

中国水土保持监测 ★★★★★ (4 星)

证书编号: 水保监测(甘)字第 0020 号

兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程
(东方红广场~雁北路段)

水土保持监测总结报告

建设单位: 兰州市轨道交通有限公司

监测单位: 黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站

2023年6月



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站

法定代表人：脱忠平

单位等级：★★★★(4星)

证书编号：水保监测(甘)字第0020号

有效期至：2020年10月01日

自2020年10月01日至2023年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2020年11月12日



仅用于监测总结报告使用

兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程

(东方红广场~雁北路段)

水土保持监测总结报告

责任页

(黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站)

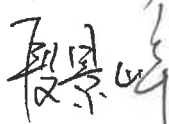
批准: 张 鉴 (高级工程师)



核定: 闵德安 (高级工程师)



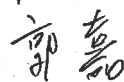
审查: 段景峰 (高级工程师)



校核: 邱子恒 (工程师)



项目负责人: 郭 嘉 (工程师)



编写: 郭 嘉 (工程师) (参编第一章)



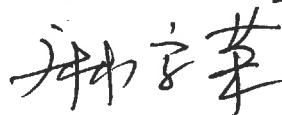
王 佳 (工程师) (参编第二、三、四章)



寇 权 (工程师) (参编第五、六、七章)



麻宗荣 (工程师) (附图)



目录

前言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	4
1.1 项目及项目区概况	4
1.2 水土保持工作	13
1.3 监测工作实施情况	14
2 监测内容与方法	24
2.1 扰动土地情况	24
2.2 取（弃）土（渣）场	25
2.3 水土保持措施	25
2.4 水土流失情况	27
3 重点部位水土流失动态监测	30
3.1 防治责任范围监测结果	30
3.2 取土（石料）监测结果	32
3.3 弃土（石）渣监测结果	32
3.4 其他重点监测情况	33
4 水土流失防治措施监测结果	37
4.1 工程措施监测结果	37
4.2 植物措施监测结果	38
4.3 临时防治措施监测结果	41
4.4 水土保持措施防治效果	44
5 土壤流失情况监测	45
5.1 各阶段土壤流失量分析	45
5.2 各扰动土地类型土壤流失量分析	54
5.3 水土流失危害	55

6 水土流失防治效果监测结果	56
6.1 扰动土地整治率	56
6.2 水土流失总治理度	56
6.3 土壤流失控制比	57
6.4 拦渣率	57
6.5 林草植被恢复率	58
6.6 林草覆盖率	58
7 结论	59
7.1 水土流失动态变化	59
7.2 水土保持措施评价	59
7.3 存在问题及建议	60
7.4 综合结论	60
7.5 三色评价	61
8. 附件及附图	63
8.1 附件	63
8.2 监测影像资料	104
8.3 附图	131

前言

兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场~雁北路段)位于甘肃省兰州市城关区。地理位置为东经 $102^{\circ}30'$ ~ $104^{\circ}30'$ 、北纬 $35^{\circ}05'$ ~ $38^{\circ}00'$ 之间。本工程为线性工程,起点位于兰州市城关区的东方红广场站,止于雁北路站,线路总长 9.06km,均为地下线,该工程为新建工程。

工程自东方红广场站西侧明挖区间西端盾构井至东方红广场站东端盾构井范围以及五里铺站已与 1 号线同步设计、同步施工;设车站 9 座(含已与 1 号线同步建设的东方红广场站五里铺站),设排洪南路停车场 1 座;在排洪南路停车场内新建主变电所 1 座,新建五里铺开闭所 1 座;全线设牵引降压混合变电所 4 座,降压变电所 5 座。

项目建设总占地面积 22.59hm^2 ,其中永久占地面积 14.13hm^2 ,临时占地面积 8.46hm^2 ,行政区属兰州市管辖。项目建设土石方总开挖量为 227.88 万 m^3 、填方总量 52.71 万 m^3 ,弃方 175.17 万 m^3 。弃于德龙弃渣场并签订弃土协议,见附件。

本项目轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场~雁北路段)共拆迁各种构筑物 194164m^2 ,其中商铺 17991m^2 ,居民楼房 126973m^2 。被拆迁房屋主要集中在停车场,车站风亭和出入口附近及部分施工场地等位置。根据国家及地方的有关政策和法规,被拆迁居民房屋将采取货币补偿的方式,由地方政府按照就近安置的原则统一部署实施,具体事宜将在下阶段工作中落实。同时工程征地范围内无矿产和文物埋藏情况。

方案批复水土保持投资估算总额约为 1184.69 万元。其中,工程措施费约 231.26 万元,植物措施费约 111.88 万元,临时措施费约 480.23 万元;独立费用 301.54 万元,水土保持补偿费 59.78 万元。其中独立费用含水土保持监理费 100.00 万元,监测费 80.12 万元。本项目资金筹措采取政府自有资金投入和国内商业银行贷款相结合的方式。其中政府自有资金投入包括市财政、省政府补助投入和土地开发收益,拟安排资金总量的 27.48%;其余 72.52%的资金通过国内商业银行贷款补充。

本工程 2016 年 6 月开工,2023 年 6 月完工。

2015 年 3 月,根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》要求,本着工程建设与水土保持同步进行的原则,同时依据《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场~雁北路段)工

程可行性研究报告》，中铁第一勘察设计院集团有限公司编制完成了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持方案报告书》，方案编制深度为可研深度。

2016 年 7 月，黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站承担“兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）”水土保持监测工作，并签订了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监测技术服务合同》。按照合同约定，监测单位成立了项目监测工作组及时开展项目监测工作。监测组依据工程施工特点及工程的布局、施工组织设计与监测初步方案，对各水土流失防治责任分区进行了实地调查，之后编制完成了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）监测实施方案》，按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）等规范的要求，着重对开发建设项目水土流失的六项防治指标进行了全面的分析与评价，于 2023 年 6 月编制完成了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监测总结报告》，为项目后期验收提供依据。

项目监测内容包括调查监测施工期水土流失相关情况的防治责任范围、弃土弃渣、水土流失量和水土保持措施效果监测等几个方面。监测方法包括调查监测和地面定位监测。

经过监测分析计算得到项目扰动土地整治率 97.74%，水土流失总治理度达 95.71%，土壤流失控制比为 1.04，拦渣率为 98.3%，林草植被恢复率 97.12%、林草覆盖率 16.42%。本项目防治责任范围内六项指标均达到水土保持方案提出的防治目标。总体看来，项目区水土流失得到了有效控制，能够满足方案提出的水土流失防治要求。

兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）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		兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）									
建设规模		本工程为线性工程，线路总长 9.06km，设车站 9 座，停车场 1 座；主变电所 1 座，五里铺开闭所 1 座；牵引降压混合变电所 4 座， 降压变电所 5 座。	建设单位、联系人			兰州市轨道交通有限公司、薛宏伟					
			建设地点			甘肃省兰州市					
			所在流域			黄河流域流域					
			工程总投资			90.78 亿元					
			工程总工期			主体工程 2016 年 6 月～2023 年 6 月总工期 85 个月					
建设项目水土保持工程主要技术指标											
监测单位		黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站				联系人及电话		郭嘉 17789692009			
自然地理类型		黄河流域防治区陇中黄土丘陵亚区中部丘陵沟壑小区				防治标准		一级标准			
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		定位观测及调查监测			2、防治责任范围监测		实地测量及调查监测			
	3、水土保持措施情况监测		调查监测			4、防治措施效果监测		调查监测			
	5 水土流失危害监测		调查监测			水土流失背景值		500t/km²·a			
防治责任范围			22.59hm²			容许土壤流失量		1000t/km²·a			
水土保持投资			1332.05 万元			水土流失目标值		1000t/km²·a			
水保措施			实际完成工程措施：1. 附属设施区：完成混凝土盖板沟 1510m，完成土地整治 4.28hm²，完成溢流池 1 座。2.施工生产生活区：完成清理平整 7.64hm²。实际完成的植物措施：1.附属设施区：完成栽植乔木 709 株，完成栽植灌木 1059 株，完成栽植绿篱 7349.2m²，植草 23793.38m²。2.施工生产生活区：完成栽植乔木 309 株。实际完成临时措施：1.站线区：彩钢板 1610 片，空心砖 232210 块，水泥砂浆 167m²。2.附属设施区：彩钢板 660 片，空心砖 95210 块，水泥砂浆 73m²，，洒水量 15980m³。3.施工生产生活区：临时泥浆沉淀池 7 座，临时排水沟 4300m，人工挖土方 16.14m³，基础土夯实 2.82m³，塑料膜 160m²，编织袋 9682m³，篷布 236280m²，洒水量 57125m³。								
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	97.74	防治措施面积	11.38hm²	永久建筑物及硬化面积	10.7hm²	扰动土地总面积	22.59hm²	
		水土流失总治理度	90	95.71	防治责任范围	22.59hm²	水土流失面积	11.89hm²			
		土壤流失控制比	1	1.04	工程措施面积	7.67hm²	容许土壤流失量	1000t/km²·a			
		拦渣率	95	98.3	植物措施面积	3.71hm²	监测土壤流失情况	961t/km²·a			
		林草植被恢复率	92	97.12	可恢复林草植被面积	3.82hm²	林草类植被面积	3.71hm²			
		林草覆盖率	15	16.42	实际拦挡弃渣量	172.19 万 m³	总弃渣量	175.17 万 m³			
	水土保持治理达标评价		根据水土保持监测结果分析，扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率达到水土保持方案防治目标值，水土保持工程措施运行正常，达到了防治水土流失的作用。								
	总体结论		项目区防治措施基本完成并已发挥防治效果，运行初期各项防治指标基本满足《开发建设项目水土流失防治标准》，六项指标达到方案制定的目标值。总体看来，项目区水土流失得到了有效控制，能够满足方案提出的水土流失防治目的。								
主要建议		建议运行管理单位注意加强对已实施的水土保持措施的管理，保证水土保持措施的正常运行。									

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目及项目区概况

1.1.1 项目基本情况

一、地理位置

拟建项目地处甘肃省兰州市，地理坐标为东经 $102^{\circ}30' \sim 104^{\circ}30'$ 、北纬 $35^{\circ}05' \sim 38^{\circ}00'$ 之间。起点位于兰州市城关区的东方红广场站，止于雁北路站，全长约 9.06km，均为地下线。其中自东方红广场站西侧明挖区间西端盾构井至东方红广场站东端盾构井范围（YAK27+932.431 ~ YAK28+965.439，长 1.03km）以及五里铺站（YAK33+941.072 ~ YAK34+184.622，长 243.55m）已与 1 号线同步设计、同步施工。

二、工程规模及建设内容

本工程为线性工程，线路总长 9.06km，设车站 9 座（含已与 1 号线同步建设的东方红广场站、五里铺站）全为地下站；附属设施设停车场（排洪南路停车场）1 座；在排洪南路停车场内新建主变电所 1 座，工程沿线交通条件便利，工程施工可利用既有道路作为施工便道，新建五里铺开闭所 1 座；全线设牵引降压混合变电所 4 座，降压变电所 5 座。

三、工程组成

1. 站线区

（1）线路工程

2 号线一期工程起点为东方红广场站，车站以及车站西端 470.3m 的明挖区间已随 1 号线工程同步设计、同步施工。起点为东方红广场站西侧明挖区间起点盾构井。线路出东方红广场站后，折向平凉路，沿平凉路向南敷设，在民主路与平凉路交叉口设邮电大楼站，之后线路偏离平凉路，进入西侧地块，下穿地块内在建建工瑞、盛世芙蓉项目（前期已进行方案结合与沟通，开发项目已为线路预留通道）后转入火车站东路，在火车站广场前东西向设火车站站，火车站站为 2、3、5 号线换乘站，2、3 号线与 5 号线实行 L 型通道换乘，3 号线为地下二层站，2 号线为地下三层站，5 号线为地下四层站。之后线路沿火车站东路向东敷设，在兰州公交集团第五客运公司前设公交五公司站，该站为排洪

南路停车场接轨站，站前设单渡线，站后设交叉渡线，出入线从站后交叉渡线端部引出。出公交五公司站后，线路下穿甘南小区、银厦建筑材料有限公司等，折向北方，沿规划路向北敷设，至定西路路口设定西路站，之后线路沿瑞德大道继续向北，至东岗西路与瑞德大道交叉口设五里铺站，该站是 1、2 号线换乘站，2 号线居上，为地下二层站，1 号线居下，为地下三层站，两者实行 T 型岛岛通道换乘，已随 1 号线工程同步设计、同步施工。出五里铺站后，线路继续向北，下穿南河，至张苏滩村前设雁南路站，之后线路斜穿三森家具地块，至雁园路与雁滩路路口沿雁园路南北向设雁园路站，该站为 2、4 号线换乘站，2 号线居下，为地下三层站，4 号线居上，为地下二层站，两者实行通道换乘，之后线路沿雁园路向北敷设，至雁北路与雁园路交叉口设 2 号线终点站雁北路站，该站为 2、3 号线换乘站，于西北象限设 2、3 号线联络线，站后设折返线，站前设单渡线。

（2）区间路基工程

轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）路基工程主要分布在停车场及其地下结构出入段，停车场出入线总长 841.8m，其中地下段长 588.4m，路基段长 253.4m。停车场出入线路基工程均为路堑挖方。路基工程主要有 U 式挡土墙、路堑坡面防护及地基处理。

（3）车站工程

轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）共设车站 9 座，均为地下车站。其中换乘车站 5 座，分别为东方红广场站（与 1 号线换乘并同步实施）、火车站（与 3、5 号线换乘）、五里铺站（与 1 号线换乘并同步实施）、雁园路站（与 4 号线换乘）、雁北路站（与 3 号线换乘）。各车站概况如下：

邮电大楼站位于邮电大楼什字，沿平凉路南北向布设，为明挖地下二层 12.5m 岛式站台车站，车站长 316.069m，标准段宽度 21.6m，有效站台中心里程为 YAK30+029.000，轨面埋深约 15.83m。

火车站站位于火车站东路与天水南路交叉口以东，为 2、3、5 号线换乘站，2、3 号线沿火车站东路东西向布设，5 号线沿天水南路南北向布设。2 号线火车站站为 2 号线中间站，3、5 号线火车站为 3、5 号线终点站。2、3 号线上下叠落为地下三层 16m 岛式车站，2 号线站台位于地下 3 层，3 号线站台位于地下 2 层，5 号线车站为地下两层侧式车站。2 号线车站全长 665.70m，有效

站台中心里程 YAK31+367.706, 标准段宽 25.70m, 站台宽度为 16.00m, 轨面埋深约 23.30m; 3 号线车站全长 665.70m, 标准段宽 25.70m, 站台宽度为 16.00m, 轨面埋深约 14.73m; 5 号线车站全长 254.00m, 标准段宽 27.60m, 侧站台宽度为 9.00m, 轨面埋深约 30.37m。

公交五公司站位于火车站东路、红星巷和排洪南路路口西侧, 沿火车站东路南北向 布置, 为明挖地下二层 12.5m 岛式站台车站, 车站总长 481.4m, 标准段宽 21.6m, 有效站台中心里程为 YAK31+977.998, 轨面埋深约 15.22m。

定西路站位于定西路、嘉峪关西路与瑞德大道丁字路口处, 沿瑞德大道南北方向 布置, 为明挖地下二层 13m 宽岛式站台车站。车站总长 242.05m, 标准段宽 21.6m, 有效站台中心里程为 YAK33+303.264, 轨面埋深约 15.70。

雁南路站位于规划 B611#号路与规划 S626#号路交叉口处, 沿瑞德大道南北方向 布置, 为地下二层 11m 岛式站台车站。车站总长 330.10m, 标准段宽 20.2m, 有效站台中 心里程为 YAK35+043.000, 轨面埋深约 15.5。

雁园路站位于城关区雁滩路与雁园路丁字交叉口, 为 2、4 号线换乘站, 站采用“T”型岛岛换乘。2 号线沿雁园路南北向在雁园路西侧布置, 4 号线沿雁滩路布置。2 号线明挖地下三层岛式站台车站, 车站全长 199.2m, 有效站台中心里程为 YAK35+668.889, 轨面埋深约 21.56m, 岛式站台宽为 14m, 车站标准段宽度 23.1m。2 号线车站与 4 号线 车站采用“T”型岛岛换乘, 换乘节点处为地下局部三层。

雁北路站位于雁园路与雁北路路口处, 为 2、3 号线换乘站, 2 号线沿雁园路南北 向布置, 3 号线沿雁北路东西向布置。2 号线雁北路站为 2 号线终点站, 2 号线为地下 两层 14m 岛式站台车站, 3 号线车站为地下一层侧式车站。2 号线车站全长 669.10m, 有 效站台中心里 YAK36+871.952, 轨面埋深约 16.344m, 3 号线车站全长 167.900m, 标准 段宽 23.1m, 站台宽度为 14m。

表 1-1 兰州市轨道交通 2 号线一期工程车站特征表

序号	车站名称	中心里程	车站性质	车站结构形式	车站位置
1	东方红广场	YAK28+933	与 1 号线换乘	地下二层 双岛	东方红广场西口偏东
2	邮电大楼	YAK30+290	中间站	地下二层 岛式	平凉路与民主路 交叉口
3	火车站	YAK31+368	与 3、5 号线换乘	地下三层 岛式	火车站东路与天水南 路交叉口以东
4	公交五公司 站	YAK31+978	中间站	地下二层 岛式	火车站东路、红星巷和 排洪南路路口西侧
5	定西路	YAK33+303	中间站	地下二层 宽岛式	定西路、嘉峪关西路与 瑞德大道丁字路口处
6	五里铺	AK21+060	与 1 号线换乘	地下二层 岛式	瑞德大道与东岗西路 交叉口以西
7	雁南路	YAK35+043	中间站	地下二层 岛式	规划 B611#号路与规划 S626#号路交叉口
8	雁园路	YAK35+669	与 4 号线换乘	地下三层 岛式	城关区雁滩路与雁园 路丁字交叉口，
9	雁北路	YAK36+871	与 3 号线换乘	地下二层 岛式	雁园路与雁北路路口

2. 附属工程

(1) 控制指挥中心

根据兰州市城市轨道交通建设规划（2011-2020），全线网设置一处集中式控制中心，控制规模为 1~5 号线，位于 1 号线东岗车辆段内。控制中心大楼主体工程建设由 1 号线工程负责实施，包括从建筑规模落实到整体工艺布置等，满足控制 1~5 号线规模，预留其他各线的安装条件，2 号线按接入方案考虑。控制中心工程占地、土石方已计入兰州市城市轨道交通 1 号线，水土流失防治措施和投资费用均已纳入兰州市城市轨道交通 1 号线（陈官营~东岗段）工程水土保持方案报告书，本项目不再重复计列。

(2) 主变电所、开闭所

根据线网规划，近期建设的轨道交通 1 号线、2 号线为线网的骨干线，两条线路构成兰州市轨道交通线网的基本构架，连接市内多个大型客流集散点，沿城市主要客流走廊布设。1 号线一期工程设置两座主变电所，一座位于西客站附近，一座位于东岗站附近，二期工程设置一座主变电所，位于刘家堡站附近。西客站为 1、2 号线的换乘站，西客站主变电所已经为 2 号线一期工程预留了供电条件，1、2 号线可共享此主变电所。刘家堡主变电所距离 1 号线世纪大道站、2 号线刘家堡站均较近，两条线可共享此主变电所。2 号线一期工程新建排洪南路主变电 1 座，主变电

所引入两路独立可靠的 110kV 电源；新建五里铺开闭所 1 座，电源引自 1 号线东岗主变电所。一期工程正线设牵引降压混合变电所 4 座，降压变电所 5 座。停车场设牵引降压混合变电所 1 座和跟随降压变电所 1 座。

排洪南路主变电所、牵引降压混合变电所和跟随降压变电所工程占地、土石方已全部计入停车场工程已征地和土石方内；五里铺开闭所、降压变电所和混合变电所工程占地已分别计入相应车站工程占地。

(3) 排洪南路停车场

排洪南路停车场由 2 号线一期工程中间站公交五公司站接入，停车场区域内地势较为平坦，车辆段北侧紧邻既有排洪南路，南侧紧邻陇海铁路，西侧紧邻武警甘肃森林总队，东侧靠近焦家湾粮库专用线，停车场区域内地面高程 1536.1~1531.1m，停车场设计高程主要受控于出入段线连接、内涝水位、周边道路、通场道路连接及工程规模等因素，场区控制高程暂定为 1534.0m。

受用地条件限制，停车场采用横列尽端式布置，停车列检库按每条库线停放 1 列车考虑，近、远期设停车列检线 14 条，停放能力为 14 列车。洗车线 1 条，周月检线 1 条，临修线 1 条。停车场按功能分为若干区域，其中运用库按尽端式布置，顺接出入段线；洗车库按往复式布置于咽喉区的南侧，运用库西侧布置有综合楼；出入段线南侧布置有污水处理站换热站、北侧有综合楼、混合变电所等。停车场在西段咽喉区和列检库西北角设出入场道路两处，分别与停车场北侧的排洪南路相连。场内主干道宽 7m，次干道宽 4m，道路呈环状布置。

3. 施工生产生活区

本项目施工场地包括车站基坑和施工作业通道范围，以及布置施工临设、材料堆放及加工、施工机具停放、施工机械、模具和施工生活区等场地，因项目地处兰州市区，施工生产生活区均布置在车站上方和周围，并尽量利用车站周围的拆迁空地和城市公共用地布设。

本项目实际施工过程中共布设施工生活区 8 处，除 4 标、停车场标涉及共 0.42 hm² 场地移交，其余为租赁，详见表 1-2。

1 建设项目及水土保持工作概况

表 1-2 兰州轨道交通 2 号线一期施工生活区布设表

标段	区域	类型	具体位置	施工单位	坐标	面积	备注
第 1 标段	邮电大厦站	生活区	和政东路和平凉路丁字	中铁十六局集团	N36°02'30.40" E103°50'52.55"	租赁面积不计入总面积	租用房屋
第 2 标段	火车站站	生活区	火车站东边酒店	中交轨道工程局有限公司	N36°02'06.25" E103°51'00.98"	租赁面积不计入总面积	租用房屋
第 3A 标段	排洪南路停车场	生活区	同施工区, 排洪沟路甘肃农垦家园西	中国铁建大桥工程局集团有限公司	N36°01'33.25" E103°53'03.04"	租赁面积不计入总面积	租用房屋
第 3B 标段	公交五公司站	生活区	同施工区, 火车站站以东 (火车站东路)	八冶建设集团有限公司	N36°02'05.56" E103°51'26.16"	租赁面积不计入总面积	施工红线内建设临时建筑
第 4 标段	定西路站	生活区	同施工区, 定西路和瑞德大道丁字	中铁二十一局集团	N36°02'17.70" E103°51'56.96"	0.12	完工后移交
第 5 标段	雁园路站	生活区	雁园路和雁滩路丁字施工区以北	中铁六局集团	N36°03'49.09" E103°52'46.17"	租赁面积不计入总面积	租地建设临时建筑
第 6 标段	雁北路站	生活区	5 标生活区以北	中国中铁七局集团	N36°03'52.46" E103°52'47.90"	租赁面积不计入总面积	租地建设临时建筑
停车场标	排洪南路停车场	生活区	排洪沟路	中铁广州工程局集团有限公司	N36°01'49.79" E103°52'23.12"	0.30	完工后移交
合计						0.42	

四、工程投资及建设工期

项目建设实际总投资 90.78 亿万元，其中土建投资 29.67 亿元，水土保持投资 1332.05 万元。本工程 2016 年 6 月开工，2023 年 6 月完工。工程总工期 85 个月。

五、工程占地

工程建设占地面积为 22.59hm²，其中永久占地 14.13hm²，主要为站线区及附属设施占地，临时占地 8.46hm²，为施工生产生活区占地，项目建设占地类型为城市用地、交通用地。

六、工程土石方

本工程建设中土方开挖总量 227.88 万 m³、填方总量 52.71 万 m³，含表土剥离 7100m³（停车场标段），弃方 175.17 万 m³，弃于德龙弃渣场。

1.1.2 项目区概况

一、地形地貌

兰州地貌复杂多样，山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁，类型齐全，交错分布，地势自西南向东北倾斜。地形呈狭长状，东西长 1655 公里，南北宽 530 公里，复杂的地貌形态，大致可分为各具特色的六大地形区域。兰州地势西部和南部高，东北低，黄河自西南流向东北，横穿全境，切穿山岭，形成峡谷与盆地相间的串珠形河谷。峡谷有八盘峡、柴家峡、桑园峡、大峡、乌金峡等；盆地有新城盆地、兰州盆地、泥湾一什川盆地、青城一水川盆地等。还有湟水谷地、庄浪河谷地、苑川河谷地、大通河谷地等。

二、气象

兰州属温带大陆性气候。年平均气温 10.3℃。夏无酷暑，冬无严寒，是著名的避暑胜地。年平均日照时数为 2446 小时，无霜期为 180 天，年平均降水量为 327 毫米，主要集中在 6~9 月。兰州深居西北内陆，海洋温湿气流不易到达，成雨机会少，大部分地区气候干燥，属大陆性很强的温带季风气候。冬季

寒冷漫长，春夏界线不分明，夏季短促，气温高，秋季降温快。年平均气温在 $0 \sim 16^{\circ}\text{C}$ 之间，各地海拔不同，气温差别较大，日照充足，日温差大。各地年降水量在 $36.6 \sim 734.9$ 毫米，大致从东南向西北递减，乌鞘岭以西降水明显减少，陇南山区和祁连山东段降水偏多。受季风影响，降水多集中在 $6 \sim 8$ 月份，占全年降水量的 $50\% \sim 70\%$ 。无霜期各地差异较大，海拔多数地方在 1500 米到 3000 米之间，年降雨量约 300 毫米（ $40 \sim 800$ 毫米之间）。各地气候差别大，生态环境复杂多样。

三、水文

1. 地表水

兰州市域入境水资源丰富，贯穿市域的黄河及其支流湟水，大通河的入流量达 337 亿立方米，水量稳定，各季不封冻，含沙量也较小。黄河兰州段全长 152 千米，其中流经市区 45 千米。

2. 地下水

（1）西固-七里河盆地内孔隙潜水

该段主要位于七里河断陷盆地内，所揭露的地下水为第四系松散层孔隙潜水，地下水主要赋存于第四系全新统冲洪积（ $Q4al+pl$ ）砂卵石土以及下更新统冲积（ $Q1al$ ）卵石土层中，地下水类型属兰州断陷盆地松散岩类孔隙潜水，是兰州市的主要水源地。区内埋藏有大厚度砂卵石构成的含水层，最大厚度可达 316.77 m 。该区砂卵石层大致可以分为 2 层，上部 150 m 左右为疏松的砂卵石，下部砂卵石颗粒变细，较密实；含水层主要位于上部 150 m 范围以内。

（2）城关-雁滩盆地内黄河阶地孔隙潜水

该区段位于黄河南岸 I-II 级阶地，地下水类型为黄河阶地松散岩类孔隙潜水。地下水主要赋存于第四系全新统冲洪积（ $Q4al+pl$ ）砂卵石土层。区内由砂卵石构成的含水层，厚度可达 $7 \sim 17\text{ m}$ 。卵石下部的砂岩为相对隔水层，砂岩顶部可能存在局部孔隙、裂隙水。

（3）第三系强风化砂岩孔隙、裂隙潜水

根据原来对于兰州地区的普遍认识，兰州地区城关-雁滩盆地上部为第四系冲洪积碎屑堆积物，以人工填土、黄土状粉土、粉质黏土以及砂卵石组成，盆地基座为第三系砂岩（或泥岩）。城关-雁滩盆地内含水层主要为砂卵石层，下部第三系砂岩（或泥岩）一般为隔水底板。但根据在地铁施工开挖后降水情况表明，

兰州地区第三系砂岩（或泥岩）中，上部强风化砂岩层风化严重，裂隙及孔隙又较为发育，导致上部强风化砂岩中存在少量地下水。

四、植被与土壤

（1）植被

《兰州市城市绿地系统规划》中提到适地适树，乡土树种和引进树种相结合，以适于本地生长的乡土树种为主；选择抗性强的树种；速生树和慢生长寿树相结合；常绿植物与落叶植物种类相结合，以落叶植物为主；选用具有观赏价值的植物作为主景树。同时，规划中还明确了兰州市基调树种和主景树种，基调树种为刺柏、国槐、无刺槐、垂柳、馒头柳、栾树、臭椿、大叶白蜡、毛白杨、洋槐等；主景树种为雪松、白皮松、合欢、银杏、榆叶梅、碧桃、红叶李、青海云杉、银白杨、龙爪槐、水杉等。同时列出了不同的树种结构，如居住区绿地系统，行道树就以中乔木为主调树种，楼间距大于 20 米的可用大乔木，主要树种有：栾树、合欢、垂柳、无刺槐等；单位附属绿地系统树种以遮荫树为主；道路、广场绿地系统街道树应选择深根性、分枝点高、冠大荫浓、生长健壮、适应城市道路环境条件的树种，如国槐、栾树、无刺槐、馒头柳等。

（2）土壤

项目区属温带草原土壤区的陇中灰钙土亚区。主要土壤有黄绵土、黄土状粉土和灰钙土，黄绵土、黄土状粉土、灰钙土有机质含量低，一般不超过 1%，PH 值在 7.8~8.3 之间，呈碱性，土壤团粒结构差，遇水易分解，极易被侵蚀。

因成土因素的不同，地貌类型形成一定的差异，土壤在地域上呈一定规律分布。在南山沟壑山区，主要以黄绵土、红粘土为主，并有大面积裸露，极易发育成冲沟和切沟；在黄河两岸平川地以上、山旱地以下的坪台沟坡区，主要分布黄绵土，土层深厚（大于 2m），土壤含盐量约 0.06%，有机质含量约 0.7%，土壤养分含量低；栗钙土主要分布在背上梁峁区；在河滩和平川地的一、二级阶地，河滩由卵石粗砂等组成，河川地由洪积冲积物构成，主要为紫土和厚层漏砂土，河滩和平川地因河流的冲积和人工改道均分别形成了滩地和川区，目前是兰州市主要的蔬菜基地和工矿企事业单位和城镇的集中区。项目区内耕地表层土壤厚度约 1.0m，城市绿地表层土壤厚度在 0.2~0.5m。

五、社经情况

兰州市统计局联合国家统计局兰州调查队公布《2022 年兰州市国民经济和社会发展统计公报》。2022 年，全市加快稳增长政策措施落地见效，全力以赴稳住经济大盘，全市总体经济保持稳定增长。初步核算，全年全市地区生产总值 3343.5 亿元，比上年增长 0.8%。

2022 年，全市地区生产总值 3343.5 亿元，比上年增长 0.8%。其中，第一产业增加值 65.0 亿元，增长 5.0%；第二产业增加值 1150.8 亿元，下降 2.9%；第三产业增加值 2127.8 亿元，增长 2.4%。三次产业结构比为 1.94：34.42：63.64。按常住人口计算，人均地区生产总值 75992 元，比上年增长 0.3%。

2022 年全市城镇居民人均可支配收入 45277 元，增长 4.7%；农村居民人均可支配收入 17178 元，增长 6.1%。全市城镇居民人均消费支出 29465 元，比上年增长 3.8%；农村居民人均消费支出 13239 元，比上年增长 5.1%。

1.2 水土保持工作

一、水土保持方案编制情况

2014 年 12 月，兰州市轨道交通有限公司委托中铁第一勘察设计院集团有限公司开展了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持方案报告书》的编制工作，2015 年 5 月，甘肃省水利厅水土保持局以甘水利水保发〔2015〕46 号文对方案报告予以批复。

二、水土保持施工管理

兰州市轨道交通有限公司建设单位高度重视项目区水土保持及水土流失防治工作，项目开工后，根据《水土保持法》及相关法律法规要求，着手准备水土保持技术服务单位的招投标工作，根据招投标结果，于 2016 年 7 月委托甘肃省水利水电勘测设计研究院有限责任公司、黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站分别承担兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监理、监测工作。合同签订后，建设单位积极督促水土保持监理监测单位及时成立了监测项目部，要求监理、监测工作人员及时进驻工程现场，按合同及规范要求开展相关工作，督促监理监测单位及时编报了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监理实施细则》和《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场～雁北路段)水土保持监测实施方案》，

并组织召开了水土保持监理、监测技术交底会。

为了预防和治理工程建设过程中产生的水土流失,建设单位按照水土保持方案报告书的要求,坚持“预防为主,全面规划,综合防治,因地制宜,加强管理,注重效益”的水土保持方针,根据建设项目的实际情况,在工程建设过程中,为确保水土保持方案的落实,针对设计、监理和施工单位分别提出了相应的水土保持工程验收标准,并在合同文本中予以明确。

一是在施工过程中,明确要求施工单位履行水土保持职责,合理安排施工工序和进度,尽量减少各分项工程之间的相互干扰,避免二次开挖。要求施工单位严格落实水土保持方案设计的临时防护措施,工程建设过程中进行了彩钢板、空心砖、临时泥浆沉淀池、临时洒水等临时防护措施;在大风、暴雨天气之前,对裸露地面、施工区域、临时堆土及时采取覆盖、洒水等措施;合理安排年度实施计划,确保了施工单位将水土保持工作贯彻到工程施工全过程,减少了因施工而造成新的水土流失。

二是在工程开挖、填筑时,严格按照设计边线控制,尽可能减少工程占地,努力实现资源节约最大化。本着“因地制宜、功能达标”的原则,切实做好各类水土保持工程的施工,保证了工程安全,有效防治了水土流失。

三是依据本项目方案措施设计内容及工程现状多次优化,提出的高标准的水土保持防护措施实施要求,并及时通过设计将防护理念转化为工程实际,本项目大幅增加了土地整治、乔木、灌木、绿篱的标准和工程量。通过招投标制度择优选取水土保持工程施工单位,按计划如期实施完项目的水土保持综合治理措施。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

为了及时、准确掌握本项目建设期各标段水土流失状况和防治效果,加强水土保持设计和施工管理,优化水土流失防治措施,协调水土保持工程与标段施工进度,及时发现重大水土流失危害隐患,提出防治对策建议,提供水土保持监督管理技术依据和公众监督基础信息,2016年7月,兰州市轨道交通有限公司委托

我站(黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站)承担了本期项目的水土保持监测工作。

接受委托后,我站及时组建了由水土保持、水工、水文、林学、农学、草业科学等专业技术人员组成的“本项目水土保持监测项目部”。并依据《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保〔2015〕139号)和水土保持方案及其批复文件,在对本项目施工中、防治责任范围内水土流失、水土保持现状调查的基础上,编制了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场~雁北路段)水土保持监测实施方案》(以下简称:《实施方案》)。确定了本期水土保持监测目的、监测任务、监测范围、监测内容、监测技术路线和方法等。监测过程中,按照《实施方案》确定的技术路线和监测方法,组建了监测机构、配备了监测设备、将监测范围划分了监测分区、分区布设了监测点位、监测设施、安装了监测设备;采取资料分析、实地测量和地面观测监测法,通过每月定期和不定期全面巡查或重点调查相结合的方式开展了监测工作;对每次巡查、调查监测资料及时整理、分析,并根据监测结果及时编报“水土保持监测意见”和“水土保持监测季报”,编报“水土保持监测年度报告”。

一、监测目标

本期水土保持监测目标就是本项目方案确定的水土流失防治目标。即通过本期水土保持监测,及时、准确地掌握本项目建设期内水土流失状况和防治效果,及时发现重大水土流失危害隐患,提出防治对策建议;落实水土保持方案,加强水土保持设计和施工管理,优化水土流失防治措施;协调水土保持工程与主体工程建设进度。进而使本项目建设区扰动土地整治率、水土流失总治理度、水土流失控制比、植被恢复率、林草覆盖率、拦渣率等6项水土保持指标达到本项目方案确定的水土流失防治目标值。

本项目方案确定的水土流失防治目标详见表 1-3。

表 1-3 水土流失防治目标表

评价指标	评价指标定义	目标值 (%)
扰动土地整治率 (%)	水保措施面积+建筑面积+水面面积与扰动地表面积之比	95
水土流失总治理度 (%)	水保措施面积与造成水土流失面积之比	90%
水土流失控制比	侵蚀模数容许值与侵蚀模数达到值之比	1.0
植被恢复率 (%)	绿化总面积与可绿化面积之比	92%
林草覆盖率 (%)	绿化总面积与防治责任范围面积之比	15%
拦渣率 (%)	实际拦渣量与弃土弃渣量之比	95%

二、监测任务

对应上述监测目标，本期水土保持监测任务分三个方面。

1、及时、准确掌握项目水土流失状况和防治效果，及时发现重大水土流失危害隐患，提出防治对策意见和建议。

依据本项目方案及其批复，运用实地测量、资料分析和地面观测相结合的监测技术，采用定期观测、定期调查、定期巡查和适时加测的监测方法，对本项目施工中水土流失防治责任范围内水土流失的数量、强度、成因和影响范围进行动态监测，重点对站线区、附属设施区大开挖段、开挖土量及流向、水土流失及水土保持措施实施进度等进行监测，分析、评价各施工区施工过程中的水土流失动态变化。从而，及时、准确掌握施工区水土流失状况和防治效果，及时发现重大水土流失危害隐患，并及时提出防治对策意见和建议。

2、落实水土保持方案。

通过对各施工区扰动土地面积、土方量及流向、水土流失及水土保持措施实施进度等监测，及时、准确掌握各分区水土流失防治效果及水土流失危害隐患，提出针对性的水土保持监测意见，促使加强水土保持设计和施工管理，优化水土流失防治措施，协调水土保持工程与主体工程建设进度，确保水土保持方案的有效落实。

3、提供水土保持监督管理技术依据和公众监督基础信息。

在以上水土保持监测任务完成的基础上，及时提交水土保持监测意见、水土保持监测季度报告和水土保持监测年度报告等水土保持监测成果，为水土保持监督管理和公众监督水土保持提供技术依据。同时，为建设单位提供信息，从而采取有力的管理措施，实施有效的监督管理，促进施工单位的水土保持工作。

三、监测时段

本项目方案报告书设计水土保持监测时段是从施工准备期至设计水平年结束期。根据本项目水土保持措施实际实施进度情况及监测委托时间，本期水土保持监测确定水土保持监测总时段为7年（即2016年7月～2023年6月）。

四、监测范围

依据《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保[2015]139号)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)等相关规定项定，施工中的防治责任范围即是项目的监测范围，本期水土保持监测范围包括工程建设征占、使用和其他扰动区域，总面积22.59hm²，详见表1-4。

五、监测分区

按照本项目水保方案划书划分的水土保持监测分区，根据工程特点、施工状况，将水土保持监测范围划分为站线区（停车场出入线、地面站）、附属设施区（停车场、主变电站）、施工生产生活区三个监测分区，详见表1-4。

表 1-4 水土保持监测分区表 单位：hm²

防治区	工程组成	合计	占地类型	占地性质
		(hm ²)	(hm ²)	
站线区	停车场出入线	0.54	城市用地	永久
	地面站	3.28	城市用地	永久
	小计	3.82		
附属设施区	停车场	9.96	城市用地	永久
	主变电站	0.35	城市用地	永久
	小计	10.31		
施工生产生活区	施工场地	8.46	城市用地	临时
	小计	8.46		
合计		14.13		永久
		8.46		临时
		22.59		

1.3.2 监测项目部设置

按照《实施方案》实施进度时段计划，2016年7月，为本监测期监测准备阶段。期间：首先组建了“兰州市城市轨道交通2号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监测项目部”，由总监测工程师1人、监测工程师及监测员6人

组成。详见表1-5。

其次，项目部组织人员认真收集了项目区自然、水土保持规划、区划、水土流失治理情况等资料；收集了工程的平面布局、设计、施工、监理等资料；收集了各施工区占地、土石方量、施工进度情况和水土保持设施建设情况等资料。在全面收集资料的基础上，对照本项目方案实地测量核实了本项目水土流失防治责任范围及占地类型、已有水土保持设施类型、数量及其水土流失防治效果等。通过调查核实，确定了水土保持监测重点区域的位置和数量，并认真编报了《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监测实施方案》。

其三，组织召开了“兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）水土保持监测技术交底会”。参加会议的由建设单位、施工单位、主体监理、水土保持监理单位、水土保持监测机构等相关人员。

通过水土保持监测交底会，对本项目方案报告书设计内容、项目实施中水土保持工作要求、以及水土保持监测内容、工作方法等作了详细说明；对参建各方相互协作、密切配合等提出了建议和要求；建立了参建各方工作联系机制和工作流程，正式启动了本项目水土保持监测工作。

其四，配备了监测设备，布设了监测设施。

表 1-5 本项目水土保持监测项目部组成及人员名单

序号	姓 名	性别	年龄	职称	专业	岗 位	项目分工
1	寇 权	男	54	高级工程师	土壤农化	总监测工程师	项目部负责人
2	麻宗荣	男	57	高级工程师	农业水利工	监测工程师	监测数据采集及报告编制
3	郭 嘉	男	33	工程师	土木工程	监测工程师	监测数据采集及成果管理
4	田小东	男	44	工程师	园艺	监测工程师	监测数据采集及报告编制
5	邵文旺	男	41	工程师	水土保持	监测工程师	遥感监测
6	孟繁浩	男	29	助理工程师	水土保持	监测员	监测数据采集及成果管理
7	王佳	女	29	助理工程师	土地管理	监测员	监测数据采集及成果管理

1.3.3 监测点布设

一、监测重点

本项目的监测重点为，水土保持方案落实情况，土石方情况及施工场地安全要求落实情况，扰动土地及植被占压情况，水土保持措施（包括临时措施）实

施情况，水土保持责任制度落实情况。

二、监测点布设

监测项目部技术人员按照《建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015年6月）的要求，结合工程实际，针对工程水土流失状况、水土保持防治效果、植物生长状况等开展监测，共计布设固定监测点6个、调查监测点9个。与水土保持方案监测点相比，站线区监测点增加一处，附属设施区监测点数量无变化，施工生产生活区监测点增加一处，细化了监测点布设，详见表1-6。

表 1-6 建设期固定监测点布设情况一览表

监测单元	经纬度	位置	监测点方法	监测内容	编号
站线区监测单元	103°52'11.91" 36°01'51.66"	停车场出入线	简易水土流失观测场、现场量测、现场调查法	扰动面积、土壤流失量、土石方量、水土保持措施	1#
	103°50'44.59" 36°02'36.57"	地面站	现场量测、现场调查法	土壤流失量、土石方量、扰动面积、土石方量、水土保持措施	2#
附属设施区监测单元	103°52'21.64" 36°01'49.76"	停车场	简易水土流失观测场、侵蚀沟法、现场量测、现场调查法、	水土流失气象因子、土壤流失量、扰动面积、土石方量、水土保持措施	3#
	103°52'30.56" 36°01'45.26"	主变电站	现场量测、现场调查法	土壤流失量、扰动面积、土石方量、水土保持措施	4#
施工生产生活区监测单元	103°51'59.47" 36°02'23.88"	施工场地	简易水土流失观测场、现场量测、现场调查法、	土壤流失量、扰动面积、土石方量、水土保持措施	5#
	103°52'51.94" 36°03'57.83"	施工场地	原地貌、简易水土流失观测场	水土流失量背景值	6#
合计	6 处				

1、监测点类型设置

根据水土保持监测目标和监测任务，本期监测采用了资料分析、实地测量(调

查)和地面(定位)观测相结合的水土保持监测方法。按照既定监测方法,本期设置了两类水土保持监测点:实地测量(调查)综合监测点和地面(定位)观测土壤流失量监测点。

2、监测点布设

(1)实地测量(调查)综合监测点布设

扰动土地类型、扰动土地面积、土(石、料)量、水土保持措施数量等,树木生长量、栽植密度、成活率、保存率、树高、冠幅、郁闭度等,种草出苗率、草层高度、盖度、保存面积等水土保持措施运行情况数量指标的监测内容,在资料分析的基础上,运用手持GPS、手持激光测距仪、测绳、皮尺、钢尺等量测工具进行实地测量(调查)。实地测量点按监测分区布设,即按站线区、附属设施区、施工生产生活区布设9处。

(2)固定监测点:根据项目监测的重点共布设固定监测点位6个,其中,简易土壤侵蚀观测场及综合调查点4处,气象站1处、原地貌监测点1处。根据建设项目特点,对于不同监测内容采取不同监测方法,具体为:主体工程扰动面积监测采用沿线实地量测、巡查等方法进行;施工生产生活区面积采用实地调查结合室内计算机面积量测的方法进行监测;土壤侵蚀监测采用简易土壤侵蚀观测场、简易坡面测量等方法进行定点监测;植被监测采用现场量测与标准样地相结合的方法进行监测。

简易土壤侵蚀场观测法

选不同扰动类型或布设有不同水土保持措施、较整齐的坡地为样地,分别布设简易土壤侵蚀观测场:将 $\Phi 10$ 、长50cm~100cm的钢筋制成钢钎,按1m~2m(视坡面面积而定)的等间距(水平投影距离),分上中下、左中右各3根,垂直地面插入地下,使钢钎钉帽与坡面齐平,(详见图1.3-1),并在钉帽上涂上油漆,编号登记,并量测、记录钢钎出露地面初始高度(以mm为单位)。以后每次暴雨后和每年汛期后分别量测钢钎出露地面高度,求算与钢钎出露地面初始高度之差,得到每次暴雨或每年降雨对样地土壤的侵蚀厚度,进而计算每次暴雨或每年降雨所产生样地的土壤侵蚀模数。

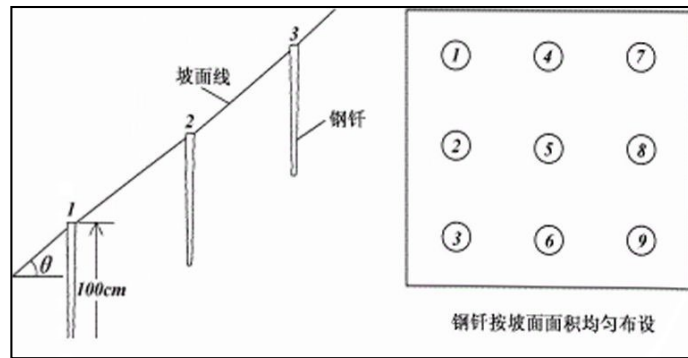


图 1.3-1 简易土壤侵蚀场观测法示意图

简易坡面侵蚀沟测量观测法

主要布设在堆弃时间长,堆体表面风化、并形成明显雨水侵蚀沟(详见图 1.3-2)的边坡上。在选定的坡面,量测坡面形成初的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等,并记录造成侵蚀沟的次降雨。在每次降雨或多次降雨后,量测侵蚀沟的体积,得出沟蚀量,计算水土流失量.当观测坡面能保存一年以上时,应量测至少一年的流失量。

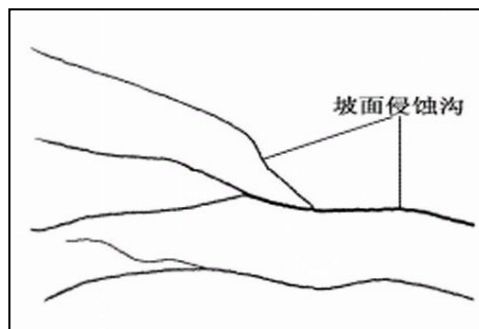


图 1.3-2 简易坡面侵蚀沟测量示意图

1.3.4 监测频次

依据生产建设项目水土保持监测规程和本项目方案水土保持监测设计,结合煤矿生产运行实际情况,本期水土保持监测频次执行情况如下:

1、扰动土地情况监测

扰动土地情况,每季度实地量测 1 次。

2、土(石、料)量监测

土石方开挖量,回填量

调出及调入去向、方量、防护措施情况等每月实地至少测量 1 次。

3、水土流失防治措施监测

水土保持措施数量一季度实地测量 1 次。

4 水土流失监测

土壤流失量监测频次，根据地面观测方法的不同而区别：简易坡面测量法，每样地一个样方测量 1 次，每年汛期前、后选择不同的样地，布设不定位的样方进行测量；简易土壤侵蚀场观测法，每年汛期后测量 1 次。

水土流失危害监测频次，发生水土流失危害后及时监测。

1.3.5 监测设施设备

为确保本项目水土保持监测，购置、配备了专项水土保持监测仪器、设备，详见表 1-7，组织项目部监测人员按时进场，布设监测点位和监测设施、安装监测设备，开展监测工作。

表 1-7 本项目水土保持监测仪器设备配置一览表

类型	名称及规格	单位	数量
交通设备	越野车	辆	1
测量设备	集思宝手持式 GPS	台	2
	NTS-382R6 南方全站仪	台	1
	50m 皮尺	把	1
	2m 钢卷尺	把	2
	塑料直尺	把	2
	手持激光测距仪（测程 250m，测距误差值：±1.0 mm）	台	2
取样分析设备	φ50.46mm×h50mm 环刀(100cm³)	只	20
	φ70mm×h52mm 环刀(200cm³)	只	20
	φ55mm×h35mm 铝盒	只	20
	φ60mm×h60mm 铝盒	只	20
	FA2004 电子天平	架	1
	101-1A 电热恒温鼓风干燥箱	台	1
	TZS-1K 土壤水分速测仪	台	1
影像设备	佳能数码像机	台	1
	大疆精灵 4 无人机	架	1
布样观测设备	φ10×50 钢钎	支	150
办公设备	联想台式电脑	台	2
	联想笔记本电脑	台	2
	HP 打印机	台	2
	QCJ-2000 型数字求积仪	个	2

1.3.6 监测技术方法

本项目主要采用了调查监测、巡查监测和地面定位监测方法。对项目建设动态监测资料，采取收集主体工程施工、监理现场记录及相关文件，邀请参与主体

施工的工程技术人员座谈、访问等统计调查方法；对影响水土流失的主要因子如地形地貌、降雨、水土流失危害、生态环境的变化以及水土保持方案实施等情况采用调查监测法；植被监测主要采用标准样地调查法；水土流失动态监测是本项目重点监测的内容，通过简易土壤侵蚀观测场、简易坡面测量等监测方法，分析确定了各类扰动地表类型土壤侵蚀模数，进而分析计算了项目建设过程中的水土流失动态。对施工中临时堆土点和易造成较大流失的地方，采取定期或不定期进行水土流失和水土保持措施监测。

2016 年 7 月~2023 年 6 月，监测项目部技术人员按照《水土保持监测技术规程》（SL227—2002）、《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保[2009]187 号）及《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（2015 年 6 月）的要求，结合工程实际，布设了监测设施，并及时开展水土保持监测工作。

1.3.7 监测成果提交情况

2016 年 7 月~2023 年 6 月为监测实施阶段，期间对本项目生产运行中的水土流失及其防治情况进行了全面的水土保持监测，重点对扰动土地面积、取（弃）土、水土流失及水土保持措施落实等情况实施了监测。

依据本项目方案水土保持监测设计，本期水土保持监测采用了资料分析、实地测量和地面观测相结合的监测方法。通过认真监测，及时、准确地掌握工程建设进展情况、水土流失动态、水土保持措施实施进度及其水土保持效果，在此基础上，整理汇编成监测成果文件，本监测期共提交水土保持监测实施方案 1 份，水土保持监测意见书 3 份，共编报水土保持监测季度报告表 27 期，编报水土保持监测年度报告 7 期。

本期水土保持监测得到各级水行政各部门、建设单位、参建单位相关领导以及监理单位、大力支持和积极配合，及时落实了水土保持监测意见和建议。本期水土保持监测期未发生重大水土流失危害事件。

2023 年 6 月进入监测总结阶段，项目部全体监测人员分工协作，按照水土保持监测分区全面汇总监测数据和监测成果，全面分析各类型水土保持措施实施数量和工程质量，综合评价本项目方案实施后项目建设区水土流失防治效果。在汇总、分析评价的基础上编制完成了本水土保持监测总结报告。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

2.1.1 监测内容

建设项目的防治责任范围按《生产建设项目水土保持技术标准》（GB/T50433-2018）规定，防治责任范围包括永久征占地和临时占地及其他使用管辖区域。本项目永久征占地面积主要包括站线区的占地及附属设施区的征占地等主体工程的征占地，此类用地在项目建设前已经确定，施工阶段基本保持不变，临时占地主要包括施工生产生活区等为主体工程施工服务的临时建（构）筑物的临时占地，临时占地随着工程进展有一定变化，防治责任范围动态监测主要是通过监测临时占地的面积，确定施工期防治责任范围面积。

扰动土地情况监测内容主要包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况，是水土流失因子监测的主要内容。本项目监测的重点地段为站线区、附属工程区大开挖施工区、临时堆料、土方挖填平衡情况等。水土流失防治责任范围监测包括项目永久占地和临时占地的监测。在实际监测过程中，由于建设单位制定了严格的环境保护和水土保持管理制度，要求设计、施工、监理单位严格执行，并纳入工程建设考核，通过调查监测，施工单位在工程建设过程中一切施工活动尽可能控制在永久征地或临时租地范围内进行，因此，扰动土地情况主要监测项目建设占地和临时占地两部分。

2.1.2 监测方法与频次

扰动土地情况监测主要采用了资料分析、实地量测、遥感监测的方法。

建设占地监测通过查阅项目主体设计及项目征地明细资料获得，并经过外业实地量测或通过遥感影像进行面积量算进行验证。临时占地主要采取实地调查的方法取得。

（1）站线区占地属线性工程，通过现场调查结合查阅资料、利用GPS测定走向及长度，通过现场测定和查阅资料的方法测其宽度和长度，然后通过计算确定其扰动范围。

(2) 附属设施等面状工程属永久占地，通过野外实地调查确定每个工点在建设过程中的扰动范围，在天气情况允许的情况下用实地量测结合卫星影像确定其扰动范围，根据调查所得数据与遥感技术和卫星影像图相互印证，计算附属设施区扰动土地面积。

(3) 水土保持防治措施的数量和质量、林草成活率、保存率、生长情况及覆盖度、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况及各项防治措施的拦渣保土效果等项目监测采用样方调查结合巡视量测、计算的方法进行。

(4) 工程建设中土石方量变化，通过实地调查、遥感监测的方法，通过对施工现场开挖过程中的扰动范围，测量，查阅相关资料等通过计算所得。

2.2 取（弃）土（渣）场

2.2.1 监测内容

取土（石、料）弃土（石、渣）情况监测指标包括：数量、位置、方量、表土剥离、防治措施落实情况。主要通过遥感监测、实际量测的方法，对工程建设中扰动土地面积，挖方、填方数量及占地面积，取、弃土（渣）量及堆放情况（面积、坡长、高度）等情况进行监测。

2.2.2 监测方法与频次

根据土石方调配结果，工程所需砂石料全部采取外购的方式，砂石料场的水土保持防治责任、措施和投资均由供应方负责，满足水保要求；根据水保方案，本工程弃土弃渣运往兰州市城市管理综合行政执法局指定弃渣场集中弃置，弃渣费用中已包含水土流失防治费用。弃渣场的建设及水土流失防治责任、防治措施和投资费用等均由兰州市城市管理综合行政执法局负责。

水保方案要求将停车场弃土弃渣与区间和车站挖方弃渣一并运往兰州市城市管理综合行政执法局指定弃渣场集中弃置，无取土场、弃渣场的设置。

2.3 水土保持措施

2.3.1 监测内容

水土保持措施监测主要是对工程措施、植物措施和临时防护措施进行全面监测。监测内容包括措施类型、开（完）工日期、位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度（郁闭度）、防治效果、运行状况等。植物措施主要监测整地方式、苗木质量、栽植方法、林草种植面积、栽植密度、成活率、保存率、生长情况及覆盖（郁闭）度，扰动土地林草恢复情况及林草植被恢复率、林草覆盖率、保水保土效果等；工程措施监测的主要内容是实施数量、质量、有无混凝土盖板沟、土地整治、防护工程稳定性、完好程度、保水保土效果、运行情况等。临时措施主要监测临时彩钢板、空心砖数量、临时洒水工程量等。

2.3.2 监测方法与频次

水土保持措施监测采用实地量测、标准样地调查、遥感监测和资料分析的方法。对防治措施的数量和质量、林草成活率、保存率、生长情况及覆盖度、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况及各项防治措施的保水保土效果等项目监测采用样方调查结合巡查量测、分析计算的方法进行。工程措施中的混凝土盖板沟、溢流池、土地整治、通过实地调查量测取得，土地平整工程量通过查阅设计资料计算而来。临时防护措施通过调查施工现场的临时防护措施数量推算已经建成工程的临时防护量。

样方调查时选择有代表性的地块作为标准地进行调查，标准地的面积为投影面积，乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。观测并计算乔木林的郁闭度、灌木林与人工种草的覆盖度。林地郁闭度监测用树冠投影法，草地盖度的监测用针刺法。

（1）乔木林郁闭度监测

用树冠投影法。实测样方内立木投影，勾绘到图纸上，求算面积；用实测立木投影面积与林地面积之比计算林地郁闭度。

$$\text{计算公式为：} D = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{F_e}$$

式中：D：林地郁闭度；

F_i ：样方内实测立木投影面积， m^2 ；（ $i=1, 2, \dots, n$ ）

F_e ：样方面积， m^2 ；

（2）灌木林盖度监测

用测绳在所选样方的灌木上方水平拉过，垂直观测株丛在测绳垂直投影的长度，并用钢卷尺测量、计算灌木总投影长度，与测绳总长度之比即为灌木林盖度（%），采用此法应在不同方向上取 3 条线段求其平均值。计算公式如下：

$$R2 = l/L \times 100$$

式中：R2：灌木盖度，%

l：测绳长度，cm

L：投影长度，cm

（3）草地盖度监测

人工草地盖度监测用针刺法。在监测样方内选取 $1 \times 1\text{m}^2$ 的小样方，在钢卷尺或样方绳上每隔 10cm 作一标记，用粗约 2mm 的测针，顺序在小样方内上下左右间隔 10cm 的点位上（共 100 点）从草的上方垂直插下，测针与草相接触即算一次“有”，如不接触则算“无”，在表格内登记，最后计算各次数。

$$\text{草地盖度计算公式为：} R1 = \frac{N - n}{N} \times 100$$

式中：R1：草地盖度，%；

N：测针总次数，次；

n：“不接触”的次数，次。

（4）林草覆盖率计算

根据林草郁闭度（盖度）大于 20% 的规定，计算出整个项目区的林草植被覆盖度（%）。计算公式为： $C=f/F$

式中：C：林草植被覆盖度，%；

f：郁闭度（盖度）大于 20% 的林草地总面积， km^2 ；

F：项目区总面积， km^2 。

在填写监测成果表时，同时填写标准样地记录表。

2.4 水土流失情况

2.4.1 监测内容

水土流失情况监测主要包括土壤流失面积、土壤流失量、取土潜在土壤流失量和水土流失危害等内容。监测期内未发生由项目建设引起的基础设施和民用设

施的损毁，水库淤积、河道阻塞、滑坡、泥石流等危害。因此，水土流失情况监测内容主要是土壤流失面积、土壤流失量监测。

2.4.2 监测方法与频次

工程实施过程中的水土流失监测，主要采用现场调查监测、定点监测相结合的方式，目的是随时对施工组织和工艺提供建议，以保证最大限度地控制施工造成的水土流失。

(1) 水土流失因子监测采用调查监测与资料分析的方法，包括项目区的地形地貌、地面物质组成及其结构。降雨情况通过收集当地气象局气象资料的方法取得；植被类型及覆盖度、水土保持设施的数量与质量、建设项目扰动地表面积、挖填方数量及面积等通过调查监测取得，方法与扰动面积监测方法相同。

(2) 土壤流失量动态监测。主要监测项目实施前后土壤侵蚀的类型、侵蚀强度、侵蚀面积、侵蚀量以及对周边地区和下游造成的危害等。针对不同地表扰动类型的流失特点，分别采用简易土壤侵蚀观测场、简易坡面测量等方法，进行多点位、多频次监测，经对比分析得出不同扰动类型的侵蚀模数及土壤侵蚀量。

本项目采用简易土壤侵蚀观测场及简易坡面测量法监测各监测分区的土壤侵蚀状况。

□ 水蚀监测

对不同扰动类型侵蚀强调的监测，采用地面地位监测方法量测坡面的坡度、坡长、地面组成物质、容重等；采用雨量计观测每次降雨过程降雨量和降雨强度；采用简易土壤侵蚀观测场及简易坡面测量等观测土壤流失量。

A 简易土壤侵蚀观测场

将直径 0.6cm、长 80cm、类似钉子形状的钢钎相距 1m×1m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，为提高精度，钢钎密度可加大。每次暴雨后、汛期结束以及时段末，观测钉帽出露地面高度，计算土壤侵蚀深度和土壤侵蚀量。计算公式采用： $A=ZS/1000\cos\theta$ ，

式中：A—土壤侵蚀量（ m^3 ），

Z—侵蚀深度（mm），

S—水平投影面积（ m^2 ），

θ —斜坡坡度（度）。

B 简易坡面测量（侵蚀沟样方法）

侵蚀沟样方法通过调查实际出现的土壤侵蚀情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。必须及时了解工程进展和施工状况，通过照相、录像等方式记录，确认水土流失的实际发生过程。

在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽 > 100cm）、中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽 < 30cm）分三类统计，每条沟测定沟长和上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。为了计算出样方内侵蚀土壤重量，需测定样方内原土壤的容重。根据侵蚀沟的形状、尺寸计算土壤流失体积，然后利用土壤容重换算。计算公式为：

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

式中：M——样地侵蚀量（t）；

S_i ——第 i 个断面的面积（ m^2 ）；

S_{i+1} ——第 $i+1$ 个断面的面积（ m^2 ）；

l ——样地断面间距（m）；

r ——土壤容重（ t/m^3 ）；

n ——断面数。

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 水土保持防治责任范围

(1) 水土保持方案防治责任范围

经水保方案优化,取消取土场、弃土场和通往取、弃土场施工便道临时占地面积后,项目建设区面积共计 29.89hm^2 ,其中工程永久占地 14.17hm^2 ,临时占地面积为 15.72hm^2 。

方案项目防治责任范围面积共计 30.79hm^2 ,其中,项目建设区面积为 29.89hm^2 ,直接影响区面积为 0.90hm^2 。详见表 3-1。

表 3-1 水保方案防治责任范围 单位: hm^2

行政区	工程组成	征地面积	直接影响区面积	合计	占地类型	占地性质
城关区	站线区	3.85	0.12	3.97	城市用地	永久占地
	附属设施	10.32	0.31	10.63	城市用地	永久占地
	施工生产生活区	15.72	0.47	16.19	城市用地/交通用地	临时占地
合计		29.89	0.9	30.79		

(2) 施工期防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2018)相关释义,防治责任范围包括永久征占地和临时占地及其他使用管辖区域。本项目永久征占地面积主要包括在站线区、附属设施区等主体工程的征占地。临时占地主要包括施工生产生活区,为主体工程施工服务的临时建(构)筑物的临时占地。

经查阅主体工程征地批复、施工资料、监理资料,结合现场调查监测(现场测量、GPS 测量、卫星影像图测算),施工期项目区水土流失防治责任范围总面积为 22.59hm^2 ,其中永久占地 14.13hm^2 ,临时占地 8.46hm^2 。根据监测结果各分区防治责任范围面积分别为,站线区面积为 3.82hm^2 ,附属设施区面积 10.31hm^2 ,施工生产生活区面积为 8.46hm^2 。实际监测水土流失防治责任范围表详见下表 3-2。

表 3-2 实际监测防治责任范围 单位: hm^2

行政区	工程组成	建设面积	直接影响区面积	合计	占地类型	占地性质
城关区	站线区	3.82	0	3.82	城市用地	永久占地
	附属设施	10.31	0	10.31	城市用地	永久占地
	施工生产生活区	8.46	0	8.46	城市用地/交通用地	临时占地
合计		22.59	0	22.59		

(3) 施工期防治责任范围监测结果分析

方案批复本项目水土流失防治责任范围 30.79hm^2 ，其中永久占地 14.17hm^2 ，临时占地 15.72hm^2 ；施工期实际发生的水土流失防治责任范围为 22.59hm^2 ，其中，永久占地 14.13hm^2 ，临时占地 8.46hm^2 ，详见表 3-3。

表 3-3 施工期防治责任范围变化对比表 单位: hm^2

工程组成	水保方案设计			实际发生			变化结果		
	建设区面积	直接影响区面积	合计	建设区面积	直接影响区面积	合计	建设区面积	直接影响区面积	合计
站线区	3.85	0.12	3.97	3.82	0	3.82	-0.03	-0.12	-0.15
附属设施	10.32	0.31	10.63	10.31	0	10.31	-0.01	-0.31	-0.32
施工生产生活区	15.72	0.47	16.19	8.46	0	8.46	-7.26	-0.47	-7.73
合计	29.89	0.9	30.79	22.59	0	22.59	-7.3	-0.9	-8.20

监测结果表明，施工期防治责任范围较水土保持方案设计范围面积减少了 8.20hm^2 ，其中站线区面积减少了 0.15hm^2 ，附属设施区面积减少了 0.32hm^2 ，施工生产生活区面积减少了 7.73hm^2 。

变化主要原因：

1. 站线区面积减少了 0.15hm^2 ，主要是由于方案设计的 0.12hm^2 的直接影响区面积未发生，减少 0.03hm^2 建设区面积是由于工程在实际施工过程中征地原因减少了 0.03hm^2 。

2. 附属设施区面积减少了 0.32hm^2 ，主要是由于方案设计的 0.31hm^2 的直接影响区面积未发生，减少 0.01hm^2 建设区面积是由于工程在实际施工过程中征地原因减少了 0.01hm^2 。

3. 施工生产生活区面积减少了 7.73hm^2 ，主要是由于方案设计施工生产生活区 7 处，占地 15.72hm^2 。本项目施工过程中征租地困难且费用高，实际共布设施工生活区 8 处，除 4 标、停车场标涉及完工移交外，其余均为租赁城市现有建筑，再将

本项目施工场地包括车站基坑和施工作业通道范围，以及布置施工临设、材料堆放及加工、施工机具停放、施工机械、模具等场地纳入后，项目实际施工生产生活区面积为 8.46hm^2 。因项目地处兰州市区，施工生产生活区均布置在车站上方和周围，并尽量利用车站周围的拆迁空地和城市公共用地布设。其次，方案设计的 0.47hm^2 的直接影响区面积未发生。

3.2 取土（石料）监测结果

3.2.1 水土保持方案设计取土（石料）情况

根据轨道交通 2 号线一期工程的水土保持方案设计，优化施工组织安排，加大土石方调配力度，利用停车场出入线明挖区间土方和定西路至五里铺区间挖方作为停车场填方量，减少工程取土量和取土场临时占地面积，从源头遏制工程建设新增水土流失的产生。

3.2.2 取土场位置及占地面积监测结果

本工程不设置取土场，由于设计变更，停车场挖方量明显增加，多余的土方能够满足实际施工需要，不再从停车场出入线路基工程挖方和定西路至五里铺区间挖方中调运，不产生新的取土。

3.3 弃土（石）渣监测结果

3.3.1 水土保持方案设计弃土（石）渣情况

本工程方案设计共产生弃土弃渣 165.36 万 m^3 。水土保持方案将停车场弃土弃渣与区间和车站挖方弃渣一并弃往兰州市城市管理综合行政执法局指定弃渣场集中弃置，以减少工程临时占地面积，预防新增水土流失。

3.3.2 弃渣场位置及占地面积监测结果

通过实际监测，工程总弃渣量为 175.17 万 m^3 ，均弃往德龙弃渣场集中弃置，并签订了弃土协议，具体附件附后。弃渣场的建设及水土流失防治责任、防治措施和投资费用等均由弃土弃渣接受方负责，建设单位不承担弃渣场的水土流失防治责任、

措施和投资费用。各标段土石方平衡情况详见表 3-4。

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

工程设计土石方填挖总量约 257.94 万 m^3 ，其中挖方 211.65 万 m^3 ，挖方填方（利用方）46.29 万 m^3 ，挖方远大于填方。产生弃土弃渣 165.36 万 m^3 。

工程实际土石方填挖总量约 280.59 万 m^3 ，其中挖方 227.88 万 m^3 ，挖方填方（利用方）52.71 万 m^3 ，含表土剥离 7100 m^3 （停车场标段）。挖方远大于填方。产生弃土弃渣 175.17 万 m^3 ，与水保方案设计相比，工程挖方增加了 16.23 万 m^3 ，填方（利用方）增加了 6.42 万 m^3 ，弃方增加了 9.81 万 m^3 ，主要是由于水保方案是根据可行性研究报告编制，工程在初步设计阶段及施工图阶段均有设计变化，可研到施工图详细变化如下：

2 标涉及的邮电大楼～火车站区间隧道长由 762.017m（双线延米）变为区间隧道左线长 698.323m，右线长 707.844m；火车站车站总长由 243.00m 变为 240m，工程总体挖方量减少。

3A 标涉及的区间隧道长由 752.403m（双线延米）变为区间隧道左线长 809.092m，右线长 805.700m，工程总体挖方量增加。

5 标涉及的五里铺～雁南路区间隧道长由 766.659m（双线延米）变为区间隧道左线长 993.368m，右线长 992.356m；雁园路～雁北路区间隧道长由 667.837m（双线延米）变为盾构区间隧道左线长 567.9m，右线长 3569.151m；雁园路站车站全长由 178m 变为 182.3m，工程总体挖方量增加。

6 标涉及的雁南路站车站全长由 330.1m 变为 182m，工程总体挖方量减少。

停车场标场坪标高由 1534m 变为 1530.45m，工程总体挖方量增加。

本工程 4 标、停车场标完工后施工生产生活区硬化场地均办理移交手续，用于其他项目，临时建筑拆解后运至其他工程继续拼装使用，不产生新的弃渣。

方案设计与实际土石方对比表见表 3-5。

3.4 其他重点监测情况

轨道交通 2 号线一期工程位于兰州市市区，城市道路纵横交错，路网发达，交通运输便捷。根据主体设计资料，停车场取土场和弃土弃渣场除利用既有排洪沟路和南山路外，需整修既有便道约 1.0km，路面宽 4.5m，共占地 0.25 hm^2 ，占

地类型为交通用地。因本工程原设计新整修施工便道主要是通往停车场的取弃土场，但项目实际未布设取弃土场，路线区间、车站、停车场等主体施工均可利用既有道路作为施工道路，不需新增施工便道。

3 重点部位水土流失动态监测

表 3-4 兰州轨道交通 2 号线一期工程各标段土石方平衡表

单位: 万 m³

标段	施工单位名称	挖方	填方 (利用方)	弃方	弃方去向	备注
1 标	中铁十六局	19.47	3.32	16.15	德龙渣土场	已签订弃土协议 16.15 万方
2 标	中交轨道工程局有限公司	29.31	4.92	24.39	德龙渣土场	已签订弃土协议 29.93 万方
3A 标	中国铁建大桥工程局集团有限公司	10.41	4.84	5.57	德龙渣土场	已签订弃土协议 9 万方
3B 标	八冶建设集团有限公司	21.67	5.24	16.43	德龙渣土场	已签订弃土协议 18 万方
4 标	中铁二十一局	21.28	11.18	10.10	德龙渣土场	已签订弃土协议 10.5 万方
5 标	中铁六局集团	36.96	8.54	28.42	德龙渣土场	已签订弃土协议 38.7 万方
6 标	中铁七局	47.98	9.87	38.11	德龙渣土场	已签订弃土协议 38.11 万方
停车场标	中铁广州工程局集团有限公司	40.09	4.09	36.00	德龙渣土场	已签订弃土协议 36 万方
	表土剥离	0.71	0.71	0		
合计		227.88	52.71	175.17		

3 重点部位水土流失动态监测

表 3-5 方案设计与实际土石方对比表 单位: 万 m³

标段	施工单位名称	挖方			填方			弃方		
		设计挖方	实际挖方	变化量	设计挖方填方(利用方)	实际填方(利用方)	变化量	设计弃方	实际弃方	变化量
1 标	中铁十六局	19.42	19.47	0.05	3.29	3.32	0.03	16.13	16.15	0.02
2 标	中交轨道工程局有限公司	48.74	29.31	-19.43	7.69	4.92	-2.77	41.05	24.39	-16.66
3A 标	中国铁建大桥工程局集团有限公司	5.50	10.41	4.91	2.94	4.84	1.9	2.56	5.57	3.01
3B 标	八冶建设集团有限公司	21.36	21.67	0.31	4.94	5.24	0.3	16.42	16.43	0.01
4 标	中铁二十一局	21.41	21.28	-0.13	11.32	11.18	-0.14	10.09	10.10	0.01
5 标	中铁六局集团	28.03	36.96	8.93	3.45	8.54	5.09	24.58	28.42	3.84
6 标	中铁七局	61.00	47.98	-13.02	12.66	9.87	-2.79	48.34	38.11	-10.23
停车场标	中铁广州工程局集团有限公司	6.19	40.8	34.61	0	4.8	-6.48	6.19	36.00	29.82
合计		211.65	227.88	16.23	46.29	52.71	6.42	165.36	175.17	9.81

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 水土保持方案设计的工程措施

本水保方案设计深度为可研阶段,方案批复的分区包含站线区、附属设施区、施工生产生活区。根据水土保持方案,设计的工程措施主要有:附属设施区:混凝土盖板沟 1510m,土地整治 4.2hm²,溢流池 1 座;施工生产生活区:清理平整 15.72hm²,详见表 4-1。

表 4-1 水土保持方案设计的工程措施

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
附属设施区	混凝土盖板沟	m	1510	主体设计
	土地整治	hm ²	4.2	方案新增
	溢流池	座	1	方案新增
施工生产生活区	清理平整	hm ²	15.72	方案新增

4.1.2 实施情况及监测结果

通过实地量测、遥感监测及资料分析的监测方法,根据水土保持方案及实际施工情况,对各监测分区水土保持措施数量、面积、位置及进度等实施情况进行监测。

本工程完成各防治分区实施的防护措施:混凝土盖板沟、土地整治、溢流池、清理平整,基本达到防治水土流失的要求,完成水土保持工程措施工程量表 4-2。

表 4-2 实际完成工程措施

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
附属设施区	混凝土盖板沟	m	1510	主体设计
	土地整治	hm ²	4.28	方案新增
	溢流池	座	1	方案新增
施工生产生活区	清理平整	hm ²	7.64	方案新增

经过监测,工程措施实际完成的工程量为:

1. 附属设施区:完成混凝土盖板沟 1510m,完成土地整治 4.28hm²,完成溢流池 1 座。

2. 施工生产生活区：完成清理平整 7.64hm²。

4.1.3 方案设计水保工程措施与实施情况对比分析

水土保持工程措施设计量与实际完成工程量对比分析，详见表 4-3。

表 4-3 工程措施水保方案设计量与实际完成量对比表

防治分区	措施类型	单位	设计数量	实际数量	变化量	备注
附属设施区	混凝土盖板沟	m	1510	1510	0	主体设计
	土地整治	hm ²	4.2	4.28	0.08	方案新增
	溢流池	座	1	1	0	方案新增
施工生产生活区	清理平整	hm ²	15.72	7.64	-8.08	方案新增

工程措施变化情况及原因分析：

1.附属设施区：混凝土盖板沟无变化，土地整治增加了 0.08hm²，溢流池和方案设计相比无变化。主要是由于在实际施工过程中，经过优化，停车场主体工程施工结束后，对停车场内道路两侧和场区中心空地等可绿化地段采取土地整治措施，进行清理、平整，面积共计 4.28hm²。

2.施工生产生活区：清理平整较水保方案相比减少了 8.08hm²，主要是由于方案设计施工生产生活区 7 处，占地 15.72hm²。本项目实际施工过程中共布设施工生活区 8 处，除 4 标、停车场标涉及共 0.42 hm² 场地移交，其余为租赁，再将本项目施工场地包括车站基坑和施工作业通道范围，以及布置施工临设、材料堆放及加工、施工机具停放、施工机械、模具等场地纳入，项目实际施工生产生活区面积为 8.46hm²，防治责任范围减少引起工程措施量有所减少。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水土保持方案设计

表 4-4 水土保持方案设计植物措施

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
附属设施区	乔木	株	610	方案新增
	灌木	株	810	方案新增
	绿篱	m ²	3620	方案新增
	植草	m ²	28070	方案新增
施工生产生活区	乔木	株	1020	方案新增

水土保持方案中设计的植物措施有：

1. 附属设施区：栽植乔木 610 株，栽植灌木 810 株，栽植绿篱 3620m²，植草 28070m²。
2. 施工生产生活区：栽植乔木 1020 株。

4.2.2 实施情况及监测结果

通过实地量测和资料分析等方法，对各监测分区植物措施生长情况等内容进行监测。附属设施区、施工生产生活区为实际施工分区，各监测分区实际完成情况如下：

表 4-5 工程实际完成的植物措施

植物种类	植物名称	数量	单位
乔木	云杉	7	株
	樟子松	32	株
	塔柏	100	株
	白蜡	41	株
	银杏	10	株
	河北杨	294	株
	国槐	47	株
	圆冠榆	13	株
	西府海棠	116	株
	红叶李	109	株
	金叶复叶槭	184	株
	红叶碧桃	65	株
灌木及地被	连翘	94	株
	榆叶梅	403	株
	珍珠梅	278	株
	紫丁香	240	株
	大叶黄杨球	44	株
	五叶地锦	1189	m
	水蜡	2431.98	m ²
	金叶女贞	566.91	m ²
	紫叶矮樱	360.89	m ²
	八宝景天	3858.18	m ²
	鸢尾	131.24	m ²
	观赏草坪	23793.38	m ²

表 4-6 实际完成植物措施

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
附属设施区	乔木	株	709	方案新增
	灌木	株	1059	方案新增
	绿篱	m ²	7349.2	方案新增
	植草	m ²	23793.38	方案新增
施工生产生活区	乔木	株	309	方案新增

根据表 4-5、4-6 可知，工程实际完成的植物措施有：

1.附属设施区：完成栽植乔木 709 株，完成栽植灌木 1059 株，完成栽植绿篱 7349.2m²，植草 23793.38m²。

2.施工生产生活区：完成栽植乔木 309 株。

4.2.3 方案设计水土保持植物措施与实施情况对比分析

水土保持植物措施水土保持方案设计量与实际完成水土保持植物措施量对比分析详见表 4-7。

表 4-7 植物措施水土保持方案设计量与实际完成量对比表

防治分区	措施类型	单位	设计数量	实际数量	变化量	备注
附属设施区	乔木	株	610	709	99	方案新增
	灌木	株	810	1059	249	方案新增
	绿篱	m ²	3620	7349.2	3729.2	方案新增
	植草	m ²	28070	23793.38	-4276.62	方案新增
施工生产生活区	乔木	株	1020	309	-711	方案新增

植物措施变化情况及原因：

1. 附属设施区：栽植乔木 709 株，与方案设计 610 株相比增加了 99 株；栽植灌木 1059 株，与方案设计 810 株相比增加了 249 株；栽植绿篱 7349.2m²，与方案设计的 3620m²相比增加了 3729.2m²，植草完成 23793.38m²，与方案设计的 28070m²相比减少了 4276.62m²，变化的原因是由于附属设施区对停车场主干道两侧、场内道路、环形道路、停车场中心空地等进行了绿化专项设计，增加乔木、灌木以及绿篱的布设，相应减少植草面积，增加了绿化美化效果。

2. 施工生产生活区：栽植乔木 309 株，与方案设计 1020 株减少了 711 株。主要是由于施工生产生活区实际建设区面积与方案设计相比减少了 7.26hm²，相

应的植物措施数量也有所减少。

4.3 临时防治措施监测结果

4.3.1 水土保持方案设计

原方案根据施工特点布设水土保持临时措施，设计临时措施详见表 4-8。

表 4-8 水土保持方案设计临时措施

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
站线区	彩钢板	片	1598	方案新增
	空心砖	块	231449	方案新增
	水泥砂浆	m ²	149	方案新增
附属设施区	彩钢板	片	660	方案新增
	空心砖	块	95170	方案新增
	水泥砂浆	m ²	61	方案新增
	洒水量	m ³	1032	方案新增
施工生产生活区	临时泥浆沉淀池	座	7	主体设计
	人工挖土方	m ³	16.03	主体设计
	基础土夯实	m ³	2.8	主体设计
	塑料膜	m ²	133	主体设计
	编织袋	m ³	8720	方案新增
	篷布	m ²	227520	方案新增
	洒水量	m ³	2751	方案新增

水保方案设计的临时措施主要有：

1. 站线区：彩钢板 1598 片，空心砖 231449 块，水泥砂浆 1449m²。
2. 附属设施区：彩钢板 660 片，空心砖 95170 块，水泥砂浆 61m²，洒水量 1032m³。
3. 施工生产生活区：临时泥浆沉淀池 7 座，人工挖土方 16.03m³，基础土夯实 2.8m³，塑料膜 133m²，编织袋 8720m³，篷布 227520m²，洒水量 2751m³。

4.3.2 实施情况及监测结果

通过实地量测、资料分析及遥感监测的方法，根据水土保持方案及实际施工情况，对各监测分区水土保持临时措施面积、数量及位置等实施情况进行监测，详细结果见表 4-9。

表 4-9 实际完成临时措施

防治分区	措施类型	单位	数量	备注
站线区	彩钢板	片	1610	方案新增
	空心砖	块	232210	方案新增
	水泥砂浆	m ²	167	方案新增
附属设施区	彩钢板	片	660	方案新增
	空心砖	块	95210	方案新增
	水泥砂浆	m ²	73	方案新增
	洒水量	m ³	15980	方案新增
施工生产生活区	临时泥浆沉淀池	座	7	主体设计
	临时排水沟	m	4300	方案新增
	人工挖土方	m ³	16.14	主体设计
	基础土夯实	m ³	2.82	主体设计
	塑料膜	m ²	160	主体设计
	编织袋	m ³	9682	方案新增
	篷布	m ²	236280	方案新增
	洒水量	m ³	57125	方案新增

工程实际完成的临时措施主要有：

1.站线区：彩钢板 1610 片，空心砖 232210 块，水泥砂浆 167m²。

2.附属设施区：彩钢板 660 片，空心砖 95210 块，水泥砂浆 73m²，洒水量 15980m³。

3.施工生产生活区：临时泥浆沉淀池 7 座，临时排水沟 4300m，人工挖土方 16.14m³，基础土夯实 2.82m³，塑料膜 160m²，编织袋 9682m³，篷布 236280m²，洒水量 57125m³。

4.3.3 方案设计水保临时措施与实施情况对比分析

水保变更方案设计量与实际监测量对比情况见表 4-10：

表 4-10 临时措施水保方案设计量与实际完成量对比表

防治分区	措施类型	单位	设计数量	实际数量	变化量	备注
站线区	彩钢板	片	1598	1610	12	方案新增
	空心砖	块	231449	232210	761	方案新增
	水泥砂浆	m ²	149	167	18	方案新增
附属设施区	彩钢板	片	660	660	0	方案新增

	空心砖	块	95170	95210	40	方案新增
	水泥砂浆	m ²	61	73	12	方案新增
	洒水量	m ³	1032	15980	14948	方案新增
施工生产生活区	临时泥浆沉淀池	座	7	7	0	主体设计
	临时排水沟	m	/	4300	4300	方案新增
	人工挖土方	m ³	16.03	16.14	0.11	主体设计
	基础土夯实	m ³	2.8	2.82	0.02	主体设计
	塑料膜	m ²	133	160	27	主体设计
	编织袋	m ³	8720	9682	962	方案新增
	篷布	m ²	227520	236280	8760	方案新增
	洒水量	m ³	2751	57125	54374	方案新增

临时措施变化情况及原因分析:

1. 站线区: 彩钢板实际完成 1610 片, 与设计的 1598 片相比增加了 12 片; 空心砖实际完成 232210 块, 与设计的 231449 块相比增加了 761 块; 水泥砂浆实际完成 167m², 与设计的 149m²相比增加了 18m²。

2. 附属设施区: 彩钢板实际完成 660 片, 与设计相比无变化; 空心砖实际完成 95210 块, 与设计的 95170 块相比增加了 40 块; 水泥砂浆实际完成 73m², 与设计的 61m²相比增加了 12m², 洒水量实际完成 15980m³, 与设计的 1032m³相比增加了 14948m³, 主要是由于工程在实际施工过程中为了减少扬尘, 尽可能减少施工对城市环境的影响, 加大了实际洒水量, 且施工期延长了两年时间。

3. 施工生产生活区: 临时泥浆沉淀池实际完成 7 座, 与方案相比无变化; 临时排水沟增加了 4300m; 人工挖土方实际完成 16.14m³, 与设计的 16.03m³相比增加了 0.11m³, 基础土夯实实际完成 2.82m³, 与设计的 2.8m³相比减少了 0.02m³, 塑料膜实际完成 160m², 与设计的 133m²相比增加了 27m²; 编织袋实际完成 9682m³, 与设计的 8720m³相比增加了 962m³; 篷布实际完成了 236280m², 与设计的 227520m²相比增加了 8760m²; 洒水量实际完成 57125m³, 与设计的 2751m³

相比增加了 54374m^3 。主要是由于轨道交通项目线路区间工程活动主要集中在地下，而地面车站和区间明挖路段工程活动全部集中在临时施工生产生活区，为了预防施工期临时施工场地内因工程活动频繁扰动而产生扬尘，对施工扰动区域应采取定期洒水降尘的措施，尽可能的减轻工程施工对临时施工场地周围城市环境的不良影响，实际施工过程中增加了洒水量，且工程施工期延长了两年。

4.4 水土保持措施防治效果

兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段），建设单位重视水土流失防治工作，能够认真及时按照水土保持“三同时”制度实施各项防治措施，水土保持设施建设与主体工程建设基本实现了“三同时”。

（1）项目选择了适宜的水土流失工程防治措施，各项措施布局合理，质量可靠，防治效果明显，既有效防治了水土流失，又保证了项目的安全运行。

（2）按照水土保持方案要求，实施了各项水土保持植物措施。在各分区配置了各种工程防护措施，为了遏制水土流失的发生，增加建设了土地整治、溢流池等措施。各项防治措施有机结合，重点突出，从而有效地防止了水土流失。

（3）施工过程中临时彩钢板、临时排水沟、空心砖、洒水降尘等临时防治措施的及时实施有效控制了施工过程中的人为新增水土流失，起到了很好的防治作用。

总之，本项目较好的完成了各项水土保持防治任务，水土保持工程措施、植物措施、临时防治措施布局合理，防治效果明显，既有效控制和减少了项目建设期的人为水土流失，又改善了项目区的生态环境，提高了生态环境美化效果。

5 土壤流失情况监测

5.1 各阶段土壤流失量分析

5.1.1 土壤侵蚀单元划分

根据水土流失特点,可以将施工期项目防治责任范围划分为原地貌(未施工地段)、扰动地表(各施工扰动地段)和实施防治措施的地表三大类侵蚀单元。在施工初期,原地貌所占比例较高,随着工程进展,扰动地表的面积逐渐增大,原地貌所占比例逐渐减少;最终原地貌完全被扰动地表和防治措施地表取代,随后防治措施逐渐实施,实施防治措施的地表比例大增。施工期整个时段的土壤流失量即等于该时段各基本侵蚀单元的面积与对应侵蚀强度乘积的总和。

表 5-1 施工期水土流失面积汇总 单位: hm^2

防治分区	面积
站线区	3.82
附属设施	10.31
施工生产生活区	8.46
合计	22.59

5.1.2 土壤侵蚀模数确定

根据本工程施工进度,对地表扰动所造成的土壤侵蚀模数变化,分为原地貌侵蚀模数、地表扰动后侵蚀模数。

1. 原地貌侵蚀模数

各种类型的土壤侵蚀容许量和相应的地质条件有关,根据土壤侵蚀构成,土壤侵蚀的动力主要来源于降雨,区内降水年际变化大、年内分配不均匀、暴雨强度大、历时短。其次也跟地面坡度、地块类型、植被种类和植被覆盖度等水土流失主要因子有关。本项目土壤侵蚀背景值通过实地调查地面坡度、植被覆盖度等水土流失主要因子,结合《兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场~雁北路段)水土保持方案报告书》和《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中面蚀(片蚀)分级标准确定项目区土壤侵蚀背景值。根据现场监测,工程各区水土流失强度属轻微度范围,无明显侵蚀现象,站线区、附属设施区、施工生产生活区土壤侵蚀背景值在 $500 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}$ 附近。原地貌土壤侵蚀模数计算表如表 5-

2 所示，各防治区原地貌侵蚀模数表见表 5-3。

表 5-2 原地貌土壤侵蚀模数计算表（6#，简易土壤侵蚀观测场）

组别	侵蚀厚度（mm）								备注
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
测针 1	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	水力侵蚀量
测针 2	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	水力侵蚀量
测针 3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	水力侵蚀量
测针 4	0.2	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	水力侵蚀量
测针 5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	水力侵蚀量
测针 6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.3	水力侵蚀量
测针 7	0.3	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	水力侵蚀量
测针 8	0.2	0.2	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	水力侵蚀量
测针 9	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	水力侵蚀量
平均侵蚀厚度	0.34	0.34	0.35	0.36	0.34	0.33	0.33	0.34	$H_{平均}=\sum h/9$
容重（t/m ³ ）	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	测定值
侵蚀量（t/m ² ）	0.001498	0.001498	0.001528	0.001571	0.001498	0.001397	0.001397	0.001498	$A=rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模数[t/(km ² .a)]	499.44	499.44	509.30	523.85	499.44	480.20	480.20	499.44	
加权侵蚀模数值[t/(km ² .a)]	500	500	510	520	500	480	480	500	

表 5-3 原地貌各防治区侵蚀模数表 单位：t/km².a

分区	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
站线区	500	500	510	520	500	480	480	500
附属设施	500	500	510	520	500	480	480	500
施工生产生活区	500	500	510	520	500	480	480	500

2、扰动后侵蚀模数

本工程于 2016 年 6 月开工建设，2023 年 6 月建成。水保监测工作于 2016 年 7 月委托。项目施工阶段对项目区扰动面积逐渐扩大，扰动区域一般植被被破坏，开展监测工作后，根据本项目水土保持监测实施方案要求，通过地面观测和现场调查等水土保持监测方法，按照《水土保持监测技术规程》及相关技术标准和文件要求，从项目区内选择典型填筑坡面、开挖坡面等施工点，适地适时布设监测点，进行定期观测，根据现场记录数据，经计算得到不同扰动土地类型的平均土壤侵蚀强度。通过现场监测及查阅本项目监测月、季、年度成果。

站线区、附属设施区、施工生产生活区扰动后 2016 年-2023 年土壤侵蚀模数计算表如表 5-4~5-6 所示，建设期各分区侵蚀模数，见表 5-7。

表 5-4 站线区扰动土壤侵蚀模数计算表（1#，简易土壤侵蚀观测场）

组别	侵蚀厚度 (mm)								备注
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
测针 1	0.8	1.7	2	2.3	2.5	1.9	1.1	0.6	水力 侵蚀量
测针 2	0.9	1.8	2.2	2.5	2.5	1.7	1.1	0.8	水力 侵蚀量
测针 3	1.1	1.9	2.1	2.2	2.5	1.9	0.9	0.7	水力 侵蚀量
测针 4	1.1	1.7	2.1	2.3	2.6	1.7	1.1	0.6	水力 侵蚀量
测针 5	0.8	1.6	1.9	2.6	2.3	1.6	0.8	0.6	水力 侵蚀量
测针 6	0.8	1.7	2.1	2.5	2.4	1.7	0.8	0.7	水力 侵蚀量
测针 7	0.7	1.7	2	2.5	2.3	1.9	1	0.6	水力 侵蚀量
测针 8	0.6	1.6	2.1	2.3	2.2	1.6	0.9	0.6	水力 侵蚀量
测针 9	0.7	1.8	2.1	2.4	2.5	1.8	0.9	0.9	水力 侵蚀量
平均侵蚀 厚度	0.83	1.72	2.07	2.4	2.42	1.76	0.95	0.68	$H_{\text{平均}} = \sum h/9$
容重 (t/m^3)	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	测定值
侵蚀量 (t/m^2)	0.0036 23	0.0075 07	0.0090 35	0.0104 75	0.0105 62	0.0076 82	0.0041 46	0.0029 68	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模 数 [$t/(km^2 \cdot a)$]]	1207.7 7	2502.8 6	3012.1 6	3492.3 6	3521.4 6	2561.0 6	1382.3 9	989.50	
加权侵 蚀模数 值 [$t/(km^2 \cdot a)$]]	1210	2500	3020	3500	3520	2560	1380	980	

表 5-5 附属设施区扰动土壤侵蚀模数计算表 (3#, 简易土壤侵蚀观测场)

组别	侵蚀厚度 (mm)								备注
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
测针 1	0.4	1.7	2.1	1.9	2.3	1.5	0.7	0.9	水力 侵蚀量
测针 2	0.4	1.8	2	2	2.1	1.5	0.9	0.7	水力 侵蚀量
测针 3	0.5	1.6	2.1	2.1	2.1	1.6	0.7	0.5	水力 侵蚀量
测针 4	0.2	1.5	1.8	1.9	2.2	1.5	1	0.5	水力 侵蚀量
测针 5	0.3	1.5	1.8	2.1	1.9	1.6	0.8	0.5	水力 侵蚀量
测针 6	0.5	1.5	1.8	2.1	2.1	1.8	0.8	0.4	水力 侵蚀量
测针 7	0.3	1.5	1.9	2.1	2.2	1.5	0.8	0.9	水力 侵蚀量
测针 8	0.2	1.6	1.9	2.2	2.2	1.7	0.6	0.7	水力 侵蚀量
测针 9	0.3	1.5	1.9	2.1	2.1	1.5	1.1	0.7	水力 侵蚀量
平均侵 蚀厚度	0.69	1.58	1.92	2.06	2.13	1.58	0.82	0.65	$H_{\text{平均}} = \sum h/9$
容重 (t/m^3)	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	测定值
侵蚀量 (t/m^2)	0.0030 12	0.0068 96	0.0083 80	0.0089 91	0.0092 96	0.0068 96	0.0035 79	0.0028 37	$A=rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模 数 [$t/(km^2.a)$]]	1004.0 5	2299.1 4	2793.8 9	2997.6 1	3099.4 7	2299.1 4	1193.2 2	945.85	
加权侵 蚀模数 值 [$t/(km^2.a)$]]	1000	2300	2800	3000	3100	2300	1200	950	

表 5-6 施工生产生活区扰动土壤侵蚀模数计算表 (5#, 简易土壤侵蚀观测场)

组别	侵蚀厚度 (mm)								备注
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
测针 1	0.9	1.7	2.1	2.4	2.3	1.5	0.9	0.9	水力 侵蚀量
测针 2	0.9	1.8	2.1	2.3	2.5	1.5	0.8	0.6	水力 侵蚀量
测针 3	0.6	1.6	2.1	2.2	2.2	1.6	1.1	0.6	水力 侵蚀量
测针 4	0.9	1.7	2	2.5	2.3	1.7	1.1	0.6	水力 侵蚀量
测针 5	0.6	1.7	1.9	2.6	2.6	1.8	1	0.6	水力 侵蚀量
测针 6	0.7	1.7	2.1	2.3	2.5	1.7	0.8	0.7	水力 侵蚀量
测针 7	0.7	1.5	1.9	2.5	2.5	1.7	0.9	0.7	水力 侵蚀量
测针 8	0.8	1.6	2.2	2.3	2.3	1.6	0.9	0.6	水力 侵蚀量
测针 9	0.7	1.5	2.1	2.5	2.5	1.7	0.9	0.7	水力 侵蚀量
平均侵蚀 厚度	0.76	1.65	2.06	2.4	2.41	1.65	0.93	0.67	$H_{\text{平均}} = \sum h/9$
容重 (t/m^3)	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	测定值
侵蚀量 (t/m^2)	0.0033 17	0.0072 01	0.0089 91	0.0104 75	0.0105 18	0.0072 01	0.0040 59	0.0029 24	$A = rSZ\cos\theta/1000$
侵蚀模 数 [$t/(km^2 \cdot a)$]	1105.9 1	2401.0 0	2997.6 1	3492.3 6	3506.9 1	2401.0 0	1353.2 9	974.95	
加权侵 蚀模数 值 [$t/(km^2 \cdot a)$]	1100	2400	3000	3500	3510	2400	1350	970	

表 5-7 建设期各分区侵蚀模数表 单位: $t/km^2 \cdot a$

5 土壤流失情况监测

分区	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
站线 区	1210	2500	3020	3500	3520	2560	1380	980
附属 设施	1000	2300	2800	3000	3100	2300	1200	950
施工 生产 生活 区	1100	2400	3000	3500	3510	2400	1350	970

5.1.3 土壤流失量计算

对各个防治分区的监测数据进行分类、汇总、整理，利用水土流失面积、侵蚀模数和侵蚀时段计算出各分区水土流失量。

水土流失量计算公式： $M_s = F \times K_s \times T$

式中： M_s ——水土流失量（t）；

F ——水土流失面积（ km^2 ）；

K_s ——侵蚀模数 $[\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})]$ ；

T ——侵蚀时段（a）。

根据水土流失特点及监测技术规范，本工程侵蚀单元分为原地貌和建设期。

原地貌土壤流失量统计表见表 5-8，建设期土壤流失量统计表见表 5-9，土壤流失量汇总表见表 5-10。

表 5-8 原地貌土壤流失量统计表

	2016 年				2017 年				2018 年				2019 年			
防治分区	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)
	面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)	
站线区	0.79	500	0.58	2.29	0.91	500	1	4.55	2.07	510	1	10.56	1.99	520	1	10.35
附属设施	1.19	500	0.58	3.45	2.77	500	1	13.85	5.83	510	1	29.73	6.14	520	1	31.93
施工生产生活区	0.2	500	0.58	0.58	0.25	500	1	1.25	4.85	510	1	24.74	4.95	520	1	25.74
合计	2.18			6.32	3.93			19.65	12.75			65.03	13.08			68.02

表 5-8 原地貌土壤流失量统计表（续表）

	2020 年				2021 年				2022 年				2023 年				小计
防治分区	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 t/(km ² ·a)	侵蚀时间	流失量 (t)	流失量 (t)
	面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		
站线区	3.17	500	1	15.85	3.67	495	1	18.17	0.03	480	1	0.14	0.01	500	0.42	0.02	61.93
附属设施	6.14	500	1	30.7	9.69	495	1	47.97	3.82	480	1	18.34	3.82	500	0.42	8.02	183.99
施工生产生活区	4.99	500	1	24.95	5.06	495	1	25.05	8.06	480	1	38.69	8.06	500	0.42	16.93	157.92
合计	14.3			71.5	18.42			91.18	11.91			57.17	11.89			24.97	403.83

表 5-9 扰动后土壤流失量统计表

	2016 年				2017 年				2018 年				2019 年			
防治分区	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)
	面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)	
站线区	0.79	1210	0.58	5.54	0.91	2500	1	22.75	2.07	3020	1	62.51	1.99	3500	1	69.65
附属设施	1.19	1000	0.58	6.90	2.77	2300	1	63.71	5.83	2800	1	163.24	6.14	3000	1	184.20
施工生产生活区	0.2	1100	0.58	1.28	0.25	2400	1	6.00	4.85	3000	1	145.50	4.95	3500	1	173.25
合计	2.18			13.72	3.93			92.46	12.75			371.25	13.08			427.10

表 5-9 扰动后土壤流失量统计表 (续表)

	2020 年				2021 年				2022 年				2023 年				小计
防治分区	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	水土流失	侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间	流失量 (t)	流失量 (t)
	面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		面积 (hm ²)		(a)		
站线区	3.17	3520	1	111.58	3.67	2560	1	93.95	0.03	1380	1	0.41	0.01	980	0.42	0.04	366.45
附属设施	6.14	3100	1	190.34	9.69	2300	1	222.87	3.82	1200	1	45.84	3.82	950	0.42	15.24	892.34
施工生产生活区	4.99	3510	1	175.15	5.06	2400	1	121.44	8.06	1350	1	108.81	8.06	970	0.42	32.84	764.26
合计	14.3			477.07	18.42			438.26	11.91			155.06	11.89			48.12	2023.05

表 5-10 土壤流失量汇总表

分区	原地貌	扰动后	新增
站线区	61.93	366.45	304.52
附属设施	183.99	892.34	708.36
施工生产生活区	157.92	764.26	606.35
合计	403.83	2023.05	1619.23

5.1.4 土壤流失量分析

项目建设区面积 22.59hm^2 ，侵蚀类型为水力侵蚀，施工期项目建设区全部扰动，侵蚀区扰动面积为 22.59hm^2 。通过计算，本项目各项水保措施实施后侵蚀模数为 $961\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，建设期水土流失量为 2023.05t ，原地貌水土流失量为 403.83t ，项目建设新增水土流失量 1619.23t 。

(1) 在工程建设过程中，由于开挖、回填等施工活动造成的新增土壤流失量远远大于原地貌土壤流失量。

(2) 随着植物措施的实施及建成的水保设施的运行，水土保持措施已经起到了良好的水土保持作用，有治理措施的区域水土流失明显降低，在附属设施区尤为明显。

(3) 建设期附属设施区土壤流失量最大，依次为施工生产生活区、站线区，建议建设单位高度重视该区水土流失治理工作，最大限度地降低人为新增水土流失。

5.2 各扰动土地类型土壤流失量分析

本工程站线区属于线状工程，植被破坏、扰动地表及水土流失呈带状分布；附属设施区、施工生产生活区属于面状工程，植被破坏、扰动地表及水土流失呈片状分布。地表扰动主要有开挖、回填、碾压、平整、堆放占压等方式。各扰动土地类型土壤流失量计算时，水土流失量计算包括水力侵蚀区。根据各监测分区不同阶段土壤侵蚀模数及其扰动面积，分别计算各扰动土地类型土壤流失量，主体工程区产生的水土流失量最大。附属设施区和站线区是新增水土流失的主要来源区。

5.3 水土流失危害

在本项目建设中，建设方通过采取落实防治责任、强化建设管理、因地制宜设计、合理安排工序、规范施工防护、加强扰动地表的植被恢复、强化现场监理和过程防护等措施，不仅减少了工程建设对原地貌的破坏，减少了水土流失，而且实现了和谐发展。在项目的建设过程中无严重水土流失危害事件发生。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率=(水土保持措施防治面积+永久建筑物面积+水面面积)/扰动地表面积。扰动地表面积为工程永久占地面积和临时占地面积之和,其中,永久占地面积 14.13hm²,临时占地面积 8.46hm²,共计 22.59hm²。

本工程水土保持措施防治面积为工程措施面积+植物措施面积之和。本方案水土保持措施面积共计 11.38hm²。其中工程措施面积 7.67hm²,植物措施面积 3.71hm²。

本工程永久建筑物面积+水面面积共计 10.7hm²。水土保持措施防治面积+永久建筑物面积+水面面积共计 22.08hm²,扰动土地整治率达 97.74%。

表 6-1 扰动土地整治率计算表 单位: hm²

防治分区	扰动面积	建筑物及硬化面积	水土保持设施面积		水土流失治理面积	水土流失总治理度	目标值
			工程措施面积	植物措施面积			
站线区	3.82	3.81	/	/	3.81	99.74%	95%
附属设施	10.31	6.49	0.3	3.44	10.23	99.22%	
施工生产生活区	8.46	0.40	7.37	0.27	8.04	95.04%	
合计	22.59	10.7	7.67	3.71	22.08	97.74%	

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目防治责任范围内的水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。水土流失面积包括因开发建设项目生产建设活动导致或诱发的水土流失面积,以及防治责任范围内内尚未达到容许土壤流失量的未扰动地表水土流失面积。水土流失治理达标面积是指对水土流失区域采取水土保持措施,并使土壤流失量达到容许土壤流失量或以下的面积,以及建立良好排水体系,并不对周边产生冲刷的地面硬化面积和永久建筑物占用地面积。

经监测,本项目实际扰动面积为 22.59hm²,建设施工期水土流失面积为 11.89hm²,水土流失治理面积 11.38hm²,水土流失总治理度达 95.71%,达到了方案目标值 90%。各防治分区水土流失治理情况见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度计算表 单位: hm^2

防治分区	扰动面积	建筑物及硬化面积	水土保持设施面积		水土保持措施防治面积	水土流失面积	水土流失总治理度	目标值
			工程措施面积	植物措施面积				
站线区	3.82	3.81	/	/	0	0.01	0.00%	90%
附属设施	10.31	6.49	0.3	3.44	3.74	3.82	97.91%	
施工生产生活区	8.46	0.40	7.37	0.27	7.64	8.06	99.75%	
合计	22.59	10.7	7.67	3.71	11.38	11.89	95.71%	

6.3 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目防治责任范围内的容许土壤流失量与治理后的平均土壤侵蚀强度之比。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007), 本项目所在区域属于西北黄土高原区, 土壤容许流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

经实地监测, 本项目采取水保措施后, 自然恢复期土壤侵蚀模数为 $961\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 土壤流失控制比为 1.04, 大于方案目标值 1.0。项目区土壤流失控制情况详见表 6-3。

表 6-3 土壤流失控制比表

防治分区	占地面积 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失控制比	目标值
站线区	3.82	0.01	980	1.02	1
附属设施	10.31	3.82	950	1.05	
施工生产生活区	8.46	8.06	970	1.03	
合计	22.59	11.89	961	1.04	

6.4 拦渣率

根据监测资料和现场调查测量, 工程土石方开挖总量 227.88 万 m^3 、填方(利用方)总量 52.71 万 m^3 , 含表土剥离 7100 m^3 (停车场标段), 弃方 175.17 万 m^3 , 已运至德龙弃渣场, 并签订弃渣协议, 全部集中弃置, 拦渣率可达 98.3%, 达到了方案设计的 95%的防治目标。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目防治责任范围内林草植被恢复面积占防治责任区范围内可恢复林草植被面积百分比。

林草植被面积是指已采取植物措施的面积。可恢复林草植被面积是指目前经济、技术条件下适宜恢复林草植被的面积（不含耕地或复耕面积）可以采取植物措施的面积。

本项目扰动面积为 22.59hm²，硬化面积为 10.7hm²，防治责任范围内可绿化林草植被的面积为 3.81hm²，林草植被面积为 3.71hm²，林草植被恢复率为 97.12%，大于方案目标值 92%。项目区林草植被恢复情况详见表 6-4。

表 6-4 林草植被恢复率情况表 单位：hm²

防治分区	扰动面积	建筑物及硬化面积	水土保持设施面积		可绿化面积	林草植被恢复率	目标值
			工程措施面积	植物措施面积			
站线区	3.82	3.81	/	0	0.01	0.00%	92%
附属设施	10.31	6.49	0.3	3.44	3.52	97.73%	
施工生产生活区	8.46	0.40	7.37	0.27	0.29	93.10%	
合计	22.59	10.7	7.67	3.71	3.82	97.12%	

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率是指项目防治责任范围内的林草植被面积占项目建设区总面积的百分比。

经现场监测，项目建设占地面积为 22.59hm²，硬化面积为 10.7hm²，截止目前，植物措施面积为 3.71hm²，故林草覆盖率为 16.42%，达到方案目标值 15%。项目区林草覆盖率情况详见 6-5。

表 6-5 林草覆盖率情况表 单位：hm²

防治分区	项目建设占地面积	建筑物及硬化面积	水土保持设施面积		林草覆盖率	目标值
			工程措施面积	植物措施面积		
站线区	3.82	3.81	/	0	0.00%	15%
附属设施	10.31	6.49	0.3	3.44	33.37%	
施工生产生活区	8.46	0.40	7.37	0.27	3.19%	
合计	22.59	10.7	7.67	3.71	16.42%	

7 结论

7.1 水土流失动态变化

兰州市地处陇西黄土高原、青藏高原、内蒙古高原交汇地带，在甘肃省水土保持区划上属于黄河流域防治区陇中黄土丘陵亚区中部丘陵沟壑小区，干旱少雨，植被稀少，土壤疏松，沟壑纵横，水土流失严重。根据《甘肃省第一次水利普查公报》（2011 年），兰州市城关区总面积 220 km²，水土流失面积 67.46km²，占总面积的 30.66%，水土流失类型以水蚀为主，局部地方还有滑坡、崩塌等重力侵蚀和泥石流。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）和《甘肃省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（2000.5.19），项目区属甘青宁黄土丘陵国家级水土流失重点治理区和甘肃省省级水土流失重点治理区。执行建设类水土流失“一级”防治标准。项目区属西北黄土高原水力侵蚀区，土壤容许流失量为 1000 t/km²·a。

在工程建设过程中由于开挖、回填等施工活动造成的土壤流失量最大。植被恢复期大部分区域土壤流失得到有效控制，特别是工程措施和林草植物措施治理区域，土壤侵蚀强度降至原地貌侵蚀强度以下，水土流失得到有效治理。建议建设单位在以后的工程建设过程中，应高度重视站线区及附属设施区的水土流失防治工作。

监测结果表明，本项目通过各项水土保持措施的实施，治理后水土流失防治责任范围内土壤平均侵蚀模数降低到 961t/km²·a。由此说明，本项目的各项水土保持防治措施实施效果良好，有效控制了因项目建设引起的水土流失。从水土保持防治指标监测结果看，均达到了方案设计的防治标准的要求。

7.2 水土保持措施评价

本工程 2016 年 6 月开工，2023 年 6 月完工。水土保持措施基本做到了与主体工程同步实施，并取得了明显的绿化美化和水土保持效果，基本达到了水土保持方案设计标准及要求。

项目建设区内扰动土地整治率达到了 97.74%，水土流失总治理度达到了

95.71%，土壤流失控制比 1.04，拦渣率 98.3%，林草植被恢复率 97.12%，林草覆盖率 16.42%。见表 7-1。

表 7-1 水土保持方案设计值与实际达到值

防治指标	方案设计目标	实际达到值
扰动土地整治率(%)	95	97.74
水土流失总治理度(%)	90	95.71
土壤流失控制比	1.0	1.04
拦渣率(%)	95	98.3
林草植被恢复率(%)	92	97.12
林草覆盖率(%)	15	16.42

监测结果表明，水土流失防治指标基本达到了水土保持方案设计目标。本项目水土保持设施基本建成，水土保持方案确定的水土流失防治目标基本实现。

7.3 存在问题及建议

工程建设单位比较重视水土保持工作，工程施工能在征地范围内施工，工程建设对周边地区生态环境影响能控制在容许范围内，未发生严重水土流失现象，未造成严重水土流失危害。六项指标均已达到设计要求，项目建设基本满足工程竣工验收的条件。但仍存在以下问题：

- 1.主体工程区部分植物生长不佳，成活率较低，建议建设单位尽快进行补植，做好抚育管理措施，确保植物措施防治效果，并加强后期的监管工作；
- 2、做好已建成水土保持措施，包括工程措施和植物措施的管护责任，及时发现问题，及时采取措施；
- 3、建设单位应加强运营期间水土保持设施的管理和维护，确保水土保持设施正常发挥其效益，防止产生新的水土流失。

7.4 综合结论

本项目建设单位和施工单位对水土保持工作高度重视，能够按照水土保持法律、法规及有关要求，认真落实水土流失防治责任。施工过程中防治措施比较到

位,能够严格控制施工范围,最大限度地减少地表扰动破坏,能够合理安排工序,尽量减少开挖土方堆放时间。

项目能够根据水土保持方案报告书和“三同时”制度,随主体工程的施工对工程扰动区域实施与之相适应的水土保持防治措施体系,对水土流失防治责任范围内的土壤流失进行了全面整治,工程的各类开挖面、临时堆土等得到了及时整治、拦挡和恢复植被,各项水土保持措施布局合理,防治效果明显,有效控制了人为水土流失的发生。项目建设区内的土壤流失量接近于容许土壤流失量,随着林草措施效益的逐步发挥,水土流失治理成果将得到进一步的巩固和提高。

项目建设区扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等 6 项防治指标均达到了水土保持方案报告书确定的目标值,符合生产建设项目水土保持设施竣工验收的条件。

7.5 三色评价

兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程(东方红广场~雁北路段)水土保持监测“绿黄红”三色评价为“绿”色。

水土保持监测三色评价

项目名称		兰州市城市轨道交通 2 号线一期工程（东方红广场～雁北路段）		
防治责任范围		22.59公顷		
三色评价结论（勾）		绿色√ 黄色 红色		
评价指标		分值	得分	赋分说明
扰动土地情况	扰动范围控制	15	15	在占地红线
	表土剥离保护	5	4	实施98%
	弃土（石、渣）堆放	15	13	临时苫盖实施95%
水土流失状况		15	12	临时堆土有少量水土流失
水土流失防治成效	工程措施	20	19	实施98%
	植物措施	15	13	实施95%
	临时措施	10	9	实施98%
水土流失危害		5	5	
合 计		100	90	绿色