

安徽开发矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程

水土保持监测总结报告

建设单位：安徽开发矿业有限公司

监测单位：安徽省水利水电勘测设计院

2019 年 9 月

安徽开发矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a

采矿技改工程水土保持监测总结报告责任页

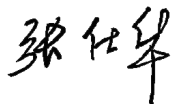
（安徽省水利水电勘测设计院）


批准：  （副院长）


核定：  （总 工）


审查：  （处 长）

校核：  （高 工）

项目负责人：  （高 工）

编写：  （高 工）（第一章、第三章、第四章、第八章）

 （高 工）（第五章、第六章）

 （高 工）（第二章、第七章）

目 录

综合说明.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	5
1.1 项目概况.....	5
1.2 水土流失防治工作情况.....	9
1.3 监测工作实施情况.....	11
2 监测内容与方法.....	13
2.1 监测内容.....	13
2.2 监测方法.....	15
3 重点部位水土流失动态监测.....	19
3.1 防治责任范围监测.....	19
3.2 取土监测结果.....	20
3.3 弃土监测结果.....	21
3.4 工程土石方平衡监测结果.....	21
4 水土流失防治措施监测结果.....	23
4.1 工程措施监测结果.....	23
4.2 植物措施监测结果.....	24
4.3 临时防治措施监测结果.....	27
4.4 水土保持措施防治效果.....	29
5 土壤流失情况监测.....	33
5.1 水土流失面积.....	33
5.2 土壤流失量.....	33
5.3 弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	43
5.4 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.....	46
6.3 土壤流失控制比.....	46
6.4 拦渣率.....	46
6.5 林草植被恢复率.....	47
6.6 林草覆盖率.....	47
7 结论.....	49
7.1 水土流失动态变化.....	49

7.2 水土保持措施评价.....	49
7.3 存在问题及建议.....	49
7.4 综合结论.....	49

附件：

- 1、监测影像资料；
- 2、关于《安徽诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采200万t/a采矿技改工程水土保持方案的批复》（六水审〔2010〕12号）；
- 3、其他有关资料。

附图：

1. 工程水土流失防治责任范围及水土保持监测点位图。

综合说明

吴集铁矿（北段）处于霍邱铁矿区的南部，位于李楼铁矿东侧，距离霍邱县城西约 26km，北距淮河 34km，水路交通均比较方便。工程为地下开采矿山，属采矿技改项目，服务年限 31 年，涉及-200m~-670m 之间的矿体，可利用矿石储量 7310.96 万 t。本工程主要建设主井井塔楼、联合副井、井口办公室、井口服务楼、木材间、材料棚、生活供水泵站、生活污水处理站、宿舍楼、南北风井、道路等。根据工程建设特点和布局，工程由采矿工业区、辅助井区、充填站区、道路区和施工生产生活区等五部分组成，总占地 10.36hm²，全部为永久占地。建设期间实际土石方开挖量 70.70 万 m³，回填量 21.67 万 m³，弃方 49.03 万 m³，弃方临时堆存于吴集铁矿（北段）99 万 t/a 采矿工程既有的废石堆场，目前已全部填充井下。工程总投资 7.76 亿元，其中土建投资 3.17 亿元。工程于 2010 年 1 月开工，2012 年 12 月工程建设全部完成，总工期 36 个月。

本工程立项、水土保持方案报批等前期工作由安徽霍邱诺普矿业有限公司建设管理，2011 年 2 月，安徽霍邱诺普矿业有限公司被安徽开发矿业有限公司合并，工程改由安徽开发矿业有限公司建设管理。

2009 年 3 月受建设单位委托，中钢集团马鞍山矿院工程勘察设计有限公司编制了《安徽诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程项目水土保持方案报告书（送审稿）》。2010 年 1 月 24 日，六安市水利局在六安市组织召开了《吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持方案报告书（送审稿）》技术审查会。方案编制单位对方案进行了补充、完善和修改，编制完成了《吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持方案报告书（报批稿）》。2010 年 3 月 2 日，六安市水利局以《安徽霍邱诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程项目水土保持方案报告书的批复》（六水审[2010]12 号）批复了工程的水土保持方案。

2010 年 1 月建设单位委托我院承担了本工程的水土保持监测工作。监测工作自 2010 年 1 月开始至 2019 年 7 月结束，为了顺利开展该项目的监测工作，我单位按照水利部关于开发建设项目水土保持监测的有关规范，编制了《吴集铁矿

（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持监测实施方案》，并且按照计划要求，成立了监测项目部，采取了遥感监测、实地调查、地面观测和场地巡查相结合等监测方法，对各区域水土流失、水土保持防治措施及防治效益进行全面监测和调查。于 2019 年 9 月编制完成《吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持监测总结报告》。

吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称		吴集铁矿（北段）地下开采200万t/a采矿技改工程项目								
建设规模	大型 采矿生产能力 200 万 t/a	建设单位、联系人		安徽开发矿业有限公司 黄传进：13865765326						
		建设地点		六安市霍邱县高塘镇						
		所属流域		淮河流域						
		工程总投资		7.76 亿元						
		工程总工期		2010.1-2012.12（36 个月）						
水土保持监测指标										
监测单位		安徽省水利水电勘测设计院			联系人及电话		刘卓玛姐 13305600502			
自然地理类型		北亚热带湿润季风性气候			防治标准		二级			
监测内容	监测指标		监测方法(设施)		监测指标		监测方法(设施)			
	1. 水土流失状况监测		调查、定点监测		2. 防治责任范围监测		遥感监测、调查、航测			
	3. 水土保持措施情况监测		实地测量、调查		4. 防治措施效果监测		调查、航测			
	5. 水土流失危害监测		航测、调查		6. 水土流失背景值		180t/(km ² ·a)			
方案设计防治责任范围			10.36hm ²		容许土壤流失量		200t/(km ² ·a)			
水土保持投资			353.48 万元		水土流失目标值		200t/(km ² ·a)			
防治措施	防治分区	工程措施			植物措施		临时措施			
	采矿工业场地	混凝土盖板排水沟450m，雨水排水涵管1910m，浆砌石挡墙150m，土地整治2.14hm ² ，植草砖0.03hm ² 。			乔木1307株、灌木1497株、植草2.14hm ² 。		表土剥离和回覆 1.56 万 m ³ ，临时排水沟 2630m，彩钢板拦挡 650m ² ，彩条布覆盖 3500m ² 。			
	风井区	土地整治1.52hm ² 。			植草皮1.52hm ² 。		表土剥离和回覆 0.47 万 m ³ ，临时排水沟 205m，彩条布覆盖 1200m ² 。			
	充填站区	土地整治0.001hm ² 。			乔木7株、灌木13株、植草0.001hm ² 。		表土剥离和回覆 0.26 万 m ³ ，临时排水沟 150m，彩条布覆盖 800m ² 。			
	道路区	土地整治0.02hm ² 。			乔木28株、灌木1625株。		表土剥离和回覆 0.24 万 m ³ 。			
	施工生产生活区	土地整治0.5hm ² 。			植草0.50hm ² 。		表土剥离和回覆 0.2 万 m ³ ，临时排水沟 350m，编织袋拦挡 80m ³ ，彩条布覆盖 1300m ² 。			
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	99.6	防治措施面积	4.53hm ²	永久建筑物硬化及水面面积	5.72hm ²	扰动土地总面积	10.36hm ²

	水土流失总治理度	87	97.63	防治责任范围面积	10.36hm ²	水土流失总面积	4.64hm ²
	土壤流失控制比	1.0	1.13	工程措施面积	0.35hm ²	容许土壤流失量	200t/(km ² ·a)
	拦渣率	95	98.93	植物措施面积	4.18hm ²	监测土壤流失情况	177t/(km ² ·a)
	林草植被恢复率	97	98.33	可恢复林草植被面积	4.25hm ²	林草类植被面积	4.18hm ²
	林草覆盖率	22	40.35	实际拦挡弃土(石、渣)量	51.21 万 m ³	总弃土(石、渣)量	51.76 万 m ³
	水土保持治理达标评价	水土保持六项防治指标达标，整体水土保持效果较好					
	总体结论	工程按照批复水土保持方案的要求基本落实了主体工程施工图设计的各项水土保持措施，水土保持设施运行基本正常，植物措施效果良好，人为水土流失基本得到控制，工程整体水土保持效果良好。					
	主要建议	建议进一步加强工程设施的管理和维护，加强施植物措施的抚育、管理和养护，保障各项措施正常运行和长效、稳定地发挥水土保持效益。					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目地理位置

吴集铁矿(北段)地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程位于霍邱铁矿区的南部,李楼铁矿东侧,距离霍邱县城西约 26km,西距 105 国道及新建的商(邱)~景(德镇)高速公路 4.5km,南距宁西铁路姚李站 75km,北距淮河 34km。项目区地理位置示意图 1-1。

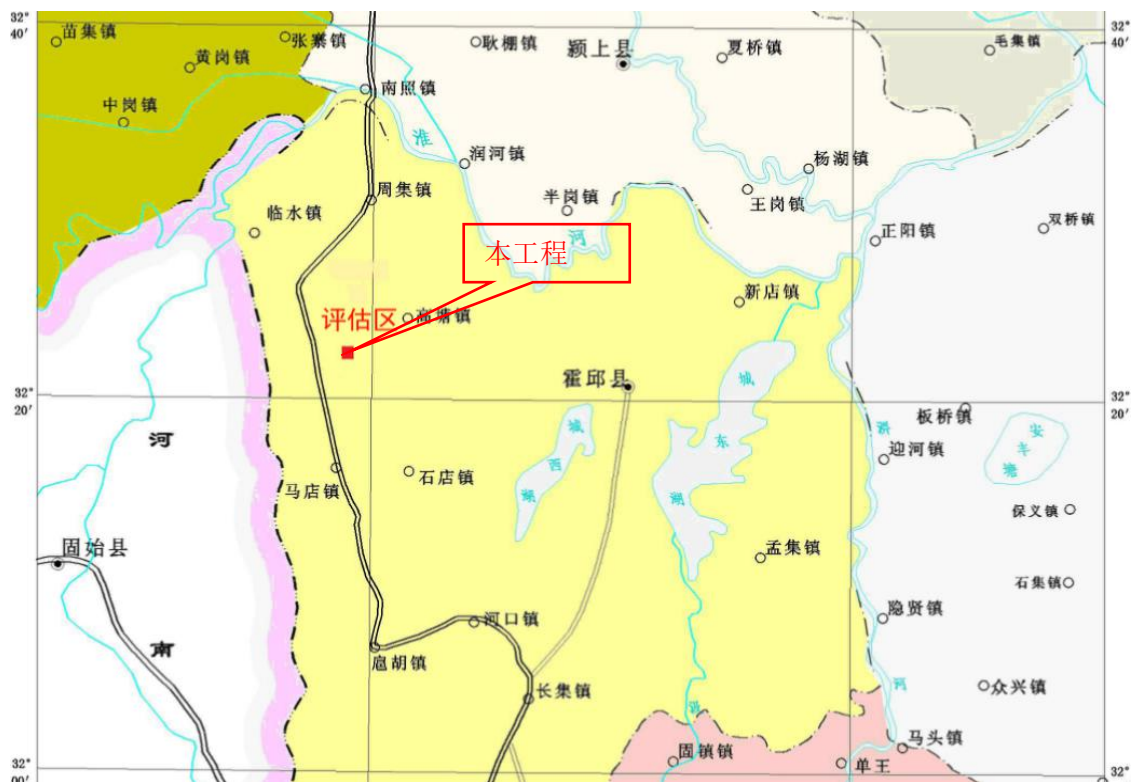


图 1-1 项目区地理位置示意图

1.1.2 项目建设性质及规模

本项目为地下开采矿山,属采矿技改项目,技改后采矿生产能力为 200 万 t/a,其采出矿石全部送至附近选场进行选矿。根据矿区矿石储量,本次技改工程服务年限为 31 年,本次工程涉及范围主要为-200m~-670m 之间的矿体,区内

可利用的矿石储量为 7310.96 万 t，分两期开采，一期开采范围内有矿石储量 6246.16 万 t，考虑地质影响系数可采储量 4372.98t，稳产 21 年。二期开采-500~-670m 区段，该区段有矿石储量 1064.8 万 t，相当可采储量 745.31 万 t，稳产 4 年。

1.1.3 项目组成

根据施工图阶段工程建设特点和布局，本项目由采矿工业区、辅助井区、充填站区、道路区和施工生产生活区等五部分组成。

(1) 采矿工业区

该区由主井及井口工业场地、副井及井口工业场地、斜坡道组成。

主井井口工业场地有主井井塔楼、井口办公室、井口服务楼、井口变电所及控制中心、木材间、材料棚、生活供水泵站、生活污水处理站、门卫等建（构）筑物组成，该场地布置在矿体下盘 40 线附近，位于李楼采选矿工业场地内。副井井口工业场地有副井井架、斜坡道出口、井口办公室、生产消防水池、卷扬机房、单身宿舍、食堂等组成，该场地布置在矿体下盘 32 线附近。斜坡道出口布置在矿体下盘 32 线附近与副井相邻，辅助斜坡道自硐口至-425m，全长 4500m，断面 5m×4.3m，斜坡道限制坡度 15%，每 200m 设 30m 长缓段，最小转弯半径 25m，场地外有围墙拦挡。

(2) 辅助井区

本工程中全矿采用中央对角式通风，矿体南北两端各布置一条风井，副井入风，两翼风井出风。南风井布置在矿体下盘 26 线附近，井筒净直径 4.0m，井口标高+48m，井底标高-425m，井深 473m；北风井布置在 48 线附近，井口标高+30m，井底标高-250m，井深 280m。两条风井中均安装设梯子间作为安全出口。南风井距副井为 1362m，地面标高为+46.9~+47.38m；北风井距主井为 1327m，地面标高为+28.24~+28.85m。风井工业场地周围均采用围墙拦挡。

(3) 充填站区

本项目新建充填站一座，包括充填站和砂浆输送管道，管道从李楼选场直接接入北部充填站内的沙仓，进行井下充填，其长度约为 1600m。砂浆输送管道包

括两条 DN250 高分子管（一条工作一条备用），敷设于地表，便于检修，检修道路利用既有公共道路。

（4）道路区

本项目建设过程中涉及道路为场内道路、各区间的联络道路和外部道路。外部道路利用既有道路，现在运行良好，本次不新增，无新增占地。项目建设中场内道路长度为 1745m，为混凝土路面，其中干道长度为 560m，支道长度为 985m。各分区连接道路长度为 1.25km，主要是副井工业场地连接充填站 0.7km，为混凝土路面，路宽 9m，充填站连接李楼铁矿南风井的道路 0.55km，为泥结石路面，路宽 6m。

（5）施工生产生活区

施工区布置在各防治分区范围内，其中主井场地施工区占地 0.1hm²，副井场地施工区占地 0.4hm²，风井工业场地施工区分别占地 0.1hm²，充填站施工区占地 0.1 hm²，施工区内布置设备材料仓库、设施安装场地、大型构件堆场、建筑用地（钢筋加工、木作系统、砼搅拌系统及修配加工区域）以及其他辅助设施等。施工结束后拆除地表硬化并进行绿化。

（6）依托的既有工程

根据批复的水保方案，本工程在建设过程中共产生 65.81 万 m³ 弃渣（废石），利用吴集铁矿（北段）99 万 t/a 采矿工程既有的废石场及尾矿库作为本工程的废石中转堆场，最终进行井下填充。本工程实际只利用既有废石场，而未利用尾矿库，既有废石场占地 6hm²，已包含在吴集铁矿（北段）99 万 t/a 采矿工程面积内，本次不再重复计算。

既有废石场总占地约 15hm²，原地面标高为+35m，现堆置+45m 标高，按平均堆高 10m 计算，可堆放废石量为 150 万 m³，前期吴集铁矿（北段）99 万 t/a 采矿工程集中堆放量约为 30 万 m³，还可堆放约 120 万 m³ 的废石。本工程基建期实际废石量为 49.03 万 m³，生产运行初期 14.65 万 m³，全部堆放于废石场内以备后期充填利用，运行后期废石不出坑直接用于充填。该废石场满足基建期和运行期废石的堆放要求，现状周边有挡墙与排水，水土保持状况良好。

1.1.4 项目投资及工期

吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程由安徽开发矿业有限公司投资建设，总投资 7.76 亿元，其中土建工程投资 3.17 亿元，资金全由建设单位自筹。

工程于 2010 年 1 月 1 日开工，2012 年 12 月全部建设完成。

1.1.5 工程占地

本工程建设期实际总占地 10.36hm²，全部为永久占地。项目各分区占地为采矿工业区 5.51hm²、辅助井区 1.57hm²、充填站区 0.9hm²、道路区 1.58hm²、施工生产生活区 0.80hm²。

项目建设范围内集中安置 25 户，拆迁安置项目由政府负责实施，公司按照霍邱县人民政府有关补偿标准给予补偿。

1.1.6 土石方

本工程建设期实际开挖总量 70.70 万 m³（含表土剥离），回填总量 21.67 万 m³（含表土剥离），弃方 49.03 万 m³，弃方临时堆存于吴集铁矿（北段）99 万 t/a 采矿工程既有的废石堆场，目前已全部填充井下，无永久弃渣产生。

生产运行初期共产生废石 14.65 万 m³，临时堆放于既有废石场内，目前全部已用于井下充填，运行后期废石不出坑直接用于充填。本工程与批复方案一致，不布设弃渣场。

1.1.7 项目区自然条件

项目区位于淮河南岸，地貌为冲积平原。位于亚热带湿润季风气候向北温带湿润气候的过渡带上，据霍邱气象局王截流观测站 1951~2004 年气象资料表明，年平均气温 15.4℃，年平均降雨量 951mm，10 年一遇、20 年一遇 24h 暴雨量分别为 168mm、204mm，最大冻结深度 13cm，无霜期 226 天，多年平均风速 3.1m/s，主导风向为 ES。

项目区土壤以黄褐土为主，其次为水稻土，地带性植被类型属北亚热带落叶

常绿阔叶混交林带，现状林草覆盖率为 17.9%。项目区属于北方土石山区，土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

根据《全国水土保持规划（2015-2030 年）》（国函〔2015〕160 号）及《安徽省人民政府关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（皖政秘〔2017〕94 号），项目区不属于国家级和省级水土流失重点预防区和重点治理区，根据已批复的水土保持方案报告书，项目区原属于省级水土流失重点监督区。项目区距城西湖 10km，建设过程中可能造成一定的水土流失，本项目执行建设类项目水土流失防治二级标准。

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

建设单位重视水土保持工作，由总经理亲自牵头，日常工作由技术协调部负责，配备专人负责吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持协调管理工作。监督管理各施工单位落实水土流失防治责任，实施各项水土保持措施，防治因工程建设造成的水土流失；与水土保持监测、监理及验收报告编制单位对接，对咨询单位发现的问题和提出的建议，及时组织研究并督促有关单位整改落实；及时向建设单位领导和上级主管部门反馈信息。

1.2.2 “三同时”落实情况

建设单位在工程建设过程中按照水土保持方案及批复的要求，组织协调主体工程设计单位在工程后续的初步设计和施工图设计阶段，将水土保持方案设计的各项水土保持措施纳入了项目的整体设计中。建设过程中根据主体工程的施工进度同步实施了相应部位的水土保持工程，水土保持工程基本与主体工程一同投入使用。建设单位委托安徽省江河水利水电工程监理咨询有限公司实施了施工期水土保持工程的监理工作，有效保证了各项水土保持工程的质量，有利于持续、稳定的发挥其保持水土的功效。

1.2.3 水土保持方案审批情况

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等法律法规的规定，受建设单位委托，2009 年 12 月，中钢集团马鞍山矿院工程勘察设计院有限公司编制完成了《安徽诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程项目水土保持方案报告书（送审稿）》。

2010 年 1 月 24 日，六安市水利局在六安市组织召开了《安徽诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持方案报告书（送审稿）》技术审查会。方案编制单位对方案进行了补充、完善和修改，编制完成了《安徽诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持方案报告书（报批稿）》。

2010 年 3 月 2 日，六安市水利局以《安徽诺普矿业有限公司吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持方案的批复》（六水审〔2010〕12 号）批复了工程的水土保持方案。

1.2.4 水土保持监测

为了有效控制建设期的水土流失，及时处理施工期出现的水土流失问题，不断优化施工组织，根据相关法律法规及规程规范的要求，建设单位于 2010 年 1 月委托安徽省水利水电勘测设计院承担了“吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持监测”工作。

通过开展全过程动态监测，对工程建设过程中产生的水土流失实施动态监测分析，及时掌握了工程建设过程中水土流失的发生及其发展变化情况，为水土流失防治提供依据。同时通过水土保持监测，向建设单位提出了合理建议和相应对策，指导工程安全施工，避免了因水土流失对主体工程施工造成不利影响。

1.2.5 主体工程变更情况

2011 年 2 月，安徽霍邱诺普矿业有限公司被安徽开发矿业有限公司合并，企业名称沿用“安徽开发矿业有限公司”，吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程改由安徽开发矿业有限公司建设管理。

1.3 监测工作实施情况

2010年1月，建设单位委托安徽省水利水电勘测设计院实施本项目的水土保持监测工作，监测工作自2010年1月开始至2019年7月结束，为了顺利开展该项目的监测工作，我单位按照水利部关于开发建设项目水土保持监测的有关规范，编制了《吴集铁矿（北段）地下开采200万t/a采矿技改工程水土保持监测实施方案》，并且按照计划要求，成立了监测项目部，配备了包括水土保持、水利工程、测量等各专业人员6名，设置了监测点16处（详见表1-1），其中地面观测点10个，调查监测点6个，临时调查监测点若干，向建设单位提交38份监测季度报告表。建设单位根据我单位上报的监测季报和监测意见书，及时责令施工单位对提出的水土流失问题进行整改，并要求监理单位对施工单位的整改情况进行考核，施工单位根据监测季报和监测意见及时采取了针对性的防护措施，有效降低了工程建设过程中产生的水土流失危害，本工程在施工过程中，无水土流失灾害事件发生。

我单位根据现场的实际情况，对项目区采取遥感监测、实地量测、地面观测、调查等方法进行监测，配备RTK、数码相机、无人机、笔记本电脑、地质罗盘、天平、烘箱、钢卷尺、玻璃器皿、环刀等监测设备，取得了监测数据近千份，圆满的完成了建设单位委托的任务，为项目顺利实施水土保持工程提供了必要的技术依据。

表 1-1 本项目监测点布设、监测内容及方法表

监测分区	监测点位	监测方法	监测内容	备注			
采矿工业区	主井及工业场地开挖边坡（1处）	简易水土流失观测场	主体工程进 度、扰动土地 情况、挖填土 石方量、水土 流失量、土壤 侵蚀强度、水 土保持措施数 量及防治效果 等	调查监测点若干			
	斜坡道开挖边坡（1处）	简易水土流失观测场					
	联合副井及工业场地开挖边坡（1处）	简易水土流失观测场					
	联合副井及工业场地排水出口（1处）	沉沙池法					
辅助井区	南风井临时堆土边坡（1处）	简易坡面量测法		主体工程进 度、扰动土地 情况、挖填土 石方量、水土 流失量、土壤 侵蚀强度、水 土保持措施数 量及防治效果 等	调查监测点若干		
	北风井临时堆土边坡（1处）	简易坡面量测法					
充填站区	临时堆土边坡（1处）	简易坡面量测法			主体工程进 度、扰动土地 情况、挖填土 石方量、水土 流失量、土壤 侵蚀强度、水 土保持措施数 量及防治效果 等	调查监测点若干	
道路区	排水出口（1处）	沉沙池法				调查监测点若干	
施工生产生活区	排水出口（2处）	沉沙池法				主体工程进 度、扰动土地 情况、挖填土 石方量、水土 流失量、土壤 侵蚀强度、水 土保持措施数 量及防治效果 等	调查监测点若干

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

本工程的水土保持监测按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)和《生产建设项目水土保持监测规程》(试行)的规定,结合工程实际,对采矿业区、辅助井区、充填站区、道路区和施工生产生活区进行监测,主要监测内容如下:

1) 原地貌土地利用情况监测

主要监测工程永久及临时占地范围内的土地利用类型、地表植被类型及覆盖度和水土流失情况。

2) 扰动地表情况监测

在开发建设过程中对原有地表植被或地貌发生改变的挖损、占压、堆弃等行为,均属于扰动地表行为。扰动土地情况监测的内容包括扰动方式、范围、面积、土地利用类型及其动态变化情况。

3) 防治责任范围监测

根据批复的水土保持方案,本工程的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久占地和临时占地,本项目永久占地面积在施工阶段和项目运行阶段一直保持不变,临时占地则随着工程进展情况和工程变更情况不断变化,防治责任范围动态监测主要是通过监测永久占地、临时占地的面积,确定施工期防治责任范围面积。

①永久性占地面积由国土部门按权限批准,水土保持监测是对红线范围认真核查,监测建设单位有无超越红线开发的情况及各阶段永久性占地变化情况。

②临时性占地土地管辖权不变,但要求在主体工程竣工验收前必须恢复原貌。水土保持监测主要是监测有无超范围使用临时性占地情况、各种临时性水土保持措施数量和质量、施工结束后原地貌恢复情况。

4) 取土(石、料)弃土(石、渣)监测

对生产建设活动中所有的取土(石、料)场、弃土(石、渣)场和临时堆放场的数量、位置、方量、表土剥离、防治措施落实情况等进行监测。

5) 水土保持措施监测

水土保持措施的实施是控制因工程建设活动造成项目建设区水土流失、改善区域生态环境的有效途径。按照水土保持方案报告书设计的总体布局，全面监测施工期水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施的位置、规格、尺寸、数量、林草覆盖度、防治效果运行状况等。

①工程措施监测

排水沉沙工程：主要监测排水沉沙设施的布局、类型、规格、实施完成进度、数量、质量及其畅通性等。

表土剥离：监测指标包括表土剥离的分布、剥离面积、数量等。

土地整治：监测指标包括土地平整的分布、实施完成进度、平整面积及平整效果等；表土回覆的分布、回覆面积、数量等。

②植物措施监测

主要指防治责任范围内进行的景观绿化、植被恢复。主要监测指标包括植物措施分布、类型（乔木、灌木、种草等）、种类、规格、实施完成进度、分布、面积或数量、株行距、成活率、生长情况等。

③临时防护措施监测

对施工过程中实施的各类临时拦挡、苫盖和排水沉沙等临时防护措施进行动态监测。主要监测指标包括各项临时防护措施的分布、规格、实施完成进度、数量、完好程度、运行状况及其稳定性等。

④水土流失防治措施实施效果监测

防护效果：主要监测排水沉沙工程、表土剥离、土地整治、临时防护、植被建设工程等在阻滞泥沙、减少水土流失量、坡面稳定、绿化地表改善生态环境、为主体工程运行安全的保证作用。

林草措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度：主要监测水土保持方案实施后，各防治分区及其周边的植被类型、主要树草种、覆盖度、成活率、保存率和生长情况等。

排水沉沙工程的完好程度和运行情况：主要监测排水工程是否有损坏、裂缝、断裂或沉降等不稳定情况出现。

各项临时防护措施的拦渣保土效果：主要监测工程建设过程中实施的临时拦挡工程和其他各项临时防护措施实施后拦挡防护砂石料、临时堆土、拦截水流、阻滞泥沙、减少水土流失的效果。

6) 土壤流失量监测

主要包括土壤流失面积、流失强度及程度、土壤流失量、取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流失危害内容。

2.2 监测方法

按照《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）和《生产建设项目水土保持监测规程》（试行）的规定，结合现场的实际情况，采取调查监测、地面观测、遥感监测等监测方法，从监测数据中获取了扰动土地面积、防治责任范围、弃土量、水土保持措施、土壤流失等数据。

1) 调查监测

对影响水土流失的主要因子如地形、地貌、土壤、植被、水系、降雨的变化、水土流失的危害、生态环境的变化以及水土保持方案实施等采用调查监测法，降雨量主要通过收集项目区临近区域水文站的降雨观测资料数据。本工程采用实地调查方法进行监测的内容包括项目区水土流失面积、水土保持设施数量、土石方挖填量、弃土（石、渣）量、取土（石、料）、各防治措施保存情况及生态环境变化等。对防治效果如植物覆盖度、林草生长情况采用标准地样法；对水土保持设施的保存情况采用巡测、记录的方法，确定其稳定性、完好程度和运行情况。

2) 地面观测

① 简易坡面量测法

选择能够存放一定时间的开挖面或堆整面，场地具有代表性，面积根据坡面情况确定，在坡面的上中下均匀布设或从坡顶至坡底全面量测。量测坡面的坡度、坡长、坡面组成物质、土壤容重等，并记录造成侵蚀沟的次降水。在每次降水或多次降水后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量。

② 简易水土流失观测场法（桩钉法）

在汛期前将直径 0.50~1cm、长 50~100cm、类似钉子形状的钢钎，根据坡面

面积，按一定距离分上中下、左中右纵横各 3 排、共 9 根布设。钢钎应沿垂直坡面方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并应在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，钢钎应适当加密。每次大暴雨之后和汛期终了，观测钉帽距地面高度，计算土壤侵蚀厚度和总的土壤侵蚀量。计算公式采用：

$$A=ZS/1000\cos\theta$$

式中 A—土壤侵蚀量(m³)；

Z—侵蚀厚度(mm)；

S—水平投影面积(m²)；

θ—斜坡坡度值。

有人为扰动的地方，钢钎应在汛期末收回，来年再用，布设数量可适当增加。人为扰动较少时可长期固定不动，但应注意保护，长期观测。

新堆放的土堆应考虑沉降产生的影响，在平坦地段设置对照观测或应用沉降率计算沉降高度。若钢钎不与土体同时沉降，则实际侵蚀厚度，计算公式：

$$Z=Z_0-\beta$$

式中 Z—实际侵蚀厚度(mm)；

Z₀—观测值(mm)；

β—沉降高度(mm)。

③沉沙池法

对于具有代表性的缓坡区域，可采用沉沙池法进行土壤流失动态监测。在每次暴雨过后，对沉沙池内的泥沙总量进行量测，根据挟沙水流中推移质与悬移质之比，推算出集雨控制范围内土壤流失总量。沉沙池的年清淤次数视淤积量而定。

3) 遥感监测法

水土保持遥感监测工作应按：资料准备—遥感影像选择与预处理—解译标志建立—信息提取—野外验证—分析评价和成果资料管理等程序进行。

①资料准备

资料准备时应选择性的收集已有的成果资料，至少包括项目区地形图、土地利用状况、地貌、土壤、植被、水文、气象、水土流失防治等资料。

②遥感影像选择与预处理

应选择空间分辨率不低于 2.5m 的遥感影像且成果比例尺不小于 1:10000, 遥感影像预处理时进行影像纠正、信息增强、影像分幅和编号。

③解译标志建立

遥感影像解译前, 根据监测内容、遥感影像分辨率、时相、色调、几何特征、影像处理方法、外业调查等建立解译标志, 其内容应包括有指导意义的土地利用、植被覆盖度等土壤侵蚀因子, 土壤侵蚀状况和水土流失防治状况的典型影像特征。

④信息提取

遥感信息提取包括土地利用、植被覆盖度、降雨侵蚀力、土壤可蚀性、坡度坡长、水土保持措施等因子。

⑤野外验证

野外验证包括解译标志检验、信息提取成果验证、解译中的疑点、难点以及需要补充的解译标志验证和与现有资料对比有较大差异的解译成果验证等, 可采用抽样调查的方法进行验证。

⑥分析评价与成果资料管理

分析评价可采用综合评判法和模型法, 综合评判法按 SL190-2007 第四章的要求执行, 模型法 SL190-2007 附录 B 提供的模型进行。在遥感解译、野外验证工作完成后, 应进行资料的整理和综合分析, 并按对应的工作阶段形成文字报告, 中间资料和成果资料应分类整理, 并及时归档。

4) 利用相关机构监测成果

对自然条件如降水强度、降水量的监测, 以收集资料为主, 为水土流失分析提供基础数据。原地貌对照观测区在项目建设区相应监测点附近选取。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

根据批复的《吴集铁矿（北段）地下开采200万t/a采矿技改工程水土保持方案报告书（报批稿）》，本工程批复水土流失防治责任范围167.69hm²，其中项目建设区10.45hm²，直接影响区157.24hm²。

根据现场实际监测，本工程水土流失防治责任范围10.36hm²，均为项目建设区，其中永久占地10.36hm²，无临时占地，全部为工程扰动区域。

较批复的水土保持方案，工程实际水土流失防治责任范围减少157.33hm²，其中直接影响区减少157.24hm²，项目建设区减少0.09hm²，减少的主要原因为：

1) 采矿工业区：实际占地较批复方案增加1.5hm²，主要原因是，联合副井及工业场地增加了职工宿舍楼、活动中心及配套的道路和绿化。

2) 辅助井区：实际占地较批复方案减少0.36hm²，主要原因是主体工程优化生产工艺，总体布局更紧凑，取消了值班室，施工期间尽量控制占地。

3) 充填站区：实际占地较批复方案增加0.14hm²，主要原因是采矿工业场地至充填站段尾矿输送管线及回水管线由原方案设计的0.40km增加到1.6km。

4) 道路区：实际占地较批复方案减少1.37hm²，主要原因是工程施工布置更紧凑，充分利用工程建设区域内的既有道路，减少了施工道路1.29km。

5) 施工生产生活区：实际占地和批复方案占地一致，没有变化。

6) 直接影响区：较批复方案减少了157.24hm²，工程建设按照征地红线进行施工，并未对项目建设区以外的区域造成水土流失危害，建设过程中不存在直接影响区。

本工程水土流失防治责任范围监测表见表3-1。

表 3-1 本工程水土流失防治责任范围监测表

防治分区		方案设计 (hm ²)	监测结果 (hm ²)	变化情况 (hm ²)
项目建 设区	采矿工业区	4.01	5.51	1.50
	辅助井区	1.93	1.57	-0.36
	充填站区	0.76	0.90	0.14
	道路区	2.95	1.58	-1.37
	施工生产生活区	0.80	0.80	0.00
	小计	10.45	10.36	-0.09
直接影响区		157.24		-157.24
合计		167.69	10.36	-157.33

3.1.2 建设期扰动土地面积

本工程属于建设类项目，建设期扰动土地面积指工程建设过程中扰动原地貌、损坏土地和植被的面积，通过查阅相关资料，结合实地监测，监测项目部对采矿工业区、辅助井区、充填站区、道路区和施工生产生活区 5 个工程建设区扰动地表面积进行了全程跟踪监测，经统计建设期扰动土地面积总计 10.36hm²，其中采矿工业区 5.51hm²，辅助井区 1.57hm²，充填站区 0.9hm²，道路区 1.58hm²，施工生产生活区 0.8hm²。

3.2 取土监测结果

3.2.1 设计取土(石)情况

根据《吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程水土保持方案报告书》，工程不涉及取土(石)情况。

3.2.2 实际取土(石)情况

根据现场监测及查阅施工、监理档案资料，工程建设过程中填方全部利用挖方，所需建筑砂石料全部外购，因此本工程不设置取土(石、料)场，与批复的水土保持方案一致。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃土(渣)情况

根据批复的水土保持方案，本工程建设期弃渣总量 69.24 万 m^3 ，其中 3.43 万 m^3 弃渣为剥离表土，全部用于绿化，65.81 万 m^3 弃渣临时堆弃于矿区内既有的废石场及尾矿库，后期全部井下充填；生产运行初期 14.65 万 m^3 临时堆放于废石场内以备后期充填利用，运行后期废石不出坑直接用于充填。

3.3.2 弃土(渣)场位置、占地面积及数量监测结果

根据现场监测结果，本工程建设期实际土石方开挖总量 70.7 万 m^3 （含剥离表土 2.73 万 m^3 ），回填总量 21.67 万 m^3 （含回覆表土 2.73 万 m^3 ），废弃总量 49.03 万 m^3 ，临时堆放于矿区既有的废石场，后期全部充填井下，目前已充填完毕。生产运行初期实际产生 14.65 万 m^3 废石，临时堆放于废石场，目前已全部充填井下；运行后期废石不出坑直接用于充填。

因此本工程不新设弃土(石、渣)场，与批复的水土保持方案一致。

3.4 工程土石方平衡监测结果

3.4.1 设计土石方平衡情况

根据批复的水土保持方案，本工程建设期土石方开挖总量 89.40 万 m^3 ，回填总量 20.16 万 m^3 ，废弃总量 69.24 万 m^3 （其中 3.43 万 m^3 剥离表土全部用于绿化，65.81 万 m^3 弃渣堆弃于矿区内既有的废石场）。本工程方案设计土石方平衡及流向详见表 3-3。

表 3-3 方案设计土石方平衡及流向统计表

单位：万 m³

项目	挖方	填方	调入		调出		外借方		弃方	
			数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
采矿工业区	84.66	15.51			1.80	道路			65.34	废石场
									1.56	绿化用土
辅助井区	2.20	1.56							0.47	绿化用土
充填站区	1.23	0.97							0.26	绿化用土
道路区	0.64	2.12	1.80	采矿场地					0.24	绿化用土
施工生产生活区	0.20								0.20	绿化用土
拆迁	0.47								0.47	废石场
合计	89.40	20.16	1.80		1.80				69.24	

注：表中土方量均为自然方。

3.4.2 实际土石方平衡情况

工程建设期土石方实际开挖总量 70.7 万 m³（自然方，下同；含表土剥离），回填总量 21.67 万 m³（含表土剥离），弃方 49.03 万 m³，临时堆存于废石堆场，后期全部填充井下，未布设弃渣场。工程土石方平衡情况详见表 3-4。

表 3-4 工程实际土石方平衡表

单位：万 m³

防治分区	开挖	回填	调入	来源	调出	去向	外借	来源	弃方	去向
采矿工业区	56.3	17.07							39.23	临时堆存于废石堆场，后期全部填充井下
辅助井区	9.8	0.47							9.33	
充填站区	2.46	2.46								
道路区	0.95	0.95								
施工生产生活区	0.72	0.72								
拆迁	0.47								0.47	
合计	70.7	21.67							49.03	

3.4.3 土石方平衡设计值与监测值比较分析

相比较已批复水土保持方案设计的土石方量，工程实际挖填的土石量均有所减少，挖方减少 18.7 万 m³、填方增加 1.51 万 m³、弃方减少 20.21 万 m³。挖填方减少的主要原因为：优化施工工艺，调整工序，剥离的表土全部用于覆土绿化，符合实际情况。设计值与监测值对比见表 3-5。

表 3-5 土石方设计值与监测值对比表

单位：万 m³

土石方	设计值	监测值	增减量（监测-设计）	备注
挖方	89.4	70.7	-18.7	
填方	20.16	21.67	1.51	
借方	0	0	0	
弃方	69.24	49.03	-20.21	弃渣全部填充井下

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 工程措施设计情况

根据批复水土保持方案，各防治分区工程措施主要工程量如下：

1) 采矿工业区：废石堆场周边设置浆砌石挡墙 150m，沿道路和废石堆场周边设置浆砌石排水沟 2070m，同时在场区排水和外部沟道排水连接处设置浆砌砖沉沙池 1 个，对区内空闲地在绿化前进行全面整地 1.81hm²。

2) 辅助井区：场内已有排水沟末端设置浆砌砖沉沙池 1 个，绿化区域绿化前进行全面整地 0.74hm²。

3) 充填站区：场内设置浆砌石排水沟 200 m，排水沟末端设置浆砌砖沉沙池 1 个，绿化区域绿化前进行全面整地 0.38hm²。

4) 施工生产生活区：绿化区域绿化前进行全面整地 0.5hm²。

4.1.2 工程措施实施及进度情况

本工程实际采取的工程防护措施主要有土地整治、浆砌石挡墙、混凝土盖板排水沟等，2010 年 1 月开始剥离表土，其它水土保持措施随着主体工程进展陆续实施，于 2012 年 12 月基本完成，少量水土保持整改工程于 2019 年 5 月完成建设。各防治分区实际实施的工程措施如下：

1) 采矿工业区

主井和副井北侧各有一处废石临时堆场，采用浆砌石挡墙进行拦挡，浆砌石挡墙 150m，堆场周边及建筑物周边设置混凝土盖板排水沟 450m，场内道路一侧布设雨水排水涵管 1910m。施工结束后，对绿化区域进行土地整治，土地整治面积 2.14hm²，联合副井即工业场地的宿舍楼和食堂周边停车场铺设植草砖，植草砖面积 0.03hm²。

2) 辅助井区

施工结束后对绿化区域进行土地整治，整治面积 1.52hm²。

3) 充填站区

施工结束后对绿化区域进行土地整治，整治面积 0.001hm²。

4) 道路区

场内道路区的排水系统在采矿工业场地建设中已计算，外部道路利用已有的排水沟，道路区不在重复计算。施工结束后对 3# 充填站至联合副井的道路绿化区域进行土地整治，整治面积 0.02hm²。

5) 施工生产生活区

施工结束后对绿化区域进行土地整治，整治面积 0.5hm²。

综上，吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程建设期实际完成水土保持工程措施工程量为：混凝土盖板排水沟 450m，雨水排水涵管 1910m，浆砌石挡墙 150m，土地整治 4.571hm²，植草砖 0.03hm²。本工程水土保持工程措施实施情况见表 4-1。

表 4-1 水土保持工程措施实施情况表

分 区	措施名称	单位	措施量	实施时间	实施部位
采矿工业区	混凝土盖板排水沟	m	450	2010.3-2010.5	废石临时堆场周边
	浆砌石挡墙	m	150	2010.3-2010.5	
	雨水排水涵管	m	1910	2010.3-2010.11	主井、联合副井工业场地内
	土地整治	hm ²	2.14	2012.9-2012.11	植被恢复区域
	植草砖	hm ²	0.03	2012.11-2012.12	联合副井职工宿舍楼前
辅助井区	土地整治	hm ²	1.52	2019.4	植被恢复区域
充填站区	土地整治	hm ²	0.001	2012.4-2012.5	植被恢复区域
道路区	土地整治	hm ²	0.02	2012.3-2012.4	植被恢复区域
施工生产生活区	土地整治	hm ²	0.5	2012.9-2012.10	植被恢复区域

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据批复水土保持方案，各防治分区植物措施主要工程量如下：

- 1) 采矿工业区：植乔木 1300 株、种植灌木 1400 株、撒播草籽 1.81hm²。
- 2) 辅助井区：植乔木 140 株、撒播草籽 0.74hm²。
- 3) 充填站区：植乔木 80 株、种植灌木 160 株、撒播草籽 0.38hm²。
- 4) 道路区：植乔木 1431 株、种植灌木 2852 株、撒播草籽 0.76hm²。

5) 施工生产生活区：撒播草籽 0.5hm²。

4.2.2 植物措施实施及进度情况

本工程实施的植物措施中种植的乔木有香樟、紫叶李、紫荆、广玉兰、高杆女贞、棕榈、龙爪槐、龙柏、雪松等；种植的灌木有紫叶小檗、小叶黄杨、海桐、红花继木、垂丝海棠、红叶石楠等；种植的草种为狗牙根。通过乔灌草相结合措施的布设，防护了工程建（构）筑物、道路及硬化地坪间空地，达到了防治水土流失的目的。工程建设区域结合主体工程的实施进度逐步实施了各项水土保持植物措施，植物措施于 2012 年 12 月基本完成，南、北风井整改复绿工程于 2019 年 5 月完成。各防治分区实际实施的植物措施如下：

- 1) 采矿工业区：乔木 1307 株，灌木 1497 株，种草 2.14hm²。
- 2) 辅助井区：植草皮 1.52hm²。
- 3) 充填站区：乔木 7 株，灌木 13 株，种草 0.001hm²。
- 4) 道路区：乔木 28 株，灌木 1625 株。
- 5) 施工生产生活区：种草 0.5hm²。

综上，吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程建设期实际完成水土保持植物措施工程量为栽植各类乔木 1342 株，灌木 3135 株，撒播草籽 2.641hm²，植草皮 1.52hm²。吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程完成植物措施工程量汇总详见表 4-2，各防治分区完成植物措施工程明细详见表 4-2，植物成活率详见表 4-3。

表 4-2 水土保持植物措施监测结果统计表

防治分区	措施名称	单位	数量	实施时间	主要实施区域
采矿工业区	乔木	株	1307	2012.9-2012.12	建（构）筑物、道路、硬化地坪以外的空地
	灌木	株	1497		
	种草	hm ²	2.14		
辅助井区	植草皮	hm ²	1.52	2019.5	井筒和值班室以外的空地
充填站区	乔木	株	7	2012.5-2012.6	建筑物及硬化地坪以外的空地
	灌木	株	13		
	种草	hm ²	0.001		
道路区	乔木	株	28	2012.4-2012.6	3#充填站至联合副井的道路一侧
	灌木	株	1625		
施工生产生活区	种草	hm ²	0.5	2012.9-2012.11	后期规划为绿化区域

表 4-3 水土保持植物措施分区统计明细表

分区	措施名称	单位	措施量	实施时间	实施部位
采矿工业区	乔木	株	1307	2012.9-2012.12	建（构）筑物、道路、硬化地坪以外的空地
	广玉兰	株	9		
	高杆女贞	株	580		
	香樟	株	582		
	紫叶李	株	30		
	紫荆	株	30		
	棕榈	株	15		
	龙爪槐	株	35		
	雪松	株	6		
	龙柏	株	20		
	灌木	株	1497		
	紫叶小檗	株	310		
	小叶黄杨	株	312		
	红叶石楠球	株	400		
	海桐球	株	420		
	垂丝海棠	株	5		
	红花继木	株	50		
	种草	hm²	2.14		
狗牙根草籽	hm ²	2.14			
辅助井区	植草皮	hm²	1.52	2019.6-2019.7	井筒和值班室以外的空地
	狗牙根草坪	hm ²	1.52		
充填站区	乔木	株	7	2012.5-2012.6	建筑物及硬化地坪以外的空地
	香樟	株	7		
	灌木	株	13		
	桂花	株	13		
	种草	hm²	0.001		
狗牙根草籽	hm ²	0.001			
道路区	乔木	株	28	2012.4-2012.6	3#充填站至联合副井的道路一侧
	灌木	株	1625		
施工生产生活区	种草	hm²	0.5	2012.9-2012.11	后期规划为绿化区域
	狗牙根草籽	hm ²	0.5		

4.2.3 植物生长状况监测

（1）树种、草种

本工程水土保持植物措施选择适合当地生长的乔木、灌木、绿篱、草种。乔木树种有：香樟、紫叶李、紫荆、广玉兰、高杆女贞、棕榈、龙爪槐、龙柏、雪松等等；栽植灌木树种有：紫叶小檗、小叶黄杨、海桐、红花继木、垂丝海棠、红叶石楠等；种植的草种为狗牙根；草种有：狗牙根。

(2) 林草成活率监测

本工程植树种草涉及采矿工业区、辅助井区、充填站区、道路区、施工生产生活区等，乔木成活率采用调查法测定，草坪按覆盖率统计，详见表 4-4。

表 4-4 林草成活率调查统计表

防治分区	树草种	种植方式	抽样情况			
			单位	种植量	成活量	成活率(%)
采矿工业区	乔木	栽植	株	100	97	97
	灌木	栽植	株	50	48	96
	植草	撒播	m ²	200	193	97
辅助井区	植草	铺植	m ²	200	170	85
充填站区	乔木	栽植	株	5	5	100
	灌木	栽植	株	10	9	90
	植草	撒播	m ²	30	27	90
道路区	乔木	栽植	株	10	10	100
	灌木	栽植	株	100	98	98
施工生产生活区	植草	撒播	m ²	100	98	98

根据监测结果可知，项目区林草成活率及盖度在 90%以上，达到了《造林技术规程》合格标准（70%）要求，造林质量全部合格，草地盖度指标符合治理标准要求。

4.3 临时防治措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

根据批复水土保持方案，各防治分区临时措施主要工程量如下：

- 1) 采矿工业区：表土剥离 2.01 万 m³、土质排水沟 2410m、临时沉沙池 2 个、彩钢板拦挡 720m²、撒播草籽防护 0.92hm²。
- 2) 辅助井区：表土剥离 0.64 万 m³、土质排水沟 200m、临时沉沙池 2 个、编织袋装土拦挡 150m³、彩条布遮盖 2400m²、撒播草籽防护 0.13hm²。
- 3) 充填站区：表土剥离 0.26 万 m³、土质排水沟 100m、临时沉沙池 1 个、彩钢板拦挡 540m²、彩条布遮盖 1400m²、撒播草籽防护 0.11 hm²。
- 4) 道路区：表土剥离 0.32 万 m³、彩条布遮盖 2000m²。
- 5) 施工生产生活区：表土剥离 0.2 万 m³、土质排水沟 330m、临时沉沙池 4 个、编织袋装土拦挡 75m³、彩条布遮盖 1000m²、撒播草籽防护 0.09hm²。

4.3.2 临时措施实施及进度情况

本工程水土保持临时措施主要是工程建设初期在采矿工业区、辅助井区、道路区和施工生产区布设了临时排水措施，各施工区域临时堆存的表土及材料场在雨季采用彩条布苫盖，大部分临时措施于 2012 年 8 月布设完毕，南、北风井表土剥离与回覆措施于 2019 年 4 月完成。各防治分区实际实施的临时措施如下：

- 1) 采矿工业区：表土剥离和回覆 1.56 万 m³，临时排水沟 2630m，彩钢板拦挡 650m²，彩条布覆盖 3500m²。
- 2) 辅助井区：表土剥离和回覆 0.47 万 m³，临时排水沟 205m，彩条布覆盖 1200m²。
- 3) 充填站区：表土剥离和回覆 0.26 万 m³，临时排水沟 150m，彩条布覆盖 800m²。
- 4) 道路区：表土剥离和回覆 0.24 万 m³。
- 5) 施工生产生活区：表土剥离和回覆 0.2 万 m³，临时排水沟 350m，编织袋拦挡 80m³，彩条布覆盖 1300m²。

水土保持临时措施实施情况见表 4-5，水土保持临时措施图见图 4-3。

表 4-5 水土保持临时措施完成工程量汇总表

分区	措施名称	单位	措施量	实施时间	实施部位
采矿工业区	表土剥离	万 m ³	1.56	2010.1-2010.3	适宜剥离区域
	表土回覆	万 m ³	1.56	2012.9-2012.10	植被恢复区域
	排水沟	m	2630	2010.3-2010.5	临时堆土周边及场内道路一侧
	彩钢板拦挡	m ²	650	2010.3-2010.6	临时堆土周边
	彩条布覆盖	m ²	3500	2010.3-2010.4	临时堆土表面
辅助井区	表土剥离	万 m ³	0.47	2010.3-2010.5	适宜剥离区域
	表土回覆	万 m ³	0.47	2019.4	植被恢复区域
	排水沟	m	205	2010.3-2010.5	临时堆土周边
	彩条布覆盖	m ²	1200	2010.3-2010.12	临时堆土表面
充填站区	表土剥离	万 m ³	0.26	2011.2	适宜剥离区域
	表土回覆	万 m ³	0.26	2012.5	植被恢复区域
	排水沟	m	150	2011.3	临时堆土周边
	彩条布覆盖	m ²	800	2011.3	临时堆土表面
道路区	表土剥离	万 m ³	0.24	2010.2-2010.3	适宜剥离区域
	表土回覆	万 m ³	0.24	2012.2-2012.3	植被恢复区域
施工生产生活区	表土剥离	万 m ³	0.2	2010.2-2010.3	适宜剥离区域
	表土回覆	万 m ³	0.2	2012.7-2012.8	植被恢复区域
	排水沟	m	350	2010.3-2010.6	临时堆土周边
	编织袋拦挡	m ³	80	2010.3-2010.6	
	彩条布覆盖	m ²	1300	2010.3-2011.12	临时堆土及材料堆场

4.4 水土保持措施防治效果

监测水土保持措施实施与设计工程量对照表详见表 4-7。

表 4-7 水土保持措施实施与设计工程量对照表

分区	水土保持措施监测结果		单位	方案设计	实际完成	增减情况
采矿工业区	工程措施	浆砌石排水沟	m	2070	0	-2070
		混凝土盖板排水沟	m	0	450	450
		雨水排水涵管	m	0	1910	1910
		浆砌石挡墙	m	150	150	0
		浆砌砖沉沙池	个	1	0	-1
		土地整治	hm ²	1.81	2.14	0.33
		植草砖	hm ²	0	0.03	0.03
	植物措施	乔木	株	1300	1307	7
		灌木	株	1400	1497	97
		狗牙根草籽	hm ²	1.81	2.14	0.33
	临时措施	表土剥离	万 m ³	2.01	1.56	-0.45
		表土回覆	万 m ³	0	1.56	1.56
		排水沟	m	2410	2630	220
		沉沙池	个	2	0	-2
彩钢板拦挡		m ²	720	650	-70	
彩条布覆盖		m ²	0	3500	3500	
撒播草籽		hm ²	0.92	0	-0.92	
辅助井区	工程措施	浆砌砖沉沙池	个	1	0	-1
		土地整治	hm ²	0.74	1.52	0.78
	植物措施	乔木	株	140	0	-140
		狗牙根草籽	hm ²	0.74	0	-0.74
		狗牙根草坪	hm ²	0	1.52	1.52
	临时措施	表土剥离	万 m ³	0.64	0.47	-0.17
		表土回覆	万 m ³	0	0.47	0.47
		排水沟	m	200	205	5
		沉沙池	个	2	0	-2
		编织袋拦挡	m ³	150	0	-150
		彩条布覆盖	m ²	2400	1200	-1200
撒播草籽		hm ²	0.13	0	-0.13	
充填站区	工程措施	浆砌砖沉沙池	个	1	0	-1
		土地整治	hm ²	0.38	0.001	-0.379
	植物措施	乔木	株	80	7	-73
		灌木	株	160	13	-147
		狗牙根草籽	hm ²	0.38	0.001	-0.379
	临时措施	表土剥离	万 m ³	0.26	0.26	0
		表土回覆	万 m ³	0	0.26	0.26
		排水沟	m	100	150	50
沉沙池		个	1	0	-1	

分区	水土保持措施监测结果		单位	方案设计	实际完成	增减情况
		彩钢板拦挡	m ²	540	0	-540
		彩条布覆盖	m ²	1400	800	-600
		撒播草籽	hm ²	0.11	0	-0.11
道路区	工程措施	土地整治	hm ²	0	0.02	0.02
	植物措施	乔木	株	1431	28	-1403
		灌木	株	2852	1625	-1227
		狗牙根草籽	hm ²	0.76	0	-0.76
	临时措施	表土剥离	万 m ³	0.32	0.24	-0.08
		表土回覆	万 m ³	0	0.24	0.24
		彩条布覆盖	m ²	2000	0	-2000
施工生产生活区	工程措施	土地整治	hm ²	0.5	0.5	0
	植物措施	狗牙根草籽	hm ²	0.5	0.5	0
	临时措施	表土剥离	万 m ³	0.2	0.2	0
		表土回覆	万 m ³	0	0.2	0.2
		排水沟	m	330	350	20
		沉沙池	个	4	0	-4
		编织袋拦挡	m ³	74	80	6
		彩条布覆盖	m ²	1000	1300	300
		撒播草籽	hm ²	0.09	0	-0.09
废石场及尾矿库区	植物措施	灌木	株	1000	0	-1000
		狗牙根草籽	hm ²	1	0	-1

实施的水土保持措施效果评价如下：

1) 采矿工业区

工程措施：工程实施时建设的水土保持工程措施较批复的水保方案，土地整治增加 0.33hm²，植草砖增加 0.03hm²，取消浆砌砖沉沙池和浆砌石排水沟，增加混凝土盖板排水沟 450m，增加雨水排水涵管 1910m，通过现场监测和调查分析，工程建设后期，在进行绿化施工前，施工单位对绿化区域进行了全面整地，由于采矿工业区实际占地面积增大，土地整治面积也相应增大；主体设计单位在后续设计阶段，对排水沟设计进行了优化和完善，将浆砌石排水沟调整为混凝土盖板排水沟和雨水排水涵管，在联合副井工业场地的食堂和宿舍楼周边设置混凝土盖板排水沟，场区内的道路一侧或两侧设置雨水排水涵管，从数量上看较方案编制时增加；主体设计单位在后续设计时将食堂和宿舍楼周边原设计的绿化区域调整为植草砖停车场，增加场地降水入渗。

植物措施：较已批复的水土保持方案，植物措施实施时栽植乔木增加 7 株，灌木增加 97 株，撒播草籽增加 0.33hm²，主要是主体设计单位在后续设计阶段对场内

绿化设计进行了细化和优化，乔灌木栽植密度提高，这样使场区绿化效果和防护标准得以保证。

临时措施：较批复的水土保持方案，临时措施实施时表土剥离减少 0.45 万 m^3 ，彩钢板拦挡减少 70m，临时排水沟增加 220m，取消了沉沙池和撒播草籽，增加了表土回覆 1.56 万 m^3 ，彩条布覆盖 3500 m^2 ，主要是方案编制时未考虑表土回覆，后期根据场区绿化覆土需要，增加了表土回覆措施；根据场区施工实际需要，对临时堆土增设了临时排水、彩钢板拦挡和苫盖防护，完善和优化了场区防护措施设计，有效减少了工程建设过程中产生的水土流失。

2) 辅助井区

工程措施：较批复的水土保持方案，工程措施实施时土地整治增加了 0.78 hm^2 ，取消沉沙池措施。主要是辅助井区在施工时占地面积较方案编制阶段减少，场地地形平坦，主体根据实际取消了沉沙池；主体设计的绿化面积较方案编制时增加，因此，土地整治面积增加。

植物措施：较批复的水土保持方案，植物措施实施时取消了栽植乔木，将撒播草籽调整为植草皮，绿化面积增加 0.78 hm^2 。主要是主体设计的绿化面积较方案编制时增加，主体在后期设计是将撒播草籽全部调整为植草皮，有效减少了工程建设过程中的水土流失。

临时措施：较批复的水土保持方案，临时措施实施时取消了临时沉沙池、彩钢板拦挡和撒播草籽，增加了表土回覆，排水沟增加 5m，表土剥离减少 0.17 万 m^3 ，彩条布覆盖减少 1200 m^2 。主要是主体实际施工时占地面积较方案编制时减少，表土剥离量和彩条布覆盖相应减少；方案编制时未考虑表土回覆，根据主体后期绿化覆土需要，增加了表土回覆。

3) 充填站区

工程措施：较批复的水土保持方案，工程措施实施时取消了沉沙池，土地整治减少了 0.379 hm^2 。主要是建设单位根据主体工程需要，增加了充填站的硬化面积，绿化面积减少，因此，土地整治面积相应减少。

植物措施：较批复的水土保持方案，植物措施实施时乔木减少 73 株，灌木减少 147 株，撒播草籽减少 0.379 hm^2 。主要是建设单位增加了硬化面积，绿化面积减少，

乔灌木进行优化调整，因此植物措施工程量减少。

临时措施：较批复的水土保持方案，临时措施实施时取消了临时沉沙池、彩钢板拦挡和撒播草籽，增加了表土回覆，临时排水沟增加 50m，彩条布减少 600m²。主要是主体工程优化了施工时序，缩短施工时间，避开雨季基础开挖，临时防护措施相应进行优化和调整；方案编制时未考虑表土回覆，根据主体后期绿化覆土需要，增加了表土回覆。

4) 道路区

工程措施：较批复的水土保持方案，工程措施实施时土地整治增加了 0.02hm²。

植物措施：较批复的水土保持方案，植物措施实施时乔木减少 1403 株，灌木减少 1227 株，撒播面积减少 0.76 hm²。主要是建设单位后期只在 3#充填站至联合副井的道路一侧布设了绿化带。

临时措施：较批复的水土保持方案，临时措施实施时表土剥离减少 0.08 万 m³，取消彩条布覆盖，增加表土回覆 0.24 万 m³。主要是道路区实际占地面积减少，表土剥离量相应减少，由于表土剥离量较小，加之施工时间段，实际建设中未考虑彩条布覆盖；方案编制时未考虑表土回覆，后期根据绿化覆土需要，增加了表土回覆。

5) 施工生产生活区

工程措施：较批复的水土保持方案，工程措施实施的工程量未变化，即土地整治 0.5hm²。

植物措施：较批复的水土保持方案，植物措施实施的工程量未变化，即撒播草籽 0.5hm²。

临时措施：较批复的水土保持方案，临时措施实施时取消临时沉沙池和撒播草籽，增加表土回覆，排水沟增加 20m，编织袋拦挡增加 6m³，彩条布增加 300m²。主要是根据施工实际需要，优化调整了临时防护措施；方案编制时未考虑表土回覆，后期根据绿化覆土需要，增加了表土回覆。

6) 废石场及尾矿库区

方案编制阶段在牛皮岭尾矿库区设计了栽植紫穗槐和撒播草籽，实际时本工程未利用尾矿库，因此取消相应的植物措施。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程于 2010 年 1 月开工，2012 年 12 月建设完成，南、北风井工业场地部分整改工程于 2019 年 5 月完工。随着时间的推移和工程的逐步建设，工程总占地中原地貌占地面积逐步减小，工程在建设过程中通过挖损、占压、堆垫等形式扰动地表的范围逐渐增大。在扰动范围内，主体工程的建（构）筑物、道路和硬化地坪等逐步建设完成，替代了工程大部分原有扰动地表，使得工程水土流失面积随时间推移不断的动态变化，并在试运行期初达到 4.18hm²。工程建设过程中采取拦挡、排水、地面硬化、土地整治、植树、种草等水土保持综合措施对水土流失区域进行了整治防护。至监测期末，工程措施、植物措施防治区域土壤侵蚀模数下降至容许土壤流失量以下，工程水土流失防治达标面积 10.34hm²，水土流失面积 4.18hm²，建设单位已安排整治防护计划。工程建设各阶段水土流失面积年际变化情况详见表 5-1。

表 5-1 建设期各阶段土壤侵蚀面积

监测分区	水土流失面积(hm ²)					
	施工期				试运行期	
	2010 年 1 月 -2010 年 3 月	2010 年 4 月 -2010 年 12 月	2011 年 1 月 -2011 年 12 月	2012 年 1 月 -2012 年 12 月	2013 年 1 月 -2013 年 12 月	2014 年 1 月 -2019 年 7 月
采矿工业区	3.2	5.51	4.8	2.14	2.14	2.14
辅助井区	0.64	1.57	1.57	1.52	1.52	1.52
充填站区	0.6	0.9	0.5	0	0	0
道路区	0.98	1.58	0.71	0.02	0.02	0.02
施工生产生活区	0.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5
合计	6.02	10.36	8.18	4.18	4.18	4.18

5.2 土壤流失量

5.1.1 侵蚀时段

吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程于 2010 年 1 月开工建设，2012 年 12 月基本完成。施工期自 2010 年 1 月至 2012 年 12 月，共 36 个月。试运行期初自 2013 年 1 月至 2013 年 12 月，共 12 个月。

5.2.2 建设期降水监测分析

本工程降水资料采用自记雨量计现场监测记录，结合调查安徽省水文周边站点（霍邱县高塘站）的遥测资料获得，监测期间共收集到自 2010 年 1 月~2019 年 7 月共计 115 个月的降雨资料。降雨数据显示，监测期降雨总量共 6249.6mm，侵蚀性降雨 358 次，侵蚀性降雨共 4617mm，占总降雨量的 72.5%。工程所在区域建设期降雨年际变化情况详见 5-2。

表 5-2 建设期降雨量监测成果表

年 度	月 份												小计 (mm)
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
2010		13	14	36	50.4	64.5	236	115	11				539.9
2011		14	19	48	51	126.5	126	130.5	49	59	29.5		652.5
2012		11	33	43	41.5	98	147.5	129.5	137.5				641
2013		15	55	79	77	79	56.5	62.5	157.5	10.5	4.5		596.5
2014		35	59	61	65	80	135	140	133	7.5	2.1		717.6
2015		12	21	43	40	95	137	118	125	11	7.2		609.2
2016		7.5	19	52	52	130	133	137	125	48	22		725.5
2017		35	25	69	70	72	134	128	133	11.5	5.2		682.7
2018		14	15	78	62	77	132	145	138	8.9	3.3		673.2
2019		44	14.5	81	60	78	134						411.5
合 计												6249.6	

5.2.3 侵蚀模数的监测

a) 原地貌侵蚀模数

采取重点调查和普查的调查方法对原地貌水土保持设施类型与数量、地面组成物质及其结构、地形地貌、原地貌植被及其覆盖度、水系、水利工程的变化、水土流失状况进行实地勘测，根据《土壤侵蚀分类分级标准》对工程原地貌水土流失强度进行判别为微度水力侵蚀，结合已验收的吴集铁矿（北段）99 万 t/a 采矿工程的监测结果类比分析获得工程水土流失背景值 180t/(km²·a)。

b) 各地表扰动类型（施工期）侵蚀模数

本阶段自 2010 年 1 月开始，至 2012 年 12 月结束，监测期共 36 个月。施工期是造成水土流失加剧的主要时段，尤其是集中在土建施工期，由于开挖回填中加大了地面坡度，改变了植被条件，破坏了土体结构，使土壤可蚀性指数升高，因此各施工场地根据扰动强度不同，在防治措施未完全发挥效益的情况下，其土壤侵蚀模数较原地貌侵蚀模数均不同程度地显著增加。

1) 施工准备期各地表扰动类型侵蚀模数

本阶段自 2010 年 1 月开始，3 月结束，监测期共 3 个月。水土流失监测主要采用调查监测和地面观测，监测点主要布设在区域的清基边坡和平缓区域，坡度多在 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间。根据现场监测得出各地表扰动类型的土壤侵蚀模数，监测结果详见表 5-3。

表 5-3 施工准备期各地表扰动类型侵蚀模数 单位: $t/(km^2 \cdot a)$

监测地点		监测小区面积(m^2)	侵蚀量(t)	时间(a)	土壤侵蚀模数($t/(km^2 \cdot a)$)	
采矿工业区	清基区域	50	0.081	0.25	6500	6355
	平缓区域	50	0.078	0.25	6210	
辅助井区	平缓区域	40	0.062	0.25	6210	6305
	清基区域	100	0.160	0.25	6400	
充填站区	平缓区域	30	0.045	0.25	6020	
道路区	排水沟	30	0.027	0.25	3650	
施工生产生活区	平缓区域	50	0.048	0.25	3810	

根据表 5-3 可以看出，施工准备期各分区扰动区域土壤侵蚀模数在 $3650\sim 6500t/(km^2 \cdot a)$ 之间。

2) 施工期各地表扰动类型侵蚀模数

本阶段自 2010 年 4 月开始，2012 年 12 月结束，监测期共 33 个月。水土流失监测采用简易水土流失观测场法、简易坡面量测法、沉沙池法等地面观测为主，调查监测为辅的监测方法，经整理地面定位观测点及调查监测点观测数据得出各地表扰动类型的土壤侵蚀模数。监测地点主要在采矿工业区、辅助井区、充填站区、道路区和施工生产生活区的排水沟，开挖边坡、堆土边坡，坡度多在 $0^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 之间，共设定地面观测监测点 10 处，调查点 6 处。根据现场监测得出各地表扰动类型的土壤侵蚀模数，监测结果详见表 5-4。

表 5-4 施工期各地表扰动类型侵蚀模数监测成果表

监测地点		监测小区面积 (m ²)	侵蚀量 (t)	监测期 (a)	土壤侵蚀模数 (t/(km ² ·a))
采矿工业区 (2010 年)	主井平缓区域	50	0.2330	0.75	6213
	斜坡道平缓区域	50	0.2449	0.75	6531
	副井平缓区域	60	0.2845	0.75	6322
	管线开挖区域	50	0.2255	0.75	6012
采矿工业区 (2011 年)	主井平缓区域	50	0.2957	1.00	5913
	斜坡道平缓区域	50	0.2906	1.00	5811
	副井平缓区域	60	0.3548	1.00	5913
	管线开挖区域	50	0.2757	1.00	5514
采矿工业区 (2012 年)	主井平缓区域	50	0.0490	1.00	980
	斜坡道平缓区域	50	0.0177	0.42	850
	副井平缓区域	60	0.0558	1.00	930
	管线开挖区域	50	0.0132	0.42	630
采矿工业区小计	主井平缓区域	50	0.5776	2.75	4369
	斜坡道平缓区域	50	0.5532	2.17	4397
	副井平缓区域	60	0.6951	2.75	4388
	管线开挖区域	50	0.5144	2.17	4052
辅助井区 (2010 年)	北风井堆土边坡	50	0.2443	0.75	6514
	南风井堆土边坡	50	0.2445	0.75	6520
辅助井区 (2011 年)	北风井堆土边坡	50	0.2650	1.00	5300
	南风井堆土边坡	50	0.2737	1.00	5473
辅助井区 (2012 年)	北风井堆土边坡	50	0.0391	1.00	781
	南风井堆土边坡	50	0.0401	1.00	802
辅助井区小计	北风井堆土边坡	50	0.5483	2.75	4198
	南风井堆土边坡	50	0.5583	2.75	4265
充填站区 (2010 年)	平缓区域	50	0.2142	0.75	5713
充填站区 (2011 年)	平缓区域	50	0.2355	1.00	4710
充填站区 (2012 年)	平缓区域	50	0.0417	1.00	834
充填站区小计	平缓区域	50	0.4914	2.7500	3752
道路区 (2010 年)	平缓区域	50	0.2180	0.75	5812
道路区 (2011 年)	平缓区域	50	0.2356	1.00	4712
道路区 (2012 年)	平缓区域	50	0.0465	1.00	930
道路区小计	平缓区域	50	0.5001	2.7500	3818
施工生产生活区 (2010 年)	平缓区域	50	0.2179	0.75	5810
	临时堆土边坡	50	0.2442	0.75	6513
施工生产生活区 (2011 年)	平缓区域	50	0.2250	1.00	4500
	临时堆土边坡	50	0.2459	1.00	4918
施工生产生活区 (2012 年)	平缓区域	50	0.0381	1.00	762
	临时堆土边坡	50	0.0468	1.00	936
施工生产生活区 小计	平缓区域	50	0.4810	2.75	3691
	临时堆土边坡	50	0.5369	2.75	4122

根据表 5-4 可以看出,采矿工业区的主井平缓区域施工期扰动区域平均土壤侵蚀模数为 $4369t/(km^2 \cdot a)$, 斜坡道平缓区域施工期扰动区域平均土壤侵蚀模数为 $4397t/(km^2 \cdot a)$, 联合副井平缓区域施工期扰动区域平均土壤侵蚀模数为 $4388t/(km^2 \cdot a)$ 。辅助井区的南风井堆土边坡施工期扰动区域平均土壤侵蚀模数为 $4265t/(km^2 \cdot a)$, 北风井堆土边坡施工期扰动区域平均土壤侵蚀模数为 $4198t/(km^2 \cdot a)$ 。充填站区施工期扰动区域平均土壤侵蚀模数为 $3752t/(km^2 \cdot a)$ 。道路区施工期扰动区域平均侵蚀模数为 $1881t/(km^2 \cdot a)$ 。施工生产生活区平缓区域平均土壤侵蚀模数为 $3691t/(km^2 \cdot a)$, 平缓区域平均土壤侵蚀模数为 $4122t/(km^2 \cdot a)$ 。

c) 防治措施实施后(试运行期)侵蚀模数

工程现场和资料显示,试运行期监测从 2013 年 1 月开始至 2019 年 5 月结束,监测时长共 77 个月。工程在试运行期建(构)筑物、道路等已基本实施完成,地坪已硬化完毕,防治责任范围内的各项工程防护措施基本到位,裸露地表已进行绿化美化。

水土流失监测采用简易水土流失观测场、简易坡面量测法、沉沙池法等地面观测为主,调查监测为辅的监测方法,经整理地面定位观测点及调查监测点观测数据得出各地表扰动类型的土壤侵蚀模数。尽量选择施工期与试运行期地形地貌变化不大和基本稳定的区域,以便掌握水土流失发展状况。共设监测点位 7 处。根据现场监测得出防治措施实施后土壤侵蚀模数,监测结果详见表 5-6。

试运行初期从 2013 年 1 月至 2013 年 12 月,本阶段工程措施和植物措施已经全部实施,我单位对部分工程运行初期的水土流失状况进行了监测,土壤侵蚀模数在 $175-270t/km^2 \cdot a$ 之间,其中强度最大的是道路区,其土壤侵蚀模数为 $270t/km^2 \cdot a$,最小的是施工生产生活区,其土壤侵蚀模数为 $175t/km^2 \cdot a$;实施了水土保持措施的工程区域,平均土壤侵蚀模数降到 $219t/km^2 \cdot a$,侵蚀强度大大降低,但是未达到水土保持方案批复的目标值,建设单位将继续对未达标区域进行整改。

表 5-6 防治措施实施后（试运行初期）侵蚀模数监测成果表

监测地点		监测小区面积 (m ²)	侵蚀量 (t)	时间 (a)	土壤侵蚀模数(t/(km ² ·a))	
采矿工业区	主井平缓区域	60	0.013	1	220	220
	副井平缓区域	60	0.013	1	220	
辅助井区	北风井平缓区域	50	0.013	1	250	255
	南风井平缓区域	50	0.013	1	260	
充填站区	平缓区域	40	0.007	1	177	
道路区	平缓区域	40	0.011	1	270	
施工生产生活区	平缓区域	50	0.009	1	175	
平均					219	

防治措施实施后（2014 年 1 月至 2019 年 7 月），我单位根据整改情况对以上各区进行了不定期抽样监测，方法地点同试运行初期，截至 2019 年 7 月，项目区平均土壤侵蚀模数降到 177t/km²·a，侵蚀强度明显降低，详见表 5-7。

表 5-7 防治措施实施后（2019 年 7 月）侵蚀模数监测成果表

监测地点		监测小区面积 (m ²)	侵蚀量 (t)	时间 (a)	土壤侵蚀模数(t/(km ² ·a))	
采矿工业区	主井平缓区域	60	0.011	1	182	181
	副井平缓区域	60	0.011	1	180	
辅助井区	北风井平缓区域	50	0.010	1	195	196
	南风井平缓区域	50	0.010	1	197	
充填站区	平缓区域	40	0.007	1	170	
道路区	平缓区域	40	0.007	1	180	
施工生产生活区	平缓区域	50	0.008	1	160	
平均					177	

5.2.4 土壤流失量监测结果

通过对定位观测及调查监测收集到的防治责任范围、扰动地表面积和水土流失面积等监测数据进行汇总、整理及分析，得出各监测分区不同时段的水土流失面积和原地貌面积；通过对定位观测收集到的施工期和试运行期各扰动地表类型土壤侵蚀监测数据进行汇总、整理及分析，得出各监测分区不同时段侵蚀模数，然后分时段分区域计算汇总出工程建设期的土壤侵蚀量。本工程水土流失量按下计算。

$$W=F \times M \times T$$

式中：W——土壤侵蚀量（t）；

F——侵蚀面积（km²）；

M—— 土壤侵蚀模数($t/(km^2 \cdot a)$);

T—— 侵蚀时段 (a)。

监测结果显示,吴集铁矿(北段)地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程建设期土壤侵蚀量为 1060.95t,其中施工准备期 84.62 t,施工期 962.47t,试运行初期 9.51t,试运行期 4.36t。各监测分区不同时段土壤侵蚀量监测结果详见表 5-8。

表 5-8 吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程建设期土壤侵蚀量监测结果汇总表

监测分区	时间	扰动地表面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	监测期 (a)	土壤侵蚀模数(t/km ² .a)	土壤流失量 (t)
采矿工业区	2010 年 01 月-2010 年 03 月	3.2	3.2	0.25	6355	50.84
	2010 年 04 月-2010 年 12 月	5.51	5.51	0.75	6270	259.09
	2011 年 01 月-2011 年 12 月	5.51	4.8	1.00	5788	277.81
	2012 年 01 月-2012 年 12 月	5.51	2.14	1.00	848	18.14
	2013 年 01 月-2013 年 12 月	5.51	2.14	1.00	220	4.71
	2014 年 01 月-2019 年 07 月	5.51	2.14	0.58	171	2.13
	小计					612.72
辅助井区	2010 年 01 月-2010 年 03 月	0.64	0.64	0.25	6305	10.09
	2010 年 04 月-2010 年 12 月	1.57	1.57	0.75	6517	76.74
	2011 年 01 月-2011 年 12 月	1.57	1.57	1.00	5387	84.57
	2012 年 01 月-2012 年 12 月	1.57	1.52	1.00	792	12.03
	2013 年 01 月-2013 年 12 月	1.57	1.52	1.00	255	3.88
	2014 年 01 月-2019 年 07 月	1.57	1.52	0.58	196	1.74
	小计					189.04
充填站区	2010 年 01 月-2010 年 03 月	0.6	0.6	0.25	6020	9.03
	2010 年 04 月-2010 年 12 月	0.9	0.9	0.75	5713	38.56
	2011 年 01 月-2011 年 12 月	0.9	0.5	1.00	4710	23.55
	2012 年 01 月-2012 年 12 月	0.9	0.1	1.00	834	0.83
	2013 年 01 月-2013 年 12 月	0.9	0	1.00	177	0.00
	2014 年 01 月-2019 年 07 月	0.9	0	0.58	170	0.00
	小计					71.14
道路区	2010 年 01 月-2010 年 03 月	0.98	0.98	0.25	3650	8.94
	2010 年 04 月-2010 年 12 月	1.58	1.58	0.75	5812	68.87
	2011 年 01 月-2011 年 12 月	1.58	0.71	1.00	4712	33.46
	2012 年 01 月-2012 年 12 月	1.58	0.02	1.00	930	0.19
	2013 年 01 月-2013 年 12 月	1.58	0.02	1.00	270	0.05

监测分区	时间	扰动地表面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	监测期 (a)	土壤侵蚀模数(t/km ² .a)	土壤流失量 (t)
	2014年01月-2019年07月	1.58	0.02	0.58	180	0.02
	小计					111.53
施工生产生活区	2010年01月-2010年03月	0.6	0.6	0.25	3810	5.72
	2010年04月-2010年12月	0.8	0.8	0.75	6162	36.97
	2011年01月-2011年12月	0.8	0.6	1.00	4709	28.25
	2012年01月-2012年12月	0.8	0.5	1.00	849	4.25
	2013年01月-2013年12月	0.8	0.5	1.00	175	0.88
	2014年01月-2019年07月	0.8	0.5	0.58	160	0.47
	小计					76.52
合计						1060.95

5.2.5 水土流失监测结果分析

1) 土壤侵蚀模数动态变化趋势分析

本工程建设区域相对分散，工程建设根据总体计划安排逐步实施，不同监测分区建设扰动的扰动程度和扰动时段不尽相同。各项防治措施根据主体工程的施工进度计划逐步实施，防护措施类型等根据批复水土保持方案和主体设计实施，不同监测分区综合整治的程度和标准不尽相同。因此工程各监测分区不同细分时段的土壤侵蚀强度动态变化呈现不同的变化趋势。但从施工期和试运行期两大监测时段来看，通过拦挡、排水、土地整治和乔灌草结合植物措施的紧密结合，工程扰动土地得到了整治，裸露空地得到了植被恢复，从而使得工程建设造成的水土流失基本得到了控制，各监测分区的土壤侵蚀强度都呈现明显的下降趋势。建设期各监测分区不同监测时段土壤侵蚀模数动态监测结果详见表 5-9。

表 5-9 建设期各监测分区不同时段土壤侵蚀模数监测成果表

监测分区	土壤侵蚀模数(t/(km ² ·a))					
	施工准备期	施工期		试运行初期	试运行期	
	2010.1 -2010.3	2010.3 -2012.12	2011.1 -2011.12	2012.1 -2012.12	2013.1 -2013.12	2014.1 -2019.7
采矿工业区	6355	6270	5788	848	220	171
辅助井区	6305	6517	5387	792	255	196
充填站区	6020	5713	4710	834	177	170
道路区	3650	5812	4712	930	270	180
施工生产生活区	3810	6162	4709	849	175	160

2) 土壤侵蚀量分析

监测结果显示，吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程建设期土壤侵蚀量为 1060.95t，按监测时段统计则其中施工准备期 84.62t，施工期 962.47t，试运行初期 9.51t，试运行期 4.36t。按监测分区统计则采矿工业区 612.72t，辅助井区 189.04t，充填站区 71.14t，道路区 111.53t，施工生产生活区 76.52t。建设期各监测分区土壤侵蚀量监测结果详见表 5-10。

表 5-10 建设期各监测分区土壤侵蚀量监测结果表

监测分区 \ 侵蚀量	施工准备期	施工期	试运行初期	试运行期	合计	比例
采矿工业区	50.84	555	4.71	2.13	612.72	57.75%
辅助井区	10.09	173	3.88	1.74	189.04	17.82%
充填站区	9.03	62	0.00	0.00	71.14	6.71%
道路区	8.94	103	0.05	0.02	111.53	10.51%
施工生产生活区	5.72	69	0.88	0.47	76.52	7.21%
小计	84.62	962.47	9.51	4.36	1060.95	100.00%
比例	7.98%	90.72%	89.66%	0.41%	100.00%	

本工程建设期水土流失主要发生在施工期，重点部位为采矿工业区和辅助井区，其主要原因为采矿工业区和辅助井区存在持续的、大量的开挖、回填、占压等生产活动，且占地面积较大、建设时间跨度大；充填站、道路区和施工生产生活区前期清表施工扰动剧烈，中期堆土渣较松散、抗蚀性差，遇雨易产生水土流失，后期整治恢复植被或硬化后基本无水土流失。

5.3 弃土（石、渣）潜在土壤流失量

工程在建设过程中基坑开挖产生的临时堆土就近堆置在基坑周边，采取彩条布临时苫盖防护；工程共产生弃方 49.03 万 m³，临时堆存于废石堆场，后期全部填充井下，未布设弃渣场。工程建设期多余的土石方基本得到了有效的拦挡及防护，弃土（石、渣）基本得到控制，潜在土壤流失量降到最低。

5.4 水土流失危害

根据现场监测结果，工程建设过程中，建设单位积极组织各参建单位做好水土保持三同时工作，各参建单位积极履行各自的水土流失防治职责，基本做到了对新增水土流失的控制和防治，建设期未发生水土流失灾害事件。

6 水土流失防治效果监测结果

本项目主体工程于 2010 年 1 月 1 日开工，2012 年 10 月底完工，水土保持工程于 2012 年 12 月基本完成，南、北风井工业场地部分整改工程于 2019 年 5 月全部实施完毕，至监测期末，本工程的工程措施、植物措施相结合的综合防治效果越来越明显，六项指标在试运行期逐渐提高，达到了方案设计的目标值。设计水平年六项指标达标情况见表 6-1。

表 6-1 工程水土流失防治目标比较表

指 标	防治指标数值		达标情况
	目标值	监测值	
扰动土地整治率 (%)	95%	99.60%	达标
水土流失总治理度 (%)	87%	97.63%	达标
土壤流失控制比	1.0	1.13	达标
拦渣率 (%)	95%	98.93%	达标
林草植被恢复率 (%)	97%	98.33%	达标
林草覆盖率 (%)	22%	40.35%	达标

6.1 扰动土地整治率

本工程在实施阶段主要对项目区用地范围进行了综合整治，并对整治后的适宜土地进行了植被恢复。监测数据显示，吴集铁矿（北段）地下开采 200 万 t/a 采矿技改工程总占地 10.36hm²，施工扰动面积为 10.36hm²。建设过程中通过建（构）筑物、道路和硬化地坪等替代了本工程大部分原有扰动地表，以及采取拦挡、排水、土地整治、植树、种草等水土保持综合措施对建筑空地进行了整治防护，综合整治面积共计 10.25hm²，扰动土地整治率为 99.6%，达到了批复水土保持方案的防治目标值。扰动土地整治率计算详见表 6-2。

表 6-2 扰动土地整治率计算表

防治分区	扰动地表面 积 (hm ²)	工程措施面 积 (hm ²)	植物措施 面积 (hm ²)	建（构）筑物、 道路面积 (hm ²)	整治面积合 计 (hm ²)	扰动土地整 治率 (%)
采矿工业区	5.51	0.35	2.14	2.91	5.40	98.00
辅助井区	1.57	0.00	1.52	0.05	1.57	100.00
充填站区	0.90	0.00	0.00	0.90	0.90	100.00
道路区	1.58	0.00	0.02	1.56	1.58	100.00
施工生产生活区	0.80	0.00	0.50	0.30	0.80	100.00
总计/平均	10.36	0.35	4.18	5.72	10.25	99.60

6.2 水土流失总治理度

监测数据显示，试运行期本工程建设造成的水土流失面积共计 4.64hm²，工程采取工程和植物相结合的措施对水土流失区域进行了治理，至试运行期末水土流失防治达标面积共计 4.53hm²，测算水土流失总治理度为 97.63%，达到了批复水土保持方案的防治目标值，达到了批复水土保持方案的防治目标值。水土流失总治理度计算见表 6-3。

表 6-3 水土流失总治理度计算表

防治分区	扰动地 表面积 (hm ²)	建(构)筑物、 道路面积 (hm ²)	水土流失 面积 (hm ²)	防治面积 (hm ²)			水土流失 总治理度 (%)
				工程措施	植物措施	合计	
采矿工业区	5.51	2.91	2.60	0.35	2.14	2.49	95.77
辅助井区	1.57	0.05	1.53	0.00	1.52	1.52	99.35
充填站区	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
道路区	1.58	1.56	0.02	0.00	0.02	0.02	100.00
施工生产生活区	0.80	0.30	0.50	0.00	0.50	0.50	100.00
总计/平均	10.36	5.72	4.64	0.35	4.18	4.53	97.63

6.3 土壤流失控制比

监测结果显示，本工程监测期内各监测分区水土流失区域平均土壤侵蚀模数在工程 2019 年 5 月降至 160~196t/(km²·a)，各监测分区根据水土流失面积占比加权平均后得到工程试运行期的平均土壤侵蚀模数为 177t/(km²·a)，低于容许土壤流失量 200t/(km²·a)，土壤流失控制比为 1.13，达到了批复水土保持方案的防治目标值。

6.4 拦渣率

本工程建设期土石方实际开挖总量 70.7 万 m³，回填总量 21.67 万 m³，弃方 49.03 万 m³，临时堆存于废石堆场，后期全部填充井下。工程建设内容相对分散，部分土石方临时堆存时间相对较长，通过现场查勘与调查，查阅施工过程资料，得出本工程临时堆土 2.73 万 m³（剥离表土），弃方及临时堆土共计 51.76 万 m³，采取浆砌石挡墙拦挡、编织袋临时拦挡及彩条布临时苫盖等措施防护数量为 51.21 万 m³，得出拦渣率为 98.93%，施工期未造成水土流失危害事故，达到了批复水土

保持方案的防治目标值。

6.5 林草植被恢复率

监测数据显示，本工程总占地 10.36hm²，截止施工期末扰动面积 10.36hm²。扰动面积中永久建（构）筑物、硬化 5.72hm²，工程措施整治面积 0.35hm²，可恢复林草植被面积 4.25hm²。截止监测期末，工程实施植物措施面积 4.18hm²，占可恢复林草植被面积的 98.33%，即工程林草植被恢复率为 98.33%，达到了了批复水土保持方案的防治目标值。林草植被恢复率计算见表 6-5。

表 6-5 林草植被恢复率计算表

监测分区	占地面积 (hm ²)	永久建(构)筑物、硬化、水面及未扰动面积 (hm ²)	工程措施面积 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	林草植被面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)
采矿工业区	5.51	2.91	0.35	2.18	2.14	98.17
辅助井区	1.57	0.05	0.00	1.54	1.52	98.70
充填站区	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	100.00
道路区	1.58	1.56	0.00	0.02	0.02	100.00
施工生产生活区	0.80	0.30	0.00	0.51	0.50	98.04
总计/平均	10.36	5.72	0.35	4.25	4.18	98.33

6.6 林草覆盖率

至监测期末，工程林草类植被面积 4.18hm²，占项目扰动面积 10.36hm²的 40.35%，即工程林草覆盖率为 40.35%，达到了批复水土保持方案的防治目标值。林草覆盖率计算详见表 6-6。

表 6-6 林草覆盖率计算表

监测分区	项目建设区面积 (hm ²)	林草类植被面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)
采矿工业区	5.51	2.14	38.84
辅助井区	1.57	1.52	96.82
充填站区	0.90	0.00	0.11
道路区	1.58	0.02	1.27
施工生产生活区	0.80	0.50	62.50
总计/平均	10.36	4.18	40.35

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程水土保持监测数据收集时间为 2010 年 1 月至 2019 年 7 月底,收集了水土流失及防治的有关数据,并对相关资料进行了核实,各项数据显示,通过工程措施、植物措施的紧密结合,扰动土地得到及时整治,水土流失得到控制,林草植被及时恢复,各扰动单元土壤侵蚀强度都呈现明显的下降趋势。截止监测结束时,各项指标均超过目标值。

7.2 水土保持措施评价

本工程施工前期实施的临时堆土的覆盖和拦挡、施工道路路基排水沟、施工场地的拦挡、排水等水土保持临时防护措施,施工后期实施的土地整治、表土回覆、乔灌草结合的绿化美化,起到了良好的水土保持效果。至试运行期,工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率、林草覆盖率等指标均达到方案批复的目标值。各项措施控制水土流失、改善生态环境作用明显。

7.3 存在问题及建议

- 1) 加强对已实施的水土保持各项措施的养护和管理工作。

7.4 综合结论

综上所述,工程通过水土保持工程措施、植物措施的实施,扰动土地得到及时整治,水土流失得到有效控制,林草植被及时恢复,落实的水土保持防治措施较好地控制和减少了施工过程中的水土流失,水土流失防治指标达到了水土保持方案确定的目标值,其中,扰动土地整治率 99.6%,水土流失总治理度 97.63%,土壤流失控制比 1.13,拦渣率 98.93%,林草植被恢复率 98.33%,林草覆盖率 40.35%。经综合评定,水土流失实际防治标准达标。