*	0.4*							0.4			
28	0.5*				3.8	2.0			2.6			
29	0.1*				0.1	0.1			2.1			
30	2.4*			2.8	0.6				1.2			
31	0.2*				8.5					0.4*		
降水量	3.6	3.7	13.2	22.8	33.7	32.8	36.2	25.4	33	21.5	17.3	5.5

表 5-3-3

2012 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1				3.2	5.0							
2							3.9		0.2			
3				0.2	4.5			15.3	2.0			
4		0.3*	1.7	0.2		4.2		0.9	0.4		1.1	
5		0.2*		0.8	1.0		0.9				1.8	
6				3.8						0.6	2.0	
7					0.3				0.1		5.9*	
8									1.2	4.7		
9				1.3	1.1	2.1	0.4		2.8			
10					1.8		2.8		1.8			
11								9.1	0.2		3.8	
12											2.4	4.2*
13												
14					0.1		1.3	0.4				0.5*
15							0.1					
16					0.8				3.1			
17			0.9						0.2		0.5	
18				5.6		0.3		0.2				
19			1.1			3.3			0.6			
20				3.7	5.0	1.7						
21				1.6			1.2					
22			2.4			11.6	1.8		4.0	3.1		
23		0.4*	0.2			6.6	0.8		3.2		1.3	
24		1.6*	7.1			0.1			0.2	0.4	0.9*	
25		1.1*			0.1					1.3		
26										10.4*		
27	0.1*	0.4*							0.4			
28	0.5*				3.7	2.0			2.6			
29	0.1*				0.1	0.1			2.1			
30	2.4*			2.8	0.6				1.2			
31	0.2*									0.4*		
降水量	3.8	3.5	13.4	22.8	23.2	32.8	16.2	25.3	13	21.5	17.3	5.5

表 5-3-4

2013 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1				3.2	0.8							
2							1.8		0.3			
3				0.1	0.4			15.3	2.0			
4		0.1*	1.6	0.2		4.7		0.6	0.4		1.1	
5		0.1*		0.6	1.0		1.3				1.8	
6				3.8						0.6	2.0	
7					0.2				0.1		5.6*	
8									3.2	4.3		
9				1.1	1.1	2.1	1.2		3.8			
10					2.5		2.5		6.3			
11								9.1	0.2		2.8	
12											2.4	4.5*
13												
14					0.1		1.3	0.4				0.6*
15							0.1					
16					0.8		0.4		3.1			
17			0.9						0.2		0.5	
18				5.6		0.3		0.2				
19			1.1			3.3			0.6			
20				3.7	1.0	1.7						
21				1.6	0.5		1.2					
22			2.4			1.6	1.8		4.0	3.1		
23		0.4*	0.2			6.6	0.8		3.2		1.3	
24		1.6*	7.1			0.1			0.2	0.4	0.8*	
25		1.1*			0.1					1.3		
26										10.4*		
27	0.1*	0.4*							0.1			
28	0.5*				1.8	2.0			2.0			
29	0.1*				0.1	0.1			2.1			
30	2.5*			2.8	0.6				1.2			
31	0.2*				0.5					0.4*		
降水量	3.4	3.7	13.3	22.7	11.2	22.5	11.6	25.6	33	20.5	18.3	5.1

表 5-3-5

2014 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1				3.2	1.9							
2							3.9					
3				0.2	1.5			5.3				
4		0.3*	1.7	0.2		4.7		0.7			1.1	
5		0.1*		0.6	1.0		2.9				1.8	
6				3.8						0.6	2.0	
7					0.3				0.1		5.9*	
8									3.2	4.3		
9				1.3	1.1	2.1			3.8			
10					2.7		2.8		6.8			
11								9.1	0.2		3.8	
12											2.4	4.2*
13												
14					0.1			0.4				0.5*
15							0.1					
16					0.8		3.4		3.1			
17			0.9						0.2		0.5	
18				5.6		0.3		0.2				
19			1.1			3.3			0.6			
20				3.7		1.7						
21				1.6	0.5		2.2					
22			2.4			11.6	1.8		4.0	3.1		
23		0.4*	0.2			6.6	0.8		3.2		1.3	
24		1.6*	7.1			0.1			0.2	0.4	0.9*	
25		1.1*			0.1					1.3		
26										10.4*		
27	0.1*	0.4*							0.4			
28	0.5*				3.8	2.0			2.6			
29	0.1*				0.1	0.1			2.1			
30	2.4*			2.8	0.6				1.2			
31	0.2*				8.5					0.4*		
降水量	3.4	3.5	13.1	22.8	23.7	32.8	16.2	15.7	20.4	21.5	17.3	5.5

表 5-3-6

2015 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1												
2					4.4							
3		*0.2										
4						3.3				5.1		
5				2.8								
6				3.5					3.6			
7						1.0				2.2		
8				1.3		0.5						
9			0.4			1.6			4.0	5.6		
10												
11	*0.6			0.1			3.6					
12	*0.2	*8.7			1.5		4.0		6.0			
13		*0.5					7.4					
14					0.2							
15				2.6								
16				2.2						0.8		
17									0.6			
18							19.1		5.0			
19	*0.5								0.5			
20	*0.2				0.8	2.4			3.4			
21		*0.5			1.4		4.5			3.5		
22	*0.3		4.0		3.0	1.2	11.2			6.0	*0.5	
23			3.2	0.2	2.7	13.0						
24						2.8		4.0		13.6		
25			*1.1		1.3			19.4				
26				0.5		0.5	0.5					
27					7.7	7.7			2.0			
28											*0.3	
29								1.7				
30	*0.5			4.3								
31					0.5							
降水量	2.3	9.9	8.7	13.9	23.5	34.0	50.3	25.1	25.1	36.8	0.8	0.2

表 5-3-7

2016 年凉州区逐日降雨量统计表

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	*0.1											
2												
3					12.5	1.2						
4			*2.5	1.2	1.3	1.2		1.2	0.8			
5			*1.3			2.0	8.0	1.6	2.4			
6		*1.4						3.2				
7		*1.6		0.4				7.5				
8		*1		1.6		2.0		1.0				
9			*0.3	0.7		5.5			0.3			
10	*1.3		*0.4	2.2	0.2					*2.6		
11			*6.1	0.9								
12			*10.5					0.4				
13			*3									
14					0.6		3.3		6.1			
15				2.0	1.9							
16												
17						2.8			4.5			
18						4.1			0.5			
19				2.2		6.2		4.0	1.4			
20						0.6		2.6				
21		*5.7						2.2	0.5			
22			*3.3		8.5			1.2	0.3			
23			*1.7									
24												
25				2.4								
26								1.0	0.2			
27							14.8	7.8				
28							0.7	1.2				
29			0.9					8.1				
30			0.9									
31					3.2							
降水量	1.4	9.7	30.9	13.6	28.2	22.1	26.8	24.3	12.0	2.6	3.9	3.4

（2）自然恢复期土壤流失量监测

本项目各项防治措施与 2011 年 5 月~2011 年 10 月已全部完成，植物措施在运行期逐年都在开展，自然恢复期通过覆土整治后基本全部采用绿化措施，本项目监测的重点部位是路基区和弃渣场区，监测组人员分别在路基区、弃渣场区布设监测点位，每年的土壤流失主要发生在当年 7 月~9 月，依据多次大风、降雨天气观测，夏季、秋季雨量较多，冬春较弱裸露的坡面几乎看不到侵蚀沟，而只有在雨季后，几次较强的大风降雨中才产生一些细沟侵蚀。在自然恢复期期间，没有水土流失危害时间发生，道路沿线群众没有举报危害案例。

各防治分区侵蚀模数具体情况详见各分区监测记录登记表。

表 5-4

测钎法测定土壤流失量登记表

路基工程区		2016 年 6 月~2022 年 6 月			备 注
组 别	第一组	第二组	第三组	观测场面积 2m×2m	
测钎 1	1.1	1.2	1.1	风力侵蚀量	
测钎 2	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量	
测钎 3	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量	
测钎 4	1.1	1.2	1.1	风力侵蚀量	
测钎 5	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量	
测钎 6	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量	
测钎 7	1.3	1.3	1.2	风力侵蚀量	
测钎 8	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量	
测钎 9	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量	
平均侵蚀厚度 (Z)	1.21	1.12	1.11	$H_{\text{平均}} = \sum h$	
坡度 (°)	0	0	0		
容重 (t/m^3)	1.76	1.76	1.76	测定值	
侵蚀量 (t)	0.0029	0.0032	0.0031	$A = rSZ\cos\theta/1000$	
侵蚀模数 ($t/km^2.a$)	1894	1950	1860	风力侵蚀量	
侵蚀模数平均值 ($t/km^2.a$)	1920			风力侵蚀量	

表 5-5

测钎法测定土壤流失量登记表

桥涵工程区		2010 年 6 月～2022 年 6 月		备 注
组 别	第一组	第二组	第三组	观测场面积 2m×2m
测钎 1	1.2	1.1	1.2	风力侵蚀量
测钎 2	1.1	1.1	1.2	风力侵蚀量
测钎 3	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量
测钎 4	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 5	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量
测钎 6	1.1	1.3	1.1	风力侵蚀量
测钎 7	1.3	1.3	1.2	风力侵蚀量
测钎 8	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 9	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	1.21	1.12	1.11	$H_{\text{平均}} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	0	
容重 (t/m^3)	1.76	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0029	0.0032	0.0031	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)	1854	1920	1880	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 ($t/km^2 \cdot a$)	1910			风力侵蚀量

表 5-6

测钎法测定土壤流失量登记表

沿线附属设施区		2016 年 6 月~2022 年 6 月		备 注
组别	第一组	第二组	第三组	观测场面积 2m×2m
测钎 1	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量
测钎 2	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 3	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 4	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 5	1.2	1.1	1.1	风力侵蚀量
测钎 6	1.1	1.3	1.1	风力侵蚀量
测钎 7	1.3	1.3	1.2	风力侵蚀量
测钎 8	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 9	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	1.22	1.10	1.10	$H_{\text{平均}} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	0	
容重 (t/m ³)	1.76	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0029	0.0032	0.0031	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 (t/km ² .a)	1864	1930	1890	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 (t/km ² .a)	1890			风力侵蚀量

表 5-7

测钎法测定土壤流失量登记表

临时堆土场和弃渣场		2016 年 6 月～2022 年 6 月			备 注
组 别	第一组	第二组	第三组	观测场面积 2m×2m	
测钎 1	1.1	1.2	1.1	风力侵蚀量	
测钎 2	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量	
测钎 3	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量	
测钎 4	1.1	1.2	1.1	风力侵蚀量	
测钎 5	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量	
测钎 6	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量	
测钎 7	1.3	1.3	1.2	风力侵蚀量	
测钎 8	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量	
测钎 9	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量	
平均侵蚀厚度 (Z)	1.21	1.12	1.11	$H_{\text{平均}} = \sum h$	
坡度 (°)	0	0	0		
容重 (t/m^3)	1.76	1.76	1.76	测定值	
侵蚀量 (t)	0.0029	0.0032	0.0031	$A = rSZ\cos\theta/1000$	
侵蚀模数 ($t/km^2.a$)	1894	1950	1860	风力侵蚀量	
侵蚀模数平均值 ($t/km^2.a$)	1920			风力侵蚀量	

表 5-8

测钎法测定土壤流失量登记表

施工场地及施工便道		2016 年 6 月～2022 年 6 月		备 注
组 别	第一组	第二组	第三组	观测场面积 2m×2m
测钎 1	1.1	1.1	1.1	风力侵蚀量
测钎 2	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 3	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 4	1.1	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 5	1.2	1.1	1.1	风力侵蚀量
测钎 6	1.1	1.3	1.1	风力侵蚀量
测钎 7	1.3	1.3	1.2	风力侵蚀量
测钎 8	1.2	1.2	1.2	风力侵蚀量
测钎 9	1.2	1.2	1.1	风力侵蚀量
平均侵蚀厚度 (Z)	1.22	1.10	1.10	$H_{\text{平均}} = \sum h$
坡度 (°)	0	0	0	
容重 (t/m^3)	1.76	1.76	1.76	测定值
侵蚀量 (t)	0.0029	0.0032	0.0031	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数 ($t/km^2.a$)	1884	1930	1910	风力侵蚀量
侵蚀模数平均值 ($t/km^2.a$)	1920			风力侵蚀量

表 5-9 施工期水土流失量监测成果表

监测单元	预测面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)		侵蚀时间 (a)	原地貌流 失量 (t)	流失总量 (t)	新增流失 量 (t)
		背景值	扰动后				
路基工程 区	77.68	1500	5500	2	2330.4	8544.8	6214.4
桥涵工程 区	0.66	1500	5000	2	19.8	66	46.2
临时堆土 及弃渣场	5.33	1500	5500	2	159.9	586.3	426.4
沿线附属 设施	0.66	1500	5000	2	19.8	66	46.2
施工场地 及施工便 道	4.38	1500	5500	2	131.4	481.8	350.4
合 计	88.71				2661.3	9744.9	7083.6

表 5-9 自然恢复期水土流失量监测成果表

监测单元	预测面积 (hm ²)	侵蚀模数值(t/km ² ·a)		侵蚀时间 (a)	原地貌流 失量 (t)	流失总量 (t)	新增流失 量 (t)
		背景值	恢复期				
路基工程 区	30.32	1500	1920	1	454.80	582.14	127.34
桥涵工程 区	0.1	1500	1910	1	1.50	1.91	0.41
临时堆土 及弃渣场	5.33	1500	1890	1	79.95	100.74	20.79
沿线附属 设施	0.08	1500	1920	1	1.20	1.54	0.34
施工场地 及施工便 道	4.21	1500	1920	1	63.15	80.83	17.68
合 计	40.04				600.60	767.16	166.56

监测结果表明，项目区在未扰动原地貌情况下侵蚀时段按施工期的 2 年算，土壤流失量为 7083.6t，项目区原地貌扰动破坏后，挖填活动频繁，在地面裸露没有任何防护措施情况下，受水力侵蚀作用，2 年内土壤流失量为 9744.9t，扰动后土壤流失量较原地貌增加 7083.6t。施工结束，各项治理措施落实后，地表植被逐渐恢复，不再进行挖填破坏，自然恢复期除占压及硬化区域外，水土流失面积按施工期的 1 年计算，土壤流失量为 767.16t，自然恢复各项措施后，土壤流失量较原地貌减少 166.56t，随着措施效益的逐年发挥效益，土壤流失量逐年减少。

5.3 取土（料）料场潜在土壤流失量

S211线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程不涉及取土场。

通过查阅相关原始资料及现场实际调查,项目在建设过程中实际启用弃渣场 2 处,弃渣量为 22.69 万 m³。目前植被已恢复,不存在潜在水土流失。

6 水土流失防治监测结果

通过实际监测，结合查阅施工、监理合同资料，施工扰动区域的土地整治已全部完成，路基区等截水措施均已落实，防护效果较好。经过土地整治，扰动区域植物生长的条件成熟，绿化措施实施后，植被逐渐恢复，防治措施统计见表 6-1。

表 6-1 项目区水土流失防治面积汇总表 单位：hm²

防治分区	项目区占地	工程措施	植物措施	硬化及建筑物面积	水土流失面积	措施面积
路基工程区	77.68	30.32	15.23	47.36	30.32	30.32
桥涵工程区	0.66	0.1		0.56	0.1	0.1
临时堆土及弃渣场	5.33	5.33	2.41	0	5.33	5.33
沿线附属设施	0.66	0.08		0.58	0.08	0.08
施工场地及施工便道	4.38	4.21	4.38	0	4.38	4.21
合 计	88.71	40.04	22.02	48.5	40.21	40.04

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比。扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物占压及硬化面积。

根据实地监测，工程在建设过程中，扰动土地面积 88.71hm²，完成各类扰动土地整治面积 40.04hm²，其中，建筑物占压及硬化面积 48.5hm²，扰动土地整治率为 99.8%，达到目标值（95%）。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。水土流失治理达标面积是指在水土流失总面积中实施的水土保持措施已初步发挥作用的面积，各项措施的防治面积均以投影面积计列。

经监测，在建设扰动范围内完成各类水土保持防护措施面积 40.04hm^2 ，水土流失总面积 40.21hm^2 （扰动地表面积扣除硬化及建筑物面积），完成水土流失总治理度 99.58%，达到方案确定的目标值（93%）。

6.3 拦渣率

渣土保护率指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数占永久和临时堆土总量的百分比。本工程建设产生永久弃渣 22.69 万 m^3 ，全部排弃在弃渣场，实际拦渣（土）21.68 万 m^3 ，渣土保护率为 95.55%，目标值（92%）。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比：项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤侵蚀强度之比。根据 SL190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》及批复的水保方案，项目区土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目区自然恢复期三年后，即各项措施发挥效应平均土壤侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，经计算土壤流失控制比为 1.0，达到目标值（1.0）。

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

林草植被恢复率：项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。

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。该工程建设区面积 88.71hm^2 ，可恢复林草面积 22.98hm^2 ，已恢复植被面积 22.02hm^2 ，林草植被恢复率达到 95.82%（目标值 95%），林草覆盖率 24.82%（目标值 23%）。

项目建设区域内，基本能按照已批复的水土保持方案落实各项防护措施，监测人员通过现场对已落实措施的逐一核查、计算，各项指标值均达到或超过方案确定的目标值，因工程建设造成的水土流失得以消除，满足开发建设项目水土流失防治要求。

7 结 论

7.1 水土流失动态变化

根据《S211 线武威~仙米寺二级公路武威~骆驼河口（甘肃段）改建工程水土保持方案报告书》（报批稿），本项目包括路基工程区、桥涵工程区、沿线附属设施、临时堆土场和弃渣场、施工场地及施工便道等。随着水保措施的实施，水土流失呈现较大幅度的降低；随着施工后期的土地整治等措施，水土流失很小，基本恢复了原地貌。截止 2022 年 6 月，各防治区均已进行整治，目前恢复较好，截排水措施均已落实，整体防护效果较好。

7.2 水土保持措施评价

水土保持监测除了反映建设项目水土流失状况、水土保持措施的实施情况外，也是对水土保持方案的检验。通过对方案的预测及措施进行评价，为今后开展建设项目水土保持工作提供丰富的数据和经验。

（1）工程措施评价：路基工程区、桥涵工程区、沿线附属设施、临时堆土场和弃渣场、施工场地及施工便道的土地整治措施等措施均基本落实到位，防治效果显现，运行良好。

（2）植物措施评价：本工程植物措施主要是路基工程区、临时堆土场和弃渣场、施工场地及施工便道等，通过监测，项目区已落实的植物措施生长较好，植物措施防护效果明显，运行正常，因工程建设造成的水土流失得以消除。

（3）临时防护措施评价：方案设计措施为临时排水沟、临时洒水和苫盖，通过查阅相关原始资料，本项目施工期全部落实到位，并贯穿工程建设全过程。临时措施的积极落实，可有效减免施工期的水土流失。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在问题

通过实地监测，本工程水土保持措施整体落实较好，但与高标准的水土流失防治要求还存在一些差距，主要体现在以下几个方面：

一是水土保持监测工作委托之后，施工过程中的水土流失状况不能及时监测。

二是施工结束后，弃渣场的整治措施整治落实落实不及时。

7.3.2 建议

(1) 对已落实的水土保持措施加强管护力度，确保已实施的措施能够持久长效的发挥水土保持防护功能，避免造成新的水土流失，必要时设立警示牌。

(2) 在今后的的开发建设项目中，及时开展水土保持方案编报、水土保持监测工作，有效落实方案确定的各项防治措施，将水土保持工作彻底落到实处。

(3) 及时清理道路排水沟，确保排泄畅通。

7.4 综合结论

建设单位能够按照水土保持法律法规的规定，依法编报水土保持方案。逐步落实了水土流失防治措施，经计算，各项指标均达到或超过方案设计的目标值。

在项目建设过程中，施工单位基本能够贯彻以防为主、防治结合的方针，施工时尽量减少工程开挖对周边环境的破坏，采取了有效防护措施。在监测过程中对工程建设引起的扰动情况、开挖情况、水土流失的变化情况、各类水土保持工程的实施情况及防治效果等，做了相应的调查、记录，为实施监督管理提供了一定的依据。

项目建设单位要在以后的开发建设项目建设中，应将水土保持工程的建设和管理纳入主体工程建设管理中，强化对施工单位的水土保持职责和对水土保持工程的管理，将水土流失防治从施工准备期就开始进行防控措施落实，要充分重视施工过程中的临时防护措施，加强监督与管理，力争使工程建设造成的水土流失对环境造成的

不利影响减小到最低限度。

甘肃省发展和改革委员会文件

甘发改交运〔2008〕859号

甘肃省发展和改革委员会 关于省道 211 线武威至仙米寺公路 改建工程可行性研究报告的批复

省交通厅：

你厅《关于报送 S211 线武威至仙米寺（甘青界）公路改建工程可行性研究报告的请示》（甘交规划〔2008〕134 号）文件收悉。经研究，现批复如下：

一、省道 211 线是甘青两省之间重要而便捷的省际连接线，武威至仙米寺公路是省道 211 线的重要组成路段。改建该路段对于促进甘肃和青海之间的物资文化交流、带动沿线农副产品和矿产品外运，加快当地群众脱贫致富、提高我省战略防御机动能力

- 1 -

具有重要意义。现有道路技术等级低、路面破损严重、防排水和安保工程较少、通行能力较差。因此,尽快对其进行改建十分必要。

二、同意设计单位提出的路线走向及建设规模。项目起点位于武威市凉州区许家庄,经松树镇、西营镇、团庄、九条岭,终点位于肃南县皇城镇骆驼河口,路线全线 70.5 公里。

三、同意设计单位提出的设计标准及建设内容。全线按三级公路标准设计(局部受限路段可适当降低技术标准),设计车速 30 公里 /小时,路基宽 7.5 米,行车道宽 6.5 米。路面结构:路面较好路段(约 30 公里)采用 3.5 厘米沥青混合料罩面;石方路段路面采用 20 厘米水泥混凝土+18 厘米水泥稳定砂砾+15 厘米天然砂砾;重铺路段采用 1.5 厘米沥青混合料+4.0 厘米沥青碎石+20 厘米水泥稳定砂砾+15 厘米天然砂砾。全线设置完善的防排水设施,桥涵设计荷载为公路-II 级,路基及小桥涵设计洪水频率为 1/25,桥涵与路基同宽,其余指标应满足交通部颁发的《公路工程技术标准》(JTGB01—2003)之规定。

四、项目总投资 5965 万元。资金来源:你厅申请国家专项补助资金,不足部分自筹解决。

五、项目建设的工期一年。

六、下阶段要进一步优化桥涵利用方案,对现有路基路面存

在的病害进一步调查、分析，有针对性地进行优化设计，提出切实可行的方案和工程措施，确保安全可靠。

接文后，请进一步落实建设资金，抓紧开展初步设计等工作。

二〇〇八年八月二十八日



主题词：交通 公路 可研 批复

抄送：省公路局，武威市政府、发改委、交通局，甘肃通广公路勘察设计院有限公司

甘肃省发展和改革委员会

2008年8月28日印



- 3 -

甘肃省发展和改革委员会文件

甘发改交运〔2009〕1015号

甘肃省发展和改革委员会 关于同意调整省道 211 线武威至仙米寺 二级公路武威至骆驼河口（甘肃段） 改建工程部分建设内容的批复

省交通运输厅：

你厅《关于请求变更 S211 线武威至仙米寺（甘青界）公路改建工程可行性研究报告的请示》（甘交规划〔2009〕85 号）收悉。根据专家审查意见，经研究，现就有关事项批复如下：

一、省道 211 线武威至仙米寺（甘青界）公路改建工程我委已于 2008 年 8 月以甘发改交运〔2008〕859 号批复了工程可行性研究报告，批复路线全长 70.5 公里，按三级公路标准建设，

项目总投资 5965 万元。鉴于你厅在项目前期工作中争取到了新的改造资金，为尽快实现我省河西地区与青海省之间的高等级连通，经研究，同意对省道 211 线武威至仙米寺公路部分建设内容进行调整，调整后主要建设内容为：

（一）项目名称由省道 211 线武威至仙米寺（甘青界）公路改建工程改为省道 211 线武威至仙米寺二级公路武威至骆驼河口（甘肃段）改建工程。

（二）全线按二级公路标准建设。K0+000-K32+000 段设计车速 60 公里/小时，其余路段设计车速 40 公里/小时；路基宽 10（8.5）米，行车道宽 7 米。路面结构：K12+340-K13+440、K21+000-K21+900、K55+000-K56+100 和 K60+400-K70+000 段采用 3 厘米沥青混合料+7 厘米沥青碎石+20 厘米水泥稳定砂砾+18 厘米水泥稳定砂砾+15 厘米天然砂砾；其余路段采用 3.5 厘米沥青混合料+5 厘米沥青碎石+20 厘米水泥稳定砂砾+18 厘米水泥稳定砂砾+15 厘米天然砂砾。全线设置完善的防排水设施、必要的安全警示标志及养护设施，新建桥涵设计荷载为公路-I 级，桥梁设计洪水频率为 1/100，涵洞设计洪水频率为 1/50，桥涵与路基同宽，其余指标应满足交通部颁发的《公路工程技术标准》（JTGB01—2003）之规定。

（三）全线设置收费站 2 处。

(四)调整后项目总投资为 37161 万元。资金来源: 你厅申请交通运输部专项补助等多渠道筹措解决。

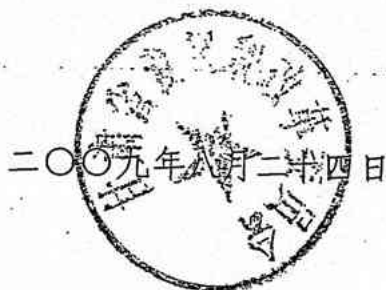
(五)项目建设的工期 18 个月。

(六)项目按“贷款建设, 收费还贷”方式建设。

(七)项目业主为甘肃省公路局。项目的设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要材料采购等, 严格遵循《甘肃省招标投标条例》有关规定。

二、项目起终点及建设里程仍以我委甘发改交运〔2008〕859 号批复为准。

接文后, 请进一步落实建设资金, 抓紧开展初步设计等工作。



主题词: 交通 公路 调整 批复

抄送: 交通运输部, 武威市政府, 省国土资源厅, 省水利厅, 省环保局, 省公路局, 甘肃通广公路勘察设计院有限公司。

甘肃省发展和改革委员会

2009 年 8 月 24 日印



甘肃省水利厅水土保持局文件

甘水利水保发[2010]108号

关于 S211 线武威至仙米寺二级公路 武威至骆驼河口（甘肃段）改建工程 水土保持方案报告书的批复

甘肃省公路局：

你局“关于呈报 S211 线武威至仙米寺二级公路武威至骆驼河口（甘肃段）工程水土保持方案报告书（报批稿）的函”（甘公计[2010]93 号）收悉。根据水土保持法律法规有关规定和技术评审意见，经研究，现批复如下：

一、S211 线武威至仙米寺二级公路武威至骆驼河口（甘肃段）改建工程涉及武威市凉州区和张掖市肃南县。路线起点位于凉州区许家庄，终点位于肃南县皇城镇骆驼河口，路线全长 70.2km。

工程估算总投资 37161.9 万元，其中土建投资 19290.0 万元。工程计划 2010 年 3 月开工建设，2011 年 8 月建成通车，建设总工期 18 个月，水土保持方案设计水平年为 2012 年。

二、该方案编制依据充分，内容较为全面，水土流失防治目标明确，水土保持措施总体布局及分区防治措施基本可行，方案编制达到了可行性研究阶段深度，符合水土保持有关技术规范、标准要求。

三、原则同意水土流失预测方法和预测结果。本工程建设损坏水土保持设施面积 111hm^2 ，新增水土流失量 1.31 万 t。

四、核定水土流失防治责任范围面积 130.93hm^2 。其中项目建设区面积 111hm^2 ，直接影响区面积 19.93hm^2 。

五、同意方案报告书中确定的水土流失防治分区和分区防治措施。路基工程区、桥涵工程区、取料与临时堆土及弃渣场区、沿线附属设施区、施工场地及施工便道区是工程的防治重点。在工程施工过程中，要严格按批复的水保方案进行施工，尽量减少扰动面积，防止人为造成的水土流失。坚持工程和植物措施相结合的原则，切实做好路基防护、排水及绿化等水土保持工程。施工结束后要及时将临时建筑物及废弃物清除至专门堆放场地，防止造成新的水土流失。

六、基本同意水土保持监测时段、内容和方法。弃土（渣）场、大型开挖边坡及路基边坡、路基两侧、服务区是水土保持监测的重点部位。

七、同意工程设计水平年时的水土流失防治目标。水土流失防治执行一级标准，扰动土地整治率达到 95%，水土流失总治理度达到 93%，土壤流失控制比达到 1.0，拦渣率达到 92%，林草植被恢复率达到 95%，林草覆盖率达到 23%。

八、同意水土保持投资估算编制依据和编制方法。核定水土保持工程估算总投资 1878.69 万元，其中工程措施投资 1388.39 万元，植物措施投资 191.49 万元，施工临时工程投资 20.93 万元，独立费用 136.4 万元（含水土保持监测费 29.72 万元，水土保持工程建设监理费 25.76 万元），基本预备费 33.05 万元，水土流失危害补偿费 108.43 万元。

九、建设单位要重点做好以下工作：

1、按照方案要求做好水土保持措施的设计、施工招标和施工组织工作。加强施工单位管理，切实落实水土保持“三同时”制度。

2、定期向地方水行政主管部门通报水土保持方案实施情况，并接受地方水行政主管部门的监督检查。

3、委托具有水土保持生态环境建设工程监理、监测资质的机构，承担水土保持工程监理和项目区水土保持监测工作，并定期向地方水行政主管部门提交阶段性监理报告和监测报告。

4、工程建设规模、地点及渣、料场的位置和数量发生重大变动时，要及时编报方案变更设计报告，报我局审批。

5、按照《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》的规

定收集有关资料，土建工程完工后，要及时向我局申请水土保持设施验收。

十、编制单位要按规定将批复的水土保持方案报告书分送项目所在地各级水行政主管部门，并于 30 日内将送达回执报送我局。

二〇一〇年八月十一日

主题词：水土保持 方案 批复

抄送：张掖市水土保持站，武威市水土保持工作站，甘肃绿华生态工程咨询有限责任公司。

甘肃省水利厅水土保持局

2010年8月12日印发