

连霍国道主干线兰州南绕城高速公路项目

水土保持监测总结报告

建设单位：甘肃路桥公路投资有限公司

编制单位：黄河水土保持天水治理监督局

（天水水土保持科学试验站）

2021年12月

连霍国道主干线兰州南绕城高速公路项目
水土保持监测总结报告

责任页

黄河水土保持天水治理监督局（天水水土保持科学试验站）

批 准：谢登举（局长）

核 定：张海强（副局长，高工）

审 查：鱼 哲（高工）

校 核：杨丽萍（高工）

项目负责人：李 平（工程师）

编 写：李 平（工程师） 第 1~7 章

靳兴兴（助理工程师） 第 8 章

目 录

前言	- 1 -
1 建设项目及水土保持工作概况	- 6 -
1.1 建设项目概况	- 6 -
1.2 水土保持工作情况	- 7 -
1.3 监测工作实施情况	- 7 -
2 监测内容和方法	- 11 -
2.1 扰动土地情况	- 11 -
2.2 取土(石、料)弃土(石、渣)	- 12 -
2.3 水土保持措施	- 12 -
2.4 水土流失情况	- 14 -
3 重点对象水土流失动态监测	- 45 -
3.1 防治责任范围监测	- 45 -
3.2 取土(石、料)监测结果	- 49 -
3.3 弃土(石、渣)监测结果	- 50 -
3.4 土石方流向情况监测结果	- 53 -
3.5 其他重点部位监测结果	- 54 -
4 水土流失防治措施监测结果	- 66 -
4.1 工程措施监测结果	- 66 -
4.2 植物措施监测结果	- 69 -
4.3 临时防护措施监测结果	- 72 -
4.4 水土保持措施防治效果	- 75 -
5 土壤流失情况监测	- 83 -
5.1 水土流失面积	- 83 -
5.2 土壤流失量	- 84 -
5.3 取土(石、料)弃土(石、渣)潜在土壤流失量	- 91 -
5.4 水土流失危害	- 92 -
6 水土流失防治效果监测结果	- 93 -
6.1 扰动土地整治率	- 93 -
6.2 水土流失总治理度	- 93 -
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	- 94 -
6.4 土壤流失控制比	- 94 -
6.5 林草植被恢复率	- 95 -
6.6 林草覆盖率	- 95 -
7 结论	- 97 -
7.1 水土流失动态变化	- 97 -
7.2 水土保持措施评价	- 98 -
7.3 存在问题及建议	- 99 -

7.4	综合结论	- 100 -
8	附图及有关资料.....	- 102 -
8.1	附图	- 102 -
8.2	有关资料	- 102 -

前言

连霍国道主干线兰州南绕城高速公路项目可研由国家发展改革委以《关于甘肃省兰州绕城公路南段可行性研究报告的批复》（发改基础〔2012〕505号）批复，初步设计由交通运输部以《关于兰州绕城公路南段初步设计的批复》（交公路发〔2013〕538号）批复。

项目路线全长 58.74km，总体走向由东南向西北。路线起点(K0+000)位于兰州市榆中县定远镇，通过新建定远枢纽互通立交与现有岷口至柳沟河高速公路（G30 与 G22 并线段）在 K72+240 处顺接；终点设大滩枢纽互通立交接兰州至海石湾高速公路（G6）在 K33+650 处顺接；路线中段 K23+800 处设西果园互通立交与兰临高速（G75）在 K0+450 处连接。采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度为 80km/h。本项目路基工程主要工程量包括：特大、桥大桥 8.57km/20 座；隧道 25.01km/17 座；互通立交 5 处；沿线设收费站 2 处，服务区 1 处、停车区 1 处，其他公路管养设施 5 处。

本项目建设单位为甘肃路桥公路投资有限公司，由其组建连霍国道主干线兰州南绕城高速公路建设项目办公室负责具体现场管理项目实施。本项目水土保持方案由甘肃绿华生态工程咨询有限责任公司编制，2009 年 12 月完成报审，2010 年 7 月批复。2014 年 11 月，受甘肃路桥公路投资有限公司委托，黄河水土保持天水治理监督局（天水水土保持科学试验站）承担了连霍国道主干线兰州南绕城高速公路的水土保持监测工作。

自 2014 年 11 月承担水土保持监测任务后，天水站即组织水利工程、水土保持、地理信息相关专业技术人员成立了水土保持监测项目组，依据批复的水土保持方案和工程建设特点、项目进度等实际情况编制了项目水土保持监测实施方案，并于进场后至水土保持设施验收期间开展了水土保持监测。对 2014 年 9 月~10 月期间的水土流失情况进行了补充调查，2014 年 11 月以后，采用了定位监测、调查监测和巡查监测等方法，借助遥感技术、无人机、手持 GPS、红外线测距仪、卷尺等仪器设备，对本工程的防治责任范围、扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积和植被恢复面积等进行现场量测；2015 年~2020 年期间对项目建设中造成水土流失情况进行了调查和资料收集；对路基工程、取土及弃渣场等重点区域水土保持工程措施和植物措施的实施情况及实施效果进行了实地调查和核算；采用侵蚀沟法等方法监测了项目建设造成的水土流失量，对取得的监测数据及收集资料进行详细分析和计算，编报水土保持监测季报 24 份、年度总结报告 5 份，编写完成了《连霍国道主干线兰州南绕城高

速公路项目水土保持监测总结报告》。

根据本工程总体布局及其特点,水土流失监测分区分为路基工程、桥涵隧道工程、取土及弃渣场、沿线附属设施、施工场地及便道等 5 个防治分区。本次监测采用固定点监测、重点检查监测以及巡查监测对各防治分区进行监测,共布设各类监测点位 89 处,其中固定监测点 5 处,调查监测点 84 处。

本项目建设造成的水土流失防治责任范围面积为 493.72hm²。通过对工程水土保持各项措施的监测,本项目水土保持工程共完成了土地整治、防洪排导、挡墙护坡、临时排水、临时拦挡、植被建设等工程。

主要水土保持措施完成量如下,工程措施:土地整治 310.74hm²、表土剥离/回覆 24.33 万 m³、边沟/排水沟/截水沟/急流槽 221844m、消力池 13 座、蒸发池 2 座、挡渣墙 1372m³、挡水埂 65818m、框格梁及骨架护坡 41287m³;植物措施:撒播草籽 207.46hm²、框格梁码砌植生袋/液压喷播植草/厚层基材喷播植草 32.38hm²、栽植乔灌木 607933 株;临时措施:临时挡墙 3734m,密目网苫盖 260496m²,临时排水沟 8040m、临时沉砂池 73 个。

据监测统计分析,连霍国道主干线兰州南绕城高速公路建设过程中项目区扰动土地原地貌土壤流失量 64338t,扰动后产生的土壤流失量达 84569t,新增水土流失量 20231t。其中路基工程、桥涵隧道工程、取土及弃渣场、沿线附属设施、施工场地及便道防治区新增水土流失量分别为 14215t、2543t、2397t、500t、576t,分析可见路基工程乃是本项目各防治分区中水土流失治理重点。

通过实施水土保持措施并对其加强管护,各项水土保持措施发挥了较好的效益,本工程水土流失防治执行建设类项目一级防治标准,根据监测结果,工程扰动土地整治率为 98.61%,水土流失总治理度为 92.65%,土壤流失控制比达到 0.82,拦渣率为 94.03%,林草植被恢复率为 96.82%,林草覆盖率为 25.64%,均达到批复的水土保持方案设定的目标值,具有良好的水土保持效果。

本项目水土保持工程措施、植物措施和临时措施的设计和实施,能有效防治项目建设造成的水土流失,但是由于项目区生态环境比较脆弱,降水量较少、蒸发量大,大范围、大面积、大强度的工程扰动破坏,使其恢复治理需要更长的时间。另外,在施工过程中,水土保持方案确定的部分水保措施没有得到有效落实,尤其是部分临时防护措施不到位,导致施工过程中水土流失防治效果不佳,建议加强施工期水土保持防治工作,注重实施临时防护措施,完善植被措施,加强运行期水土保持工程措施和

植物措施管护，进一步降低项目区水土流失强度。

在黄河水利委员会水土保持局、黄河上中游管理局、甘肃省水保局及甘肃路桥公路投资有限公司等有关单位的关心和支持下，本工程水土保持监测工作得以顺利完成；在监测实施过程中，还得到了各标段施工单位、主体工程监理、水土保持监理、水土保持设施验收报告编制单位等大力支持和协助，在此表示衷心的感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		连霍国道主干线兰州南绕城高速公路									
建设规模	全长 58.74km, 设计行车速度 80km/h, 整体式路基宽度 24.5m, 分离式路基宽度 12.25m, 沿线大桥、特大桥 8757m/20 座, 隧道 25013m/17 座, 设计汽车荷载等级为公路—I 级。		建设单位、联系人		甘肃路桥公路投资有限公司 裴古宝 0931-8862160						
			建设地点		甘肃省兰州市榆中县、七里河区、西固区						
			所属流域		黄河流域						
			工程总投资		118.29 亿元						
			工程总工期		52 个月						
水土保持监测指标											
监测单位		黄河水土保持天水治理监督局(天水水土保持科学试验站)			联系人及电话		靳新兴 18719882431				
自然地理类型		西北黄土高原区—甘宁青山地丘陵沟壑区—陇中丘陵沟壑蓄水保土区			防治标准		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		地面观测、实地量测、遥感监测和资料分析			2.防治责任范围监测		实地量测、遥感监测、资料分析			
	3.水土保持措施情况监测		实地量测、遥感监测、资料分析			4.防治措施效果监测		地面观测、遥感监测、资料分析			
	5.水土流失危害监测		地面观测、遥感监测、资料分析			水土流失背景值		3307t/km ² •a			
方案设计防治责任范围		431.95hm ²			容许土壤流失量		1000 t/km ² •a				
水土保持投资		8382.43 万元			水土流失目标值		1250t/km ² •a				
防治措施		工程措施: 土地整治 310.74hm ² 、表土剥离 24.33 万 m ³ , 边沟/排水沟/截水沟/急流槽 221844m、消力池 13 座、蒸发池 2 座、挡渣墙 1372m ³ 、挡水坝 65878m、框格梁及骨架护坡 41287m ³ ; 植物措施: 撒播草籽 207.46hm ² , 框格梁码砌植生袋/液压喷播植草/厚层基材喷播植草 32.38hm ² , 栽植乔灌木 607933 株; 临时措施: 临时挡墙 3734m, 密目网苫盖 260496m ² , 临时排水沟 8040m、临时沉砂池 73 个。									
监测结论	防治效果	分类指标		目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率		95	98.61	防治措施面积	342.87hm ²	永久建筑物及硬化面积	106.07hm ²	扰动土地总面积	471.92hm ²
		水土流失总治理度		90	92.65	防治责任范围面积	493.72hm ²	水土流失总面积	338.23hm ²		
		土壤流失控制比		0.80	0.82	工程措施面积	49.79hm ²	容许土壤流失量	1000t/km ² •a		
		林草覆盖率		20	25.64	植物措施面积	263.58hm ²	监测土壤流失情况	1213t/km ² •a		

	林草植被恢复率	92	96.82	可恢复林草植被面积	272.25hm ²	林草类植被面积	126.61hm ²
	拦渣率	90	94.03	实际拦挡弃渣量	1126.72 万 m ³	总弃渣量	1198.22 万 m ³
	水土保持治理达标评价	项目采取了适宜的水土保持措施，水土保持工程的总体布局合理，防治效果明显，改善了项目建设区的生态环境。人为水土流失得到控制，低于原地貌的水土流失。水土流失防治指标基本达到了水土保持方案设计要求和开发建设项目水土流失防治标准。					
	总体结论	在建设过程中，建设单位基本做到了“三同时”，完成了护坡、浆砌石和混凝土挡墙和排水工程等具有水土保持功能的设施，开展了场地平整和植被恢复措施。各项措施运行状况良好，建设的水土保持设施有效地控制了工程建设过程中的水土流失					
	主要建议	运行期应进一步落实管护责任，加强取土、弃渣场区截排水设施的管护和完善，保证防洪安全，加大植被措施管护力度，进行补植补种，提高林草措施成活和植被覆盖率。					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

地理位置：项目区位于甘肃省兰州市，地理坐标为东经 103°30′至 104°10′，北纬 35°55′至 36°15′之间。起点位于榆中县定远镇，接 G30 连霍高速公路，途经榆中县和平镇，七里河区八里镇、魏岭乡、西果园镇、黄裕乡、彭家坪镇，西固区金沟乡、柳泉乡、东川镇，终点位于西固区新城镇，接 G6 京藏高速公路，全长 58.74km。

建设性质：新建建设类项目。

工程规模与等级：整体式路基宽度 24.5m，分离式路基宽度 12.25m，4 车道高速公路，设计行车速度 80km/h。

项目组成：本项目线路全长 58.74km，沿线大桥、特大桥 8757m/20 座，隧道 25013m/17 座，涵洞 29 道，天桥 6 座，通道桥 6 座，通道涵 15 座，渡槽 5 座，设互通式立交 5 处，分离式立交 2 处，服务区 1 处，停车区 1 处，管理所 1 处，收费站 2 处。

投资：总投资 118.29 亿元（其中土建投资 75.66 亿元，占总投资的 63.96%）。

建设工期：2014 年 9 月~2018 年 12 月，总工期 52 个月。

占地面积：工程总占地 493.72hm²，其中永久性占地共计 363.27hm²，临时性占地 130.452hm²；项目挖方 2577.71 万 m³，填方总量 1170.37 万 m³，弃方 1198.22 万 m³（弃置于 25 处弃渣场），外运综合利用 226.40 万 m³，清除/回覆表土 24.33 万 m³。全线共设取土场 1 处、弃土（渣）场 25 处。

项目区位于黄土高原的西部，青藏高原向黄土高原的过度带。地形总体为东西长、南北窄的河谷阶地。气候类型属中温带大陆性气候，冬无严寒、夏无酷暑，气候温和，市区海拔平均高度 1520m，多年均气温 9.8℃，极端最高温度 39.8℃，极端最低温度 -19.7℃。多年均降水量 327mm，全年日照时数平均 2446 小时，无霜期 180d，多年平均风速 0.9m/s。最大冻土深度 98cm。项目区主要土壤有黄绵土、黄土状粉土和灰钙土。植被类型属半荒漠草原植被，植物种类主要有蒿类、长茅草、针茅、红砂、猫头刺等，植被覆盖度 15%左右。项目区属黄河流域，主要河流有黄河及其支流雷坛河、咸水河、宣家沟。项目区水土流失以水力侵蚀为主，兼有滑坡、崩塌、泥石流等重力侵蚀，平均土壤侵蚀模数 3390t/km².a，容许土壤流失量为 1000t/km².a。根据《水利部办公厅关于印发〈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>的通知》（办水保〔2013〕188号），项目位于甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区，水土流失防治按一级标准确定。

1.2 水土保持工作情况

工程开工后，兰州南绕城项目办公室成立了以项目负责人为组长，工程、质监和征迁等各部门负责人为成员的项目水土保持工作领导小组。各项目经理部、监理驻地办也成立了以项目经理、驻地总监为组长，有关技术人员、管理人员为成员的水土保持工作实施领导小组，明确了各自的职责。各项目部依据路桥投资公司和项目办对项目建设过程中水土保持工作的要求，将水保工作做为重点工作之一抓好落实，严格“三同时”制度来完成水土保持相关工作。另外，项目办举办水土保持专题培训班，成为首例甘肃省高速公路建设项目水土保持专题培训班。项目水保方案2009年12月报审，2010年7月获水利部批复（水保函〔2010〕178号），初步设计2013年5月通过审查，其中水土保持后续设计纳入主体工程设计水土保持专篇，项目实施过程中部分取土弃渣场位置、方量与批复的水土保持方案相比发生了变化，为此建设单位委托相关单位进行了取弃土场补充设计，水土保持监测单位在季度报告中提出的意见收到建设单位的重视，并向各标段施工单位下发，基本得到落实。项目先后接受黄河水利委员会水土保持局、黄河上中游管理局、甘肃省水土保持局等监督检查，积极落实监督检查意见。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

本监测时段主要采用定位观测与巡查监测相结合的方式，通过现场实地调查和勘测，收集了工程建设有关技术资料，降雨、大风等气象资料等；与施工进度相配合，采用GPS、地形图、数码相机、测钎、测绳、皮尺等工具，测量工程扰动面积，土方开挖、堆放、回填及弃土等数据；采取插钎法定位观测计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量，调查量测多次降雨后侵蚀沟的长、宽、深计算得出细沟侵蚀量；根据施工图设计资料、施工过程资料，实地调查监测水土保持工程措施和植物措施实施数量和质量。通过多种方法和手段，观测了项目区水土流失程度并取得了大量监测数据和照片等资料。

1.3.2 监测项目部设置

自黄河水土保持天水治理监督局（天水水土保持科学试验站）于2014年11月受甘肃路桥公路投资有限公司委托开展本项目水土保持监测工作，即成立了“连霍国道

主干线兰州南绕城高速公路工程水土保持监测项目组”，按照生产建设项目监测技术规程要求，积极与建设单位代表联系，在水保监理、施工单位配合下开展相关工作。本监测项目部组成人员 4 人，专业包括水利工程、水土保持、地理信息等。

1.3.3 监测点布设

根据水保方案和实际情况，本项目采用实地调查与定位监测、巡查监测相结合的方法进行，共布设各类监测点位 89 处，其中定位监测点 5 处，巡查监测点 84 处。

表 1—1 水土保持监测定位监测点信息汇总表

序号	监测点位置	坐标	监测内容	监测方式及频次	防治分区	备注
1#	1#取土场	35°58'3", 103°51'34"	护坡稳定性、坡面侵蚀	测钎法，每季度 1 次	取土(料)及弃渣场防治区	2015.8~2016.4
2#	12#弃渣场	36°0'37", 103°45'22"	护坡稳定性、坡面侵蚀	测钎法，每季度 1 次	取土(料)及弃渣场防治区	2015.8~2016.4
3#	4#弃渣场	34°47'12", 105°0'2"	护坡稳定性、坡面侵蚀	测钎法，每季度 1 次	取土(料)及弃渣场防治区	2018.3~2019.3
4#	28#弃渣场	36°10'56", 103°33'7"	护坡稳定性、坡面侵蚀	测钎法，每季度 1 次	取土(料)及弃渣场防治区	2018.3~2019.3
5#	1#渣场道路	103°59'1", 35°58'20"	路面细沟侵蚀	侵蚀沟法，每季度 1 次	施工场地及施工便道防治区	2018.7~2019.6

1.3.4 监测设施设备

根据项目实施特点和工程进度，本项目布设固定监测点 5 处测钎场地，同时采用无人机、GPS、数码相机、测钎、测绳、皮尺等工具，观测了项目区水土流失状况并取得了大量监测数据和照片等资料。

1.3.5 监测技术方法

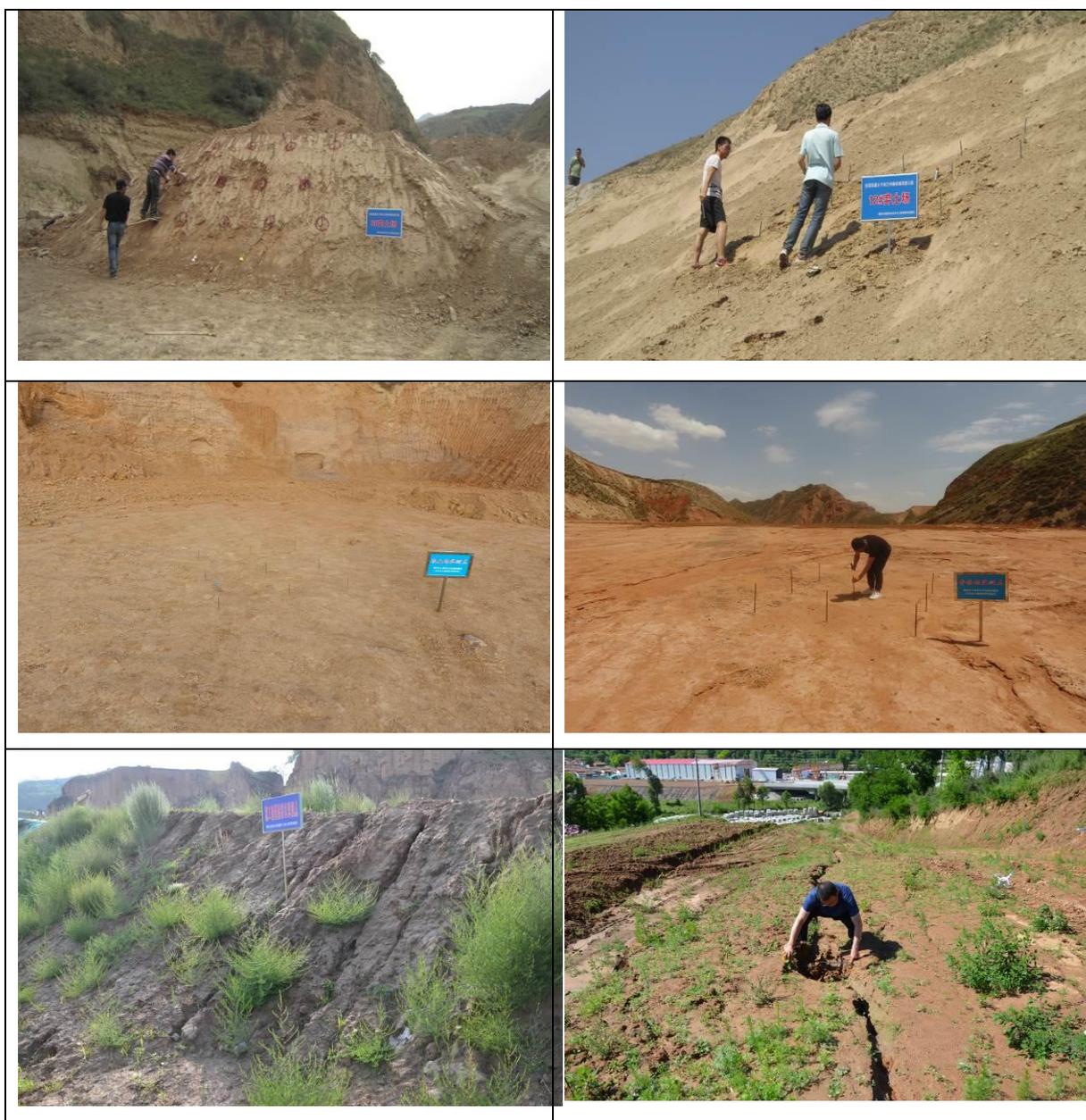
工程建设过程中，监测人员以水土保持监测实施方案为指导，对本工程施工期的水土流失情况进行了全面监测。采用了定位监测、调查监测和巡查监测等方法，借助遥感影像、无人机、手持 GPS、激光测距仪、卷尺等仪器设备，对本工程的防治责任范围、扰动土地面积、水土流失面积、扰动土地整治面积和植被恢复面积等进行现场量算；对项目建设中造成水土流失情况进行了调查和资料收集；对路基工程、取土及弃渣场防治区等重点区域水土保持工程措施和植物措施的实施情况及实施效果进行了实地调查和核算；采用测钎法、侵蚀沟法等方法对项目建设造成的水土流失量进行调查统计、量测和计算。

扰动、占地、措施面积或长度等监测：除采取传统测距仪和卷尺量测外，借助无人机航拍正射影像和遥感影像量测，更加高效、准确地利用计算机图像处理软件进行数据统计和分析。

取（弃）土方量监测：根据施工单位和监理单位相关资料，采取调查核实，根据量测的数据进行计算。

土壤侵蚀量监测：采取两种方法，一种是插钎法，每处监测点布设直径 0.6cm、长度 80cm 测钎 9 根，品字型排列，布设后定期观测测钎出露情况，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量；另一种是侵蚀沟量测法，调查坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，记录造成侵蚀沟的次降雨量，在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量。

水土保持措施质量监测：采取抽样调查法，按照单元工程划分成果，按比例抽取现场调查核实，其中植物措施成活率、保存率、生长状况及覆盖率采用样方调查法监测。





1.3.6 监测成果提交情况

天水站自接受建设单位委托开展水土保持监测工作，即按照监测技术规程开展相应工作。根据批复的水土保持方案，2015年1月编制《连霍国道主干线兰州南绕城高速公路工程监测实施方案》。按照实施方案开展水土保持监测工作，出具现场水土保持监测意见8份，报至建设单位。编报水土保持监测2014年第4季度~2020年第3季度季报24份，2015年~2019年度报告5份，报送黄河水利委员会水土保持局，抄送甘肃省水土保持局。项目主体工程建成后，进入植被恢复期，于2020年10月编制完成水土保持监测总结报告。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

根据水保方案，本项目分为路基工程、桥涵隧道工程、取土及弃渣场、沿线附属设施、施工场地及便道等 5 个防治分区。对扰动范围和面积的监测采用实地量测、遥感监测、调查监测、资料分析的方法，其中取土及弃渣场、沿线附属设施、施工场地及便道等采取全面量测。土地利用类型及变化情况采取调查监测。遥感监测施工前开展 1 次，施工期每年 1 次；实地量测、调查监测每季度 1 次。

(1) 扰动范围监测：对扰动面遥感监测方法，即图像直接比较法，对经过配准的两个时相遥感影像中像元值直接进行运算和变换处理，找出施工扰动变化、弃渣场范围等区域。根据遥感图像进行土地利用、覆盖类别划分得到多个地类，从遥感图像中提取影响土壤水土保持的特征信息，获取施工扰动面和部分水土保持措施实施面积的动态监测数据。

(2) 扰动面积监测：面积监测采用 GPS 定位仪结合实地测量进行。首先对调查区按扰动类型进行分区（如堆渣、开挖面等）、同时记录调查点的名称、工程类型、扰动类型和监测数据编号等。实地量测每个监测点的占地面积、扰动地面面积。

(3) 土地利用类型及其变化情况监测：根据主体工程征占地范围界址点、项目建设进度，明确各季度主体工程建设区域和扰动范围；获取工程施工前期建设区域内原地表自然状况、土地利用情况，结合水土保持方案报告书、初步设计确定原地貌植被；提取各防治分区建设期占地范围、植被情况，结合施工、监理相关过程资料分析，对扰动范围和水土保持措施实施情况予以核实，由此统计分析土地利用类型变化情况。

本项目扰动土地情况监测主要采用实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法。监测内容主要包括各防治分区扰动范围、面积及土地利用类型变化情况等。本项目扰动土地情况监测内容、方法及频次见表 2-1。

表 2-1 扰动土地情况监测明细表

防治分区	监测内容	监测方法	监测频次
路基工程防治区	路基及边坡占压原地貌（不含水域、旧路）的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	实地量测：每个季度一次；
桥涵隧道工程防治区	隧道进出口、桥梁占压原地貌（不含水域、旧路）的面积及其变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	遥感监测：每年一次；资料分析：每个季度一次。
取土(料)及弃渣场防治区	取土场、弃渣场扰动原地貌的面积变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	

沿线附属设施防治区	收费站、服务区、停车区、养护工区、供电等占压原地貌的面积变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析
施工场地及施工便道防治区	施工营地、拌合站、材料堆放场、便道等占压原地貌的面积变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析

2.2 取土（石、料）弃土（石、渣）

建设项目取料、弃渣动态监测主要是监测工程所涉及的取土情况、弃土弃渣堆放情况、弃土弃渣量、弃土弃渣防治措施，取土情况监测：取土场位置、面积、原地貌、表土剥离保护、取土量、余土处置、防治措施等；弃土弃渣监测：堆放情况监测包括弃土弃渣的占地面积、堆放高度、堆放坡比，弃土弃渣量监测是根据土石方开挖设计及堆放情况计算弃土弃渣量，弃土弃渣防治措施监测包括拦渣工程、防护工程、临时排水等措施的数量和质量。

取土（石、料）弃土（石、渣）情况监测采取实地量测、遥感监测、调查监测、资料分析的方法，并结合扰动土地遥感监测，核实其位置、数量及分布，每季度监测记录 1 次。

取土（石、料）场、弃土（石、渣）场面积、水土保持措施每季度监测记录 1 次；正在实施取土（石、料）场、弃土（石、渣）场方量、表土剥离情况于每月监测记录 1 次；临时堆放场监测频次每月监测记录 1 次。

表 2—2 取土（石、料）弃土（石、渣）的监测明细表

防治分区	监测内容	监测方法	监测频次
路基工程防治区	路基及边坡占压耕地、园地、林地、草地的表土剥离，路基及边坡土方开挖与填筑、土石方流向情况	现场调查、资料分析	表土剥离、土方开挖与填筑、土石方流向每个月 1 次
桥涵隧道工程防治区	隧道进出口、桥梁占压耕地、园地、林地、草地的表土剥离，隧道、桥梁土方开挖与填筑、土石方流向情况	现场调查、资料分析	表土剥离、土方开挖与填筑、土石方流向每个月 1 次
取土场、弃渣场	取土场位置、面积、取土量及去向、弃土弃渣量及来源、防治措施落实情况、对周边环境的影响及潜在危害	实地量测、遥感监测、资料分析	面积、防治措施及对周边环境的影响及潜在危害每个季度 1 次；表土剥离、取土量、弃土渣量、土石方流向每个月 1 次。
沿线附属设施防治区	收费站、服务区、停车区、养护工区、供电等占压耕地、园地、林地、草地的表土剥离，土方开挖与填筑、土石方流向情况	现场调查、资料分析	表土剥离、土方开挖与填筑、土石方流向每个月 1 次
施工场地及施工便道防治区	施工营地、拌合站、材料堆放场、便道等占压耕地、园地、林地、草地的表土剥离，土方开挖与土石方填筑、土石方流向情况	现场调查、资料分析	表土剥离、土方开挖与填筑、土石方流向每个月 1 次

2.3 水土保持措施

本项目根据采取地面定位监测、调查监测和巡查监测相结合的方法对工程措施、

植物措施、临时防护工程等水土保持措施进行监测。

水土保持工程措施、植物措施、临时防护工程等水土保持措施的监测内容包括措施实施位置、时间、类别、规格、数量及保存情况等，通过查阅水土保持方案报告书、初步设计、施工、监理相关资料建立相关名录，通过现场调查、遥感监测等手段核实相关措施保存情况、数量和质量，其中措施规格、数量的现场调查利用无人机、数码相机、皮尺、测距仪等进行核实，防护工程稳定性、完好程度、运行情况、措施的拦渣保土效果采取现场调查，林草措施成活率、生长情况及覆盖度采取多个样方调查核实，临时防护措施实施数量、质量、进度、运行和保存情况主要采取现场调查和资料分析的方法。

工程措施及防治效果每季度监测记录 1 次；植物措施生长情况每季度监测记录 1 次；临时措施每月监测记录 1 次。水土保持措施实施效果监测内容、方法及频次见表：

表 2—3 水土保持措施监测明细表

防治分区	监测内容		监测方法	监测频次
	措施类型	内容		
路基工程防治区	工程措施	表土剥离、路基边坡削坡分级、骨架护坡、截排水沟、土地整治等施工进度、数量、质量、完好程度、运行情况等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度 1 次
	植物措施	路基边坡及两侧、隔离带植树种草实施进度、数量、成活率、保存率等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度 1 次
	临时措施	临时排水、沉沙、拦挡、苫盖措施实施进度、数量、保存率等	地面观测、实地量测、资料分析	每个月 1 次
桥涵隧道工程防治区	工程措施	桥梁下方及两侧边坡防护、拦挡、排水、沟道治理，隧道进出口及边坡表土剥离、边坡防护、拦挡、排水、土地整治等施工进度、数量、质量、完好程度、运行情况等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度 1 次
	植物措施	桥梁下方及两侧、隧道进出口及边坡植树种草实施进度、数量、成活率、保存率等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度 1 次
	临时措施	临时排水、编织袋挡土墙、密目网苫盖等措施施工进度、数量、效果等	地面观测、实地量测、资料分析	每个月 1 次
取土(料)及弃渣场防治区	工程措施	表土剥离、截排水沟、沉砂池、土地整治等措施施工进度、数量、质量、稳定性、完好程度、防治效果等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度 1 次
	植物措施	绿化、复耕措施实施进度、数量、成活率、保存率等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度 1 次

	临时措施	临圳排水沟、编织袋挡土墙、密目网覆盖等措施施工进度、量、效果等	地面观测、实地量测、资料分析	每个月1次
沿线附属设施防治区	工程措施	表土剥离、截排水沟、沉砂池、土地整治等措施施工进度、数量、质量、稳定性、完好程度、防治效果等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度1次
	植物措施	绿化、复耕措施实施进度、数量、成活率、保存率等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度1次
	临时措施	临时排水、临时拦挡、苫盖等措施施工进度、数量、效果等	地面观测、实地量测、资料分析	每个月1次
施工场地及施工便道防治区	工程措施	表土剥离、排水沟、土地整治等措施施工进度、数量、质量、稳定性、完好程度、运行情况等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度1次
	植物措施	绿化、复耕措施实施进度、数量、成活率、保存率等	地面观测、实地量测、资料分析	每季度1次

2.4 水土流失情况

本项目是水土流失情况监测主要采用地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析的监测方法。水土流失面积监测采用实地量测、遥感监测相结合的方法；土壤流失量监测采用简易径流小区、侵蚀沟样方测量的方法，在不同防治分区选择典型代表区域布设径流小区，根据小区动态监测结果，通过相似区域尺度放大的方法，得出不同分区的水土流失总量。水土流失危害采用资料分析和现场量测的方法进行监测。水土流失情况监测采用地面观测、实地量测、遥感监测和资料分析的方法。

水土流失面积监测：通过查询水土保持方案报告书、初步设计、施工、监理相关资料，采用实地量测、遥感监测相结合的方法，根据扰动土地面积、水土保持措施实施情况监测，统计不同时段水土流失面积。

水土流失量监测：水土流失量监测主要是监测土壤侵蚀模数，主要通过查阅资料、实地调查等方法确定。土壤侵蚀模数主要通过水保方案、水土流失现状图、地形图、施工图等资料分析，并结合同类项目经验统计分析得出，辅以下垫面调查、侵蚀沟观测、遥感影像等复核，动态掌握水土流失强度，通过相似区域尺度放大的方法，得出不同分区的水土流失总量。

取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害等监测：根据项目实际情况，监测工程取土场、弃渣场是否对周边产生影响或危害，主要采取现场调查法。

土壤流失面积监测每季度1次；土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、渣）

潜在土壤流失量每月 1 次，遇暴雨加测；水土流失对周边的影响危害监测采取调查监测的方法进行，每季度测 1 次，遇暴雨加测。

表 2—4 水土流失情况监测

防治分区	监测内容		监测方法	监测频次
路基工程防治区	水土流失面积	路基、路堑开挖边坡、涵洞开挖边坡、临时堆土边坡	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个季度一次
	水土流失量	开挖边坡、临时堆土边坡水土流失量及不同时段变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	每个月一次
	水土流失危害	造成水土流失事件的原因、损失、补救措施等	地面观测、实地量测、遥感监测	每个月一次
桥涵隧道工程防治区	水土流失面积	桥墩基础开挖边坡、桥下裸露地表土、隧道进出口开挖断面边坡、临时堆土边坡	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个季度一次
	水土流失量	桥梁、隧道基础开挖及临时堆土边坡、桥下裸露地表水土流失数量及不同时段变化情况	实地量测、遥感监测、资料分析	每个月一次
	水土流失危害	造成水土流失事件的原因、损失、补救措施等	地面观测、实地量测、遥感监测	每个季度一次
取土(料)及弃渣场防治区	水土流失面积	取土开挖边坡、弃土弃渣场堆置边坡	地面观测、实地量测、遥感监测	每个季度一次
	水土流失量	取土开挖边坡、弃土弃渣场堆置边坡水土流失数量及不同时段变化情况	实地量测、遥感监测	每个月一次
	水土流失危害	造成水土流失事件的原因、损失、补救措施等	地面观测、实地量测、遥感监测	每个季度一次
沿线附属设施防治区	水土流失面积	施工生产生活区建筑开挖边坡、区内裸露地表、临时堆土边坡	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个季度一次
	水土流失量	建筑开挖边坡、临时堆土边坡、裸露地表水土流失数量及不同时段变化情况	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个月一次
	水土流失危害	造成水土流失事件的原因、损失、补救措施等	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个月一次
施工场地及施工便道防治区	水土流失面积	临时堆土边坡	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个季度一次
	水土流失量	临时堆土边坡水土流失数量及不同时段变化情况	地面观测、实地量测、遥感监测、资料分析	每个月一次
	水土流失危害	造成水土流失事件的原因、损失、补救措施等	地面观测、实地量测、遥感监测	每个月一次

表 2—5

连霍国道主干线兰州南绕城高速公路项目水土保持监测明细表

序号	监测点位置		防治分区	监测内容	监测情况	存在问题	监测时间	备注
	经度(E) 纬度(N)	行政区域						
1	103°55'17", 35°57'30"	榆中县	施工场地及施工便道防治区	施工便道长度、宽度、便道路面及两侧措施	该道路为和平隧道进口处进场施工便道, 长约 1200m, 宽约 4.0m, 道路路面土质、无排水		2015.04	
2	103°53'44", 35°57'36"	榆中县	施工场地及施工便道防治区	施工便道长度、宽度、便道路面及两侧措施	该道路为和平隧道出口处进场施工便道, 长约 1300m, 宽约 4.0m, 道路路面土质、无排水, 道路边坡临时苫盖(种草)		2015.04	
3	103°53'44", 35°57'36"	榆中县	隧道工程防治区	隧道出口场地	和平隧道出口场地临时措施碎石压盖, 彩钢板围挡		2015.04	

2 监测内容和方法

4	103°49'21", 35°59'48"	七里河区	隧道工程防治区	边坡防护工程	6标, 削坡分级, 临时苫盖	2015.04	
5	103°49'10", 35°59'51",	七里河区	施工场地及施工便道防治区	进场道路及排水	6标, 整修进场道路约1400m, 宽4m, 路面硬化, 靠山一侧修建浆砌石排水沟/急流槽, 砂浆抹面,	2015.04	
6	103°46'40", 35°59'47"	七里河区	隧道工程防治区	坡面防护	7标, 坡面密目网苫盖	2015.04	

2 监测内容和方法

7	103°46'50", 35°59'45"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	边坡防护	7标, 坡面密目网苫盖	2015.04	
8	103°46'48", 35°59'43"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	进场道路	7标, 土质路面压实, 无排水措施	2015.04	
9	103°34'33", 36°5'33"	西固区	隧道工程防治区	坡面防护	13标, 柳泉1#隧道, 坡面密目网苫盖	2015.04	

2 监测内容和方法

10	103°33'49", 36°5'46"	西固区	施工场地及施工便道防治区	进场道路	13标, 进场临时道路, 土质路面, 一侧修建土质临时排水沟	2015.04	
11	103°43'16", 36°1'32"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	进场道路	9标, 进场道路边坡临时苫盖	2015.08	
12	103°40'36", 36°3'8"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	材料加工场	10标, 材料加工场场地硬化措施	2015.08	

2 监测内容和方法

13	103°34'33", 36°5'34"	西固区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	13标, 柳泉1#隧道出口处, 坡面临时苫盖, 隧道出口草袋素土挡墙	2015.08	
14	103°39'52", 36°3'49"	西固区	施工场地及施工便道防治区	施工便道	11标, 广家坪隧道施工便道碎石压盖	2015.08	
15	103°53'44", 35°57'36"	榆中县	施工场地及施工便道防治区	施工便道长度、宽度等, 便道路面及两侧措施	该道路为和平隧道出口处进场施工便道, 长约1300m, 宽约4.0m, 道路路面土质、无排水, 道路边坡种草绿化	2015.08	

2 监测内容和方法

16	103°51'34", 35°58'3"	榆中县	取土 (料)及 弃渣场 防治区	护坡稳定 性、坡面侵 蚀	1#取土场坡面测钎法	2015.08	
17	103°58'38", 35°58'18"	榆中县	施工场 地及施 工便道 防治区	施工便道 路面及两 侧措施	路面碎石压盖, 边坡临时苫盖	2015.08	
18	103°45'31", 36°0'39"	七里河区	取土 (料)及 弃渣场 防治区	护坡稳定 性、坡面侵 蚀	12#弃渣场坡面测钎法	2015.08	

2 监测内容和方法

19	103°39'52", 36°3'49"	西固区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	11标, 广家坪隧道袋装素土挡墙, 道路碎石压盖	2015.08	
20	103°52'2", 35°57'56"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	施工便道路面及两侧措施	5标, 施工便道洒水降尘	2016.04	
21	103°49'25", 35°59'46"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	施工便道路面及两侧措施	6标, 施工便道洒水降尘	2016.04	

2 监测内容和方法

22	103°49'25", 35°59'46"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	施工便道路面及两侧措施	6 标, 整修道路及排水	2016.04	
23	103°45'4", 36°0'51"	七里河区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	8 标, 岗家营隧道进口坡面削坡分级, 临时苫盖	2016.04	
24	103°43'12", 36°1'36"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	挡墙、临时便道	9 标, 浆砌石挡墙, 临时便道及排水	2016.04	

2 监测内容和方法

25	103°41'49", 36°2'28"	七里河区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	9标, 贾家山隧道出口坡面削坡分级, 临时苫盖	2016.04	
26	103°40'27", 36°3'11"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	10标, 临时土质便道, 边坡苫盖	2016.04	
27	103°44'10", 36°0'44"	七里河区	取土(料)及弃渣场防治区	护坡	弃渣场坡面苫盖	2016.04	

2 监测内容和方法

28	103°39'17", 36°4'15"	西固区	路基工程防治区	路基工程扰动	11 标, 路基工程区扰动面临时苫盖	2016.04	
29	103°38'54", 36°4'19"	西固区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	11 标, 施工道路碎石覆盖, 洒水降尘	2016.04	
30	103°37'27", 36°4'24"	西固区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	12 标, 施工道路土质路面, 一侧修建排水沟	2016.04	

2 监测内容和方法

31	103°34'33", 36°5'39"	西固区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	13 标, 隧道出口坡面削坡分级, 临时苫盖	2016.04	
32	103°33'50", 36°5'49"	西固区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	13 标, 施工道路土质路面	2016.04	
33	103°33'27", 36°9'1"	西固区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	15 标, 施工道路土质路面, 临时土质排水沟	2016.04	

2 监测内容和方法

34	103°34'3", 36°11'4"	西固区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	16 标, 施工道路碎石压盖, 两侧栽植乔木	2016.04	
35	103°42'52", 36°1'59"	七里河区	施工场地及施工便道防治区	临时便道	9 标, 施工道路碎石压盖	2016.06	
36	103°33'22", 36°6'15"	七里河区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	13 标, 隧道出口坡面削坡分级, 临时苫盖	2016.06	

2 监测内容和方法

37	103°46'49", 35°59'46"	七里河区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	6标, 西果园隧道出口坡面削坡分级, 临时苫盖	2016.06	
38	103°46'58", 35°59'34"	七里河区	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场堆土、临时排水	7标, 弃渣场临时排水	2016.06	
39	103°40'25", 36°2'59"	西固区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	10标, 边坡临时苫盖	2016.06	

2 监测内容和方法

40	103°35'56", 36°5'38"	西固区	施工场地及施工便道防治区	场地、进场道路	12标预制梁场, 场地和进场道路碎石压盖	2016.06	
41	103°36'2", 36°5'37"	西固区	施工场地及施工便道防治区	场地、进场道路	12标施工便道整修, 铺设砖块硬化, 一侧修建排水沟	2016.06	
42	103°35'17", 36°5'41"	西固区	隧道工程防治区	隧道出口边坡防护	13标柳泉1#隧道, 边坡临时苫盖, 袋装素土拦挡	2016.06	

2 监测内容和方法

43	103°33'16", 36°6'36"	西固区	桥梁工程防治区	桥梁工程	14 标西固黄河大桥，栈桥施工	2016.06	
44	103°51'46", 35°57'59"	七里河区	隧道工程防治区	隧道工程出口边坡	5 标，削坡分级，边坡苫盖防护	2016.06	
45	103°58'26", 35°58'8"	榆中县	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场堆土、临时排水	2 标，弃渣场坡面临时苫盖、袋装素土拦挡	2016.06	

2 监测内容和方法

46	103°58'26", 35°58'8"	榆中县	取土 (料)及 弃渣场 防治区	弃渣场堆 土、临时排 水	2 标, 弃渣场渣面喷洒砂浆固结	2016.06	
47	103°56'26", 35°57'30"		路基工 程防治 区	路基边坡 防护	路基边坡削坡分级, 框格梁骨架护 坡	2016.09	
48	103°53'44", 35°57'26"		取土 (料)及 弃渣场 防治区	弃渣场堆 土、临时排 水	渣面临时土质排水沟	2016.09	

2 监测内容和方法

49	103°55'30", 35°57'30"		桥梁工程防治区	桥梁工程	临时沉砂池		2016.09	
50	103°53'46", 35°57'15"	七里河区	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场堆土	渣面喷洒砂浆固结		2016.09	
51	103°45'26", 36°0'34"	七里河区	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场堆土	岗家营隧道进口, 12#渣场, 分层堆放、临时苫盖		2016.09	

2 监测内容和方法

52	103°45'45", 36°0'18"	榆中县	路基工程防治区	边坡防护	路基边坡削坡分级, 框格梁骨架护坡	2017.01	
53	103°45'33", 36°0'41"	榆中县	桥涵隧洞防治区	边隧道出口坡防护	边坡削坡分级, 框格梁骨架护坡	2017.01	
54	103°41'34", 36°2'37"		施工场地及施工便道防治区	场地、进场道路	施工便道土质路面, 临时排水沟	2017.01	

2 监测内容和方法

55	103°41'34", 36°2'37"		施工场地及施工便道防治区	场地、进场道路	施工便道土质路面，临时排水沟		2017.01	
56	103°38'2", 36°4'15"		路基工程防治区	边坡防护	路基边坡削坡分级，框格梁骨架护坡、路面临时洒水		2017.01	
57	103°36'1", 36°5'22"	榆中县	桥涵隧道防治区	边隧道出口坡防护	边坡削坡分级，框格梁骨架护坡		2017.03	

2 监测内容和方法

58	103°56'1", 35°57'27"	榆中县	施工场地及施工便道防治区	场地、进场道路	3 标预制梁场		2017.03	
59	103°53'44", 35°57'36"	榆中县	桥涵隧道防治区、路基工程防治区	边隧道出口坡防护	4 标, 边坡削坡分级, 框格梁骨架护坡		2017.03	
60	103°43'20", 36°1'30"	七里河区	桥梁隧道工程防治区	桥梁工程区防护措施	9 标, 桥梁下方临时苫盖		2017.03	

2 监测内容和方法

61	103°42'49", 36°1'59"	七里河区	桥梁隧道工程防治区	隧道工程进出口防护措施	10标, 隧道进口处坡面整治、排水		2017.03	
62	103°35'14", 36°5'42"	西固区	桥梁隧道工程防治区	隧道工程进出口防护措施	13标, 隧道进口处坡面整治、浆砌石挡渣墙		2017.03	
63	103°32'59", 36°7'13"	西固区	施工便道及场地工程防治区	材料堆放场、拌合站等临时设施	15标, 预制梁场		2017.03	

2 监测内容和方法

64	103°33'23", 36°10'29"	西固区	路基工程防治区	路基工程、排水	16标, 路基边坡防护、排水沟		2017.03	
65	103°44'11", 36°0'46"	七里河区	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场堆土	弃渣场渣面整治、截排水、挡渣墙		2017.08	
66	103°59'0", 35°58'20"	榆中县	桥涵隧道工程防治区	坡面整治、排水	1标, 坡面骨架护坡, 削坡分级; 浆砌石排水沟		2017.09	

2 监测内容和方法

67	103°58'28", 35°58'10"	榆中县	施工场地及施工便道防治区	迹地恢复	2 标, 施工场地拆除, 迹地恢复		2017.09	
68	103°40'38", 36°3'17"	西固区	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场工程措施	10 标, 17#渣场, 截排水沟、排洪沟、消力池、渣面整治措施		2017.09	
69	103°33'9", 36°5'11"	西固区	取土(料)及弃渣场防治区	弃渣场工程措施	13 标, 23#渣场, 截排水沟、排洪沟、渣面整治措施		2017.09	

2 监测内容和方法

70	103°33'1", 36°6'24"	西固区	取土 (料)及 弃渣场 防治区	弃渣场工 程措施	14 标, 25#渣场, 截排水沟、渣面 整治措施		2017.09	
71- 1	103°36'56", 36°4'41"	七里河	路基工 程防治 区	路面、中央 隔离带、排 水	12 标, 路堑边坡框格梁骨架护坡, 中央隔离带栽植乔木、种草, 苫盖 保水保土		2018.05	
71- 2	103°37'46", 36°4'17"	七里河	路基工 程防治 区	路基边 坡、排水	12 标, 边坡框格梁及骨架护坡, 种 草		2018.05	

2 监测内容和方法

72	103°36'59", 36°4'37"	榆中县	路基工程防治区	工程措施、植物措施	水土保持措施效果		2018.08	
73	103°33'30", 36°11'4"	西固区	路基工程防治区	工程措施、植物措施	互通立交水土保持措施效果		2018.08	
74	103°56'10", 35°57'25"	榆中县	路基工程防治区	工程措施、植物措施	互通立交水土保持措施效果		2018.08	

2 监测内容和方法

75	103°53'49", 35°57'34"	榆中县	桥涵隧道工程防治区	工程措施、植物措施	隧道进出口水土保持措施效果		2018.08	
76	103°53'31", 35°57'37"	榆中县	桥涵隧道工程防治区	工程措施、植物措施	桥涵隧道水土保持措施效果		2018.08	
77	103°42'48", 36°1'58"	七里河区	桥涵隧道工程防治区	工程措施、植物措施	桥涵隧道水土保持措施效果		2018.08	

2 监测内容和方法

78	103°33'51", 36°5'50"	西固区	桥涵隧道工程防治区	工程措施、植物措施	桥涵隧道水土保持措施效果		2018.08	
79	103°53'35", 35°57'41"	榆中县	取土(料)及弃渣场工程防治区	工程措施、植物措施	5#弃渣场水土保持措施效果		2018.08	
80	103°51'39", 35°58'6"	七里河区	取土(料)及弃渣场工程防治区	工程措施、植物措施	1#取土场(6#弃渣场)水土保持措施效果		2018.08	

2 监测内容和方法

81-1	103°50'54", 35°58'15"	七里河区	取土 (料) 及弃渣 场工程 防治区	工程措 施、植物 措施	7#渣场水土保持措施效果		2018.08	
81-2	103°50'54", 35°58'15"	七里河区	取土 (料) 及弃渣 场工程 防治区	工程措 施、植物 措施	7#水土保持措施效果		2018.08	
82	103°58'56", 35°58'26"	榆中县	施工场 地及便 道防治 区	工程措 施、植物 措施	水土保持措施效果		2019.07	

2 监测内容和方法

83	103°50'29", 35°58'43"	七里河区	沿线附属设施防治区	工程措施、植物措施	水土保持措施效果		2019.07	
84	103°49'10", 35°59'55"	七里河区	沿线附属设施防治区	工程措施、植物措施	水土保持措施效果		2019.07	

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 水土流失防治责任范围

(1) 水土保持方案确定的防治责任范围

根据水利部《关于连霍国道主干线兰州南绕城高速公路水土保持方案报告书的批复》，本工程水土流失防治责任范围共计 431.95hm²，其中建设区 389.66hm²，直接影响区 42.29hm²，详见表 3—1。

表 3—1 水土保持方案水土流失防治责任范围表 单位：hm²

防治分区		项目建设区	直接影响区	防治责任范围
路基工程防治区	包括路堤路堑边坡、路面、排水防护、互通立交、临时堆土场	277.65	14.39	292.04
桥涵隧道工程防治区	包括桥梁、涵洞、隧道	25.20	13.30	38.50
取土(料)及弃渣场防治区	包括取土(料)场、弃渣场	55.60	5.50	61.1
沿线附属设施防治区	包括隧道管理站、收费站、养护工区	10.47	0.54	11.01
施工场地及施工便道防治区	包括施工便道、施工场地、施工营地、临时堆料场	20.74	8.56	29.3
合计		389.66	42.29	431.95

(2) 水土流失防治责任范围监测结果

项目建设区分为永久征地和临时占地。永久征地面积在项目前期征地中已经确定，施工阶段及项目运行阶段永久占地基本保持不变；临时占地面积则随着工程施工进度发生变化。

监测方法主要采用遥感影像解译、红外测距仪、皮尺、手持 GPS 等仪器设备，对项目防治责任范围进行全面调查和实地量测。经实地监测统计：本项目实际发生水土流失防治责任范围总面积为 493.72hm²，其中永久占地 363.27hm²，临时占地 130.45hm²，详见表 3—2、表 3—3。

表 3—2 水土保持监测水土流失防治责任范围表 单位：hm²

防治分区		项目建设区	备注
路基工程防治区	包括路堤路堑边坡、路面、排水防护、互通立交	288.01	永久占地
桥涵隧道工程防治区	包括桥梁、涵洞、隧道	51.02	永久占地
取土(料)及弃渣场防治区	包括取土(料)场、弃渣场、临时转运场	91.01	临时占地
沿线附属设施防治区	包括隧道管理站、收费站、养护工区	24.24	永久占地

施工场地及施工便道防治区	包括施工便道、施工场地、施工营地、临时堆料场	39.44	临时占地
合计		493.72	

表 3—3 防治责任范围内各地类面积监测统计表 单位: hm²

防治分区	占地类型						小计
	耕地	园地	林地	草地	建设用地	其他	
路基工程防治区	107.30	46.97	19.93	75.44	44.06	10.46	288.01
桥涵隧道工程防治区	0	8.32	3.53	13.36	7.8	1.86	51.02
取土(料)及弃渣场防治区*	2.17	0	0	88.84	0	0	91.01
沿线附属设施防治区	7.67	3.95	1.68	6.35	3.71	0.88	24.24
施工场地及施工便道防治区	0	5.84	0	21.53	0	12.07	39.44
小计	117.14	65.08	25.14	205.52	55.57	25.27	493.72

*说明: 取土(料)及弃渣场防治区: 包含 1 处取土场、25 处弃渣场、2 处临时转运场

(3) 水土保持方案防治责任范围与监测结果对比

1) 防治责任范围变化对比

同批复的水土保持方案的水土流失防治责任范围面积相比, 监测实际发生水土流失防治责任范围面积增加了 104.06hm², 增加约 26.71%, 详见表 3—4 项目水土流失防治责任范围变化统计表。

表 3—4 项目水土流失防治责任范围变化统计表 单位: hm²

防治分区		水土保持方案	水土保持监测结果	范围变化情况	
				变化量 (hm ²)	变化率 (%)
路基工程防治区	包括路堤路堑边坡、路面、排水防护、互通立交、临时堆土场	277.65	288.01	+10.36	+3.73
桥涵隧道工程防治区	包括桥梁、涵洞、隧道	25.20	51.02	+25.82	+102.46
取土(料)及弃渣场防治区	包括取土(料)场、弃渣场、临时转运场	55.60	91.01	+35.41	+63.69
沿线附属设施防治区	包括隧道管理站、收费站、养护工区	10.47	24.24	+13.77	+131.52
施工场地及施工便道防治区	包括施工便道、施工场地、施工营地、临时堆料场	20.74	39.44	+18.70	+90.16
合计		389.66	493.72	+104.06	+26.71

表 3—5

项目建设占地情况统计表

单位: hm^2

防治分区	水土保持方案			实际扰动			增减情况		
	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计	永久占地	临时占地	小计
路基工程防治区	277.65	0	277.65	288.01	0	288.01	10.36	0	10.36
桥涵隧道工程防治区	25.20	0	25.20	51.02	0	51.02	25.82	0	25.82
取土(料)及弃渣场防治区	0	55.60	55.60	0	91.01	91.01	0	35.41	35.41
沿线附属设施防治区	10.47	0	10.47	24.24	0	24.24	13.77	0	13.77
施工场地及施工便道防治区	0	20.74	20.74	0	39.44	39.44	0	18.7	18.7
合计	313.32	76.34	389.66	363.27	130.45	493.72	49.95	54.11	104.06

2) 防治责任范围变化原因分析

防治责任范围比水土保持方案值增加 104.06hm^2 ，主要有下列方面原因：

①路基工程防治区增加 10.36hm^2 ，主要是路基工程长度增加；

②桥涵隧道工程防治区增加 12.52hm^2 ，主要是隧道和桥涵工程统计时，将隧道进出口、桥梁投影区上下游外延，范围扩大；

③取土(料)及弃渣场防治区主要是发生变更，取土场增加 3.39hm^2 ，弃渣场增加 26.52hm^2 ，增加临时转运场 3.60hm^2 ，该部分已做补充设计；

④沿线附属设施防治区占地增加 13.23hm^2 ，主要是兰州南服务区、柴家台停车区因建设内容扩大导致实际占地增加；

⑤施工场地及施工便道防治区增加 18.70hm^2 ，主要内容施工便道占地 8.26hm^2 ，长度 16.11km ，面积比方案增加 1.92hm^2 ，长度比方案增加 2.01km ，约 14.26% ；施工场地（包括桥隧施工场地、拌合站、制梁场、施工营地及相关设施）占地 31.18hm^2 ，比方案增加 16.78hm^2 。

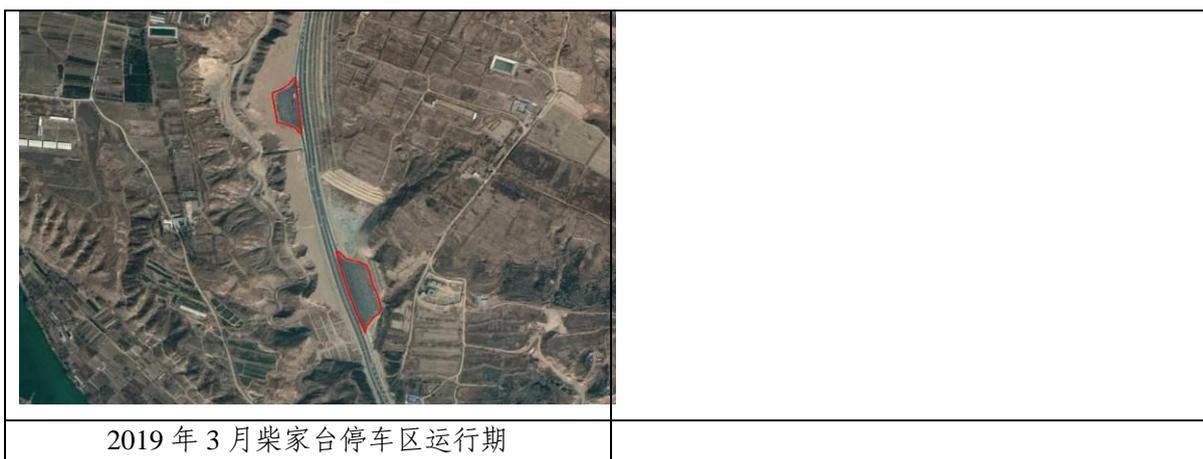
项目各防治分区占地变化较大的主要原因是水保方案编制为可研阶段，工程设计深度不够，初步设计和水保专章设计阶段对项目各分区建设内容进行了细化，实际施工阶段调整也比较多，导致实际征占地与水土保持方案相比发生较大变化。

3.1.2 背景值监测

本项目分为线型工程和点型工程结合，启用取土场 1 处、弃土（渣）场共计 25 处，另外兰州南（雷坛河）服务区、柴家台停车区开挖填筑面积较大。本项目水土保持监测对各取土弃渣场、兰州南服务区施工期、运营期采取了遥感影像和无人机航拍

影像解译，详见附件。

	
2016年4月兰州南服务区原地貌	2017年3月兰州南服务区场平
	
2018年3月兰州南服务区土建施工	2019年3月兰州南服务区运行期
	
2015年7月柴家台停车区原地貌	2016年4月柴家台停车区土建施工
	
2017年3月柴家台停车区土建施工	2018年3月柴家台停车区土建施工



3.1.3 建设期扰动土地面积

对2014年9月至2020年10月项目区扰动地表面积情况监测，通过采用遥感影像、无人机、测距仪、皮尺和GPS等设备仪器，对本项目扰动土地面积进行全面调查和实地量测，各防治分区扰动地表面积分年度统计情况详见表。

表3—6 各防治分区扰动地表面积统计情况表 单位: hm²

防治分区	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
路基工程防治区	0	61.60	267.79	267.79	267.79	267.79	267.79
桥涵隧道工程防治区	5.03	6.59	49.44	49.44	49.44	49.44	49.44
取土(料)及弃渣场防治区	9.18	61.56	91.01	91.01	91.01	91.01	91.01
沿线附属设施防治区	0	2.30	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
施工场地及施工便道防治区	7.61	39.44	39.44	39.44	39.44	39.44	39.44
小计	21.82	171.49	471.92	471.92	471.92	471.92	471.92

3.2 取土(石、料)监测结果

3.2.1 设计取土(石、料)情况

根据水利部批复的水保方案，本项目全线共设取土场1处。

表3—7 水土保持方案取土场一览表

序号	用土路段起讫桩号	桩号	行政区	计划取土量 (万 m ³)	占地面积 (hm ²)
A1	AK34+900 ~ AK37+270	AK37+350	西固区	4.94	0.40

3.2.2 取土(石、料)场位置、占地面积及取土(石、料)量监测结果

经对施工现场监测，本项目启用取土场1处，占地类型为荒草地，沿山坡取土。

表 3—8 水土保持监测取土场一览表

序号	坐标	桩号	行政区	实际取土量 (万 m ³)	占地面积 (hm ²)
1#	纬度 35°58'28" 经度 103°50'48"	YK13+900	七里河区	17.20	3.79

3.2.3 取土(石、料)动态监测结果

经对比分析,实际设置的取土(石、料)场与水土保持方案发生较大变化,主要原因是水保方案编制于可研阶段,与初步设计和实际施工有较大区别,主体工程现场施工根据地形和填方需求,对山坡地进行削坡分级,因此面积增加 3.39hm²,取土量增加 12.34 万 m³。

3.3 弃土(石、渣)监测结果

3.3.1 设计弃土(石、渣)情况

根据水利部批复的水保方案,本项目共设弃土(渣)场 29 处。

表 3—9 水土保持方案弃土(渣)场一览表

序号	用土路段起讫桩号	桩号	行政区	计划弃渣量 (万 m ³)	可容量 (万 m ³)	占地面积 (hm ²)
B1	AK0+000 ~ AK0+600	AK0+000	榆中县	13.85	20.4	1.1
B2	AK2+040 ~ AK2+130	AK3+500	榆中县	25.22	39.4	1.8
B3	AK2+700 ~ AK2+820	AK5+900	榆中县	32.71	35	1.8
B4—1	AK4+700 ~ AK7+640	AK6+200	榆中县	50	52	2.4
B4—2	AK4+700 ~ AK7+640	AK8+000	榆中县	28.47	36	1.6
B5	AK9+880 ~ AK10+230	AK10+100	榆中县	60.97	61.55	3.2
B6—1	AK11+940 ~ AK18+260	AK15+200	七里河	50	55.4	2.4
B6—2	AK11+940 ~ AK18+260	AK15+200	七里河	20	24.3	1.3
B6—3	AK11+940 ~ AK18+260	AK17+000	七里河	52.55	57.6	2.5
B7—1	AK22+580 ~ AK25+330	AK24+200	七里河	70	75.1	3.5
B7—2	AK22+580 ~ AK25+330	AK20+900	七里河	21.66	24	1.5
B8	AK27+240 ~ AK27+470	AK26+000	七里河	28.5	30	1.8
B9	AK27+830 ~ AK29+160	AK27+200	七里河	13.89	14	1.2
B10	AK29+940 ~ AK30+100	AK30+000	七里河	27.02	27.54	1.6
B11	AK31+470 ~ AK31+550	AK32+900	七里河	25.61	26.4	1.5
B12	AK32+200 ~ AK32+420	AK35+100	西固区	27.72	30	1.8
B13	AK33+960 ~ AK34+240	AK34+100	西固区	28.78	29.8	2.1
B14	AK34+900 ~ AK37+270	AK35+500	西固区	13.38	18.1	1.3
B15	AK37+730 ~ AK39+260	AK37+500	西固区	40.04	42	2.3
B16	AK39+500 ~ AK40+830	AK40+500	西固区	26.29	30	1.9
B17	AK41+650 ~ AK41+900	AK42+900	西固区	20.84	22.4	1.6
B18	AK42+450 ~ AK44+150	AK43+000	西固区	37.69	40.2	2.2
B19	AK44+760 ~ AK45+210	AK46+500	西固区	25.44	27	2.1
B20	AK45+930 ~ AK47+600	AK46+950	西固区	36.23	37	2.4
B21—1	AK49+210 ~ AK49+290	AK48+000	西固区	22.34	24	1.6

B21—2	AK49+210 ~ AK49+290	AK50+500	西固区	16.75	18	1.2
B22	AK49+530 ~ AK50+450	AK50+500	西固区	18.36	22	1.7
B23	AK51+590 ~ AK56+220	AK55+600	西固区	42.99	45	2.5
B24	AK56+660 ~ AK58+255	AK56+200	西固区	16.58	20	1.3
合计				893.88	984.19	55.2

3.3.2 弃土（石、渣）场位置、占地面积及弃土（石、渣）量监测结果

经对施工现场监测，本项目实际启用弃土（渣）场 25 处，另外原编号 8#、10# 弃渣场作土方转运之用，将土方转运至 7#弃渣场（该转运场占地仍计算在取土弃渣场防治分区），转运后实施了土地整治、拦挡及种草等措施。

表 3—10 水土保持监测弃（土）渣场统计表

序号	坐标	桩号	占地类型	占地面积 (hm ²)	弃渣量 (万 m ³)	备注
1#	35°58'18", 103°58'45"	ZK2+600 左侧 300m	荒地	2.82	50.60	
2#	35°58'16", 103°58'33"	ZK3+000 左侧 100m	荒地	5.67	77.09	
3#	35°57'31", 103°55'51"	和平立交填平区	荒地	5.02	81.48	
4#	35°57'21", 103°53'36"	ZK10+600 左侧 170m	荒地	6.47	27.09	
5#	35°57'38", 103°53'23"	YK10+970 左、右两侧 20m	荒地	1.87	52.90	
7#	35°58'22", 103°50'49"	YK15+117 左、右两侧 20m	荒地	5.42	112.66	
9#	36°0'3", 103°49'6"	YK19+400 右侧 400m	旱地	1.33	7.00	
11#	35°59'41", 103°46'43"	ZK22+959 左侧 50m	荒地	2.53	72.75	
12#	36°0'34", 103°45'20"	ZK25+600 左侧 220m、右侧 200m	荒地	4.13	48.30	
13#	36°0'45", 103°43'53"	ZK27+700 左侧 800m	荒地	7.17	110.62	
14#	36°1'55", 103°42'37"	YK30+805 左、右两侧 20m	荒地	2.80	39.13	
16#	36°2'32", 103°41'25"	ZK32+850 左侧 160m	荒地	1.61	24.56	
17#	36°3'16", 103°40'32"	K34+520 右侧 520m	荒地	1.97	37.30	
18#	36°3'53", 103°39'48"	YK36+400 右侧 100m	荒地	1.49	10.74	
19#	36°4'17", 103°38'54"	ZK38+450 左侧 450m	荒地	0.98	9.71	
20#	36°4'25", 103°38'9"	YK39+220 右侧 50m	荒地	7.73	20.53	
21#	36°4'13", 103°37'39"	ZK39+850 左侧 25m	荒地	3.31	50.43	
22#	36°5'42", 103°34'26"	YK45+650 右侧 50m	荒地	2.12	36.51	
23#	36°4'56", 103°33'3"	ZK46+820 左侧 2000m	荒地	2.80	39.06	
24#	36° 6'19", 103°33'20"	YK48+000 右侧 160m	荒地	2.00	13.32	
25#	36°6'22", 103°32'52"	ZK48+020 左侧 450m	荒地	1.84	24.84	
26#	36°9'50", 103°33'25"	ZK54+750 左侧 125m、右侧 8m	荒地	5.64	108.67	
27#	36°10'36", 103°33'11"	K56+400 左侧 230m	荒地	0.67	12.62	
28#	36°10'56", 103°33'9"	ZDK0+000 左侧 200m	荒地	2.67	67.62	
29#	36°11'16", 103°33'13"	ZAK1+100 右侧 160m	荒地	3.56	62.72	
小计				83.62	1198.22	

表 3—11 水土保持监测临时转运场统计表

序号	坐标	桩号	占地类型	占地面积 (hm ²)	弃渣量 (万 m ³)	备注
8#	35°59'58", 103°49'12"	YK19+200 右侧 160m	荒地	2.76		
10#	35°59'47", 103°49'27"	YK18+800 右侧 150m	旱地	0.84		
小计				3.60		

	
<p>8#转运场土方倒运装车照片</p>	<p>8#转运场土地整治照片</p>
	
<p>8#转运场现状恢复情况</p>	<p>10#转运场土方倒运装车照片</p>
	
<p>10#转运场土地整治照片</p>	<p>10#转运场现状恢复情况</p>

3.3.3 弃土（石、渣）对比分析

原水土保持方案报告书中设弃土场 29 处，占地 55.20hm²，弃渣量 893.88 万 m³，施工阶段设弃土场 25 处，占地 83.62hm²，监测弃土量 1198.22 万 m³，有效拦渣量 1126.72 万 m³。原水保方案设取土场 1 处，占地 0.40hm²，取土量 4.94 万 m³，施工阶段设取土场 1 处，占地 3.79hm²，取土量 17.20 万 m³，另外施工阶段还涉及两处临时转运场，占地 3.60hm²。

经监测，实际设置的弃土（石、渣）场情况与水土保持方案发生较大变化，弃土

(石、渣)场占地面积与水保方案相比增加 26.52hm²。

主要原因: 水保方案编制为可研阶段, 设置取土场 1 处, 弃土场 29 处, 在进行初步设计和水保专章设计时变化较大, 另外实际施工过程中, 由于分标段建设, 各标段间的土石方调运难度大, 地形条件特别, 征地难度大等因素, 根据自身工程特点和情况调整了部分取(弃)土场和弃土(渣)场位置和方量, 导致施工阶段的取土场和弃土(渣)场跟原水保方案不一致。在工程施工过程中布设取土场 1 处, 弃土(渣)场 25 处, 两处弃土场作临时转运场之用。针对此项变化, 建设单位委托定西兴德生态工程规划设计院进行水土保持方案取、弃土(渣)场补充设计。

3.4 土石方流向情况监测结果

经监测, 项目建设过程中实际开挖土方 2577.71 万 m³, 总填方量 1170.37 万 m³, 调入方 153.23 万 m³, 调出方 379.63 万 m³, 弃方 1198.22 万 m³, 其中调出方 226.40 万 m³综合利用, 见表 3—13。

表 3—12

项目土石方监测表

单位: 万 m³

防治分区	挖方	填方	调入		调出		借方	废弃
			方量	来源	方量	去向		
路基工程防治区	1748.6	1106.86	151.48	桥涵隧道工程防治区	199.91	综合利用	17.20*	608.76
					1.75	桥涵隧道工程防治区		
桥涵隧道工程防治区	744.88	37.9	1.75	路基工程防治区	26.49	综合利用		530.76
					151.48	路基工程防治区		
沿线附属设施防治区	84.23	25.53						58.70
施工场地及施工便道防治区								
小计	2577.71	1170.29	153.23		379.63		0	1198.22

*借方指从 1#取土场取土方量

表 3—13

项目表土保护情况监测表

单位: 万 m³

防治分区	剥离	覆土回填	调入		调出	
			调入量	来源	调出量	去向
路基工程防治区	23.13	15.18			7.95	取土(料)及弃渣场防治区
桥涵隧道工程防治区	1.20	0.59			0.61	取土(料)及弃渣场防治区
取土(料)及弃渣场防治区		8.56	8.56	路基工程防治区、		

				桥涵隧道工程防治区		
沿线附属设施防治区						
施工场地及施工便道防治区						
小计	24.33	24.33	8.56		8.56	

监测结果与水土保持方案比较，见表 3—14：

表 3—14 项目土石方情况监测汇总表 单位：万 m³

防治分区	水保方案设计			监测结果			增减情况		
	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方
路基工程防治区	339.46	131.46	231.00	1748.61	1106.94	608.76	1409.15	975.48	377.76
桥涵隧道工程防治区	697.43	1.81	677.56	744.87	37.90	530.76	47.44	36.09	-146.8
沿线附属设施防治区				84.23	25.53	58.70	84.23	25.53	58.7
施工场地及施工便道防治区									
小计	1036.89	133.27	908.56	2577.71	1170.29	1198.22	1540.82	1037.1	289.66

水土保持方案（2010 年）为可行性研究阶段，深度不够，实际施工按照两阶段施工图设计（2017 年），挖填方变化较大。主要内容①路基工程调整，挖填方增加，②沿线附属设施防治区建设内容增加，其中兰州南服务区和柴家台停车区挖填方增加。

3.5 其他重点部位监测结果

本项目沿线附属设施兰州南服务区，经监测统计，占地 21.32hm²，开挖 84.23 万 m³，填方 25.53 万 m³。

另外水保方案设置临时堆土场 26 处，占地 6.12hm²，用于临时堆放路基工程剥离的 14.67 万 m³ 表土，经调查和监测统计，由于项目施工过程中对土方的转运速度很快，实际施工过程中在工程管理范围内设置表土临时堆放场地，未新增占地。

	
<p>1#取土场</p>	<p>1#取土场</p>
	
<p>1#取土场</p>	<p>1#取土场</p>
	
<p>1#取土场</p>	<p>1#渣场</p>
	
<p>1#渣场</p>	<p>1#渣场</p>

	
2#渣场	2#渣场
	
2#渣场	3#渣场
	
3#渣场	4#渣场
	
4#渣场	4#渣场



5#渣场



5#渣场



5#渣场



5#渣场



7#渣场



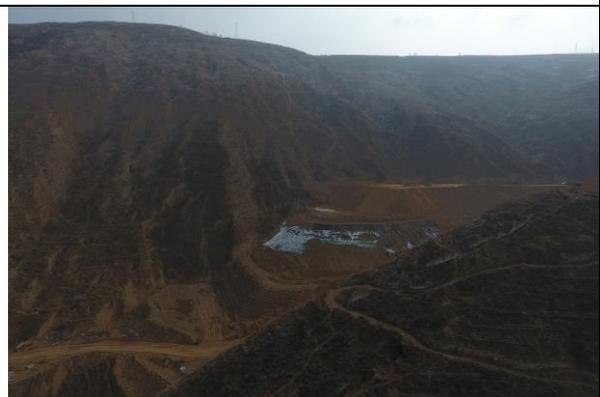
7#渣场

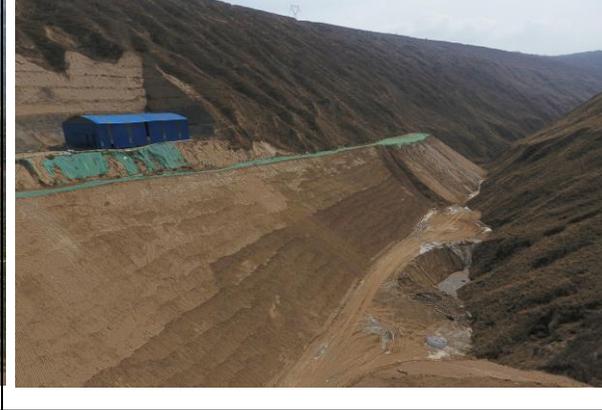


7#渣场



8#转运场

	
8#转运场	9#渣场
	
9#渣场	10#转运场
	
10#转运场	10#转运场
	
11#渣场	11#渣场

	
<p>11#渣场</p>	<p>12#渣场</p>
	
<p>12#渣场</p>	<p>12#渣场</p>
	
<p>13#渣场</p>	<p>13#渣场</p>
	
<p>13#渣场</p>	<p>14#渣场</p>



14#渣场



14#渣场



16#渣场



16#渣场



16#渣场



17#渣场



17#渣场



17#渣场



18#渣场



18#渣场



18#渣场



19#渣场



19#渣场



19#渣场



20#渣场



20#渣场

	
<p>20#渣场</p>	<p>21#渣场</p>
	
<p>21#渣场</p>	<p>21#渣场</p>
	
<p>22#渣场</p>	<p>22#渣场</p>
	
<p>22#渣场</p>	<p>23#渣场</p>

	
23#渣场	23#渣场
	
24#渣场	24#渣场
	
24#渣场	25#渣场
	
25#渣场	25#渣场

	
<p>26#渣场</p>	<p>26#渣场</p>
	
<p>26#渣场</p>	<p>27#渣场</p>
	
<p>27#渣场</p>	<p>27#渣场</p>
	
<p>28#渣场</p>	<p>28#渣场</p>

	
28#渣场	29#渣场
	
29#渣场	29#渣场

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

(1) 工程措施的设计情况

依据批复的水保方案，本项目工程措施统计如下：

表 4—1 方案设计的水土保持工程措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
路基工程防治区	土地整治	hm ²	135.01	
	截、排水沟	m	51061	
	挡土墙、挡渣墙、挡渣坝	m	19390	
		m ³	55260	砌石圪工
	菱形护坡	m ²	28336	
m ³		9196	砌石、砼圪工	
桥涵隧道工程防治区	土地整治	hm ²	7.56	
	截、排水沟	m	360	
取土(料)及弃渣场防治区	土地整治	hm ²	55.6	
	截、排水沟	m	25890	
	消力池	座	60	
	挡水埂	m	16566	
	挡土墙、挡渣墙、挡渣坝	m	2046	
m ³		7434	砼、浆砌石	
沿线附属设施防治区	土地整治	hm ²	2.12	
	截、排水沟	m	950	
	挡土墙、挡渣墙	m	400	
m ³		1140	砌石圪工	
施工场地及施工便道防治区	土地整治	hm ²	20.74	

(2) 工程措施实施情况

根据主体监理、水土保持监理及施工单位资料，经现场调查核实，本项目水土保持工程措施实施情况见表 4—2：

表 4—2 水土保持工程措施实施情况

防治分区	防治措施	单位	措施量	备注
路基工程防治区	土地整治	hm ²	166.50	
	边沟	m	21386	
	截水沟	m	20699	
	排水沟	m	67657	
	急流槽	m	26837	
	排水渠	m	3409	
	吊沟	m	4768	
	渗沟	m	526	
	挡土墙	m ³	65526	
	框格梁及骨架护坡	m ³	40328	
	表土剥离	m ³	231300	

4 水土流失防治措施监测结果

桥涵隧道工程防治区	土地整治	hm ²	17.85	
	截水沟	m	9412	
	排水沟	m	23739	
	急流槽	m	5404	
	吊沟	m	129	
	框格梁及骨架护坡	m ³	959	
	表土剥离	m ³	12000	
取土(料)及弃渣场工程防治区	土地整治	hm ²	87.22	
	护坡	m	57	
	排水沟	m	15514	
	排洪沟	m	5805	
	急流槽	m	7982	
	平台排水沟	m	6137	
	导流槽	m	180	
	渗沟	m	1150	
	截水沟	m	83	
	消力池	座	13	
	蒸发池	座	2	
	挡水埂	m	65818	
	挡渣墙	m ³	1372	
	覆土	m ³	250824	
沿线附属设施防治区	土地整治	hm ²	1.35	
	排水沟	m	3614	
施工场地及便道防治区	土地整治	hm ²	37.82	

根据监理资料及施工记录, 监测统计各防治分区各项措施分年度实施情况如下:

表 4—3 水土保持工程措施分年度实施情况表

防治分区	防治措施	单位	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	小计
路基工程防治区	土地整治	hm ²	3.57	58.85	104.08	0	166.50
	边沟	m	1746	17413	2227	0	21386
	截水沟	m	1597	18260	842	0	20699
	排水沟	m	5487	56726	5443	0	67657
	急流槽	m	1984	19209	5643	0	26837
	排水渠	m	310	2919	179	0	3409
	吊沟	m	278	4129	360	0	4768
	渗沟	m	33	466	27	0	526
	挡土墙	m ³	3295	54067	8163	0	65526
	框格梁及骨架护坡	m ³	2315	35173	2838	0	40328
	表土剥离	m ³	113244	118056	0	0	231300
桥涵隧道工程防治区	土地整治	hm ²	0	7.19	10.66	0	17.85
	截水沟	m	277	3512	5621	0	9412
	排水沟	m	590	9347	13801	0	23739
	急流槽	m	140	1929	3334	0	5404
	吊沟	m	71	57	0	0	129
	框格梁及骨架护坡	m ³	0	485	473	0	959
	表土剥离	m ³	6246	5754	0	0	12000

取土(料)及弃渣场工程防治区	土地整治	hm ²	0	34.23	37.47	15.52	87.22
	护坡	m					57
	排水沟	m	0	2841	12673	0	15514
	排洪沟	m	0	730	5075	0	5805
	急流槽	m	0	1481	6501	0	7982
	平台排水沟	m	0	1127	5788	0	6137
	导流槽	m		100	80		180
	渗沟	m		750	400		1150
	截水沟	m	0	16	66	0	83
	消力池	座	0	5	8	0	13
	蒸发池	座	0	0	2	0	2
	挡水埂	m	0	11015	54803	0	65818
	挡渣墙	m ³	0	329	1061	0	1390
覆土	m ³		82770	168054		250824	
沿线附属设施防治区	土地整治	hm ²	0	0.49	0.86	0	1.35
	排水沟	m	0	876	1703	1035	3614
施工场地及便道防治区	土地整治	hm ²	0	12.39	16.10	9.33	37.82

(3) 监测结果

工程于2014年9月开工,2018年12月主体工程建成,期间实施了表土剥离工程、拦渣工程、斜坡防护工程、土地整治工程、防洪排导工程等工程措施,实际完成措施量与水保方案比较如下:

表4-4 水土保持监测工程措施量与水保方案比较分析表

防治分区	措施类型	单位	工程量		
			水保方案	实际实施	增减情况
路基工程防治区	土地整治	hm ²	135.01	166.50	31.49
	截、排水沟	m	51061	145282	94221
	挡土墙、挡渣墙、挡渣坝	m ³	55260	65526	10266
	菱形护坡、骨架护坡	m ³	9196	40328	31132
	表土剥离	m ³	146749	231300	84551
桥涵隧道工程防治区	土地整治	hm ²	7.56	17.85	10.29
	截、排水沟	m	360	38684	38324
	菱形护坡、骨架护坡	m ³	0	959	959
	表土剥离	m ³		12000	12000
取土(料)及弃渣场防治区	土地整治	hm ²	55.60	87.22	31.62
	截、排水沟	m	25890	36851	8374
	消力池	座	60	13	-47
	挡水埂	m	16566	65818	49252
	挡土墙、挡渣墙、挡渣坝	m ³	7434	1390	-6044
沿线附属设施防治区	土地整治	hm ²	2.12	1.35	-0.77
	截、排水沟	m	950	3614	2664
	挡土墙、挡渣墙	m ³	1140		-1140
施工场地及施工便道防治区	土地整治	hm ²	20.74	37.82	17.08

水土保持工程措施未完成情况说明:

- 1) 水保方案编制为可研阶段, 在进行初步设计和水保专章设计时变化较大;
- 2) 实际施工阶段, 路基、桥梁、取土弃渣场扰动范围变化, 路基工程区根据后续设计增加了截排水、拦挡、护坡工程。

4.2 植物措施监测结果

(1) 植物措施的设计情况

依据批复的水保方案, 本项目植物措施统计如下:

表 4—5 方案设计的水土保持植物措施工程量汇总表

防治分区	措施类别		单位	数量
路基工程防治区	造林	面积	hm ²	21.52
		乔木量	株	66040
		灌木量	株	71020
	种草	面积	hm ²	101.436
		种子量	kg	10371.3
取土(料)及弃渣场防治区	造林	面积	hm ²	40.663
		乔木量	株	0
		灌木量	株	105499
	种草	面积	hm ²	13.95
		种子量	kg	558
沿线附属设施防治区	造林	面积	hm ²	2.12
		乔木量	株	1758
		灌木量	株	1766
施工场地及施工便道防治区	种草	面积	hm ²	20.74
		种子量	kg	829.6

(2) 植物措施实施情况

根据主体监理、水土保持监理及施工单位资料, 经现场调查核实, 本项目水土保持植物措施实施情况见表 4—6:

表 4—6 实际完成水土保持植物措施统计表

防治分区	措施类别	单位	措施量	备注
路基工程防治区	撒播草种	hm ²	95.69	
	框格梁码砌植生袋	hm ²	11.63	
	液压喷播植草	hm ²	11.52	
	厚层基材喷播植草	hm ²	5.45	
	人工种植乔、灌木	hm ²	12.22	
	乔木	株	26635	
	灌木	株	292232	
桥涵隧道工程防治区	撒播草种	hm ²	5.93	
	框格梁码砌植生袋	hm ²	2.25	
	厚层基材喷播植草	hm ²	1.53	
	人工种植乔、灌木	hm ²	7.92	
	乔木	株	14381	

4 水土流失防治措施监测结果

	灌木	株	177687	
取土(料)及弃渣场工程防治区	撒播草种	hm ²	83.14	
	人工种植乔、灌木	hm ²	2.84	
	乔木	株	42380	
	灌木	株	7683	
沿线附属设施防治区	撒播草种	hm ²	1.17	
	人工种植乔、灌木	hm ²	0.18	
	乔木	株	838	
	灌木	株	42857	
施工场地及施工便道防治区	撒播草种	hm ²	21.53	
	人工种植乔、灌木	hm ²	0.58	
	乔木	株	3240	
	灌木	株	0	
合计	种草	hm ²	239.84	
	人工种植乔、灌木	hm ²	23.74	
	乔木	株	87474	
	灌木	株	520459	

说明：路基工程防治区、桥涵隧道工程防治区、取土(料)及弃渣场工程防治区等边坡植草绿化按投影面积算。

根据监理资料及施工记录，监测统计各防治分区各项措施分年度实施情况如下：

表 4—7 水土保持植物措施分年度实施情况表

防治分区	措施类别	单位	2015年	2016年	2017年	2018年	小计
路基工程防治区	撒播草种	hm ²	0	29.35	45.88	20.46	95.69
	框格梁码砌植生袋	hm ²	0	3.63	6.08	1.92	11.63
	液压喷播植草	hm ²	0	4.25	6.31	0.96	11.52
	厚层基材喷播植草	hm ²	0	2.05	3.26	0.13	5.45
	人工种植乔、灌木	hm ²	0	4.10	6.70	1.42	12.22
	乔木	株	0	8199	14173	4262	26635
	灌木	株	0	110842	147621	33769	292232
桥涵隧道工程防治区	撒播草种	hm ²	0	1.83	3.26	0.84	5.93
	框格梁码砌植生袋	hm ²	0	0.88	1.35	0.03	2.25
	厚层基材喷播植草	hm ²	0	0.50	0.86	0.18	1.53
	人工种植乔、灌木	hm ²	0.43	2.97	4.49	0.03	7.92
	乔木	株	825	5522	7241	793	14381
	灌木	株	14089	55071	101634	6892	177687
取土(料)及弃渣场工程防治区	撒播草种	hm ²	0	28.33	47.24	7.56	83.14
	人工种植乔、灌木	hm ²	0.11	0.91	1.44	0.38	2.84
	乔木	株	1800	11200	25874	3506	42380
	灌木	株	0	0	7683	0	7683
沿线附属设	撒播草种	hm ²	0	0.43	0.67	0.07	1.17

施工防治区	人工种植乔、灌木	hm ²	0	0.06	0.09	0	0.18
	乔木	株	0	285	553	0	838
	灌木	株	0	17086	25771	0	42857
施工场地及施工便道防治区	撒播草种	hm ²	0.60	8.21	11.79	0.93	21.53
	人工种植乔、灌木	hm ²	0	0.18	0.40	0	0.58
	乔木	株	0	1191	2049	0	3240
	灌木	株	0	0	0	0	0
合计	种草	hm ²	0.60	79.46	126.69	33.08	239.84
	人工种植乔、灌木	hm ²	0.54	8.21	13.12	1.86	23.74
	乔木	株	2625	26397	49890	8561	87474
	灌木	株	14089	182999	282709	40661	520459

(3) 监测结果

工程于2014年9月开工,2018年12月主体工程建成,期间实施了植被建设措施,实际完成措施量与水保方案比较如下:

表4-8 水土保持监测植物措施量与水保方案比较分析表

防治分区	措施类别		单位	工程量		
				水保方案	实际实施	增减情况
路基工程防治区	造林		hm ²	21.52	12.22	-9.30
		乔木	株	66040	26635	-39405
		灌木	株	71020	292232	221212
	种草		hm ²	101.44	124.29	22.85
桥涵隧道工程防治区	造林		hm ²	0	7.92	7.92
		乔木	株	0	14381	14381
		灌木	株	0	177687	177687
	种草		hm ²	0	9.71	9.71
取土(料)及弃渣场防治区	造林		hm ²	40.663	2.84	-37.82
		乔木	株	0	42380	42380
		灌木	株	105499	7683	-97816
	种草		hm ²	13.95	83.14	69.19
沿线附属设施防治区	造林		hm ²	2.12	0.18	-1.94
		乔木	株	1758	838	-920
		灌木	株	1766	42857	41091
	种草		hm ²	0	1.17	1.17
施工场地及施工便道防治区	造林		hm ²	0	0.58	0.58
		乔木	株	0	3240	3240
		灌木	株	0	0	0
	种草		hm ²	20.74	21.53	0.79
合计	造林		hm ²	64.30	23.74	-40.56
		乔木	株	67798	87474	19676
		灌木	株	178285	520459	342174
	种草		hm ²	136.13	239.84	103.71

水土保持植被措施未完成情况说明:

- 1) 水保方案编制为可研阶段，在进行初步设计和水保专章设计时变化较大；
- 2) 实际施工时与设计仍有较大变化，与水保方案相比，实际状况是林、草措施交叉，林间种草比较普遍，因此统计单纯林地面积没有那么大；
- 3) 项目区生态环境比较脆弱，降水较少、蒸发量大，经过大范围、大面积、大强度的工程扰动破坏后恢复治理需要很长的时间，尤其是植被恢复。
- 4) 沿线附属设施防治区中部分植物措施不计入水土保持措施面积，譬如兰州南服务区内花坛内种植的灌木。

4.3 临时防护措施监测结果

(1) 临时措施的设计情况

表 4—9 方案设计的水土保持临时措施工程量汇总表

防治分区	措施类型		单位	数量
路基工程防治区	临时挡墙	长度	m	5512
		草袋拦挡填筑/拆除	m ³	832
		草袋	个	27560
	密目网苫盖	m ²	78000	
桥涵隧道工程防治区	土石围堰	长度	m	6103
		拆除围堰	m ³	61027
	临时挡墙	长度	m	1560
		草袋拦挡填筑/拆除	m ³	473
		草袋	个	15600
沿线附属设施防治区	临时排水沟	m	4851	
	临时沉砂池	座	69	
施工场地及施工便道防治区	临时排水沟	m	6000	

(2) 临时措施实施情况

经监测统计，本项目建设过程中，共实施如下临时措施：临时挡墙 3734m，密目网苫盖 260496m²，临时排水沟 8040m、土石围堰 6103m、临时沉砂池 73 个。

表 4—10 实际完成水土保持临时措施统计表

防治分区	防治措施	单位	措施量	备注
路基工程防治区	临时苫盖	m ²	52300	
桥涵隧道工程防治区	临时挡土墙	m	3506	
	临时苫盖	m ²	72112	
沿线附属设施防治区	临时苫盖	m ²	56784	
	临时挡土墙	m	228	
	沉砂池	个	73	
施工场地及便道防治区	临时苫盖	m ²	79300	
	临时排水沟	m	8040	

根据监理资料及施工记录，监测统计各防治分区各项措施分年度实施情况如下：

表 4—11 水土保持临时措施分年度实施情况表

防治区	防治措施	单位	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	小计
路基工程防治区	临时苫盖	m ²	16213	26898	9189	0	52300
桥涵隧道工程防治区	临时挡土墙	m	1291	2215	0	0	3506
	临时苫盖	m ²	19470	52642	0	0	72112
沿线附属设施防治区	临时苫盖	m ²	8459	30689	17636	0	56784
	临时挡土墙	m	77	151	0	0	228
	沉砂池	个	22	51	0	0	73
施工场地及便道防治区	临时苫盖	m ²	26511	41582	11206	0	79300
	临时排水沟	m	2842	4708	489	0	8040

(3) 监测结果

工程于 2014 年 9 月开工, 2018 年 12 月主体建设完成, 期间实际完成的临时措施量与水保方案比较如下:

表 4—12 水土保持监测临时措施量与水保方案比较分析表

防治分区	措施类型	单位	工程量		
			水保方案	实际实施	增减情况
路基工程防治区	临时挡墙	m	5512		-5512
	临时苫盖	m ²	78000	52300	-25700
桥涵隧道工程防治区	土石围堰	m	6103		-6103
	临时挡墙	m	1560	3506	1946
	临时苫盖	m ²		72112	72112
沿线附属设施防治区	临时排水沟	m	4851		-4851
	临时沉沙池	座	69	73	4
	临时挡土墙	m		228	228
	临时苫盖	m ²		56784	56784
施工场地及施工便道防治区	临时排水沟	m	6000	8040	2040
	临时苫盖	m ²		79300	79300

水土保持临时措施未完成情况说明:

- 1) 水保方案编制为可研阶段, 在进行初步设计和水保专章设计时变化较大;
- 2) 实际施工时与设计仍有较大变化, 主要是路基工程工程措施实施进度较快, 施工过程中减少了临时挡墙和苫盖措施。

4 水土流失防治措施监测结果





4.4 水土保持措施防治效果

通过对项目建设区不定期的实地巡查和定期定位观测，各防治区在采取水土保持措施后，水土流失防治效果均比较明显，且水土流失面积、土壤侵蚀强度及水土流失量均随着工程措施的完善和植物措施逐渐发挥防治水土流失功能而逐渐下降。监测结果表明：

工程措施：土地整治 310.74hm²、表土剥离 24.33 万 m³，边沟/排水沟/截水沟/急流槽 221844m、消力池 13 座、蒸发池 2 座，挡渣墙 1372m³、挡水埂 65818m、框格梁及骨架护坡 41287m³，完成的工程措施质量较好，后期需加强运管维护。

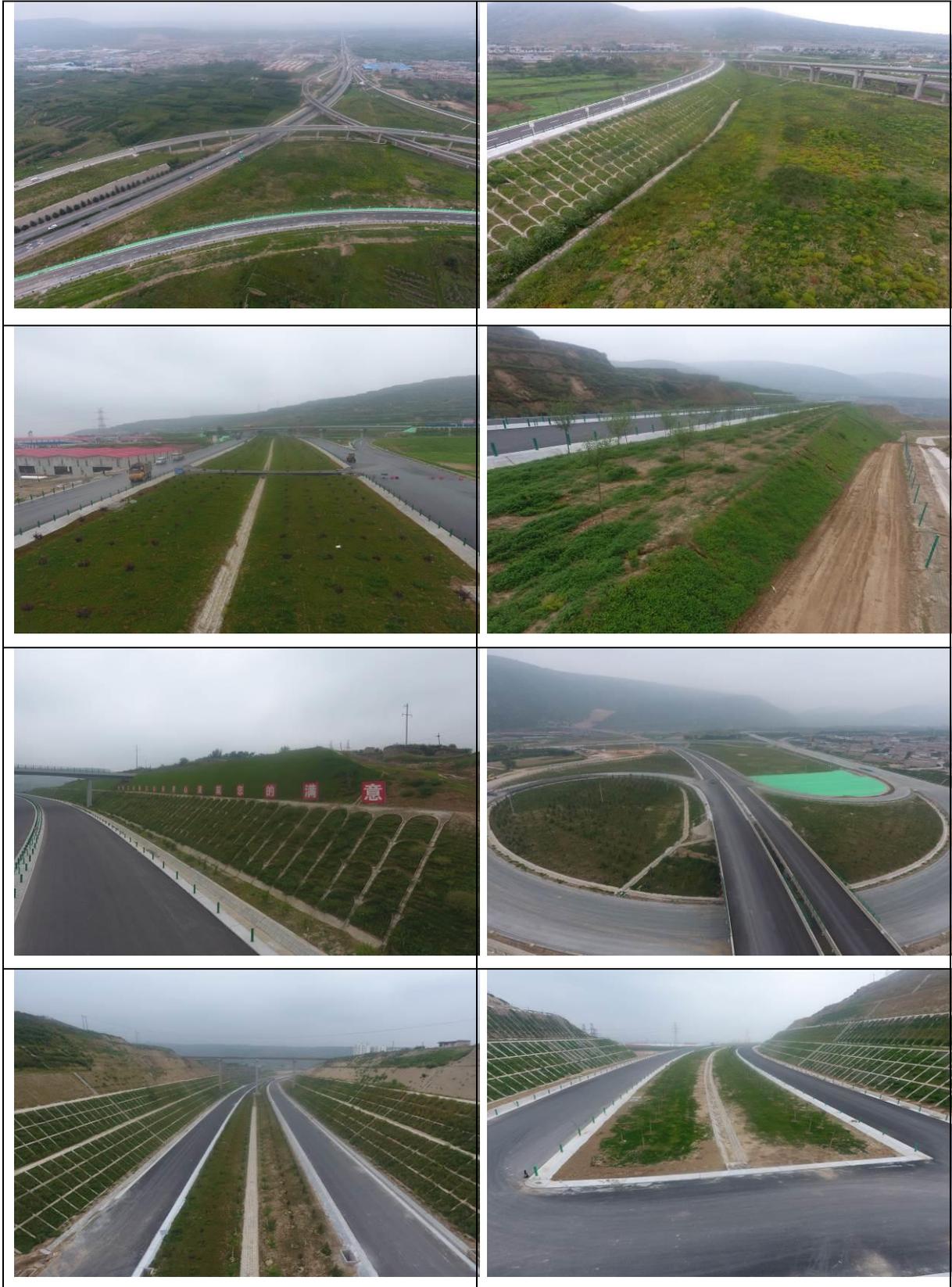
植物措施：撒播草籽 207.46hm²，框格梁码砌植生袋/液压喷播植草/厚层基材喷播植草 32.38hm²，栽植乔灌木 607933 株，受项目区气候因素制约，植物措施林草长势一般，乔灌木成活率较低约 40%~60%，建议补充完善相应措施，并注意选择属地适宜的植物措施。

临时措施：临时挡墙 3734m，密目网苫盖 260496m²，临时排水沟 8040m、临时沉砂池 73 个，施工过程中采取的临时措施符合基本设计要求，施工期未发生严重水土流失危害，建议施工单位注意措施体系配置，留存临时措施影像资料。

路基工程防治区



4 水土流失防治措施监测结果

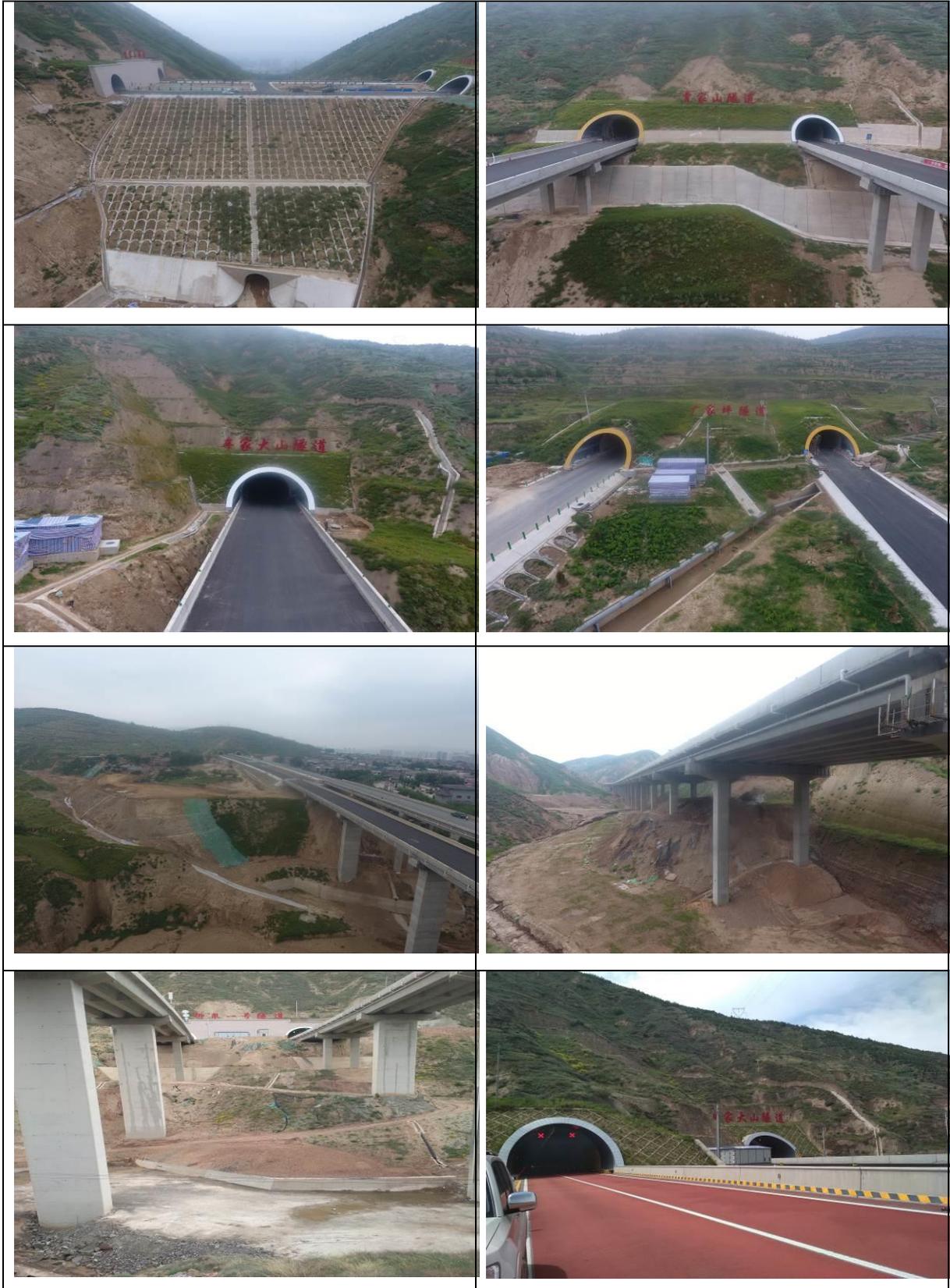




桥涵隧道工程防治区



4 水土流失防治措施监测结果



4 水土流失防治措施监测结果



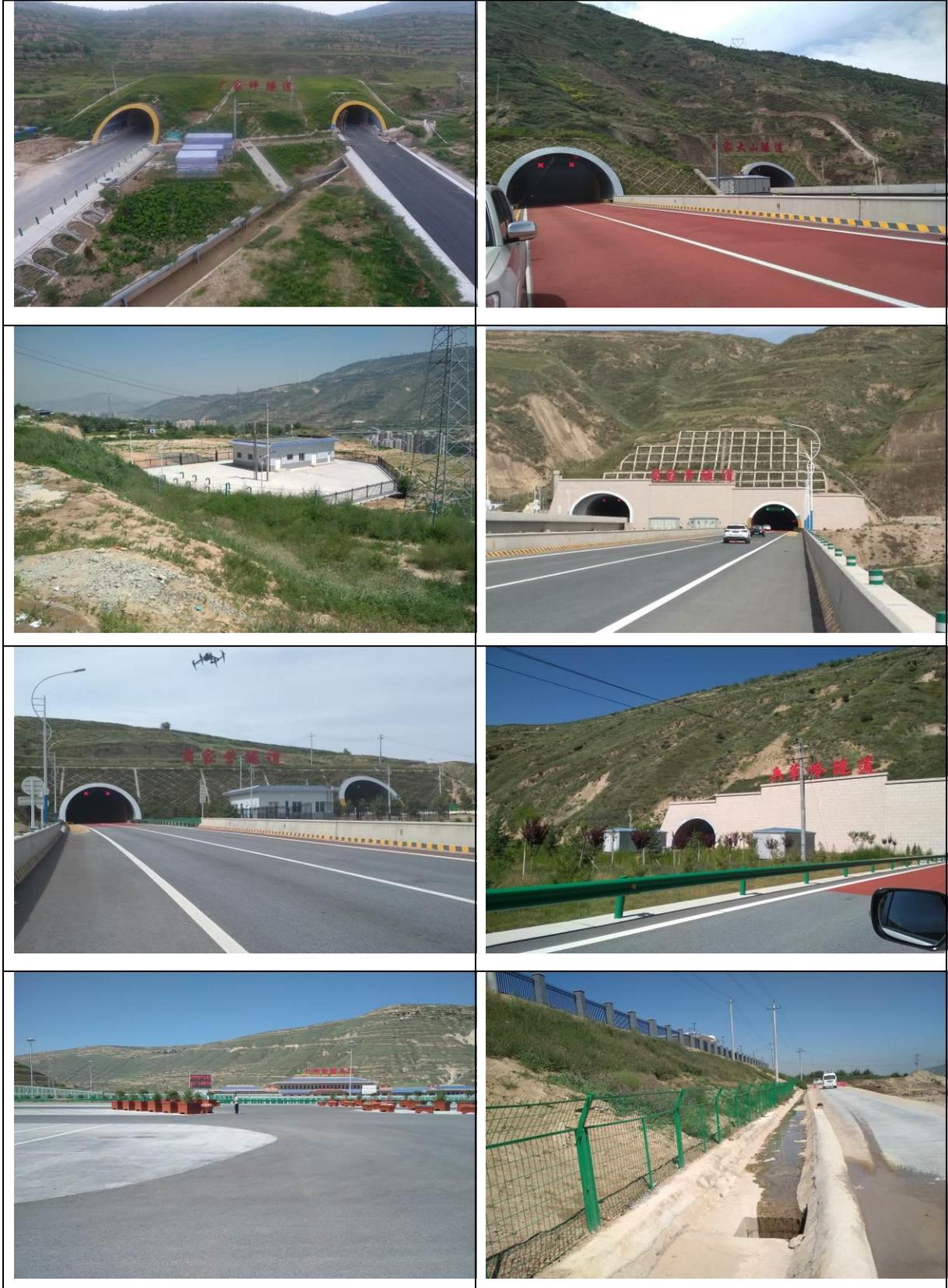
取土（料）及弃渣场工程防治区



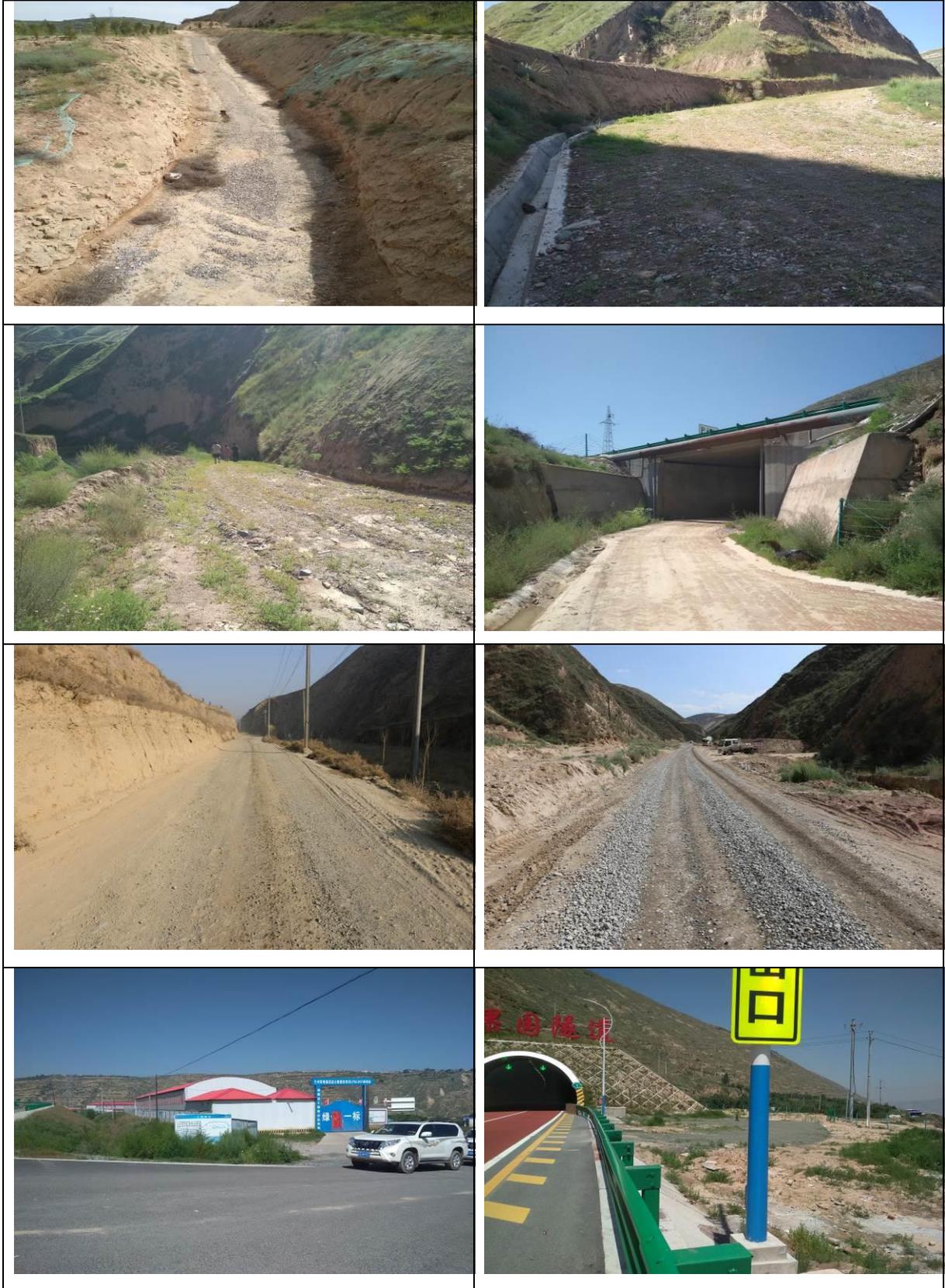
4 水土流失防治措施监测结果



沿线附属设施防治区



施工场地及便道防治区



5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

按照《生产建设项目水土流失防治标准》（GBT 50434—2018）的有关规定，本项目为建设类项目，划分为施工期准备期、施工期和试运行期。根据本项目水保方案，由于施工准备期为三个月，时间较短，因而将施工准备期合并至施工期内，所以本项目水土流失监测时段分为施工期（含施工准备期）和试运行期两个阶段。

由于本监测单位 2014 年 11 月接受委托承担项目水土保持监测工作，滞后工程开工 2 个月，因此针对前期背景值进行了调查监测，其后工程建设期及试运行期进行了全面监测。按照水土流失规律，本工程在施工期、试运行期各时期水土流失面积统计分别见表。

表 5—1 各防治分区累计扰动范围情况表 单位 hm^2

防治分区	2014 年 9 月~12 月	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年 1 月~10 月
路基工程防治区	0	61.6	267.79	267.79	267.79	267.79	267.79
桥涵隧道工程防治区	5.03	6.59	49.44	49.44	49.44	49.44	49.44
取土(料)及弃渣场防治区	9.18	61.56	91.01	91.01	91.01	91.01	91.01
沿线附属设施防治区	0	2.3	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
施工场地及施工便道防治区	7.61	39.44	39.44	39.44	39.44	39.44	39.44

表 5—2 各防治分区累计水土流失面积表 单位 hm^2

防治分区	2014 年 9 月~12 月	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年 1 月~10 月
路基工程防治区	0	46.94	212.28	168.52	168.52	168.52	168.52
桥涵隧道工程防治区	5.03	5.68	27.93	20.55	20.55	20.55	20.55
取土(料)及弃渣场防治区	9.18	61.56	89.26	86.06	86.06	86.06	86.06
沿线附属设施防治区	0	2.3	13.92	1.59	1.49	1.49	1.49
施工场地及施工便道防治区	7.61	39.44	39.44	39.44	39.44	39.44	39.44

5.2 土壤流失量

该公路工程是线型工程，项目区以水力侵蚀为主，发生水土流失的主要部位是路基、路堑开挖边坡、桥梁基础开挖面、隧洞开挖边坡、临时堆土边坡、取土、弃渣边坡等，主要发生时段为每年5月~9月，集中了年降雨的80%。

5.2.1 各阶段侵蚀模数的监测分析

(1) 原地貌侵蚀模数监测分析

项目区水土流失以水力侵蚀为主，兼有滑坡、崩塌、泥石流等重力侵蚀。根据甘肃省水土保持监测相关资料，兰州市以水力侵蚀为主，侵蚀强度轻度（1000~2500）、中度（2500~5000）、强烈（5000~8000）分别约48.90%、42.22%、8.88%，根据工程沿线地表植被和覆盖情况及近几年水土流失资料，以及甘肃省悬移质泥沙多年平均年侵蚀模数图中相关土壤侵蚀模数取值依据，项目区各地类侵蚀模数取值为，梯田 800 t/km²·a、宅基地 400 t/km²·a、果园 700 t/km²·a、人工林 900 t/km²·a、苗圃 700 t/km²·a、荒地 6500 t/km²·a、坟地 5000 t/km²·a、河滩地 12000 t/km²·a、旧路 1500 t/km²·a。经遥感影像、固定点监测及现场调查监测，根据防治责任范围内各地类面积监测统计情况，本项目区原生地貌土壤侵蚀模数监测数值见表5—3。

表5—3 项目区原生地貌土壤侵蚀模数

地类	耕地	园地	林地	荒草地	建设用地
侵蚀模数	800	700	900	6500	1500

说明：在占地类型中，其他用地包括交通、水利设施等。

(2) 施工期各防治分区侵蚀模数监测分析

根据测钎法测算的土壤侵蚀量，结合《黄河水土保持生态工程兰州市西果园区水土保持监测报告》（甘肃省水土保持监测总站 2006.12），分析确定扰动后土壤侵蚀模数为6000~9500t/km²·a，实施临时拦挡、苫盖等措施可有效降低土壤流失量，经遥感影像、固定点监测及现场调查监测，结合本项目施工建设过程实际情况，本项目施工期各防治分区的土壤侵蚀模数监测结果详见表5—4。

表5—4 施工期测钎法观测土壤侵蚀量

内容	监测点 1#		监测点 2#		监测点 3#		监测点 4#	
位置	1#取土场		12#弃渣场		4#弃渣场		28#弃渣场	
坐标	35°58'3"，103°51'34"		36°0'37"，103°45'22"		34°47'12"，105°0'2"		36°10'56"，103°33'7"	
时间段	2015.8~2016.4		2015.8~2016.4		2018.3~2019.3		2018.3~2019.3	
序号	第一组	第二组	第一组	第二组	第一组	第二组	第一组	第二组
1#	3	2.5	3.5	4	3	3	4	3.5
2#	3	3	3	3.5	3.5	3	2.5	3

3#	2.5	2.5	3	3	4	2.5	3	3
4#	3	3	3.5	3.5	2.5	3.5	3.5	2.5
5#	3.5	3.5	3	3	3	3	3	2.5
6#	2.5	2.5	3.5	3	3.5	3	3.5	3
7#	3	3	3.5	4	3.5	2.5	2.5	4
8#	2.5	2.5	3	3	3	3.5	3	4
9#	3.5	3	4	3	3	3	4	3
坡度	35°	35°	30°	30°	5°	5°	8°	8°
平均侵蚀厚度	2.94	2.83	3.33	3.33	3.22	3.00	3.22	3.17
土壤容重	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
侵蚀量	0.0174	0.0168	0.0197	0.0197	0.0191	0.0178	0.0191	0.0188
年侵蚀量	0.0232	0.0223	0.0263	0.0263	0.0254	0.0237	0.0254	0.0250
侵蚀模数	7082	6817	7588	7588	4782	4457	4812	4738
平均侵蚀模数	6950		7588		4620		4775	

表 5—5 施工期土壤侵蚀模数

地类	路基工程防治区	桥涵隧道工程防治区	取土(料)及弃渣场防治区	沿线附属设施防治区	施工场地及施工便道防治区
侵蚀模数 (t/km ² ·a)	3000~5000	3000~5000	4500~8000	3000~5000	3000~5000

(3) 试运行期各防治分区侵蚀模数监测分析

试运行期土壤侵蚀量是采用侵蚀沟观测法,选取稳定边坡,量测坡面侵蚀沟发育情况。同时结合《黄河水土保持生态工程兰州市西果园区水土保持监测报告》(甘肃省水土保持监测总站 2006.12),类比法分析确定自然恢复期土壤侵蚀模数 500~5000t/km²·a,随着植物措施的逐渐恢复并发挥固土保水功能,土壤流失量逐渐减少,现场监测情况见表 5—6,渣场边坡侵蚀模数约为 4225 t/km²·a。

表 5—6 试运行期侵蚀沟量测法

位置	1#渣场道路				经纬度					坡面	5m*12m	坡度	8°	时间段	2018.7—2019.6
土壤容重	1.48				侵蚀量	0.3293				年侵蚀量	0.2823	侵蚀模数		4751	
1#沟					2#沟					3#沟					
沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	
1	0.07	0.14	0.03	0.002	1	0.04	0.11	0.03	0.00093	1	0.04	0.11	0.03	0.00093	
2	0.09	0.18	0.06	0.0084	2	0.06	0.11	0.03	0.00350	2	0.06	0.11	0.03	0.00350	
3	0.09	0.19	0.07	0.0113	3	0.06	0.12	0.04	0.00450	3	0.06	0.12	0.04	0.00450	
4	0.09	0.18	0.08	0.0117	4	0.05	0.12	0.03	0.00428	4	0.04	0.11	0.03	0.00380	
5	0.11	0.49	0.33	0.0284	5	0.06	0.12	0.04	0.00428	4.7	0.03	0.09	0.02	0.00156	
6	0.09	0.21	0.1	0.0295	6	0.06	0.14	0.04	0.00510						
7	0.09	0.19	0.09	0.0133	7	0.07	0.13	0.03	0.00550						
8	0.09	0.2	0.09	0.0128	8	0.06	0.12	0.03	0.00505						
9	0.10	0.18	0.08	0.013	9	0.06	0.11	0.03	0.00435						
10	0.09	0.18	0.07	0.0121	10	0.05	0.1	0.03	0.00373						

11	0.10	0.18	0.06	0.0116	10.8	0.03	0.09	0.02	0.00196				
11.4	0.09	0.18	0.04	0.011									
小计				0.1651					0.04317				0.01429

表 5—6 试运行期侵蚀沟量测法 续

位置	4#渣场边坡				经纬度	坡面	5m*6m	坡度	30°	时间段	2018.1~2019.6			
土壤容重	1.48				侵蚀量	0.1441	年侵蚀量	0.0961	侵蚀模数	3698				
1#沟					2#沟					3#沟				
沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	沟长	深	上口宽	底宽	分段体积
1	0.06	0.1	0.03	0.001300	1	0.04	0.11	0.03	0.00093	1	0.04	0.11	0.03	0.00093
2	0.07	0.11	0.04	0.004575	2	0.06	0.11	0.03	0.00350	2	0.06	0.11	0.03	0.00350
3	0.08	0.12	0.05	0.006025	3	0.06	0.12	0.04	0.00450	3	0.06	0.12	0.04	0.00450
4	0.08	0.12	0.04	0.006600	4	0.05	0.12	0.03	0.00428	4	0.04	0.11	0.03	0.00380
5	0.06	0.1	0.04	0.005300	5	0.06	0.1	0.04	0.00398	4.8	0.03	0.09	0.02	0.00178
5.5	0.04	0.09	0.03	0.000990	5.4	0.06	0.08	0.04	0.00156					
小计				0.024790					0.01874					0.01451
4#沟					5#沟					6#沟				
沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	沟长	深	上口宽	底宽	分段体积	沟长	深	上口宽	底宽	分段体积
1	0.06	0.1	0.03	0.00130	1	0.04	0.11	0.03	0.00093	1	0.04	0.11	0.03	0.00093
2	0.08	0.11	0.05	0.00515	2	0.06	0.11	0.03	0.00350	2	0.06	0.11	0.03	0.00350
3	0.09	0.11	0.06	0.00703	3	0.06	0.12	0.04	0.00450	2.6	0.03	0.08	0.04	0.00180
4	0.09	0.09	0.05	0.00698	3.8	0.04	0.09	0.03	0.00288					
4.2	0.04	0.07	0.03	0.00083										
小计				0.02128					0.01181					0.00623

经遥感影像、现场调查监测，结合本项目施工建设过程实际情况，确定本项目试运行期各防治分区的土壤侵蚀模数监测结果详见表 5—7。

表 5—7 试运行期土壤侵蚀模数

地类	路基工程防治区	桥涵隧道工程防治区	取土(料)及弃渣场防治区	沿线附属设施防治区	施工场地及施工便道防治区
侵蚀模数(t/km ² ·a)	500~1500	500~1500	1000~3000	500~700	500~2000

5.2.2 实际发生水土流失量监测计算

(1) 各防治分区发生水土流失时间监测

根据监理、施工单位资料，项目水土保持措施施工进度如下见表 5—8。

表 5—8 工程施工进度统计表

防治分区	措施类型	单位工程	分部工程	工程建设期	
				开工	完工
路基工程区	工程措施	土地整治工程	覆土整治	2017.5	2018.4

		防洪排导工程	截排水沟	2014.12	2017.10
		边坡防护工程	护坡	2014.12	2017.10
	植物措施	植被建设工程	线网状植被	2017.5	2018.7
	临时措施	临时防护工程	苫盖	2014.12	2017.10
桥涵隧道工程防治区	工程措施	土地整治工程	场地平整	2014.12	2017.6
		防洪排导工程	截排水沟	2014.12	2017.10
		边坡防护工程	护坡	2014.12	2017.10
	植物措施	植被建设工程	线网状植被	2017.4	2018.6
	临时措施	临时防护工程	苫盖	2014.12	2017.10
取土(料)及弃渣场工程防治区	工程措施	土地整治工程	覆土整治	2017.8	2018.9
		边坡防护工程	护坡	2014.12	2017.10
		防洪排导工程	截排水沟	2014.12	2017.10
		拦渣工程	挡墙	2014.12	2017.10
	植物措施	植被建设工程	线网状植被	2018.4	2019.5
沿线附属设施防治区	工程措施	土地整治工程	覆土整治	2017.6	2018.9
		防洪排导工程	截排水沟	2015.5	2017.10
		边坡防护工程	护坡	2015.5	2017.10
	植物措施	植被建设工程	线网状植被	2017.4	2018.6
	临时措施	临时防护工程	苫盖、排水	2014.12	2017.10
施工场地及便道防治区	工程措施	土地整治工程	场地平整	2017.6	2018.9
	植物措施	植被建设工程	线网状植被	2017.4	2018.6
	临时措施	临时防护工程	苫盖、排水	2014.12	2017.10

(2) 实际发生水土流失量监测计算

本工程产生水土流失主要是路基工程防治区和取土弃渣场防治区,本项目的监测过程分为以下两个阶段:施工期和试运行期。

①施工期(包括施工准备期)

该工程土建施工时段,土建施工是造成水土流失的主要因素,扰动土地面积、扰动程度随着施工的进展逐渐增加,项目施工建设必然破坏原有地形地貌和植被,不仅形成裸露地面,而且会改变原地形,增加地表的起伏程度,局部区域形成微地貌,土壤侵蚀增大。因此,水土流失量在此阶段达到最大。

根据 5.2.1 本项目施工期各防治分区的土壤侵蚀模数除取土弃渣场防治分区取 $8000 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$,其余防治分区取值 $5000 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ 。

本工程施工期共造成水土流失量为 68688 t ,其中原地貌水土流失量 43280 t ,新增水土流失量 25407 t 。

表 5—9

项目施工期水土流失量监测统计

防治分区	原地貌侵蚀模数 t/km ² ·a	施工期侵蚀模数 t/km ² ·a	2014年9月~12月				2015年				2016年			
			水土流失面积	原地貌水土流失量	水土流失量	新增水土流失量	水土流失面积	原地貌水土流失量	水土流失量	新增水土流失量	水土流失面积	原地貌水土流失量	水土流失量	新增水土流失量
路基工程防治区	2406	5000	0	0	0	0	46.94	1129	2347	1218	212.28	5107	10614	5507
桥涵隧道工程防治区	2108	5000	5.03	35	83	48	5.68	120	284	164	27.93	589	1397	808
取土(料)及弃渣场防治区	6364	8000	9.18	193	242	50	61.56	3918	4925	1007	89.26	5681	7141	1460
沿线附属设施防治区	2362	5000	0	0	0	0	2.3	54	115	61	13.92	329	696	367
施工场地及施工便道防治区	3821	5000	7.61	96	126	30	39.44	1507	1972	465	39.44	1507	1972	465
小计			21.82	324	451	127	155.92	6728	9643	2915	382.83	13213	21819	8607

表 5—9

项目施工期水土流失量监测统计

续

防治分区	原地貌侵蚀模数 t/km ² ·a	施工期侵蚀模数 t/km ² ·a	2017年				2018年				合计		
			水土流失面积	原地貌水土流失量	水土流失量	新增水土流失量	水土流失面积	原地貌水土流失量	水土流失量	新增水土流失量	原地貌水土流失量	水土流失量	新增水土流失量
路基工程防治区	2406	5000	168.52	4055	8426	4371	168.52	4055	8426	4371	14346	29813	15467
桥涵隧道工程防治区	2108	5000	20.55	433	1028	594	20.55	433	1028	594	1610	3818	2209
取土(料)及弃渣场防治区	6364	8000	86.06	5477	6885	1408	86.06	5477	6885	1408	20745	26078	5333
沿线附属设施防治区	2362	5000	1.59	38	80	42	1.49	35	75	39	456	965	509
施工场地及施工便道防治区	3821	5000	39.44	1507	1972	465	39.44	1507	1972	465	6124	8014	1890
小计			316.16	11509	18390	6881	316.06	11507	18385	6878	43280	68688	25407

②试运行期

路基工程、桥涵隧洞工程及收费站、服务停车区等沿线附属设施先后建成，并进入试运行期，植被措施逐步实施，水土保持工程措施和植物措施效果和功能逐渐显现，项目区内水土流失强度逐渐减少。该工程植被试运行期（截止 2020 年 10 月）水土流失总量为 15881t，其中原地貌水土流失量为 21058t，新增水土流失量为-5176t。经分析，路基工程防治区、取土(料)及弃渣场防治区、施工场地及施工便道防治区水土流失防治效果比较明显，而桥涵隧道工程防治区而水土流失防治效果则需进一步加强，这主要是由于桥梁投影下方工程措施、植物措施实施后，由于光照原因，植物措施效果有限，限制了水土保持设施防治效果。

本工程土壤侵蚀监测数据及监测结果见表 5—10、5—11。

表 5—10 项目试运行期水土流失量监测统计

防治分区	水土流失面积	时长(y)	原地貌		试运行期		新增土壤侵蚀量(t)
			侵蚀模数 t/km ² ·a	侵蚀总量	侵蚀模数* t/km ² ·a	侵蚀总量	
路基工程防治区	168.52	1.83	2406	7420	2000	6168	-1252
桥涵隧道工程防治区	20.55	1.83	2108	793	3000	1128	335
取土(料)及弃渣场防治区	86.06	1.83	6364	10023	4500	7087	-2936
沿线附属设施防治区	1.49	1.83	2362	64	2000	55	-10
施工场地及施工便道防治区	39.44	1.83	3821	2758	2000	1444	-1314
小计	316.06			21058		15881	-5176

说明：试运营期侵蚀模数呈非线性降低，计算时根据经验取侵蚀模数中位数。

经对工程建设 2014 年 9 月~2020 年 10 月水土流失量监测统计，项目区水土流失监测情况见表 5—11，由表可知经过施工期大幅扰动，实施水土保持工程措施、植物措施、临时措施等，进入自然恢复期侵蚀模数有效降低，试运行 22 个月即达到 1213t/km²a，但取土(料)及弃渣场防治区因自然恢复期短，水土流失仍然较为严重，后期应加强管护。

表 5—11 项目水土流失量监测统计

防治分区	土壤流失量(t)					水土流失面积 (hm ²)		侵蚀模数(t/km ² ·a)		
	原地貌 侵蚀总量	施工 期土壤 侵蚀量	试运行 期土壤 侵蚀量	项目造 成的土 壤侵蚀	新增 土壤 侵蚀	施工 期	自然恢 复期	原地 貌	施工 期	自然恢 复期(截止 2020 年 10 月)
路基工程防治区	21766	29813	6168	35981	14215	267.7 9	168.52	2406	5000	900
桥涵隧道工程防治区	2403	3818	1128	4946	2543	49.44	20.55	2108	5000	1500

取土(料)及弃渣场防治区	30768	26078	7087	33165	2397	91.01	86.06	6364	8000	2000
沿线附属设施防治区	520	965	55	1020	500	24.24	1.49	2362	5000	900
施工场地及施工便道防治区	8882	8014	1444	9458	576	39.44	39.44	3821	5000	1500
小计	64338	68688	15881	84569	20231	471.9 2	316.06	3307*	5525*	1213*

说明：原地貌、施工期、自然恢复期(截止 2020 年 10 月)侵蚀模数为面积加权平均值。

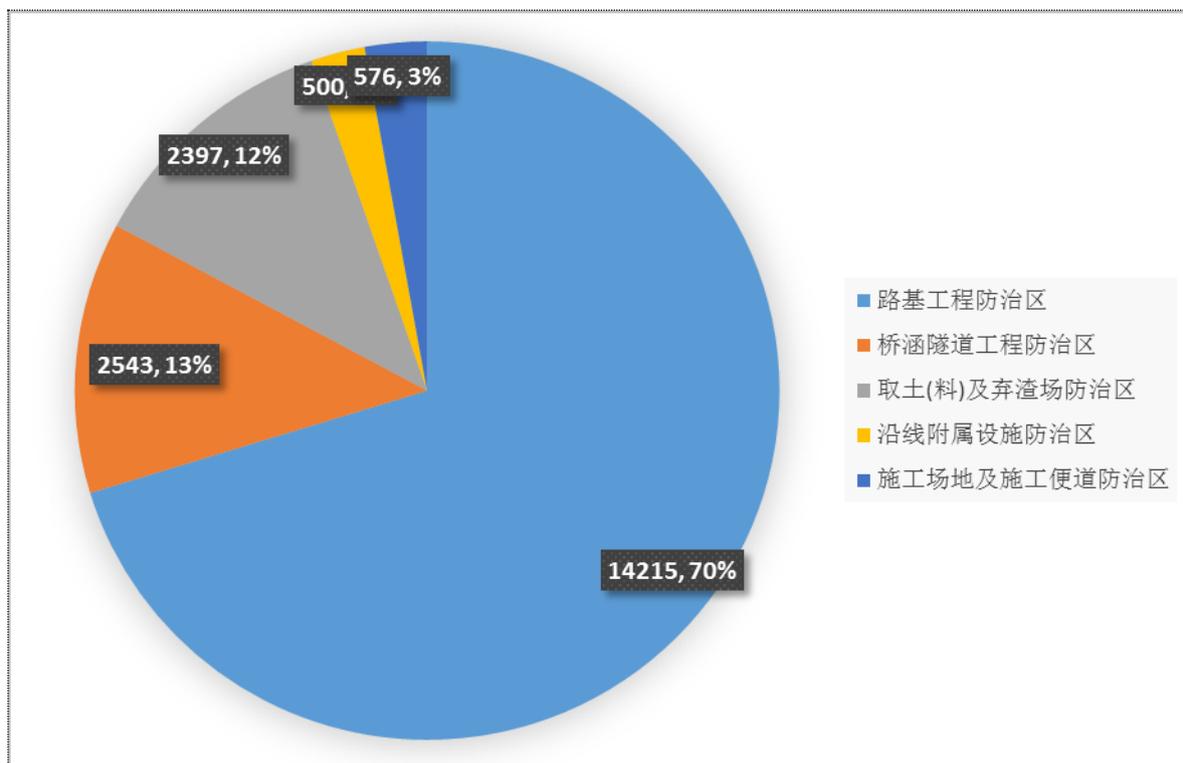


图 5—1 项目区新增水土流失量示意图

5.2.3 各扰动土地类型土壤流失量分析

该项目防治责任范围内原地面土壤侵蚀强度强烈，平均土壤侵蚀模数 3307t/km².a，原地貌土壤侵蚀总量 64338t，由于该建设项目对原地貌的扰动从而使土壤侵蚀加剧，土壤侵蚀总量增加到 84569t。

施工期土壤侵蚀模数高达 8000t/km².a，新增侵蚀总量 25407t，主要是路基边坡、取土场、弃土场等扰动地表而引起水土流失，历时较长、侵蚀量大，因此在施工过程中，各施工标段应结合地形地貌，布设必要的截排水、围堰等临时防护措施，完善临时防护措施体系。

试运行期（截止 2020 年 10 月）新增侵蚀总量-5176t，说明水土流失防治效果明显，其中桥涵隧道工程防治区为正值，与桥梁下方因光照因素限制导致植物措施效果有限，影响了水土保持设施防治效果。

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

截止本报告编写时间，整个项目已进入试运营阶段，经监测统计，取土弃渣场防治分区水土流失面积 86.06hm²，因项目区干旱少雨，植被措施覆盖度/郁闭度达标面积仅 22.35hm²，尚有 63.71hm² 水土保持措施功能发挥作用有限，潜在水土流失量 1274t/a。

表 5—12 取土弃渣场潜在土壤流失危害情况统计表

序号	经纬度	桩号	占地面积 (hm ²)	累计堆渣 (10 ⁴ m ³)	存在问题与建议
取土场					
1#	35°58'1", 103°51'42"	YK13+900 右侧 90m	3.79		
弃渣场					
1#	35°58'18", 103°58'45"	ZK2+600 左侧 300m	2.82	50.60	
2#	35°58'16", 103°58'33"	ZK3+000 左侧 100m	5.67	77.09	
3#	35°57'31", 103°55'51"	和平立交填平区	5.02	81.48	
4#	35°57'21", 103°53'36"	ZK10+600 左侧 170m	6.47	27.09	
5#	35°57'38", 103°53'23"	YK10+970 左、右两侧 20m	1.87	52.90	
7#	35°58'22", 103°50'49"	YK15+117 左、右两侧 20m	5.42	112.66	
9#	36°0'3", 103°49'6"	YK19+400 右侧 400m	1.33	7.00	
11#	35°59'41", 103°46'43"	ZK22+959 左侧 50m	2.53	72.75	
12#	36°0'34", 103°45'20"	ZK25+600 左侧 220m、右侧 200m	4.13	48.3	
13#	36°0'45", 103°43'53"	ZK27+700 左侧 800m	7.17	110.61	
14#	36°1'55", 103°42'37"	YK30+805 左、右两侧 20m	2.80	39.13	
16#	36°2'32", 103°41'25"	ZK32+850 左侧 160m	1.61	24.56	
17#	36°3'16", 103°40'32"	K34+520 右侧 520m	1.97	37.3	
18#	36°3'53", 103°39'48"	YK36+400 右侧 100m	1.49	10.74	
19#	36°4'17", 103°38'54"	ZK38+450 左侧 450m	0.98	9.71	
20#	36°4'25", 103°38'9"	YK39+220 右侧 50m	7.73	20.53	
21#	36°4'13", 103°37'39"	ZK39+850 左侧 25m	3.31	50.42	
22#	36°5'42", 103°34'26"	YK45+650 右侧 50m	2.12	36.51	
23#	36°4'56", 103°33'3"	ZK46+820 左侧 2000m	2.80	39.06	
24#	36° 6'19", 103°33'20"	YK48+000 右侧 160m	2.00	13.32	
25#	36°6'22", 103°32'52"	ZK48+020 左侧 450m	1.84	24.84	
26#	36°9'50", 103°33'25"	ZK54+750 左侧 125m, 右侧 8m	5.64	108.66	
27#	36°10'36", 103°33'11"	K56+400 左侧 230m	0.67	12.62	
28#	36°10'56", 103°33'9"	ZDK0+000 左侧 200m	2.67	67.62	
29#	36°11'16", 103°33'13"	ZAK1+100 右侧 160m	3.56	62.72	
临时转 运场					
8#	35°59'58", 103°49'12"	YK19+200 右侧 160m	2.76		

10#	35°59'47", 103°49'27"	YK18+800 右侧 150m	0.84		
合计			91.01	1198.22	

本项目因设计周期长，实际地形地貌变化较大，加之征地拆迁协调难度大等客观因素，造成部分取、弃土场位置数量发生了变化。水保方案为可研阶段，设1个取土场29个弃渣场，实际施工过程中，由于征占地原因以及优化调整，实际启用1个取土场和25个弃渣场。取土、弃渣场与水保方案相比变化较大，为此建设单位已委托相关单位编制取土弃渣场洪水影响评价、补充设计及边坡稳定性及危险性调查评价。

5.4 水土流失危害

本工程在建设过程中，项目征地范围内的地表受到不同程度的破坏，局部地貌发生较大的改变，产生了一定的水土流失，但是由于在施工中采取了水土流失防治措施，有效地减轻了施工过程中产生的水土流失量，未发生水土流失危害事件。

实际施工过程中，设弃渣场 25 处，根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018—2014）将弃渣场进行分级，并按照相关规定对 4 级及以上弃渣场均已做稳评，根据《连霍国道主干线兰州南绕城高速公路弃渣场安全稳定性验算报告》（甘肃省科学院地质灾害防治研究所）、（甘肃嘉瑞迪生态工程规划设计院）、（北京中地大工程勘察设计研究院有限责任公司），最终结论均为稳定渣场。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地治理率即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，均以垂直投影面积计。

本工程构筑物面积包括路基路面、桥梁工程、服务区、停车区、养护工区、高速公路管理所、隧道管理站、匝道收费站等硬化覆盖及施工便道硬化等。

扰动土地整治面积为综合治理面积，主体工程及辅助工程都实施了相应的措施，经实际监测路基工程、桥涵隧道工程、取土及弃渣场、沿线附属设施、施工场地及便道等防治分区，本工程扰动面积 471.92hm²，采取各类整治措施面积为 465.36hm²，其中水土保持工程措施面积 49.79hm²，水土保持植物措施面积 263.58hm²，建筑物及硬化面积 106.07hm²，土地整治面积 45.92hm²（不含撒播草籽整地），扰动土地整治率为 98.61%。达到了水保方案设计要求的 95%。扰动土地整治率见统计表 6—1。

表 6—1 扰动土地整治率分析表 单位: hm²

防治分区	建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失治理面积			土地整治面积			扰动土地整治面积	扰动土地整治率(%)
				工程措施	植物措施	小计	恢复农地	土地整平	小计		
路基工程防治区	288.01	267.79	59.95	39.32	136.51	175.83	0	29.99	29.99	265.77	99.25
桥涵隧道工程防治区	51.02	49.44	23.37	5.52	17.63	23.15	0	0.22	0.22	46.74	94.54
取土(料)及弃渣场防治区	91.01	91.01	0	4.95	85.98	90.93	0	0	0	90.93	99.91
沿线附属设施防治区	24.24	24.24	22.75	0	1.35	1.35	0	0	0	24.10	99.42
施工场地及施工便道防治区	39.44	39.44	0	0	22.11	22.11	0	15.71	15.71	37.82	95.89
合计	493.72	471.92	106.07	49.79	263.58	313.37	0	45.92	45.92	465.36	98.61

6.2 水土流失总治理度

水土流失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。

本项目水土保持防护措施主要包括各类工程措施（土地整治、截（排）水沟、边

坡防护、拦挡墙以及路面硬化等)、植物措施(人工种草、栽植乔灌木树种)和临时措施(临时苫盖、土袋挡护及排水工程等)。该工程建设区水土流失总面积 338.23hm²,采取水土保持措施治理达标面积为 313.37hm²,其中工程措施面积 49.79hm²,植物措施面积 263.58hm²,水土流失总治理度为 92.65%,达到水保方案设计要求的 90%。各防治分区中,桥涵隧道工程防治区和施工场地及施工便道防治区未达标,后期需加强治理。水土流失治理情况见统计表 6—2。

表 6—2 水土流失治理情况表 单位: hm²

防治分区	建设区面积	扰动面积	建筑物及场地道路硬化	水土流失面积	水土流失治理面积			土地整治面积			水土流失治理度(%)
					工程措施	植物措施	小计	恢复农地	土地整平	小计	
路基工程防治区	288.01	267.79	59.95	192.85	39.32	136.51	175.83		29.99	29.99	91.18
桥涵隧道工程防治区	51.02	49.44	23.37	25.87	5.52	17.63	23.15		0.22	0.22	89.48
取土(料)及弃渣场防治区	91.01	91.01	0	91.01	4.95	85.98	90.93			0	99.91
沿线附属设施防治区	24.24	24.24	22.75	1.45	0	1.35	1.35			0	93.1
施工场地及施工便道防治区	39.44	39.44	0	27.05	0	22.11	22.11		15.71	15.71	81.74
合计	493.72	471.92	106.07	338.23	49.79	263.58	313.37		45.92	45.92	92.65

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率指项目建设区内采取措施实际拦挡弃土弃渣量占弃土弃渣总量的百分比。本工程渣土来源主要为隧道工程和路基工程,建设区域内挖方量大于填方量,共产生土方 1198.22 万 m³,堆砌于渣场,另外 226.40 万 m³与中医学院等达成综合利用协议而消纳利用,经对 25 处渣场进行调查监测,因植被措施恢复效果一般导致部分渣面裸露,易发生水蚀、风蚀的渣体量有 71.50 万 m³,项目弃渣整治率 94.03%,拦渣率达到了水保方案设计要求的 90%。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内,容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失量强度之比。根据水利部(办水保〔2012〕512号)《全国水土保持区划(试行)》,本工程西北黄土高原区—甘宁青山地丘陵沟壑区—陇中丘陵沟壑蓄水保土区,年均降雨量 327mm,不足 400mm,容许土壤流失量 1000t/km²·a。

经监测统计，施工准备期各防治分区防治责任范围内土壤流失量为 700 ~ 6500t/km²•a，平均土壤流失量为 3307t/km²•a，土壤水土流失控制比加权平均值为 0.30；施工期由于扰动加剧，但同时实施了部分工程措施和临时防治措施，各防治分区防治责任范围内土壤流失量为 3000 ~ 8000t/km²•a，平均土壤流失量为 5525t/km²•a，土壤水土流失控制比加权平均值为 0.18；试运行期，实施工程措施、植物措施和临时措施进行防护后，植被缓慢恢复，截至 2020 年 10 月该工程项目治理后土壤流失量为 400 ~ 4500t/km²•a，平均土壤流失量为 1213t/km²•a，土壤水土流失控制比加权平均值为 0.82，达到了水保方案设计的目标值。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率是指项目建设区内，林草植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。

根据对项目施工期、试运行期所做的植被监测调查，本工程建设区面积 493.72hm²，除去建筑物及硬化、排水沟、挡墙等不宜绿化的区域外，项目区植被可恢复面积为 272.25hm²，本工程实施的植被恢复面积为 263.58hm²，由此计算得出项目建设区内林草植被恢复率为 96.82%，林草植被恢复率达到了水保方案设计的 92% 目标值，各防治分区中，桥涵隧道工程防治区 86.72%、施工场地及施工便道防治区 85.57%，该分区植被措施未达到目标值，需加强该区域林草措施恢复。林草植被恢复率见表 6—3。

表 6—3

林草植被措施

单位：hm²

防治分区	建设区面积	可恢复植被面积	已恢复植被面积	林草植被恢复率 (%)	植被措施达标面积	林草覆盖率 (%)
路基工程防治区	288.01	138.53	136.51	98.54	81.91	28.44
桥涵隧道工程防治区	51.02	20.33	17.63	86.72	10.40	20.38
取土(料)及弃渣场防治区	91.01	86.06	85.98	99.91	22.35	24.56
沿线附属设施防治区	24.24	1.49	1.35	90.60	0.89	3.67
施工场地及施工便道防治区	39.44	25.84	22.11	85.57	11.06	28.04
合计	493.72	272.25	263.58	96.82	126.61	25.64

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指项目建设区内林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。

本工程实际占地面积为 493.72m²，通过实际监测结果可知，项目实施的林草类植

被面积为 263.58hm²，经过长达 22 个月的管护，截止 2020 年 10 月林草措施郁闭度达标面积 126.61 hm²，故综合林草覆盖率为 25.64%。实际监测的林草覆盖率超过了水保方案设计的林草覆盖率 20%，各防治分区中，沿线附属设施防治区因地质条件、具体建设内容，布设植物措施面积较小，覆盖率仅为 3.67%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

7.1.1 防治责任范围变化对比

同批复的水土保持方案水土流失防治责任范围相比，监测实际发生水土流失防治责任范围增加了 104.06hm²，详见表 3—4。

防治责任范围比水土保持方案值增加 104.06hm²，主要有四方面内容：

路基工程防治区中路基边坡、分离式路基占地增加 10.36hm²；

桥涵工程防治区占地增加 25.82hm²；

取土(料)及弃渣场防治区增加占地 35.41hm²，其中取土场增加 3.39hm²，弃渣场增加 28.42hm²，土方转运增加占地 3.60 hm²；

沿线附属设施防治区增加沿线附属设施占地增加 13.77hm²；

施工场地及施工便道防治区占地 39.44hm²，较方案增加 18.70hm²。

变化较大的原因主要是水保方案编制为可研阶段，深度不够，在进行初步设计和水保专章设计时变化较大，而实际施工时与设计相比仍有较大变化，进行了局部调整，其中取土弃渣场防治分区同原水保方案相比做了补充设计。

7.1.2 土石方的变化

与方案批复的土石方量相比，监测实际发生土石方变化情况详见表 3—12，其中表土剥离与保护情况详见表 3—13。

经对比分析，实际设置的取土（石、料）场与水土保持方案发生较大变化，主要原因是水保方案编制于可研阶段，与初步设计和实际施工有较大区别。

7.1.3 水土保持防治指标评价

根据《水利部办公厅关于印发〈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〉的通知》（办水保〔2013〕188号），项目位于甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区，年均降雨量 327mm，不足 400mm，水土流失防治按一级标准确定是合理的。

工程建设中采取了一系列的水土保持措施，工程扰动土地整治率为 98.61%，水土流失总治理度为 92.65%，拦渣率为 94.03%，土壤流失控制比为 0.82，林草植被恢复率为 96.82%，林草覆盖率为 25.64%，六项防治指标均达到水土保持方案报告书确定的防治目标值。

由此可见，本项目初步设计和水土保持专项设计科学合理，对项目水土流失防治

具有较好的指导意义。根据施工过程监测，施工过程中水土保持管控措施不全面，临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施未能全面覆盖项目施工扰动区，导致项目建设期产生大量的水土流失。本工程水土保持目标值与实际达到目标值比较统计见表 7—1。

表 7—1 本工程水土保持目标值与实际达到目标值比较

序号	防治目标	《开发建设项目水土流失防治标准》一级标准值	水保方案确定目标值	实际达到值
1	扰动土地整治率(%)	95	95	98.61
2	水土流失总治理度(%)	95	90	92.65
3	拦渣率(%)	95	90	94.03
4	土壤流失控制比	0.80	0.80	0.82
5	林草植被恢复率(%)	97	92	96.82
6	林草覆盖率(%)	25	20	25.64

7.2 水土保持措施评价

本工程在施工过程中采取了水土保持的工程措施、植物措施和临时措施，有效控制工程建设所造成的水土流失，达到预期效果，防止了土壤被雨水、径流冲刷，保护了水土资源，使防治范围内因工程建设发生的水土流失总量得到有效地控制。

项目区水土流失主要发生在工程建设期，施工中尽量缩短开挖面裸露时间，采取的工程措施和临时防护措施有效控制了项目建设区的水土流失。通过对比实验，苫盖措施可减少地表径流，降低产流系数 60%，其减少泥沙作用显著，苫盖小区比裸露小区雨季减少水土流失量 90%，水土流失量大大降低。施工后期绿化区域种植乔灌木、撒播草籽改善了项目区及周边的生态环境，抑制了水土流失危害的发生，植物措施在试运行期中逐渐发挥其保持水土的作用，实现了水土保持工作的目标。

本工程植被恢复主要是撒播草籽，另外还采取了框格梁码砌植生袋、液压喷播植草、厚层基材喷播植草等新型植草措施。通过对该工程沿线植被监测结果表明，全线实际防治责任范围 493.72hm²，植被恢复面积 263.58hm²，林草植被恢复率达到 96.82%，截止 2020 年 10 月林草措施郁闭度达到限值的保有面积 126.61hm²，综合林草覆盖率为 25.64%，达到了水土保持方案确定的目标值，运营期仍要加强植被措施维护。

工程施工期土建采取了临时防护措施。对于临时堆土采取围拦、苫盖措施，防止雨水冲刷或扬尘，有效地控制了水土流失。实际水土流失量远低于水土保持方案所预测的流失量。通过水土保持各项措施的实施，水土流失侵蚀模数从原来的侵蚀模数 3000 t/km²·a~5000t/km²·a 降到了治理后水土流失侵蚀模数为 500t/km²·a~2000t/km²·a。

目前该工程治理后试运行期土壤侵蚀模数综合为 $1213\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目建设区水土流失控制比为 0.82，随着试运行期的延长，林草措施逐渐发挥固土保水功能，土壤侵蚀强度还将进一步减小。综观整个项目水土流失变化趋势，从施工准备期到施工期全面展开，随着施工扰动面积的不断扩大，水土流失量在增大，施工期结束而进入试运行期，随着工程措施正常运行，林草植被逐步恢复，项目区的环境得到有效改善，水土保持措施的功能逐渐显现出来，水土流失动态趋于减弱。

本工程水土保持监测，依据主体工程水土保持方案和工程性质，将项目防治责任范围依据工程性质和建设内容划分监测分区。监测时段分为施工准备期、施工期和试运行期，分时段对各监测单元进行了水土保持监测，对各段评价指标进行了分析计算。通过对水土保持监测结果分析来看，项目总体上依据各防治分区采取了适宜的水土保持措施（工程措施、植物措施和临时措施），水土保持工程总体布局合理，水土保持措施效果明显，基本达到水土保持方案设计要求。

7.3 存在问题及建议

存在问题与建议：

1.植物措施防治水土流失的成效比较慢，必须完善措施体系。主要是由于项目区降水较少，蒸发量大，生态环境比较脆弱，经过大范围、大面积、大强度的工程扰动破坏后恢复治理需要很长的时间，尤其是植被措施恢复。

2.桥涵隧道工程防治区桥梁下方因光照被遮挡，植物措施效果不佳，建议加强平面土地整治、坡面喷浆结皮等防护措施。

3.建议加强水土保持设计阶段对表土剥离内容，施工过程中加强相关工作。





7.4 综合结论

连霍国道主干线兰州南绕城高速公路项目建设过程中建设单位能够很好地履行国家水土保持法律、法规规定的防治责任，积极落实防治责任范围内的各项水土保持措施。在施工过程中严格工程建设管理程序，施工管理规范，工程质量能够满足设计有关规范的要求。根据工程特点以及沿线地形、地貌情况，布局以工程措施为主，植物措施和临时措施为辅，工程措施、植物措施和临时措施有机结合，临时措施和永久措施相结合，点、线、面一体的水土保持防护体系。充分发挥工程措施控制性和时效性，保证了在短时期内遏制或减少水土流失，再利用土地整治措施和植物措施蓄水保土，保护地表，使施工引起的水土流失得到有效控制。

对施工中形成的裸露坡面采用截（排）水沟，保护区域和坡脚稳定，使水土流失在“点”上有效控制。对路基工程、取土（料）及弃渣场、施工场地及施工便道，在施工结束后通过土地平整、改造、修复及恢复植被，形成“面”的防治。这样通过点、线、面的防治措施有机结合相互作用，形成立体的综合防治体系，达到保护地表、防治水土流失，改善生态环境的目的。使环境的影响期和试运行期缩短，对周边城镇、农村、农田以及其它建筑物安全没有造成负面影响。在工程建设中，各项水土保持设施与主体工程施工基本上做到“三同时”。各防治区水土保持措施布局合理，

已完成的各项水土保持设施工程质量、数量及进度符合设计要求和有关质量标准，工程质量总体合格，防治水土流失效果明显。

通过水土保持监测，项目主体工程建成并经过 22 个月植被恢复期，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六项防治指标分别达到 98.61%，92.65%，94.03%，0.82，96.82%，25.64%，达到水利部批复的《连霍国道主干线兰州南绕城高速公路水土保持方案报告书》所确定的六项指标目标值 95%、90%、90%、0.8、92%和 20%。本着尽可能防治水土流失，减少水土流失危害，建议试运行期加强各项措施管护，以行之有效的手段和方法防治水土流失，持续改善生态环境。

8 附图及有关资料

8.1 附图

附图 1.项目区地理位置图

附图 2.监测分区及监测点布设图、防治责任范围图、取土场、弃土场分布图

8.2 有关资料

(1) 关于连霍国道主干线兰州南绕城高速公路水土保持方案的复函（水保函〔2010〕178号）

(2) 甘肃省水利厅关于连霍国道主干线兰州南绕城高速公路工程水土保持方案（取土场弃渣场补充）报告书的批复（甘水水保发〔2021〕450号）

(3) 水土保持监测技术服务合同