

山西华汇瑞祥能源有限公司
300 万吨/年洗煤厂建设项目
水土保持监测总结报告

建设单位：山西华汇瑞祥能源有限公司

编制单位：山西省元方生态工程咨询有限公司

2022 年 3 月

山西华汇瑞祥能源有限公司
300万吨/年洗煤厂建设项目
水土保持监测总结报告

责任页

监测单位：山西省元方生态工程咨询有限公司

批 准：崔春玲

核 定：康 峰

审 查：郭世云

校 核：刘文海

编 写：王达志

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称	山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目									
建设规模	入选原煤 300 万吨/年。	建设单位、联系人		山西华汇瑞祥能源有限公司/张志强						
		建设地点		朔州市山阴县						
		所属流域		海河水利委员会						
		工程总投资		10705.96 万元						
		工程总工期		2012 年 5 月-2019 年 11 月，共 91 个月。						
水土保持监测指标										
监测单位	山西省元方生态工程咨询有限公司			联系人及电话		崔春玲/13513605583				
自然地理类型	项目区位于丘陵阶地区和冲击平原区，气候属中温带季风气候区，年平均气温为 7.5℃，多年平均降水量 397.3mm，多年均风速 2.2m/s，最大冻土深 1.80m。土壤类型以碳酸钙褐土为主。			防治标准		建设生产类一级标准				
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. 防治责任范围动态监测		无人机影像资料数据分析		2. 弃土弃渣动态监测		资料查阅			
	3. 水土流失防治动态监测		现场调查		4. 施工期土壤流失量动态监测		测算法			
	5. 水土流失因子动态监测		现场调查		6. 水土流失背景值监测		现场调查			
	7. 水土保持措施及其效果动态监测		现场调查		8. 水土流失危害监测		调查问卷			
					水土流失背景值		1060/1513/3917t/km ² a			
方案设计防治责任范围		30.79hm ²		土壤容许流失量		200t/km ² a				
水土保持投资		588.11 万元		水土流失目标值		180t/km ² a				
防治措施		表土剥离、土地整治、排水沟、挡墙、绿化、临时拦挡、苫盖、临时排水沟、沉砂池。								
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		水土流失治理度	95	99.61	防治措施面积	15.95 hm ²	永久建筑物及硬化面积	14.72 hm ²	扰动土地总面积	30.79 hm ²
		土壤流失控制比	0.9	1.15	防治责任范围面积	30.79hm ²	水土流失总面积	30.79hm ²		
		渣土挡护率	97	97.99	工程措施面积	5.88hm ²	容许土壤流失量	200t/km ² · a		
		表土保护率	95	98.59	植物措施面积	10.07hm ²	监测土壤流失情况	174t/km ² · a		
		林草植被恢复率	97	100	可恢复林草植被面积	10.07m ²	林草类植被面积	10.07hm ²		
		林草覆盖	27	32.71	实际拦挡土	26.31 万	临时堆土量	26.85 万		

	率	(石、渣)量	m ³	m ³
水土保持治理 达标评价	各项水保措施基本按要求实施，水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土挡护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率均达设计防治标准。			
总体结论	工程建设区内的水土流失得到了治理，工程施工中破坏的原地貌通过采取水土保持措施后，大部分区域得到恢复，水土保持工程实施后，防治责任范围内的水土流失得到了有效治理。			
主要建议	建议在后期运行过程中，加强巡查，特别是植物的管护及补植工作，排矸结束后立即实施防洪排导工程和植被建设工程。			

目 录	
前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	3
1.1 项目概况	3
1.2 水土流失防治工作情况	8
1.3 监测工作实施情况	11
2 监测内容和方法	15
2.1 水土流失因子监测	15
2.2 水土流失状况监测	15
2.3 水土保持措施及其效果监测	15
2.4 水土流失危害监测	15
2.5 监测方法	15
2.6 监测指标	18
3 重点部位水土流失动态监测结果	20
3.1 防治责任范围监测结果	20
3.2 取土监测结果	22
3.3 弃土(渣)监测结果	22
4 水土流失防治措施监测结果	24
4.1 工程措施监测结果	24
4.2 植物措施监测结果	26
4.3 临时措施及实施进度	27
5 土壤流失量分析	29
5.1 水土流失面积	29
5.2 土壤流失量	29
5.3 水土流失危害	43

6 水土流失防治效果监测结果	45
6.1 扰动土地整治率	45
6.2 水土流失总治理度	45
6.3 拦渣率与弃渣利用情况	45
6.4 土壤流失控制比	47
6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率	47
7 结论	48
7.1 水土流失动态变化	48
7.2 水土保持措施评价	48

前 言

山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目组成包括：由厂区、输煤栈桥和排矸场等组成。本项目建设占地面积共 30.79hm²，全部为永久占地，占地类型包括其他草地和裸地。本工程土石总量为 89.51 万 m³，其中挖方 44.76 万 m³（其中表土剥离 9.24 万 m³），填方 44.76 万 m³（其中表土回覆 9.24 万 m³），无弃方，年产矸石约 90 万吨。工程 2012 年 5 月开工，2019 年 11 月完工，工程建设期为 91 个月。工程估算总投资 10705.96 万元，其中土建投资 6958.87 万元。

山西省元方生态工程咨询有限公司于 2020 年 10 月接受委托，承担《山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持方案报告书》的编制工作。2021 年 6 月 9 日，山阴县行政审批服务管理局以《山阴县行政审批服务管理局关于山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持方案报告书的批复》（山审批水保审[2021]11 号）予以批复。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》等法律法规的规定，为了预防和控制本项目建设造成的人为水土流失，促进经济社会的可持续发展，2022 年 1 月山西省元方生态工程咨询有限公司受山西华汇瑞祥能源有限公司委托，承担了本工程水土保持监测工作，接受委托后，山西省元方生态工程咨询有限公司成立了项目领导小组，下设监测资料整编分析组和数据监测组，监测技术人员共 3 人。

监测工作组成立后，组织技术人员深入现场，对项目区进行了实地查勘，并收集查阅了有关资料，编制了《山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持监测实施方案》；制订了水土保持监测的空间尺度、时间频率，制订了相应的组织管理制度、数据质量控制体系。根据工程项目特点拟定了监测对象、手段、方法和监测程序，确保监测数据与监测系统的标准化和规范化。在监测过程中，根据监测对象实行监测的多级别组织管理，分别布设监测点及监测样区，充分利用现有水文、泥沙、生态系统和水土保持观测的相关技术获取监测数据。

监测人员进场后严格按照编制的《山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持监测实施方案》进行监测点布设，按照《生产建设项目水土保持监测规程（执行）》实施监测。

在实施监测过程中，得到了山西华汇瑞祥能源有限公司、施工单位、监理单位等以及当地有关部门的大力支持与帮助，在此表示衷心地感谢。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 基本情况

建设地址位于山西省朔州市山阴县北周庄镇苑家辛庄村东北 1.5km 处，地理坐标为东经 112° 49'15.7"，北纬 39° 39'15.9"。项目区路网发达，北同蒲铁路和大（同）一运（城）路是本区域内的铁路和公路主运煤通道，产煤区出产的煤炭全部经这两个主运煤通道运出本区域。北同蒲铁路在苑家辛庄工业园区东侧约 4km 处通过，北周庄站位于苑家辛庄工业园区东南约 7km 处，金沙滩站位于苑家辛庄工业园区东北约 9km 处。大一运路在苑家辛庄工业园区东侧约 1km 处通过，交通便利。

本项目属于新建工程，建设规模为入选原煤 300 万吨/年，属于矿井配套坑口洗煤厂；由厂区、输煤栈桥和排矸场等组成。本项目建设占地面积共 30.79hm²，全部为永久占地，占地类型包括其他草地和裸地。本工程土石总量为 89.51 万 m³，其中挖方 44.76 万 m³，填方 44.76 万 m³，无弃方，剥离表土总量为 9.24 万 m³，表土利用 9.24 万 m³，无余方，年产矸石约 90 万吨。工程 2012 年 5 月开工，2019 年 11 月完工，工程建设期为 91 个月。工程估算总投资 10705.96 万元，其中土建投资 6958.87 万元。

1.1.2 工程总体布局

本项目由厂区、输煤栈桥和排矸场组成。

（1）厂区

厂区主要包括：储运生产系统、行政公共建筑、供热工程、消防给排水工程、生产辅助设施、洗煤厂生产系统。

储运生产系统包括输煤专线、输送走廊、转载点、筛分车间、1 号（2 号、3 号）储煤场、煤泥棚和中煤棚，建筑面积 42813m²；

行政公共建筑包括办公楼、1 号（2 号）宿舍、食堂、浴室、热水房、门卫室，建筑面积 15186m²；

供热工程包括受煤间、锅炉房、灰渣仓，建筑面积 2843m²；

消防给排水工程包括消防水池（2 座）、日用消防泵房、生活污水处理站，建筑面积 675m²；

生活辅助设施包括工程机械维修间、介质库，建筑面积 880m²；洗煤厂生产系统包括主厂房、变电站集控楼、浓缩间 6504m²。

(2) 输煤栈桥

输煤专线主要功能是承接华夏煤业主斜井带式输送机和矿井储煤场杂煤，经 8 部带式输送机及山下煤场内带式输送机接力运输，将煤运至洗煤厂。输煤专线的运输能力为 > 300 万 t/a，可满足洗煤厂生产规模。

带式输送机栈桥（敞开式）的结构形式，部分采用钢筋砼框架结构，其余采用钢桁架结构；支承结构钢支柱，局部采用钢筋砼框架结构支承，基础形式为钢筋砼独立基础。属于本项目占地范围内的输送机栈桥如下：

107 带式输送机栈桥（钢结构）521m，净宽 4.3m，面积为 2634.3m²（其中溜槽平台 60m²、栈桥 2240.3m²、重锤间 130m²、输送机头部转载及驱动站 204m²）。

108 带式输送机栈桥 5622m，净宽 4.3m，面积为 24572.60m²（其中砼结构栈桥 1360m，面积为 5848m²；钢结构栈桥 4262m，面积 18326.60m²；重锤间 398m²）。

两处带式输送机栈桥总长 6143m，面积 27206.90m²（2.72hm²）。

(3) 排矸场

排矸场位于厂区西北方向约 6.5km 处的一条冲沟，由于当地干旱少雨，沟道内几乎无植被，排矸场占地面积 6.00hm²，距离最近的村庄为 0.61km。排矸场呈西北—东南走向，沟长约 400m、宽约 150m、深约 30m，本项目容积按 120 万 m³，经计算可堆存矸石约 252 万吨，上游汇水面积 0.97km²。

1.1.3 项目区概况

(1) 地形、地貌

本工程所在区域地形复杂，地貌差异较大。以张家沟隧道出口东侧的口泉断裂为界，构造上西侧为洪涛山断隆，是强烈隆起的山地；东侧为大同断陷，属山前洪积扇；两者同是洪涛山断隆区持续隆起、遭受剥蚀、大同断陷盆地不断沉降而接受堆积的结果。

张家沟隧道段以西为洪涛山断隆，地貌属于黄土斜坡、黄土崩及黄土沟谷区。在该区斜坡上分布有大量梯田；在黄土崩及黄土沟谷地貌区，或是黄土厚度较小，或是基岩出露，沟壑纵横，地形切割较为严重。冲沟中分布有

碎石。地表植被较少。全区为煤矿开采范围并有滑坡发育。

张家沟隧道段地貌为洪涛山侵蚀中高山区。因为该区地面高程高，线路从既有隧道中穿过。由寒武—奥陶系和少量石炭—二叠系沉积岩组成中高山地，山岭东侧基岩大部出露，坡度大，在沟谷部位分布有坡积洪积碎石；山岭西侧坡度相对南侧坡度缓，山坡覆盖有薄层黄土和大量坡积砂岩及泥岩碎块。地表植被较少。

张家沟隧道段以东地貌为山前倾斜平原。地表分布有黄土，常夹有碎石和碎石层，在冲沟和山坡常有片麻岩出露，冲沟发育，切割深度大，在冲沟上部有时可看到地下潜水溢出。

厂区地貌为山前冲积平原区，地势平坦。排矸场为丘陵阶地。

(2) 地质

1、地质构造

本项目所在区域属华北强烈差异活动断块区，新构造运动强烈，以断裂和断块活动为特征。运动方式多以垂直运动为主，并伴随有一定的水平运动。本工程所在区域位于吕梁山断隆和大同断陷盆地两个二级大地构造单元内，吕梁山断隆和大同断陷盆地以口泉断裂为界。

大同断陷盆地全长225km，宽约60km，东、南两侧分别受恒山北麓断裂、六棱山北麓断裂和口泉断裂控制，形成一较宽阔且对称的地堑，内部又被同方向的活动断裂解体成马营庄凹陷、怀仁凹陷、阳原凹陷、阳高凹陷、及其间的黄花梁凸起、丰捻山凸起和砂板梁凸起等共七个次级构造单元组成。

吕梁山断块隆起区，新生代以来处于整体间歇性抬升状态，地貌上为中山。区内发育一些北东向和北西向的断裂及由断裂控制的晚更新世以来趋于稳定的小型构造盆地。

2、地震

本项目所在区域抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.15g，设计地震分组为第一组。

3、地下水

山阴县地下水资源为 $0.9 \times 10^{12} \text{m}^3$ ，允许开采量为 $0.71 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。

山阴县地下水的流向为由西北、西南、东南向中部山阴城镇方向流动。地下水资源主要集中分布在山前倾斜平原，水量丰富，水质优良。桑干河及

黄水河之间的泛滥洼地，潜水水质差，矿化度高，地下水位埋藏较浅。

山阴县地下水主要有基岩裂隙岩溶水区、黄土丘陵孔隙水区、冲洪积扇裙孔隙水区、冲洪积倾斜平原孔隙水区和冲湖积平原孔隙水区。北周庄区地处冲洪积倾斜平原孔隙水区。

冲洪积倾斜平原孔隙水区分布在洪涛山前。含水层分布受构造控制，有条带状分布的特点。根据相对富水程度，该区可分为三个亚区，北周庄区域属于倾斜平原富水亚区，含水岩性以砂砾石为主，水位埋深 4~13m。由于构造作用，含水层分布不均匀，南北方向差异较大。

4、不良地质

本项目的不良地质情况主要为采空区、口泉断裂和黄土湿陷性。

(1) 采空区

带式输送机输煤专线张家沟隧道以西段处于煤炭赋存区，所建建（构）筑物可能经过煤矿采空区和因采矿引起滑坡地段，为不稳定区。

(2) 口泉断裂

带式输送机输煤专线张家沟隧道以东段经过口泉断裂破碎带。口泉断裂为一条全新世活动断裂，至今仍在活动。其北侧为自新生界以来就处于整体间歇抬升状态的洪涛山断隆区，南侧为断陷盆地区，发育有较宽的山前倾斜平原带，并造成山前断裂垂直高差大，活动较强。它是大同盆地西界断裂，全长 130 公里，北起镇川堡，向南西延至山阴洪涛山前，总体走向 NE30°~40°，倾向 SE，倾角 60°~80°，为正断层。该断裂的水平位移大于垂直位移量。根据大面积垂直测量资料，山区近代仍继续抬升，抬升速率约 1mm/a，盆地区凹陷的沉降速率为 1~2mm/a。进入上世纪 90 年代以来，据大同地震台上皇庄口泉断裂观测，上盘年活动量为 2.36mm/a。前述数据说明：口泉断裂其断裂分级为强烈全新活动断裂（I级），但因为山阴县抗震设防烈度小于 8 度，可忽略断裂错动对地面建筑的影响。

(3) 黄土湿陷性

本工程所在区域地表普遍分布有湿陷性黄土，具中等湿陷性，在设计与施工时应引起注意。本工程所在区域为非自重湿陷性~自重湿陷性场地，地基湿陷等级为 I~III 级。对湿陷性土层的处理按国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025-2004 中的相关规定执行，同时应采用结构措施和防水

措施。综上所述，带式输送机输煤专线张家沟隧道段以西段有可能经过煤矿采空区和因采矿引起滑坡地段，为不稳定区。如果经对有采空区的地段采取井下注浆充填，对还未采煤的地段留设保护煤柱，或把设备和建筑物设计成可调节的型式或抗变形的建筑后，可认为场地是基本稳定的。带式输送机输煤专线张家沟隧道以东段可认为是稳定的，适宜建筑。

(3) 气象、水文

1) 气候气象

本工程所在区域气候分区属中温带季风气候区域，晋西北半干旱地区，以冬季严寒、夏季凉爽、春季风大为特点。

年平均气温为 7.5°C ，极端最高气温为 37.9°C ，极端最低气温为 -32.4°C ，一般气温为 $18^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，近些年气温有所回升。

年平均降水量 397.3mm ，年最大降水量 581.6mm ，最大降水月份为7、8、9三个月。年平均蒸发量 $1786\text{mm} \sim 2598\text{mm}$ ，最大蒸发月份为5、6、7三个月。年蒸发量大于降水量，属于缺水干旱地区。

年平均风速为 2.2m/s ，最大风速为 24m/s ，近些年也有所提高。风向多为西北风，多出现于冬春两季。

终霜期一般为次年5月，最晚的为6月份，结冻期从10月中旬起，至翌年4月下旬解冻。标准冻深为 1.34m ，最大冻深约为 1.80m 。

最大积雪厚度 230mm ，最长积雪期 4.5 个月，雪压值 0.25kPa 。

2) 水文

山阴县有过境河道4条，分别为桑干河、木瓜河、黄水河、元子河（吴马营大河槽河），均属海河流域、永定河水系。桑干河流量最大，木瓜河流量最小，黄水河由于上游兴修了水利工程，使得长年断流，已成为一条退水河。

桑干河发源于宁武县管涔山天池，经朔城区汇入神头泉水后由西鄆河入境，横穿泥河、安荣、岱岳、山阴城、合盛堡五乡镇，经应县、怀仁、大同入河北永定河。境内流长 30km ，河床宽 $150 \sim 200\text{m}$ ，泥沙底质，年平均流量 $3.14 \times 10^8\text{m}^3$ 。1976年后，因上游东榆林水库建成，清水流量常不固定，最大洪峰流 $1270\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均流量 $4.518 \times 10^7\text{m}^3$ 。洪水最大含沙量 $92.5\text{kg}/\text{m}^3$ ，多年平均含沙量 $38.2\text{kg}/\text{m}^3$ 。

北周庄区内的地表水体为木瓜河，该河发源于怀仁县刘宴庄、南家堡一带，由王家堡村西入境，流经苑家辛村、北周庄、合盛堡三乡镇，从陈家岭进应县归入桑干河。境内流长 15km，河床宽 50m，年平均流量 $0.616 \times 10^8 \text{m}^3$ 。平水期水宽 3m，水深 0.3m，流速 0.7m/s；洪水期水宽 50m，水深 1.5m，流速 2.5m/s，20 年一遇洪峰 $536 \text{m}^3/\text{s}$ 。木瓜河沿线建有 3 座小型水库，分别为木瓜河一、二、三水库。

本工程所在区域河网水系比较少，枯水季节没有水，均属季节性河流。本工程所在区域范围内发育的冲沟均是地表水排泄通道。本工程所在区域地表水来源有：(1)、大气降水，(2)、冲沟中的泉水。由于大气降水季节性很强，地表又少植被，毫无蓄水能力，故有雨山洪暴发，无雨沟干土燥。在个别冲沟中有地下水露头渗出，水量不大。

(4) 土壤、植被

项目区内土壤类型以碳酸钙褐土为主，厚度约 30cm；表层一般为轻壤—中壤，分别占总耕层土壤 55.4%、41.5%；由石灰岩和砂页岩质风化物及河流冲、淤积形成的土壤质地较粗，仅占 2.15；耕作层土壤容重 $1.13 \sim 1.30 \text{g}/\text{cm}^3$ ，底层土容重 $1.45 \sim 1.67 \text{g}/\text{cm}^3$ ；土壤孔隙度 55~60%。

项目所在区域为暖温带中旱生灌草丛植被类型，自然环境条件较好，植被覆盖率较高，主要为一些常见灌丛和草本科植被，无珍稀植物种群。项目区植被覆盖率约为 32%。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理

本项目于 2012 年 5 月开始施工，2019 年 11 月施工完成。在工程建设过程中，主体监理单位承担了水土保持措施监理的实施。本项目水土保持措施在施工过程中总体上得到正常开展，较好地发挥了水土保持效果。

1.2.2 “三同时”制度落实

本项目水土保持设施建设从程序上基本符合“同时设计、同时施工、同

时投产使用”的“三同时”原则。本工程水土保持措施与主体工程建设基本同步进行，于 2012 年 5 月开始实施，至 2019 年 11 月完成。项目建设单位根据工程建设进展的情况，对厂区防治区、输煤栈桥防治区和排矸场防治区实施了土地整治工程、防洪排导工程、植被建设工程和临时防护工程等水土保持工程与植物措施，对项目区的水土流失进行全面控制。

1.2.3 水土保持方案编报

山西省元方生态工程咨询有限公司于 2020 年 10 月接受委托，承担《山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持方案报告书》的编制工作。2021 年 6 月 9 日，山阴县行政审批服务管理局以《山阴县行政审批服务管理局关于山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持方案报告书的批复》（山审批水保审[2021]11 号）予以批复。

1.2.4 主体工程设计及施工过程中变更、备案情况

2015 年，山西省煤炭工业厅以“晋煤行发〔2015〕679 号文”批复山西省华夏煤业有限公司核定生产能力为 300 万吨/年。

2016 年 3 月，山阴县发展和改革局以“山发备字〔2016〕17 号文”对山西省山阴县华夏煤业有限公司进行企业投资项目备案。

2018 年 3 月，山阴县环境保护局以“三环审〔2018〕9 号文”批复了山西省山阴县华夏煤业有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目环境影响报告表。

2019 年 8 月，朔州市生态环境局山阴分局以“山环备函〔2019〕9 号文”对山西华汇瑞祥有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目备用矸石场竣工环境保护验收备案。

根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的要求本项目无需做变更，对比情况详见表 1-2。

表 1-2

变更情况对比表

序号	规定条件	本项目情况	结论
1	水土流失防治责任范围增加 30% 以上的	批复的水土流失防治责任范围为 30.79hm ² , 实际水土流失防治责任范围为 30.79hm ² , 无变化。	无需变更。
2	开挖填筑土石方总量增加 30% 以上的	批复的方案土石方总量为 89.51 万 m ³ , 实际土石方总量为 89.51 万 m ³ , 无变化。	无需变更。
3	线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度的 20% 以上的	交通道路未发生位移。	无需变更。
4	施工道路或伴行道路等长度增加 20% 以上的	无变化。	无需变更。
5	桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里以上的	无桥梁改路堤或者隧道改路堑情况。	无需变更。
6	表土剥离量减少 30% 以上的	批复的方案表土剥离总量为 9.24 万 m ³ , 实际土石方总量为 9.24 万 m ³ , 无变化。	无需变更。
7	植物措施总面积减少 30% 以上的	批复的植物措施总面积为 14.17hm ² , 实际实施的植物措施总面积为 10.07hm ² , 减少了 4.10hm ² , 减少了 28.93%, 排矸场使用结束后将实施植物措施, 届时植物措施实施面积将于方案设计值相同。	未达到要求, 无需变更。
8	水土保持重要单位工程措施体系发生变化, 可能导致水土保持功能显著降低或丧失的	水土保持重要单位工程措施体系未发生变化。	无需变更。
9	在水土保持方案确定的弃渣场外设置新弃渣场的, 或需要提高弃渣场堆渣量 20% 以上的	排矸场位置未发生变化, 弃渣量未提高排矸场堆渣量 20% 以上的。	无需变更。

1.3 监测工作实施情况

根据《水土保持法》及《生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）》，2022年1月，山西华汇瑞祥能源有限公司委托我公司承担山西华汇瑞祥能源有限公司300万吨/年洗煤厂建设项目的水土保持监测工作。合同签订后，我单位成立了项目领导小组，下设监测资料整编分析组和数据监测组，监测技术人员共3人。

项目组成立后，项目负责人带领监测技术人员，积极开展工作，并及时赶赴工程现场进行了资料搜集、实地查勘和调查，重点了解项目区自然、社会经济、水土流失及水土保持现状，查勘了厂区防治区、输煤栈桥防治区和排矸场防治区等工程现状，在认真研究和分析工程相关资料的基础上，分组开展了现场调查(勘测)监测工作：查阅了工程自开工建设以来的相关勘察设计资料；收集了气象、水文、水土保持、社会经济、环境建设等方面的资料；取得了工程开工初期现场勘测、调查资料，包括项目建设中的水土流失因子、造成的水土流失量和水土流失危害、已实施的水土保持工程及其水土流失防治效果等方面的内容。在此基础上，针对主体工程位置、布局、规模、建设时序及施工工艺，编制完成了《山西华汇瑞祥能源有限公司300万吨/年洗煤厂建设项目水土保持监测实施方案》。

2022年1月~2022年3月，项目组按照《生产建设项目水土保持监测规程（执行）》和《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）的要求，开展了为期3个月的水土保持监测工作。

项目主要采用了调查监测、巡查监测和定位监测方法。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巡查和调查监测法；植被监测主要采用标准样地监测法；水土流失动态监测是该项目重点监测的内容，通过侵蚀沟量测法，分析确定了各类地表扰动类型土壤侵蚀模数，进而分析计算了项目建设过程中的水土流失动态。此外，利用GPS和无人机对项目建设区地表扰动和水土保持设施破坏情况进行定点定位观测和面积测算。

项目组在外业工作的基础上，对监测资料进行了认真细致的整理和分析，于2022年3月编制完成了《山西华汇瑞祥能源有限公司300万吨/年洗煤厂建设项目水土保持监测总结报告》。

1.3.1 水土保持监测目的与原则

1.3.1.1 监测目的

监测目的是及时掌握工程区水土流失情况，了解工程水土保持方案实施情况、实施效果以及存在的问题并提出改进意见，以便为工程安全施工、安全运行服务、保护水土资源和改善生态环境。

1.3.1.2 监测原则

为了准确反映该项目水土保持防治责任范围内的水土流失及其防治现状，掌握水土保持工程投入使用初期水土流失及对周围环境的影响，分析水土保持工程的防治效果，为水土保持监督管理和项目区生态建设总体规划提供科学依据，在监测作业中落实如下监测原则：

(1) 全面调查与抽样调查相结合的原则

对该工程水土保持防治责任范围内的水土流失生态环境状况的本底值进行全面调查监测，以便对水土保持工程实施后水土流失及防治效果进行分析评价。

该项目应用数理统计抽样调查的原理，对水土保持防治责任范围内临时用地等特殊地段采用抽样调查，对永久占地等进行全面调查。

(2) 与项目水土保持防治分区相结合的原则

生产建设项目的同一防治分区，一般具有相似的水土流失特点，相应的监测内容、监测方法、监测时段的确定应具有统一性。

(3) 定期调查与动态观测相结合的原则

工程施工有很强的时间阶段性，对水土保持监测在实施动态跟踪方面的要求很高。因此采用定期调查和动态观测相结合的原则进行监测。对地形地貌、地面组成物质、植被种类、覆盖度等进行定期调查；对径流量、泥沙量、防治效果、降雨等因子进行动态观测。

(4) 突出重点，涵盖全面的原则

结合工程建设的水土流失与水土保持特点，监测工作采用重点观测与全

面调查相结合的方式。对工程重点部位的水土流失量、影响水土流失的主要因子以及水土保持措施进行重点监测。同时，对项目区工程防治责任范围内的水土流失状况展开调查。全面掌握水土流失变化与水土保持措施的实施情况。

1.3.2 水土保持监测范围及分区

1.3.2.1 监测范围

依据该工程建设特点及工程施工总体布局，根据《生产建设项目水土保持监测规程（执行）》规定，水土流失监测范围为山审批水保审[2021]11号文批复的防治责任范围为 30.79hm²，其中项目建设区 30.79hm²。

1.3.2.2 监测分区

按照主体工程布局，施工扰动特点，建设时序、水土流失影响等分区原则将本工程划分为 3 个防治分区，即厂区防治区、输煤栈桥防治区和排矸场防治区。

本项目为建设生产类项目，根据主体工程的总体平面布置、施工进度安排和水土保持的监测内容，结合该工程特点，确定水土保持监测分区，根据《生产建设项目水土保持监测规程（执行）》，监测范围为该项目的水土流失防治责任范围，根据工程设计和施工进度的安排，对防治责任范围内的水土保持生态环境变化、水土流失动态分析及水土保持防治措施实施效果等内容进行动态监测，并灵活掌握监测区域的变化。

根据实际情况将监测范围划分为 3 个防治分区，厂区防治区、输煤栈桥防治区和排矸场防治区，3 个监测单元，共计 30.79hm²，详见表 1-3。

表 1-3 水土流失防治监测分区及监测单元项目表

监测分区	监测单元 (hm ²)
厂区防治区	22.07
输煤栈桥防治区	2.72
排矸场防治区	6.00

1.3.3 监测重点区域与监测点布局

1.3.3.1 监测重点区域或地段

根据水土流失预测结果，结合项目建设和重点防治区域的划分以及水土流失特点，确定该项目水土保持监测的重点为：厂区防治区和排矸场防治区。

1.3.3.2 监测点布局

山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土保持监测范围涉及工程水土流失防治范围各个防治区。本项目截止目前，共布设监测点 5 个，其中厂区防治区 2 个、输煤栈桥防治区 1 个、排矸场防治区 1 个和未扰动区域 1 个。

1.3.4 监测时段

为了及时了解和掌握工程建设中水土流失状况和水土保持措施实施效果，根据主体工程建设进度安排，结合水土保持措施特点，该工程水土保持监测时段：2022 年 1 月至 2022 年 3 月，共计 3 个月。

2 监测内容和方法

2.1 水土流失因子监测

- ①地形、地貌、植被扰动面积的变化;
- ②复核建设项目占地面积、扰动地表面积;
- ③复核项目挖方、填方数量、面积和各施工阶段产生的存弃土量及堆放面积。

2.2 水土流失状况监测

- ①各防治分区的水土流失面积、流失量及程度的变化情况;
- ②临时堆土(渣)坡面的水土流失面积、流失量及程度的变化情况;
- ③水土流失对周边和下游地区造成的危害及其变化趋势。

2.3 水土保持措施及其效果监测

- ①水土保持防治措施(工程措施和植物措施)的数量和质量;
- ②林草的生长发育情况(树高、乔木胸径、乔灌冠幅)、成活率、保存率、抗性及其植被覆盖率;
- ③工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况;
- ④已实施的水土保持措施效益(保土效果)监测,包括控制水土流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

2.4 水土流失危害监测

- ①工程建设挖损、占压土地的数量及变化趋势;
- ②降低土壤肥力,加剧水土流失面积及程度变化情况;
- ③地表植被损坏面积及数量;
- ④水土保持设施损坏的数量及质量。

2.5 监测方法

2.5.1 定位监测

采用 GPS 定位系统定位,并与设计图、设计报告书等资料相对照。

(1) 面积、体积监测

面积监测采用手持式 GPS 及测距仪进行。首先对调查区按扰动类型进行分区,同时记录调查点名称、工程名称、地理坐标、扰动类型和监测数据

编号等。然后沿各分区边界走一圈，在 GPS 记录表上标注所测区域的边界坐标，并将监测结果输入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积，对于建筑物及规则场地使用测距仪测量其长宽，计算面积。

不同时期的扰动面积采用调查法和查阅历史卫星影像获得。

(2) 植被监测

植被状况监测是该工程重要指标之一。根据调查观测情况，计算林地、草地的植被覆盖度等指标，分析说明群落生态特征、立地条件总特征、生物量质量指标等。草地盖度通过标准地进行测算，标准地选取代表性地块。纳入计算的草地面积，其草地覆盖度 $\geq 70\%$ 。标准地草本等多度调查采用目测方法，按通用德鲁捷 (Drude) 分级标准进行。见表 2-1。

表 2-1 植被多度分级表

多度级代号	多度特征	相当于覆盖度 (%)
Soc (Sociales, “极多”)	植株覆盖满或几乎满标准地，地上部分相互衔接	76% ~ 100%
Cop3 (Copiosae 3, “很多”)	植株遇见很多，但个体未完全衔接	51% ~ 75%
Cop2 (Copiosae 2, “多”)	植株遇见多	26% ~ 50%
Cop1 (copiosae 1, “较多”)	植株个体较多	6% ~ 25%
Sp (Sparsae, “尚多”)	植株散生，数量不多	1% ~ 5%
Sol (Solitariae, “稀少”)	植株只个别遇到	<1%
Un. (Unicum, “单株”)	在标准地内仅有单株	个别

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求各林草类型调查面积：草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算草地盖度。计算公式为：

$$D = f_e / f_d$$

$$C = f / F$$

式中：D—林地的郁闭度(或草地的盖度)；

C—林(或草)植被覆盖度，%；

f_d —样方面积， m^2 ；

f_e —样方内树冠(草冠)垂直投影面积, m^2 。

f —林地(或草地)面积, hm^2 ;

F —类型区总面积, hm^2 。

植被监测主要应用于各防治分区所布设的植被区域,来调查植被恢复状况、植被种类、覆盖度、生长状况、成活率等。

(3) 水蚀量监测

1) 测算法

土壤侵蚀模数采用《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)进行测算。

2.5.2 调查监测

(1) 全面调查

全面调查,即普查根据该工程水土保持措施特点结合项目区自然条件,监测方法主要以调查监测为主。本次监测过程中,调查的对象主要为各防治区的工程措施及植物措施(树种、数量、成活率、保存率、郁闭度及生长情况)、工程措施和临时措施实施情况。主要采用GPS定位仪、照相机、无人机、标杆、尺子等项目区防治责任范围内地表扰动类型和面积、基本特征及水土保持措施实施情况(等)进行监测记录。

2.5.3 遥感监测

由于本项目水土保持监测委托时间滞后,根据监测技术规程的要求,采取遥感监测作为补充监测的手段,在监测过程中利用高分辨率卫星影像,获取项目区原地貌情况,建设过程中扰动范围及建设完成后扰动区域、直接影响区域面积数据,治理措施面积等监测数据。

2.5.4 水土流失防治效果监测方法

水土保持措施实施效果监测,采用抽样调查的方式进行。对于工程防治措施,主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况。

水土流失防治效果监测主要通过实地调查、抽样调查和核算的方法进行。

水土保持措施的保土效益按照GB/T15774-1995《水土保持综合治理效益计算方法》进行;拦渣效益通过查阅资料测算。

(1) 水土保持防治措施效果监测

全面调查水土流失防治措施，监测项目区水土流失防治措施的数量和质量，如植物措施成活率、保存率和生长情况及覆盖度；工程措施的稳定性、完好程度、运行情况 and 拦渣蓄水土保持土效果；开挖、填方边坡的防护情况及稳定情况等。

(2) 水土流失防治六项指标

为项目的水土保持专项验收提供数据支持和科学依据，监测结果应计算出工程的扰动土地治理率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和植被覆盖率等六项防治指标值。

① 扰动土地治理率

根据实地调查及设计资料分析，分类型统计水土保持防治措施面积、永久建筑面积及扰动地表面积，分别计算各区域的扰动土地治理率。

② 水土流失总治理度

根据实地调查及资料分析，统计水土流失面积，用水土保持防治措施面积相除，得出水土流失总治理度。

③ 土壤流失控制比

根据定位监测的流失量，分析计算各类型区的土壤侵蚀量，计算各区域的土壤流失控制率，采用加权平均方法，计算该工程项目的土壤流失控制率。

④ 拦渣率

根据调查、量测及统计分析，计算出弃渣堆放点和弃渣流失量，用弃渣量减去弃渣流失量即为拦渣量，算出该弃渣堆放点的拦渣率，同样采用加权平均法算得该项目的拦渣率。

⑤ 林草植被恢复率

根据调查、量测等方法统计出实施植物措施面积，算得林草植被恢复率。

⑥ 林草覆盖率

用已实施的植物措施面积与防治责任范围面积相除，算得林草覆盖率。

2.5.4 水土流失危害监测方法

主要采用巡查调查法。

2.6 监测指标

2.6.1 监测重点

主要对该项目厂区防治区、排矸场防治区进行重点监测。

2.6.2 监测点位布设情况

各监测点布设情况详见表 2-2。

表 2-2 水土保持监测点统计表

监测点编号	防治分区	监测方法
1#	厂区防治区	调查监测、侵蚀沟量测
2#	厂区防治区	调查监测、侵蚀沟量测
3#	输煤栈桥防治区	调查监测、侵蚀沟量测
4#	排矸场防治区	调查监测、侵蚀沟量测
5#	未扰动区域	侵蚀沟量测

2.6.3 主要监测指标

主要监测指标有扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草覆盖率和林草植被恢复率。

2.6.4 分析评价指标

截止 2022 年 3 月，山西华汇瑞祥能源有限公司 300 万吨/年洗煤厂建设项目水土流失总治理度为 99.61%，土壤流失控制比达到 1.15，渣土保护率为 97.99%，表土保护率 98.59%，林草植被恢复率为 100%，林草覆盖率为 32.71%，各项指标均达到目标值，具体详见第六章。

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 水土流失防治责任范围

3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

该项目水土保持方案设计水土流失防治责任范围为 30.79hm²，其中项目建设区 30.79hm²。具体详见下表 3-1。

表 3-1 防治责任范围监测表

防治分区		方案设计值	
		建设区面积 (hm ²)	防治责任范围 (hm ²)
山前冲积平原	厂区防治区	22.07	22.07
	输煤栈桥防治区	2.04	2.04
丘陵阶地	输煤栈桥防治区	0.68	0.68
	排矸场防治区	6.00	6.00
合计		30.79	30.79

3.1.1.2 水土流失防治责任范围监测结果

实际发生的水土流失防治责任范围与水土保持方案设计值相同，主要是因为方案编制时项目已建设完成，方案中的防治责任范围为统计工程实际扰动面积。

表 3-2

防治责任范围面积对比表

防治分区		方案设计情况		实际发生		变化量	
		建设区面积 (hm ²)	防治责任范围 (hm ²)	建设区面积 (hm ²)	防治责任范围 (hm ²)	建设区面积 (hm ²)	防治责任范围 (hm ²)
山前冲积平原	厂区防治区	22.07	22.07	22.07	22.07	0.00	0.00
	输煤栈桥防治区	2.04	2.04	2.04	2.04	0.00	0.00
丘陵阶地	输煤栈桥防治区	0.68	0.68	0.68	0.68	0.00	0.00
	排矸场防治区	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00
合计		30.79	30.79	30.79	30.79	0.00	0.00

3.1.2 建设期扰动土地面积

结合本项目水土保持方案报告书、部分区域的历史卫星影像及施工单位的施工资料统计得出各年度扰动土地面积情况。

2012年5月项目全面开工建设，2019年11月建设完成。2012年扰动面积为14.86hm²。2013年和2014年扰动面积为23.69hm²。2015年扰动面积为25.39hm²。2016年-2019年扰动面积为30.79hm²。详见表3-3。

表 3-3 建设期实际扰动面积统计表

序号	分区	各年度扰动地表面积 (hm ²)								
		2012.5-2012.12 (建设期)	2013.1-2013.12 (建设期)	2014.1-2014.12 (建设期)	2015.1-2015.12 (建设期)	2016.1-2016.12 (建设期)	2017.1-2017.12 (建设期)	2018.1-2018.12 (建设期)	2019.1-2019.11 (建设期)	2019.12-2022.3 (自然恢复期)
1	厂区防治区	13.24	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07
2	输煤栈桥防治区	1.02	1.02	1.02	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
3	排矸场防治区	0.60	0.60	0.60	0.60	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
合计		14.86	23.69	23.69	25.39	30.79	30.79	30.79	30.79	30.79

3.2 取土监测结果

由于监测委托时工程已全部完工，因此本项目土石监测结果来自对施工单位已有资料查阅的基础上统计而来。经统计得出：工程挖方为44.76万m³（其中表土剥离9.24万m³），填方44.76万m³（其中表土回覆9.24万m³），无借方，无需取土场。

3.3 弃土(渣)监测结果

由于监测委托时工程已全部完工，因此本项目土石监测结果来自对施工单位已有资料查阅的基础上统计而来。经统计得出：本工程挖方44.76万m³（其中表土剥离9.24万m³），填方44.76万m³（其中表土回覆9.24万m³），无弃方。项目每年产生矸石约90万吨，50万m³，设置了一处排矸场，目前已弃矸石317.7吨。

表 3-4 建设期土石方量统计表

序号	位置	挖方 (m ³)	填方 (m ³)	调入 (m ³)		调出 (m ³)		借方 (m ³)		弃方 (m ³)	
				方量	来源	方量	去向	方量	来源	方量	去向
1	厂区	353040	338540			4400	输煤栈桥				
						10100	排矸场				
2	输煤栈桥	43531	47931	4400	厂区						
3	排矸场	51000	61100	10100	厂区						
合计		447571	447571	14500		14500					

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施监测的内容和工作方法

1、工程措施监测的主要任务

工程措施监测的主要任务是核实工程量，监测措施实施后的效果，监测工程措施完好程度，是否达到方案设计的防治要求，通过抽查分析工程设计、施工、监理和质检等资料监测工程质量。

2、工程措施的检查内容

检查施工记录、单元工程验收资料、监理工程师检查意见、完成的工程量；

检查工程材料有关档案，分析是否符合设计和规范要求；

现场检查分部工程外型尺寸、外观情况；

判定工程功能是否达到设计要求。

3、工程措施监测的方法

(1)外业工作方法：工程措施监测现场调查采用普查与重点抽查相结合的方法，在查阅工程设计、监理、交工验收资料的基础上，选取有代表性的分部工程进行抽查。现场调查中量测工程外型尺寸，分析核查完成的工程量。通过现场量测和观察，检查工程外观质量和工程缺陷。外观测量采用目视检查和皮尺（或钢卷尺）测量，必要时可采用 GPS、经纬仪或全站仪测量。核查主要分部工程的外观质量，对关键部位几何尺寸进行测量，核查率达到 80%。

(2)内业工作方法：通过查阅工程监理资料，复核工程原材料是否符合设计要求。通过查看工程设计、施工、监理资料、现场检查结果和分部工程验收报告，分析工程运行情况，综合评价防治效果。

4.1.2 方案设计工程措施情况

(1) 厂区防治区

主体设计措施：排水沟 1589m，表土剥离 22.07hm²，土地整治 9.49hm²。

(2) 输煤栈桥防治区

主体设计措施：表土剥离 2.72hm²，土地整治 2.31hm²。

(3) 排矸场防治区

主体设计措施：挡墙 77m，排水沟 588m，截水沟 167m，急流槽 178m，消力池 1 座，挡土埂 71m，管涵 258m。

水保方案新增措施：表土剥离 6.00hm²，土地整治 5.16hm²。

4.1.3 水土保持工程措施监测结果

4.1.3.1 水土保持工程措施监测结果

(1) 厂区防治区

主体设计措施：排水沟 1589m，表土剥离 22.07hm²，土地整治 9.49hm²。

(2) 输煤栈桥防治区

主体设计措施：表土剥离 2.72hm²，土地整治 2.31hm²。

(3) 排矸场防治区

主体设计措施：挡墙 77m。

水保方案新增措施：表土剥离 6.00hm²。

该工程完成水保工程措施量具体详见下表 4-1。

表 4-1 实际完成的工程措施对比表

防治分区	措施类型	单位	设计工程量	实际完成工程量	增减情况
厂区防治区	排水沟	m	1589	1589	0.00
	表土剥离	hm ²	22.07	22.07	0.00
	土地整治	hm ²	9.49	9.49	0.00
输煤栈桥防治区	表土剥离	hm ²	2.72	2.72	0.00
	土地整治	hm ²	2.31	2.31	0.00
排矸场防治区	挡墙	m	77	77	0.00
	排水沟	m	588	0.00	-588.00
	截水沟	m	167	0.00	-167.00
	急流槽	m	178	0.00	-178.00
	消力池	m	11	0.00	-11.00
	挡土埂	m	71	0.00	-71.00
	管涵	m	258	0.00	-258.00
	表土剥离	hm ²	6	6	0.00
	土地整治	hm ²	5.16	0.00	-5.16

4.1.4 工程措施实施进度

厂区防治区工程措施实施时间为 2012 年 5 月-8 月、2013 年 3 月-9 月。输煤栈桥防治区工程措施实施时间为 2012 年 5 月 2013 年 10 月和 2014 年 3 月-5 月。排矸场防治区工程措施实施时间为 2015 年 6 月。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施监测的内容和工作方法

(1) 植物措施监测内容

植物措施监测的内容包括查看有关绿化工程的设计报告、施工作业的相关图表、监理单位 and 施工单位的自检报告、绿化工程单位、分部验收报告等基础资料，核实绿化面积及其工程量。

(2) 植物措施监测方法

植物措施监测采用外业抽样调查和内业统计分析相结合的方法完成。监测组通过现场实地检查，走访有关人员，查阅合同和验收资料，听取业主、监理人员和施工人员的介绍，得出相应的结论。重点单位工程植物措施调查率达到 100%，普通单位工程植物措施调查率达到 80%。

4.2.2 方案设计植物措施情况

(1) 厂区防治区

主体设计措施：植草 9.49hm²，栽植乔木 1468 株，栽植灌木 17372 株。

(2) 输煤栈桥防治区

主体设计措施：撒播草籽 0.58hm²。

(3) 排矸场防治区

主体设计措施：边坡植被恢复 0.77hm²，平台、顶部绿化 1.29hm²，堆矸面绿化 3.10hm²。

4.2.3 水土保持植物措施监测结果

(1) 厂区防治区

主体设计措施：植草 9.49hm²，栽植乔木 1468 株，栽植灌木 17372 株。

(2) 输煤栈桥防治区

主体设计措施：撒播草籽 0.58hm²。

表 4-2 实际完成的植物措施对比表

防治分区	措施类型	单位	设计工程量	实际完成工程量	增减情况
厂区防治区	植草	hm ²	9.49	9.49	0.00
	油松	株	344	344	0.00
	旱柳	株	319	319	0.00
	白皮杨	株	154	154	0.00
	云杉	株	175	175	0.00
	桃树	株	103	103	0.00
	杏树	株	117	117	0.00
	华山松	株	256	256	0.00
	沙地柏	株	17372	17372	0.00
输煤栈桥防治区	植草	hm ²	0.58	0.58	0.00
排矸场防治区	边坡植被恢复	hm ²	0.77	0.00	-0.77
	平台、顶部绿化	hm ²	1.29	0.00	-1.29
	堆矸面绿化	hm ²	3.1	0.00	-3.10

4.2.4 植物措施实施进度

厂区防治区植物措施实施时间为 2016 年 4、5 月。输煤栈桥防治区植物措施实施时间为 2016 年 4、5 月。排矸场防治区植物措施实施时间为 2018 年 5 月。

4.3 临时措施及实施进度

4.3.1 方案设计临时措施情况

(1) 厂区防治区

水保方案新增措施：临时拦挡 1271m，临时苫盖 6356m²。

(2) 输煤栈桥防治区

水保方案新增措施：彩条旗 827m。

(3) 排矸场防治区

水保方案新增措施：临时拦挡 755m，临时苫盖 3775m²，沉沙池 1 座，临时排水沟 294m。

4.3.2 水土保持临时措施监测结果

(1) 厂区防治区

水保方案新增措施：装土编织袋拦挡 1271m，临时苫盖 6356m²。

(2) 输煤栈桥防治区

水保方案新增措施：彩条旗 827m。

(3) 排矸场防治区

水保方案新增措施：临时拦挡 800m，临时苫盖 4755m²，沉砂池 1 座，临时排水沟 789m。

具体详见下表 4-3。

表 4-3 实际完成的临时措施对比表

防治分区	措施类型	单位	设计工程量	实际完成工程量	增减情况
厂区防治区	临时拦挡	m	1271	1271	0.00
	密目网	m ²	6356	6356	0.00
输煤栈桥防治区	彩条旗	m	827	827	0.00
排矸场防治区	临时拦挡	m	755	800	45
	密目网	m ²	3775	4755	980
	简易沉砂池	座	1	1	0.00
	临时排水沟	m	294	789	495

4.3.3 临时措施实施进度

厂区防治区临时措施实施时间为 2012 年 3 月-8 月。输煤栈桥防治区临时措施实施时间为 2012 年 3 月-5 月。排矸场防治区临时措施实施时间为 2021 年 5 月。

5 土壤流失量分析

5.1 水土流失面积

在整个项目建设期内，每个监测分区的水土流失都处于动态变化中，在项目建设过程中工程全部占地均为水土流失面积，建设期水土流失面积为 30.79hm²；在项目建设后期硬化面积不计入水土流失面积中，建设完成后水土流失面积为 16.07hm²。

各区域水土流失面积为：

(1) 厂区防治区

项目建设期的水土流失面积为 22.07hm²；建设完成后硬化覆盖，面积 12.58hm²；建设完成后水土流失面积为 9.49hm²。

(2) 输煤栈桥防治区

项目建设期的水土流失面积为 2.72hm²；建设完成后水土流失面积为 0.58hm²。

(3) 排矸场防治区

项目建设期的水土流失面积为 6.00hm²；水土流失面积为 6.00hm²。

表 5-1 建设过程中水土流失面积监测结果

防治分区	占地面积 (hm ²)	建设期水土流失面积 (hm ²)	自然恢复期水土流失面积 (hm ²)
厂区防治区	22.07	22.07	9.49
输煤栈桥防治区	2.72	2.72	0.58
排矸场防治区	6.00	6.00	6.00
合计	30.79	30.79	16.07

5.2 土壤流失量

5.2.1 侵蚀单元划分

根据水土流失的特点，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（各施工区域）和实施防治措施效果（各类防治措施布设区域）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。

施工期某时段（一般以年计）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。因此，侵蚀单元划分及侵蚀强度的监测具有十分重要的意义。

5.2.1.1 原地貌侵蚀单元划分

原地貌侵蚀单元划分，应按地类、地形、地表物质组成来进行划分。根据工程占地的

特性，影响原生地表土壤侵蚀的主要因素是地形因素，因此将原地貌侵蚀单元划分为山前冲积平原和丘陵阶地 2 个侵蚀单元。

5.2.1.2 地表扰动类型划分

地表扰动类型划分，按工程施工的类型划分为厂区防治区、输煤栈桥防治区和排矸场防治区 3 个扰动类型，即 3 个侵蚀单元。

5.2.2.2 防治措施分类

按照水土保持工程的类型，防治措施可分为工程措施、植物措施和临时防护措施三类，因此，按防治措施分类也应分成上述三类，在各类措施的下一级可按不同的措施细分侵蚀单元。本工程采取的水土保持措施包括土地整治工程、植物防护和临时防护工程等，与防治措施类型相对应，各类防治措施分别布设在各个监测区内，可将防治措施效果监测的侵蚀单元划分为厂区防治区、输煤栈桥防治区和排矸场防治区 3 类。

5.2.2 各侵蚀单元侵蚀模数

5.2.2.1 原地貌侵蚀模数

根据项目侵蚀沟量测法和《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018) 测算确定项目区厂区防治区原地貌土壤侵蚀模数为 $1060/\text{km}^2\text{a}$ ，输煤栈桥防治区原地貌土壤侵蚀模数为 $1513/\text{km}^2\text{a}$ ，排矸场防治区原地貌土壤侵蚀模数为 $3917/\text{km}^2\text{a}$ 。

5.2.2.2 各阶段土壤流失量

根据调查法、《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018) 测算同时结合水土保持方案推算出各防治分区施工期及自然恢复期的侵蚀模数。

由于监测委托时间滞后为 2022 年 1 月，因此侵蚀量采用调查法和《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018) 测算得出。

表 5-2

原地貌土壤侵蚀模数测算

序号	项目	因子	公式	厂区防治区 背景侵蚀模数	输煤栈桥防治区 背景侵蚀模数	排矸场防治区 背景侵蚀模数
1	地表翻扰型	M_{yz}	$M_{yz}=100 R K L_y S_y B E T$	1060	1513	3917
1.1	降雨侵蚀力因子	R_d	$R_d=0.067p_d^{1.627}$	1194.192	1194.192	1194.192
	年降水量	p_d		410	410	410
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K		0.0164	0.0164	0.0164
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	2.236	2.236	2.236
	水平投影长度	λ	$\lambda=\lambda_x \cos\theta$	100	100	100
	坡长	λ_x		100.551	100.983	105.146
	坡度(°)	θ		6	8	18.000
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.211	1.727	5.261
	坡度(°)	θ		6	8	18
1.5	植被覆盖因子	B		0.2	0.2	0.17
1.6	工程措施因子	E		1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1

表 5-3

厂区防治区和输煤栈桥防治区建设期土壤侵蚀模数测算

序号	项目	因子	公式	厂区防治区	输煤栈桥防治区
1	地表翻扰型	M_{yd}	$M_{yd}=100 R K_{yd} L_y S_y B E T$	5827	8314
1.1	降雨侵蚀力因子	R_d	$R_d=0.067p_d^{1.627}$	1194.192	1194.192
	年降水量	p_d		410	410
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K_{yd}	$K_{yd}=N K$	0.035	0.035
	地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数	N		2.13	2.13
	土壤可蚀性因子	K		0.0164	0.0164
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	2.236	2.236
	水平投影长度	λ	$\lambda=\lambda_x \cos\theta$	100	100
	坡长	λ_x		100.551	100.983
	坡度(°)	θ		6	8.000
	坡长指数	m		0.5	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.211	1.727
	坡度(°)	θ		6	8
1.5	植被覆盖因子	B		0.516	0.516
1.6	工程措施因子	E		1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1

表 5-4

排矸场防治区建设期土壤侵蚀模数测算

防治分区	因子取值					M_{dy} t/(km ² a)
	F_{dy} (MJ.hm ³)	G_{dy} t.hm ² h/ (hm ² MJ.mm)	L_{dy}	S_{dy}	M_{dw} (t)	
排矸场防治区	15999.325	0.011	0.595	0.489	7.59	5849
排矸场防治区	15999.325	0.011	0.595	0.489	7.59	5849
排矸场防治区	15999.325	0.011	0.595	0.489	7.59	5849
排矸场防治区	15999.325	0.011	0.595386	0.489	7.589364	5849
排矸场防治区	15999.325	0.011	0.595386	0.489	75.89364	12679

表 5-5

厂区自然恢复期土壤侵蚀模数测算

序号	项目	因子	公式	厂区防治区第一年自然恢复期	厂区防治区第二年自然恢复期	厂区防治区第三年自然恢复期	厂区防治区第四年自然恢复期	厂区防治区第五年自然恢复期	厂区防治区第六年自然恢复期
1	地表翻扰型	M_{yz}	$M_{yz}=100 R K L_y S_y B E T$	2174	1325	795	557	212	175
1.1	降雨侵蚀力因子	R_d	$R_d=0.067p_d^{1.627}$	1194.192	1194.192	1194.192	1194.192	1194.192	1194.192
	年降水量	p_d		410	410	410	410	410	410
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K		0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.0164
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	2.236	2.236	2.236	2.236	2.236	2.236
	水平投影长度	λ	$\lambda=\lambda_x \cos\theta$	100	100	100	100	100	100
	坡长	λ_x		100.551	100.551	100.551	100.551	100.551	100.551
	坡度(°)	θ		6	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.500
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211	1.211
	坡度(°)	θ		6	6	6	6	6	6.000
1.5	植被覆盖因子	B		0.41	0.25	0.15	0.105	0.04	0.033
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1.000
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1.000

表 5-6

输煤栈桥防治区自然恢复期土壤侵蚀模数测算

序号	项目	因子	公式	输煤栈桥防治区第一年自然恢复期	输煤栈桥防治区第二年自然恢复期	输煤栈桥防治区第三年自然恢复期	输煤栈桥防治区第四年自然恢复期	输煤栈桥防治区第五年自然恢复期	输煤栈桥防治区第六年自然恢复期
1	地表翻扰型	M_{yz}	$M_{yz}=100 R K L_y S_y B E T$	3162	1513	1059	439	212	151
1.1	降雨侵蚀力因子	R_d	$R_d=0.067p_d^{1.627}$	1194.192	1194.192	1194.192	1194.192	1194.192	1194.192
	年降水量	p_d		410	410	410	410	410	410
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K		0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.0164	0.0164
1.3	一般扰动地表坡长因子	L_y	$L_y=(\lambda/20)^m$	2.236	2.236	2.236	2.236	2.236	2.236
	水平投影长度	λ	$\lambda=\lambda_x \cos\theta$	100	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
	坡长	λ_x		100.983	100.983	100.983	100.983	100.983	100.983
	坡度(°)	θ		8.000	8	8	8	8	8
	坡长指数	m		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.4	一般扰动地表坡度因子	S_y	$S_y=-1.5+17/[1+e^{(2.3-6.1\sin\theta)}]$	1.727	1.727	1.727	1.727	1.727	1.727
	坡度(°)	θ		8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
1.5	植被覆盖因子	B		0.418	0.2	0.14	0.058	0.028	0.02
1.6	工程措施因子	E		1	1	1	1	1	1
1.7	耕作措施因子	T		1	1	1	1	1	1

表 5-7 2012 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	13.24	0.67	2012.5-2012.12
输煤栈桥防治区	1513	1.02	0.67	2012.5-2012.12
排矸场防治区	3917	0.60	0.67	2012.5-2012.12
合计		14.86		

表 5-8 2012 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	5827	13.24	0.67	2012.5-2012.12
输煤栈桥防治区	8314	1.02	0.67	2012.5-2012.12
排矸场防治区	5849	0.60	0.67	2012.5-2012.12
合计		14.86		

表 5-9 2013 年-2014 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	22.07	2.00	2013.1-2014.12
输煤栈桥防治区	1513	1.02	2.00	2013.1-2014.12
排矸场防治区	3917	0.60	2.00	2013.1-2014.12
合计		23.69		

表 5-10 2013 年-2014 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	5827	22.07	2.00	2013.1-2014.12
输煤栈桥防治区	8314	1.02	2.00	2013.1-2014.12
排矸场防治区	5849	0.60	2.00	2013.1-2014.12
合计		23.69		

表 5-11 2015 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	22.07	1.00	2015.1-2015.12
输煤栈桥防治区	1513	2.72	1.00	2015.1-2015.12
排矸场防治区	3917	0.60	1.00	2015.1-2015.12
合计		25.39		

表 5-12 2015 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	5827	22.07	1.00	2015.1-2015.12
输煤栈桥防治区	8314	2.72	1.00	2015.1-2015.12
排矸场防治区	5849	0.60	1.00	2015.1-2015.12
合计		25.39		

表 5-13 2016 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	9.49	1.00	2016.1-2016.12
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	2016.1-2016.12
排矸场防治区	3917	6.00	1.00	2016.1-2016.12
合计		16.07		

表 5-14 2016 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	2174	9.49	1.00	2016.1-2016.12
输煤栈桥防治区	3162	0.58	1.00	2016.1-2016.12
排矸场防治区	12679	6.00	1.00	2016.1-2016.12
合计		16.07		

表 5-15 2017 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	9.49	1.00	2017.1-2017.12
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	2017.1-2017.12
排矸场防治区	3917	6.00	1.00	2017.1-2017.12
合计		16.07		

表 5-16 2017 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	1325	9.49	1.00	2017.1-2017.12
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	2017.1-2017.12
排矸场防治区	12679	6.00	1.00	2017.1-2017.12
合计		16.07		

表 5-17 2018 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	9.49	1.00	2018.1-2018.12
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	2018.1-2018.12
排矸场防治区	3917	6.00	1.00	2018.1-2018.12
合计		16.07		

表 5-18 2018 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	795	9.49	1.00	2018.1-2018.12
输煤栈桥防治区	1059	0.58	1.00	2018.1-2018.12
排矸场防治区	12679	6.00	1.00	2018.1-2018.12
合计		16.07		

表 5-19 2019 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	9.49	0.92	2019.1-2019.11
输煤栈桥防治区	1513	0.58	0.92	2019.1-2019.11
排矸场防治区	3917	6.00	0.92	2019.1-2019.11
合计		16.07		

表 5-20 2019 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	557	9.49	0.92	2019.1-2019.11
输煤栈桥防治区	439	0.58	0.92	2019.1-2019.11
排矸场防治区	12679	6.00	0.92	2019.1-2019.11
合计		16.07		

表 5-21 2019 年 12 月-2020 年建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	9.49	1.08	2019.12-2020.12
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.08	2019.12-2020.12
排矸场防治区	3917	6.00	1.08	2019.12-2020.12
合计		16.07		

表 5-22 2019 年 12 月-2020 年建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	212	9.49	1.08	2019.12-2020.12
输煤栈桥防治区	212	0.58	1.08	2019.12-2020.12
排矸场防治区	12679	6.00	1.08	2019.12-2020.12
合计		16.07		

表 5-23 2021 年-2022 年 2 月建设期原地貌土壤侵蚀模数

防治分区	土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	施工时间 (a)	时段
厂区防治区	1060	9.49	1.17	2021.1-2022.2
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.17	2021.1-2022.2
排矸场防治区	3917	6.00	1.17	2021.1-2022.2
合计		16.07		

表 5-24 2021 年-2022 年 2 月建设期扰动后土壤侵蚀模数

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	时间 (a)	时段
厂区防治区	175	9.49	1.17	2021.1-2022.2
输煤栈桥防治区	151	0.58	1.17	2021.1-2022.2
排矸场防治区	12679	6.00	1.17	2021.1-2022.2
合计		16.07		

5.2.3 水土流失量监测结果

本项目建设区面积为 30.79hm²，在施工结束后硬化面积为 14.72hm²，布设植物措施面积 10.07hm²。

本项目在建设期内共造成的土壤流失量为 8424t，新增土壤流失量 6111t，在各项治理措施发挥效益后自然恢复期侵蚀量为 1755t，新增土壤流失量 980t。项目建设造成的土壤流失量为 10179t，新增土壤流失量 7092t。监测结果表明水土保持措施实施后的防护效果显著。

表 5-25 2012 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	13.24	0.67	94
输煤栈桥防治区	1513	1.02	0.67	10
排矸场防治区	3917	0.60	0.67	16
合计		14.86		120

表 5-26 2012 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	5827	13.24	0.67	514
输煤栈桥防治区	8314	1.02	0.67	57
排矸场防治区	5849	0.60	0.67	23
合计		14.86		594

表 5-27 2013 年-2014 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	22.07	2.00	468
输煤栈桥防治区	1513	1.02	2.00	31
排矸场防治区	3917	0.60	2.00	47
合计		23.69		546

表 5-28 2013 年-2014 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	5827	22.07	2.00	2572
输煤栈桥防治区	8314	1.02	2.00	170
排矸场防治区	5849	0.60	2.00	70
合计		23.69		2812

表 5-29 2015 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	22.07	1.00	234
输煤栈桥防治区	1513	2.72	1.00	41
排矸场防治区	3917	0.60	1.00	24
合计		25.39		299

表 5-30 2015 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	5827	22.07	1.00	1286
输煤栈桥防治区	8314	2.72	1.00	226
排矸场防治区	5849	0.60	1.00	35
合计		25.39		1547

表 5-31 2016 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	9.49	1.00	101
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	9
排矸场防治区	3917	6.00	1.00	235
合计		16.07		344

表 5-32 2016 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	2174	9.49	1.00	206
输煤栈桥防治区	3162	0.58	1.00	18
排矸场防治区	12679	6.00	1.00	761
合计		16.07		985

表 5-33 2017 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	9.49	1.00	101
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	9
排矸场防治区	3917	6.00	1.00	235
合计		16.07		344

表 5-34 2017 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1325	9.49	1.00	126
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	9
排矸场防治区	12679	6.00	1.00	761
合计		16.07		895

表 5-35 2018 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	9.49	1.00	101
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.00	9
排矸场防治区	3917	6.00	1.00	235
合计		16.07		344

表 5-36 2018 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	795	9.49	1.00	75
输煤栈桥防治区	1059	0.58	1.00	6
排矸场防治区	12679	6.00	1.00	761
合计		16.07		842

表 5-37 2019 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	9.49	0.92	92
输煤栈桥防治区	1513	0.58	0.92	8
排矸场防治区	3917	6.00	0.92	215
合计		16.07		316

表 5-38 2019 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	557	9.49	0.92	48
输煤栈桥防治区	439	0.58	0.92	2
排矸场防治区	12679	6.00	0.92	697
合计		16.07		748

表 5-39 2019 年 12 月-2020 年建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	9.49	1.08	109
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.08	10
排矸场防治区	3917	6.00	1.08	255
合计		16.07		373

表 5-40 2019 年 12 月-2020 年建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	212	9.49	1.08	22
输煤栈桥防治区	212	0.58	1.08	1
排矸场防治区	12679	6.00	1.08	824
合计		16.07		847

表 5-41 2021 年-2022 年 2 月建设期原地貌土壤侵蚀量

防治分区	原地貌土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	1060	9.49	1.17	117
输煤栈桥防治区	1513	0.58	1.17	10
排矸场防治区	3917	6.00	1.17	274
合计		16.07		402

表 5-42 2021 年-2022 年 2 月建设期扰动后土壤侵蚀量

防治分区	扰动后土壤侵蚀模数(t/km ² •a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	流失量 (t)
厂区防治区	175	9.49	1.17	19
输煤栈桥防治区	151	0.58	1.17	1
排矸场防治区	12679	6.00	1.17	888
合计		16.07		908

表 5-43

土壤流失量汇总表

防治分区	建设期			自然恢复期			汇总		
	原地貌土壤流失量 (t)	扰动后土壤流失量 (t)	新增土壤流失量 (t)	原地貌土壤流失量 (t)	扰动后土壤流失量 (t)	新增土壤流失量 (t)	原地貌土壤流失量 (t)	扰动后土壤流失量 (t)	新增土壤流失量 (t)
厂区防治区	1190	4828	3638	226	41	-185	1416	4869	3453
输煤栈桥防治区	117	488	371	20	2	-17	136	490	354
排矸场防治区	1007	3108	2102	529	1712	1183	1535	4820	3285
合计	2313	8424	6111	775	1755	980	3088	10179	7092

5.3 水土流失危害

建设单位采取落实责任范围、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。在项目的整体建设工程中未发生水土流失危害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

项目区属于永定河上游国家级水土流失重点治理区，依据《开发建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2008)中的规定，该工程应执行建设生产类一级标准，并按规定加以修正。具体指标如下：

表 6-1 防治目标值表

防治目标	目标值
水土流失治理度 (%)	95
土壤流失控制比	0.9
渣土防护率 (%)	97
表土保护率 (%)	95
林草植被恢复率 (%)	97
林草覆盖率 (%)	27

6.1 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内的水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

项目区水土流失总面积为 30.79hm²，水土保持措施达标面积 30.67hm²。水土流失总治理度为 99.61% (目标值 95%)，各防治分区水土流失治理情况详见表 6-2。

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比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强度的之比。

根据 SL190-2007《土壤侵蚀分类分级标准》及批复的水保方案，该工程所在区域容许土壤流失量为 200t/km² a。根据土壤流失量监测结果，经过一段时间自然恢复加权平均土壤侵蚀模数可达到为 174t/km² a，则土壤流失控制比为 1.15 (目标值 0.9)。符合《生产建设项目水土流失防治标准》要求。

6.3 渣土防护率

渣土防护率指项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土数量的百分比。

施工期工程临时堆土约 26.85 万 m³，实际拦挡约 26.31 万 m³，渣土防护率为 97.99%。

表 6-2

各防治分区扰动土地整治情况计算表

分区	项目建设区 面积 (hm ²)	扰动面 积 (hm ²)	建筑物及场地 道路硬化 (hm ²)	水土流失 面积 (hm ²)	水土流失治理面积 (hm ²)			水土流失总 治理度 (%)
					植物措施	工程措施	小计	
厂区防治区	22.07	22.07	12.58	22.07	9.49	0.00	9.49	100.00%
输煤栈桥防治区	2.72	2.72	2.14	2.72	0.58	0.00	0.58	100.00%
排矸场防治区	6.00	6.00	0.00	6.00	0.00	5.88	5.88	98.00%
合计	30.79	30.79	14.72	30.79	10.07	5.88	15.95	99.61%

6.4 表土保护率

表土保护率指项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。

项目需保护表土数量为 9.24 万 m³，实际剥离并拦挡保护的表土总量为 9.11 万 m³，表土保护率为 98.59%。

6.5 林草植被恢复率及林草覆盖率

林草植被恢复率指项目建设区内的林草类植被面积占可恢复林草植被（目前技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。

林草覆盖率是指项目建设区内的林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。

该工程项目建设区面积为 30.79hm²，可恢复植被面积为 10.07hm²，实施植被绿化面积 10.07hm²，林草植被恢复率达到 100%（目标值 97%），林草覆盖率达到 32.71%（目标值 27%）。林草植被恢复率和林草覆盖率均达到方案设计防治标准。这些措施使工程建设破坏的生态环境得到了有效的治理和恢复，在一定程度上改善了沿途周边生态环境，有效的控制了工程水土流失的危害。各防治分区情况详见表 6-3。

表 6-3 林草植被恢复率及覆盖率情况综合表

分区	项目建设区 面积 (hm ²)	可恢复植 被面积 (hm ²)	已恢复植被 面积 (hm ²)	林草植被 恢复率 (%)	林草覆 盖率 (%)
厂区防治区	22.07	9.49	9.49	100.00%	43.00%
输煤栈桥防治区	2.72	0.58	0.58	100.00%	21.32%
排矸场防治区	6.00	0.00	0.00	/	0.00%
合计	30.79	10.07	10.07	100.00%	32.71%

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本项目水土流失主要时段在项目建设期，到自然恢复期水土流失基本减轻，已实施措施区域自然恢复期加权平均侵蚀模数 $174\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ ，土壤流失控制比 1.15，自然恢复期将达到了水土保持方案设计的水平值。

7.2 水土保持措施评价

该工程水土保持措施主要为：工程措施、植物措施和临时措施。

7.2.1 工程措施评价

该项目水土保持工程措施主要有表土剥离与返还、排水沟、土地整治等。工程基本按水土保持方案要求和主体工程设计要求施工修建，防治效果较明显。

据监测与核查分析，截止 2022 年 3 月，该项目实际完成的工程措施工程量为：厂区防治区设置了排水沟 1589m，表土剥离 22.07hm^2 ，土地整治 9.49hm^2 。输煤栈桥防治区完成了表土剥离 2.72hm^2 ，土地整治 2.31hm^2 。排矸场防治区完成了表土剥离 6hm^2 ，挡墙 77m。

7.2.2 植物措施评价

该项目水土保持植物措施主要为撒播草籽，栽植乔木、灌木等。其措施初步发挥了防风降尘、蓄水保土的作用，在一定程度上减少了区域水土流失。

据监测与核查分析，截止 2022 年 3 月，该项目实际完成的植物措施工程量为：厂区防治区完成了植草 9.49hm^2 ，栽植乔木 1468 株，栽植灌木 17372 株。输煤栈桥防治区完成了撒播草籽 0.58hm^2 。

7.2.3 临时措施评价

临时措施符合国家对生产建设项目水土保持的有关规定，临时措施总体质量合格，防治生产建设过程中的水土流失效果明显。施工期间共完成的临时措施有：厂区防治区完成了装土编织袋拦挡 1271m，临时苫盖 6356m^2 。输煤栈桥防治区完成了彩条旗 827m。排矸场防治区完成了临时拦挡 800m，密目网 4755m^2 ，沉砂池 1 座，临时排水沟 789m。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在问题

- (1) 部分厂区植被盖度较低。
- (2) 排矸场尚未实施防洪排导工程和植被建设工程。

7.3.2 建议

- (1) 建议对植被盖度较低区域补撒草籽。
- (2) 在后期运行过程中，加强巡查，特别是植物措施的养护和补植工作。
- (3) 排矸结束后立即实施防洪排导工程和植被建设工程。

7.4 综合结论

建设单位在目前的水土保持环境下，能够按照水土保持方案的要求，基本落实水土保持各项防治措施，在项目试运行阶段未造成大量水土流失，水土流失基本在容许流失范围之内。

总体上来看，项目法人单位按照水土保持法律法规的规定，以该项目已批复的水土保持方案为依据，对项目区内的水土流失进行了较全面、系统的整治，基本完成了水土保持方案所规定的防治任务，工程的各类开挖面、施工场地、道路等得到了及时的整治，施工过程的水土流失基本得到了控制。现阶段，各类水土保持措施未发现重大质量缺陷，水土保持工程运行情况基本良好，三色评价为绿色，达到了防治水土流失的目的，整体上已具备较强的水土保持功能，能够满足国家对生产建设项目水土保持的要求。

通过监测与分析，该工程实际水土流失总治理度为 99.61%，土壤流失控制比达到 1.15，渣土保护率为 97.99%，表土保护率 98.59%，林草植被恢复率为 100%，林草覆盖率为 32.71%，各项指标均达到目标值，具备验收条件。