



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： 内蒙古坤泽水利科技有限责任公司

法定代表人： 于斯琴高娃

单位等级： ★★ (2星)

证书编号： 水保监测(蒙)字第0027号

有效期： 自2018年1月1日至2020年12月31日

发证机构：

发证时间： 2018年6月14日



目 录

前 言	1
1 建设项目概况	2
1.1 建设项目概况	2
1.2 水土保持工作情况	11
1.3 监测工作实施情况	11
2 监测内容与方法.....	14
2.1 扰动土地情况	14
2.4.2 取弃土场	16
2.4.3 水土保持措施	16
2.4.4 水土流失情况	18
3 重点部位水土流失动态监测结果.....	19
3.1 防治责任范围监测结果	19
3.2 取弃土场监测结果	23
3.3 土石方流向监测结果	23
4 水土流失防治措施监测结果.....	26
4.1 工程措施监测结果	26
4.2 植物措施监测结果	30
4.3 临时措施监测结果	34
4.4 水土保持措施防治效果	34
5 土壤流失量情况监测.....	35
5.1 水土流失面积	35

5.2	土壤流失量	35
5.3	取土场潜在土壤流失量	41
5.4	水土流失危害	41
6	水土流失防治效果监测结果	42
6.1	扰动土地整治率	42
6.2	水土流失总治理度	42
6.3	拦渣率	43
6.4	土壤流失控制比	43
6.5	林草植被恢复率	43
6.6	林草覆盖率	44
7	监测结论	44
7.1	水土流失动态变化	44
7.2	水土保持措施评价	45
7.3	存在问题及建议	45
7.4	综合结论	45

- 报告附件：
- 1、项目区地理位置图
 - 2、监测分区图
 - 3、防治责任范围图
 - 4、监测图片资料
 - 5、相关文件

前 言

罕台川北煤炭集运站工程位于鄂尔多斯市达拉特旗展旦召苏木。本工程布置在包西铁路通道 DIK81+300 附近两侧。罕台川北煤炭集运站工程属于新建建设类项目，该工程建于包西铁路通道 DIK81+300 处。铁路装车线铁路设计等级属国家 I 级，铁路装车线线路总体走向为南北向，起点为 HDK0+000（包西铁路 DIK79+781.81），终点 HDK6+967.63（包西铁路 DIK79+769.13）。

项目总占地面积 75.60hm²，由铁路装车线、罕台川北站、集运站、场外道路、供电通讯线路、供热管线及施工场地组成。铁路装车线线路总长 6.968km；新建罕台川北站，设于线路西侧，占地 0.42hm²；集运站分为四个区，即汽车来煤受煤储存区、产品储装运区、办公生活区与临时堆煤场，四个区围绕装车线布置，集运站总占地面积 33hm²；新建进北站道路 75m、汽车来煤受煤储存区至办公区联络道路 400m 及 1 条运煤道路 300m；铺设供水管线 2.2km，供水水源由自来水供给；产品储装运区与办公生活区之间场外供热管道长度为 150m，管道及施工区占地面积为 0.07hm²；罕台川北站供电通讯线路引自距本线最近的罕台川 10kv 变电站，供电距离 3km，集运站供电线路引接自罕台川北站 10kv 变电所，长 1.2km。工程动用土石方总量 116.89 万 m³，其中挖方 17.35 万 m³，填方 99.54 万 m³，外借方 82.19 万 m³（来源于金运煤矿采坑内内排土），无弃方。

本工程于 2009 年 5 月土建开工，2011 年 9 月完工并投入运营，工期 29 个月。项目总投资为 35763 万元，土建工程为 12439 万元，资金来源全部为企业自筹，项目法人鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司。

内蒙古坤泽水利科技有限责任公司受鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司的委托，承担了“鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站”的水土保持监测工作。2018 年 11 月，双方正式签订了《监测合同》。

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《鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持方案报告书》中各项水土保持工程的布局、施工设计，对施工过程中的各水土流失防

治责任分区的占地、防护措施等进行了实地调查，之后编制完成了《鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持监测实施方案》。

按照《鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持监测合同》的要求、主体工程进度和《监测实施方案》制定的监测实施计划，监测组人员及时进驻项目区，于2018年11月对项目区对已经发生的扰动地表面积、土壤流失量进行补充调查，并编写了水土保持监测总结报告。

根据项目实施进度和监测工作开展情况，项目建设期水土保持监测工作于2018年11月底全面结束。监测单位对建设期内取得的各项监测数据进行了整编分析，按照《水土保持监测技术规程》、《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》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，形成了本报告书，为项目后期验收总结提供依据。

项目监测过程中得到了建设单位、各级水行政主管部门及各施工单位的大力支持与配合，在此报告书编制完成之时特表示最诚挚的谢意。

开发建设项目水土保持监测特性表

填表日期 2018 年 11 月

主体工程主要技术指标

项目名称	鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站		
建设规模	建设单位、联系人	鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司、田垒	
	建设地点	鄂尔多斯市达拉特旗	
	所属流域	黄河流域	
	工程总投资	35763 万元	
	工程总工期	29 个月 (2009 年 5 月~2011 年 9 月)	

水土保持监测指标

监测单位	内蒙古坤泽水利科技有限责任公司	联系人及电话	吴国玺-13500611966
自然地理类型	平原	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
	1、水土流失状况监测	资料调查、类比监测	2、防止责任范围监测
	3、水土保持措施情况监测	现场测量、资料调查	4、防治措施效果监测
	5、水土流失危害监测	资料调查	水土流失背景值
方案设计防治责任范围	69.97hm ²	土壤容许流失量	1000 t/km ² ·a
水土保持投资	573.19 万元	水土流失目标值	<1250 t/km ² ·a
防治措施	工程措施: 浆砌石排水沟 9680m, 浆砌石护坡 1.58hm ² , 挡土墙 400m, 空心砖护坡 2.87hm ² , 土地整治 1.17hm ² 。 植物措施: 完成植物措施面积 22.14hm ² , 其中栽植乔木 8500 株, 灌木 680 株, 种草 15.17hm ² 。		

监测结论	分类分级指标	目标值	达到值	监测面积 75.6hm ²							
	防治效果	扰动土地整治率 (%)	95	98.98	防治措施面积	26.87	永久建筑物及硬化面积	47.96	扰动地表总面积	75.6	
		水土流失治理度 (%)	92	97.21	防治责任范围面积	75.6hm ²	水土流失总面积	27.64hm ²			
		土壤流失控制比	0.8	0.8	工程措施面积	4.73	容许土壤流失量	1000 t/km ² ·a			
		拦渣率 (%)	97	98	植物措施面积	22.14hm ²	监测土壤流失情况	17441t			
		林草植被恢复率 (%)	94	94.29	可恢复林草植被面积	23.48hm ²	林草类植被面积	22.14hm ²			
		林草覆盖率 (%)	22	29.29	实际拦渣量			总弃渣量			
		水土保持治理达标评价	6 项指标均达到且高于方案确定的防治目标, 防护效果显著。								
总体结论	建设过程中注重工程措施与主体工程同步实施, 植物措施结合工程措施, 通过治理使项目区水土流失基本得到控制。										
主要建议	(1) 加强已有水土保持设施的管护工作。										

1 建设项目概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

罕台川北煤炭集运站位于鄂尔多斯市达拉特旗展旦召苏木，本工程布置在包西铁路通道 DIK81+300 附近两侧，中心位置地理坐标为东经 109°53'14"，北纬 39°58'11"。集运站位于 G65 西 9.7km 处，距旗政府所在地树林召镇约 50km，距东胜 15km。

罕台川北煤炭集运站位于包西铁路包头至省界段，本工程布置在包西铁路通道 DIK81+300 附近两侧。本站的煤炭经包西铁路通道北至包头及以远，南至西安以及以远，是大秦线 4 亿 t 煤炭集疏运通道、保证煤源的需要。

环线线路总体走向为南北向，起点为 HDK0+000（包西铁路 DIK79+781.81），终点为 HDK6+968（包西铁路 DIK79+769.13）；铁路装车线长 6.968km，轨道长 15.879 km，到发线 5 条，到发线有效长度 1700m；环装线特大桥桥梁长度 824.10m；集运站年发运量 2000 万 t。

新建铁路装车线采用电力牵引；机车类型交直交电机车；牵引质量为 10000t，自动闭塞类型；设计行车速度 160km/h（预留 200km/h 条件）；限制坡地一般上行 6%，下行 13%；最小曲率半径一般地段为 3500m，困难地段 2800m。

罕台川北煤炭集运站总投资 35763 万元，其中土建工程投资 12439 万元，工程投资全部为鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司自筹。

本工程于 2009 年 5 月土建开工，2011 年 9 月完工并投入运营，工期 29 个月。项目总投资为 35763 万元，土建工程为 12439 万元，资金来源全部为企业自筹，项目法人是鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司。

罕台川北煤炭集运站由铁路装车线、罕台川北站、集运站、场外道路、供电通讯线路、供热管线及施工场地组成。

(一) 铁路装车线

铁路装车线线路总长 6.968km，环线起点 HDK00+000，终点为 HDK6+968；轨道长 15.879 km，到发线 5 条，到发线有效长度 1700m，本线路所经地貌为河流阶地。全线路基长 5.46km，全线路堑段长 900m，平均挖深 4.0m，最大挖深 31.0m，分布于 HDK3+740~HDK4+340，HDK5+140~HDK5+440；路堤段长 4.56km，平均填高 9.0m，最大填高 12.0m。

(1) 路基面宽度及路基基床

a. 路基面宽度

环形装车线路基面设计为三角形，由路肩向中心线设 4% 的横向排水沟。曲线加宽时，路基面仍保持三角形，路肩宽度为：路堤不小于 0.8m。路堑不小于 0.6m。路基面宽度见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 直线地段路基面宽度表

路基土质	路基	路基宽度 (m)
硬质岩土	路堑	7.7
土质	路堑	7.7
土质	路堤	7.8

表 1-2 曲线地段路基面外侧加宽值

曲线半径	R < 800	800 ≤ R < 1200	1200 ≤ R < 1600	1600 ≤ R < 5000	R ≥ 5000
加宽值 (m)	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

区间曲线地段的路基面宽度，在曲线外侧按表 3-3 数值加宽，加宽值在缓和曲线范围内线性递减。

b. 路基基床

路基基床分为表层和底层，表层厚度为 0.5m，底层厚度为 1.5m，总厚度为 2.0m。基床表层选用 A、B 组填料，底层为 A、B、C 组填料，对不符合要求的填料，采取土质改良或换填。

陡坡地段的半填半挖路基，路基面以下 1.0m 范围内予以挖除换填，填料应符合基床要求。

c. 路基边坡形式和坡率

路堤边坡一般采用折线形式，边坡高度小于 8m 时，边坡率采用 1: 1.5，边坡高度大于 8m 时，边坡率采用 1: 1.75。

路堑边坡坡率根据地质资料确定，边坡一般采用直线形式。当边坡高度 $H \leq 6\text{m}$ 时，边坡率采用 1: 1.50；边坡高度大于 $6\text{m} < H \leq 12\text{m}$ 时，边坡率采用 1: 1.75； $H > 12\text{m}$ 时，于边坡高度 12m 处设 2m 宽边坡平台，平台以上边坡坡度采用 1: 2.0。

(2) 路基防护

①路堤坡面防护

当边坡高度 $< 3\text{m}$ 时，边坡采用直播植草防护；

当边坡高度 $\geq 3\text{m}$ 时，坡面采用六边型空心砖护坡防护，空心砖内直播植草防护。

②路堑坡面防护

当边坡高度 $< 3\text{m}$ 时，边坡采用直播植草防护；

当边坡高度 $\geq 3\text{m}$ 时，坡面采用 M10 水泥砂浆砌片石护坡防护。深路堑边坡采取浆砌片石护坡。

③环状线特设路基

采空区 1 处，起点为 HDK3+830，终点为 HDK4+350，长 520m。环形特设路基是煤矿采空区。采空区进行探灌结合进行处理，灌注浆体采用水泥黄土浆。注浆量为 11.80 万 m^3 ，其中土方量为 100万 m^3 ，土方来源于金运煤矿采坑内排土，产生水土流失防治责任由金运露天矿治理。边缘地段采用帷幕孔，钻孔间距 2m，排距 2m。中间注浆孔采用孔距为 5m 的梅花型布置。钻孔直径为 110cm。

(3) 路基排水

按路堤、路堑及线路穿越区的地形条件设置排水沟，并采取浆砌片石加固。路基排水设施及桥涵、站场等排水设施衔接配合。具体措施为：

a.在地形平坦、无明显横坡地段，在路堤坡脚单侧设置排水沟。

b.路堑顶部无弃土时，天沟内边缘至堑顶距离不小于 5m，当沟内进行加固防渗时，不小于 2m。

c.路堑地段于路肩两侧设置侧沟，堑顶外设置单沟或双侧天沟。

d.天沟、排水沟均采用梯形断面，沟底宽 0.4m，深 0.6m，边坡比 1: 1；侧沟采用梯形断面，沟底宽 0.4m，深 0.8m，边坡比为 1: 1。均采用 M7.5 浆砌片石加固，浆砌片石厚 0.3m，砂砾垫层厚 0.1 m。

(4) 轨道

轨道类型采用次重型轨道标准。正线钢轨采用旧 50kg/m、25m/节新轨。轨枕采用新 II 型混凝土枕，每公里铺设 1520 根。其他站线 II 型钢轨混凝土枕，1440 根/km。

道床：到发线采用普通碎石道砟，厚度 0.35m，道床顶面宽度 2.9m，道床边坡 1:1.5；其他站场采用普通碎石道砟，厚度 0.25m，道床顶面宽度 2.9m，道床边坡 1:1.5。

(5) 桥涵及线路交叉

a 桥涵

环装线因位于罕台川河床内，为减小路基对河流的影响，在靠近河床部分新建 49-16m 简支梁环装线特大桥 1 座，为环装线特大桥，长 824.1 延长米；大桥两座，分别是昌汉沟 3 号大桥和昌汉沟 4 号大桥，总计长度 499.4 延长米。道路立交框架桥 2 座，179.12m²。涵洞 3 座，均为排洪涵，合计 189.71 横延米。

桥梁设计洪水频率为 1/100，涵洞设计洪水频率为 1/50。

全线桥梁设置情况见表 1-3。

表 1-3 桥梁特性表

编号	中心里程	名称	用途	流量(m ³ /s)	采用形式	孔跨	全长(m)	基础类型
1	HDK2+890.75	环装线特大桥	排洪	1459.59	钢筋混凝土简支板梁	49-16m 简支梁桥	824.1	明挖基础
2	HDK0+267.00	昌汉沟 3 号大桥	排洪	148.88	钢筋混凝土简支板梁	7-32m 简支梁桥	249.7	明挖基础
3	HDK6+688.00	昌汉沟 4 号大桥	排洪	148.88	钢筋混凝土简支板梁	7-32m 简支梁桥	249.7	明挖基础
合计							1323.5	

b 线路交叉

全线设置平面交叉道口 2 处（在 HDK0+804 处与 HDK 1+424 处），与包西铁路立交 1 处（在 K3+540 处）。

(二) 罕台川北站

(1) 平面布置

本工程新建罕台川北站，为包西铁路通道上新设中间站，北站中心里程为 HDK5+435（包西铁路 DIK81+300），北站设于线路西侧。北站采用平坡式布置方式，站内设综合楼一座，给水房以及变电所等建构物，占地 0.42hm²。

(2) 竖向设计及场内排水

北站地形较平缓，场平后的标高为 1320m，竖向设计采用平坡式布置。北站东侧靠近铁路一侧设置排水沟排场内雨水，通过涵洞排至自然沟道。排水沟采用矩形断面，设计防御标准为 20 年一遇 24 小时最大暴雨量，断面底宽为 2m，沟深 60cm，边坡比 1:1，排水沟长 110m。

(3) 场地绿化

重点绿化综合楼前和空地，场地绿化系数为 43.0%。

（三）集运站

结合工艺、专业系统布置形式，综合考虑各煤炭集运站对外运输方式、场外公路及场区自然地形条件，集运站分为四个区，即汽车来煤受煤储存区、产品储装运区、办公生活区与临时堆煤场，四个区围绕装车线布置。产品储装运区和临时堆煤场布置在罕台川北站环线内，汽车来煤受煤储存区布置在环线内外侧，分两部分，办公生活区布置在环线外的南侧，并且位于包（头）西（安）线的两侧。总平面布置详见附图—罕台川北煤炭集运站总平面布置图。

① 场地平面布置

汽车来煤受煤储存区：本区大部分用地为储煤场，建构物较少，主要为地下输煤地道、安全出口及储煤场挡墙和防尘网、大块煤破碎站，在汽车进出口的位置均设置有地磅房。另外在建筑物的南侧。本区占地面积为 21.36hm^2 。

产品储装运区：本区布置在罕台川北站环线内，主要为产品储装运，建、构筑物主要有原煤缓冲仓、准备车间、产品仓及其之间相互联系的栈桥。产品储运区不包括包西铁路部分，本区占地面积为 8.20hm^2 。

办公生活区：本区布置在罕台川北站环线的外侧南边，包（头）西（安）线的西侧。洗配加工、产品储装运区的西南侧，位于主导风向的上风侧，避免了洗配加工区对该区造成的环境污染，并与铁路环线之间规划有 120m 的距离，有效避免了铁路对该区的噪声污染。该区的主要建筑物有综合办公楼、食堂浴室及培训综合楼、单身宿舍楼。基本解决了职工的食宿问题，另外建设了篮球场、羽毛球场等活动场地和小游园，既美化了生活区的环境又丰富了职工的业余生活。本区占地面积为 3.44hm^2 。

临时储煤场：本区布置在铁路环线内，作为煤炭堆放区，占地 15.49hm^2 ，原规划为预留地。

集运站总占地面积 33hm^2 。

② 竖向设计及场内排水

竖向设计：根据场区自然地形条件及生产工艺布置要求，据场地地形，在满足工艺的前提下，为减少场内土石方工程量，各区域竖向布置形式分别是：汽车来煤受煤储存区、产品储装运区和办公生活区均采用平坡式布置形式，集运站场地平整填方量 61.0万 m^3 ，挖方量 9.0万 m^3 ，不足部分来自金运煤矿采坑内排土，通过场外道路拉运。设计利用原地形的自然地势，移挖作填。

b、场内排水：沿场内道路一侧设浆石砌矩形雨水沟，雨水顺平场坡度，汇集至雨水沟内，排往路基排水沟内，经消能后再排入涵洞排至自然沟道内，根据汇水面积，场内道路雨水沟宽深度均为 0.40m，汽车来煤受煤储存区、产品储装运区及办公生活区长分别为 300 m、1300m、310m。

③ 场地内道路

场内道路均为混凝土面层，干道路面宽 9.0m、6.0m，支路路面宽 4.5m，最小曲线半径 6m。场内道路纵坡一般为 0~4%，最大纵坡不大于 8%。路面为混凝土面层厚 24cm，碎石垫层厚 20cm。

④ 场地绿化

按场地各功能区的划分，合理规划绿化带，起到降噪滞尘作用。重点绿化办公生活区。场地绿化系数为 20.0%。

（四）场外道路

根据北站布置及交通运输需要，建进北站道路、汽车来煤受煤储存区至办公区联络道路及 1 条运煤道路。

进北站道路出罕台川北站大门后向西南行走，与乡村道路相接，长 75m，路基宽 5.0m。

运煤道路出汽车来煤受煤储存区大门后向北行走，与金运煤矿进场道路连接，长 300m，路基宽 15.0m，均为沥青混凝土路面。

汽车来煤受煤储存区至办公区联络道路长 400m，路基宽 5.0m，路面宽 4.5m，沥青混凝土路面，路基两侧设置绿化带。

（五）供排水工程

（1）用水系统

①生活用水

罕台川北站及集运站生活用水量为 $81.43\text{m}^3/\text{d}$ ，供水水源由自来水供给，位于铁路环线外侧，铺设管线距离 2.2km。汽车拉水送入集运站内日用生活消防水池（ 200m^3 ），消毒后经生活、消防变频调速供水泵加压后送至各用水点。

②生产用水

生产用水由金运煤矿水源井水和处理后的生活污水供给，主要是对消防用水、场外道路洒水、储煤场除尘洒水、绿化用水等，用水量为 $92.23\text{m}^3/\text{d}$ ，由罐装汽车拉运喷洒。

(2)排水工程

①生活污水

北站及集运站生活污水主要来自浴室、食堂、洗衣房、锅炉房、单身宿舍等，水量为 $53.23\text{m}^3/\text{d}$ ，处理后污水全部用作生产用水，不外排。

②雨水

雨水收集后排往场外路基排水沟内，路基排水通过涵洞排至自然沟道内。

(3)采暖供热

集运站内所有建筑物均设置集中供暖系统，生活区、原煤受煤区供热热源均接自锅炉房集中供热系统，总需求供热量约为 5278KW ，生活区热媒采用 $95/70^\circ\text{C}$ 低温热水。锅炉房布置在产品储装运区内。

供热管道均采用无缝钢管，除管道与配件连接处采用法兰连接外，其余均采用焊接连接。管道的热补偿方式采用自然补偿与波纹管伸缩器相结合的方式，吸收管道热膨胀量。产品储装运区与办公生活区之间场外供热管道长度为 150m ，管道及施工区占地面积为 0.07hm^2 。

(六) 供电通讯线路

(1) 供电工程

罕台川北站供电通讯线路引自距本线最近的罕台川 10kV 变电站，由 10kV 侧母线引入，线路导线型号为 LGJ-240mm^2 ，供电距离 3km 。集运站供电线路引接自罕台川北站 10kV 变电所，长 1.2km ；为满足施工要求，电源线路设宽 4.0m 的临时施工便道，施工结束后恢复植被。环线线路的供电距离为 6.97km ，引自包西铁路主线供电线路，线路在环线两侧的征地范围内，其面积不另行计算。

(2) 通讯工程

地面通讯电缆敷设采用架设方式，随同供电线路架设到本场内。

1.1.2 项目区概况

(1) 地形地貌

该区域为鄂尔多斯高原北部剥蚀丘陵区，地形起伏大，沟谷纵横，切割强烈，罕台川支（冲）沟发育，多基岩出露，总体地势南高北低，河谷谷底宽阔，主河道蜿蜒曲折，两岸不对称发育一、二级阶地，冲沟发育。

项目区位于河流阶地，地形起伏较大，海拔一般为 $1306\text{m}-1358\text{m}$ ，相对高差 52m ，

丘坡自然坡度一般在 $10^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ，罕台川（冲）支沟发育，陡坎一般在 $4 \sim 6\text{m}$ ；河谷边缘地表微倾向河谷，起伏不大，局部古阶地发育，阶地陡坎高 $2 \sim 4\text{m}$ 。

（2）气象

项目区为中温带半干旱大陆性季风气候，冬季寒冷，夏季炎热，具有降雨量小、蒸发量大、气候干燥、冬春风多等特点。据达拉特旗气象站多年观测资料，项目区多年平均降水量为 310.3mm ，降水年内分配极不均匀，一般集中在 $7 \sim 9$ 月份，占全年降水量的 70% 以上。多年平均气温分别为 6.1°C ，年平均风速分别为 3.2m/s ，最大土壤冻结深度为 162cm 。主导风向：全年 NW，夏季 SE，冬季 NNW。

项目区气象概况基本情况见表 1-4。

表 1-4 项目区气象概况

序号	项 目	单位	达拉特旗	资料统计年限
1	年平均气温	$^{\circ}\text{C}$	6.1	1983 年~2003 年
2	极端最高气温	$^{\circ}\text{C}$	40.2	
3	极端最低气温	$^{\circ}\text{C}$	-34.5	
4	年平均降水量	mm	310.3	1983 年~2003 年
5	年平均蒸发量(mm)	mm	2161.3	1983 年~2003 年
6	无霜期	d	159	1983 年~2003 年
7	日照时数	h	3159.8	1983 年~2003 年
8	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温	$^{\circ}\text{C}$	2942.1	1983 年~2003 年
9	10 年一遇 24 小时最大降水量	mm	105.60	
10	20 年一遇 24 小时最大降水量	mm	138.05	
11	起沙风速(m/s)	m/s	5	1983 年~2003 年
12	年平均风速	m/s	3.2	1983 年~2003 年
13	年平均大风日数 (天)	d	17	1983 年~2003 年
14	最大风速	m/s	23.7	
15	主导风向		WNW	
16	最大冻结深度(m)	m	1.62	1983 年~2003 年
17	最大积雪厚度	cm	38	1983 年~2003 年

（3）水文

项目位于罕台川二级台地上，冲沟发育，冲沟内局部存在少量地表水。罕台川全长 77.4 km ，流域面积 875 km^2 ，河道平均比降 5.09% ，年径流量 2485 万 m^3 ，平均流量 $0.79\text{ m}^3/\text{s}$ ，基流量 $522\text{ 万 m}^3/\text{a}$ ，年输沙量 450 万 t 。项目区处于罕台川的中上游，沟谷

内缺乏常年地表水流，仅局部地段因地下水补给形成水股流和地表积水。雨季暴雨过后沟谷中洪水来势凶猛，深可及 1~2 m，洪水可淹没整个河床。春季消冻期，沟谷中融冰水面宽可达 100 余 m，深 0.1~0.3 m。罕台川位于北站和集运站东侧，百年一遇洪水位 1029.0m 以下，场平后的标高均在洪水位以上。因此，建设场地不受洪水威胁。

地下水按赋存条件可分为第四系孔隙潜水、基岩裂隙水；第四系孔隙潜水主要赋存在第四系全新统砂砾石层中，地下水埋深一般在 0.5~1.5m，含水层厚度在 5~7m，水量较丰富，主要受大气降水、地表河流及山区侧向径流补给；基岩裂隙水主要赋存于砂岩、砾岩中，一般风化影响带内为层状碎屑岩类孔隙、裂隙潜水，下部为碎屑岩类层间承压水，含水量不均，一般为中等~贫乏，主要补给来源为大气降水及侧向径流补给，补给条件较差。地下水位埋深随地形变化，山区埋深较大，山前地带埋深较浅。

(4) 土壤

项目区地带性土壤为栗钙土，其成土母质为第四系黄土，黄土状粉土、粉质黏土，白垩纪砂岩、砾岩。其中黄土状粉土层厚 1.5~4.4m、粉质黏土层厚 0.7m~4.0m、砂岩层厚 2.1~20.8m、砾岩层厚 3.7~17.6m。栗钙土腐殖质层厚 15~40cm，平均 31cm，有机质含量 20.9g/kg，碳酸钙含量 37.6 g/kg，pH7.5~8。

(5) 植被

该地区地带性植被为典型草原。区域内植被类型单一，群落结构简单，主要建群植物有：小叶锦鸡儿、中间锦鸡儿、百里香、蒿类、本氏针茅等。常见有：本氏针茅、短花针茅、白草、百里香、达乌里胡枝子、沙葱、沙蓬、柠条锦鸡儿及蒿类等。植被平均盖度 35%左右。群落高度在 10cm 以下，各别群落高达 50cm。人工植被主要有以杨树、旱柳、红柳、云杉、油松、樟子松、柠条、沙棘为主。

(6) 工程水土流失

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），及内蒙古自治区人民政府文件《内蒙古自治区人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（内政发[2016]44 号），项目区所在地达拉特旗属于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区。项目区容许土壤流失量为 1000t/km².a。

依据“全国第二次土壤侵蚀普查”结果，项目区原地貌以水力侵蚀为主，间有风力侵蚀。通过对工程地形地貌、土地利用现状的综合分析，确定本工程项目区土壤侵蚀类型及侵蚀强度，项目区土壤侵蚀背景值水蚀模数为 3000t/km².a，风蚀模数 2500t/km².a。

1.2 水土保持工作情况

根据《中华人民共和国水土保持法》及《内蒙古自治区实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》、水利部、国家计委、国家环保总局联合发布的《开发建设项目水土保持管理办法》、水利部第 5 号令《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等法律法规及规章要求，为有效控制项目建设对周边环境的影响，防治新的水土流失，2009 年 9 月，鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司委托内蒙古新创环保科技发展有限公司编制了本项目的水土保持方案报告书；2010 年 4 月完成《鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持方案报告书》的编制工作；2010 年 8 月 17 日，内蒙古自治区水利厅以内水保[2010]116 号文对水土保持方案报告书予以批复。

根据批复的水土保持方案，2018 年 11 月鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司委托内蒙古坤泽水利科技有限责任公司承担鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持监测工作，双方正式签订了合同。

按照批复的水土保持方案作为主体工程下阶段开展水土保持工作的技术依据。监测工作主要对每年扰动地表面积、土壤流失量等指标进行调查监测，2018 年 11 月对水土保持工程措施、植物措施数量、类型进行调查，并对防治效果进行调查。2018 年 11 月底监测工作全面结束。

在工程建设阶段，建设单位的水土保持工作由工程部负责管理，进入验收阶段，建设单位成立了验收工作组，对公司所属项目包括开展整改和完善验收的相关工作，因此，建设单位水土保持监测工作委托滞后，基本落实了“三同时”制度，成立的水土保持管理机构，由项目经理直接挂帅领导。

1.3 监测工作实施情况

(1) 工作开展

2018 年 11 月，建设单位委托内蒙古坤泽水利科技有限责任公司开展本项目的水土保持监测工作，接受委托后，内蒙古坤泽水利科技有限责任公司随即成立了鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持监测小组，确定了以监测领导组长为核心的 4 人监测组成。

(2) 监测分区

针对鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站建设过程中水土流失特点和强度，结合主体工程内容、工程布局、施工工艺等，按照水土流失形式及治

理方向的一致性原则进行监测分区，包括铁路装车线、罕台川北站、集运站、场外道路、施工场地、供电线路、供水管线、供热管线等和原地貌9个监测分区。

根据《水土保持监测技术规程》关于输变电工程的监测重点规定，结合本项目各防治区水土流失类型及强度分析结果，确定项目建设期水土流失监测以铁路装车线和集运站为重点监测区。

(3) 监测点布设

2018年11月，监测组成员对建设现场进行了全面查勘，根据现场实际编制了监测实施方案并报备，2018年11月鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司委托内蒙古坤泽水利科技有限责任公司承担鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持监测工作，由于本工程已于2011年9月完工，因此本项目水土保持监测采用资料调查和类比监测的方法，未布设水土流失固定监测点位。

(4) 监测设备投入使用情况

监测小组进驻现场后开展水土保持监测工作，项目开展使用的仪器设备见表 1-4。

表 1-4 项目开展使用的监测设备

设施与设备名称		单位	数量	耗损计费方式
固定设备	GPS	台	1	年折旧按 15%
	坡度仪	台	1	
	土壤筛	套	2	
	无人机（带软件）	台	2	
消耗性设备	50m 卷尺	个	3	
	5m 卷尺	个	3	
	标志绳	m	1500	
	标志牌	个	18	
遥感资料	卫星影像	景	2	

(6) 监测技术方法

① 遥感监测

由于本工程委托开展水土保持监测时间滞后，监测单位采用了遥感监测方法，首先从购买卫星或从网上获取较早的卫星影像数据，按照总平面布置图对沿线卫星影像资料进行初步判读，项目竣工后确定线位和施工造成的铁路装车线、罕台川北站、集运站、场外道路、施工场地、供电线路、供水管线、供热管线等，确定经纬度、面积、周边地形地貌等因子。对比现场调查确定的铁路装车线、罕台川北站、集运站、场外道路、施工场地、供电线路、供水管线、供热管线等施工扰动地的位置、数量、面积与遥感影像资料的相符程度，查漏补缺。因此遥感监测既是一种技术手段，也是对监测资料的有力补充。

②定位监测

对水土流失动态和原地貌水土流失量监测主要采用地面定位监测的方法，水蚀监测采用简易径流小区法和测钎观测法，风蚀监测主要采用测钎法和积沙仪临时观测法。

③调查监测

调查监测主要是针对水土保持防治效果和防治责任范围监测而言的，包括资料调查、普查和抽样调查。

④新技术应用：本项目监测过程中采用遥感影像资料对项目区进行定位确定，并到现场核实；监测单位利用无人机及相关测算软件，应用于面积、土方量核查，同时也用于水土流失测算。并且实现了从不同高度、角度对塔基周边环境的探查。

2 监测内容与方法

水土保持调查监测的内容包括：主体工程进度、工程建设扰动地表面积、各防治分区施工期的水土流失变化情况、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果、弃土弃渣及治理情况等情况，同时为了分析比较各防治区建设期的水土流失情况，对项目区原地貌的水土流失量进行调查。

2.1 扰动土地情况

随着工程施工过程的进展，各防治区域的扰动地表面积也在不断发生变化，要监测水土流失量，必须对扰动面积及各防治分区水土流失面积变化情况进行监测，主要监测工程建设各分区扰动地表面积情况。

针对施工扰动强度大，监测委托时间晚于工程完工时间的情况，监测单位采用了遥感监测方法，首先从购买卫星或从网上获取较早的卫星影像原始数据，因为天气，传感器，地形等因素的不同，得到的影像存在着传感器误差，几何畸变和坐标误差等一些问题，如下图所示。

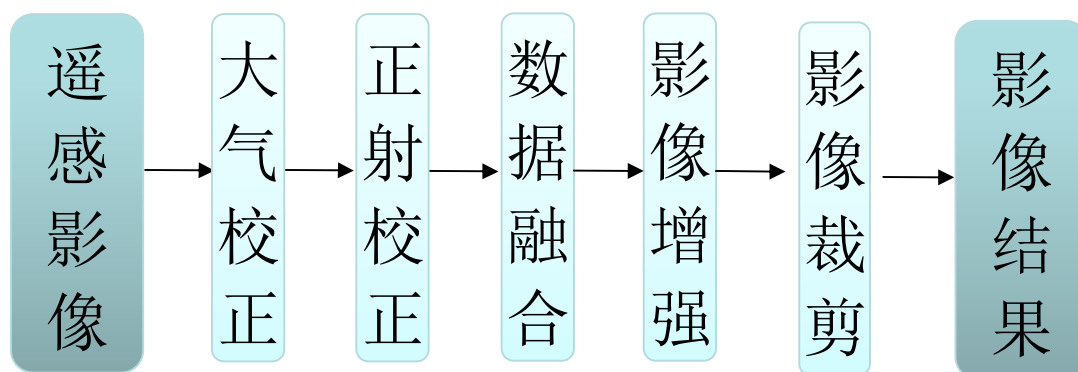


图 5-1 数据采集

a) 大气校正

大气校正就是把表观反射率转化成能够反应地表真实信息的地表反射率。在不考虑大气影响的情况下，卫星传感器获取到的信息取决于地物和反射太阳辐射，实际上由于大气的存在，电磁辐射从太阳发射穿过大气到达地面再有地面反射重新透过大气由卫星传感器接收过程中，原始信号会受到大气中的气溶胶、水汽、颗粒物等干扰，削弱原始信号的强度；而且大气散射光也会反射或通过地物间接反射进入卫星传感器，增强原始信号，因此需要进行大气校正处理。采用遥感影像处理软件 ENVI5.3 的 FLAASH 大气校正工具，利用卫星参数文件获取相关参数信息，结合 DEM 数据以及波谱响应函数，对数据进行校正。

b) 图像正射校正

图像正射校正指利用地面控制点与相机或卫星模型结合，确立传感器、图像与地面3个平台关系，建立校正公式，生成多中心投影平面正射图像的过程，它在纠正了受系统因素影响产生的几何畸变的基础上，还消除了地形引起的畸变，采用遥感影像处理软件 ENVI5.3 的正射校正工具，参考高精度数字高程模型 (DEM) 数据，并根据遥感卫星数据的有理多项式 (RPC) 文件和正射模型，对数据进行校正。

c) 数据融合

多遥感影像信息融合是将不同的传感器获取的同一地区的影像进行空间配准，然后采用一定的算法将个影像的优点有机的结合起来产生新影像的技术。

融合后的影像更能解释和描述被感知的地物或环境，能减少被感知地物或环境中可能存在的不完全性，不确定性和误差。利用各种信息源提供的信息，使得到的信息更精确，完全，可靠，提高可判读性，便于综合分析，提高监测精度。

高分辨率多光谱遥感影像包括高空间分辨率的全色波段和高光谱分辨率的多光谱影像，通过对两者影像的融合，可以获取高质量影像信息。利用 ENVI5.3 软件，采用 Image Sharpening 工具下的 Gram-Schmidt Pan Sharpening 进行全色片和多光谱图像融合，能够获得较高精度。Gram-Schmidt Pan Sharpening 变换是从低分辨率的波段中复制出一个全色波段，对复制出的全色波段和多波段进行 Gram-Schmidt 变换，其中，全色波段被作为第 1 个波段。用高空间分辨率的浅色波段替换 Gram-Schmidt 变换后的第 1 个波段，应用 Gram-Schmidt 反变换得到融合影像。融合后的影像增加了影像的易解译性，能够有效方便提取地物信息。

d) 影像增强

为了使融合后的高分辨率遥感影像更加容易识别土地扰动，对于当期植被泛绿的遥感影像进行植被增强处理，处理后影像质量更好，植被更加明显，扰动更能容易区分。

e) 影像解译

遥感图像判读包括识别、区分、辨别、分类、评定、评价及对某些特殊重要现象的探测与鉴别。其轮廓的勾绘及其属性的赋予是要有依据。依据就是判读标志。也就是说，在遥感图像上研究地表地物的种种特征，包括光谱、纹理、形状、大小、相对位置等，通过这些特征，区分不同地物，这些特征的总和就叫判读遥感图像标志。在数据预处理之后，根据数据源情况、解译目标等信息确立解译标志，整理成档，从而获得项目区拍摄卫星影像时间的扰动土地面积、防治责任范围面积、植物措施面积等。

表2-1 扰动土地监测方法

监测分区	扰动土地监测方法
铁路装车线	属于永久占地，直接引用征地资料
罕台川北站	
集运站	
场外道路	
施工场地	卫星影像资料核查
供电通讯线路	
供水管线	
供热管线	

2.4.2 取弃土场

本工程建设未涉及取弃土场。

2.4.3 水土保持措施

水土保持措施监测是本项目水土保持监测工作的重点之一，通过其监测结果可分析各防治区内采取水土保持措施后，水土流失控制效果，进而可以分析水土流失总治理度、土壤流失控制比、林草植被恢复率、拦渣率、扰动土地整治率和林草覆盖率等六项防治指标。监测的主要水土保持措施包括：

(1) 工程措施

水土保持工程措施监测记录一次。

a. 土地整治工程：监测指标主要包括整治对象、面积、整治后的地面状况、覆土厚度及整治后的土地利用方式等。

b. 防洪排导工程：主要监测指标包括地标排水等拦排水设施的数量、质量、及工程维护与运行情况等。

c. 斜坡防护工程：主要监测浆砌石护坡等设施的数量、质量、及工程维护与运行情况等。

监测指标包括各项工程措施的工程量及施工质量等，监测方法主要依据监理资料和现场抽样测量。各防治区工程措施监测指标及相应的监测方法详见表2-2。

表2-2 水土保持工程措施监测指标及方法

分区	工程名称	措施类型	监测指标	监测方法
铁路装车线	路堑边坡防护	浆砌石护坡	长度、工程量	资料调查、现场量测
	地表排水	排水沟	长度、断面尺寸、工程量	
		侧沟	长度、断面尺寸、工程量	
		天沟	长度、断面尺寸、工程量	
	路堤边坡防护	空心砖护坡	长度、工程量	
施工场地	土地整治	面积、工程量		
罕台川北站	排水沟	长度、断面尺寸、工程量		
集运站	地表排水	长度、断面尺寸、工程量		
	护坡防护	长度、工程量		
	挡土墙	长度、断面尺寸、工程量		
场外道路	排水沟	长度、断面尺寸、工程量		

(2) 植物措施

水土保持植物措施监测记录一次。

监测指标包括各防治责任分区内林草植被的分布、面积、种类、生长情况等，通过调查数据计算造林成活率、草地的盖度等指标。

对于各防治责任分区内采取的水土保持植被措施的分布、面积采用普查的方法获取监测数据，填写调查成果表；对于植被种类、成活率、保存率、林（草）地郁闭度（盖度）等指标采用抽样调查法，在填写调查成果表的同时填写样地记录表。

对不同的林草植被种类分别进行调查，对于面积较大的地块采用GPS勘界测量植被措施的面积与位置；对于面积较小的地块采用GPS确定植被措施位置，同时采用钢尺或皮尺等工具测量面积。

植被生长情况调查监测指标主要包括林（草）的成活率（有苗面积率）。监测方法主要是抽样调查法，对于春季造林或种草的，在秋季进行成活率调查，秋季造林种草的，在第二年夏季调查其成活率。

造林成活率测定：视造林地地块大小确定样地规格，如条件许可，最好取30m×30m。在样地内用卷尺量株行距，同时清点样地内的造林株数和成活株数，进而计算造林成活率。

种草有苗面积率测定：根据种草地面积情况抽取一定数量的样方，样方面积为2m×2m，测定出苗情况，统计出苗数量，草密度达到30株/m²以上的为合格。以达到草密度规定标准的面积与播种面积的百分比即为有苗面积率，有苗面积率大于75%为合格。

2.4.4 水土流失情况

各防治分区土壤流失量监测是本项目水土保持监测的重点，通过实地监测获得的数据可分析评价项目建设期内的水土流失动态，主要监测水蚀量和风蚀量。

由于本工程水土保持监测委托滞后，监测单位进场时工程已完工，因此本项目水土流失监测采用调查类比监测的方法进行。

3 重点部位水土流失动态监测结果

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据批复的《鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站水土保持方案报告书》(报批稿),本项目防治责任范围 69.97hm^2 ,其中项目建设区 69.76hm^2 ,直接影响区 0.21hm^2 。方案确定建设期水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 方案确定工程建设期水土流失防治责任范围 单位: hm²

序号	工程区		占地性质			占地
			项目建设区	直接影响区	小计	类型
1	铁路装车线(含桥梁)		20.88		20.88	草地、河滩地
2	罕台川北站	北站	0.06		0.06	草地
		排水沟	0.10		0.10	草地
		施工区、施工道路	0.14	0.07	0.21	草地
		小计	0.30	0.07	0.37	
3	集运站	集运站	36.27		36.27	草地、林地、坡耕地
		截水沟	0.17		0.17	草地
		施工区、施工道路	0.28	0.14	0.42	草地
		小计	36.72	0.14	36.86	
4	场外道路	进站道路	0.47		0.47	草地
		储运区至办公区联络道路	0.52		0.52	草地
		运煤道路	2.35		2.35	草地
		小计	3.34		3.34	
5	施工便道及施工场地	路基(桥涵)施工便道	5.25		5.25	草地
		去取土场施工便道	0.28		0.28	草地
		桥涵材料堆放场地	1.17		1.17	草地
		小计	6.70		6.70	
6	供电通讯线路	杆基	0.07		0.07	草地
		施工区及施工便道	1.68		1.68	草地
		小计	1.75		1.75	
7	供热管线	钢管区	0.01		0.01	草地
		施工区	0.06		0.06	草地
		小计	0.07		0.07	
总计			69.76	0.21	69.97	

3.1.2 实际发生的防治责任范围

通过现场检查、勘测,对每个建设区的面积进行核实,根据查阅资料和现场实地勘察,并结合工程设计及建设期实际扰动土地情况,最终确定出鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站的水土流失防治责任范围为**75.6hm²**,防治分区及防治责任面积见表3-2。

表 3-2 实际发生的防治责任范围

序号	工程区		占地性质			占地类型		
			永久占地	临时占地	小计	草地	河滩地	
1	铁路装车线	铁路装车线（含桥梁）	20.88		20.88	19.82	1.06	
2	罕台川北站	北站	0.42		0.42	0.42		
		排水沟	0.03		0.03	0.03		
		小计	0.45		0.45	0.45		
3	集运站	集运站	33		33	33		
		临时储煤场	15.49		15.49	15.49		
		小计	48.49		48.49	48.49		
4	场外道路	进北站道路	0.04		0.04	0.04		
		储运区至办公区联络道路	0.52		0.52	0.52		
		运煤道路	0.69		0.69	0.69		
		小计	1.25		1.25	1.25		
5	施工场地	桥涵材料堆放场地		1.17	1.17	0	1.17	
6	供电通讯线路	北站	杆基	0.05		0.05	0.05	
			施工区		1.2	1.2	1.2	
		集运站	杆基	0.02		0.02	0.02	
			施工区及便道		0.48	0.48	0.48	
		小计	0.07	1.68	1.75	1.75		
7	供水管线	管沟开挖		0.55	0.55	0.55		
		施工区		0.99	0.99	0.99		
		小计		1.54	1.54	1.54		
8	供热管线	供热焊管	0.01		0.01	0.01		
		施工区		0.06	0.06	0.06		
		小计	0.01	0.06	0.07	0.07		
总计			71.15	4.45	75.6	73.37	2.23	

3.1.3 防治责任范围变化情况

项目建设实际发生的水土流失防治责任范围较水保方案确定的防治责任范围增加 5.63hm^2 ，主要是方案设计的供水为汽车拉水，实际增加建设供水管线 2.2km ，铁路环线内增加临时储煤场。详见表 3-3。

表 3-3 工程实际扰动面积范围变化情况表 单位: hm²

序号	工程区		方案确定防治 责任范围	实际发生 责任范围	增减情况(实 际-方案)	分析原因
1	铁路装车线(含桥梁)		20.88	20.88	0	
2	罕台川 北站	北站	0.06	0.42	0.36	作为包西铁路的中间站,建设过程中增加了休闲运动设施和绿化区域
		排水沟	0.1	0.03	-0.07	根据实际完成量测
		施工区、施工道路	0.21		-0.21	实际利用进站道路,未发生
		小计	0.37	0.45	0.08	
3	集运站	集运站	36.27	33	-3.27	原设计的司机之家等建筑物未建设
		临时储煤场		15.49	15.49	在煤炭拉运过程中,发生环线内空地扰动形成临时储煤场
		截水沟	0.17	0	-0.17	未形成挖方边坡,未实施截水沟
		施工区、施工道路	0.42	0	-0.42	实际利用运煤道路和联络道路,未发生
		小计	36.86	48.49	11.63	
4	场外道 路	进站道路	0.47	0.04	-0.43	实际从现有道路引接,修筑长度减少
		储运区至办公区联络道路	0.52	0.52	0	
		运煤道路	2.35	0.69	-1.66	方案设计3条运煤道路,实际修筑1条
		小计	3.34	1.25	-2.09	
5	施工便 道及施 工场地	路基(桥涵)施工便道	5.25		-5.25	布置在环线内,占地已计入临时储煤场
		去取土场施工便道	0.28		-0.28	实际利用现有公路,未发生
		桥涵材料堆放场地	1.17	1.17	0	
		小计	6.7	1.17	-5.53	
6	供电通 讯线路	杆基	0.07	0.07	0	按设计完成
		施工区及施工便道	1.68	1.68	0	
		小计	1.75	1.75	0	
7	供水管 线	管沟开挖		0.55	0.55	项目运行期间,汽车拉水无法满足运行需要,增加从环线附近自来水供水塔引接供水管线
		施工区		0.99	0.99	
		小计		1.54	1.54	
8	供热管 线	钢管区	0.01	0.01	0	按设计完成
		施工区	0.06	0.06	0	
		小计	0.07	0.07	0	
总计			69.97	75.6	5.63	

3.1.4 建设期扰动面积动态监测结果

本工程于2009年5月正式开工,2011年9月完工,水土保持监测开展工作时间为2018年11月,通过解译2009年-2011年项目区卫星影像,确定建设期的扰动面积,2016年部分路基开挖段为主要施工扰动区,扰动面积19.84hm²,至2010年年末,各防治区累计扰

动面积已经达到最大为75.6hm²，项目建设期内各防治区地表扰动面积动态监测结果见下表3-4。

防治分区	2009 年	2010 年	2011 年
铁路装车线	16.43	20.88	18.58
罕台川北站	0.45	0.22	0.22
集运站		48.49	4.14
场外道路	0.04	1.25	0.25
施工场地	1.17	1.17	1.17
供电通讯线路	1.75	1.68	1.68
供水管线		1.54	1.54
供热管线		0.07	0.06
合计	19.84	75.3	27.64
累计扰动面积	19.84	75.6	75.6

3.2 取弃土场监测结果

鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站实际发生土石方总量共116.89万m³，其中挖方量17.35万m³，填方量99.54万m³，外借方82.19万m³（来源于金运煤矿采坑内内排土），本项目建设过程中未单独设立取弃土场。

3.3 土石方流向监测结果

3.3.1 方案设计土石方情况

批复的方案报告书设计工程建设期共动用挖填土石方量 128.85 万 m³，其中挖方 19.49 万 m³，填方 109.36 万 m³，借方 89.87 万 m³，其中借方来自金运煤矿采坑内排土其水土流失防治责任由施工单位承担。编制方案时工程已开工，未对表土进行事先剥离和保护。，详见表 3-5。

表 3-5 方案设计土石方情况表 单位万 m³

工程项目		动用土石方量	挖方	填方	利用方	调入	调出	借方	弃方	备注
铁路装车线	路基开挖	45.37	2.77	42.6	2.77	1.81		38.02		借方来源于金运煤矿采坑内内排土
	桥涵	4.63	2.41	2.22	2.22		0.19			利用于路基填筑
	排水沟开挖	1.62	1.62				1.62			
小计		51.62	6.8	44.82	4.99	1.81	1.81	38.02		
北站及集运站	建构筑物基础开挖	70.39	9.18	61.21	9.18	0.18		51.85		借方来源于采坑内内排土
	北站排水沟	0.06	0.06				0.06			利用于北站场地填筑
	集运站截水沟	0.12	0.12				0.12			
小计		70.57	9.36	61.21	9.18	0.18	0.18	51.85		
场外道路	进北站道路	0.28	0.14	0.14	0.14					
	汽车来煤受煤储存区至至办公区联络道路	0.12	0.06	0.06	0.06					
	1号运煤道路	0.54	0.27	0.27	0.27					
	2号运煤道路	0.54	0.27	0.27	0.27					
	3号运煤道路	0.64	0.32	0.32	0.32					
小计		2.12	1.06	1.06	1.06					
施工便道及施工场地		4.02	2.01	2.01	2.01					
小计		4.02	2.01	2.01	2.01					
供电通信线路		0.52	0.26	0.26	0.26					
小计		0.52	0.26	0.26	0.26					
合计		128.85	19.49	109.36	17.5	1.99	1.99	89.87		

3.3.2 实际土石方监测结果

鄂尔多斯市联创煤炭有限责任公司罕台川北煤炭集运站实际发生土石方总量共 116.89 万 m³，其中挖方量 17.35 万 m³，填方量 99.54 万 m³，外借方 82.19 万 m³（来源于金运煤矿采坑内内排土），无弃方。建设期生活垃圾采用垃圾箱收集后运至附近的垃圾场处理。实际土石方情况见表 3-6。

表 3-6 实际土石方情况表 单位万 m³

工程项目		动用土石方量	挖方	填方	利用方	调入	调出	借方	备注
铁路装车线	路基开挖	45.37	2.77	42.6	2.77	1.81		38.02	借方来源于金运煤矿采坑内内排土
	桥涵	4.63	2.41	2.22	2.22		0.19		利用于路基填筑
	排水沟开挖	1.62	1.62				1.62		
	小计	51.62	6.8	44.82	4.99	1.81	1.81	38.02	
北站及集运站	构筑物基础开挖	62.71	9.18	53.53	9.18	0.18		44.17	借方来源于金运煤矿采坑内内排土
	北站排水沟	0.06	0.06				0.06		利用于北站场地填筑
	集运站截水沟	0.12	0.12				0.12		利用于集运站填筑
	小计	62.89	9.36	53.53	9.18	0.18	0.18	44.17	
场外道路	进北站道路	0.02	0.01	0.01	0.01				
	联络道路	0.12	0.06	0.06	0.06				
	运煤道路	0.54	0.27	0.27	0.27				
	小计	0.68	0.34	0.34	0.34				
施工场地		1.18	0.59	0.59	0.59				
供电通信线路		0.52	0.26	0.26	0.26				
合计		116.89	17.35	99.54	15.36	1.99	1.99	82.19	

3.3.3 土石方变化

实际发生的土石方与方案相比变化如下：

(1) 由于方案设计阶段挖方 19.49 万 m³，填方 109.36 万 m³，实际施工过程中挖方量 17.35 万 m³，填方量 99.54 万 m³，挖方量减少 2.14 万 m³，填方量减少 9.82 万 m³，因此实际建设过程中借方量减少 7.68 万 m³，实际借方量为 82.19 万 m³。

4 水土流失防治措施监测结果

水土保持防治措施监测的主要内容是各项防治措施的工程量,通过工程量的监测结果可分析评价各项防治措施的防治效果,主要评价指标包括:水土流失总治理度、拦渣率、土地整治率、林草覆盖率和林草植被恢复率。

4.1 工程措施监测结果

主要针对表2-2中所列的各项监测指标对各项工程措施进行监测,对于主体工程具有水土保持功能的工程措施以巡查和监理资料调查为主,对于《水土保持方案报告书》中新增的水土保持工程措施进行重点监测,通过现场测量、调查等手段监测工程实施的数量。

4.1.1 方案设计工程措施

批复的水土保持方案报告书设计的工程措施:

工程措施工程量汇总:铁路装车线:路堑边坡防护长度 1400m,防护面积 1.36hm²,路堤边坡六棱砖防护长度 5140m,防护面积 2.87hm²,铁路两侧排水沟 4560m、侧沟 1800m 天沟 900m 以及消力池 6 处;罕台川北站:场地周边排水沟 360m;集运站:地表排水 1910m,场地护坡 780m,防护面积 0.22hm²,挡土墙 400m 以及场地周边截水沟 700m。

(1)铁路装车线防治区:建设期面积为 20.88hm²。工程措施:路堑边坡浆砌片石防护长度 1400m,防护面积 1.36hm²,路堤边坡(H≥3m)六棱砖防护长度 5140m,防护面积 2.87hm²,路基排水沟 4560m、侧沟 1800m 天沟 900m 以及消力池 6 处长 18m。

(2)罕台川北站防治区:建设期面积为 0.30hm²。工程措施:北站周边设置排水沟 360m。

(3)集运站防治区:建设期面积为 36.72hm²。工程措施:设置地表排水沟 1910m,场地护坡 780m,防护面积 0.22hm²,挡土墙 400m,修筑场外截水沟 700m,新建办公生活区管灌系统一套。

(4)场外道路防治区:建设期面积为 3.34hm²。植物措施:进北站道路两侧防护林面积 0.24hm²,栽植新疆杨 205 株,联络道路两侧防护林面积 0.32hm²,栽植新疆杨 272 株,运煤道路两侧防护林面积 0.92hm²,栽植新疆杨 1565 株。

(5)施工便道及施工场地防治区：建设期面积为 **6.70hm²**。工程措施：施工场地平整面积 **1.17hm²**；

方案设计水土保持工程措施及工程量见表 4-1。

表 4-1 方案确定水土保持工程措施量汇总表

分区	工程名称	措施类型	防护长度(m)	防护面积(hm ²)	主要工程量(m ³)						灌溉设施(套)
					浆砌片石	砂砾垫层	土方开挖	砼预制板	铅丝石笼	空心砖(块)	
铁路装车线	路堑边坡防护	护坡	1400	1.36	1349						
	地表排水	排水沟	4560	1.24	4620	2311	9667				
		侧沟	1800	0.34	1031	517	2700				
		天沟	900	0.24	1476	740	3865				
		消力池(6处)	18		120	18	240		60		
	合计		7278	1.82	7247	3586	16472		60		
	灌溉设施										1
路堤边坡防护	护坡	5140	2.87						410000		
罕台川北站	排水沟	360		288	119	623					
集运站	地表排水	1910	0.19	747	139	1105	210				
	截水沟	700	0.16	619	310	1209					
	护坡防护	780	0.22						9565		
	挡土墙	400	0.02	551	240	2391					
场外道路	场地平整		1.17								
合计			17968	9.63	10801	4394	21800	210	60	419565	1

4.1.2 实际实施的工程措施

通过查阅竣工资料、现场查勘和复核，铁路装车线实施了地表排水、 $H \geq 3m$ 路堤边坡空心砖及种草护坡、路堑边坡采用浆砌石护坡、路基 $H < 3m$ 的边坡实施了植草防护，并在路基外侧实施了防护林；集运站实施了的地表排水，边坡浆砌石护坡和站内挡土墙，并实施了站内绿化美化等。

完成的水土保持工程措施工程量为：完成浆砌石排水沟**9680m**，浆砌石护坡**1.58hm²**，挡土墙**400m**，空心砖护坡**2.87hm²**，土地整治**1.17hm²**。

1、铁路装车线

完成浆砌石排水沟**4560m**、侧沟**1800m**、天沟**900m**，完成路堑浆砌石护坡**1.36hm²**，路堤空心砖护坡**2.87hm²**。

2、施工场地

施工场地在施工结束后完成土地整治**1.17hm²**。

3、罕台川北站

施工过程中实施了罕台川北站临近铁路一侧排水沟**110m**。

4、集运站

集运站完成浆砌石排水沟**1910m**，浆砌石护坡**0.22hm²**，实施了挡土墙**400m**。

5、场外道路

完成联络道路一侧排水沟**400m**。

各防治区采取的水土保持工程措施及工程量详见表**4-2**。

表 4—2 工程措施完成情况统计

分区	工程名称	措施类型	防护长度 (m)	防护面 积 (hm ²)	主要工程量(m ³)						完成时间	施工 单位
					浆砌片石	砂砾垫 层	土方开挖	砼预 制板	土地整 治 (hm ²)	空心砖 (块)		
铁路 装车 线	路堑边坡 防护	浆砌石护坡	1400	1.36	1349						2010.3-2010.10	中铁 十九 局
	地表排水	排水沟	4560	1.24	4620	2311	9667				2010.3-2010.10	
		侧沟	1800	0.34	1031	517	2700				2010.3-2010.10	
		天沟	900	0.24	1476	740	3865				2010.3-2010.10	
	路堤边坡 防护	空心砖护坡	5140	2.87						410000	2010.3-2010.10	
施工场地	土地整治		1.17					1.17		2010.10		
罕台川北站	排水沟		110	0.03	288	119	623				2011.3-2011.8	泰戈 特北 京工 程咨 询有 限公 司
集运站	地表排水		1910	0.19	747	139	1105	210			2011.3-2011.8	
	护坡防护		780	0.22	218						2011.3-2011.8	
	挡土墙		400	0.02	551	240	2391				2011.3-2011.8	
场外道路	排水沟		400	0.04	405	75	847				2011.3-2011.8	
合计			17400	7.69	10685	4141	21198	210	1.17	410000		

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 方案设计的植物措施

批复的水土保持方案报告书设计的植物措施有：

(1)铁路装车线防治区：路基两侧防护林面积**6.77hm²**，栽植新疆杨**7670**株；路基边坡($H < 3m$)种草绿化面积**1.15hm²**；路基边坡($H \geq 3m$)种草绿化面积**6.38hm²**。

(2)罕台川北站防治区：罕台川北站空地绿化面积**0.02hm²**，包括栽植花灌木**180**株，撒播草籽面积**0.02hm²**；场区护坡绿化**0.01hm²**；北站排水沟施工区种草绿化面积**0.14hm²**。

(3)集运站防治区：场区新增绿化面积**14.13hm²**，合计栽植乔木**5000**株，灌木**3397.0**株，撒播草籽**8.97hm²**。办公生活区—绿化面积**1.14hm²**，栽植乔木**425**株，灌木**1610**株，撒播草籽**0.55hm²**；来煤与受煤区—绿化面积**9.06hm²**，栽植乔木**3570**株，灌木**300**株，种草绿化面积**5.97hm²**；产品装储运区—绿化面积**3.65hm²**，栽植乔木**1005**株，灌木**1487**株，种草绿化面积**2.45hm²**；集运站周边截水沟施工区种草绿化面积**0.28hm²**。主体工程设计对场地护坡种草绿化面积**0.22hm²**。

(4)场外道路防治区：进北站道路两侧防护林面积**0.24hm²**，栽植新疆杨**205**株，联络道路两侧防护林面积**0.32hm²**，栽植新疆杨**272**株，运煤道路两侧防护林面积**0.92hm²**，栽植新疆杨**1565**株。

(5)施工便道及施工场地防治区：施工场地平整面积**1.17hm²**；植物措施：施工便道种草绿化面积**5.53hm²**。

(6)供电线路防治区：供电线路施工区及施工便道种草绿化面积**1.68hm²**。

(7)供热管线防治区：供热管线施工区种草绿化面积**0.06hm²**。

方案设计水土保持工程措施及工程量见表 4-3。

表 4-3 方案确定水土保持植物措施量汇总表

防治分区	实施地点	工程名称	面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	总需种苗量		
						单位	数量	
铁路装车线	路基两侧	防护林	6.77	沙柳	插穗苗	株	16920	
	路基边坡 (H<3m)	人工种草	1.15	披碱草	一级种	kg	20.13	
				蒙古冰草	一级种	kg	17.25	
罕台川北站防治区	北站空地等	绿化	0.02	丁香	5枝以上/株	株	90	
				黄刺玫	5枝以上/株	株	90	
				早熟禾	一级种	kg	3.0	
	站区周边护坡	绿化	0.01	早熟禾	一级种	kg	1.50	
	北站排水沟施工区	人工种草	0.14	披碱草	一级种	kg	2.45	
蒙古冰草				一级种	kg	2.10		
集运站防治区	办公生活区	综合办公区空地	绿化	0.26	油松	1.5m以上	株	185
					丁香	5枝以上/株	株	280
					黄刺玫	5枝以上/株	株	280
					早熟禾	一级种	kg	35.10
		职工生活区	绿化	0.20	丁香	5枝以上/株	株	250
					早熟禾	一级种	kg	27.0
	变电所周边	绿化	0.08	丁香	5枝以上/株	株	80	
				早熟禾	一级种	kg	11.0	
	消防水池空地	绿化	0.12	早熟禾	一级种	kg	16.0	
	场内路两侧	防护林	0.48	国槐	2.0m高	株	240	
				丁香	5枝以上/株	株	720	
	来煤受煤区	储煤场周边	防护林	3.15	新疆杨	三根两千	株	3570
					丁香	5枝以上/株	株	150
		交易室周边	绿化	0.04	黄刺玫	5枝以上/株	株	150
					早熟禾	一级种	kg	5.40
	预留区	人工种草	5.87	披碱草	一级种	kg	102.73	
				蒙古冰草	一级种	kg	88.05	
	产品装储运区	变电所周边	绿化	0.12	丁香	5枝以上/株	株	90
					早熟禾	一级种	kg	12.0
		场内路两侧	防护林	1.18	国槐	2.0m高	株	1005
					丁香	5枝以上/株	株	1475
		预留区	人工种草	2.35	披碱草	一级种	kg	41.13
					蒙古冰草	一级种	kg	35.25
	周边截水沟施工区	人工种草	0.28	披碱草	一级种	kg	4.90	
				蒙古冰草	一级种	kg	4.20	
场外道路	进场路两侧	防护林	0.24	新疆杨	三根两千	株	205	
	联络路两侧	防护林	0.32	新疆杨	三根两千	株	272	
	运煤路两侧	防护林	0.92	新疆杨	三根两千	株	1565	
施工便道及施工场地	施工便道及施工区	人工种草	5.53	披碱草	一级种	kg	96.78	
				蒙古冰草	一级种	kg	82.95	
供电通讯线路	施工区及施工便道	人工种草	1.68	披碱草	一级种	kg	29.40	
				蒙古冰草	一级种	kg	25.20	
供热管线	施工区及施工便道	人工种草	0.06	披碱草	一级种	kg	0.90	
				蒙古冰草	一级种	kg	1.05	
合计			30.97	乔木 7042 株, 灌木 20575 株, 撒播草籽 872.82kg				

4.2.2 实际实施的植物措施

经调查实测, 各防治区共完成植物措施面积 22.14hm², 其中栽植乔木 8500 株, 灌木 680 株, 种草 15.17hm²。

1、铁路装车线防治区

铁路装车线实施外侧防护林 6.77hm^2 ，栽植乔木 7500 株；完成边坡植草 7.53hm^2 。

2、罕台川北站防治区

完成站内绿化美化 0.18hm^2 ，栽植乔木 450 株，植草 0.18hm^2 。

3、集运站防治区

集运站实施站内空地绿化美化 3.01hm^2 ，栽植乔木 520 株，灌木 680 株，植草 3.01hm^2 。

4、场外道路防治区

场外道路完成联络道路两侧防护林 0.2hm^2 ，栽植乔木 160 株。

5、施工场地防治区

施工结束后完成人工植草 1.17hm^2 。

6、供电通讯线路防治区

施工结束后完成人工植草 1.68hm^2 。

7、供水管线防治区

施工结束后完成人工植草 1.54hm^2 。

8、供热管线防治区

施工结束后完成人工植草 0.06hm^2 。

实际完成的植物措施及工程量见表4-4。

表4-4 实际实施的水土保持植物措施量表

防治分区	实施地点	工程名称	面积 (hm ²)	草树种	单位	工程量	实施时间	施工单位
铁路装车线	路基外侧	防护林	6.77	柳树	株	7500	2011.4-2011.6	中铁十九局
	路堤边坡 (H≥3m)	六棱砖护坡内种草	6.38	披碱草	kg	223.4		
	路基边坡 (H<3m)	人工种草	1.15	披碱草	kg	20.13		
				蒙古冰草	kg	17.25		
罕台川北站防治区	北站空地等	绿化	0.18	柳树	株	350	2012.4-2012.7	鄂尔多斯市荣远园林绿化景观工程有限公司
集运站防治区	办公区生活区	绿化	1.51	樟子松	株	100		
				早熟禾	kg	27		
				油松	株	65		
				云杉	株	65		
				柳树	株	260		
				丁香	株	140		
				红瑞木	株	140		
				紫叶小檗	株	140		
				金叶榆	株	140		
				山桃	株	120		
				沙地柏	m ²	0.10		
				景天	m ²	1680		
				早熟禾	kg	35.1		
来煤受煤区	空地绿化	0.2	早熟禾	kg	5.4			
产品装储运区	空地绿化	1.3	柳树	株	130			
			早熟禾	kg	28			
场外道路	联络路两侧	防护林	0.2	新疆杨	株	160	2011.4-2011.6	中铁十九局
施工场地	人工种草	1.17	披碱草	kg	20.5			
			蒙古冰草	kg	17.6			
供电通讯线路	人工种草	1.68	披碱草	kg	29.4	2012.4-2012.7	鄂尔多斯市荣远园林绿化景观工程有限公司	
			蒙古冰草	kg	25.2			
供水管线	人工种草	1.54	披碱草	kg	27.0			
			蒙古冰草	kg	23.1			
供热管线	人工种草	0.06	披碱草	kg	0.9			
			蒙古冰草	kg	1.05			
合计			22.14					

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 方案设计的临时措施

方案编制时工程已接近完工，因此方案未设计临时措施。

4.3.2 实际实施的临时措施

监测单位进场后工程已完工，通过查阅施工资料，未见实施临时措施的相关资料，因此监测单位认为本工程建设过程中未实施临时措施。

4.4 水土保持措施防治效果

各分区水土保持措施实施后，对项目区内由于开挖建设过程的引起的水土流失起到良好防治效果，目前，各项水土保持措施运行情况良好。

5 土壤流失量情况监测

5.1 水土流失面积

本工程于2009年5月正式开工，2011年9月完工，水土保持监测开展工作时间为2018年11月，通过解译2009年-2011年项目区卫星影像，确定建设期的水土流失面积，2016年部分路基开挖段为主要施工扰动区，水土流失面积19.84hm²，至2010年年末各防治区累计扰动面积已经达到最大为75.6hm²，2011年由于项目区建构筑物及硬化已完工，水土流失面积相应减少，为27.64hm²。监测结果见下表5-1。

表 5-1 水土流失面积监测结果 单位 hm²

防治分区	2009 年	2010 年	2011 年
铁路装车线	16.43	20.88	18.58
罕台川北站	0.45	0.22	0.22
集运站		48.49	4.14
场外道路	0.04	1.25	0.25
施工场地	1.17	1.17	1.17
供电通讯线路	1.75	1.68	1.68
供水管线		1.54	1.54
供热管线		0.07	0.06
合计	19.84	75.3	27.64

5.2 土壤流失量

5.2.1 各阶段的侵蚀模数

本工程于2009年5月开工，2011年9月完工，监测人员于2018年11月进驻项目区。未进驻前的工程建设过程中，项目区没有土壤侵蚀实测资料，可能造成水土流失量确定采用类比法和调查法进行；可能造成水土流失危害采用当地同类型水土流失危害调查和相关经验分析确定；其他扰动原地貌、破坏土地及植被情况、弃土弃渣量及损坏水土保持设施数量等，均采用对主体工程设计资料进行统计、分析基础上，通过实地调查，经过计算确定。

(1) 原地貌侵蚀模数调查

在对项目区外业勘测、调查过程中，项目区植被类型以干草原植被为主，植被稀疏，土壤主要有栗钙土、风沙土等。根据全国土壤侵蚀遥感普查中第二次遥感调查资料（2000年），并结合实地调查，以及项目区降雨与风力特征、地形地貌、地面组成物质、土地利用与植被生长状况，确定本工程项目区范围内土壤侵

蚀模数平均为 $5500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，其中，水力侵蚀模数 $3000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，风力侵蚀模数 $2500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

(2) 建设期侵蚀模数调查

本次对比分析的资料为 210 公路东胜段路基边坡水土保持监测资料。210 公路东胜段与项目区相距 9.28km，地形地貌特征、土壤类型、植被类型、气象条件相似（见表 5-2）。

表 5-2 类比区条件对比表

类比项目区	210 公路东胜段	项目建设区
地形地貌	沙质黄土、黄土丘陵沟壑地貌	沙质黄土、黄土丘陵沟壑地貌
气候特点	属中温带半干旱大陆性季风气候，年均降水量 390.0mm，降雨主要集中在 6-9 月，占全年降水量的 80%。年平均蒸发量 2200mm，区内多风，年平均风速 3.1m/s，大风日数 30 天，以西北风为主导风向。极端最大风速 20. m/s，10 月~翌年 5 月是风季。	属中温带半干旱大陆性季风气候，年均降水量 310.0mm，降雨主要集中在 6-9 月，占全年降水量的 80%。年平均蒸发量 2161.3mm，区内多风，年平均风速 3.2m/s，大风日数 17 天，以西北风为主导风向。极端最大风速 24. m/s，10 月~翌年 5 月是风季。
土壤	栗钙土、风沙土	栗钙土、风沙土
土壤机械组成	2-0.25mm 粒级含量 3-7.5%，0.25-0.005mm 含量 38.9-79%，<0.005mm 含量 6-15.2%。	2-0.25mm 粒级含量 3-7.5%，0.25-0.005mm 含量 38.9-79%，<0.005mm 含量 6-15.2%。
植被覆盖度及类型	典型草原植被，植被覆盖度 30~45%。	典型草原植被，植被覆盖度 30~35%。
土地利用及施工扰动情况	天然草地开挖、占压、堆垫等	天然草地开挖、占压、堆垫等
水土流失特点	以水力侵蚀为主，间有风力侵蚀。风蚀主要发生在春秋季，水蚀发生在雨季。	以水力侵蚀为主，间有风力侵蚀。风蚀主要发生在春秋季，水蚀发生在雨季。

类比资料成果

内蒙古自治区水利科学研究院于 2009 年 4 月至 2011 年 8 月对 210 公路东胜段施工期水力侵蚀、风力侵蚀监测结果如表 5-3、表 5-4。

综合以上因素分析，根据 210 公路东胜段施工期水土流失调查监测结果，结合本项目施工进度安排和工程施工特点，比较监测时段的水土流失相关因子，确定不同施工时段、施工地段施工期土壤侵蚀模数，经类比并结合工程建设情况及其所在地自然条件，确定本项目施工期土壤侵蚀模数，见表 5-5。

表 5-3 210 公路东胜段水力侵蚀实测表

防治分区	监测点	年份	风蚀模数 (t/km ² ·a)	水蚀模数 (t/km ² ·a)
主体工程区	路基边坡	2009	4968	7234
		2010	5624	7142
		2011	4638	6435
施工便道	两侧扰动区	2009	4720	6872
		2010	5343	6785
		2011	4406	6113
取土场	取土场边坡	2009	5266	7668
		2010	5961	7571
		2011	4916	6821
施工场地	施工场地扰动区	2009	3875	5643
		2010	4387	5571
		2011	3618	5019

扰动地貌土壤侵蚀模数表

表 5-4

单位: t/km²·a

年份	侵蚀单元	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)		
		水蚀模数	风蚀模数	土壤侵蚀模数
2009	原地貌	3000	2500	5500
	铁路装车线	7234	4968	12202
	罕台川北站	7234	4968	12202
	集运站	7668	5266	12934
	场外道路	6872	4720	11592
	施工场地	5643	3875	9518
	供电通讯线路	5643	3875	9518
	供水管线	5643	3875	9518
	供热管线	5643	3875	9518
2010	原地貌	3000	2500	5500
	铁路装车线	7142	5624	12766
	罕台川北站	7142	5624	12766
	集运站	7571	5961	13532
	场外道路	6785	5343	12128
	施工场地	5571	4387	9958
	供电通讯线路	5571	4387	9958
	供水管线	5571	4387	9958
	供热管线	5571	4387	9958
2011	原地貌	3000	2500	5500
	铁路装车线	6435	4638	11073
	罕台川北站	6435	4638	11073
	集运站	6821	4916	11737
	场外道路	6113	4406	10519
	施工场地	5019	3618	8637
	供电通讯线路	5019	3618	8637
	供水管线	5019	3618	8637
	供热管线	5019	3618	8637

5.2.2 土壤流失量计算方法

土壤流失量计算采用公式法，水蚀量计算公式：

$$M_w = F \times K_s \quad (\text{式 1})$$

式中： M_w ——水蚀量 (t)；

F ——时段水土流失面积 (km^2)；

K_s ——水蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)。

风蚀量计算公式：

$$M_f = F \times K_f \quad (\text{式 2})$$

式中： M_f ——风蚀量 (t)；

F ——时段水土流失面积 (km^2)；

K_f ——风蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)。

5.2.3 各阶段土壤流失量

根据建设区实际发生的防治责任范围和各防治区内各年度地表扰动面积、建筑物占地面积动态监测结果，各土壤流失单元侵蚀强度动态监测结果，采用（式1）和（式2），分别计算项目建设期内各年度土壤流失量。

经计算，工程建设期内项目建设区土壤流失总量为**18239t**，其中水蚀量为**10305t**，风蚀量为**7934t**，各阶段土壤流失量计算过程见表5-5。

表 5-5 各阶段土壤流失量计算表

年度	防治分区	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数(t/km ² a)		土壤流失量 (t)		
			水蚀模数	风蚀模数	水蚀量	风蚀量	土壤流失量
2009	原地貌	55.76	3000	2500	1673	1394	3067
	铁路装车线	16.43	7234	4968	1189	816	2005
	罕台川北站	0.45	7234	4968	33	22	55
	集运站	0	7668	5266			0
	场外道路	0.04	6872	4720	3	2	5
	施工场地	1.17	5643	3875	66	45	111
	供电通讯线路	1.75	5643	3875	99	68	167
	供水管线	0	5643	3875			0
	供热管线	0	5643	3875			0
合计	75.6			3063	2347	5410	
2010	铁路装车线	20.88	7142	5624	1491	1174	2665
	罕台川北站	0.22	7142	5624	16	12	28
	集运站	48.49	7571	5961	3671	2890	6561
	场外道路	1.25	6785	5343	85	67	152
	施工场地	1.17	5571	4387	65	51	116
	供电通讯线路	1.68	5571	4387	94	74	168
	供水管线	1.54	5571	4387	86	68	154
	供热管线	0.07	5571	4387	4	3	7
	合计	75.3			5512	4339	9851
2011	铁路装车线	18.58	6435	4638	1196	862	2058
	罕台川北站	0.22	6435	4638	14	10	24
	集运站	4.14	6821	4916	282	204	486
	场外道路	0.25	6113	4406	15	11	26
	施工场地	1.17	5019	3618	59	42	101
	供电通讯线路	1.68	5019	3618	84	61	145
	供水管线	1.54	5019	3618	77	56	133
	供热管线	0.06	5019	3618	3	2	5
	合计	27.64			1730	1248	2978
总计				10305	7934	18239	

5.2.4 各阶段土壤流失量动态变化分析

项目建设期内造成土壤流失量变化的主要因素是施工地表扰动，因此，分析项目建设各阶段土壤流失动态变化情况，可通过计算比较各阶段土壤流失量和原地貌土壤流失量进行。

原地貌土壤流失量

根据各防治区实际发生的防治责任范围及原地貌侵蚀强度动态监测结果，采用（式1）和（式2），可算得各阶段原地貌土壤流失量。

经计算，工程建设期项目建设区原地貌土壤流失量为 **12474t**，其中水蚀量为 **6804t**，风蚀量为 **5670t**，详见表 5-6。

表 5-6 原地貌土壤流失量计算表

年度	水土流失面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)		土壤流失量 (万 t)		
		水蚀模数	风蚀模数	水蚀量	风蚀量	土壤流失量
2009	75.6	3000	2500	2268	1890	4158
2010	75.6	3000	2500	2268	1890	4158
2011	75.6	3000	2500	2268	1890	4158
合计				6804	5670	12474

根据上述关于工程建设期内各阶段土壤流失量和原地貌土壤流失量的计算，将表5-5和表5-6计算成果进行综比较，即可计算建设期内各年度的水土流失量动态变化情况。

经计算，建设期内扰动地表土壤流失量较原地貌状态增加**5765t**，其中水蚀量增加**3501t**，风蚀量增加**2264t**。建设期各年度土壤流失态变化计算结果见表 5-7。

表5-7 土壤流失量变化情况计算表 单位：t

年度	水蚀增量	风蚀增量	总增量 t
2009	795	457	1252
2010	3244	2449	5693
2011	-538	-642	-1180
合计	3501	2264	5765

根据表 5-7 计算结果可以看出，项目建设期土壤流失动态变化以 2010 年为主。2010 年各防治区内主体工程的全面开工，地表扰动面积达到最大，该年扰动地表土壤流失量最为严重，2011 年随着工程的不断完善，扰动地表土壤流失量较原地貌土壤流失量增量亦递减。

5.3 取土场潜在土壤流失量

本工程建设不涉及取弃土场。

5.4 水土流失危害

本项目监测期内未发生重大水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

通过上述关于项目建设过程中实施的工程措施、植物措施等工程量统计和工程质量评价结果,可以进一步对项目建设期末水土保持防治措施实施后的防治效果做出合理的分析与评价,以总结项目建设期的水土流失防治状况,评定项目防治目标达标情况。具体评价指标包括水土流失总治理度、扰动土地整治率、拦渣率、土壤流失控制比、林草覆盖率和林草植被恢复率共六个评价指标。

6.1 扰动土地整治率

经计算,建设期间扰动土地整治面积 75.6hm^2 , 各类建(构)筑物占地、道路及硬化场地面积为 47.96hm^2 , 工程措施面积为 4.73hm^2 , 植物措施面积 22.14hm^2 , 总计扰动土地整治面积 74.83hm^2 , 项目建设区平均扰动土地整治率为 98.98% 。达到了方案目标值 95% 。扰动土地整治率计算结果见表 6-1。

表 6-1 扰动土地整治率统计表

防治分区	防治责任范围 (hm^2)	扰动土地面积 (hm^2)	整治面积 (hm^2)				扰动土地整治率 (%)
			永久性建筑物及硬化面积	植物措施	工程措施	小计	
铁路装车线	20.88	20.88	2.3	14.3	4.23	20.83	99.76%
罕台川北站	0.45	0.45	0.23	0.18	0.03	0.44	97.78%
集运站	48.49	48.49	44.35	3.01	0.43	47.79	98.56%
场外道路	1.25	1.25	1	0.2	0.04	1.24	99.20%
施工场地	1.17	1.17		1.17		1.17	100.00%
供电通讯线路	1.75	1.75	0.07	1.68		1.75	100.00%
供水管线	1.54	1.54		1.54		1.54	100.00%
供热管线	0.07	0.07	0.01	0.06		0.07	100.00%
合计	75.6	75.6	47.96	22.14	4.73	74.83	98.98%

6.2 水土流失总治理度

经计算,施工期末水土流失总面积为防治责任范围面积减去建筑物、道路及硬化面积,计算得到实际水土流失面积为 27.64hm^2 , 各项水土保持治理达标面积(含工程措施和植物措施)面积为 26.87hm^2 , 由此计算项目建设区平均水土流失总治理度 97.21% , 达到方案确定的 92% 的防治指标。水土流失治理度计算结果见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度统计表

防治分区	防治责任范围 (hm ²)	永久性建筑物及硬化占地 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	治理措施面积 (hm ²)			水土流失总治理度 (%)
				植物措施	工程措施	合计	
铁路装车线	20.88	2.3	18.58	14.3	4.23	18.53	99.73%
罕台川北站	0.45	0.23	0.22	0.18	0.03	0.21	95.45%
集运站	48.49	44.35	4.14	3.01	0.43	3.44	83.09%
场外道路	1.25	1	0.25	0.2	0.04	0.24	96.00%
施工场地	1.17		1.17	1.17		1.17	100.00%
供电通讯线路	1.75	0.07	1.68	1.68		1.68	100.00%
供水管线	1.54		1.54	1.54		1.54	100.00%
供热管线	0.07	0.01	0.06	0.06		0.06	100.00%
合计	75.6	47.96	27.64	22.14	4.73	26.87	97.21%

6.3 拦渣率

项目建设过程中，本工程建设过程中动用土石方116.89万m³，其中挖方量17.35万m³，填方量99.54万m³，外借方82.19万m³（来源于金运煤矿采坑内内排土），无弃方。建设期生活垃圾采用垃圾箱收集后运至附近的垃圾场处理。经现场调查估算得出拦渣率达到98%，达到了方案目标值97%。

6.4 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190—2007)，确定项目区土壤容许量为1000t/km²·a，经调查，为保护主体工程安全，建设单位采取了一系列具有水土保持功能的防治措施，加强了林草植被的恢复。随着各项措施防护效益的逐步发挥，工程建设区的水土流失强度逐渐减少，水土流失情况较原地貌有明显好转。经分析测算，各防治分区的水土流失基本得到控制，目前项目区土壤侵蚀模数为1250t/km²·a，水土流失控制比为0.8，达到了方案目标值0.8，达到了防治标准。

6.5 林草植被恢复率

经计算，本工程项目建设区内扰动地表面积为75.6hm²，可恢复林草植被面积23.48hm²，合格的林草植被恢复面积22.14hm²，经计算，林草植被恢复率为94.29%，达到了水土保持方案设计的94%的防治目标。见表6-3。目前，防治责任范围植被建设取得了显著的成绩，建设区生态环境处于恢复阶段。

表 6-3 林草植被恢复率计算结果

防治分区	防治责任范围 (hm^2)	可绿化面积 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	植被恢复率 (%)
铁路装车线	20.88	14.85	14.3	96.30%
罕台川北站	0.45	0.19	0.18	94.74%
集运站	48.49	3.71	3.01	81.13%
场外道路	1.25	0.21	0.2	95.24%
施工场地	1.17	1.17	1.17	100.00%
供电通讯线路	1.75	1.75	1.68	96.00%
供水管线	1.54	1.54	1.54	100.00%
供热管线	0.07	0.06	0.06	100.00%
合计	75.6	23.48	22.14	94.29%

6.6 林草覆盖率

项目建设区面积 75.6hm^2 ，林草植被面积为 22.14hm^2 ，合格的林草植被恢复面积 22.14m^2 ，林草覆盖率为 29.29%，达到了方案设计 22% 的防治目标。工程各分区林草覆盖率详见表 6-4。

表6-4 各区林草植被恢复率情况统计表 单位 hm^2

防治分区	防治责任范围 (hm^2)	植物措施面积 (hm^2)	林草覆盖率 (%)
铁路装车线	20.88	14.3	68.49%
罕台川北站	0.45	0.18	40.00%
集运站	48.49	3.01	6.21%
场外道路	1.25	0.2	16.00%
施工场地	1.17	1.17	100.00%
供电通讯线路	1.75	1.68	96.00%
供水管线	1.54	1.54	100.00%
供热管线	0.07	0.06	85.71%
合计	75.6	22.14	29.29%

7 监测结论

7.1 水土流失动态变化

根据各阶段土壤流失量动态监测结果，项目建设期土壤流失总量为 18239t ，其中风蚀量 7934t ，占 43.5%，水蚀量 10305t ，占 56.5%。

受施工扰动的影响，各防治区地表植被遭破坏后，土壤抗侵蚀能力降低，在风力、水力及人为因素的综合作用下，扰动地表土壤流失量较原地貌状态土壤流失量有所增加，根据建设期内原地貌土壤流失量和施工扰动后土壤流失总量的计

算比较，土壤流失总量新增 5765t，其中水蚀量增加 3501t，占 60.73%，风蚀量增加 2264t，占 39.27%。

7.2 水土保持措施评价

经过同类项目的合并和综合，本工程水土流失防治分区为：铁路装车线、集运站、场外道路、施工场地、供电线路、供水管线和供热管线。通过实地勘测，铁路装车线实施了浆砌石护坡、排水沟、侧沟、天沟、空心砖护坡、绿化，罕台川北站实施了浆砌石排水沟及绿化，集运站实施了地表排水、护坡防护、挡土墙和绿化，临时占地恢复了植被。整个措施的实施基本按照水土保持方案的要求来实施，措施整体布局合理。截至 2018 年 11 月，项目区完成水土保持工程措施治理面积 4.73hm²，完成水土保持植物治理措施面积 22.14hm²。

根据工程建设实际情况、各工程建设区内的水土流失现状以及水土保持防护需要等，对实施的所有防治措施布局情况进行了合理性分析，认为本工程建设水土保持措施布局合理，水土保持各项工程外观较整齐，施工质量达到了规定标准，经试运行，未出现水土保持工程质量缺陷，各项工程运行正常，水土保持效果好。

7.3 存在问题及建议

根据监测过程中掌握的情况，监测单位从项目治理的实际出发，总结出几点存在的问题，同时针对问题提出相应的完善意见，供建设单位和其他相关部门参考。具体如下：

- (1) 加强已有水土保持设施的管护工作。

7.4 综合结论

根据上述关于项目建设期内的监测结果，对本工程水土流失状况及水土保持防治效果做出以下几点综合结论：

- (1) 通过水土保持综合治理，项目区水土流失得到根本控制：

施工期（2009 年 5 月—2011 年 9 月）内项目建设区地表破坏严重，土壤流失明显加剧，试运行期实施综合治理后，地表植被恢复，土壤流失得到了有效控制。

根据上述计算结果可知，项目建设过程中各防治区均进行了合理的防治措施，项目建设区扰动土地整治率 98.98%，达到了方案中提出的防治目标（95%）。水土流失总治理度 97.21%，达到方案防治目标要求（92%），林草植被恢复率为

94.29%，达到方案防治目标（94%），林草植被覆盖率为29.29%，达到了方案防治目标要求（22%），。详见表7-1。

通过实施有效的控制，项目建设区水土流失得到根本控制，建设期拦渣率达到了98.0%。项目建设期各防治分区实施防治措施后，水土流失强度较低，土壤流失控制比为0.8，达到了水土保持方案确定的目标值（0.8），达到《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）确定的防治目标。

表 7-1 水土流失防治目标达到值与设计确定的目标对比情况表

防治指标	方案目标值	实际达到值
扰动土地整治率（%）	95	98.98
水土流失总治理度（%）	92	97.21
土壤流失控制比	0.8	0.8
拦渣率（%）	97	98
林草植被恢复率（%）	94	94.29
林草覆盖率（%）	22	29.29

（2）水土保持设施运行情况：

目前本项目水土保持措施布局较合理，水土保持设施工程质量总体合格，经试运行，未发现重大质量缺陷，运行情况良好，达到了防治水土流失的目的，整体上具备较强的水土保持功能，能够满足国家对开发建设项目水土保持的要求。

为了确保水土保持工作的正常开展，项目建设管理单位已建立水土保持工程实施、管理养护责任制，制定了水土保持相关的规章制度。由建设管理单位主要负责建设期各项水土保持工程的组织实施工作；由运营单位承担运行期水土保持设施的管理维护工作，负责水土保持工程措施的维护、修复和植物措施抚育、补植和更新，确保水土保持设施正常运行。